



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

MARCO ANTONIO MATOS **MEIRELES**, Ten Cel Av

**O emprego dos meios Aeroespaciais da FAB no apoio logísticos às localidades remotas**

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

MARCO ANTONIO MATOS **MEIRELES**, Ten Cel Av

**O emprego dos meios Aeroespaciais da FAB no apoio logísticos às  
localidades remotas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado, como requisito parcial para aprovação, no Curso Avançado de Comando e Estado-Maior.

Linha de Pesquisa: Operações Militares.  
Orientador: Rodrigo Faria Rezende Campos.

## RESUMO

Esse artigo teve como objetivo verificar como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota. O lastro teórico que balizou a pesquisa teve como fulcro a Técnica de Análise por Envoltória de Dados desenvolvidas por Charnes, Cooper e Rhodes com o intuito de resolver problemas envolvendo o cálculos de eficiência. Além disso, foram explorados também autores como Frank H. Knight e Knox Lovell, que forneceram o suporte teórico complementar ao estudo. A metodologia utilizada para a coleta de dados deu-se por meio de formulário eletrônico, enviado ao 1º/9º GAV, com o intuito de obter os dados relativos à campanha de transporte realizada durante o período selecionado, além disso, foi desenvolvida pesquisa bibliográfica complementar a fim de prover o arcabouço conceitual necessário ao entendimento do tema abordado. A partir dos resultados obtidos, foi constatada que a diferença da eficiência obtida por meio das duas Ações de transporte foi de apenas 0,02%. Desse modo, foi possível concluir que a diferença registrada não constituiu margem significativa que sugerisse vantagem operacional para qualquer uma das Ações, de modo particular.

**Palavras-chave:** Análise por Envoltória de Dados; produtividade; eficiência; transporte aéreo.

## **ABSTRACT**

*This article aimed to verify how the replacement of Logistics Air Transport by Air Resupply affects the efficiency of logistics supply in a remote location. The theoretical support that guided the research was based on the Data Envelopment Analysis Technique developed by Charnes, Cooper and Rhodes in order to solve problems involving efficiency calculations. In addition, were also explored others authors as Frank H. Knight and Knox Lovell, who provided complementary theoretical support to the study. The methodology used for data collection was through an electronic form, sent to the 1st/9th GAV, in order to obtain data related to the transport campaign carried out during the selected period in addition, complementary bibliographical research was carried out in order to provide the necessary conceptual framework for understanding the topic addressed. From the results obtained, it was found that the difference in efficiency obtained through the two transport Actions was only 0.02%. Thus, it was possible to conclude that the recorded difference did not constitute a significant margin that would suggest an operational advantage for any of the Actions, in particular.*

**Keywords:** *Data Envelopment Analysis; productivity; efficiency; air Transport.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema Representativo de Uma DMU .....	17
Gráfico 1 – Total de carga transportada por campanha .....	27
Gráfico 2 – Esforço Aéreo total por campanha.....	28
Quadro 1 – Tipos eventuais de DMU com respectivos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> .....	17

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Dados referentes às missões na Ação de Transporte Aéreo Logístico ...	21
Tabela 2 – Dados referentes às missões na Ação de Ressuprimento Aéreo .....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
DEA	Análise por Envoltória de Dados
DMU	<i>Decision Making Units</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
Km <sup>2</sup>	Kilômetro Quadrado
MB	Marinha do Brasil
OFRAG	Ordem Fragmentária
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
Resup Ae	Ressuprimento Aéreo
SBBV	Designativo do Aeródromo de Boa Vista-RR
SC	Sustentação ao Combate
SWUQ	Designativo do Aeródromo de Surucucu-RR
TAL	Transporte Aéreo Logístico

## LISTA DE SÍMBOLOS

$u_1$	coeficiente de importância do <i>output</i> 1
$y_1$	Quantidade do <i>output</i> 1
$v_1$	coeficiente de importância do <i>input</i> 1
$x_1$	Quantidade do <i>input</i> 1
$O_v$	Output virtual
$I_v$	Input virtual
$P$	Produtividade
$Efic$	Índice de Eficiência
$P_{max}$	Produtividade máxima

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Dinâmica Metodológica.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Procedimentos Operacionalizados.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Limites da Pesquisa.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise Conceitual.....</b>	<b>18</b>
4.1.1	Eficiência .....	18
4.1.2	Eficácia .....	19
4.1.3	Transporte Aéreo Logístico .....	20
4.1.4	Ressuprimento Aéreo.....	20
<b>4.2</b>	<b>Análise paramétrica .....</b>	<b>21</b>
4.2.1	Análise de produtividade.....	24
4.2.2	Análise de Eficiência .....	25
<b>4.3</b>	<b>Análise comparativa .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por sua vasta dimensão territorial, sendo o quinto maior país do mundo e possuindo um território que se estende por cerca de 8,5 milhões de Km<sup>2</sup>, dividido em cinco regiões de características geográficas e climáticas distintas.

Dentro desse cenário amplo, o desdobramento de Meios de Força Aérea<sup>1</sup> a fim de integrar e defender a vastidão do território nacional torna-se uma tarefa complexa, em especial na região norte do país onde as próprias condições geográficas representam por si só um grande obstáculo a esse propósito. Não obstante a presença física das Forças Armadas nessa região, representada no nível operacional pelas Bases Aéreas da Força Aérea Brasileira (FAB), Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) do Exército brasileiro, além das Agências Fluviais sob responsabilidade da Marinha do Brasil (MB), o deslocamento de pessoas e carga ainda se mostra um complicado desafio nessa região, tendo em vista o isolamento, as grandes distâncias a serem percorridas, baixa densidade demográfica e a própria precariedade da infraestrutura dos meios de apoio logístico lá disponíveis.

A Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (2020, p7), define “A missão síntese da Aeronáutica - MANTER A SOBERANIA DO ESPAÇO AÉREO E INTEGRAR O TERRITÓRIO NACIONAL, COM VISTAS À DEFESA DA PÁTRIA”, nesse contexto, o emprego dos meios Aeroespaciais<sup>2</sup> e de Força Aérea, a fim de assegurar a integração do território nacional, constitui também obrigação precípua da Força Aérea Brasileira, materializada por meio da sua presença ativa e permanente em todo o país.

Tendo em vista as características operacionais da FAB, que englobam a capacidade de mobilidade e penetração na vastidão do território nacional, cabe a ela ser o principal instrumento do Estado no atendimento às regiões remotas e de difícil acesso, onde se faz presente com o objetivo de prover a vigilância do Espaço Aéreo, o apoio à saúde nas comunidades isoladas, ações de busca e resgate, monitoramento e combate a incêndios florestais ou o transporte de pessoal e carga.

---

<sup>1</sup> Meios de Força Aérea - É composto pelo pessoal, veículos terrestres, embarcações, armamentos, instalações, equipamentos e sistemas, da FAB ou adjudicados por outros elementos do Poder Aeroespacial, necessários para executar determinadas Ações de Força Aérea (BRASIL, 2020, p. 11);

<sup>2</sup> Meios Aeroespaciais - É composto pelas aeronaves, aeronaves remotamente pilotadas e plataformas espaciais, que compõem o acervo operacional da FAB ou que sejam adjudicados por outros elementos do Poder Aeroespacial, necessários para executar Ações de Força Aérea (BRASIL, 2020, p. 10).

No que se refere ao transporte por meio das aeronaves da FAB, a DCA 1-1/2020<sup>3</sup> distingue essa capacidade em duas Ações de Força Aérea<sup>4</sup> distintas, sendo a primeira o Ressuprimento Aéreo (Resup Ae), e a segunda a ação de Transporte Aéreo Logístico (TAL).

No entanto, mesmo possuindo propósitos semelhantes, que é o de prover o transporte de carga, as duas Ações distinguem-se basicamente pela substituição do pouso da aeronave na localidade, durante o Transporte Aéreo Logístico, pelo lançamento da carga por meio de paraquedas no ponto desejado, na Ação de Ressuprimento Aéreo.

Ao analisar o cenário particular da região amazônica, é possível observar que missões de TAL são utilizadas como regra geral para o abastecimento logístico das localidades remotas dispostas naquela região. Fazendo uso de aeronaves de pequeno e médio porte são deslocados equipamentos, pessoal e material em apoio aos Pelotões Especiais de Fronteira e no atendimento às ações governamentais de interesse do Estado.

Tendo em vista as condições precárias da infraestrutura aeroportuária nessas localidades, onde a operação de pouso e decolagem das aeronaves requer maior cautela no intuito de mitigar o risco operacional envolvido, surgiu a seguinte questão: “como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota?”

Diante dessa indagação, esse autor se propôs a desenvolver uma abordagem analítica dos métodos de transporte utilizados atualmente na FAB para o abastecimento logístico das localidades remotas no país, com o propósito de verificar qual das duas Ações de Força Aérea experimentadas se mostrou mais eficiente no contexto estudado. Para esse fim, foram explorados os conceitos relacionados ao tema eficiência, a fim de verificar uma eventual maximização dos resultados logísticos (entrega de carga) em função da adoção de determinado modelo de transporte entre as duas Ações de Força Aérea analisadas em particular.

A fim de responder à questão apresentada, a pesquisa foi conduzida sobre a hipótese de que o método de abastecimento logístico das localidades remotas, por

---

<sup>3</sup> DCA 1-1/2020 – Refere-se à Diretriz do Comando da Aeronáutica 1-1 de 2020, que dispõe sobre a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira;

<sup>4</sup> Ação de Força Aérea - Ato de empregar, no nível tático, Meios Aeroespaciais e de Força Aérea para causar um ou mais efeitos desejados em uma campanha ou operação militar.

meio da Ação de Ressuprimento Aéreo, é mais eficiente do que o método correspondente à Ação de Transporte Aéreo Logístico.

Com base na hipótese supramencionada, o objetivo geral deste estudo (OG) foi verificar como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota.

Com o intuito de atingir o Objetivo Geral apresentado, foram delineados os Objetivos Específicos (OE) a seguir, a fim de balizar e facilitar a compreensão do estudo:

OE1 – Descrever as diferenças conceituais entre eficiência e eficácia;

OE2 – Descrever os conceitos da Ação de Transporte Aéreo Logístico e da Ação de Ressuprimento Aéreo na FAB em apoio à localidade remota;

OE3 – Analisar a aplicação das Ações de Transporte Aéreo Logístico e de Ressuprimento Aéreo no contexto do estudo de caso apresentado (aeródromo SWUQ<sup>5</sup>);

OE4 – Interpretar os dados operacionais obtidos na aplicação das duas ações durante o estudo de caso.

## 1.1 Justificativa

A importância desse trabalho está intrinsecamente ligada à necessidade de avaliar a eficiência da adoção do novo método de abastecimento logístico, assim como levantar os principais fatores de contingência na aplicação desse modelo nos futuros planejamentos de conotação similar no âmbito da FAB. Desse modo, a presente análise justificou-se por fornecer informações valiosas, registradas com o objetivo de orientar, otimizar e mitigar os riscos envolvidos nas operações de transporte logístico.

Após a apresentação da contextualização que motivou a pesquisa, bem como da hipótese e estruturação idealizada pelo autor, mostrou-se imperativo descrever a metodologia a ser aplicada a fim de viabilizar o processo analítico deste estudo.

---

<sup>5</sup> SWUQ - Código ICAO referente ao aeródromo de Surucucu, localizado no município de Alto Alegre-RR. Essa codificação foi estabelecida pela Organização da Aviação Civil Internacional com o propósito de identificar de maneira padronizada os aeródromos no mundo.

## 2 METODOLOGIA

De posse do objetivo geral, que foi o de “verificar como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota”, foram delineados quatro (4) Objetivos Específicos a fim de sequenciar as etapas da pesquisa e prover melhor compreensão do assunto abordado:

Desse modo, a metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho orientou-se da seguinte maneira:

### 2.1 Dinâmica Metodológica

Com base nas indagações necessárias, foi requisitado ao 1º/9º GAV<sup>6</sup> os dados referentes às missões de transporte desenvolvidas no período de interesse, o peso de carga deslocada e o esforço aéreo<sup>7</sup> despendido para cada surtida<sup>8</sup> em particular. Desse modo, com base na resposta fornecida, foi possível compilar separadamente duas tabelas distintas, sendo a primeira referente ao conjunto de dados da campanha<sup>9</sup> de Transporte Aéreo Logístico e a segunda referente aos dados da campanha de Ressuprimento Aéreo, ambas realizadas pelo Esquadrão nas aeronaves CASA C-105 Amazonas<sup>10</sup>, durante um espaço temporal limitado, na rota compreendida entre os aeródromos de Boa Vista-RR (SBBV)<sup>11</sup> e Surucucu-RR (SWUQ).

A fim de orientar a análise, foram consultados artigos acadêmicos e livros que tratam da aferição de eficiência e eficácia. Contudo, ao explorar esse material, foi constatado que a maioria das obras relacionadas a esse tema restringiam-se apenas às definições qualitativas, não oferecendo os instrumentos necessários para a mensuração quantitativa. Dessa maneira, optou-se por concentrar a revisão da literatura com fulcro nos trabalhos relacionados às Técnicas de Análise

---

<sup>6</sup> 1º/9º GAV - Refere-se ao Primeiro Esquadrão do Nono Grupo de Aviação, sediado na Base Aérea de Manaus-AM, que opera a aeronave C-105 AMAZONAS;

<sup>7</sup> Esforço Aéreo – Termo que se refere ao total de horas de voo gastas em determinada missão ou conjunto de missões;

<sup>8</sup> Surtida – Corresponde a cada decolagem de uma aeronave para o cumprimento de uma determinada missão.

<sup>9</sup> Campanha – Conjunto de missões de mesma natureza, realizadas em um período limitado de tempo.

<sup>10</sup> CASA C105 Amazonas – aeronave bimotor turboélice desenvolvida para o transporte tático militar pela Construcciones Aeronáuticas S.A.;

<sup>11</sup> SBBV - Código ICAO referente ao aeródromo de Boa Vista, localizado no estado de Roraima. Essa codificação foi estabelecida pela Organização da Aviação Civil Internacional com o propósito de identificar de maneira padronizada os aeródromos no mundo

por Envoltória de Dados, uma vez que essas técnicas apresentam, ao longo do seu desenvolvimento, as expressões matemáticas necessárias para a aferição da eficiência produtiva, provendo assim maior robustez ao estudo.

Com base na literatura abordada, foram selecionados os autores principais que lastrearam a pesquisa e permitiram desenvolver a análise completa dos dados coletados.

No contexto geral, o estudo de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que definiu o conjunto de técnicas necessárias para calcular a eficiência produtiva foram de grande importância, uma vez que apresentou de modo cronológico a evolução da Técnica por Análise Envoltória de Dados, apontando ao longo da obra os principais estudiosos relacionados ao tema.

Do mesmo modo, Knight (1933), foi de grande valia ao apresentar a equação matemática que permitiu calcular os valores de produtividade, que por sua vez, foram utilizados na expressão de Lovell (1993), a fim de verificar os índices de Eficiência produtiva, que tornaram possível concluir essa pesquisa.

Adentrando pela fase de análise, inicialmente foi procedida a descrição sucinta das diferenças conceituais entre eficiência e eficácia, de modo a evitar as constantes ambiguidades que esses dois conceitos costumeiramente provocam, atingindo dessa maneira OE1.

Em seguida, como forma de atingir o OE2, foi necessária a consulta à Diretriz do Comando da Aeronáutica que trata da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1/2020). A referida consulta teve como objetivo elucidar as principais diferenças entre os conceitos de Transporte Aéreo Logístico e Ressuprimento Aéreo.

Já com o intuito de atender o OE3, foi realizado o processamento quantitativo dos dados tabulados, sendo os resultados obtidos a partir da aplicação das técnicas de Análise por Envoltória de Dados (DEA) disponibilizadas pelos principais teóricos elencados no referencial.

Por fim, de posse dos resultados parciais obtidos em cada campanha, foi realizada a comparação entre os valores de eficiência relativa entre as duas modalidades de emprego, chegando-se ao resultado e atingindo desse modo o OE4.

## 2.2 Procedimentos Operacionalizados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados a partir da experiência do 1º/9º GAV durante a campanha de transporte aéreo realizada no primeiro semestre de 2023, sendo aplicada dessa forma a técnica de estudo de caso. Nessa ocasião, foi necessário que o Esquadrão utilizasse suas aeronaves C-105 na realização de diversas surtidas de transporte de carga na rota compreendida entre SBBV e SWUQ, cumprindo de modo intercalado durante esse período tanto Ações de Transporte Aéreo Logístico como Ações de Ressuprimento Aéreo em apoio ao 4º Pelotão Especial de Fronteira do Exército Brasileiro.

A principal ferramenta de coleta dos dados paramétricos constituiu em formulário eletrônico, enviado ao 1º/9º GAV. Tal formulário visou o registro das informações referentes ao peso de carga transportada e horas de voo alocada para cada missão de transporte realizada. Desse modo, foi possível catalogar em duas tabelas distintas o universo amostral das missões a serem analisadas, sendo o primeiro conjunto referente às surtidas realizadas mediante Ações de Transporte Aéreo Logístico e o segundo conjunto referente àquelas realizadas por meio das Ações de Ressuprimento Aéreo.

Com relação aos dados não paramétricos, foi necessária a consulta à Diretriz do Comando da Aeronáutica que trata da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1/2020). A referida consulta teve como objetivo prover o arcabouço conceitual necessário para a distinção das duas Ações de Força Aérea a serem estudadas, além de descrever outros conceitos e termos de cunho operacional.

## 2.3 Limites da Pesquisa

A fim de limitar a amostra e garantir os mesmos requisitos operacionais na análise, foram determinados alguns fatores restritivos a saber:

Localidade – O aeródromo de SWUQ foi escolhido por se tratar de uma das pistas de pouso localizada na região amazônica, possuir dimensões reduzidas e condições degradadas de preservação do pavimento. Além disso, cabe destacar que esse aeródromo contempla em suas características gerais as mesmas contingências estruturais evidenciadas em boa parte dos demais aeródromos dessa região, o que

generaliza a aplicação desse estudo de modo análogo às demais localidades dispostas na região norte do país.

Período - Como delimitação temporal, foram analisadas as missões desenvolvidas no período compreendido entre o início do mês de março e a primeira quinzena de abril de 2023, tendo em vista se tratar do início da primavera, época de conhecida estabilidade climática. Além disso, durante esse período, o 1º/9º GAV desenvolveu simultaneamente os dois métodos de transporte a serem estudados.

Número de missões – A fim de estabelecer uma uniformidade nas amostras, foi solicitado ao 1º/9º GAV os dados referentes as surtidas de transporte realizadas nas duas modalidades (Transporte Aéreo Logístico e Ressuprimento Aéreo), culminando com uma amostra de vinte e quatro (24) missões para cada campanha.

Ao término da apresentação da metodologia proposta pelo autor, passou-se a tratar do arcabouço teórico elencado como referencial, onde foram também apresentados os principais instrumentos disponibilizados, que foram utilizados ao longo da análise.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

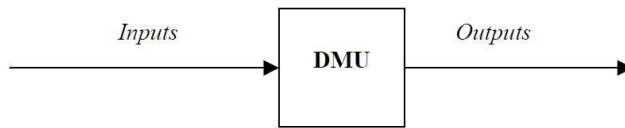
A seguir, foram abordados os conceitos elaborados pelos principais autores do tema relacionados às técnicas de Análise por Envoltória de Dados, avançando após para a apresentação do conjunto de instrumentos matemáticos aplicados na obtenção dos índices de eficiência.

Criada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) com o intuito de resolver problemas envolvendo o cálculo de eficiência, a Análise por Envoltória de Dados consiste em um conjunto de técnicas com o objetivo de definir os índices de eficiência de uma Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Units* - DMU). A origem dessa teoria remonta os conceitos relacionados à produtividade, inicialmente propostos por Knight (1933), que tinha como objetivo verificar a relação entre os produtos (*outputs*) e insumos (*inputs*) de uma empresa.

Segundo Villela (2004), a Análise por Envoltória de Dados baseia-se em programação linear, e tem o propósito de aferir a eficiência de Unidades Tomadoras

de Decisão quando há variada multiplicidade na relação de *outputs/inputs*, tornando a análise comparativa mais complexa.

**Figura 1** – Esquema representativo de uma DMU



**Fonte:** Mariano, Almeida e Rebelatto (2006).

Desse modo, pode-se estabelecer como DMU qualquer setor, unidade ou subunidade geradora de produtos que possam ter a sua eficiência produtiva mensurada de maneira técnica, fazendo parte desse conjunto desde empresas de manufatura, organizações governamentais além do setor de serviços. Com base nesse conceito, o 1º/9º GAV, Unidade Aérea envolvida nessa pesquisa, estará associado à função de DMU.

**Quadro 1** – Tipos eventuais de DMU com respectivos *inputs* e *outputs*

<b>DMU</b>	<b>Inputs</b>	<b>Outputs</b>
Manufatura	Insumos	Produtos
Serviços	Insumos	Serviços
Repartições Públicas	Repasse de Recursos	Número de atendimentos
Associações beneficentes	Quantidade de doações	Número de projetos sociais realizados ou tamanho da população beneficiada
Países	Gastos governamentais	PIB ou IDH
Indivíduo	Exercícios Físicos Ou tipo de alimentação	Condição de Saúde

**Fonte:** Mariano, Almeida e Rebelatto (2006)

Segundo Campos (2004), a produtividade pode ser definida como sendo a relação entre os *outputs* (saídas) e *inputs* (entradas) de uma determinada DMU.

Dessa maneira, esse conceito pode ser interpretado como sendo: “o quanto uma DMU pode produzir (*outputs*) mantendo a quantidade unitária de *input*”, podendo esse conjunto de *outputs* variar, segundo Lovell (1993), de acordo com a capacidade tecnológica empregada no processo, com a eficiência da cadeia produtiva e com o ambiente operacional.

Cabe destacar que a produtividade pode assumir qualquer resultado em valor real em função das suas variáveis, não sendo necessariamente representado por um índice percentual.

Dessa forma, o cálculo da produtividade pode ser obtido por meio da expressão (1) de Knight (1933):

$$P = \frac{u1.y1 + u2.y2 + u3.y3 \dots}{v1.x1 + v2.x2 + v3.x3 \dots} = \frac{Ov}{Iv} \quad (1)$$

onde:

*u1*: Utilidade (coeficiente de importância) do *output* 1;

*y1*: Quantidade do *output* 1;

*v1*: Utilidade (coeficiente de importância) do *input* 1;

*x1*: Quantidade do *input* 1;

*Ov*: Output virtual;

*Iv*: Input virtual.

## 4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Esse capítulo trata da tabulação dos dados coletados, sua organização e posterior análise com foco em atingir o Objetivo Geral do estudo.

De posse dos dados coletados junto à Unidade Aérea, bem como da fundamentação apresentada pelos principais autores referenciados, foi procedida a análise dos dados. A fim de facilitar a compreensão nesta fase, o processo de análise foi didaticamente dividido em três (3) conjuntos: análise conceitual, análise paramétrica e análise comparativa.

### 4.1 Análise Conceitual

#### 4.1.1 Eficiência

Segundo Mariano, Almeida e Rebelatto (2006), a eficiência de qualquer sistema pode ser calculada pela razão entre o indicador de desempenho desse sistema e o valor máximo que esse próprio indicador pode alcançar. De modo similar, a definição de Eficiência Produtiva segundo Lovell (1993), está amparada na relação entre os

indicadores observados e os indicadores ótimos, associados aos quesitos de produtividade.

A eficiência de um sistema pode ser definida como sendo a capacidade desse sistema de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis e de aproveitar, ao máximo, as condições ambientais para obter o desempenho ótimo em alguma dimensão. (MARIANO, 2007).

Segundo Lovell (1993), o cálculo da eficiência dar-se-á por meio da expressão (2), cujo resultado pode assumir valores compreendidos no intervalo entre 0 e 1, expresso em termos percentuais:

$$Efic = \frac{P}{P_{max}} \quad (2)$$

onde:

P = Produtividade atual da DMU;

P<sub>max</sub> = Produtividade máxima que pode ser alcançada por essa DMU.

#### 4.1.2 Eficácia

O conceito de eficácia remete à capacidade de atingir um objetivo proposto, conforme Mello (2005), a eficácia, ao contrário da eficiência, não leva em consideração os recursos despendidos para atingir esse objetivo, bem como não se limita aos critérios quantitativos, podendo também ser aplicado aos resultados qualitativos.

Kassai (2002) considera um sistema eficaz quando esse consegue se aproximar ao máximo das metas propostas. Já de acordo com Ferreira, Reis e Pereira (1997) a eficácia trata de fazer a coisa certa, enquanto a eficiência trata da melhor maneira de fazer a coisa certa.

Como exemplo comparativo entre os conceitos de eficiência e eficácia, podemos ilustrar a seguinte situação: duas equipes de corrida de automóveis tinham como meta vencer o campeonato anual, para isso, a “equipe A” utilizou metade dos recursos gastos pela “equipe B” durante o campeonato. Ao final do ano a “equipe B” sagrou-se campeã mesmo gastando o dobro dos recursos da rival, sendo assim considerada mais eficaz, porém menos eficiente em termos financeiros.

Um sistema eficiente não necessariamente precisa ser eficaz (assim, como um sistema eficaz não necessariamente precisa ser eficiente); pode haver situações, por exemplo, em que, apesar do sistema conseguir o melhor desempenho possível dada as suas condições de contorno (o que o caracteriza como eficiente), ele apresentar um desempenho insatisfatório, abaixo da meta estabelecida como padrão (não sendo, portanto, eficaz). (MARIANO, 2007, p. 3).

#### 4.1.3 Transporte Aéreo Logístico

A DCA1-1/2020, no seu conjunto de sete (7) Tarefas, define Sustentação ao Combate (SC) como sendo a tarefa a ser realizada com o propósito de “garantir que a Força Aérea tenha os meios necessários para sustentar as operações aéreas e de aumentar o poder de combate das forças amigas desdobradas no TO<sup>12</sup> ou na A Op<sup>13</sup>” (BRASIL, 2020, p.19).

Ainda no contexto dessa diretriz, a definição de “Transporte Aéreo” trata das possibilidades de “transporte de pessoal ou material em apoio ao alcance de objetivos estratégicos, operacionais ou táticos” (BRASIL, 2020, p.20). Para esse propósito, a FAB utiliza-se de seus meios cinéticos<sup>14</sup> estrategicamente dispostos no território nacional.

Dentro do conjunto das Ações previstas na Doutrina de Emprego da Força Aérea, a Ação de Transporte Aéreo Logístico está definida como:

Ação que consiste em empregar Meios Aeroespaciais para deslocar pessoal e material, a fim de atender a necessidades logísticas e de ligação, de interesse para as operações militares ou ações governamentais por meio de pouso, carga e descarga das aeronaves (BRASIL, 2020, p.37).

Desse modo, se destaca como característica principal dessa Ação a obrigatoriedade do **pouso, carga e descarga** da aeronave na localidade a ser suprida.

#### 4.1.4 Ressuprimento Aéreo

Segundo a própria definição contida na DCA 1-1/2020, essa Ação consiste em:

[...]empregar Meios Aeroespaciais para entregar equipamentos e suprimentos necessários às ações de combate das Forças amigas, por meio

---

<sup>12</sup> TO – Teatro de Operações;

<sup>13</sup> A Op – Área de Operações;

<sup>14</sup> Meios Cinéticos - Meios utilizados em ações que envolvem movimentos (emprego de armamento, lançamentos, voos, deslocamento de tropas, etc.) e produzem resultados tangíveis (destruição, captura, conquista, etc.).

de lançamento de cargas, visando manter ou ampliar a sua capacidade de combate (BRASIL, 2020, p. 36).

Tratando do mesmo objetivo geral do Transporte Aéreo Logístico, que é o de manter ou ampliar a capacidade de combate, a Ação de Ressuprimento Aéreo diferencia-se da primeira por não contemplar o pouso na localidade a ser suprida, alternando assim o método de descarga convencional da aeronave pelo **lançamento da carga** por meio de paraquedas, permitindo que esta atinja o ponto desejado de modo preciso. Essa abordagem alternativa oferece vantagens relacionadas à redução do tempo na operação de descarga, possibilidade de acesso a áreas remotas e redução dos riscos associados ao procedimento de pouso e decolagem, garantindo assim o abastecimento de determinada área de interesse de modo ágil.

#### 4.2 Análise paramétrica

As duas tabelas a seguir apresentam um extrato contendo a quantidade de horas voadas e o peso de carga transportada pelo 1º/9º GAV para cada uma das vinte e quatro (24) Ordens Fragmentárias (OFRAG's<sup>15</sup>) realizadas para cada campanha distinta.

A amostra temporal selecionada foi limitada às operações desenvolvidas durante o período de 05/03/2023 a 11/05/2023 de modo contínuo, proporcionando assim a mesma condição meteorológica para as duas campanhas. Essa restrição temporal permitiu que fossem minimizados os eventuais efeitos sazonais e variações climáticas que pudessem afetar a consistência da pesquisa, portanto, garantir a constância nessa variável foi de suma importância para a precisão da análise.

Cabe ainda destacar que foi considerado o critério de peso da carga ao invés de volume de carga, uma vez que o primeiro critério sofre interferência direta da quantidade de combustível abastecida na aeronave, que por sua vez pode restringir ou inviabilizar as operações de pouso e decolagem na pista de SWUQ.

**Tabela 1** – Dados referentes às missões na Ação de Transporte Aéreo Logístico (continua)

Transporte Aéreo Logístico			
OFRAG	Peso da Carga (KG)	Data	Tempo de Voo

<sup>15</sup> OFRAG – Ordem Fragmentária, constitui no documento contendo os dados pertinentes a cada missão.

(continuação)

OFRAG	Peso da Carga (kg)	Data	Tempo de Voo
230925	2578	15/03/23	02:00
230925	2360	15/03/23	02:10
230952	2300	16/03/23	02:00
230981	3038	17/03/23	02:00
231023	3000	21/03/23	02:00
231054	3150	23/03/23	02:00
231094	3210	25/03/23	02:00
231100	3330	26/03/23	02:00
231129	3270	29/03/23	01:50
231136	2954	30/03/23	02:00
221163	2730	01/04/23	01:50
231181	2888	03/04/23	01:50
231192	2800	04/04/23	01:50
231210	2400	05/04/23	01:50
231281	2450	10/04/23	01:50
231288	2466	11/04/23	02:30
231315	3255	12/04/23	02:00
231324	738	13/04/23	02:00
231433	2750	19/04/23	02:10
231512	2640	26/04/23	02:00
231526	2640	27/04/23	02:10
231545	3000	28/04/23	02:10

(conclusão)

OFRAG	Peso da Carga (KG)	Data	Tempo de Voo
231718	2926	11/05/23	02:00
231718	2992	11/05/23	02:00
TOTAL	65865	TOTAL HORA	46:10

Fonte: O autor

**Tabela 2** – Dados referentes às missões na Ação de Ressuprimento Aéreo (continua)

Ressuprimento Aéreo			
OFRAG	Peso da Carga (kg)	Data	Tempo de Voo
230762	3184	05/03/23	02:00
230773	2576	06/03/23	02:30
230794	2496	07/03/23	02:00
230981	2352	17/03/23	02:30
230991	4032	18/03/23	02:30
231054	2464	23/03/23	02:10
231081	3330	24/03/23	02:30
231094	3510	25/03/23	02:30
231115	3870	28/03/23	02:20
231129	3870	29/03/23	02:30
231136	3870	30/03/23	02:30
221163	3820	01/04/23	02:30
231181	3820	03/04/23	02:25
231192	3920	04/04/23	02:20
231281	3718	10/04/23	02:30

(conclusão)

OFRAG	Peso da Carga (kg)	Data	Tempo de Voo
231288	3718	11/04/23	02:30
231315	3718	12/04/23	02:40
231324	3718	13/04/23	02:30
231365	3842	15/04/23	02:35
231455	3950	20/04/23	02:25
231512	3620	26/07/23	02:10
231526	3850	27/04/23	02:35
231545	3718	28/04/23	02:25
231572	3630	29/04/23	02:40
TOTAL	84596	TOTAL HORAS	58:15

Fonte: O autor

#### 4.2.1 Análise de produtividade

A fim calcular os índices relativos de eficiência de cada Ação de Força Aérea (Transporte Aéreo Logístico e Ressuprimento Aéreo), foi necessário antes calcular os coeficientes de produtividade de cada uma dessas Ações. Para esse objetivo, foi aplicada a expressão de Knight (1933) conforme desenvolvimento a seguir:

$$P = \frac{u1.y1 + u2.y2 + u3.y3 \dots}{v1.x1 + v2.x2 + v3.x3 \dots} = \frac{Ov}{Iv}$$

onde:

*u1*: Utilidade (coeficiente de importância) do *output* 1;

*y1*: Quantidade do *output* 1;

*v1*: Utilidade (coeficiente de importância) do *input* 1;

*x1*: Quantidade do *input* 1;

*Ov*: Output virtual;

*Iv*: Input virtual.

A fim de elaborar o cálculo, foi atribuído aos valores de peso de carga, apresentados nos quadros 1 e 2, o fator “quantidade de *output*”, enquanto os valores relativos ao esforço aéreo gasto em cada surtida ficou associado ao fator “quantidade de *input*”. Por se tratarem valores constantes foi aplicado o “coeficiente de importância” um (1) para todos os *outputs* e *inputs*. Desse modo, o Output virtual e o Input virtual correspondem diretamente à razão entre o somatório do peso total de carga e o somatório total do esforço aéreo gasto.

Assim, o cálculo de produtividade das missões realizadas na ação de Transporte Aéreo Logístico constantes na tabela 1 foi obtido por meio da expressão de Knight (1933):

$$P = \frac{1.(2578) + 1.(2360) + 1.(2300) \dots}{1.(2) + 1.(2,17) + 1.(2) \dots} = \frac{65865}{46,17} = 1.426,57$$

Para o cálculo da produtividade das missões realizadas na Ação de Ressuprimento Aéreo procedeu-se de modo análogo, sendo dessa vez utilizados os dados constantes na tabela 2:

$$P = \frac{1.(3184) + 1.(2576) + 1.(2496) \dots}{1.(2) + 1.(2,5) + 1.(2) \dots} = \frac{84596}{58,25} = 1.452,29$$

Comparando os dois índices de produtividade foi possível determinar que as missões executadas durante a campanha de Ressuprimento Aéreo obtiveram um índice de 1.452,29, o que confere uma taxa 1,8% maior do que aquela obtida na campanha de Transporte Aéreo Logístico.

#### 4.2.2 Análise de Eficiência

De acordo com Lovell (1993), a eficiência de uma unidade é calculada pela razão entre a produtividade média e a produtividade máxima obtida por aquela unidade, sendo sempre um valor compreendido entre 0 e 1, podendo assim ser expresso em termos percentuais.

Ao comparar as duas tabelas foi possível observar que a missão com melhor índice de produtividade ocorreu na OFRAG 23099 (tabela 2), onde foram deslocadas 4032 Kg de carga para um consumo de 02:30h de voo.

Desse modo, o índice de produtividade máxima relativa a essa missão, que corresponde ao “Pmax”, pode ser calculado utilizando-se a expressão de produtividade de Knight (1933):

$$P = \frac{u1.y1}{v1.x1} = \frac{4032}{2,5} = 1.612,8$$

De posse do índice de produtividade máxima, atingida na OFRAG 23099, aplicando a expressão de Lovell (1993), foi possível calcular os índices de eficiência das duas modalidades de emprego conforme a seguir:

$$Efic = \frac{P}{P_{max}}$$

onde:

P = Produtividade atual da DMU;

P<sub>max</sub> = Produtividade máxima que pode ser alcançada por essa DMU.

Eficiência (Transporte Aéreo Logístico)

$$Efic = \frac{P}{P_{max}} = \frac{1.426,57}{1.612,8} = 0,88$$

Eficiência (Ressuprimento Aéreo)

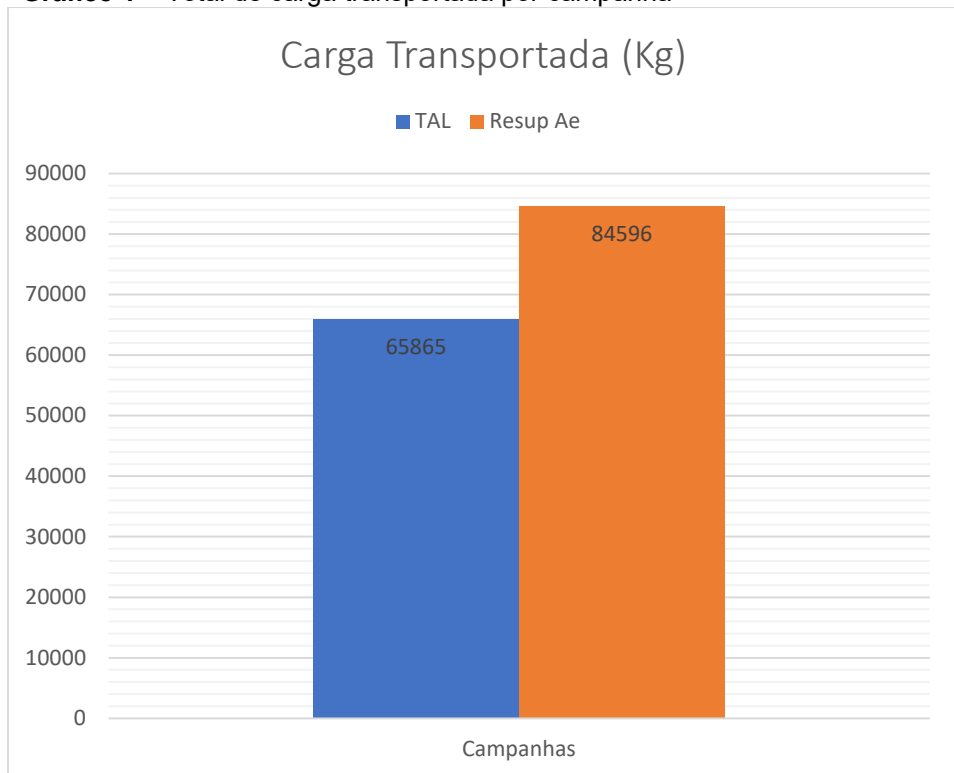
$$Efic = \frac{P}{P_{max}} = \frac{1.452,29}{1.612,8} = 0,90$$

### 4.3 Análise comparativa

Contrastando a tabela 1, que apresentou as vinte e quatro (24) missões executadas durante a campanha aérea no perfil de Transporte Aéreo Logístico, com a tabela 2, que por sua vez continha as mesmas informações associadas à campanha

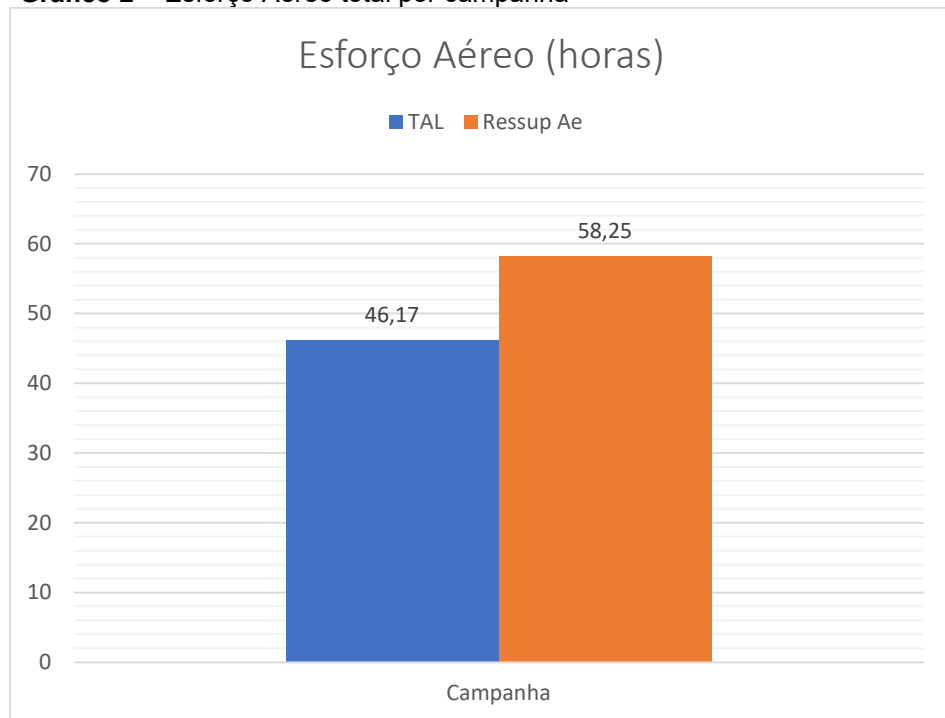
de Ressuprimento Aéreo, também constituída de vinte e quatro (24) missões distintas, foi possível constatar que, por meio da Ação de Ressuprimento Aéreo foi possível lançar em SWUQ um total de carga de 84.596 Kg, valor esse 22,14% maior do que aquele contabilizado nas missões desenvolvidas durante a campanha de Transporte Aéreo Logístico, que por sua vez culminou com o deslocamento de 65.865 Kg de carga para essa localidade durante o período.

**Gráfico 1** – Total de carga transportada por campanha



Fonte: O autor

Do mesmo modo, ainda referente à campanha de Ressuprimento Aéreo, houve o consumo do esforço aéreo correspondente a 58:15 horas de voo, valor que representa um gasto 20,73% superior em comparação ao total de 46:10 horas consumidas na campanha concorrente, tal acréscimo de horas voadas foi justificado pela necessidade do posicionamento e reposicionamento da aeronave no perfil de voo adequado para lançamento da carga no ponto planejado.

**Gráfico 2** – Esforço Aéreo total por campanha

**Fonte:** O autor

Da análise da produtividade, que por definição constitui o caminho para o cálculo da eficiência, e que no caso estudado representa a relação entre o peso da carga aérea transportada (*input*) em cada missão e o respectivo esforço aéreo alocado em horas (*output*), foi verificada uma vantagem de produtividade da ordem de 1,78% na Ação de Ressuprimento Aéreo. Ou seja, foi possível nessa modalidade deslocar mais peso de carga por hora de voo consumida.

A partir do cálculo de produtividade máxima ( $P_{max}$ ), que foi atingida na OFRAG 230991, e de posse dos índices de produtividade relativa de cada campanha, foi possível determinar, por meio da aplicação direta da expressão de Lovell (1993), o índice de Eficiência relativa de cada uma das Ações de Força Aérea envolvidas no estudo, sendo aferida uma vantagem percentual da ordem de **0,02%** Para a Ação de Ressuprimento Aéreo em relação à Ação concorrente.

Com base no resultado obtido, foi refutada a hipótese apresentada de que “o método de abastecimento logístico das localidades remotas, por meio da Ação de Ressuprimento aéreo, é mais eficiente do que o método correspondente à Ação de Transporte Aéreo Logístico”, uma vez que a comparação analítica das eficiências calculadas apontou para uma diferença de ordem de dois centésimos, valor irrelevante em termos de ganhos operacionais.

Mediante o exposto, foi atingido o objetivo geral da pesquisa que consistiu em “verificar como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota”, concluindo que, de acordo com o modelo analisado, a alternância dos métodos não implicou ganho significativo na eficiência logística.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente trabalho foi desenvolvido com o propósito de verificar como a substituição do Transporte Aéreo Logístico pelo Ressuprimento Aéreo afeta a eficiência do abastecimento logístico em uma localidade remota. Para isso, foi realizado um estudo de caso envolvendo as experiências coletadas junto ao 1º/9º GAV durante a campanha de transporte aéreo desenvolvida no primeiro semestre de 2023, por ocasião das missões desdobradas para o aeródromo de Surucucu, situado no município de Alto Alegre-RR.

A fim de colher os dados necessários ao desenvolvimento da pesquisa, foi remetida ao Esquadrão uma planilha eletrônica solicitando as informações pertinentes a cada missão realizada durante o período de estudo, contendo os registros de horas voadas, e carga deslocada em cada surtida de modo particular.

De posse do material necessário, foi procedida a tabulação e análise dos dados, sendo assim adotadas as ferramentas disponibilizadas por meio das técnicas para Análise por Envoltória de Dados, que propiciaram a aferição quantitativa dos índices de produtividade e eficiência.

A fim de balizar o entendimento do assunto, foram também exploradas as literaturas elencadas no referencial, que proveram suporte conceitual sobre os principais temas tratados neste estudo. Ainda nessa esteira, foram também apontadas as principais conceituações definidas em legislações específicas do Comando da Aeronáutica que versam sobre as Ações de Força Aérea aqui estudadas.

Na etapa referente aos cálculos paramétricos, foi inicialmente procedida a aferição dos valores correspondentes a produtividade em cada Ação de Força Aérea em particular, para isso foi utilizada a expressão de Knight (1933), obtendo-se 1.426,57 para ação Transporte Aéreo Logístico e 1.452,29 para a Ação Ressuprimento Aéreo. Em seguida, esses valores obtidos foram aplicados à equação de Lovell (1993), a fim de se obter os índices de eficiência, sendo assim aferido um

índice de 0,88% para a Ação de Transporte Aéreo Logístico e 0,90% para a Ação de Ressuprimento Aéreo.

Por derradeiro, visando atingir o Objetivo Geral proposto, foi realizada a análise comparativa dos dados entre as duas Ações, onde foi possível constatar que a diferença de eficiência entre as duas Ações, no contexto estudado, foi de apenas 0,02%, refutando assim a hipótese de que o método de abastecimento logístico nas localidades remotas, por meio da Ação de Ressuprimento Aéreo, é mais eficiente do que o método correspondente à Ação de Transporte Aéreo Logístico

A contribuição desse trabalho para a Força Aérea reside na possibilidade de fornecer um método prático para a aferição de eficiência operacional, promovendo dessa maneira melhor consciência situacional ao planejador da missão e favorecendo, além da otimização dos recursos, o incremento da agilidade e segurança durante as campanhas aéreas.

As limitações impostas à essa pesquisa se deram em virtude da recente implementação em larga escala da Ação de Ressuprimento Aéreo em Operações Militares na FAB, que acarretou na necessidade de estudos e Avaliações Operacionais ainda em evolução, que poderão aumentar a capacidade dessa Ação caso haja possibilidade de aperfeiçoamento das táticas e equipamentos associados à missão.

Tendo em vista a extensa gama de oportunidades que o tema eficiência possibilita, sugere-se para futuros estudos sobre esse tema ampliar essa pesquisa para outros espectros além do logístico, explorando também, dentro de estudos de caso específicos, a eficiência relacionada à economia financeira ou a segurança de voo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.R.; MARIANO, E.B.; REBELATTO, D.A.N. **Análise Por Envoltória De Dados - Evolução E Possibilidades De Aplicação**. IX SIMPOI - Simpósio de Administração de Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, 2006, Anais.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretriz do Comando da Aeronáutica – DCA: **DCA1-1 - Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira**. Brasília, DF, 2020.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. **Measuring the Efficiency of Decision Making Units**. European Journal of Operational Research, 1978.
- FERREIRA, A.A. ; REIS A.C. F. ; PEREIRA M. I. **Gestão Empresarial: de Taylor aos nossos dias – evolução e tendências da moderna administração de empresas**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Quinta edição. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2010.
- KASSAI, S. **Utilização da análise por envoltórias de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. Tese (doutorado) Faculdade de Economia e Arquitetura - FEA - da USP. São Paulo, 2002.
- KNIGHT, F.H. **Risk, uncertainty, and profit**. Boston: Houghton Mifflin Company, 1933.
- LINS, M. P. E. ; MEZA, L. A. **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2000.
- LOVELL, C. A. K. **Productions frontiers and productive efficiency. In The Measurement of Productive Efficiency. Techniques and applications**. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993.
- MARCONI, M. A.; LAKATUS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. Sexta edição. São Paulo: Atlas, 2005.
- MELLO J. C. B. S. et. al. **Curso de análise de Envoltória de Dados**. In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, Gramado, Anais, 2005.
- PHELAN, T. M. **The Impact of Effectiveness and Efficiency on Project Success**. In: International Conference on Management of Engineering and Technology, Portland, 2005.