

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FATEC PROFESSOR JESSEN VIDAL**

**ABÍLIO AUGUSTO CORRÊA
DANIEL BROGINI DE ASSIS**

**PROPOSTA DE TANQUE MODULAR DE COMBUSTÍVEL
PARA AERONAVE H 125 /AS 350 ESQUILO DA
SEGURANÇA PÚBLICA E DEFESA CIVIL.**

São José dos Campos
2018

**ABÍLIO AUGUSTO CORRÊA
DANIEL BROGINI DE ASSIS**

**PROPOSTA DE TANQUE MODULAR DE COMBUSTÍVEL
PARA AERONAVE H 125 /AS 350 ESQUILÓ**

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Tecnologia de São José dos
Campos, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
Tecnólogo em Manutenção de Aeronaves.

**Orientador: Prof. Dra. Rita de Cássia M. S. Contini
Coorientador: Prof. Me. Joares Lidovino dos Reis**

São José dos Campos
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

AUGUSTO CORREA, Abílio; BROGINI DE ASSIS, Daniel.
 Proposta de Tanque Modular de Combustível para Aeronave H125/AS350 Esquilo da Segurança Pública e Defesa Civil.
 São José dos Campos, 2018.
 50f. (número total de folhas do TG)

Trabalho de Graduação – Curso de Tecnologia em Manutenção de Aeronaves.

FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal, 2019.

Orientador Interno ou Principal: Dra. Rita de Cassia M. S. Contini.

Orientador Externo ou Coorientador: Me. Joares Lidovino dos Reis.

1. Tanque modular 1. 2. Certificações 2. 3. Operação 3. I. Faculdade de Tecnologia. FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal. Divisão de Informação e Documentação. II.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AUGUSTO CORREA, Abílio; BROGINI DE ASSIS, Daniel. **Proposta de Tanque Modular de Combustível para Aeronave H125/AS350 Esquilo da Segurança Pública e Defesa Civil.** 2018. 50f. Trabalho de Graduação - FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME(S) DO(S) AUTOR (ES): Abílio Augusto Correa; Daniel Brogini de Assis

TÍTULO DO TRABALHO: Proposta de Tanque Modular de Combustível para Aeronave H125 /AS 350 Esquilo da Segurança Pública e Defesa Civil.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Graduação/2018.

É concedida à FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal permissão para reproduzir cópias deste Trabalho e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Trabalho pode ser reproduzida sem a autorização do autor.


 Abílio Augusto Corrêa
 Endereço do Autor
 12570-000, Aparecida - SP

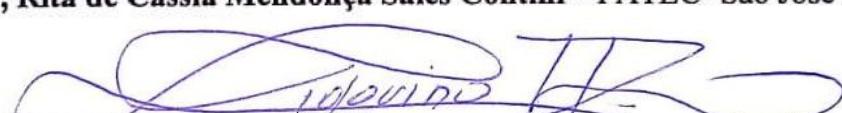

 Daniel Brogini de Assis
 Endereço do Autor
 12209-020, São José dos Campos - SP

**ABÍLIO AUGUSTO CORREA
DANIEL BROGINI DE ASSIS**

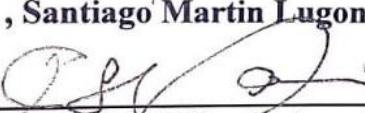
**PROPOSTA DE TANQUE MODULAR DE COMBUSTÍVEL
PARA AERONAVE H 125 /AS 350 ESQUILO**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção de Aeronaves.


Prof. Dra. , Rita de Cassia Mendonça Sales Contini – FATEC- São José dos Campos


Prof. Me. , Joares Lidovino dos Reis – FATEC- São José dos Campos


Prof. Me. , Santiago Martin Lugones - FATEC- São José dos Campos


Prof. Esp., André Hassessian - FATEC- São José dos Campos

20/12/2018

DATA DA APROVAÇÃO

Dedicamos esse trabalho as nossas famílias que de certa forma nos incentivaram, nos compreenderam e estiveram em nosso lado apoiando para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar ao nosso lado durante todos os momentos, sempre nos dando força para atingir os nossos objetivos.

A FATEC e aos professores e colegas do curso de tecnologia em Manutenção de Aeronaves pelo tempo investido, pela amizade e ótimos momentos vividos no decorrer desse curso.

Aos mestres e orientadores, Me. Joares Lidovino dos Reis e Dra. Rita de Cássia M. Sales, pelos conhecimentos disseminados e por nortear nossos conhecimentos.

Aos nossos familiares pelo apoio e por confiar que sempre é possível e por eles nunca desistirem dos nossos objetivos.

“... Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante.”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo propor um novo tanque de combustível modular, para aeronave Airbus Helicopters, modelo AS 350 B, AS 350 BA, AS 350 B2, AS 350 B3, visando minimizar o problema gerado pelo sub-abastecimento que é recorrente em condições de uso em operações rotineiras. O projeto constitui-se na bipartição do tanque de combustível de 538.75 litros, para uma célula de 238.75 e o outro de 298.75 litros, de forma a trabalhar sempre com uma das células utilizáveis. Para a construção e validação do novo modelo do componente foram realizadas pesquisas baseadas no manual de manutenção e sítio do fabricante, utilizando recursos gráficos complementando através da realização de análises e simulações em SolidWorks®. Neste contexto, o trabalho propõe-se a um novo modelo de tanque modular, seguindo os requisitos obrigatórios para as devidas certificações e regulamentações exigidas. O projeto preconiza-se em uma parceria com o fabricante ou investidor, alertando sobre os problemas apresentados, redução de gastos, otimização no processo de operação. O princípio da legislação aeronáutica deve estar sempre em paralelo, cadenciados e coesos com tudo isso.

Palavras-Chave: tanque modular; certificações; operação.

ABSTRACT

The present work aims to propose a new modular fuel tank for Airbus Helicopters, model AS 350 B, AS 350 BA, AS 350 B2, AS 350 B3, in order to minimize the problem generated by the sub-supply that is recurrent in conditions of routine operations. The project consists of bipartition of the fuel tank of 538.75 liters, for a cell of 238.75 and the other of 298.75 liters, in order to always work with one of the usable cells. For the construction and validation of the new component model, searches were performed based on the manufacturer's maintenance and site manual, using complementary graphic resources through analysis and simulations in SolidWorks®. In this context, the work proposes a new model of modular tank, following the mandatory requirements for the required certifications and regulations required. The project is recommended in a partnership with the manufacturer or investor, alerting about the problems presented, reduction of expenses, optimization in the operation process. The principle of aeronautical legislation must always be in parallel, rhythmic and cohesive with all of this.

Keywords: modular tank; certifications; operation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Tanque de Combustível de 540L da Aeronave AS350..... | 16 |
| Figura 2 - H125 - Exemplo Aeronave Civil e Militar | 18 |
| Figura 3 - Helicóptero AS350 Esquilo | 20 |
| Figura 4 - Tanque do Helicóptero AS350 Esquilo e Principais Componentes do Sistema | 21 |
| Figura 5 - Estrutura em X Compartimento do Tanque..... | 21 |
| Figura 6 - a) Tanque auxiliar lateral [6a] e b) Tanque auxiliar de bolsa [6b] | 22 |
| Figura 7 - Helicóptero para uso Agrícola | 23 |
| Figura 8 - Acessórios de Resgate colocados na Região do Bagageiro | 23 |
| Figura 9 - Esquema do Sistema de Combustível e seus componentes, tais: (1) Tanque. Capacidade máxima: 540 L, (2) Transmissor do liquidômetro com boia, (3) Contator "baixo nível" provoca o acendimento da luz de alarme "COMB" quando o nível do combustível atinge 60 litros, (4) Válvula de dreno e válvula de purga de água, (5) Bomba de reforço elétrica. Leva o combustível a baixa pressão até a bomba do motor, (6) Filtro de alta capacidade (10 μm), (7) Manocontactor diferencial (medida $P = P_1 - P_2$), (8) Transmissor de pressão de combustível, (9) Válvula de corte de combustível. Permite o corte instantâneo da alimentação do motor, (10) Indicador mecânico de entupimento, (11) Válvula by-pass: filtro entupido, ela se abre, (A) Botões de comando das bombas de reforço, (B) Liquidômetro, (C) Luz de alarme "baixo nível", (D) Luz de alarme "pressão de combustível", (E) Luz de alarme "pré-entupimento", (F) Indicador de pressão de combustível, (G) Comando da válvula de corte. | 24 |
| Figura 10 - Motor Arriel 1D1 da Turbomeca. Em (1) FCU, (2) filtro de óleo, (3) injetor de partida e (4) ignitor de partida | 26 |
| Figura 11 - Esquema de Fornecimento de Combustível e FCU Motor Arriel. Sendo que em: (1) Unidade de Controle de Combustível, (2) Bomba pressurizadora, (3) Filtro, (4) Eletroválvula de ignição, (5) Injetores de partida, (6) Válvula dreno de partida, (7) Eletroválvula de sobre velocidade (Em modelos bi motores), (8) Válvula dreno de injeção, (9) Válvula de pressurização, (10) Roda de injeção | 27 |
| Figura 12 - Zonas climáticas de alto risco (faixa escura) | 28 |
| Figura 13 - Unidade Controladora de Combustível..... | 29 |
| Figura 14 - Tanque original | 33 |
| Figura 15 - a) Módulo fixo, b) Módulo auxiliar | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 16 - Nova concepção do tanque dividido em módulos e seus componentes. Módulo Fixo: (9) Reservatório fixo, (6) Válvula de respiro, (5) Válvula de transferência de combustível, (11) Válvula purga, (7) Linha para motor, (8) Linha de retorno, (10) Bocal de enchimento, (2) Cintas de fixação. E o Módulo Auxiliar: (1) Reservatório modular auxiliar, (3) Válvula de respiro, (4) Válvula purga, (5) Válvula transferência de combustível, (2) Cintas de fixação para tanque auxiliar. | 35 |
| Figura 17 - Mostrador de Combustível Digital VEMD | 37 |
| Figura 18 - Mostrador de Combustível Analógico | 38 |
| Figura 19 - Funcionamento do VEMD AS 350 Esquilo. As numerações correspondem a: (1) Ar P2 ou ar atmosférico, (2) Válvula Bleed ou válvula de sangria de ar do compressor centrífugo, (3) Filtro, (4) NG - indicação da rotação da turbina a de potência em porcentagem, (5) T4 - temperatura do módulo 4 do motor, saída da turbina de potência, (6) TQ - torque do motor em porcentagem, (7) OAT - temperatura do ar externo ambiente, (8) Quadro de Mensagem, (9) QDT - Quantidade combustível em kg, (10) Quantidade de combustível em Porcentagem..... | 39 |
| Figura 20 - Painel e os Sinais de Advertência. Na ilustração abaixo mostra: (1) VEMD, (2) Pré-Entupimento do Filtro (FILTRE C), (3) Reserva Limite, (4) Pressão nas Bombas Reforço | 40 |
| Figura 21 - Espaço Resultante da Retirada do Tanque Auxiliar | 44 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Níveis de resistência a impacto | 41 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| AFM | Manual de Voo da Aeronave |
| AMM | Manual de Manutenção de Aeronaves |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil. |
| ARP | Prática Recomendada Aeroespacial |
| ASTM 44 | Comitê sobre Aeronaves da aviação geral |
| CFR | Código de Regulamentos Federais |
| CG | Centro de Gravidade |
| CS | Especificações de Certificação |
| CST | Certificado Suplementar de Tipo |
| DECEA | Departamento de Controle do Espaço Aéreo |
| EASA | Agência Europeia para a Segurança da Aviação |
| FAA | Administração Federal de Aviação |
| FAR | Regulamento Federal de Aviação |
| FHA | Avaliação de Risco Funcional |
| ICAO | Organização Internacional de Aviação Civil |
| JAR | Requisitos Comuns da Aviação |
| PMD | Peso Máximo de Decolagem |
| RBAC | Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil |
| RBHA. | Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica |
| SAE | Sociedade de Engenheiros Automotivos |
| SSA | Avaliação de Segurança do Sistema |
| TSO | Ordem Padrão Técnica |
| VFR | Voo Visual Regulamentada |
| VEMD | Display multifuncional de parâmetros do veículo e motor |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1. Objetivo geral | 16 |
| 1.2. Relevância do trabalho | 16 |
| 1.3. Proposta Metodológica..... | 17 |
| 1.4. Conteúdo do Trabalho | 17 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 18 |
| 2.1. Aeronave AS350 Esquilo | 19 |
| 2.2. Tanque de Combustível..... | 20 |
| 2.3. Sistema de Combustível | 23 |
| 2.4. Fatores de Risco e Ação Preventiva | 28 |
| 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO..... | 31 |
| 3.1. Tanque Modular | 34 |
| 3.2. Limitações | 35 |
| 3.3. Manutenção | 35 |
| 3.4. Operação..... | 36 |
| 3.5. Sistema de Indicação | 37 |
| 3.6. Produção e Teste..... | 40 |
| 3.7. Requisitos de Resistencia | 40 |
| 3.8. Ações Preventivas..... | 41 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 43 |
| 4.1. Discussões da Temática do Projeto | 43 |
| 4.2. Resultados de o Novo Conceito Tanque Modular..... | 43 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 46 |
| REFERÊNCIAS..... | 48 |

1. INTRODUÇÃO

O Helicóptero é atualmente consolidado como uma máquina indispensável às atividades de uma maneira globalizada, possuindo diversas versões e modelos.

A Airbus Helicopter, modelos AS 350 BA, AS 350 B1, AS 350 B2, AS 350 B3, são aeronaves mono turbina leve, sendo representada no Brasil pela HELIBRAS- Helicópteros do Brasil. É uma das aeronaves mais utilizada, pois é de multimissão, ou seja, pode ser configurada para atender diversas tarefas, tais como: transporte executivo, transporte de cargas, taxi aéreo, transporte de tropa, resgate, aéreo médico, patrulhamento aéreo, combate a incêndio, correlatos na versão militar, salvamento aquático e terrestre. Comprovando sua capacidade de se adaptar a diversos tipos de missões em ambientes operacionais, apesar de sua configuração estrutural permanecer o mesmo desde sua criação e certificação na década de 70, somente os sistemas aviônicos, interior, grupo motopropulsor evoluíram ao longo dos anos (HELIBRAS, 2017).

Diante de um mercado extremamente rigoroso, este projeto propõe uma versão para a célula de combustível de 538,75 litros (Figura 1), pois o período de tempo de sub-abastecimento, as condições meteorológicas e a operação requerem um processo aonde visa garantir uma segurança e economia ao final da operação, seja ele civil ou militar.

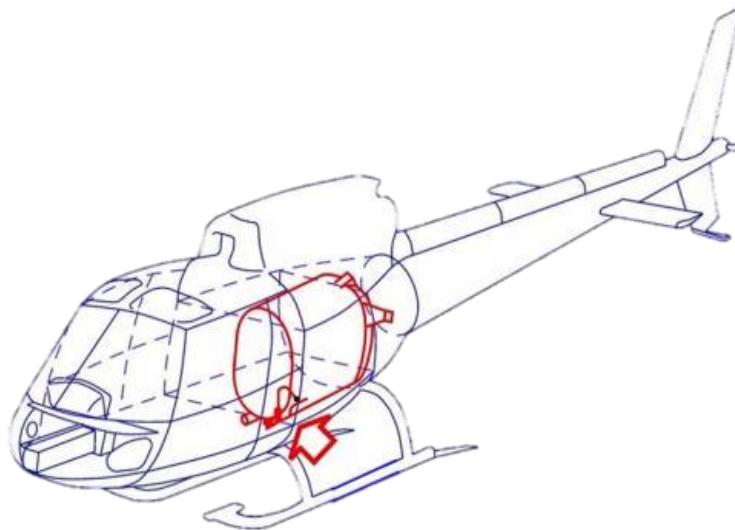
O presente projeto tem como objetivo a elaboração de um tanque modular, vide certificação aeronáutica, baseado nos conhecimentos obtido durante manutenção da frota policial de helicópteros modelo H125/ AS 350 Esquilo durante anos, em vários centros de serviços homologados e autorizados do fabricante Airbus Helicopters, podendo ser utilizado em cenários específicos, no qual o operador pretende voar.

Paralelo ao conceito abordado será apresentado uma comparação com a atual célula e a ideia elaborada de forma modular, seguindo as legislações dos principais órgãos de regulação internacionais e nacional, visando o futuro do qual o mercado da Airbus Helicopters, procurando atender as necessidades e melhorando todo o processo já existente de certificação aeronáutica da célula de combustível.

Mediante ao tanque modular, o intuito de realizar o projeto, terá como base os RBACs (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil), mais especificamente o RBAC 21 e 27, além das normas utilizadas na base do processo de certificação/homologação. Para o desenvolvimento e aprovação do produto junto à autoridade de regulação da aviação civil no país, a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Vale salientar, que tal projeto passará pelo processo de

homologação suplementar de tipo ou projeto aprovado segundo um certificado de produto aeronáutico aprovado.

Figura 1. Tanque de Combustível de 540L da Aeronave AS350



Fonte: Airbus Helicopters. (2016).

1.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é oferecer uma segunda opção de tanque de combustível, na opção modular, auxiliando a aviação de Segurança Pública e agrícola que desejam adequar suas operações mediante a utilização desta proposta, uma vez que haverá redução de combustível, ganho de carga paga, economia de manutenção.

1.2. Relevância do trabalho

O projeto propõe para a Airbus Helicopter, modelos AS 350 BA, AS 350 B1, AS 350 B2, AS 350 B3, que operam na Segurança Pública um tanque modular, no mesmo modelo do original, no qual seria construído em dois módulos acoplados e que seriam interligados para a transferência de combustível de um módulo para o outro, conforme operação da aeronave.

Estes módulos serão projetados de modo que os componentes de conexão e interligações não precisem de modificações, apenas na parte superior e na lateral para receber a conexão da válvula de transferência, abastecimento e da válvula atmosférica.

1.3. Proposta Metodológica

O projeto do tanque modular tem como finalidade otimizar os gastos como um todo durante a operação da aeronave, tornando o funcional ao operador final. O intuito deste projeto é auxiliar o interessado, conforme descrição das normas vigentes na ANAC, FAA ou EASA, pois a cerca de 5.000 helicópteros Esquilo entregues em mais de 100 países para cerca de 1.600 clientes (HELIBRAS, 2017).

Para a realização desse trabalho foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma investigação sobre os problemas do atual tanque de combustível, operação, carga paga.
- Realizar análises comparativas;
- Propor a elaboração do projeto do tanque modular.

1.4. Conteúdo do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em quatro Capítulos, cujo conteúdo é sucintamente apresentado a seguir:

O Capítulo 2 é apresentado à fundamentação teórica, contextualizando análises de campo quanto à contaminação de combustível e as medidas tomadas nas prevenções e teorias que dão sustentação a proposta de modulação do tanque.

O Capítulo 3 intitulado de desenvolvimento do projeto apresenta a estrutura a ser aplicada para a elaboração deste trabalho, salientando o novo modelo de tanque, limitações, operações, sistemas e manutenção.

No Capítulo 4 é proposta uma análise crítica dos resultados obtidos, contrapondo-os com os princípios mencionados.

E Finalmente, o Capítulo 5 considerações finais onde são descritos os apontamentos e resultados atingidos deste trabalho a partir do estudo proposto e possíveis sugestões para futuros trabalhos.

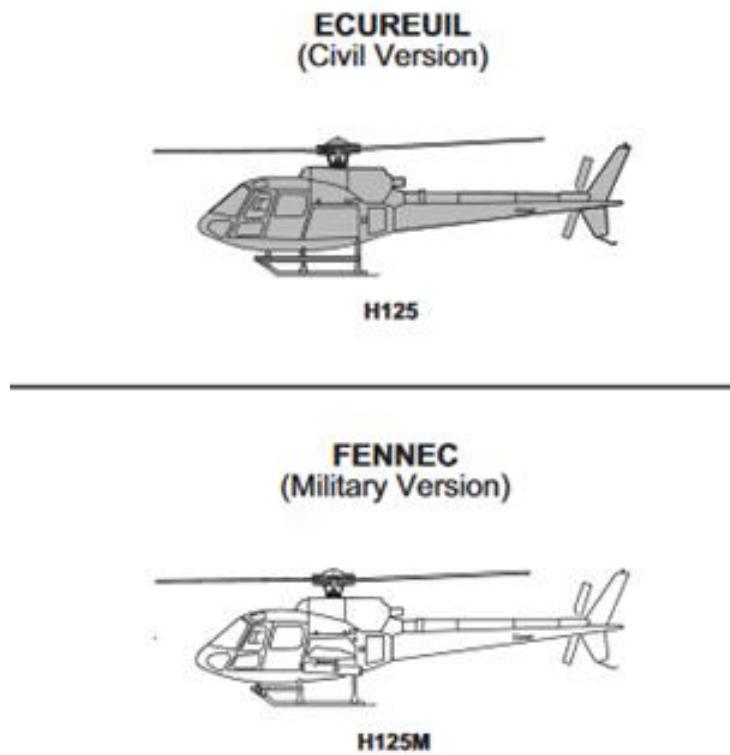
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica, do atual projeto, foi baseada em análises que ocorreram em campo. Tal investigação foi composta de dados primários de manutenção, verificação e análise de formação de colônia de fungos e bactérias e o custo operacional.

Colateral ao exposto acima, fora realizado através de um estudo sobre o tanque de combustível e com isso, projetado um Tanque de Combustível Modular, para servir de alternativa para os operadores de aeronaves de segurança pública.

Para interpretação do atual projeto, faz-se necessário expor como são classificadas as operações bem como o custo de manutenção, no qual foi objeto do estudo. As aeronaves são facilmente configuradas para diversos tipos de missões: segurança pública busca e salvamento, combate a incêndio, transporte de carga transporte de enfermo e de passageiros (Figura 2).

Figura 2. H125 – Exemplo Aeronave Civil e Militar.



Fonte: Helibrás (2018)

Para alterar o produto original deve-se submeter à ANAC um requerimento para um certificado suplementar de tipo - CST e deverá garantir o cumprimento (ANAC c, 2017) do

RBAC 21 /27 no Brasil e as exigências das seções 21.113 e 21.115, além das tarefas relativas aos ensaios estruturais, ensaios em voo e o plano de certificação do projeto.

Os seguintes procedimentos serão realizados, neste projeto:

- Lista de equipamentos requeridos para a operação do componente instalados na aeronave;
- Um sistema de garantia de qualidade do componente instalado na aeronave;
- Testes de aceitação pós-produção executados;
- Instruções de operação do componente instalado na aeronave;
- Procedimentos de inspeção e manutenção, descritos no manual;
- Identificação e registro de grandes modificações ou reparos;
- Submeter o interessado a treinamento teórico e prático do componente instalado na aeronave para que haja conhecimento;
- Fornecer ao operador da aeronave um manual de integração técnica a respeito da sua fabricação e, orientando-o, como forma de manter o caráter educativo do requisito.

O projeto após aprovado tende a garantir meios para que o operador no qual instalou o kit, mantenha durante sua vida operativa sempre de acordo com as características do projeto aprovado, por meio de manutenção adequada, cumprimento de boletins, pois a referência deste projeto visa a redução do custo operacional.

2.1. Aeronave AS350 Esquilo

A aeronave AS350 Esquilo foi criada pela empresa francesa Aerospatiale na década de 70, apresentando um design simples, tamanho, forma e o peso considerado leve, além de ser o substituto do helicóptero Alouette. Ganhou mercado pela performance e manobrabilidade, servindo de base para outros modelos. Ao longo dos anos a aeronave tem passado por modernizações em seus sistemas, motor, avionica e correlatos (HELIBRAS, 2017).

As atuações das aeronaves de segurança pública possuem condições especiais de operação com pousos e decolagens em áreas não homologadas, embarque e desembarque de pessoas com os rotores em funcionamento e voo abaixo da altura mínima para a operação com (VFR) Regras de Voo Visual regulamentadas pela RBHA 91 Subparte K (ANAC b, 2017) e pelo (DECEA, 2017) AIC 24/14.

Atualmente o Grupamento de Radiopatrulha Aérea do Estado de São Paulo (GRPAe) conta com 23 helicópteros versáteis do modelo AS 350 Esquilo (Figura 3) com motor turbomeca modelo Arriel 1D1 e equipados com instrumentos de medição, conjunto de aviônicos, navegação, comunicação e apoio de tecnologia de ponta, e está dividido em 10 bases operacionais em pontos estratégicos cobrindo todo o estado de São Paulo.

Figura 3. Helicóptero AS350 Esquilo

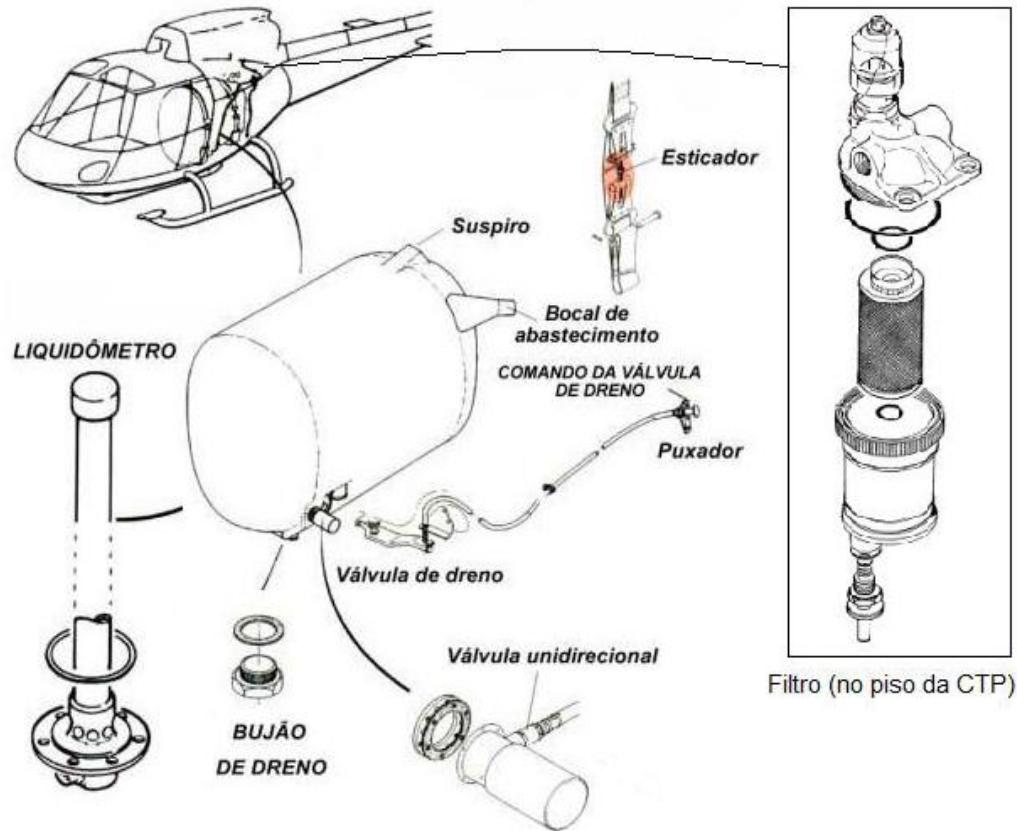


Fonte: Autores (2018).

2.2. Tanque de Combustível

O Tanque de combustível dos Airbus Helicopter, modelos AS 350 BA, AS 350 B1, AS 350 B2, AS 350 B3, é feito de poliamida reforçada rotomoldado, resistente a choque, pesando 21 kg, sem os componentes, tem a capacidade para 540 litros total e útil 538,75 litros ou 437 kg de querosene de aviação que garantem uma autonomia de aproximadamente 660 km resultando em 3 horas e 30 minutos de voo. Este reservatório está localizado no meio da estrutura central da aeronave e sob o piso da caixa de transmissão principal (CTP) (HELIBRAS, 2017). Na Figura 4 mostra o atual tanque do esquilo e seus componentes principais.

Figura 4. Tanque do Helicóptero AS350 Esquilo e Principais Componentes do Sistema.



Fonte: Airbus Helicopters d (2017)

A Figura 5 apresenta a imagem do berço do reservatório e as barras de reforço estrutural em X em ambos os lados. Este reforço na lateral esquerda ficará em aberto para estudos de modificação e não será alvo de estudos neste contexto.

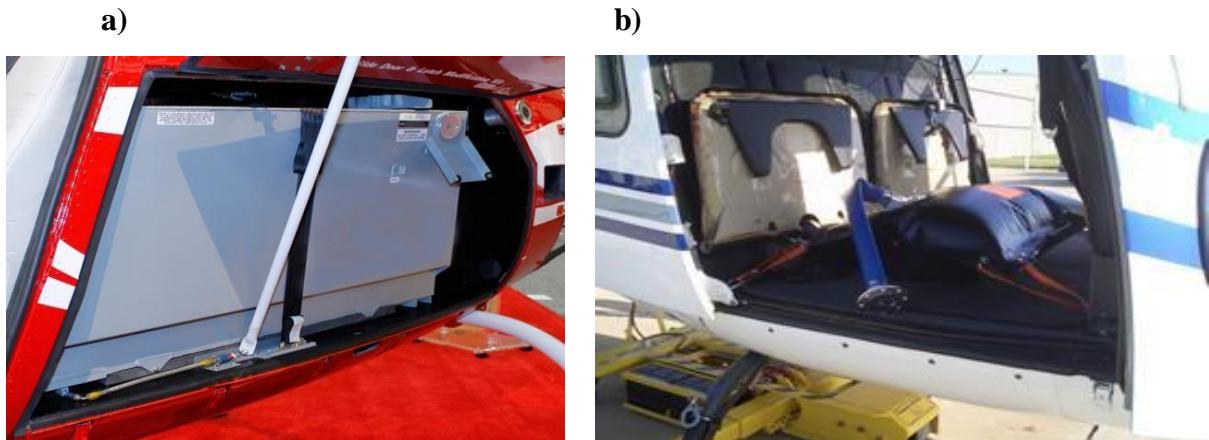
Figura 5. Estrutura em X Compartimento do Tanque.



Fonte: Autores (2018).

Existem também tanques auxiliares já certificados que podem ser instalados nesse modelo de aeronave, podendo ser instalado no compartimento de carga lateral (Figura 6.a) ou em bolsa na cabine de passageiros (Figura 6.b) para aumentar a autonomia operacional, mas estes tanques suprem uma necessidade específica apenas de autonomia.

Figura 6. a) Tanque auxiliar lateral e b) Tanque auxiliar de bolsa .



Fonte: (a) Helihub (2017) e (b) Fonte: Turtlepac (2017)

Este projeto teve como foco as aeronaves que operam em missões de segurança pública, porém pode ser aplicado a outras operações, como por exemplo, pulverização agrícola (Figura 7). Porém, além das limitações operacionais com estes modelos de tanque instalados afetaria a missão e haveria também questões quando a segurança por se tratar de uma aeronave policial podendo ser alvo de disparos de armas de fogo. A porta do bagageiro (Figura 6.a) necessitaria de blindagem que aumentaria o custo e o peso aumentando o limite de CG lateral.

O tanque auxiliar lateral sendo sua estrutura de alumínio poderia não ser adequado devido exigências de resistência a impactos, sobretudo na região do bagageiro segundo a norma (FAA b, 1964). Para uma configuração de resgate (Figura 8) este local é destinado a equipamentos como bolsas de soro, coletes e colares cervicais e equipamentos de segurança como capacetes, talas e outros, não havendo espaço disponível para este tanque.

Um estudo dos órgãos reguladores de aviação – ANAC planeja exigir que os helicópteros recém-construídos tenham tanques de combustível resistentes a impactos para reduzir os riscos de vazamentos e incêndios, seja em caso de acidentes aeronáuticos ou impactos severos durante o pouso (IATA, 2010).

Figura 7. Helicóptero para uso Agrícola.



Fonte: Jazz (2018)

Figura 8. Acessórios de Resgate colocados na região do bagageiro.



Fonte: Autores (2018).

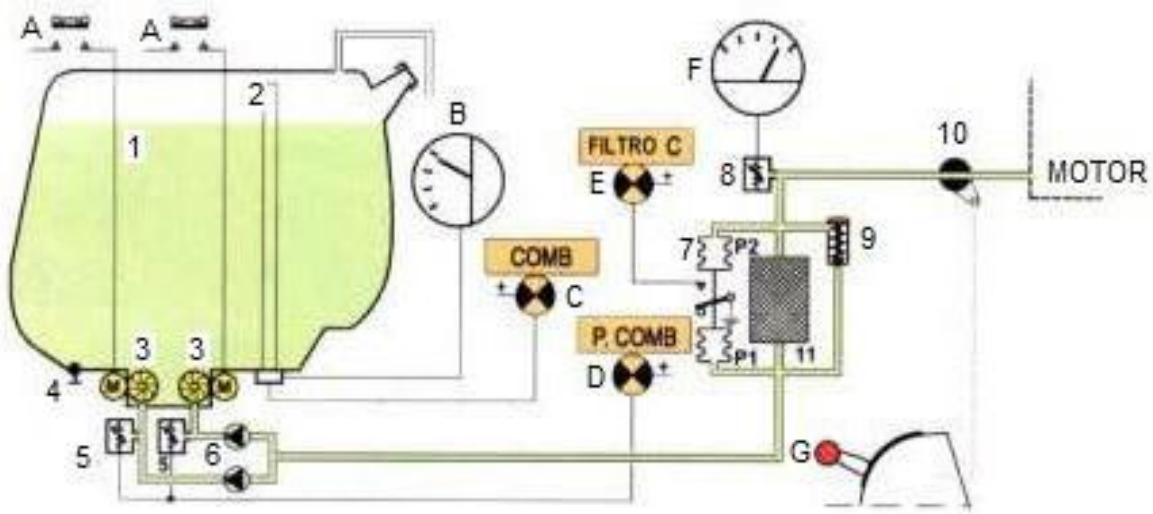
2.3. Sistema de Combustível

O sistema de combustível efetivo é composto por dois outros sistemas sendo um correspondendo ao sistema da aeronave e o segundo do motor.

O sistema da aeronave garante: o armazenamento e monitoramento dos parâmetros do combustível além do fornecimento e limpeza do mesmo até a entrada do motor.

Analizando o sistema de forma mais ampla como apresentado na Figura 9, o combustível é levado do reservatório por meio de uma ou duas bombas elétricas de motor estanque de vazão de 300L/hora com corrente máxima de 2A até o motor da aeronave de forma este não puxar ar para o motor. As bombas elétricas atuam como reforço para o FCU, permitindo que o helicóptero voe a altitudes acima de 5000 (cinco mil) pés (AIRBUS HELICOPTERS d, 2017).

Figura 9. Esquema do Sistema de Combustível e seus componentes, tais: (1) Tanque. Capacidade máxima: 540 L, (2) Transmissor do liquidômetro com boia, (3) Contactor "baixo nível" provoca o acendimento da luz de alarme "COMB" quando o nível do combustível atinge 60 litros, (4) Válvula de dreno e válvula de purga de água, (5) Bomba de reforço elétrica. Leva o combustível a baixa pressão até a bomba do motor, (6) Filtro de alta capacidade (10 μm), (7) Manocontactor diferencial (medida $P = P1 - P2$), (8) Transmissor de pressão de combustível, (9) Válvula de corte de combustível. Permite o corte instantâneo da alimentação do motor, (10) Indicador mecânico de entupimento, (11) Válvula by-pass: filtro entupido, ela se abre, (A) Botões de comando das bombas de reforço, (B) Liquidômetro, (C) Luz de alarme "baixo nível", (D) Luz de alarme "pressão de combustível", (E) Luz de alarme "pré-entupimento", (F) Indicador de pressão de combustível, (G) Comando da válvula de corte.

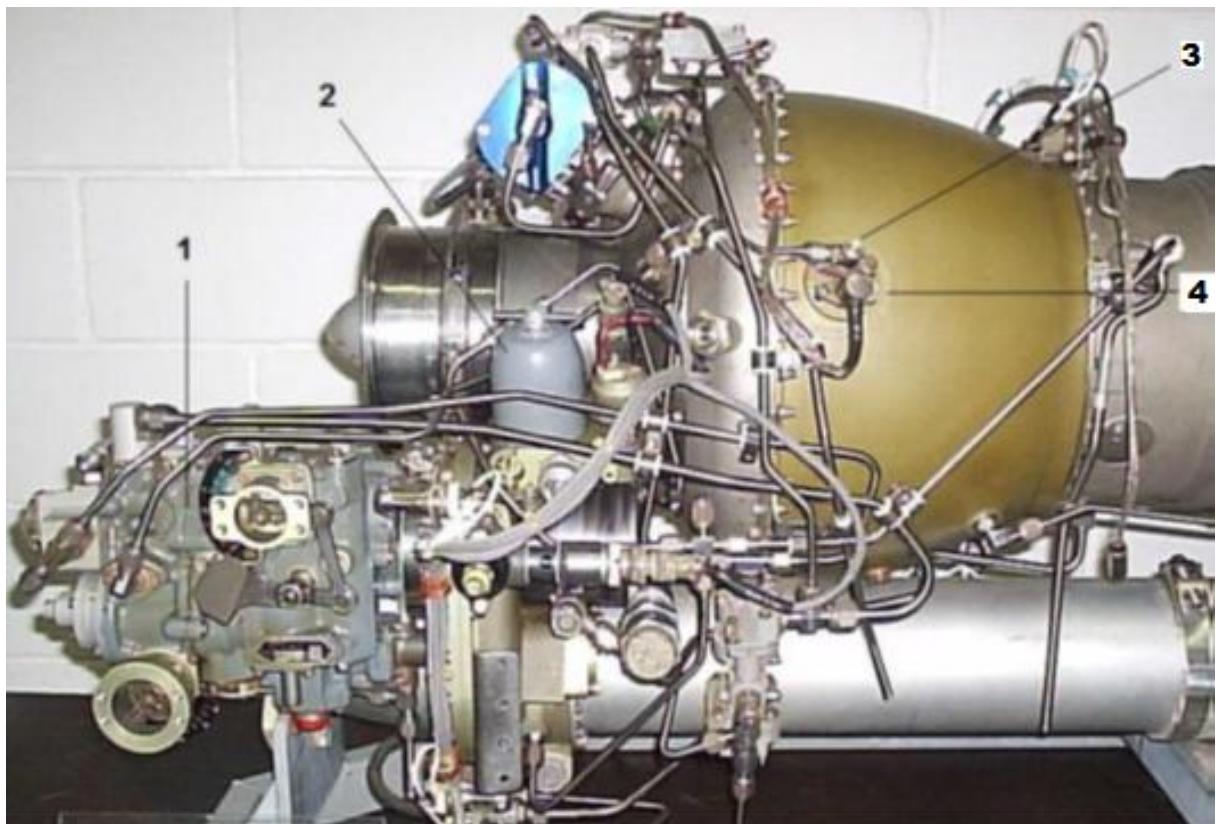


O sistema do motor assegura: o fornecimento de combustível por meio das bombas do motor e a injeção do mesmo através de espirros e a distribuição feita pela unidade de medição de combustível.

Analizando o sistema de forma mais específica, o motor Arriel 1D1 Figura 10 que equipa a aeronave AS350 Esquilo é constituído de uma Unidade de Controle de Combustível – FCU (*Fuel Control Unit*) que por sua vez esta controla a quantidade de combustível para os limites da turbina geradora de gases e o controle da turbina livre.

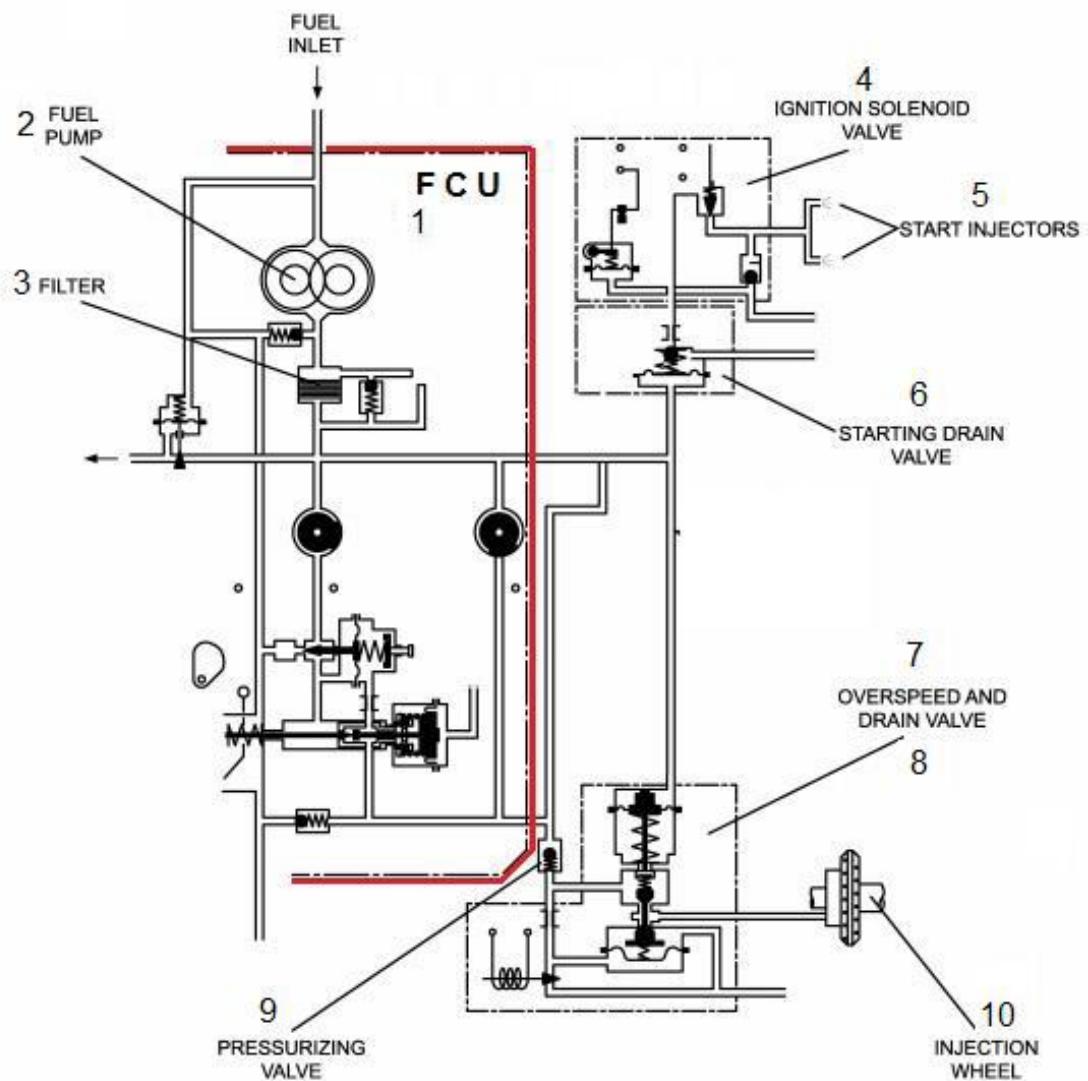
A Figura 11 apresenta o diagrama esquemático da imagem FCU do além do monitoramento, alimenta a unidade misturadora presente na câmara de combustão ao completar a partida do motor. Assim a câmara de combustão deixa de ser alimentada pelos bicos injetores e passa a ser alimentada pelos orifícios da roda de injeção. O Detalhamento do circuito interno, consta no manual do motor, Turbomeca. Contudo as funções do FCU e o desempenho do motor podem ser comprometidos por meio do combustível contaminado. Os critérios de avaliação e procedimento de manutenção e de verificação são evidenciados no manual do motor como o Estatismo e a verificação de potencia do motor respectivamente *Static Droop* e *Check Power* (TURBOMECA, 2016).

Figura 10. Motor Arriel 1D1 da Turbomeca. Em (1) FCU, (2) filtro de óleo, (3) injetor de partida e (4) ignitor de partida.



Fonte: Autores (2018).

Figura 11. Esquema de Fornecimento de Combustível e FCU Motor Arriel. Sendo que
em: (1) Unidade de Controle de Combustível, (2) Bomba pressurizadora, (3) Filtro, (4)
Eletroválvula de ignição, (5) Injetores de partida, (6) Válvula dreno de partida, (7)
Eletroválvula de sobre velocidade (Em modelos bi motores), (8) Válvula dreno de
injeção, (9) Válvula de pressurização, (10) Roda de injeção.



Turbomeca (2016).

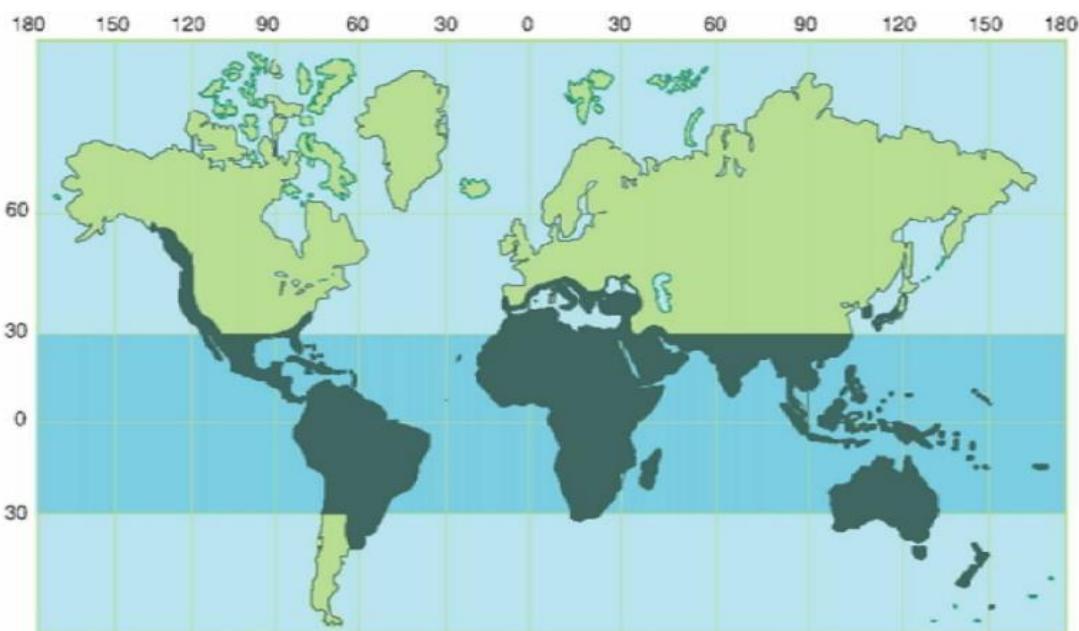
2.4. Fatores de Risco e Ação Preventiva

As bases que operam na região litorânea do Estado de São Paulo são as de São José dos Campos e da Praia Grande. Para a eficácia e operação diária da aeronave, são necessários caminhões tanque de abastecimento (CTA) para reabastecimento contínuo. Os helicópteros por sua vez, a maior parte fica no pátio, exposto ao tempo com variações de temperatura entre 25°C a 40°C, organizada para decolagens com o tanque preenchido entre 50% e 60% da capacidade de combustível. Já que são utilizados em voos de emergência onde a questão do peso é de grande relevância.

Unindo esses fatores, devido à região de ação estar localizada e ser considerada crítica, pois é favorável a proliferação de microrganismos acarretando na contribuição para a formação de colônias e fungos, conforme dados do fabricante do modelo em questão.

Segundo informações da Lollini (2015), as áreas sombreadas no mapa Figura 12, são as zonas climáticas que possuem o maior risco de contaminação por microorganismos e requerem atenção especial do seu operador.

Figura 12. Zonas climáticas de alto risco (faixa escura).



Fonte: Lollini (2015)

Os fatores de risco (AIRBUS HELICOPTERS g, 2017) estão inseridos na documentação de manutenção de aeronaves, sendo elas:

- a) estagnação de água livre dentro da unidade controladora de combustível, Figura 13;

Figura 13. Unidade Controladora de Combustível



Fonte: Autores (2018).

- b) condições climáticas (as áreas consideradas tropicais são de maior risco);
- c) operações de voo: voos de baixa altitude e de curta distância, voos sobre áreas salinas e com destinos que passam sobre grandes variações climáticas;
- d) tanques subutilizados de combustível.

Diante a definição apresentada pela Airbus, este projeto propõe ao operador uma redução interna no tanque de combustível, no qual é afetado diretamente pela condensação da umidade do ar, no qual reduz a probabilidade de uma contaminação interna do tanque e o valor de Homem Hora gastos para a manutenção anual do sistema de combustível.

Complementando o manual de manutenção através da instalação deste tanque modular, se faz necessário o uso de biocidas, muito utilizado em práticas de manutenção gerais, pois as contaminações causadas por fungos e bactérias podem levar a problemas no filtro de combustível, como corrosão e possível parada do motor. Os biocidas serão eficazes na erradicação de microrganismos em concentrações adequadas conforme recomendações do fabricante. (AIRBUS HELICOPTERS b, 2017)

Não podendo deixar de considerar o programa de manutenção aonde se destaca o uso de produtos químicos para erradicar os microrganismos, a amostra de combustível, enchimento total do reservatório para reduzir ou eliminar a condensação da umidade do ar e a limpeza do sistema de combustível além de apresentar os procedimentos para aeronaves que ficam estacionadas ou reservadas em longo prazo.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto para ser consolidado, atentaria as observações e as recomendações de segurança para modificações contidas nas diretrizes para o Desenvolvimento de Aeronaves Civis e Sistemas, conforme a Society of Automotive Engineers (SAE) em conjunto com a norma Aerospace Recommended Practice (ARP) ARP4754A, já que a execução no projeto resultaria em mudança estrutural no modelo em pauta especificamente. Além dos requisitos salientarem os pontos necessários e adequados para o projeto e o seu desenvolvimento quanto a modificação do tanque interno, original, para o tanque modular de combustível, otimizando o emprego operacional das aeronaves de missões H125/AS 350 Esquilo da Segurança Pública e Defesa Civil.

O trabalho em sua forma integra não estão sendo feito apontamentos específicos para as orientações práticas contidas na *Part 25 Code of Federal Regulations 14* (CFR) – USA (FAA), *Certification Specification* (CS) 25 – Europa (EASA), presentes na ARP4754A, mas sim para as práticas que se adequam nos requisitos FAA das 14 CFR Part 27 – *Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft* e Part 29 – *Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft*, assim como a das EASA CS 27 *Certification Specifications for Small Rotorcraft* e CS 29 *Certification Specifications for Large Rotorcraft*, dado que o assunto abordado é um estudo analítico sobre tanque modular para helicóptero em substituição do tanque certificado, em operação nas aeronaves que já atuam nas condições especiais. Logo o tema-problema proposto, permite expandir o assunto para outro projeto futuro, tal pesquisa na modificação estrutural da aeronave.

A ARP-4754 (SAE a, 1996) aponta que segurança é estado de percepção onde o risco é menor do que o nível aceitável. Esta norma dirige-se a segurança dos sistemas complexos que realizam várias funções na aeronave, introduzindo então, no modelo criado por meios de vários processos, a garantia e confiança de desenvolvimento no suporte, através do planejamento e ações específicas, de maneira a identificar erros e imperfeições de projetos que podem ser corrigidos.

Ainda a ARP-4754 (SAE a, 1996) tem relação, com o processo de *System Safety Assessment* (SSA) em Sistemas e Equipamentos Embarcados Civis presente na SAE ARP-4761(1996).

Segundo o Capítulo 6 da norma ARP4754A (1996) descreve como as diretrizes podem ser aplicadas quando houver uma modificação de um item da aeronave.

Um dos propósitos das etapas de avaliação de desenvolvimento é manter ou melhorar o nível de segurança concedido pela base de certificação original. Assim uma modificação precisa ser regulada de maneira que seus efeitos sejam conhecidos, totalmente autenticados e aferidos.

O item de um sistema ou de uma aeronave pode ser modificado por meio da realização de uma série de fatores, tais a resposta de uma ação até a adição de novas funcionalidades. De forma que o mesmo faça parte de um programa global de gestão da segurança.

O trabalho propõe para o novo reservatório, o mesmo modelo do original já utilizado no helicóptero (Figura 14). E abre caminho para o estudo de uma modificação da estrutural central, cuja complexidade pode ser objeto de pesquisa de um trabalho futuro mais específico, visando às alterações possíveis na estrutura ou de uma das laterais para a conexão do módulo do tanque de combustível.

Por meio dessa fundamentação a ARP4754A(1996) que são as diretrizes para o Desenvolvimento de Aeronaves Civis e Sistemas, norma regulamentada pela *Society of Automotive Engineers* (SAE) não serão contempladas integralmente.

As referências da norma ARP4754A(1996) utilizada neste trabalho, estão relacionadas com ênfase do Capítulo 6 que trata da parte de alteração em aeronaves, dando atenção também ao Capítulo 5, onde contém alguns conceitos relevantes.

O tanque modular, tema deste trabalho de graduação, para os seus componentes serem desenvolvidos de modo que a construção seja de um equipamento aeronáutico, compreende a interação da inter-relação de sistemas, com isto, outros elementos significativos divididos por grupo que podem estar envolvidos no processo aparecem com frequência.

Uma das medidas que serve como requisito são as práticas de aeronavegabilidade para helicópteros que não será abrangido, além das práticas que satisfazem a norma ARP4754A.

Outra medida diz respeito aos requisitos de segurança que incorpora desde a aeronave até o nível componente, numa hierarquia de cima para baixo.

Analizando a aeronave e suas funções os requisitos de segurança são aqueles gerados pela análise de risco e falha do inglês FHA (*Failure Hazard Analysis*), que consiste na classificação de falhas de acordo com sua severidade por meio da análise sistêmica e ampla das atividades. Assim a norma ARP4754A (1996) diretriz para o Desenvolvimento de Aeronaves Civis e Sistemas, apresenta um padrão de desenvolvimento realizado por fases, sendo elas: Conceito; Desenvolvimento e Produção.

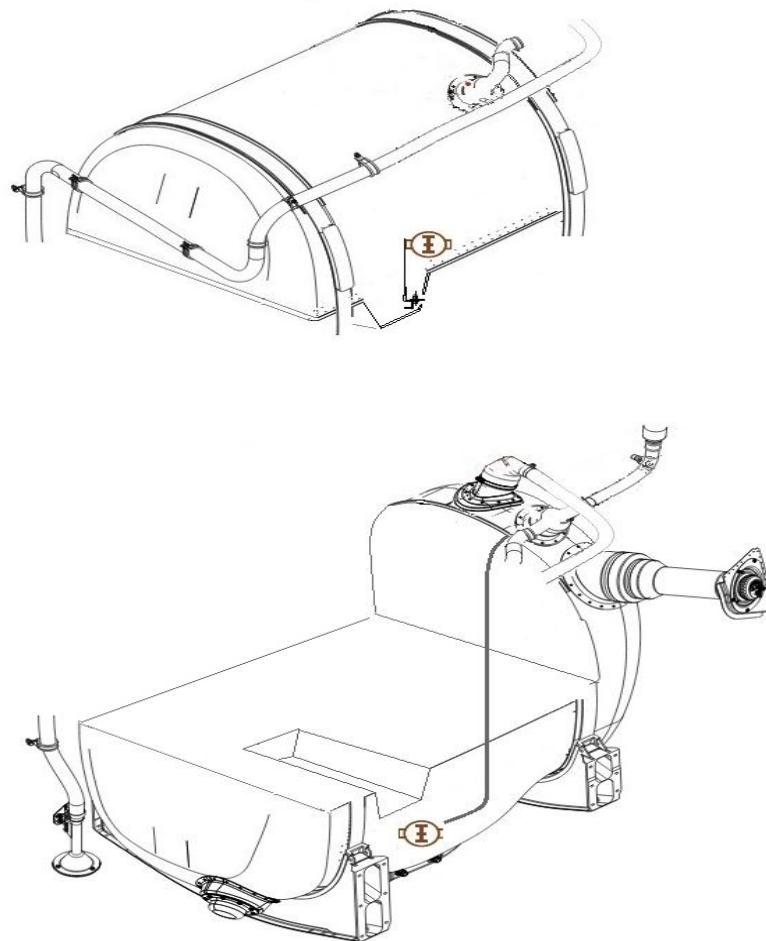
As Figuras 14 e 15 apresentam a imagem do tanque original e o desenho do projeto proposto:

Figura 14. Tanque original



Fonte: Autores (2018).

Figura 15. a) Módulo fixo, b) Módulo auxiliar.



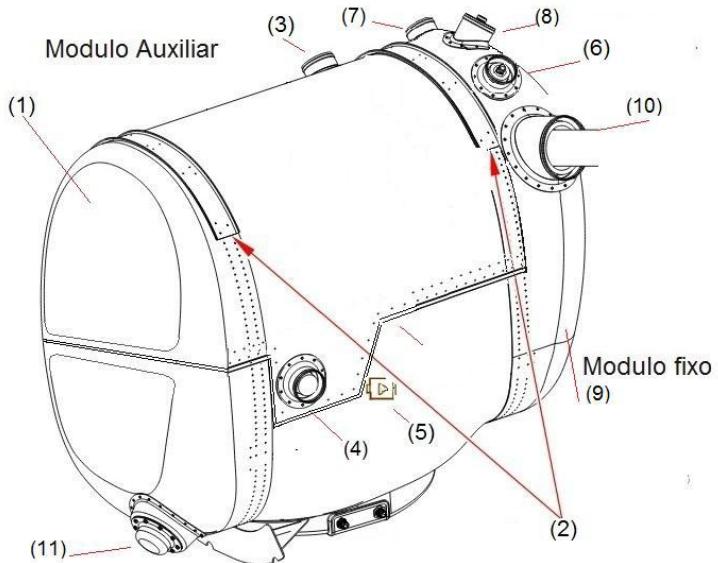
Fonte: Autores (2018).

3.1. Tanque Modular

A proposta do tanque em forma de módulo auxiliar surge baseada na concepção do tanque original, já em operação no helicóptero. O novo reservatório de combustível da aeronave H125/AS 350 Esquilo seria constituído em dois módulos de maneira que a parte fixa não exigisse de alteração nos componentes de interligação e conexão inferiores, mas sim, na lateral a fim de receber a conexão de válvulas atmosférica e de transferência. Em relação ao módulo inferior receberia uma intercalação a fim de apoiar o sistema de drenagem e a válvula de saída.

O módulo auxiliar transmitiria para o painel da aeronave a quantidade de combustível por meio de um capacitor variável de transmissão próprio. Já o módulo fixo seria por meio de válvula direcional do tanque já existente para o reservatório. O preenchimento de combustível no reservatório seria feito por gravidade através da conexão da válvula *blanking* ou por uma junção especial no bocal do tanque principal. O reservatório principal serviria de suporte para a instalação do módulo auxiliar. Assim ambos os tanques, passariam a ter os seguintes componentes, conforme Figura 16.

Figura 16. Nova concepção do tanque dividido em módulos e seus componentes. Módulo Fixo: (9) Reservatório fixo, (6) Válvula de respiro, (5) Válvula de transferência de combustível, (11) Válvula purga, (7) Linha para motor, (8) Linha de retorno, (10) Bocal de enchimento, (2) Cintas de fixação. E o Módulo Auxiliar: (1) Reservatório modular auxiliar, (3) Válvula de respiro, (4) Válvula purga, (5) Válvula transferência de combustível, (2) Cintas de fixação para tanque auxiliar.



Fonte: Autores (2018).

3.2. Limitações

A modificação do tanque de combustível segue os mesmos limites de carga e centralização CG, determinado no manual de operação da aeronave, não tendo limitações que comprometa a aeronavegabilidade.

3.3. Manutenção

O manual do fabricante de normas práticas (M.T.C.) possui todas as informações e conceitos gerais para a manutenção, reparos, instruções técnicas de segurança e condições de armazenamento aplicáveis aos helicópteros, conforme abaixo:

- Conforme cartão de manutenção do fabricante, fazer uso de equipamento de proteção individual EPI específicos.
- A válvula de transferência deve ser verificada e relatada seu estado toda vez que realizar o cheque da instalação.

- O combustível deve ser inspecionado visualmente quanto à cor falta de gotículas ou partículas de água. Caso necessário, para efeito de análise futura uma amostra deve ser drenada e também a realização de teste com Mensurac ou Hydrotest (MTC 20-07-03-412).
- Verificar o tanque e seus acessórios quanto à vedação, observando também folgas ou contato entre o tubo de transferência e *nipples*.
- Respeitar as instruções de segurança, verificando o sistema de combustível após o trabalho (AMM 28-00-00,6-2) e alimentação elétrica (AMM 24-00-00,3-1) (AIRBUS HELICOPTERS, 2017).
- Verificar o tensionamento correto da correia de retenção e seguir as instruções de segurança gerais para o sistema de combustível (AMM 28-00-00,3-1) e requisitos de inspeção (AMM Capítulo 05-00-00). Conforme anexo B: 3 Meses, 12 Meses, 600FH/24 Meses, 36 Meses, 1200FH/48 Meses, 2400FH (AIRBUS HELICOPTERS, 2017).

3.4. Operação

Durante a fase de instalação e remoção a válvula unidirecional de combustível deverá permanecer fechada. A válvula de transferência deverá ser aberta quando o indicador de combustível acusar a porcentagem equivalente ao reservatório modular. Uma observação que deve ser feita, os indicadores podem ser analógicos ou digitais em dispositivo VEMD dependendo do modelo da aeronave, e em alguns casos a quantidade de combustível armazenada no reservatório é demonstrado em valor numérico e com graduações no próprio dispositivo.

- O conector de aterramento eletrostático deve ser instalado.
- As resistências elétricas de ligação devem ser medidas conforme manual.
- Certificar se há variação de nível no tanque modular fazendo uma verificação visual quando realizar a transferência de combustível.
- Definir medidas e cumprir padrões conforme fabricante da aeronave, necessários para manter a qualidade do combustível para isso efetuando o Monitoramento da Qualidade de Combustível MTC 20-08-07-101 (AIRBUS HELICOPTERS b, 2017).

3.5. Sistema de Indicação

O detector de quantidade e baixo nível de combustível são do tipo capacitor variável que instalado ao fundo do reservatório, fornece as informações requeridas e as medidas detectadas são dissociadas eletronicamente e garantidas por meio de uma fonte de alimentação dupla.

A indicação da quantidade de combustível na aeronave é feita através de uma régua magnética que envia um sinal para um processador que por sua vez emite este sinal para a tela do indicador VEMD, aeronaves atuais, mostrando a quantidade remanescente, podendo ser digital no modo gráfico em porcentagem (Figura 17) ou analógico (Figura 18) em modelos mais antigos. Sendo que a indicação não haveria alteração no painel.

Figura 17. Mostrador de Combustível Digital VEMD



Fonte: Autores (2018).

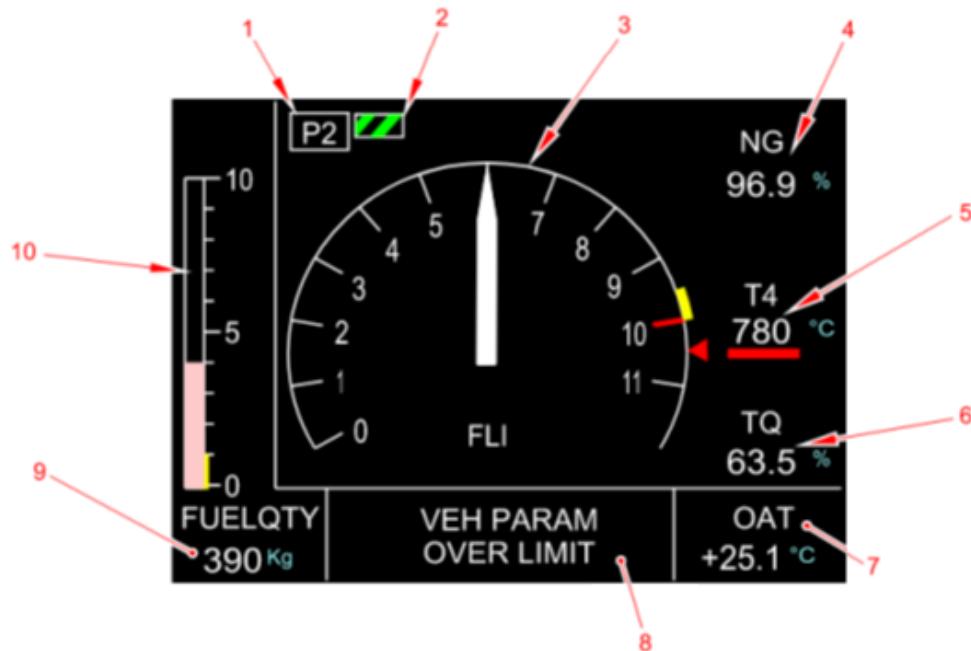
Figura 18. Mostrador de Combustível Analógico



Fonte: Autores (2018).

No módulo VEMD o processador regula a quantidade de combustível total na aeronave, através do consumo do motor e a quantidade de combustível referencial armazenada na memória, com isto, o resultado, a quantia excedente de combustível mais a duração de voo são mostrados na tela do VEMD (Figura 19) onde mostra os parâmetros exibidos no display tais: torque na caixa de redução por meio do fluxo de óleo, limitação do motor, rotação da turbina do compressor de expansão de gases, temperatura do ar na entrada (NTL) e saída da turbina (NG).

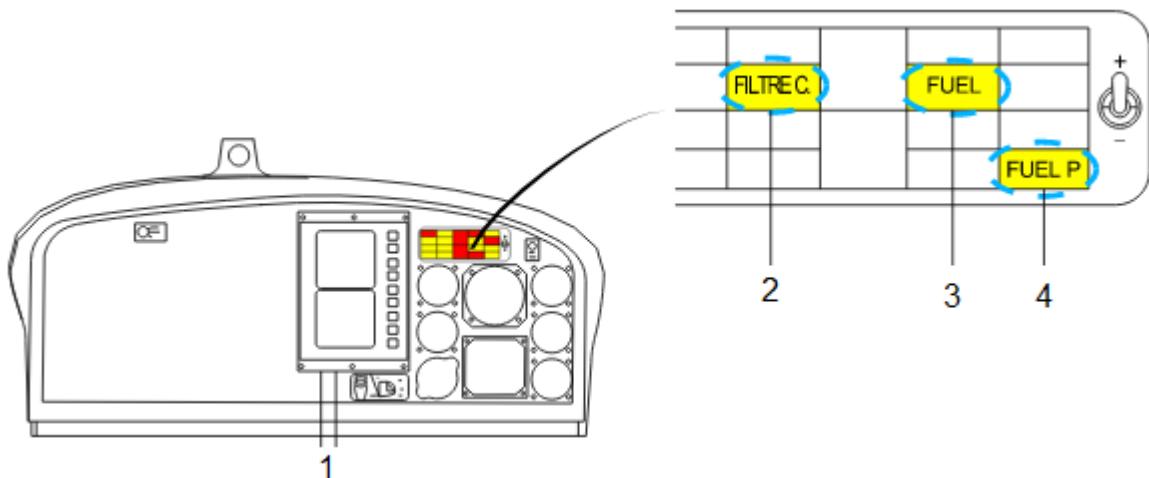
Figura 19 Funcionamento do VEMD AS 350 Esquilo. As numerações correspondem a:
(1) Ar P2 ou ar atmosférico, (2) Válvula Bleed ou válvula de sangria de ar do compressor
centrífugo, (3) Filtro, (4) NG - indicação da rotação da turbina a de potência em
porcentagem, (5) T4 - temperatura do módulo 4 do motor, saída da turbina de potência,
(6) TQ - torque do motor em porcentagem, (7) OAT - temperatura do ar externo
ambiente, (8) Quadro de Mensagem, (9) QDT - Quantidade combustível em kg, (10)
Quantidade de combustível em Porcentagem.



Fonte: Airbus Helicopters a. (2017)

Durante o voo quando a quantidade de combustível atingir aproximadamente 10 por cento do total, o transmissor de pressão de combustível, detecta a pressão do combustível abaixo do nível especificado pelo fabricante do motor e também a variação de temperatura do mesmo acionando no painel de aviso o sinal de advertência de falha indicando ao operador através de luzes âmbar conforme Figura 20, “FILTRE C” pré-entupimento de Filtro, “FUEL” reserva limite e “FUEL P” Pressão nas bombas de, quando o mínimo de combustível for de 60 litros (15.85 US gal) usado no reservatório principal.

Figura 20 Painel e os Sinais de Advertência. Na ilustração abaixo mostra: (1) VEMD, (2) Pré-Entupimento do Filtro (FILTRE C), (3) Reserva Limite, (4) Pressão nas Bombas Reforço.



Fonte: Airbus Helicopters a. (2017)

3.6. Produção e Teste

As premissas associadas à alocação e as funções da aeronave assim como os requisitos a nível FHA do mesmo, não foram realizados por tratar-se de uma prática referente a modificações da aeronave que por sua vez depende de testes e validações para a certificação do produto e sua produção, referindo-se a uma temática além do que está sendo contextualizada neste trabalho, contudo alguns requisitos de resistência foram mencionados a fim de fornecer o conceito do assunto.

3.7. Requisitos de Resistência

A certificação dada para helicópteros pela JAR/FAR 29 (FAA d, 2017) considera aeronave de asas rotativas acima de 3.176 kg de PMD, a emenda 29-39 de 1996, apresenta premissas de resistência ao choque para fuselagem, estrutura dos componentes e instalações e especificação dos assentos, segundo a *Technical Standard Order* (TSO). Considerando essas

certificações e fazendo analogia ao estudo do tanque modular na efetivação da condição de *safety* pode aferir que há a relevância do cumprimento dos requisitos de segurança.

O conceito de construção da fuselagem de helicópteros é do tipo *Cocoon* do inglês casulo que promove um alto nível de resistência e máxima proteção, mantendo e evitando que a transmissão danifique a cabine.

Segundo a classificação de resistência ao impacto da JAR/FAR 29 (FAA d, 2017), Tabela 1, o conceito de segurança padrão para helicópteros são divididos por níveis:

Tabela 1 – Níveis de resistência a impacto.

| | |
|----------------|--|
| NÍVEL 1 | Estrutura Resistente ao Impacto. |
| NÍVEL 2 | Upper deck Resistente ao Impacto. |
| NÍVEL 3 | Tolerância ao impacto e teste de tanques de combustível. - Tanque Resistente ao Impacto. |

Fonte: FAA d (2017)

De acordo com a norma citada não há nenhuma recomendação específica para a atividade de agrupamento, entretanto uma atenção minuciosa, para as decisões de seleção. O sistema de combustível *Crashworthiness* e o tanque seguem critérios de dejeção de combustível que por sua vez são detalhados e fundamentados nos processos de avaliação de segurança da ARP4761 (SAE b, 2018) onde caso ocorra capotamento da aeronave não poderá ocorrer nenhum vazamento de combustível com fuselagem ao seu lado.

3.8. Ações Preventivas

Com a instalação do CST, será inserido no AFM inspeções secundárias do sistema de combustível, práticas gerais de manutenção, tipos de ferramentas para a detecção visual de microrganismos, conforme informado abaixo:

- Inspeção visual do filtro de combustível;
- Acompanhamento regular e visual das análises e amostras de combustível;
- Apuração de possíveis indicadores de contaminação por microrganismos;
- O tanque de combustível deve ser abastecido por completo de forma a minimizar as condições de condensação e umidade do ar.

A proposta do trabalho é de fornecer uma possível minimização do problema de contaminação no modo como a aeronave é utilizada e não apenas com a manutenção em si.

Para tanto, a pesquisa trata-se no emprego de um tanque alternativo dividido em dois módulos sendo um fixo, principal de 318,50 litros de maneira a manter todos os acessórios e sistemas como o modelo do reservatório original, porém com o volume de combustível reduzido e outro móvel de 218,50 litros e reinstalável sendo utilizado em missões que exigisse maior autonomia de voo de maneira mais prática.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Discussões da Temática do Projeto

Através dos estudos citados no corpo desse trabalho foi possível concluir que o projeto para substituição do tanque único para um tanque modular em helicópteros utilizados em operações de busca e salvamento pela polícia do Estado de São Paulo é viável. Esta mudança diminuirá o risco de contaminação por microrganismos e promoveria uma economia de tempo de operação para manutenção dos tanques (homem/hora) após a operação da aeronave e também de combustível, pois o tanque não precisaria ser abastecido para operação em curta distância com o volume útil de 537L.

A proposta de modificação conforme análise de efeitos e aeronavegabilidade não compromete a estrutura da aeronave e segurança da tripulação, pois o projeto segue as normas aeronáuticas presentes, exigidas no processo de certificação.

As inserções de sistemas na aeronave garantem a correta operação e funcionalidade de cada componente, além de apresentar as mesmas funções com o uso do tanque modular, sendo meramente necessária a observação quanto à perda do volume inicial em relação à nova configuração.

Outro item que deverá ser analisado futuramente é o desenvolvimento de projeto para seja realizado o reforço estrutural nas laterais da estrutura possibilitando a retirada das barras em X do reforço estrutural central da aeronave. A mudança do reforço estrutural facilitaria as operações da aeronave quando empregada em voos de curto alcance, onde o tanque principal permaneceria sempre cheio, além de carregar menor peso e ganho de manobrabilidade, diferente das situações atuais, pois deve-se considerar que o novo modelo de tanque deve ser prático seu manuseio.

4.2. Resultados de o Novo Conceito Tanque Modular

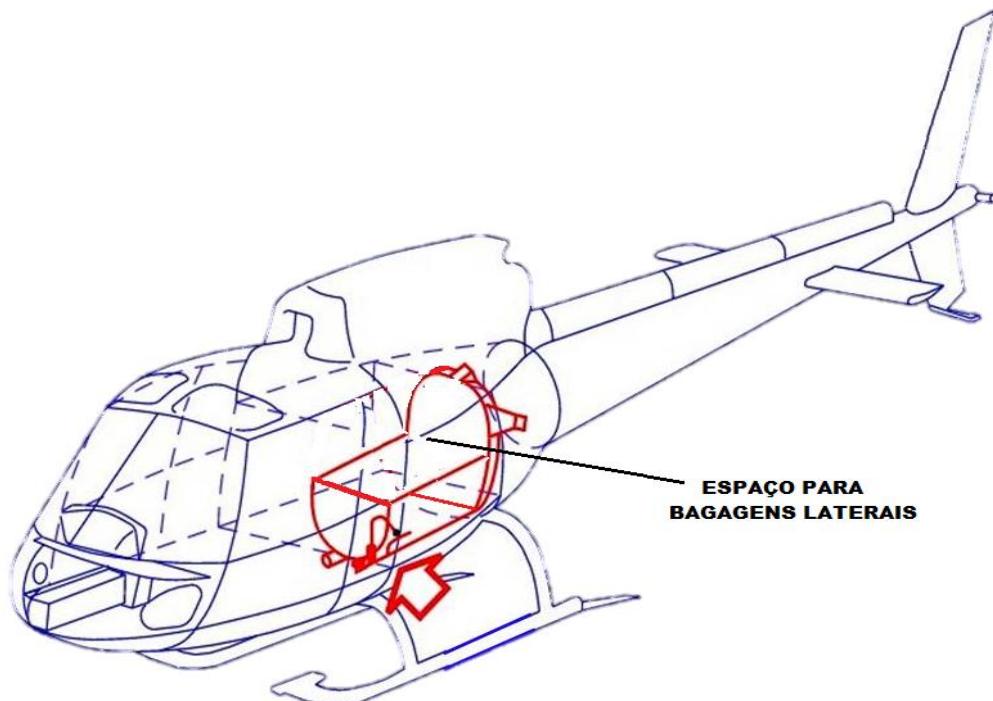
A proposta “Tanque Modular” é como alternativa para minimização do problema de contaminação nas aeronaves modelo AS350/H125 esquilo que operam em condições que propiciam esse nível de alto risco, além de ser uma alternativa de redução de custos com manutenções para os operadores que possuem helicópteros neste modelo em pleno emprego de missões atípicas.

O desenvolvimento deste novo componente trará outros benefícios diretos ao fabricante da aeronave como destaques que irão diferenciar o seu novo produto com relação aos de outros fabricantes na hora da escolha e compra feito pelo cliente, e aos operadores uma inspeção de maior período com relação a contaminação e proliferação de colônias de microrganismos.

O tanque modular auxiliar pode dar ao fabricante condições de explorar positivamente esse diferencial garantindo a redução de custos em manutenção que teriam menos horas de inspeções e de troca de componentes devido ao seu tipo de concepção e operação da aeronave sem precisar de modificação de motorização ou reajustes em rotações dos rotores e potencia, onde a modificação ficaria apenas em parte do alojamento do reservatório e do mesmo propriamente dito.

Se considerar que a produção de tanques modulares, sejam constituídos utilizando o mesmo tipo de material, peso e o mesmo espaço do reservatório primário, porém tendo o volume variado. O mesmo sendo instalado na aeronave, o módulo fixo, resultaria na metade do peso e espaço extra para o bagageiro lateral conforme Figura 21, o qual poderia ser analisado para uma melhor adequação.

Figura 21. Espaço Resultante da Retirada do Tanque Auxiliar



Fonte: Autores (2018)

Assim essa proposta para a concepção de um novo modelo de tanque de combustível modular esta sendo entendida como totalmente viável com embasamentos que permitam a continuação de estudos para a parte da estrutura central da aeronave em tela e para a sua execução.

5. CONCLUSÃO

A proposta de um novo conceito de tanque de combustível que se intitula Tanque Modular de Combustível para Aeronave H 125 /AS350 Esquilo da Segurança Pública e Defesa Civil, cujo objetivo é sugerir um novo conceito de tanque baseados em análises de campo, de forma que este teria um volume reduzido, minimizando a questão de contaminação por microrganismos e questões econômica ao operador de segurança pública, propiciando uma inspeção de maior período, garantindo a redução de custos em manutenção que teriam menos horas de inspeções e de troca de componentes devido ao seu tipo de concepção e operação da aeronave.

O tanque modular, por sua vez, não compromete a estrutura da aeronave e segurança da tripulação, pois apresenta as mesmas funções do tanque original por meio da modulação fixa e auxiliar. Além disso, a modulação do tanque é rentável financeiramente as oficinas de manutenção.

O Helicóptero é uma das aeronaves mais versátil atualmente, pois é leve e de multimissão, podendo ser configurada para atender diversas tarefas, como transporte, salvamento, patrulhamento aéreo e combate a incêndio que comprova sua eficácia em se adaptar a diversos tipos de missões em ambientes operacionais. Assim consolidado como uma máquina indispensável às atividades de uma maneira globalizada em qualquer conjuntura. Contudo, em paralelo a essas características operacionais, apareceram os problemas de contaminação por microrganismos no tanque e sistemas correlacionados, além de encarecer a manutenção e elevar o custo de homem/hora.

A modulação do tanque além de trazer custo benefício aos seus operadores visa também à aplicabilidade da mecânica de aeronaves e suas particularidades, tais como, observação, pesquisa, desenvolvimento e projeto, os quais são descritos neste trabalho. Para o grupo espera-se que a ideia não termine somente como uma proposta, mas que as empresas do ramo aeronáutico, adotem e desenvolvam o conceito de maneira a minimizar os problemas.

A vantagem do projeto é fornecer ao operador, premissas que o beneficie através da redução de custos adicionais como, de manutenção, inspeções e troca de componentes antes do TBO, aumento de disponibilidade da frota e de homem/hora em manutenção corretiva, isto conforme o destino de operação da aeronave. E ainda a modulação do tanque pode oferecer ganho de carga paga.

O projeto por ser tratar de um conceito e de área aeronáutica, para a realização de experimentos e a concretização de resultados demandaria muito tempo e o custo capital elevado, logo baseando em análises de campo de oficinas homologadas de manutenção e empresas do ramo, as desvantagens diretas seriam, custos com modificação de estrutura e substituição de peças, gasto com a implantação de processos de fabricação.

Quanto a sugestões para próximos trabalhos que poderiam ser acrescidos seriam, a modificação na estrutura central para facilitar o acesso do tanque modular, assim como o projeto e a elaboração dele próprio respeitando as normas e características de forma atingir suas certificações, uma vez que o enredamento diante do tema requer inúmeras pesquisas e estudos minuciosos de forma isolada.

REFERÊNCIAS

- AIRBUS HELICOPTERS a. **AMM Manual de manutenção dos helicópteros AS350 Esquilo Rev. 00700.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS b. **MTC Manual de Técnicas Correntes ATA 20-08-06-402 - Procedimento de limpeza manual do circuito de combustível.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS c. **MTC Manual de Técnicas Correntes ATA 20-09-01-901 - Armazenagem de helicópteros.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS d. **AMM ATA 28 - Fuel System.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS e. **AMM ATA 05 - Times Limits Maintenance Checks.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS f. **AMM ATA 28-00-00,02B General description Fuel System Esquilo H125.** França, 2017.
- AIRBUS HELICOPTERS g. **Fatores de Alto Risco de Contaminação. AMM.** França, 2017.
- ANAC a. **Certificação de Tipo.** Disponível em <http://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/carta-deservicos-ao-cidadao/organizacao-de-producao-aeronautica/certificacao-de-tipo>. Acesso em: 23/09/2017.
- ANAC b. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica - RBHA 91:** Subparte K. Disponível em <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha-091>. Acesso em 21/08/2017.
- ANAC c. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 21:** Certificação de Produtos Aeronáuticos. Emenda 01. Disponível em <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2010/11s/rbac-21/view>. Acesso em 16/03/2017.
- DECEA. **Circular de Informações Aeronáuticas - AIC 24/14:** Operações Aéreas de Segurança Pública e /ou Defesa Civil. Disponível em www.pilotopolicial.com.br/Documentos/Legislacao/Portaria/AIC0606. Acesso em: 21/08/2017.
- EASA. **Certification Specifications - CS27:** Small Rotorcraft. Amendment 2, Alemanha, 2008. Disponível em <https://www.easa.europa.eu/certification-specifications/cs-27-small-rotorcraft>. Acesso em: 18/06/2017.

EASA. **Certification Specifications - CS29:** Large Rotorcraft. Amendment 4, Alemanha, 2008. Disponível em <https://www.easa.europa.eu/certification-specifications/cs-29-large-rotorcraft>. Acesso em: 18/06/2017.

FAA a. **14 CFR Part 21:** Supplemental Type Certificate, Subparts D e E. EUA, 1964. Disponível em https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/stc/stc_regs/. Acesso em: 18/06/2017.

FAA b. **14 CFR Part 27.952:** Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft. EUA, 1964. Disponível em https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/airworthiness_certification/std_awcert/std_awcert_regs/regs/. Acesso em: 15/06/2017.

FAA c. **14 CFR Part 29:** Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft. EUA, 1964. Disponível em https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/airworthiness_certification/std_awcert/std_awcert_regs/regs/. Acesso em: 15/06/2017.

FAA d. **Requisitos Comuns da Aviação / Regulamentos da Aviação Federal - JAR/FAR 29.** Disponível em https://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/committees/documents/media/R2729-12111992. Acesso em: 16/07/2017.

FAA e. **Requisitos de Resistencia.** Disponível em http://www.aviationtoday.com/categories/rotocraft/FAA-New-Helos-May-Require-Crash-Resistant-Tanks_86177.html#.Vg_kVBNViko. Acesso em 18/03/2017.

HELIBRAS. **Aeronave H125 Esquilo.** Disponível em https://www.helibras.com.br/website/po/ref/H125_15.html Acesso em: 10/05/2017.

HELIHUB. **Tanque Auxiliar Lateral.** Disponível em <http://www.helihub.com/wordpress/wpcontent/uploads/dart-as350-auxtank-150x150>. Acesso em: 14/07/2017.

IATA - INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. Report on alternative fuels. Montreal, 2010. 5º Edição Montreal. **Anais**Geneva, 2010, 94p.

JAZZ – Helicóptero para uso Agrícola. Disponível em <https://jazzaero.com.br/tipo/agricola/>. Acesso em: 14/07/2018.

LOLLINI, LIONEL. On - Board Monitoring Of Fuel Properties. In 41ST EUROPEAN ROTORCRAFT FORUM 2015 AIRBUS HELICOPTERS, Marignane, France **Anais...** , Marignane, France 2015, 06f.

SAE a, **Aerospace Recommended Practice - ARP4754A:** Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems. EUA, 1996. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/arp4754a/>. Acesso em: 05/03/2018

SAE b, **Aerospace Recommended Practice - ARP4761:** Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment. EUA, 1996. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/arp4761/>. Acesso em: 05/03/2018

TURBOMECA. ARRIEL 1 D1 Maintenance Manual Volume 4 No. X 292 G2 452 2. Rev. 21
França, 2016.

TURTLEPAC. Tanque Auxiliar de Bolsa. Disponível em <http://www.turtlepac.com/photo-gallery/aircraft-ferrytanks/>. Acesso em: 14/07/2017.