

PROPOSTA DE DESIGN DO COMPONENTE TANQUE MODULAR DE COMBUSTÍVEL PARA AERONAVE AS 350 ESQUILO.

A.A. Correa^{1,*}, D. B. de Assis¹, J. L. dos Reis¹, R.C.M.Sales¹.

1 Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal
Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP,
CEP.: 12247-014, Brasil.
Telefone: (12) 3905-2423

*abilioaugcor@gmail.com

RESUMO: O Helicóptero é atualmente consolidado como a máquina indispensável às atividades de aviação, segurança pública e defesa civil. Contudo todos os fabricantes de helicópteros possuem uma preocupação em comum: a contaminação de combustível dos tanques por microrganismos. Baseado nisto, este trabalho tem por finalidade propor o design de um tanque auxiliar de combustível para aeronave modelo AS 350 esquilo visando à solução do problema gerado pelo subabastecimento que é recorrente em condições de uso em operações deixando o ambiente propenso a proliferação de microrganismos. O projeto consiste na bipartição do tanque de combustível de 540 L, para um de 240 L e o outro de 300 L, de forma a trabalhar sempre com uma das células cheia. Para a construção e validação do design do componente foram realizadas pesquisas baseadas no manual de manutenção e sítio do fabricante e utilizados recursos gráficos a realização de análises e simulações em *SolidWorks*®.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação de combustível, Bipartição do Tanque, subabastecimento.

ABSTRACT: The Helicopter is currently consolidated as the machine indispensable to the aviation activities, public safety and civil defense. However, all helicopter manufacturers have a common concern: the contamination of fuel from tanks by microorganisms. Based in this work has the purpose of proposing the design of an auxiliary fuel tank for aircraft model AS 350 squirrel aiming at the solution of the problem generated by the subsupply that is recurring under conditions of use in operations leaving the environment prone to the proliferation of microorganisms. The project consists of the bipartition of the fuel tank of 540 L, for one of 240 L and the other of 300 L, so always work with one of the cells filled. For the construction and validation of the component design, searches were carried out based on the manufacturer's maintenance manual and site, graphic resources were used to perform analyzes and simulations in *SolidWorks*®.

KEYWORDS: Fuel Contamination, Tank Bipartition, Under-Supply

1. INTRODUÇÃO.

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

O AS350 Esquilo mono turbina leve, fabricado pela Empresa AIRBUS HELICOPTERS e sendo sua representante a HELIBRAS- Helicópteros do Brasil é uma das aeronaves mais utilizada pois é de multimiissão, ou seja, pode ser configurada para atender diversas tarefas, tais como: transporte pessoal, taxi aéreo e VIP na versão civil e transporte de tropa e resgate aero-médico, pessoal, transporte de cargas, patrulhamento aéreo, combate a incêndio, salvamento aquático, terrestre, e correlatos na versão militar, comprovando sua capacidade de se ambientar a diversos tipos de missões em ambientes operacionais. Apesar de seu design permanecer o mesmo desde sua

criação e certificação na década de 70, os sistemas embarcados (aviônicos), acessórios, grupo motopropulsor evoluíram ao longo dos anos [1].

Ao passar do tempo muita tecnologia na área aeronáutica foi desenvolvida, mas a contaminação de combustível por microrganismos ainda é um problema frequentemente relatado nas oficinas de manutenção.

O modelo AS350 esquilo possui uma célula de combustível de 540 L, para um total de 3 horas e 30 minutos de autonomia de voo, porém para um voo operacional de curta distância, isto é, “voos curtos ou policial”, o seu tanque passa a operar com capacidade de combustível reduzida à 50% do total sendo de 270 L, por um período de tempo muito grande chegando a trabalhar por meses sem encher por completo.

O período de tempo de subabastecimento e as condições meteorológicas acarretam no reservatório de combustível a formação de vapores e condensação, devido a gradiente de temperatura ser muito grande dependendo das condições climáticas do dia podendo proliferar fungos e bactérias provenientes de água gerada pela vaporização do combustível e, conseqüentemente, da condensação que ficou depositada na parte superior interna do tanque Figura 1. Embora o procedimento de drenar uma amostra de combustível da aeronave antes do pré-voo diário seja cumprido conforme determinação do fabricante do modelo, o residual da condensação que fica na parte superior do tanque não sai, se efetuar um reabastecimento, e este, uma quantidade inferior a 100%, não atinge esta região para fazer a lavagem e a decantação da camada de umidade que se formou na parte superior interna do reservatório, ocasionando a contaminação.

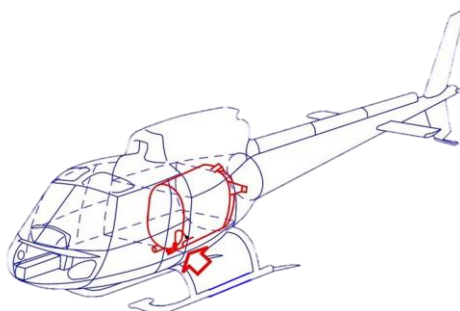


Figura 1: Tanque de combustível de 540L da aeronave AS350

Portanto, o objetivo deste trabalho é propor uma melhoria no *design* dos sistemas de combustível para os helicópteros modelo Esquilo AS350 que atuam em condições consideradas como de alto risco de contaminação e em diversas áreas nas Secretarias de Segurança Pública dos Estados Brasileiros. Neste projeto, o operador poderá escolher a substituição do tanque de combustível atual por novos modelos de tanques modulares, bem como para integrar em novos modelos ou projetos de outros helicópteros que operaram em missões de segurança pública. Com esta proposta pode-se melhorar a eficácia na prevenção de contaminação do combustível do tanque das aeronaves, contribuindo com possível mudança no roteiro de manutenção destinada para parte de combustível e sistemas, podendo ser modificada a classificação de risco dada pelo fabricante, culminando com a formalização de projeto de fabricação.

2. AERONAVE AS350

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 motores em funcionamento e voo abaixo da altura mínima para a operação com (VFR) Regras de Voo Visual regulamentadas pela RBHA 91 Subparte K [2] e pelo DECEA AIC 06/06 [2].

Atualmente o Grupamento de Radiopatrulha Aérea do Estado de São Paulo (GRPAe) conta com 23 helicópteros do modelo AS 350 Esquilo com motor turbomeca modelo Arriel 1D1, e está dividido em 10 bases operacionais em pontos estratégicos cobrindo o estado de São Paulo como um todo.

A Base de Radiopatrulha Aérea de SJC (BRPAe-SJC) situada em São José dos Campos conta com 2 desses modelos (AS350B2 – Figura 2).



Figura 2: Duas Aeronaves AS350 em operação e manutenção na BRPAe SJC.

2.1 Tanque de Combustível

O Tanque de combustível dos modelos AS 350 Esquilo tem a capacidade para 540 L ou 437 kg de querosene de aviação que garantem uma autonomia de aproximadamente 660 km ou 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). A Figura 3 mostra o berço do reservatório e as barras de reforço estrutural em X em ambos os lados. Este reforço na lateral esquerda também é o alvo de estudo para modificação para poder receber um tanque modular auxiliar.



Figura 3: Estrutura compartimento do tanque.

Existem também tanques auxiliares já certificados que podem ser instalados nesse modelo de aeronave, podendo ser instalado no compartimento de carga lateral (Figura 4.a) ou em bolsa na cabine de passageiros (Figura 4.b) para aumentar a autonomia operacional, mas estes tanques suprem uma necessidade específica e não seriam adequados para o uso em missões de Segurança Pública e Defesa Civil além de não serem a solução do problema de contaminação [3].



Figura 4: a) Tanque auxiliar lateral [4a] e b) Tanque auxiliar de bolsa [4b]

Como as aeronaves que operam em missões de segurança pública realizam voos curtos essas aquisições seriam inviáveis economicamente e operacionalmente. 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 4.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 as atuais exigências de resistência a impactos, sobretudo na região do bagageiro. Para uma configuração de resgate 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.

Os órgãos reguladores de aviação planejam exigir que os helicópteros recém-construídos tenham tanques de combustível resistentes a impactos para reduzir os riscos de vazamentos e incêndios em caso de acidentes aeronáuticos [5].

2.2 Contaminação

A contaminação dentro de um tanque de combustível pode ocorrer de diversas formas e com diferentes agentes contaminantes que na maioria das vezes é fácil de detectar durante os processos de manutenção, inspeção e preparação para o primeiro voo do dia, (pré-voo). Microrganismos estão presentes em todos os combustíveis, entretanto, as condições favoráveis para o seu desenvolvimento (umidade, alimento e altas temperaturas) não são monitorados. Estes micróbios vivem na água e se alimentam de hidrocarbonetos do combustível e tendem a crescer na interface entre a água e o combustível ou em áreas como as partes superiores dos reservatórios onde ocorre condensação. Além de água e carbono, outros elementos como nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre são contribuintes para o desenvolvimento das colônias de microrganismos e fungos. Como o crescimento microbiológico é rápido, algumas espécies podem dobrar de tamanho em 20 minutos. Os tipos de microrganismos já encontrados em tanques: *Hormoconis resinae* (*Cladosporium resinae*); *Pseudomonas aeruginosa*; *Aerobacter aerogenes*; *Sphaerotilus natans*; *Clostridium*, *Bacillus*.

O material microbiológico quando suspenso em combustível (Figura 5) podem aderir a outras superfícies do sistema e o aumento da concentração de ácidos pode causar problemas de corrosão muito grave, tais como: danos nos revestimentos internos e componentes como tubulações, filtros e a unidade controladora de combustível (FCU). A FCU uma vez afetada pelos resíduos provenientes do material biológico pode ocasionar o apagamento do motor em voo, além de mudar as propriedades elétricas fornecendo leitura errada na quantidade de combustível podendo afetar a segurança de voo. Ao ser detectado geralmente numa grande inspeção, as ações corretivas podem

prolongar o tempo de uma inspeção programada da aeronave gerando um custo maior nas intervenções decorrentes da substituição de mais componentes e da hora homem empregada no serviço. Assim, a descontaminação do sistema de combustível implica em tempos longos de aeronave no solo e muitas horas de trabalho de manutenção.

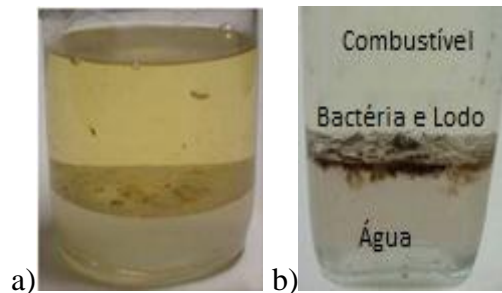


Figura 5: a) Amostra de material biológico em suspensão no combustível e b) Amostras de combustíveis altamente contaminados.

2.3 Fatores de Alto Risco e Ação Preventiva

Segundo informações da Airbus Helicopters [6], as áreas sombreadas no mapa (Figura 6.a) são as zonas climáticas que possui o maior risco para o desenvolvimento de contaminação microbiana.

A Base de Radiopatrulha Aérea de Praia Grande (BRPAe PGD), destacada no litoral sul do Estado de São Paulo, armazena combustível em caminhão tanque de abastecimento (CTA), para reabastecimento contínuo da aeronave em operação diária, porém a região onde a base está localizado é considerada crítica conforme as informações do fabricante do modelo em uso, pois é considerada uma área favorável a proliferação de micro organismos que irão contribuir para formação de colônias e fungos. (Figura 6.b). Os helicópteros são utilizados na maior parte para voos de emergência onde a questão do peso da aeronave é primordial, portanto, ficam no pátio dispostas para decolagem com o tanque subabastecido em aproximadamente 50 % a 60 % da capacidade, sendo expostas ao tempo cuja temperatura em dias de calor na região sudeste chega de 38 a 40°C marcados no termômetro da aeronave e passa dos 40°C em determinados pontos no interior da aeronave quando medidos com indicadores de temperatura eletrônicos.

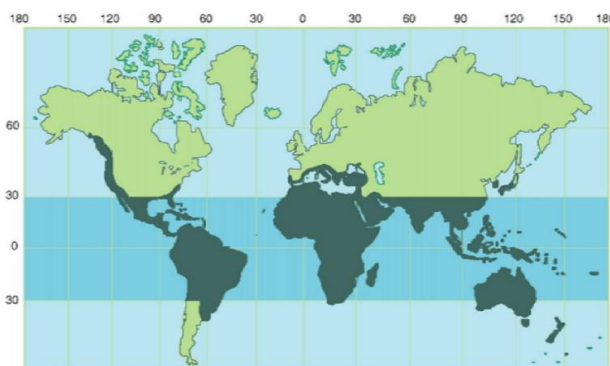


Figura 6: a) Zonas climáticas de alto risco (faixa escura) e b) Helicóptero AS350 sobrevoando o mar durante a Operação Verão, lançamento de guarda vida na água.

Os fatores de risco estão inseridos na documentação de manutenção de aeronaves da Airbus Helicopters [7], e os mais importantes são: a) estagnação de água livre dentro do sistema de

combustível; b) condições climáticas (as áreas consideradas tropicais são de maior risco); c) operações de voo: voos de baixa altitude, voos de curta distância, voos sobre o mar, voos com destinos que passam sobre grandes variações climáticas; e d) tanques subutilizados de combustível. Atentando para as informações do fabricante, todos os helicópteros Esquilo que operam na Polícia Militar do Estado de São Paulo se enquadram nos subitens “b”, “c” e “d”.

Dentre as práticas de manutenção gerais a serem realizadas para retardar o desenvolvimento microbológico em sistemas de combustível podem-se destacar: o uso de ferramentas visuais para a detecção precoce de contaminação microbológica, a definição de uma programação periódica por análise da amostra de combustível, encher totalmente os tanques de combustível especialmente em altas condições de risco para reduzir ou eliminar a condensação da umidade do ar e a limpeza do sistema de combustível.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto atentarà as observações e as recomendações de segurança para modificações contidas nas diretrizes para o Desenvolvimento de Aeronaves Civas, mas para que essa modificação ocorra, precisará passar antes, por um processo de aprovação da ANAC e assim sendo aprovado, poderá receber um Certificado Suplementar de Tipo (CST) para ser aplicado em qualquer aeronave dos modelos previstos no mesmo processo ou, caso seja uma grande modificação ou grande reparo solicitado para a aplicação apenas em uma aeronave como relatado, a autorização será realizada por meio de um Formulário SEGV00 001. O processo de aprovação de modificações a um Certificado de Tipo envolvem as mesmas considerações de segurança e confiabilidade contidas nos requisitos do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBACs). Nesse processo de aprovação, será verificado o cumprimento apenas daqueles requisitos afetados pela modificação e assegurado que todas as documentações da aeronave, reflitam as suas novas características de emprego e manutenção. [5]

Segundo o capítulo 6 da norma *Aerospace Recommended Practice* (ARP) ARP4754A [6] que integra uma das partes do conjunto de medidas criado pela *Society of Automotive Engineers* (SAE), descreve como as diretrizes podem ser aplicadas quando houver uma modificação de um item da aeronave. Um dos objetivos dos processos de avaliação de desenvolvimento e segurança é manter ou melhorar o nível de segurança existente fornecido pela base de certificação original. Assim, uma modificação precisa ser controlada de maneira que seus efeitos sejam conhecidos, totalmente validados e verificados.

Para o desenvolvimento do projeto “Tanque Modular de Combustível para Helicópteros” esta sendo necessário analisar uma forma construtiva e eficiente para garantir que havendo mudanças na estrutura da aeronave não comprometa a sua aeronavegabilidade e que não haja problemas de acoplamento de os componentes.

O projeto propõe para o novo tanque o mesmo design do original já utilizado no helicóptero Figura 7. Um novo tanque da aeronave AS350 seria construído em dois módulos acoplados e que seriam interligados para a transferência de combustível de um módulo para o outro quando necessário. O componente terá uma parte fixa na estrutura Figura 8.a e uma parte móvel Figura 8.b. 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 e da válvula atmosférica. A Figura 8.c apresenta os dois módulos acoplada.



Figura 7 : Tanque original do helicóptero Esquilo AS350

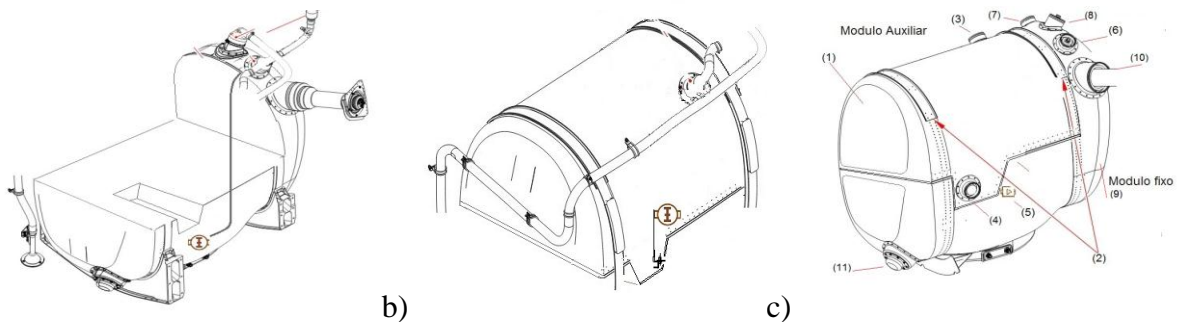


Figura 8 : a) Módulo fixo, b) Módulo auxiliar e c) Conjunto completo da nova concepção do tanque.

A Tabela 1 apresenta as características e custo do tanque original comparados ao novo design proposto. O peso do novo modelo de tanque vai ficar cerca de 9 kg mais pesado devido o acréscimo de material de fibra de plástico reforçada atribuído à concepção modular. O preço aumentaria cerca de R\$ 600,00, devido o layout de módulo.

Tabela 1: Comparação entre as características do tanque original e do tanque modular

Dados	Parâmetro	Características	
		Tanque original (Helibrás)	Tanque modular (estimado)
Capacidade total do tanque	L / US gal	552 / 145.84	552 / 145.84
Capacidade de reabastecimento	L / US gal	540 / 142.67	540 / 142.67
Capacidade de expansão	L / US gal	12 / 3,17	12 / 3,17
Capacidade inutilizável	L / US gal	1,2 L / 0,317	1,2 / 0,317
Capacidade do módulo auxiliar	L / US gal	-	240 / 63,40
Capacidade do módulo fixo	L / US gal	-	300 / 79,26
Peso (não equipado)	kg / Lb	21 / 46,26	30 / 65,90
Material do tanque	-	Fibra de plástico reforçada (FRP) [manual AS350]	Fibra de plástico reforçada (FRP)
Valor de custo	R\$	18.437,32	19.000,00

4. CONCLUSÃO

A proposta “Tanque Modular” é como alternativa para solução do problema de contaminação nas aeronaves modelo AS350 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 microorganismos. 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. Assim essa proposta para a concepção de um novo design de um tanque de combustível modular esta sendo entendida como totalmente viável com embasamentos que permitam a continuação de estudos para sua execução.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Helibras, História da Helibras. Disponível em www.helibras.com.br/website/po/ref/hist%c3%b3ria_90.html. Acesso em: 10/05/2017.
- [2] RBHA 91. Disponível em www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha/rbha-091/@@display-file/arquivo_norma/rbha091. Acesso em: 21/08/2017.
- [3] IAC 06/06. Disponível em www.pilotopolicial.com.br/Documentos/Legislacao/Portaria/AIC06-06. Acesso em: 18/08/2017.
- [4a] Tanque auxiliar lateral. Disponível em <http://www.helihub.com/wordpress/wp-content/uploads/dart-as350-auxtank-150x150>. Acesso em: 14/07/2017.
- [4b] Tanque auxiliar de bolsa. Disponível em <http://www.turtlepac.com/photo-gallery/aircraft-ferry-tanks/>. Acesso em: 14/07/2017.
- [5] Certificação de Tipo. Disponível em <http://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/carta-de-servicos-ao-cidadao/organizacao-de-producao-aeronautica/certificacao-de-tipo>. Acesso em: 23/09/2017.
- [6] ARP475Aa. Disponível em <http://standards.sae.org/arp4754a>. Acesso em: 25/08/2017.
- [7] AUTORES, VÁRIOS. *Aircraft Maintenance Manual AS350 Esquilo revisão 00600. orion 350 b2/b3*. Marignane: Airbus Helicopter, 2016.
- [8] AUTORES, VÁRIOS CAD 3D SOLIDWORKS. *Manual do Instrutor de Ensino do Software Solidworks. Brasil: Paris: Dassault Systèmes solidworks corp.* 2016.