

# Decisão Estratégica e Complexidade: Aplicação da Soft Systems Methodology (SSM) na Aquisição de Aeronaves para a Força Aérea

Mario Viscardi<sup>1</sup>, Ana Carolina S. Zeferino<sup>2</sup>, Enéas de S. Freitas<sup>1</sup>, Angelo Passaro<sup>1</sup>, Níssia C. R. Bergiante<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro/RJ – Brasil

**Resumo** – A evolução das estratégias de defesa aérea e a complexidade dos cenários de combate, como o combate além do alcance visual (BVR), impulsionam o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) e o uso de simulações avançadas. Para acompanhar essa evolução, a Força Aérea Brasileira (FAB) utiliza o Ambiente de Simulação Aeroespacial (ASA) para aprimorar suas decisões. No entanto, essa ferramenta não abrange toda complexidade do sistema envolvido. Nesse contexto, a *Soft Systems Methodology* (SSM), dentro dos métodos da Pesquisa Operacional *Soft*, se destaca por estruturar a análise e suporte à decisão em cenários complexos. Este estudo explora a aplicação da SSM na aquisição de aeronaves de combate para a FAB, conciliando interesses diversos e suportando a FAB em uma análise estratégica. A aplicação permitiu identificar sistemas relevantes à decisão, organizando variáveis de maneira a facilitar o diálogo entre *stakeholders* e a proposição de ações.

**Palavras-Chave** – Pesquisa Operacional, SSM, Análise e Suporte a Decisão Estratégica.

## I. INTRODUÇÃO

A evolução das estratégias de defesa aérea tem sido marcada pela adoção de tecnologias avançadas necessárias para impedir a operação eficaz de forças adversárias em campos de batalha [1]. A complexidade dos cenários de combate foi ampliada pela viabilização do combate além do alcance visual, do inglês *Beyond Visual Range* (BVR), em que a identificação dos oponentes é substituída pela dependência de sensores e sistemas de radar.

Essa e outras mudanças de cenário impõem a adoção de novas estratégias de planejamento. O Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) é implementado para estruturar as forças armadas de forma a maximizar eficiência diante de incertezas e restrições de recursos, focando em alcançar objetivos estratégicos e políticos [2]. Esse método envolve avaliações das capacidades militares em diversos cenários potenciais, utilizando-se de modelos preditivos, estimativas de especialistas e simulações computacionais para prever condições futuras e auxiliar na decisão sobre a aquisição de novos equipamentos [3].

As simulações são fundamentais para modelar cenários complexos e facilitar análises detalhadas sem os elevados custos de testes reais [4]. Sob este prisma a Força Aérea Brasileira (FAB) desenvolve o Ambiente de Simulação Aeroespacial (ASA) para aprimorar a sua própria

capacidade de avaliação e decisão [4].

No entanto, a tomada de decisão na aquisição de equipamentos de defesa envolve mais do que a simples análise da eficácia direta no combate [5], [6]. É necessário considerar os custos de manutenção, o desenvolvimento operacional do equipamento e as intenções políticas do escalão superior, influenciando escolhas estratégicas [7]. A análise e tomada de decisão são complexas devido aos múltiplos *stakeholders* com interesses divergentes.

A *Soft Systems Methodology* (SSM), desenvolvida por Peter Checkland [8], é uma das abordagens para enfrentar essa complexidade, possibilitando a estruturação da análise e o suporte à decisão. Essa metodologia permite uma modelagem mais precisa das necessidades e dos processos organizacionais, promovendo a integração de novas tecnologias e a melhoria contínua dos processos decisórios [9], [10]. A SSM aborda problemas com componentes humanos e sociais, inadequados para soluções quantitativas diretas [8]. Zhong [11] propõe uma decisão baseada na abordagem iterativa e participativa, compreendendo as diferentes percepções dos *stakeholders* e buscando melhorias situacionais. Georgiou [9] reconfigurou a SSM em três etapas essenciais, ajustando-a a ambientes que exigem rapidez na decisão.

Este trabalho visa explorar a aplicação da SSM no contexto da aquisição de aeronaves para a FAB, destacando como essa metodologia pode ser utilizada para conciliar os diversos interesses dos diferentes *stakeholders*, podendo contribuir para suportar uma análise e decisão estratégica mais fundamentada.

## II. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo revisa as bases teóricas e metodologias relevantes neste estudo, destacando a SSM como uma ferramenta eficaz para abordar problemas complexos com múltiplos *stakeholders*.

### A. Métodos de Estruturação de Problemas

Os Métodos de Estruturação de Problemas (PSM, do inglês *Problem Structuring Methods*) surgem como uma abordagem alternativa aos métodos convencionais de Pesquisa Operacional, que se baseiam predominantemente em modelos matemáticos [12], [13].

Os problemas abordados pelos PSM são tipicamente não estruturados e se caracterizam pela presença de múltiplos atores ou perspectivas, conflitos de interesses e elementos de incerteza. Françaço e Belderrain [12] e Rebouças et al. [14] destacam que cada PSM deve ser capaz de:

- a. Integrar diversas perspectivas e alternativas, para que elas sejam consideradas em conjunto;
  - b. Ser acessível cognitivamente para indivíduos de diferentes origens e sem especialização técnica avançada, facilitando assim um processo participativo na estruturação de problemas;
  - c. Funcionar de maneira iterativa, adaptando-se continuamente para refletir as mudanças no entendimento e na discussão do problema entre os envolvidos;
  - d. Identificar e comprometer-se com melhorias locais ou parciais, ao invés de buscar uma solução única e global, o que exigiria a unificação de todos os interesses envolvidos.
2. Identificação de mudanças desejáveis (transformações): são geradas as transformações desejadas, refletindo as diferentes perspectivas dos *stakeholders*;
  3. Delinear e debater modelos para operacionalizar as transformações (planejamento sistêmico): nesta etapa as transformações são contextualizadas no que se chama de CATWOE (*Customer – Actors – Transformation – Weltanschauung – Owners – Environment*), seguido de uma declaração de intenção na forma de uma definição raiz. Com base no CATWOE e na definição raiz, um sistema de atividades humanas (HAS) é projetado para guiar as ações visando atingir os resultados das transformações.

Dentre os PSMs, a SSM se apresenta como uma ferramenta capaz de abordar a complexidade de integração de sistemas humanos e tecnológicos em cenários de defesa, onde múltiplas variáveis operacionais, logísticas e financeiras interagem dentro de limitações tecnológicas e orçamentárias [8]. Essa metodologia facilita o desenvolvimento de modelos de atividades propositais, ajustados de maneira iterativa e participativa para incluir todas as partes interessadas relevantes, melhorando a tomada de decisão estratégica dentro da FAB. O processo permite a organização de planos sistêmicos que facilitam a transição de um estado atual indesejado para um estado desejável. Este é o método que será particularmente enfatizado e explorado neste trabalho.

#### B. *Soft Systems Methodology - SSM*

A SSM, criada por Peter Checkland [8], é uma abordagem da Pesquisa Operacional e Gestão de Sistemas, desenvolvida para lidar com desafios organizacionais complexos que não são adequados para métodos tradicionais. A SSM se destaca por sua capacidade de abordar problemas que envolvem interações humanas e componentes sociais, elementos que frequentemente dificultam a aplicação de soluções matemáticas ou otimizadas. Ao invés de focar em respostas precisas, a SSM busca melhorar as situações problemáticas, integrando as diferentes perspectivas e interações dos *stakeholders* envolvidos. Entre os conceitos inovadores introduzidos pela SSM estão os Modelos Conceituais de Atividades e a Aprendizagem Iterativa, que permitem uma abordagem mais flexível e adaptativa aos problemas complexos.

Georgiou [9] apresenta uma reconfiguração da SSM, condensando as ideias de Checkland [8] em apenas três etapas, facilitando o processo pedagógico e tornando a sua aplicação mais compreensível e adaptável, especialmente em situações nas quais os sete estágios originais podem ser excessivamente complexos ou demorados. As três etapas são:

1. Identificação e análise da situação problemática: consiste na compreensão inicial do problema, envolvendo a coleta de dados e a identificação dos *stakeholders* e suas perspectivas. Esse processo permite a criação da Figura Rica, uma ferramenta distintiva da SSM que oferece uma representação visual das interações e relações da problemática.

O modelo de Georgiou [9] mantém a essência da SSM, assegurando que os problemas complexos sejam abordados de forma sistemática e abrangente, de forma mais objetiva.

O CATWOE é um conceito central proposto por Georgiou [9], pois ajuda a entender e estruturar a situação problemática em questão, sendo que seu acrônimo é detalhado abaixo:

1. C - *Customers*: Beneficiários ou aqueles afetados pelo sistema ou situação.
2. A - *Actors*: Aqueles que estão envolvidos na execução das transformações ou atividades.
3. T - *Transformation*: A mudança ou transformação que ocorre, geralmente representada como uma conversão de uma entrada em uma saída.
4. W - *Weltanschauung*: A visão de mundo ou a perspectiva que fornece o contexto e a justificativa para a transformação.
5. O - *Owners*: Aqueles que têm o poder de iniciar ou interromper uma atividade ou transformação.
6. E - *Environment*: As restrições ou condições sob as quais a transformação ocorre.

O método CATWOE é usado para entender e modelar sistemas, fornecendo uma estrutura para identificar os envolvidos, as atividades, os processos de transformação, sua importância, quem tem poder sobre eles e o contexto. Georgiou [9] destaca a importância da "Definição Raiz" no CATWOE, por ser uma declaração integrativa que descreve o propósito do sistema em consideração.

Por sua vez, o HAS é entendido por Georgiou [15] como representações simplificadas de sistemas complexos, que realizam as transformações. Esses modelos apresentam uma organização lógica e incluem atividades necessárias para a transformação, permitindo que se identifique formas de organizar as atividades para alcançar os resultados desejados, através de diretrizes técnicas específicas para garantir a viabilidade e eficácia da transformação.

Outro conceito relevante é o de Supersistemas, o qual se caracteriza como uma extensão dos HAS e conecta todos os HAS individuais, assegurando que as atividades em diferentes áreas estejam alinhadas e coesas. Essa abordagem é essencial para integrar ambientes complexos, onde múltiplas transformações devem ser coordenadas de maneira sistêmica. O Supersistema mantém o foco nos objetivos gerais, evitando a fragmentação e garantindo que

as diferentes partes do sistema trabalhem em harmonia para alcançar os objetivos desejados.

### III. METODOLOGIA

A metodologia empreendida seguiu as etapas da SSM de Georgiou [15]:

- Etapa 1: identificação e análise da situação problemática, resultando na Figura Rica que capta as conexões e perspectivas dos diferentes *stakeholders*.
- Etapa 2: desenvolvimento de modelos conceituais e comparação com a situação real, permitindo estabelecer as transformações necessárias que levem ao estado desejado;
- Etapa 3: proposição de mudanças e ações para que as transformações, identificadas na etapa 2, sejam implementadas;
- Etapa 4: construção do Supersistema, promovendo assim a definição e conexão das HASs com suas respectivas transformações, além de promover mecanismos de harmonização da comunicação entre os *stakeholders*.

Para que cada etapa fosse realizada, foram realizadas reuniões presenciais não estruturadas com membros dos grupos técnicos da FAB e reuniões em formato remoto, com os assessores das autoridades governamentais, o ex-secretário da presidência da República e representantes do Gabinete do Ministério da Defesa.

### IV. A APLICAÇÃO DA SSM PARA A AVALIAÇÃO DOS MEIOS AÉREOS

Este capítulo aborda a aplicação da SSM na aquisição de aeronaves pela FAB, envolvendo identificação da situação, desenvolvimento de modelos e alinhamento estratégico das transformações.

#### A. Identificação e Análise da Situação Problemática

A situação problemática envolve a necessidade de aquisição de aeronaves de combate que atendam às demandas operacionais, logísticas e financeiras da FAB, dentro de um contexto de restrições orçamentárias e expectativas diversas dos *stakeholders*. Para o problema em questão a Figura Rica segue apresentada na Fig. 1.



Fig. 1. Figura Rica - Avaliação da Aquisição de Aeronaves de Defesa.

A descrição formalizada visa capturar a essência da Figura Rica em uma linguagem adequada, mantendo-se

fiel à abordagem SSM de Peter Checkland [8]. A Fig. 1 apresenta um panorama do embate de interesses na aquisição de uma nova aeronave de defesa para o Brasil.

No atual cenário político e socioeconômico, a decisão de adquirir aeronaves de combate para a FAB reflete uma resposta crítica às tensões internacionais e às ameaças à soberania nacional. Sob a liderança do presidente eleito no período, cujo mandato coincide com desafios crescentes de segurança tanto no âmbito nacional quanto internacional, a urgência desta aquisição se acentua. O processo decisório envolve diversas partes interessadas iniciando por políticos de alto escalão, como o ministro da Defesa, que detém autoridade significativa sobre questões técnicas e estratégicas, passando pelos técnicos e analistas, seguindo até os cidadãos, cada vez mais ativos pelas mídias sociais, desempenhando um papel importante na opinião pública.

Estes *stakeholders* estão imersos em um ambiente caracterizado por um complexo "cabo-de-guerra" entre as limitações orçamentárias e as necessidades operacionais e logísticas da Força Aérea. Dentro da equipe técnica e os analistas, composta pelos militares da FAB, o debate também ganha intensidade. Os membros do Comando de Preparo (COMPREP) defendem a aquisição de aeronaves multimissão de alta capacidade para uma cobertura de defesa nacional ampla, o Comando Geral de Apoio (COMGAP) foca na sustentabilidade logística e na disponibilidade de peças, essenciais para a manutenção de longo prazo das aeronaves. Contribuindo para esta discussão, cientistas fornecem análises técnicas baseadas em simulações, avaliando as variáveis que impactam a eficácia das diversas opções de aeronaves disponíveis.

Dentro deste quadro, a tomada de decisão é profundamente influenciada pelas dinâmicas de poder e pela capacidade de cada grupo de exercer sua influência sobre o resultado final. Este processo sublinha a importância de uma análise metódica baseada no modelo SSM. Uma análise detalhada é essencial para alcançar uma decisão equilibrada e estratégica para assegurar a transparência e a aceitação pública dessa decisão.

#### B. Desenvolvimento de Modelos Conceituais e Comparação com a Situação Real

O objetivo deste estudo é identificar a aeronave de caça mais adequada para o fortalecimento da defesa aérea do Brasil, garantindo a proteção da população e equilibrando custo e desempenho. Foram estabelecidos objetivos claros para as transformações necessárias, conforme as considerações de Georgiou [15] sobre entradas e saídas das transformações. Essas transformações, detalhadas na Tabela I, seguem as quatro regras de Georgiou [15] e são consideradas alcançáveis, pertinentes, apoiadas por todos os agentes envolvidos, alinhadas aos objetivos e à cultura organizacional.

TABELA I. TRANSFORMAÇÕES IDENTIFICADAS.

	<i>Entradas:</i>	<i>Saídas:</i>
T1	Indefinição das capacidades pretendidas de uma aeronave de caça ideal.	Definição das capacidades para se cumprir o objetivo pretendido.
T2	Incerteza do simulador em representar a realidade.	Definição clara dos limites do simulador.
T3	Dúvida e incompreensão do cenário de defesa pretendido.	Definição clara do cenário a ser defendido pela FAB.

T4	Incerteza da capacidade de ressurgimento logístico para a manutenção.	Definição de mínimos para uma manutenção eficaz.
T5	Indefinição clara do escopo de uso da aeronave.	Definição clara do escopo.
T6	Divergências internas sobre a seleção de aeronaves.	Consenso estratégico na escolha.
T7	Limitações orçamentárias.	Otimização de recursos financeiros.

### C. Identificação de Mudanças Desejáveis e Ações para Transformação

As transformações são fundamentais para assegurar uma tomada de decisão informada e alinhada, equilibrando as diversas necessidades operacionais, logísticas e financeiras da FAB, enquanto respeitam as limitações e exploram as oportunidades no cenário de defesa aérea brasileiro. Cada transformação exige uma análise cuidadosa dentro do quadro CATWOE para garantir que todos os aspectos relevantes sejam considerados. Esse processo de análise e planejamento visa a garantir que a solução escolhida atenda não apenas às necessidades imediatas de defesa aérea, mas também seja viável e sustentável dentro do contexto mais amplo das capacidades e limitações do país. A Tabela II apresenta as transformações propostas e suas respectivas definições raiz dentro do contexto CATWOE.

TABELA II. TRANSFORMAÇÕES, CATWOE E DEFINIÇÃO RAIZ.

<i>Transformação</i>	<i>CATWOE</i>	<i>Definição raiz</i>
T1. Definição das capacidades para se cumprir o objetivo pretendido.	(C): Governo, Força Aérea, Cidadãos. (A): Piloto, analistas operacional e logístico da Força Aérea, cientistas operadores do simulador. (T): definição das capacidades de uma aeronave de caça ideal. (W): análise das opções de aeronaves de caça no mercado que atendam o objetivo pretendido. (O): Comandante da FAB. (E): Orçamento, capacidade logística para a manutenção, transferência de tecnologia, infraestrutura aeroportuária.	Um sistema que envolve o governo, a FAB e cidadãos, operado por pilotos, analistas logísticos e operacionais, cientistas, com o objetivo de definir as capacidades de uma aeronave de caça. Este sistema é orientado pela análise de opções de aeronaves existentes no mercado atual visando o objetivo pretendido, maximizar a eficácia da aquisição dentro das restrições orçamentárias, logísticas e tecnológicas, sob a liderança do Comandante da FAB.
T2. Definição clara dos limites do simulador.	(C): Governo e analistas da FAB. (A): Cientistas operadores do simulador. (T): definição clara dos limites do simulador (W): Em um cenário bélico, há uma grande quantidade de variáveis, o que exige a definição clara do que deve ser mantido constante e do que deve variar. O simulador imita a realidade, mas não a representa em sua totalidade, sendo	O sistema é gerido pelo governo e analistas da FAB, com a participação de cientistas para estabelecer os limites e capacidades do simulador. Ele é fundamentado na necessidade de compreender as limitações da simulação de cenários de combate, assegurando a identificação das

<i>Transformação</i>	<i>CATWOE</i>	<i>Definição raiz</i>
	necessário explicitar os pontos limitantes da simulação. (O): Comandante da FAB. (E): Orçamento, sigilo de estado, limites do simulador.	variáveis controladas e a interpretação dos resultados, levando em conta os limites tecnológicos, as restrições orçamentárias e o sigilo de estado.
T3. Definição clara do cenário a ser defendido pela Força Aérea.	(C): Governo, forças armadas e cidadãos do país. (A): Comandantes militares, cientistas operadores do simulador. (T): Definição clara do cenário a ser defendido pela Força Aérea. (W): Para um país de dimensões continentais o orçamento para defesa de um ponto sensível é muito diferente de um orçamento para a defesa da fronteira ou de todo território nacional. (O): Ministro da defesa. (E): Orçamento, acordos internacionais, capacidade industrial, capacidade logística para a manutenção, transferência de tecnologia, infraestrutura aeroportuária.	Um sistema que envolve o governo, as forças armadas e os cidadãos, com decisores governamentais, comandantes militares e cientistas operadores de simuladores, trabalhando juntos para definir claramente o cenário de defesa aérea a ser protegido pela FAB. Este sistema busca estabelecer um escopo de defesa realista e viável, considerando as dimensões do país e as diversas restrições, sob a direção do Ministro da Defesa.
T4. Definição de mínimos para uma manutenção eficaz.	(C): FAB, técnicos de manutenção. (A): Analistas logísticos, fornecedores de materiais aeronáuticos. (T): Melhoria na disponibilidade de recursos para manutenção. (W): Eficiência logística é vital para a prontidão operacional. (O): Comandante do COMGAP. (E): Disponibilidade de fornecedor e orçamento.	Um sistema operado pelo COMGAP e pelos fornecedores de peças, visando estabelecer padrões mínimos de manutenção para garantir a prontidão operacional das aeronaves, dentro das limitações orçamentárias e de mercado.
T5. Definição clara do escopo de uso da aeronave.	(C): Governo, forças armadas, cidadãos. (A): Pilotos, analistas operacionais, cientistas de simulação. (T): Especificação clara do escopo de uso das aeronaves de combate, abrangendo as missões que elas devem desempenhar, garantindo alinhamento com a estratégias e políticas de defesa nacional. (W): Missões diversificadas requerem uma definição clara do escopo das aeronaves para equilibrar a flexibilidade operacional com as capacidades tecnológicas desejadas. Esse equilíbrio visa que a FAB mantenha uma resposta eficaz em diferentes cenários.	Um sistema operado por analistas operacionais, cientistas e pilotos, que define o escopo de uso das aeronaves de combate para garantir alinhamento com as estratégias de defesa nacional, equilibrando flexibilidade operacional e capacidades tecnológicas, sob a liderança do Comandante do COMPREP, dentro das restrições financeiras, tecnológicas e geopolíticas.

Transformação	CATWOE	Definição raiz
	(O): Comandante do COMPREP. (E): Restrições financeiras, tecnológicas e geopolíticas.	
T6. Consenso estratégico na escolha.	(C): Comandante da FAB, governo. (A): Analistas operacionais, logísticos e científicos. (T): Alinhamento e consenso na escolha da aeronave. (W): A escolha unificada fortalece a defesa nacional. (O): Ministro da Defesa. (E): Diferenças de opinião, restrições orçamentárias.	Um sistema coordenado pelo Ministro da Defesa e pelo Comandante da FAB, onde analistas diversos colaboram para alcançar um consenso na escolha de aeronaves, reforçando a unidade estratégica e a eficiência defensiva do país.
T7. Otimização de recursos financeiros.	(C): Governo, FAB. (A): Comandante da FAB, autoridades governamentais. (T): Melhor alocação e uso de fundos para defesa aérea. (W): Eficiência financeira é crucial em defesa. (O): Presidente da República. (E): Orçamento nacional, outras necessidades nacionais.	Um sistema operado pelo Comandante da FAB e autoridades governamentais, que otimiza a eficiência financeira, sob a supervisão do Presidente da República, dentro das restrições do orçamento, cumprindo com as demais necessidades do país.

A abordagem da SSM para a aquisição de aeronaves de combate para a FAB envolve a identificação de HAS para cada transformação. Cada HAS representa um conjunto de atividades inter-relacionadas necessárias para alcançar as mudanças desejadas. As HAS correspondentes a cada uma das transformações propostas são descritas a seguir:

(A) HAS para T1: Este sistema envolve atividades de pesquisa e desenvolvimento, análise técnica e consulta com especialistas em aeronáutica. As atividades incluem coleta de dados sobre aeronaves disponíveis no mercado, avaliação de suas capacidades técnicas (autonomia, armamento, velocidade), e alinhamento dessas capacidades com as necessidades operacionais da FAB.

(B) HAS para T2: Inclui atividades de validação e verificação do software de simulação, ajuste de parâmetros de simulação e análise crítica dos resultados obtidos. Este sistema também envolve a colaboração entre desenvolvedores de software, especialistas em simulação e analistas militares para garantir que os limites do simulador sejam claramente definidos e compreendidos.

(C) HAS para T3: Este sistema abrange atividades de análise de cenários de defesa, consulta com estrategistas militares e decisores políticos, e planejamento de defesa nacional. Envolve a determinação de áreas geográficas prioritárias para defesa aérea e a avaliação de ameaças.

(D) HAS para T4: Engloba atividades de gestão logística, incluindo análise das facilidades na padronização da frota da FAB, previsão de necessidades de manutenção, gestão de inventário de peças de reposição e coordenação com fornecedores. Este sistema visa garantir a eficiência da manutenção das aeronaves.

(E) HAS para T5: Inclui a definição de papéis operacionais das aeronaves, como ataque, defesa,

reconhecimento. Este sistema envolve a colaboração entre comandantes militares, pilotos e analistas para determinar as funções operacionais mais adequadas para as aeronaves dentro do contexto de defesa nacional.

(F) HAS para T6: Este sistema envolve atividades de negociação, discussão e colaboração entre diferentes departamentos e *stakeholders* da FAB e do governo. O objetivo é chegar a um consenso estratégico na seleção de aeronaves que satisfaça as diversas necessidades.

(G) HAS para T7: Abrange a gestão financeira, planejamento orçamentário e alocação de recursos para a aquisição e manutenção das aeronaves. Este sistema envolve a cooperação entre o Ministério da Economia, o Ministério da Defesa e a FAB para otimizar o uso dos recursos financeiros disponíveis, equilibrando as demandas de defesa com outras necessidades nacionais.

O Supersistema na aquisição de aeronaves de combate pela FAB é um arranjo complexo que integra processos, atividades e uma variedade de *stakeholders*, todos empenhados em um objetivo comum: selecionar de forma eficiente e estratégica aeronaves que atendam às necessidades de defesa aérea do Brasil, levando em conta as limitações orçamentárias, operacionais e tecnológicas, conforme Fig. 2. Este sistema é composto pelas HAS's, correspondentes a cada uma das sete transformações identificadas, que vão desde a definição técnica das aeronaves até a otimização dos recursos financeiros.

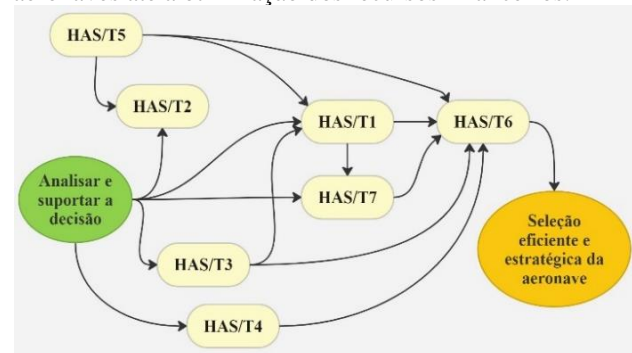


Fig. 2. Supersistema proposto – atividades interrelacionadas para seleção eficiente e estratégica da aeronave de combate.

Uma das funções críticas do Supersistema é a integração e coordenação das atividades de cada HAS, assegurando que as decisões em um sistema estejam em consonância com os objetivos gerais da FAB e do país. O funcionamento do Supersistema é caracterizado por uma integração estratégica, onde cada HAS contribui para o objetivo global de adquirir aeronaves de combate adequadas, considerando todos os aspectos técnicos, logísticos, financeiros e estratégicos. Nesse sentido, é relevante destacar alguns pontos sobre o uso e o valor do Supersistema:

- Oferece uma integração estratégica: o Supersistema adota uma abordagem holística, onde cada subsistema contribui para a meta geral de adquirir aeronaves adequadas, abrangendo considerações técnicas, logísticas, financeiras e estratégicas.
- É um processo iterativo e adaptativo: o sistema é flexível e se adapta a mudanças no ambiente geopolítico e tecnológico, permitindo reavaliações contínuas das necessidades da FAB.



- Promove e facilita o diálogo entre *stakeholders*: facilita a comunicação entre os diversos *stakeholders*, buscando um consenso que reflita um equilíbrio entre necessidades operacionais, restrições orçamentárias e interesses nacionais.
- Permite avaliação e retroalimentação contínua.
- Promove uma avaliação constante do progresso e ajustes no processo de tomada de decisão.

Essa abordagem integrada pode oferecer à FAB uma posição favorável para tomar decisões informadas que equilibram eficácia operacional e responsabilidade fiscal, alinhando a aquisição de equipamentos de defesa com os objetivos estratégicos de longo prazo do Brasil. O sucesso do Supersistema depende da colaboração efetiva entre todos os envolvidos e da capacidade de adaptar-se às dinâmicas e desafios do ambiente global de defesa. Nesse contexto, a implementação de critérios de controle no Supersistema é projetada para monitorar e avaliar a progressão das atividades e garantir a conformidade com os objetivos estratégicos estabelecidos. Esses critérios são configurados para abordar especificamente os processos e seus resultados, os recursos utilizados, e como cada transformação contribui ou afeta a estratégia geral da qual faz parte.

Para efetivar esses critérios de controle, seria necessário estabelecer um sistema de *feedback* que inclua avaliações regulares dos resultados contra as metas pré-estabelecidas, garantindo que as atividades se alinhem com as responsabilidades sociais e as expectativas culturais da organização. Isso envolveria a utilização de indicadores quantitativos e qualitativos que permitiriam uma análise contínua da eficácia, eficiência e ética das operações em curso. Além disso, a flexibilidade do sistema de controle deve permitir ajustes e melhorias em tempo real, baseando-se nas avaliações periódicas e nas mudanças no cenário operacional e estratégico. Dessa forma, o Supersistema poderia responder dinamicamente às necessidades da FAB, garantindo a realização dos objetivos estratégicos e a adequação das soluções adotadas ao ambiente de defesa em constante mudança.

## V. CONCLUSÃO

A aquisição de aeronaves de combate pela FAB transcende a simples seleção de equipamentos, configurando-se como uma questão estratégica com repercussões na soberania e segurança nacional. Nesse contexto, a SSM demonstrou eficácia na estruturação e análise do processo decisório, revelando a complexidade da rede de *stakeholders* e a necessidade de equilibrar aspectos operacionais, logísticos, financeiros e estratégicos. A metodologia organiza essas variáveis de forma a facilitar o diálogo e a coordenação entre os envolvidos.

A SSM também contribuiu para a identificação de áreas que requerem consenso entre os *stakeholders*, estabelecendo objetivos claros, definindo transformações necessárias e estruturando as conexões entre os HAS de maneira lógica. Isso sugere que a FAB poderia considerar a adoção dessa metodologia em futuras aquisições de aeronaves, visando fortalecer a defesa do Brasil.

Entretanto, a implementação dessa abordagem sistêmica pode enfrentar desafios devido à complexidade

em alinhar as diferentes perspectivas dos envolvidos. Embora o estudo tenha se concentrado no contexto da FAB, ele destaca a utilidade da SSM para organizar a tomada de decisões em cenários complexos.

Sugere-se, para pesquisas futuras, o desenvolvimento de indicadores específicos para monitorar e avaliar a implementação das transformações propostas, além da criação de um sistema de feedback contínuo para fortalecer a análise das operações. Recomenda-se também a investigação da combinação da SSM com outras metodologias em uma abordagem multimetodológica, especialmente em contextos de defesa com cooperação internacional, para explorar novas possibilidades de aplicação e colaboração entre diferentes atores.

## REFERÊNCIAS

- [1] J. P. A. Dantas, A. N. Costa, D. Geraldo, M. R. O. A. Maximo, and T. Yoneyama, "Engagement decision support for beyond visual range air combat", 2021 Latin American Robotics Symposium, 2021 Brazilian Symposium on Robotics, and 2021 Workshop on Robotics in Education, LARS-SBR-WRE 2021, pp. 96–101, 2021.
- [2] B. Taylor and D. Wood, "Guide to capability-based planning", Analytical Support to Defence Transformation: The Rto Studies, Analysis and Simulation Panel, 2005.
- [3] A. R. Kuroswiski, F. L. L. Medeiros, M. M. De Marchi, and A. Passaro, "Beyond visual range air combat simulations: validation methods and analysis using agent-based models", The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, Nov. 2023.
- [4] J. P. A. Dantas, D. Geraldo, A. N. Costa, M. R. O. A. Maximo, and T. Yoneyama, "ASA-SimaaS: Advancing Digital Transformation through Simulation Services in the Brazilian Air Force", in XXV Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa - SIGE, 2023.
- [5] M. J. Alexander, "Using organizational systems theory to improve defense acquisition and warfighter requirements". US Department of the Navy, MONTEREY, Dec. 2007.
- [6] J. Kangaspunta, J. Liesiö, and A. Salo, "Cost-efficiency analysis of weapon system portfolios", Eur J Oper Res, vol. 223, no. 1, pp. 264–275, Nov. 2012, doi: 10.1016/J.EJOR.2012.05.042.
- [7] R. A. Bitzinger, "A new arms race? Explaining recent southeast asian military acquisitions", Contemporary Southeast Asia: A Journal of International and Strategic Affairs, vol. 32, no. 1, pp. 50–69, 2010, doi: 10.1355/cs32-1c.
- [8] P. Checkland, "Soft Systems Methodology: a thirty year retrospective.", Systems Research and Behavioural Scientist, 2000.
- [9] I. Georgiou, "Unravelling soft systems methodology", International Journal of Economics and Business Research, Inderscience Enterprises Ltd, vol. 9(4), pages 415-436. 2015.
- [10] D. Roman, "Soft systems methodology in the e-learning field of military design thinking", Conference proceedings of «eLearning and Software for Education» (eLSE), vol. 17, no. 01, 2021.
- [11] Y. Zhong, "Soft Systems Methodology based on decision making knowledge integration", 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2007, pp. 5728–5731, 2007, doi: 10.1109/WICOM.2007.1405.
- [12] R. V. Françaço e M. C. N. Belderrain, "Inclusão de estudantes com necessidades educacionais específicas: um caminho estruturado para mudanças", Olhar de Professor, vol. 22, pp. 1–17, 2019.
- [13] M. F. Viscardi, A. Leandro De Castro, E. Luiz, F. Senne, e A. Passaro, "Better fit e busca tabu: Uma otimização para o apoio ao combate", XXV Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa - SIGE, 2023.
- [14] S. Rebouças, R. A. Scarpel, M. Carmen, N. Belderrain, e P. Chave, "Estruturação do problema de alocação de recursos durante a fase de resposta a desastres naturais utilizando o Pensamento Focado em Valor (VFT)", Spectrum:Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa, vol. 22, pp. 35–41, Sep. 2021.
- [15] I. Georgiou, "Managerial effectiveness from a system theoretical point of view", Systemic Practice and Action Research, vol. 19, no. 5, pp. 459, Oct. 2006.