

MODELO CAST APLICADO AO ACIDENTE AERONÁUTICO ENVOLVENDO A AERONAVE C-130 NA OPERAÇÃO DE APROXIMAÇÃO E POUSO NO CONTINENTE ANTÁRTICO

Domenico Merrichelli II, Ten Cel Av - Rodrigo Gentil Rodrigues, Maj Av
 Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP

Resumo — A técnica CAST (*Causal Analysis Based on Systems Theory*) é uma ferramenta derivada do modelo STAMP (*Systems-Theoretic Accident Model and Processes*) que foi estruturada para analisar a causalidade de acidentes com a perspectiva da Teoria de Sistemas, e permite realizar uma avaliação que auxilie na compreensão dos motivos que levaram ao evento contribuindo na prevenção de novas ocorrências do mesmo tipo. A técnica já foi utilizada na análise de acidentes, como a Análise CAST do Acidente Shell Moerdijk (Países Baixos) e a Análise CAST do Acidente de Macondo (Golfo do México). O objetivo desse trabalho é identificar os fatores que contribuíram na incapacidade da estrutura funcional de controle em impor restrições de segurança, além de determinar as mudanças necessárias para evitar novas perdas futuras utilizando a técnica CAST. Para isso, serão aplicados os resultados da investigação do acidente com o FAB 2470 no modelo CAST, a fim de apresentar Requisitos e Restrições de Segurança visando colaborar com o aprimoramento da dinâmica do sistema sociotécnico das Operações Antárticas.

I. INTRODUÇÃO

Desde 1994, o Navio de Apoio Oceanográfico "Ary Rongel" da Marinha do Brasil parte do Rio de Janeiro com destino à Antártica, dando início a uma intensa atividade científica e de apoio, chamada "Operação Antártica". Esse esforço logístico também é feito por aeronaves da Força Aérea Brasileira, permitindo assim, a continuidade das atividades no Continente Gelado durante todo o ano. Um dos meios aéreos de transporte para o acesso à Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz é feito por meio da aeronave Hércules C-130 (Figura 1). No período do verão do Polo Sul são realizados quatro voos para o Continente, que têm início no Rio de Janeiro, com escalas em Pelotas (RS) e Punta Arenas (Chile) e seguem até a Base Presidente Eduardo Frei Montalva (Chilena), que é provida de um campo de pouso para aeronaves, e se situa na mesma ilha da estação brasileira [1].

Imagens da Estação Antártica



Figura 1: Pista de pouso da Base Frei Montalva
 Fonte: Relatório Final de Acidentes do CENIPA

Figura 2: Aeronave C-130 acidentada na Antártica
 Fonte: Relatório Final de Acidentes do CENIPA

II. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO ACIDENTE

A aeronave decolou do Aeródromo Internacional Carlos Ibáñez del Campo (SCCI), Punta Arenas (Chile), às 11h55min (UTC) com destino ao Aeródromo Tenente Rodolfo Marsh Martin (SCRM), no Continente Antártico, com 8 tripulantes e 42 passageiros, em missão de apoio ao Programa Antártico Brasileiro. Na primeira aproximação para pouso em SCRM, a tripulação realizou uma arremetida no ar uma vez que a componente de vento de través estava acima do limite preconizado pela ordem técnica da aeronave. Na segunda aproximação, o vento se encontrava dentro dos limites estabelecidos e a tripulação prosseguiu para a aterrissagem. A aeronave tocou o solo cerca de 10m antes da cabeceira, colidindo contra um monte de neve que havia no local, ocasionando a imediata ruptura do tubo de torção e posterior ruptura total do conjunto de trem principal direito (Figura 2). Em decorrência da perda do trem direito, a asa direita tocou o solo durante a corrida após o pouso e a hélice nº 4 colidiu contra o solo, sendo seccionada devido aos impactos. A aeronave percorreu aproximadamente 750m até sua parada total. Todos os tripulantes e os passageiros saíram ilesos [2].

III. MODELAGEM DA ESTRUTURA DE CONTROLE

Abaixo está apresentada a estrutura de controle de alto nível do sistema e a estrutura detalhada para o subsistema analisado [3].

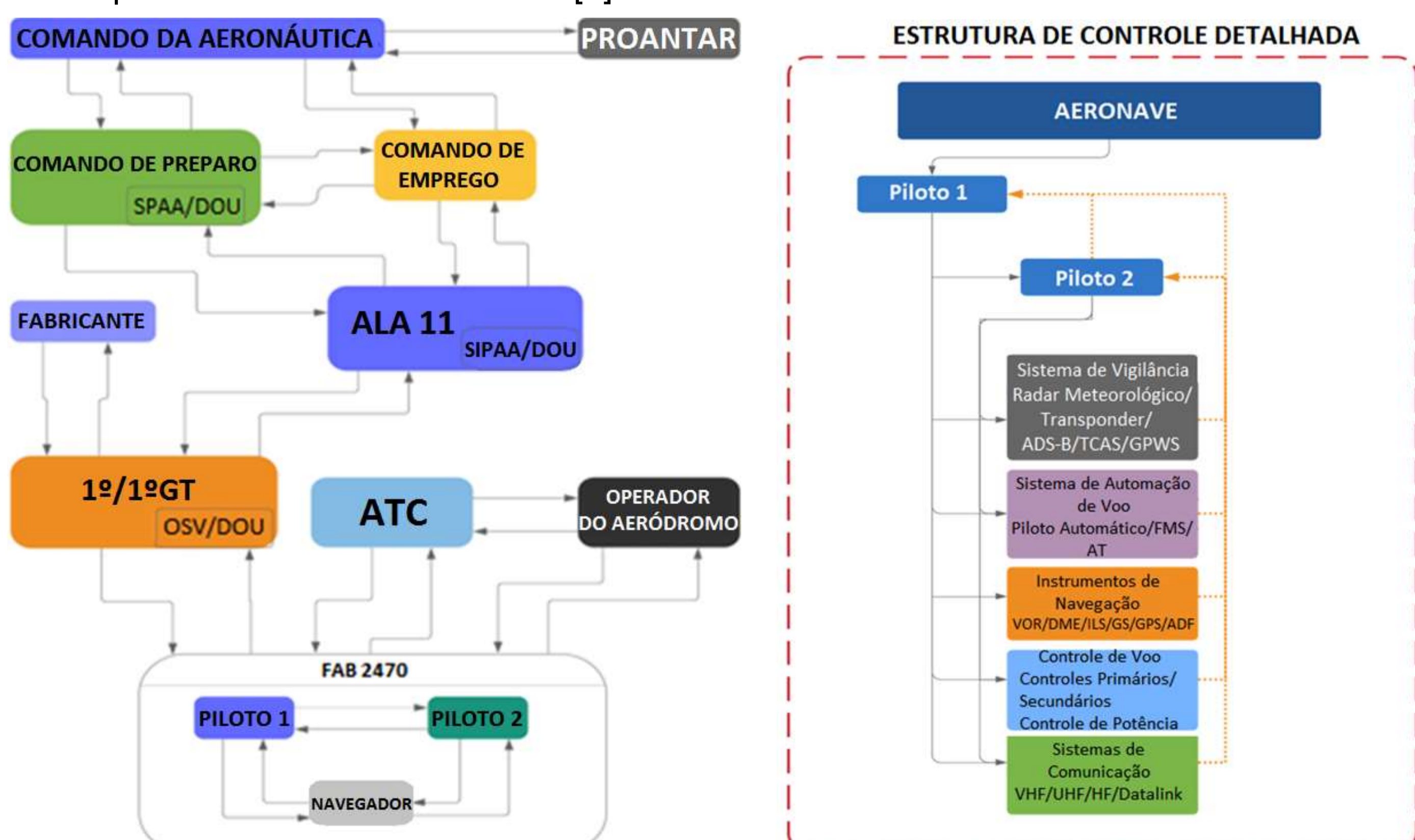


Figura 3: Modelagem da Estrutura de Controle empregada na operação para pouso na Estação Antártica.
 Fonte: Autores

IV. ANÁLISE

Ao modelar a estrutura de controle foi realizada a análise dos componentes do referido sistema (Figura 3), e definido e identificado o controlador dos subsistemas (Figura 4 e 5), quais são os processos controlados, as perdas a serem evitadas, as ações de controle a nível do sistema, e as restrições ou requisitos de segurança já existentes [3]. Em seguida foi possível apontar as ações de controle inseguras (UCA), destacando o contexto em que a perda pode ocorrer, identificar, então, o modelo mental que levou à esta ação e a consequência gerada por ela [4]. Com esses elementos, pode-se propor um programa de melhoramento ao delimitar restrições e requisitos de segurança a serem implementados e emitir recomendações de mudança na estrutura de controle de cada subsistema controlador e processo controlado, quando aplicável.

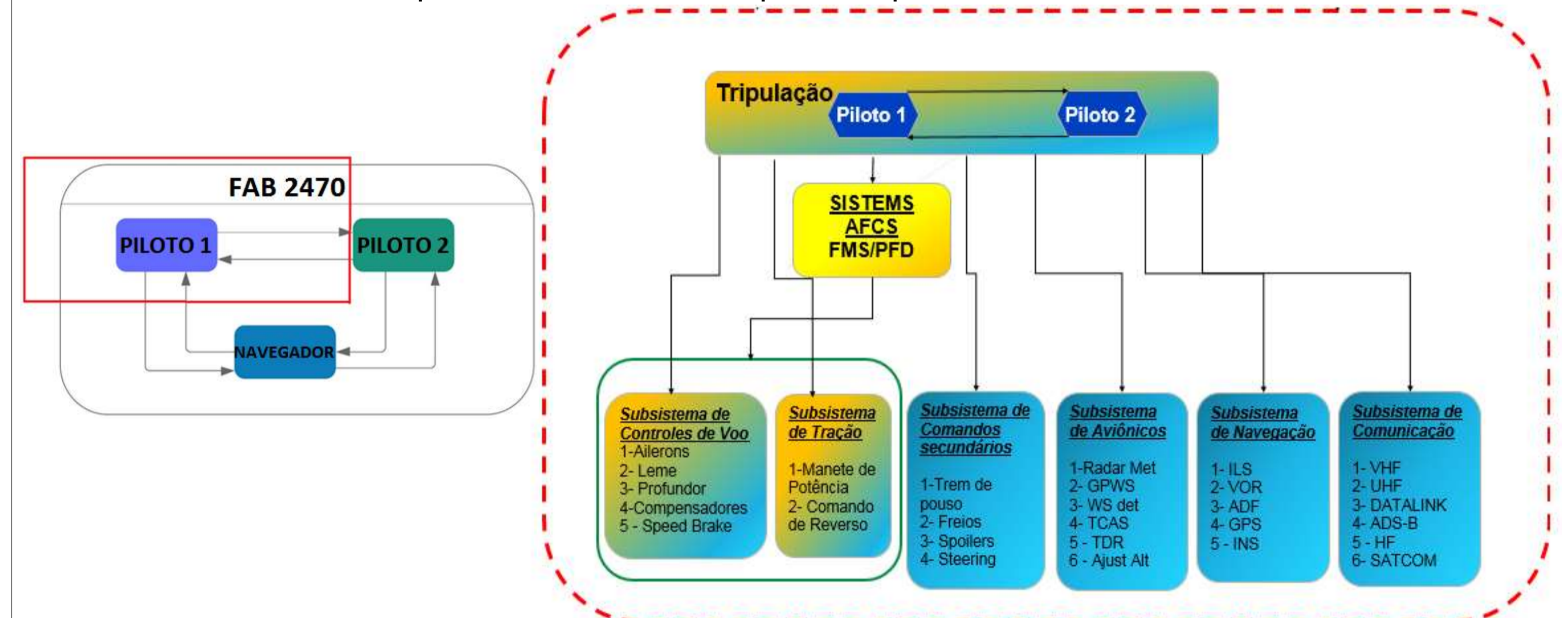


Figura 4 e 5: Modelagem da Estrutura de Controle detalhada.
 Fonte: Autores

A seguir, destaca-se na Tabela 1, apenas um dos diversos subsistemas da modelagem, sendo nesse caso, o primeiro piloto como controlador e o processo controlado, a aeronave FAB 2470.

CONTROLADOR	PROCESSO CONTROLADO	PERIGO A SER CONTROLADO/ SE NÃO FOR CONTROLADO LEVARÁ A PERDA	AÇÕES DE CONTROLE A NÍVEL DO SISTEMA	RESTRIÇÃO DE SEGURANÇA EXISTENTE OU REQUISITO EXISTENTE (SE FOR INADEQUADA - FATOR CAUSAL 1)
CS - PRIMEIRO PILOTO	CPS - AERONAVE	LS - AERONAVEGABILIDADE SEM CONTROLE	CAS - CONDUZIR A AERONAVEGABILIDADE DA AERONAVE	RC5 - SELEÇÃO E FORMAÇÃO DE PILOTO ANTÁRTICO
CONTEXTO	AÇÃO DE CONTROLE INSEGURA (4 TIPOS)	MODELO MENTAL/MODELO DO PROCESSO = FATOR CAUSAL 3	CONSEQUÊNCIAS DE (UCA / MODELO MENTAL / RESTRIÇÃO OU REQUISITO INADEQUADO)	
APROXIMAÇÃO PARA POUSO NO CONTINENTE ANTÁRTICO	UCAS - APLICAÇÃO DE COMANDOS INADEQUADOS NA AERONAVE PARA POUSO NA ANTÁRTICA	MMS - CULTURA ORGANIZACIONAL DE POUSO CURTO DEVIDO A OPERAÇÕES NO AMBIENTE AMAZONICO	REDUÇÃO DO ÂNGULO DE ARFAGEM DA AERONAVE SEGUNDOS ANTES DO POUSO NA CABECEIRA	
RESTRIÇÃO (NÃO DEVERÁ)/REQUISITO (DEVERÁ) DE SEGURANÇA NOVOS (QUEM E O QUE)		RECOMENDAÇÃO DE MUDANÇA NA ESTRUTURA DE CONTROLE		
SRCS - PILOTOS ANTARTICOS DEVERÃO TREINAR O POUSO CURTO UTILIZANDO REFERENCIAS MINIMAS DO PAPI		RCES - A ALA DEVERÁ SUPERVISORAR PER MEIO DO SETOR DE DOCTRINA O TREINAMENTO E QUALIFICAÇÃO DOS TRIPULANTES DO ESQUADRÃO		

Tabela 1: Etapas da técnica CAST aplicada ao cenário do acidente. Fonte: Autores

V. CONCLUSÃO

Por meio da aplicação da técnica CAST foi possível identificar perigos a serem controlados e ações necessárias a nível do sistema que foram relacionados com outro tipo de abordagem no relatório técnico da investigação, gerando novos requisitos e restrições de segurança que não foram concebidos pelos métodos tradicionais. Cada subsistema analisado, pode gerar recomendações associadas aos modelos mentais relacionados aos fatores causais que contribuíram para a ocorrência do acidente. Com isso, foi identificado que diversas interações inseguras no sistema foram apresentados pela técnica e não foram abordados no relatório final de investigação elaborado pela autoridade aeronáutica que conduziu a investigação.

O modelo STAMP, baseado na Teoria de Sistemas, disponibiliza a técnica CAST para análise de Acidentes em sistemas sociotécnicos complexos [4], e sua aplicação demonstrou uma capacidade aumentada em relação aos métodos tradicionais de investigação de acidentes no contexto aeronáutico. O aprimoramento de ferramentas de gestão da segurança voltadas para processos de melhoria contínua, pode fazer uso dessa ferramenta na busca para o atingir padrões de qualidade e segurança das operações ainda mais elevados.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil, Comando da Aeronáutica, Primeiro Esquadrão do Primeiro Grupo de Transporte, *Manual Antártico*. 2010.
- [2] Brasil, Comando da Aeronáutica, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, *Relatório Final A-089M/CENIPA/2014*. 2016.
- [3] Leveson N.G., *CAST Handbook: How to Learn More from Incidents and Accidents*. 2019.
- [4] Leveson, N.G. *Engineering a Safer World*. 2018.