

PROBLEMÁTICA DA REFORMA DE UM AERÓDROMO MILITAR: UMA APLICAÇÃO DA SSM E AHP

Gamaliel Victor de Andrade¹, Gabriel dos Santos Oliveira², Mischel Carmen Neyra Belderrain³, Amanda Cecília Simões da Silva⁴, Leila Abuabara⁵

Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, São José dos Campos, SP

gamalielvct@@fab.mil.br¹, goliveiragso@fab.mil.br², carmen@ita.br³,

amanda.acsimoes@gmail.com⁴, leila.abuabara@gmail.com⁵

RESUMO

A formação dos pilotos de combate da Força Aérea Brasileira (FAB) possui uma importante etapa realizada na Base Aérea de Natal (BANT). Porém, devido ao desgaste natural do revestimento das pistas de pouso e do pátio de operações da BANT, foi definido o início de um processo de reforma para este aeródromo. Esta reforma gera uma situação problemática devido à dificuldade de comunicação e integração das necessidades dos setores envolvidos, em especial as necessidades operacionais x necessidades técnicas. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo estruturar o problema, por meio da aplicação da *Soft Systems Methodology* (SSM), a fim de se obter uma visão sistêmica e holística da situação e subsidiar a confecção de um planejamento robusto para a reforma desse aeródromo. A aplicação da SSM possibilitou elencar um conjunto de ações a serem executadas, a fim de viabilizar as transformações necessárias. Além disso, foi selecionada uma dessas ações, a definição do cronograma de obras, para aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), de forma a obter a ordenação das alternativas para a sequência da reforma, contribuindo ainda mais para o planejamento da restauração do aeródromo.

PALAVRAS-CHAVE: Reforma de aeródromo, Formação de pilotos, Soft System Methodology (SSM), Analytic Hierarchy Process (AHP).

Tópicos (PO na área de Defesa, Apoio à Decisão Multicritério).

ABSTRACT

The formation of pilots of the Brazilian Air Force has an important stage held at the Natal Air Base. However, due to the natural wear and tear of the runway and operational patio of BANT, it was decided to start a repairing process for this airfield. This repair generates a problematic situation due to the difficulty of communication and integration of the needs of the sectors involved, especially the operational needs x technical needs. Therefore, the objective of this study is to structure the problem by applying the *Soft Systems Methodology* (SSM) in order to obtain a systemic and holistic view of the situation, and to support the elaboration of a robust plan for the renovation of this airfield. The application of the SSM made it possible to list a set of actions to be executed in order to enable the necessary transformations. Moreover, one of these actions, the definition of the schedule of the reform, was selected for application of the *Analytic Hierarchy Process* (AHP) method, in order to obtain the ranking of alternatives for the sequence of the renovation, further contributing to the planning of the airfield restoration.

KEYWORDS: Airfield reform, Formation of pilots, Soft System Methodology (SSM), Analytic Hierarchy Process (AHP).

Paper topics (OR in defense, Multicriteria decision support).

1. Introdução

A Força Aérea Brasileira (FAB) possui como missão institucional “Manter a Soberania do Espaço Aéreo e integrar o território nacional, com vistas à Defesa da pátria” [Brasil 2018]. Para garantir o cumprimento desta missão, a FAB desenvolve, diuturnamente, a formação dos seus pilotos de combate, que passam por um processo de treinamento intenso e com prazo exíguo.

Tal processo de formação possui a fase de especialização operacional sediada na Base Aérea de Natal (BANT), na qual o piloto formado com os conhecimentos gerais especializa-se nas aviações de caça, transporte, patrulha ou asas rotativas.

Porém, devido ao desgaste natural do revestimento das pistas de pouso e do pátio de operações da BANT, foi definido o início de um processo de reforma para este aeródromo, a fim de garantir a continuação na formação dos pilotos, bem como garantir a possibilidade deste aeródromo sediar exercícios nacionais ou internacionais.

Contudo, uma reforma profunda na pavimentação de um aeródromo com um volume de voos intensos e regulados, com prazos estritamente definidos e curtos, apresenta grandes incertezas e dificuldades envolvidas, em especial com relação a presença de *Foreign Object Debris* (F.O.D.) [Federal Aviation Administration (FAA) 2010], que abrange quaisquer materiais estranhos a área operacional de um aeródromo, como parafusos, latas, canetas e até mesmo detritos provenientes do desgaste do pavimento ou da execução das obras, os quais podem danificar uma aeronave. Além desse fator, é possível presumir que haja uma gama de outros aspectos envolvidos na questão da segurança de voo e, também, na segurança do trabalho.

E, se de um lado o aspecto segurança aparece com elevada relevância, por outro lado o aspecto operacional, relacionado estritamente a execução das atividades aéreas planejadas, a fim de se atingir a missão da BANT, também surge com grande destaque.

Portanto, observa-se que esse processo de reforma envolve múltiplos atores, como os responsáveis pelas obras, responsáveis pelos cronogramas de voo de cada Esquadrão de especialização, responsável pela segurança de voo, etc; cada um desses com suas perspectivas, prioridades e interesses, possivelmente conflitantes. Além disso, envolve, também, possíveis intangíveis e incertezas, como, por exemplo, a previsão de orçamento para cada fase da obra e, dessa forma, tal problema apresenta as características de um problema complexo ou não-estruturado [Rosenhead e Mingers 2004].

Assim sendo, o estudo em pauta busca estruturar o problema, por meio da aplicação da *Soft Systems Methodology* (SSM), a fim de se obter uma visão sistêmica e holística da situação, e subsidiar a confecção de um planejamento robusto para a reforma desse aeródromo.

Como forma, ainda, de contribuir para tal planejamento, este trabalho também possui como objetivo selecionar uma das ações obtidas por meio da SSM, aquela tida como de maior relevância pelos *stakeholders*, a fim de levantar as possíveis alternativas para executá-la, em conjunto com os mesmos indivíduos, bem como os critérios para avaliá-la e, dessa forma, aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para ordenação dessas alternativas relacionadas a essa ação principal.

Por fim, o artigo se subdivide em mais quatro seções: referencial teórico acerca da SSM e AHP, aplicação dos métodos e considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1 Soft Systems Methodology - SSM

Contrastando com métodos que se baseiam estritamente em análises quantitativas, os Métodos de Estruturação de Problemas (do inglês *Problem Structuring Methods* - PSM), surgiram na década de 1960 como uma maneira alternativa, entendendo que diversas situações envolvem mais do que simplesmente cálculos, atuando em problemas confusos e de difícil compreensão, necessitando de uma metodologia clara que permita, primeiramente, uma elucidação da situação.

O SSM é um PSM que lida com situações problemáticas onde o indivíduo ou um grupo estão diante de situações complexas e mal definidas. Dessa forma, a aplicação de tal método visa

uma maneira de organizar os pensamentos acerca de tal problema, visando o entendimento e a criação de ações que possam ser tomadas da melhor forma. Segundo [Checkland 1981], SSM envolve conhecer a situação problemática e as características da intervenção para melhorá-la: as questões, a cultura prevalecente e a disposição do poder na situação geral (sua política).

O uso da SSM é adequada e recebe destaque em situações com as propriedades do pluralismo (vários participantes) e complexidade (dimensão de sistema). Tal metodologia, portanto, procura abranger diferentes percepções do problema em questão [Boskovic 2018].

Apesar de ter sido desenvolvido por Checkland, o SSM possui algumas abordagens que foram criadas ao longo do tempo. Para elaboração do artigo em tela, foi utilizada a configuração criada por [Georgiou 2015], que se divide em três fases, observadas na Figura 1:

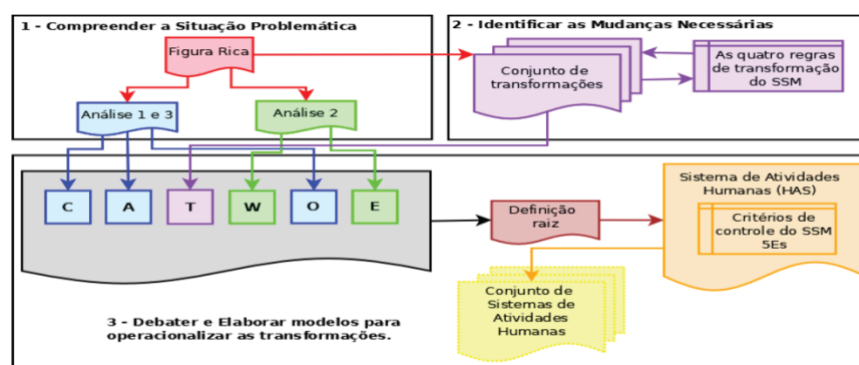


Figura 1 - Fases do SSM
Fonte: Adaptado de Georgiou 2015

2.2 Analytic Hierarchy Process – AHP

O método AHP foi desenvolvido no final da década de 1970 por Thomas L. Saaty e é utilizado como uma ferramenta para uma melhor tomada de decisão [Saaty 2008].

Esse método proporciona um assessoramento ao decisor na condução de comparações par a par (*pairwise comparisons*), fazendo com que problemas complexos, com múltiplos critérios sejam levados em consideração [Emrouznejad e Marra 2017].

Sua aplicação pode ser realizada em três etapas, conforme esquema apresentado na figura 2 [Adaptado de Ho 2008]: etapa 1 – desenvolvimento hierárquico do problema; etapa 2 – construção das matrizes de comparação par a par e cálculo das prioridades; e etapa 3 – obtenção das prioridades finais das alternativas.

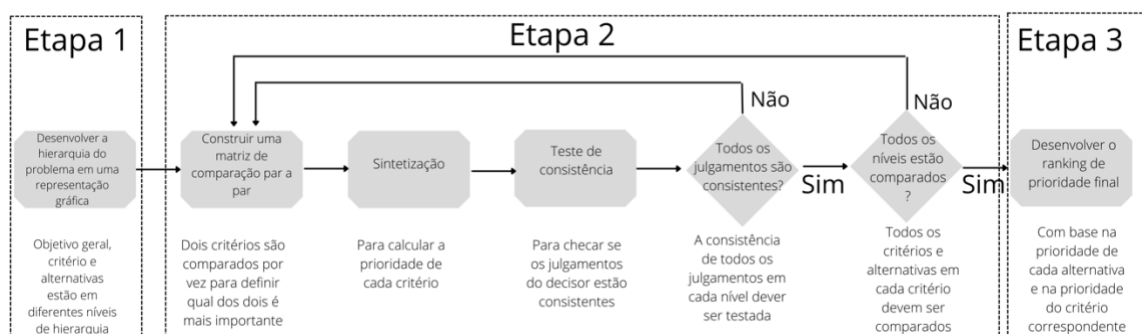


Figura 2 – Fluxograma do método AHP adaptado de Ho 2008
Fonte: Os autores

A etapa 1 consiste em estruturar o problema como uma hierarquia. Essa hierarquia tem em seu primeiro nível o objetivo global, seguido sucessivamente por critérios, subcritérios (se existirem) e alternativas.

Na etapa 2 são realizadas todas as comparações par a par entre os elementos do mesmo nível, com base na importância ou contribuição de cada um deles para o elemento do nível superior ao qual estão ligados. Tais comparações par a par são realizadas utilizando a Escala Fundamental de Saaty. Trata-se de uma escala linear de 1 a 9, em que os valores são: 1 para "igual importância", 3 para "importância moderada", 5 para "importância forte", 7 para "importância muito forte ou demonstrada", e 9 para "importância absoluta". Valores intermediários, como 2, 4, 6 e 8, podem ser utilizados quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições [Saaty 1990]. Ainda nessa etapa, são calculadas as prioridades e verificada a consistência dos julgamentos feito pelo decisor. No AHP calcula-se a Razão de Consistência (RC) e se o valor for inferior a 0,10 os julgamentos são considerados consistentes, caso contrário, os julgamentos devem ser refeitos, junto ao decisor, de forma que se obtenha RC menor que decisor tem que 0,10 ou 10% [Saaty 1990].

Por fim, a etapa 3 consiste em obter um *ranking* de prioridades das alternativas.

Nas próximas seções são apresentados os resultados encontrados da aplicação da SSM e AHP na problemática da reforma do aeródromo da BANT.

3. Aplicação da SSM na estruturação do problema da reforma do aeródromo militar

Foi aplicada a versão da SSM desenvolvida por [Georgiou 2015]. As três fases são discriminadas a seguir.

3.1. Fase 1 - Compreensão da situação problemática

Como uma melhor forma de elucidar a situação-problema, foi realizada uma figura rica, que objetiva agregar diferentes perspectivas dos envolvidos no problema em foco. Complementarmente, foi englobada três tipos de análise: atores (*stakeholders*), contexto político-social e dinâmicas de poder. Por fim, obtêm-se os estados indesejáveis, os quais serão o foco das transformações que se sucederão na fase 2.

3.1.1. Figura rica

A primeira parte da SSM diz respeito a figura rica, que constitui um meio gráfico de identificar diferentes pontos de vistas acerca de um fenômeno organizacional, representando as preocupações de cada *stakeholder*, a fim de se obter uma ferramenta de investigação e conseguir um entendimento compartilhado [Berg e Pooley 2013].

A Figura 3 representa a figura rica acerca do problema da reforma do aeródromo da BANT, ilustrando as 3 pistas de pouso e o pátio de estacionamento.

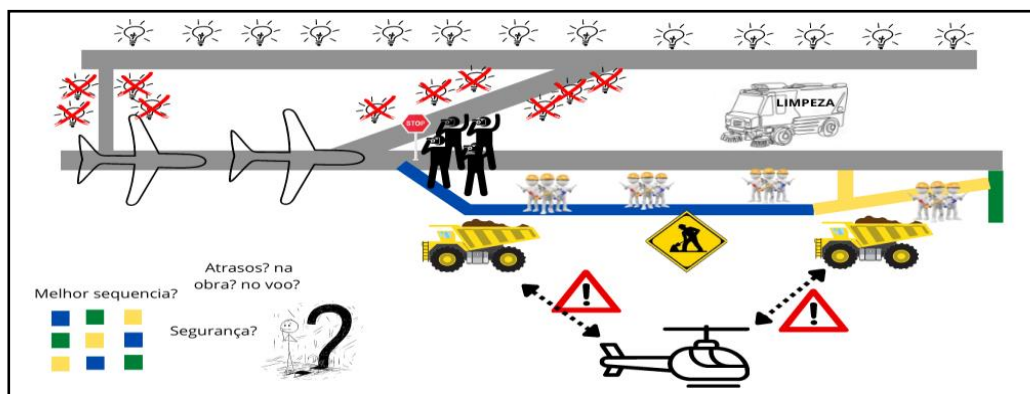


Figura 3 – Figura rica da situação problemática abordada.

Fonte: Os autores.

É possível observar, pela figura, vários aspectos relacionados à situação-problema, como a preocupação relacionada ao aumento de F.O.D., representada pela presença do caminhão limpa pista, a necessidade de orientação dos trabalhadores quanto ao limite da área de atuação em cada fase da obra, a necessidade de manutenção nas luzes da pista e, também, a preocupação relacionada à identificação da melhor sequência para a reforma.

3.1.2. Análise 1: Atores

No estudo em questão, é possível listar os seguintes atores: Representante do DTINFRA-NT, que retrata os aspectos técnicos relevantes, acerca da realização das obras propriamente ditas; representantes de cada um dos 5 Esquadrões Aéreos sediados na BANT, que descrevem os impactos operacionais e necessidades específicas de cada uma dessas Unidades; representante da ASEGVOO, que trazem uma visão voltada à manutenção da segurança de voo nesse período de obras; e, por fim, alta autoridade da BANT, caracterizada como o decisor acerca do problema em questão.

Para coleta das informações, foram utilizados questionários abertos, bem como entrevistas virtuais para melhor esclarecimento de pontos específicos. Tais entrevistas tiveram a duração média de 1h. As informações obtidas, portanto, são apresentadas ao longo deste artigo sob a forma de embasamento técnico, sugestões e ideias para o problema em pauta.

3.1.3. Análise 2: Contexto político-social

Por meio desta análise é possível identificar as dinâmicas político-sociais da situação-problema. Há de se considerar que, enquanto alguns aspectos se apresentam de forma explícita, outros só podem ser expostos após uma melhor apreciação [Georgiou 2015].

O primeiro aspecto relevante consiste nas previsões orçamentárias que ainda não garantem a execução da totalidade das obras, apesar da expectativa desta verba estar disponível à medida que o cronograma de obras avance. Dessa forma, e a despeito desse aspecto envolver *stakeholders* não abordados, por terem sido considerados fora do escopo contextual, não é possível ignorar esse fator.

Devido ao fato da situação abranger vários *stakeholders*, há de se destacar, apesar dos esforços constatados durante as entrevistas, a dificuldade de comunicação e integração das necessidades dos setores envolvidos, em especial as necessidades operacionais x necessidades técnicas, além das atividades mitigadoras, caracterizadas, especialmente, pelos posicionamentos dos membros da ASEGVOO da BANT. Portanto, é importante ressaltar a dificuldade visualizada com relação ao fluxo das informações envolvidas, como mudanças no cronograma de obras.

Por fim, vale ressaltar que aspectos estruturais também foram levantados pelos *stakeholders*, em especial com relação a iluminação de parte do aeródromo, cuja manutenção foi caracterizada como necessária à execução da fase 4 e, também, com relação a maior demanda dos caminhões limpa pistas, devido ao aumento dos F.O.D. durante as obras. Além disso as maiores necessidades operacionais foram observadas em dois Esquadrões Aéreos, que possuem um calendário de voos mais extenso e, dessa forma, configuram como os mais afetados pelas obras.

3.1.4. Análise 3: Dinâmicas de Poder

Esta análise abrange uma descrição do poder de cada agente listado na análise 1, bem como as ações de sua responsabilidade no processo em questão. As descrições de poder são caracterizadas desde a posse de determinadas competências, até ao carisma inerente a cada *stakeholder* e seu poder de influência [Georgiou 2015]. A tabela 1 explicita essas dinâmicas.

Tabela 1 – Identificação das dinâmicas de poder.

Stakeholder	Poder	Ações
-------------	-------	-------

Alta Autoridade da BANT	Estratégico	- Dar ordens aos <i>stakeholders</i> de nível hierárquico inferior; - Tomar decisões de nível estratégico.
Representante do DTINFRA-NT	Executivo	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades técnicas; - Tomar decisões no campo técnico; - Fazer cumprir o cronograma de obras definido.
Representante do Esquadrão Aéreo 1	Operacional	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades operacionais de seu esquadrão; - Transmitir as ordens e orientações das autoridades. - Fazer cumprir o cronograma de voos do seu Esquadrão.
Representante do Esquadrão Aéreo 2	Operacional	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades operacionais de seu esquadrão; - Transmitir as ordens e orientações das autoridades. - Fazer cumprir o cronograma de voos do seu Esquadrão.
Representante do Esquadrão Aéreo 3	Operacional	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades operacionais de seu esquadrão; - Transmitir as ordens e orientações das autoridades. - Fazer cumprir o cronograma de voos do seu Esquadrão.
Representante do Esquadrão Aéreo 4	Operacional	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades operacionais de seu esquadrão; - Transmitir as ordens e orientações das autoridades. - Fazer cumprir o cronograma de voos do seu Esquadrão.
Representante do Esquadrão Aéreo 5	Operacional	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades operacionais de seu esquadrão; - Transmitir as ordens e orientações das autoridades. - Fazer cumprir o cronograma de voos do seu Esquadrão.
Representante da ASEGVOO	Executivo	- Assessorar os <i>stakeholders</i> de nível superior com relação às necessidades de segurança de voo; - Tomar decisões relativas as medidas mitigadoras; - Fazer cumprir as medidas mitigadoras definidas.

Fonte: Os autores.

Portanto, tem-se estabelecidas as funções, responsabilidades e influências de cada *stakeholder* envolvido na situação-problema. Vale ressaltar a grande influência da ASEGVOO da BANT nas decisões, uma vez que o aspecto segurança de voo é tido como prioridade em todas as unidades da FAB.

3.2. Fase 2 - Identificação das mudanças necessárias

Nesta fase, há a identificação dos estados indesejáveis que precisarão ser transformados em estados desejáveis, ou seja, a identificação das transformações essencialmente necessárias na situação [Georgiou 2015].

Cada transformação é definida por meio da estruturação CATWOE, acrônimo do inglês: *Clients* (C), *Actors* (A), *Transformation* (T), *Weltanschauung* (W), *Owners* (O) and *Environmental Constraints* (E), estabelecendo, por conseguinte, uma definição raiz para cada sistema [Trotta et al. 2021]. Os sistemas relevantes à problemática em pauta estão representados pelas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Sistema relevante 1, Transformação, CATWOE e Definição raiz.

Sistema Relevante 1: Elevado nível de segurança durante o período de obras.	
Input	Output
Procedimentos indeterminados relacionados à segurança durante as obras.	Procedimentos bem estabelecidos e disseminados a todos os envolvidos.
<i>Clients</i> – Pilotos, mecânicos de voo e trabalhadores das obras.	
<i>Actors</i> – Membros da ASEGVOO.	

<i>Transformation process</i> - Procedimentos indeterminados relacionados à segurança durante as obras → Procedimentos bem estabelecidos e disseminados a todos os envolvidos
<i>Weltanschauung</i> – Garantia da segurança dos aeronavegantes e dos envolvidos na obra, reduzindo o risco de incidentes entre aeronaves e trabalhadores.
<i>Owners</i> – Alta autoridade da BANT.
<i>Environmental Constraints</i> – Restrição de orçamento, tempo e pessoal para execução das medidas preventivas.
Definição Raiz - “Um sistema que atenda aos aeronavegantes e trabalhadores da obra, que operacionalize os procedimentos de segurança durante a reforma da pista, proporcionando a redução do risco de incidentes e que opera sob restrições de tempo disponível, orçamento e mão de obra”.

Fonte: Os autores.

Tabela 3 – Sistema relevante 2, Transformação, CATWOE e Definição raiz.

Sistema Relevante 2: Manutenção do cumprimento das atividades aéreas planejadas.	
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Cronograma de obras indefinido, possibilitando impactos na atividade aérea.	Cronograma de obras bem definido, possibilitando o cumprimento das atividades aéreas.
<i>Clients</i> – Pilotos.	
<i>Actors</i> – Representante do DTINFRA e trabalhadores das obras.	
<i>Transformation process</i> Cronograma de obras indefinido, possibilitando impactos na atividade aérea → Cronograma de obras bem definido, possibilitando o cumprimento das atividades aéreas	
<i>Weltanschauung</i> – Garantia da manutenção do cumprimento dos calendários de voo e execução das obras previstas.	
<i>Owners</i> – Alta autoridade da BANT.	
<i>Environmental Constraints</i> – Restrição de orçamento e tempo para execução das obras e cumprimento do calendário de voos.	
Definição Raiz - “Um sistema que atenda aos pilotos, com um cronograma de obras bem definido, operado pelo gerente de obras, que proporcione o bom andamento das obras e do calendário de voos, sob restrições de tempo disponível e orçamento”.	

Fonte: Os autores.

3.3. Fase 3 – Debate e Elaboração de modelos para operacionalizar as transformações

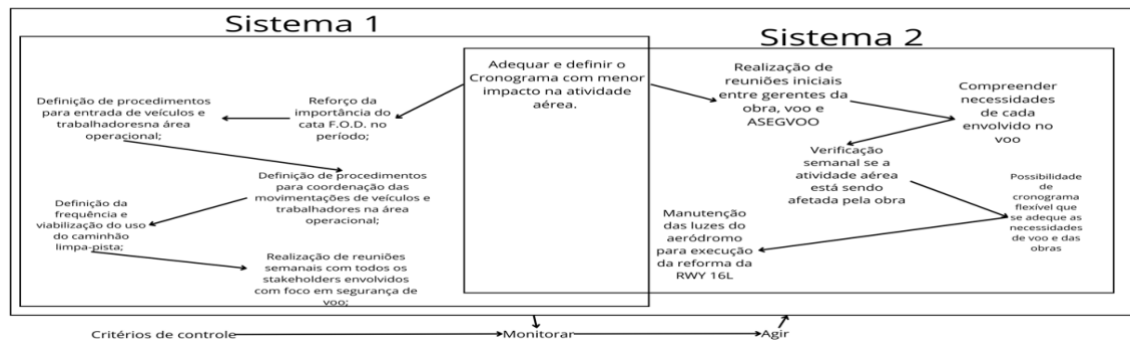
Nesta fase devem ocorrer debates e discussões de maneira a se obter um planejamento não apenas desejável de forma sistêmica, mas também culturalmente e dentro de um contexto viável. É onde ocorre o planejamento para a resolução de todas as transformações identificadas.

3.3.1 Sistemas de Atividades Humanas

De acordo com o modelo proposto por [Georgiou 2015], nesta fase se encontram os Sistemas de Atividades Humanas ou HAS (*Human Activity System*) equivalentes aos modelos conceituais propostos por [Checkland 1981].

A figura 4 apresenta um “supersistema” que compreendem os HAS 1 e HAS 2 relativos às transformações definidas anteriormente, que geraram um grupo de alternativas que podem contribuir para atingir o *output* desejado.

Figura 4 - Modelo conceitual do supersistema.



Fonte: Os autores

Porém, como forma de se limitar ao escopo deste artigo, bem como englobar de maneira simplificada a aplicação da metodologia AHP posteriormente, somente o segundo sistema, relativo à manutenção do cumprimento das atividades aéreas planejadas, será abordado. Em tal sistema, foram descobertas diversas ações para se atingir o *output* desejado, sejam elas: definição de um cronograma de obras; reuniões iniciais entre os gerentes da obra, representantes dos esquadrões aéreos e ASEGVOO; compreensão das necessidades de cada envolvido com a atividade aérea; verificação semanal se a atividade aérea está sendo afetada pela obra; verificação da possibilidade de cronograma flexível que se adequa as necessidades de voo e das obras; e manutenção das luzes do aeródromo para execução da reforma na pista 16L.

Como critério de controle para verificar se tais alternativas estão sendo suficientes, pode ser utilizado o sistema de gerenciamento dos próprios esquadrões aéreos relativos à atividade aérea, que em caso de qualquer atraso ou alteração nos horários do voo informa o motivo de forma detalhada.

3.3.2. Comparação do modelo conceitual com a realidade

Nesta parte, é feita uma comparação entre o modelo conceitual desenhado na Figura 4 e sua situação atual. Além disso, é verificado se as ações propostas são “sistemicamente desejáveis” e “culturalmente viáveis”.

As ações presentes no modelo conceitual são, na visão dos autores, sistematicamente desejáveis, uma vez que contribuem para a transformação desejável. Ademais, durante as entrevistas com os *stakeholders*, todas demonstraram ser culturalmente viáveis. Além disso, todas as ações estão parcialmente ou não realizadas.

3.3.3. Ações para melhoria da situação problemática

A adequação do cronograma de obras com vistas a minimizar o impacto no calendário de voo se torna uma atividade complexa tendo em vista englobar diversas variáveis, como pluviosidade, segurança e a dificuldade de se intercalar um elevado tráfego de aeronaves com uma obra de vulto considerável. Para tanto, faz-se necessário que todos os *stakeholders* estejam em sinergia, partilhando das mesmas informações. Acredita-se que devem ser realizadas diversas reuniões com fins específicos, que serão detalhadas mais a frente, de maneira que todos entendam as dificuldades e estejam cientes do andamento e calendário da obra.

Realizar reuniões iniciais envolvendo os *stakeholders* se enreda com a melhor compreensão das necessidades de cada envolvido no voo. Tais reuniões devem abordar, mas não se limitar, a exposição do calendário a ser seguido, informações sobre áreas de segurança que não devem ser acessadas pelas aeronaves e outras que não devem ser acessadas pelo pessoal envolvido na obra e sugestões de melhoria no calendário. Além disso, faz-se necessário que os envolvidos, principalmente o gerente da obra, tenham a informação de qual a área de reforma que o recurso orçamentário consegue cobrir até aquele momento, tendo em vista um melhor planejamento.

A definição da melhor sequência de obra a ser realizada deve ser efetivada após reuniões prévias com cada *stakeholder*, visando ao máximo não afetar o cumprimento do calendário de voo, levando em conta as dificuldades de cada esquadrão aéreo e não somente o calendário pluviométrico. Para tal, vislumbrou-se a possibilidade de uma segunda reunião logo após a inicial. Dessa forma, após serem passados os óbices de cada esquadrão na reunião inicial, o decisor e o gerente de obras teriam uma melhor gama de ações a serem tomadas e expostas nesta segunda reunião.

Uma maneira efetiva de se ter uma percepção verdadeira sobre o impacto da obra na atividade aérea é analisar o próprio sistema de gerenciamento de voo de cada esquadrão aéreo, que consegue detalhar cada voo programado, se foi realizado ou não e, em caso de não ter sido realizado, detalha o motivo e até mesmo em caso de atraso consegue quantificar com quantos minutos de atraso a aeronave decolou.

Além disso, devem ser realizadas reuniões semanais com foco em lições aprendidas, que devem abordar possíveis situações de perigo que tenham se formado ou que se vislumbrou que possam ocorrer, melhorias no trânsito das aeronaves ou da obra, bem como, se necessário, a possibilidade de alteração no calendário de obras.

Por fim, para que a reforma da pista de pouso e decolagem “RWY 16L” possa ser realizada é desejável que as luzes das *taxiways* que conduzem as aeronaves para as demais pistas de pouso estejam em pleno funcionamento, a fim de que possam ocorrer voos no período noturno. Porém, atualmente, devido à falta de iluminação em grande parte da área operacional, somente a pista que está para ser reformada é que está sendo utilizada em tal período. Portanto, sugere-se que a iluminação de todas as *taxiways* sejam revisadas e, se necessário, trocadas antes da reforma da pista 16L propriamente dita.

4. Aplicação do AHP

Essa seção consiste em apresentar os resultados da aplicação do método AHP. O método foi aplicado de acordo com as etapas apresentadas na Figura 2. Foi utilizado o *software SuperDecisions* versão 2.10.0, de forma a facilitar o cálculo das prioridades locais das alternativas a luz de cada critério, das prioridades dos critérios e das prioridades finais das alternativas.

4.1 Desenvolvimento hierárquico do problema

Nesta etapa foi construída a estrutura hierárquica composta por níveis, sendo eles: objetivo da decisão; critérios e alternativas. O objetivo da decisão é ranquear as alternativas para a sequência da reforma. Os critérios são provenientes de um *brainstorming* feito com os *stakeholders* e as alternativas são os cronogramas de reforma.

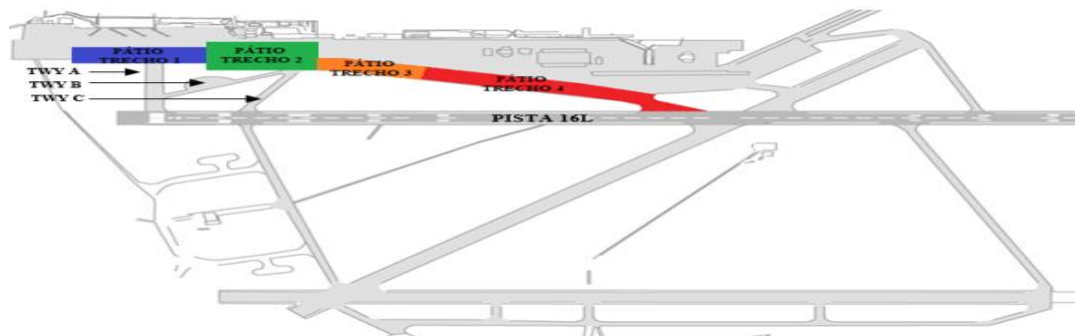
Assim sendo, após a estruturação do problema em questão por meio da SSM, foi possível destacar um conjunto de ações a serem realizadas de forma a viabilizar as transformações necessárias. Dentre tais ações, a definição do calendário de obras foi caracterizada, pelos *stakeholders*, como a ação de maior relevância e, por conseguinte, foi selecionada para aplicação do método AHP.

Portanto, são apresentadas as alternativas para o cronograma de obras, bem como os critérios de avaliação. O calendário de obras possui, até o momento, duas alternativas formais, uma que foi estipulada inicialmente e sua modificação preliminar.

Esses calendários de obras tomaram como base, principalmente, a estatística de chuva média mensal na cidade de Natal (tendo em vista o grande impacto da mesma para as obras), bem como o volume de tráfegos para pouso na BANT, que é mais intenso nos meses de abril, maio e junho (coincidentemente, o mesmo período de maior pluviosidade na cidade).

Entretanto, durante as entrevistas com os representantes de cada esquadrão, surgiram mais duas alternativas. A Figura 5 apresenta os trechos do aeródromo que serão reformados, com suas respectivas denominações, para contextualização.

Figura 5 – Aeródromo de Natal



Fonte: Os autores.

A Figura 6, por sua vez, representa um compilado das 4 alternativas identificadas para o cronograma de obras.

Figura 6 – Alternativas

MESES	JUL/22	AGO/22	SET/22	OUT/22	NOV/22	DEZ/22	JAN, FEV, MAR E ABR/23
ALTERNATIVA 1	PÁTIO TRECHO 1	PÁTIO TRECHO 2	PÁTIO TRECHO 3	PÁTIO TRECHO 4	TWY A	TWY B + C	PISTA 16L
ALTERNATIVA 2	PÁTIO TRECHOS 1 + 2 + 3 + 4				TWY A	TWY B + C	PISTA 16L
ALTERNATIVA 3	PÁTIO TRECHO 1	PÁTIO TRECHOS 2 + 3 + 4			TWY A	TWY B + C	PISTA 16L
ALTERNATIVA 4	PÁTIO TRECHO 1	TWY A	TWY B + C	PÁTIO TRECHOS 2 + 3 + 4			PISTA 16L

Fonte: Os autores.

A alternativa 1, portanto, divide a reforma no pátio em quatro trechos e traz um menor impacto na atividade aérea, mas traz os envolvidos com a obra a terem um contato mais próximo das aeronaves e, por conseguinte, um nível de precaução um pouco menor. A alternativa 2, que até o momento foi a escolhida, não divide a fase 1 em trechos, interditando toda aquela região de uma só vez, reduzindo, assim, o contato entre trabalhadores e aeronaves e elevando a segurança, porém trazendo mais impacto à atividade aérea.

A alternativa 3, por sua vez, consiste em dividir reforma no pátio não em 4 trechos como na alternativa 1, mas em 2 trechos, mantendo os demais aspectos do cronograma.

E a alternativa 4, por fim, é caracterizada por uma inversão na ordem da reforma. A reforma no pátio seria dividida em dois trechos, porém, no primeiro mês da reforma seria trabalhado apenas o trecho 1. Na sequência seriam reformadas as *taxiways* A, B e C, respectivamente; e somente após essas fases, portanto, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2022, seria reformado o restante do pátio. Tal cronograma garantiria um menor impacto operacional, mas deixaria um trecho da reforma prioritário, pois sofre com mais desgaste (os trechos 2, 3 e 4 do pátio), para serem reformados de forma tardia.

Além disso, para melhor compreensão das ações a serem tomadas é importante relatar que, as atividades aéreas de alta intensidade praticamente se encerrarão ao final do mês de outubro.

Dessa maneira, foram identificadas quatro alternativas para reforma da pista. A inicial, com impacto nos meses de agosto a outubro; a atual, com maior impacto nos meses de julho a outubro; a alternativa 3, também com impacto nos meses de agosto a outubro; e a quarta alternativa, com impacto apenas no mês de outubro.

Para avaliar tais alternativas, foram levantados três critérios, levando em consideração os aspectos operacionais, financeiros e de segurança, quais sejam: impacto operacional, cumprimento da sequência de reforma por nível de desgaste do asfalto e nível de precaução.

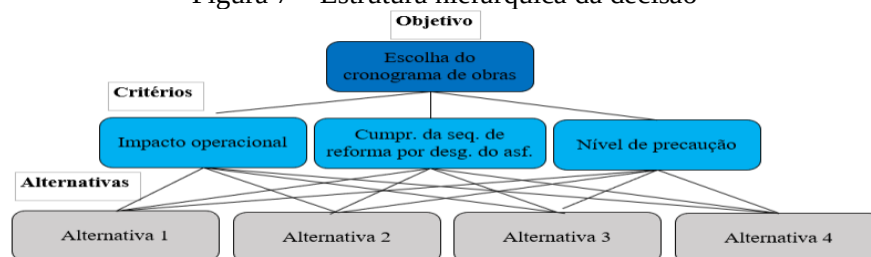
Com relação ao primeiro critério, impacto operacional, as alternativas podem ser analisadas observando a soma dos dias de atrasos estimados no cronograma de voos de cada esquadrão.

O segundo critério, por sua vez, cumprimento da sequência de reforma por nível de desgaste do asfalto, permite analisar se, na sequência definida em cada alternativa, os trechos mais desgastados estão sendo reformados primeiro. Tal aspecto também é relevante, uma vez que a BANT ainda não possui disponível toda a verba necessária para a reforma. Dessa maneira, a alternativa 1 cumpriria totalmente a sequência por nível de desgaste, bem como as alternativas 2 e 3, mas a alternativa 4 cumpriria parcialmente.

Já com relação ao terceiro critério, nível de precaução, as alternativas poderiam ser analisadas observando por quanto tempo haverá um movimento próximo entre aeronaves e trabalhadores.

Assim, tendo definido o objetivo, as 4 alternativas e os 3 critérios, foi construída a estrutura hierárquica da decisão, que pode ser visualizada pela Figura 7.

Figura 7 – Estrutura hierárquica da decisão



Fonte: Os autores.

4.2 Construção das matrizes de comparações par a par e cálculo das prioridades

Nesta etapa os critérios são comparados par a par em relação ao objetivo e as alternativas são comparadas par a par à luz de cada critério. A Tabela 4 apresenta os julgamentos do decisor (alta autoridade da BANT) para a matriz de decisão dos critérios à luz do objetivo, bem como as prioridades (pesos) dos critérios. Foi realizada a verificação da RC dos julgamentos, estando dentro do limite ($RC < 0,1$).

Tabela 4 – Prioridades dos critérios.

<i>Critérios</i>	<i>Impacto operacional</i>	<i>Cumpr. da seq. de reforma por desgaste do asfalto</i>	<i>Nível de precaução</i>	<i>Prioridades</i>
<i>Impacto operacional</i>	1	8	6	0,7612
<i>Cumpr. da seq. de reforma por desgaste do asfalto</i>	1/8	1	1/3	0,0726
<i>Nível de precaução</i>	1/6	3	1	0,1662

$RC = 0,0707$ (7,07%)

Fonte: Os autores.

Assim, com relação a avaliação dos critérios, o cumprimento da sequência de reforma por nível de desgaste do aeródromo foi tido como o critério de menor relevância, com 0,0726 de grau de importância (pesos) na decisão, seguido pelo nível de precaução, com 0,1662 e, por fim, o atraso no cronograma de voos foi avaliado como o critério mais importante, com 0,7612. O mesmo procedimento foi feito com as outras matrizes de comparação par a par das alternativas à luz de cada critério.

4.3 Obtenção das prioridades finais das alternativas

Nesta última etapa foi calculado as prioridades finais das alternativas, ou seja, obteve o *ranking* das alternativas, conforme Figura 8.

Figura 8 – *Ranking* final das alternativas.

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
	Alternativa 1	0.0871	0.1742	0.4068	3
	Alternativa 2	0.0702	0.1405	0.3280	4
	Alternativa 3	0.1286	0.2571	0.6005	2
	Alternativa 4	0.2141	0.4282	1.0000	1

Fonte: *SuperDecisions* versão 2.10.0.

Como observado, a melhor alternativa de acordo com o AHP foi a Alternativa 4, com 42,82%, que apesar de gerar um menor impacto na atividade aérea, acaba não priorizando a reforma por nível de desgaste do asfalto em cada trecho. Dessa forma, caso a verba para a realização da obra não chegue por completo, pode ser que determinados trechos com grande desgaste não sejam reformados.

5. Considerações finais:

Com o intuito de estruturar o problema complexo relacionado à reforma do aeródromo militar de Natal, foi realizada a aplicação da SSM, conforme as 3 fases definidas por [Georgiou 2015]. Inicialmente, buscou-se explorar a situação, confeccionando a figura rica, a fim de representar os principais fatores envolvidos. Além disso, as análises 1, 2 e 3 da fase 1 da SSM, contribuiu no aprofundamento dos entendimentos acerca da problemática. Na sequência, a identificação das mudanças necessárias e construção dos modelos conceituais permitiram alcançar as ações necessárias para viabilizar as transformações, sendo todas as etapas conduzidas com a colaboração próxima de cada um dos *stakeholders* envolvidos.

Ademais, chegou-se, também, à conclusão de que o principal fator norteador das ações a serem realizadas era a definição do cronograma de obras e, dessa forma, foi aplicado o método AHP para ordenação das alternativas de sequência do cronograma. Vale ressaltar que a aplicação prévia da SSM permitiu o pleno entendimento acerca da situação e abrangência de todos os fatores relacionados, gerando *insights* acerca das alternativas para o cronograma de obras e critérios para avaliação dessas alternativas.

Assim, um aspecto relevante de todo o estudo foi o estabelecimento de uma melhor comunicação entre os elos envolvidos e, também, conforme o resultado da AHP, observou-se que o cronograma em vigor até o momento da aplicação do método, era o cronograma com pior avaliação na ordenação, o que ressaltou a importância do estudo e viabilização de mudanças necessárias no cenário.

Por fim, para trabalhos futuros, sugere-se um aprofundamento acerca das alternativas possíveis para cada ação levantada na SSM e aplicação de um método multicritério para avaliação dessas alternativas, de acordo com a complexidade de cada ação, como, por exemplo, quais seriam as alternativas para manutenção das luzes do aeródromo e como avaliá-las, quais os possíveis procedimentos para coordenação das movimentações de veículos e trabalhadores na área operacional e etc. E, dessa maneira, contribuir ainda mais para um planejamento robusto de reestruturação do aeródromo.

Referências

- Brasil. (2018). Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 11-45: *Concepção Estratégica Força Aérea 100*. Brasília, DF.
- Berg, T. e Pooley, R. (2013). Contemporary Iconography for Rich Picture Construction. *Systems Research and Behavioral Science*, v. 30, n. 1, p. 31–42.
- Boskovic, A. (2018). Combined Use of Soft Systems Methodology and Complexity Methodology: the Example of Corporate Social Responsibility.

- Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester: Wiley.
- Emrouznejad, A. e Marra, M. (2017). The state of the art development of AHP: A literature review with a social network analysis. *International Journal of Production Research*.
- Federal Aviation Administration (FAA). (2010). Advisory Circular: Airport Foreign Object Debris (F.O.D.) Management. v. 150/5210, n. 24.
- Georgiou, I. (2015). Unravelling soft systems methodology. *International Journal of Economics and Business Research*. 9(4): 415-436.
- Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 186, n. 1, p. 211–228.
- Rosenhead, J. e Mingers, J. (2004). Problem structuring methods in action. *European Journal of Operational Research*. 152(3): 530-554.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, v. 1, n. 1.
- Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.