

# ANÁLISE DO DESCARTE DE COMBUSTÍVEL NAS MANUTENÇÕES DA AERONAVE T-25 EM 2024

## ANALYSIS OF FUEL DISPOSAL DURING THE MAINTENANCE OF THE T-25 AIRCRAFT IN 2024

Vitor Pereira Souza<sup>2</sup>  
Marina Pelegrini<sup>3</sup>  
João Daniel Passarelli França<sup>4</sup>

### RESUMO

O trabalho tem como objetivo principal identificar o impacto de um possível desperdício de combustível durante a manutenção da aeronave T-25 Universal no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2º EIA) na Academia da Força Aérea (AFA). A Força Aérea Brasileira (FAB) adota um planejamento estratégico focado na eficiência operacional, o que exige estudos detalhados para validar e aprimorar as melhores práticas. Na AFA, os Esquadrões de Instrução Aérea (EIA) realizam treinamento contínuo, sendo o 2º Esquadrão responsável pela operação da aeronave T-25. O 2º EIA possui um limite de 8.000 horas de voo anuais, tornando essencial o uso eficiente de combustível para garantir a continuidade das operações. Para que isso ocorra, quando os tanques precisam ser drenados, grande parte do combustível é recuperada e reutilizada, contudo, uma fração é descartada, resultando em perdas econômicas. Esse estudo quantifica e avalia financeiramente esse impacto com base nos dados coletados pelo Grupo Logístico (GLOG) durante cada manutenção periódica que envolve a drenagem de combustível. Com base nos dados coletados, foi calculado o não reaproveitamento anual em litros no último ano de aproximadamente 1000 litros de gasolina. Em seguida, foi realizada uma análise financeira para determinar o impacto desse descarte. Os resultados obtidos possibilitaram identificar que o combustível não reaproveitável no ano de 2024 foi de aproximadamente apenas 0,16% do total da gasolina que é consumida. É importante destacar que, apesar de ser necessário sempre buscar a maior eficiência durante a operação, esse descarte de combustível é inerente à operação, uma vez que mesmo com a adoção de procedimentos padronizados e cuidadosos, ocorrem perdas inevitáveis em pequena escala.

**Palavras-chave:** Manutenção de aeronaves, sistema de combustível, desperdício de combustível.

---

<sup>1</sup> Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA)

<sup>2</sup> Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

<sup>3</sup> Professora Dra Marina Pelegrini, Graduação: Bacharelado em Química pela FFCLRP/USP, Mestrado em e Doutorado em Ciências pelo ITA, São José dos Campos. e-mail: [marinamp@fab.mil.br](mailto:marinamp@fab.mil.br)

<sup>4</sup> Professor Dr João Daniel Passarelli França, Graduação em Letras pela Faculdade de Ciências e Letras de Aracatuba, Mestrado em Linguística pela UNESP/FCLAR - Araraquara, Doutorado em Linguística pela UFSCar/PPGL - São Carlos e-mail: [joajdpf@fab.mil.br](mailto:joajdpf@fab.mil.br)

## ABSTRACT

The main objective of this study is to identify the impact of possible fuel waste during the maintenance of the T-25 Universal aircraft at the Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2° EIA), located at the Academia da Força Aérea (AFA). The Força Aérea Brasileira (FAB) adopts a strategic planning approach focused on operational efficiency, which requires detailed studies to validate and improve best practices. At AFA, the Esquadrões de Instrução Aérea conduct continuous training, with the 2° Esquadrão responsible for the operation of the T-25 aircraft. The 2° EIA has an annual flight hour limit of 8,000 hours, making efficient fuel use essential to ensure operational continuity. To achieve this, when the fuel tanks must be drained, most of the fuel is recovered and reused; however, a fraction is discarded, resulting in economic losses. This study quantifies and financially evaluates this impact based on data collected by the Grupo Logístico (GLOG) during each periodic maintenance involving fuel drainage. Based on the collected data, the amount of non-recovered fuel in the last year was estimated at approximately 1,000 liters of gasoline. A financial analysis was then conducted to determine the impact of this disposal. The results made it possible to identify that the non-recoverable fuel in 2024 represented only about 0.16% of the total gasoline consumed. It is important to emphasize that, although it is always necessary to strive for greater efficiency during operations, this type of fuel loss is inherent to the process. Even with the adoption of standardized and careful procedures, small-scale losses are inevitable.

**Keywords:** Aircraft maintenance, fuel system, fuel waste.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** Quantidade de combustível em litros de cada tanque

**Tabela 2** Quantidade de gasolina em litros utilizada por mês ao longo de 2024

**Tabela 3** Quantidade em litros de gasolina registrados no Controle de Destaqueios ao longo de 2024

**Tabela 4** Quantidade em litros de gasolina registrados no Controle de Entrega de Combustíveis de Aviação ao longo de 2024

**Tabela 5** Preço em reais por litro de gasolina ao longo de 2024

**Tabela 6** Resultados após análise

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AFA - Academia da Força Aérea;

2º EIA - 2º Esquadrão de Instrução Aérea

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

FAB - Força Aérea Brasileira

GLOG - Grupo Logístico

PAMA-LS - Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa

RBAC - Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil

MCA - Manuais de Comando da Aeronáutica

## INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) adota um planejamento estratégico voltado para a eficiência na tomada de decisões em todos os níveis operacionais (Brasil, 2018). Para assegurar que as decisões tomadas sejam as mais adequadas e eficazes, é essencial a realização de estudos aprofundados em diversas atividades. Esses estudos são fundamentais para validar e comprovar que as ações e práticas adotadas são, de fato, as melhores opções disponíveis, alinhadas com os objetivos institucionais e operacionais da instituição.

No âmbito da Academia da Força Aérea (AFA), existem dois esquadrões dedicados à instrução aérea: o Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea, que opera com a aeronave T-27 Tucano e o Segundo Esquadrão de Instrução Aérea, que opera com a aeronave T-25. Esses esquadrões operam ao longo de todo o ano, mantendo uma alta frequência de voos. São responsáveis por conduzir os voos de instrução para todos os cadetes aviadores que passam pela Academia.

O voo de instrução tem como objetivo treinar pilotos em formação e aprimorar ou verificar a aptidão técnica da tripulação (Brasil, 2001). Durante esses voos, um instrutor qualificado acompanha o aluno, supervisionando e orientando a realização de procedimentos essenciais para garantir a segurança e a eficácia das operações aéreas.

A Força Aérea Brasileira realiza a alocação de horas de voo entre os diversos esquadrões aéreos de forma estratégica e planejada. Essa distribuição tem como objetivo assegurar que todas as unidades operacionais possam conduzir suas atividades de instrução, treinamento, missões operacionais e demais compromissos institucionais. Ao garantir a utilização equilibrada dos recursos disponíveis, a FAB busca manter a prontidão operacional, a eficiência no cumprimento das missões atribuídas e a capacitação contínua de seu efetivo.

A AFA dispõe de uma quantidade limitada de horas de voo destinadas a esses esquadrões. O 2º Esquadrão de Instrução Aérea (2ºEIA) possui uma previsão de 8.000 horas (AFA, 2024a), o que torna imperativo que todas as atividades realizadas sejam conduzidas com a máxima eficiência. Para garantir a continuidade das operações, a Academia conta com Grupos Logísticos (GLOG) responsáveis pelo suprimento, pela manutenção das aeronaves e de seus sistemas aeronáuticos

(Brasil, 2019), assegurando que os equipamentos estejam sempre em condições adequadas para o cumprimento das missões.

O fato de a AFA dispor de horas limitadas de voo revela a importância de buscar assegurar a máxima eficiência operacional, tornando imperativo eliminar qualquer forma de desperdício em todas as etapas relacionadas ao manejo e consumo do combustível utilizado no abastecimento das aeronaves (Tucci, 2016). Dada a sua relevância estratégica, é fundamental que a instituição adote medidas rigorosas para garantir o uso eficiente desse recurso.

É importante destacar que há uma escassez de dados acadêmicos sobre os processos que envolvem o combustível de aviação, tanto no âmbito da AFA quanto em outras instituições. Esse tema tem sido pouco abordado na literatura, o que reforça a relevância deste estudo para preencher essa lacuna e fornecer dados que contribuam para o aprimoramento dos processos operacionais.

No contexto da aviação, durante a etapa de manutenção das aeronaves e antes de iniciar os procedimentos de manutenção, os mecânicos precisam drenar o combustível dos tanques da aeronave. Esse processo é chamado de destanqueio e é realizado pela empresa fornecedora de combustível. Caso o destanqueio não seja executado pela fornecedora, será realizado pela própria Unidade Aérea, conforme a coordenação e a necessidade da manutenção (Brasil, 2022).

Para isso, é utilizado um dispositivo de drenagem com uma bomba de combustível, que retira a maior parte da gasolina dos tanques para que possa ser reaproveitada posteriormente. No entanto, uma fração do combustível não pode ser removida por este processo e, conseqüentemente, precisa ser extraída por meio de um dreno na parte inferior dos tanques de combustível. O combustível retirado por essa via não pode ser reutilizado.

Este trabalho tem como objetivo quantificar o combustível não reutilizado durante a retirada dos tanques da aeronave T-25, antes das manutenções periódicas realizadas no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea, em 2024. Além disso, busca-se avaliar o impacto desse processo na eficiência operacional do 2º Esquadrão de Instrução Aérea e propor medidas para reduzir ou eliminar as perdas, contribuindo para otimizar os recursos da instituição.

Diante desse contexto, levanta-se a seguinte questão: **“Qual é o volume de combustível não reaproveitado durante as manutenções da aeronave T-25 e qual o seu impacto na**

**eficiência operacional da AFA?”** A resposta a essa indagação permitirá identificar o potencial de redução de custos operacionais e pode identificar uma possível falha nos procedimentos atuais, promovendo uma gestão mais eficiente e econômica.

O objetivo geral deste trabalho é identificar o impacto na eficiência operacional causado pelo combustível não reutilizável durante a manutenção da aeronave T-25, quantificar as perdas e propor soluções que possam otimizar o processo de manutenção, tanto do ponto de vista econômico quanto operacional.

Para alcançar tal objetivo, é necessário passar pelos seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a quantidade de combustível não reaproveitado durante a manutenção da aeronave T-25.
- b) Determinar o custo do combustível não reaproveitado em relação ao orçamento da AFA.

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1 Manutenção periódica de aeronaves**

A ação de manutenção consiste na realização de tarefas diretamente no equipamento, como limpeza, correção de falhas, substituição de componentes e reabastecimento de combustível, com o objetivo de ajustar a condição atual para o estado desejado (Brasil, 2001). A manutenção periódica consiste em um conjunto de procedimentos programados regularmente para garantir a segurança e a confiabilidade das aeronaves (Almeida, 2019).

De acordo com os regulamentos da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), existem diferentes tipos de manutenção para aeronaves, que incluem: manutenção preventiva, manutenção corretiva, manutenção de linha, manutenção de hangar e manutenção programada (Agência Nacional de Aviação Civil, 2021; Agência Nacional de Aviação Civil, 2022). Entre essas, as que podem exigir a retirada de combustível dos tanques são as manutenções corretivas, manutenções de hangar e manutenções programadas. Isso ocorre visando a segurança durante os procedimentos de manutenção.

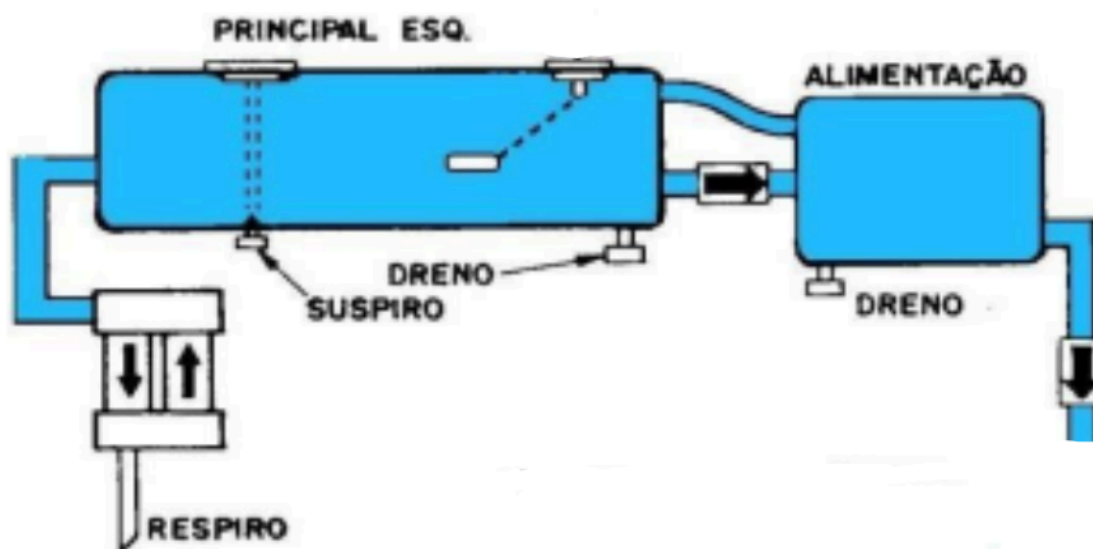
## 1.2 Sistema de combustível do T-25

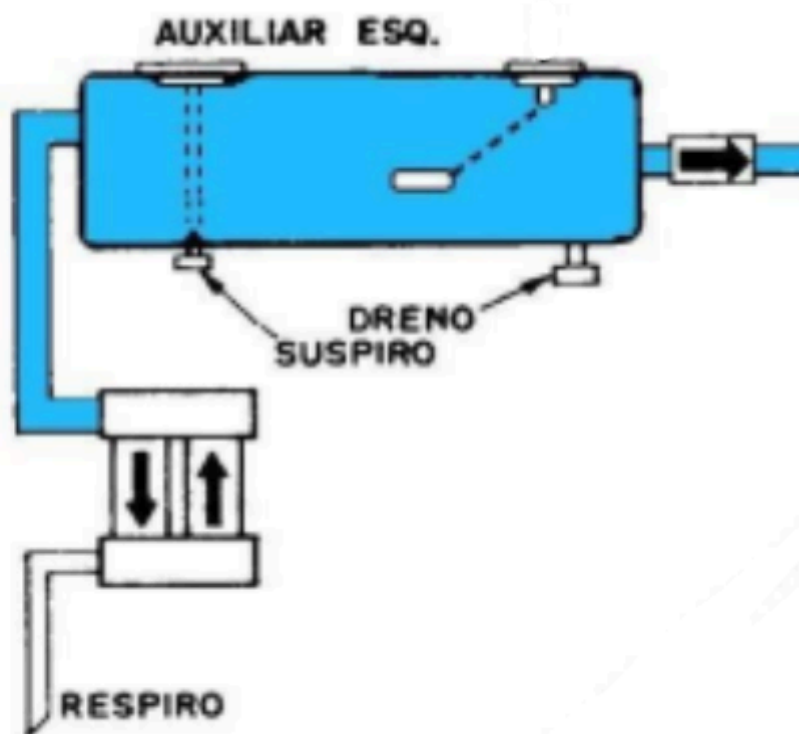
O Manual de Instrução Técnica do T-25 mostra que a aeronave possui no sistema de combustível os seguintes componentes: tanques, válvulas unidirecionais, seletora de gasolina, filtros, bomba de reforço, bomba mecânica, servo-injetor, válvula distribuidora, bicos injetores, drenos, respiros e suspiros (AFA, 2015).

Para explicar os processos que são realizados na aeronave que envolvem o sistema de abastecimento e a retirada de combustível é necessário um enfoque nos tanques e nos drenos.

## 1.3 Tanques

O T-25 possui dois conjuntos de tanques, sendo que cada conjunto é composto por um tanque principal, um tanque auxiliar e um tanque de alimentação. O tanque de alimentação é diretamente conectado ao tanque principal, sendo abastecido por este por meio de gravidade, conforme apresentado na figura 1. Eles são considerados 1 só para cálculos de quantidade (AFA, 2015).





**Figura 2:** Tanque auxiliar do T-25

Fonte: Adaptado de AEROMOT (2015)

O sistema de combustível compõe-se de dois conjuntos de tanques, um de cada lado da seção central da asa. Cada conjunto é composto de um tanque principal (com capacidade para 88 litros); de um tanque de alimentação (com capacidade para 18 litros) e de um tanque auxiliar (com capacidade para 65 litros) (AEROMOT, 2015, p. 37).

As aeronaves T-25 possuem no tanque de combustível uma parte residual. A parte residual do tanque de combustível de um avião refere-se à quantidade mínima de combustível que permanece no tanque e que não pode ser usada pelos motores, mesmo que o tanque esteja tecnicamente vazio. Esse combustível residual é o volume que fica nas partes mais baixas do

tanque. Ele também inclui o combustível que é necessário para manter o sistema de alimentação de combustível operando de maneira eficiente e segura (U.S. Department of Transportation, 2007).

O combustível residual varia de quantidade de acordo com o modelo do avião, o design do tanque e o sistema de combustível, e ele não é considerado no cálculo do combustível disponível para voo. O objetivo de manter esse combustível residual é garantir a proteção contra a entrada de ar no sistema de combustível e evitar problemas como cavitação ou interrupções no fluxo de combustível para os motores (U.S. Department of Transportation, 2007).

Os tanques possuem capacidades diferentes em litros, logo para futuros cálculos é necessário a especificação da capacidade de cada tanque em litros, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** Quantidade de combustível em litros de cada tanque

Tanques	Nominal	Não Utilizável	Utilizável
Principal esquerdo	106 L	11 L	95 L
Principal direito	106 L	11 L	95 L
Auxiliar esquerdo	65 L	5 L	60 L
Auxiliar direito	65 L	5 L	60 L
<b>Total</b>	<b>342 L</b>	<b>32 L</b>	<b>310 L</b>

Fonte: AFA, 2015

#### 1.4 Dreno

Os drenos de um tanque de combustível de um avião são válvulas ou aberturas instaladas na parte inferior dos tanques de combustível e em outros pontos baixos do sistema de combustível, como as tubulações. A principal função dos drenos é remover contaminantes do combustível, como água, sedimentos e partículas, que podem se acumular no fundo do tanque, e também são utilizados no processo de destanqueio (AFA, 2015).

#### 1.5 Combustível

As aeronaves com motor a pistão, como o T-25, utilizam um tipo especial de combustível chamado gasolina de aviação. Esse combustível é diferente da gasolina comum que usamos nos carros. No caso da aeronave T-25, é usada uma gasolina de aviação que tem uma octanagem entre 100 e 130 (AFA, 2015).

A octanagem é uma medida que indica a qualidade do combustível e como ele reage quando é queimado no motor. Quando o número da octanagem é mais alto, o combustível resiste melhor à detonação, o que é importante para a eficiência e segurança do motor da aeronave.

Os dois números que você vê na gasolina de aviação, como 100-130 octanas, mostram como o combustível se comporta em diferentes condições. O primeiro número indica como o combustível reage quando a mistura de ar e combustível está mais pobre (menos combustível), e o segundo número mostra como ele se comporta quando há mais combustível na mistura (Dos Reis, 2015).

#### 1.6 Medição do combustível

Para medir a quantidade de combustível nos tanques da aeronave, utiliza-se um dispositivo chamado liquidômetro. Esse instrumento mostra o volume de combustível, geralmente em litros (AFA, 2015). No entanto, o liquidômetro não é muito preciso, ou seja, ele pode não dar uma leitura exata da quantidade de combustível no tanque.

Por causa disso, para garantir que a aeronave tenha o combustível necessário para o voo, os pilotos costumam estimar a quantidade de combustível com base no tempo de voo. Ou seja, eles calculam quanto de combustível é consumido durante o voo e, com isso, fazem uma previsão mais confiável da quantidade que ainda há nos tanques. Essa abordagem é mais precisa para as operações do dia a dia, ajudando a garantir que a aeronave tenha combustível suficiente para completar a missão com segurança.

#### 1.7 Limitações da pesquisa sobre destanqueio de combustível em aeronaves

Devido à escassez de dados externos à Academia da Força Aérea, esta pesquisa apresenta limitações no contexto acadêmico. O tema, embora relevante para a eficiência operacional e financeira da Força Aérea, tem gerado pouco interesse em pesquisas acadêmicas, principalmente

pela falta de registros e estudos sobre os processos de manutenção específicos dessa aeronave no ambiente de operação.

Outro fator que contribui para as limitações da pesquisa é o fato de o sistema de remoção de combustível ser projetado de maneira exclusiva para a aeronave T-25. Esse aspecto torna a coleta de informações sobre o processo mais desafiadora, uma vez que a especificidade do sistema dificulta a comparação com dados de outros aeródromos, tanto nacionais quanto internacionais, que operam com diferentes modelos de aeronaves ou processos de manutenção.

Essa escassez de dados e a falta de estudos amplamente disseminados sobre o tema limitam a análise mais aprofundada e a aplicação de boas práticas que poderiam ser compartilhadas e comparadas em um contexto mais amplo, restringindo o escopo da pesquisa. No entanto, mesmo com essas limitações, o estudo busca fornecer uma análise significativa para a instituição, contribuindo para possíveis melhorias internas na gestão de combustível desprezado.

## **2 METODOLOGIA**

A respectiva pesquisa foi conduzida utilizando o método quantitativo, com o objetivo de analisar dados e identificar padrões numéricos. No entanto, para uma compreensão mais aprofundada do fenômeno estudado e para complementar os resultados quantitativos, fez-se necessário adotar o estudo de caso como método exploratório (Yin, 2018).

O estudo de caso se desenvolveu a partir da metodologia exploratória (Yin, 2018), com foco na análise do processo de destanqueio das aeronaves T-25, especificamente na retirada de combustível antes das manutenções, utilizando uma carretinha de drenagem, e abrangeu todas as manutenções realizadas nas aeronaves da linha de voo do 2º EIA ao longo de todo o ano de 2024, permitindo uma avaliação completa e detalhada dos resultados relacionados ao manuseio do combustível.

A carretinha de destanqueio é o equipamento utilizado para a retirada de combustível das aeronaves, sendo responsável por drenar e armazenar a maior parte do combustível removido dos tanques da aeronave T-25. Durante esse processo, é realizada a medição da quantidade extraída,

cujos volumes são devidamente registrados para posterior análise quantitativa. Após a coleta inicial, o combustível armazenado na carretinha é encaminhado para avaliação de qualidade, com o intuito de verificar se apresenta condições adequadas para reutilização. Os dados referentes às quantidades coletadas foram obtidos por meio dos documentos do Controle de Destaqueios, representados na Tabela 3, disponibilizados pela Seção de Manutenção do Segundo Esquadrão de Instrução Aérea.

A empresa responsável por essa análise é a Avijet Combustíveis de Aviação, que verifica se o combustível está livre de contaminações e impurezas que possam comprometer a sua qualidade e segurança. Somente após essa análise rigorosa, confirmando que o combustível atende aos padrões de qualidade necessários, é que ele é liberado para ser reutilizado no reabastecimento das aeronaves. Os dados referentes a esses valores estão representados na Tabela 4, disponibilizados pela Seção de Manutenção do Segundo Esquadrão de Instrução Aérea.

Durante o processo de destaqueio inicial, parte do combustível não é completamente removida dos tanques. Isso ocorre porque uma fração do combustível permanece no tanque de alimentação, de onde não pode ser retirada por esse método. Esse volume remanescente é extraído posteriormente por meio do dreno do tanque e, então, descartado. Embora a quantidade exata de combustível não reaproveitado não seja medida diretamente, é possível estimá-la.

Para realizar a estimativa, é calculada a quantidade média de combustível que restava no tanque após os voos. Em seguida, subtrai-se desse valor a quantidade de combustível que foi reaproveitada. Assim, obtém-se a quantidade de combustível que não pôde ser reutilizada.

Com base nessa estimativa, foi possível calcular a quantidade total de combustível não reaproveitado ao longo do ano, em litros. Essa quantidade foi então comparada ao total de combustível utilizado no ano de 2024, conforme apresentado na Tabela 2, a fim de determinar a porcentagem que não foi reutilizada. Essa análise permitiu identificar padrões de descarte e forneceu uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de mitigação. O objetivo dessas estratégias é aumentar a eficiência operacional e reduzir os custos relacionados ao consumo de combustível, promovendo um uso mais racional dos recursos disponíveis.

Para o cálculo do custo financeiro, foi necessário coletar dados sobre o valor do combustível junto à Subseção de Estatística da Seção de Manutenção do Segundo Esquadrão de Instrução Aérea,

conforme apresentado na Tabela 5. Em seguida, a quantidade anual de combustível não reaproveitado, em litros, foi multiplicada pela média anual do preço do combustível, resultando na estimativa do valor total perdido ao longo do ano.

Para definir uma margem numérica de descarte aceitável para a operação, foi necessário utilizar o Manual de Operações Seguras em Postos. Esse manual forneceu parâmetros para determinar a quantidade de perdas aceitáveis durante a operação, de modo que tais perdas não representassem uma preocupação significativa, a ponto de exigir justificativas formais ou alterações no processo operacional.

Em seguida, a porcentagem de combustível não reaproveitado, obtida na pesquisa, foi comparada à margem de segurança estabelecida pelo Manual de Operações Seguras em Posto. Essa comparação permitiu a formulação de uma conclusão a respeito da eficiência e conformidade do processo de destanqueio realizado no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2º EIA).

### **3 DESENVOLVIMENTO**

O estudo foi conduzido por meio da coleta de dados durante a execução dos procedimentos no Grupo Logístico (GLOG) do Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2º EIA) especificamente na Subseção de Estatística da Seção de Manutenção. Inicialmente, foi identificado que o procedimento de destanqueio não era realizado em todas as manutenções, mas apenas em manutenções específicas, correspondentes aos intervalos de 300, 600 e 1200 horas de operação.

Durante a observação do processo de destanqueio, constatou-se que é utilizada uma carretinha de destanqueio, equipamento desenvolvido especificamente para essa função pelo Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMA-LS). A carretinha é equipada com uma bomba que extrai o combustível diretamente pelo bocal de abastecimento da aeronave, direcionando-o para um contêiner móvel.

Após a retirada do combustível das aeronaves e seu armazenamento nos contêineres móveis, o combustível é encaminhado à empresa Avijet Combustíveis de Aviação para a verificação da qualidade, a fim de garantir que o produto esteja livre de impurezas. No entanto, uma parte do

combustível não consegue ser extraída pela carretinha de destanqueio, devido ao fato de estar nos tanques de alimentação, os quais não são alcançados pelo processo de drenagem realizado com a carretinha.. Para essa fração, a remoção ocorre por meio dos drenos, conforme descrito no item 1.4. Este método de drenagem não permite o reaproveitamento do combustível extraído, pois não garante que o combustível esteja livre de contaminações e impurezas, tornando impossível assegurar sua pureza para o reabastecimento, o que resulta em seu descarte obrigatório.

Vale ressaltar que esse procedimento de drenagem não é feito por medição direta. E a aeronave T-25 não possui liquidômetros precisos. Portanto, para estimar a quantidade de combustível perdido, considerou-se que as aeronaves são direcionadas para o destanqueio após o voo, o que implica que parte do combustível já foi consumido durante a operação.

Os voos de instrução com a aeronave T-25 são realizados na categoria acrobática, utilizando os tanques principais completamente abastecidos e os tanques auxiliares contendo apenas a quantidade residual de combustível, exceto nos voos de navegação (AFA, 2024b). Nessas condições, a aeronave opera com 106 litros em cada tanque principal e 5 litros em cada tanque auxiliar, totalizando 222 litros de combustível, conforme descrito no item 1.3.

Na configuração acrobática, o T-25 possui autonomia de voo de aproximadamente 2 horas, sendo que as instruções têm duração média entre 1 hora e 1 hora e 15 minutos (AFA, 2024a). Durante esses voos, apenas os tanques principais são utilizados, dos quais 11 litros são considerados não utilizáveis (AFA, 2024b).

A partir desses dados, ao término de cada voo, estima-se um consumo médio de 95 litros de combustível. Considerando que havia 222 litros no início do voo, subtraem-se esses 95 litros, restando aproximadamente 127 litros nos tanques principais. Essa é a quantidade de gasolina presente nos tanques no início do procedimento de destanqueio.

Esse procedimento é realizado em diversas aeronaves, sendo que o combustível drenado é coletado em uma carretinha específica para destanqueio, a qual acumula o volume proveniente de todas elas, permitindo a continuidade do processo. A quantidade total de combustível, expressa em litros, é devidamente registrada em cada operação no Controle de Destanqueio. Após a realização da análise de qualidade e a devida certificação de que o combustível está isento de impurezas,

procede-se ao retanqueio, que consiste no reabastecimento da aeronave com o combustível previamente verificado. A quantidade utilizada nesse reabastecimento é registrada no Controle de Entrega de Combustíveis de Aviação.

Após a avaliação e confirmação de que a gasolina está livre de impurezas, ela é enviada para o procedimento de retanqueio. O retanqueio é realizado de forma gradual, sendo dividido em etapas, conforme as necessidades específicas das aeronaves. Esse processo é cuidadosamente controlado, pois a quantidade de combustível a ser reabastecida deve ser compatível com a capacidade dos tanques das aeronaves e as demandas operacionais de cada voo. Dessa forma, o combustível é repostado de maneira eficiente, garantindo que as aeronaves recebam a quantidade necessária de combustível sem causar excessos ou faltas durante os procedimentos subsequentes.

### 3.1 Coleta de dados

Para a realização deste estudo, foram coletados dados mensais referentes ao consumo de combustível das aeronaves T-25, no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2º EIA), durante o ano que antecedeu a presente pesquisa. Esses dados, registrados pelo Grupo Logístico (GLOG) da Academia da Força Aérea (AFA), possibilitaram a análise do volume de combustível utilizado nas operações e, a partir disso, foi possível identificar a quantidade de potencial desperdício associada às manutenções periódicas.

**Tabela 2** Quantidade de gasolina em litros utilizada por mês ao longo de 2024

<b>Mês</b>	<b>2024</b>
Jan	24.670
Fev	35.074
Mar	43.683
Abr	72.471
Mai	47.744
Jun	65.425
Jul	67.266

Ago	69.948
Set	48.681
Out	71.088
Nov	49.301
Dez	23.649
<b>TOTAL</b>	<b>619.000</b>

Fonte: Subseção de estatística da seção de manutenção do 2º Esquadrão de Instrução Aérea

Além da coleta dos dados relativos ao consumo de combustível, também foram obtidas informações sobre o número de manutenções realizadas anualmente, registradas pelo Grupo Logístico (GLOG) da Academia da Força Aérea (AFA). A partir desses registros, foi possível identificar em quais manutenções houve a necessidade da realização do procedimento de destanqueio das aeronaves. O total anual de 6 destanqueios em 26 aeronaves foi contabilizado, permitindo uma avaliação precisa da frequência dessas operações.

Também foi necessária a coleta dos registros no Controle de Destanqueios, que documenta a quantidade de combustível retirada dos tanques após a conclusão do processo, a ser encaminhada para análise de qualidade. Além disso, foram consultados os registros no Controle de Entrega de Combustíveis de Aviação, que registram o combustível devolvido à Academia da Força Aérea após a realização dos procedimentos de análise de qualidade. Com base nesses dados, foram elaboradas as tabelas para análise detalhada dos volumes de combustível envolvidos em todo o processo.

**Tabela 3** Quantidade em litros de gasolina registrados no Controle de Destanqueios ao longo de 2024

<b>Destanqueio</b>	<b>Litros de gasolina</b>
1	370
2	395
3	395
4	315
5	400
6	400

<b>Total</b>	2275
--------------	------

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

**Tabela 4** Quantidade em litros de gasolina registrados no Controle de Entrega de Combustíveis de Aviação ao longo de 2024

<b>Retanqueio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
	<b>Parcelas</b>					
1	94	56	41	82	93	38
2	80	79	88	102	59	52
3	101	82	100	103	103	105
4	95	89	81	28	110	105
5	-	89	85	-	35	100
<b>Total</b>	370	395	395	315	400	400

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Para estimar o valor financeiro relacionado ao consumo de combustível, foram coletados os registros mensais dos preços praticados para a gasolina de aviação utilizada nas aeronaves T-25. Esses dados foram analisados para calcular a média do preço do combustível adquirido ao longo de 2024. Com base nesse valor médio, foi possível determinar o gasto total com combustível durante o ano de 2024. Esse procedimento permitiu uma avaliação precisa dos custos associados ao consumo de combustível.

**Tabela 5** Preço em reais por litro de gasolina ao longo de 2024

<b>Mês</b>	<b>2024</b>
Jan	R\$ 9,2659
Fev	R\$ 9,5962
Mar	R\$ 9,9700
Abr	R\$ 10,4656
Mai	R\$ 10,8963

Jun	R\$ 10,6340
Jul	R\$ 10,6885
Ago	R\$ 11,0416
Set	R\$ 10,9414
Out	R\$ 10,2813
Nov	R\$ 8,4275
Dez	R\$ 8,5003
<b>MÉDIA</b>	<b>R\$ 10,0591</b>

Fonte: Subseção de estatística da seção de manutenção do 2º Esquadrão de Instrução Aérea

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estimativa realizada com base nas 26 aeronaves que realizaram os procedimentos de destanqueio em 2024 indicou que, em média, cada aeronave reteve aproximadamente 127 litros de combustível. Considerando essa média, o volume total retirado dos tanques ao longo do ano foi de cerca de 3.302 litros. Destes, 2.275 litros foram retornados para reabastecimento, conforme registrado nos Controles de Entrega de Combustíveis de Aviação. Isso significa que uma parte significativa do combustível retirado foi reaproveitada, garantindo a continuidade das operações com o combustível verificado e livre de impurezas.

No entanto, ao subtrair a quantidade de combustível retornada (2.275 litros) do volume total retirado (3.302 litros), obtém-se a diferença de 1.027 litros de combustível que não foram reutilizados ao longo do ano de 2024. Esses 1.027 litros representam o combustível que, embora tenha sido retirado dos tanques durante o processo de destanqueio, não pôde ser reaproveitado e foi descartado.

É importante destacar que o total de combustível consumido pelas aeronaves no ano de 2024 foi de 619.000 litros. Portanto, os 1.027 litros não reaproveitados representam uma pequena fração do total consumido, aproximadamente 0,16% do volume total utilizado. Esse dado demonstra que, apesar do descarte de combustível ser inevitável devido às características do processo, sua

magnitude é extremamente baixa quando comparada com o total de combustível utilizado nas operações, refletindo um impacto financeiro no orçamento da AFA.

**Tabela 6** Resultados após análise

<b>Litros totais consumidos</b>	<b>Litros não reaproveitados</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Custo financeiro</b>
619.000	1.027	0,16%	R\$ 10.330

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Para realizar uma comparação numérica entre o combustível que sobra e o consumo efetivo total de combustível no ano de 2024, foi efetuado o cálculo da porcentagem correspondente à taxa não reaproveitada em relação à totalidade consumida durante o ano. Esse cálculo foi fundamental para proporcionar uma visão clara do impacto do no contexto geral do consumo, permitindo uma análise mais detalhada da magnitude de um possível desperdício no âmbito das operações.

Em seguida, foi calculado o valor total do combustível descartado, levando em consideração a quantidade de litros que foram efetivamente descartados ao longo do ano. O próximo passo foi multiplicar essa quantidade pela média anual do preço do combustível. Esse cálculo resultou em uma estimativa do impacto financeiro, proporcionando uma visão mais precisa sobre o custo associado à perda de combustível durante as manutenções.

A utilização da média anual do preço do combustível foi essencial para refletir as variações nos preços ao longo do período analisado, visto que o custo do combustível pode flutuar conforme diversos fatores econômicos. Ao considerar essas variações, a análise financeira se tornou mais robusta, permitindo estimar com maior exatidão o custo real de combustível não reaproveitado. Esse procedimento também possibilitou a compreensão do impacto não apenas em termos operacionais, mas também financeiros.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa teve como objetivo detalhar o processo das manutenções que requerem o procedimento de destanqueio, demonstrando que uma parte do combustível é extraída pela carretinha inicial para ser enviada para análise e, posteriormente, devolvida à AFA para reutilização. A outra parte é drenada através dos drenos localizados na parte inferior dos tanques. O método de drenagem utilizado não permite a reutilização do combustível, uma vez que não garante que ele esteja livre de impurezas.

A fim de estimar a quantidade de combustível presente nos tanques no início do procedimento, foram coletados dados sobre o volume retirado para análise e posteriormente devolvido à AFA. Com base nessas informações, foi possível estimar a quantidade de litros que não foram reaproveitados.

Para uma análise numérica das perdas de combustível, o manual de operações estipula que perdas de até 0,6% são aceitáveis (SINDICOM, 2017). Dessa forma, o descarte realizado durante as manutenções, que corresponde a 0,16%, está dentro dessa margem, evidenciando que tais perdas são naturais e esperadas no contexto da operação.

Os dados mostram que a quantidade total de combustível não reaproveitado, tanto em litros quanto em termos financeiros, não representa um custo elevado em comparação com o total utilizado nas operações da AFA.

Portanto, embora seja sempre essencial continuar buscando maneiras de otimizar ainda mais o processo, é importante destacar que ele já apresenta uma margem de custo financeiro extremamente baixa. Com base nos resultados obtidos, tanto na análise quantitativa, quanto na financeira, conclui-se que os valores do descarte de combustível são mínimos e, considerando o contexto da operação, podem ser considerados irrisórios durante o ano de 2024.

Portanto, não se justifica, no momento, a adoção de métodos alternativos ao sistema atual de reaproveitamento, visto que a quantidade de combustível não reaproveitada é insignificante em comparação ao volume total consumido. Dessa forma, o método utilizado pode ser considerado eficiente, atendendo às necessidades operacionais da Força Aérea Brasileira sem comprometer significativamente os recursos financeiros.

## REFERÊNCIAS

- ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. **PIMO: Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA**. Pirassununga, 2024a.
- ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. Segundo Esquadrão de Instrução Aérea. **MAITE T-25. Manual de Instrução Técnica: T-25 Universal**. Pirassununga, 2015.
- ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. Segundo Esquadrão de Instrução Aérea. **Manual de procedimentos – MAPRO 2º EIA**. Pirassununga, 2024b.
- AEROMOT Aeronaves e Motores. **Manual de manutenção Aeronave T-25 Universal**. Goiânia: ALIANÇA AVIAÇÃO, 2015. 892 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 153: Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência**, 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 43: Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração**, 2021.
- ALMEIDA, Diego Carvalho, **A Importância da Gestão do Conhecimento na Manutenção de Aeronaves**. Universidade Estácio de Sá, Brasília - DF, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos - apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6023: informação e documentação: referências - elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos - apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. MCA 10-4, **Glossário da Aeronáutica**, 2001.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. MCA 400-21, **Suprimento de Combustíveis e Lubrificantes de Aviação Volume 1**, 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. PCA 11-47, **Plano Estratégico Militar da Aeronáutica**, 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. RICA 21-103/2019, **Regimento Interno da Academia da Força Aérea**, 2019.

DOS REIS, Vanderlei. **Combustíveis e Sistema de Combustíveis**, Aero TD Escola de Aviação Civil, Florianópolis - SC, 2015.

SINDICOM; FECOMBUSTÍVEIS. **Manual de operações seguras e ambientalmente adequadas em postos de serviços**. Rev. set. 2017

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, Federal Aviation Administration. **Aircraft Weight and Balance Handbook**, Flight Standards Service. Washington, D.C, 2007.

YIN, Robert K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.)** Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

TUCCI, Henricco Nieves Pujol. **Aplicação do Seis Sigma no Processo de Abastecimento de Aeronaves: Um Estudo de Múltiplos Casos**. São Paulo, 2016.