

PUCRS

ESCOLA DE NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS

EDUARDO ALBERTO CASAGRANDE RAD

**INDICADORES DE RESILIÊNCIA PARA GESTÃO DE CONTINGÊNCIAS EM
UMA EMPRESA DE TRANSPORTE AÉREO REGULAR**

Porto Alegre
2017

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

EDUARDO ALBERTO CASAGRANDE RAD

**INDICADORES DE RESILIÊNCIA PARA GESTÃO DE CONTINGÊNCIAS EM
UMA EMPRESA DE TRANSPORTE AÉREO REGULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Negócios como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Éder Henriqson

Porto Alegre
2017

Ficha Catalográfica

R124 Rad, Eduardo Alberto Casagrande

Indicadores de resiliência para gestão de contingências em uma empresa de transporte aéreo regular / Eduardo Alberto Casagrande Rad . – 2017.

146 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Éder Henriqson.

1. Indicadores de Resiliência. 2. Centros de Controle de Operação. 3. Aviação. 4. Contingências. 5. Sistemas Sociotécnicos Complexos. I. Henriqson, Éder. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Eduardo Alberto Casagrande Rad

Indicadores de resiliência para gestão de contingências em uma empresa de transporte aéreo regular

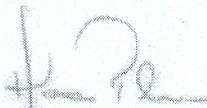
Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração, pelo Mestrado em Administração e Negócios da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 22 de agosto de 2017, pela Banca Examinadora.

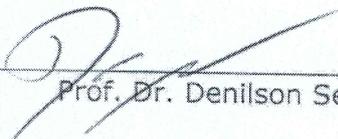
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Eder Henriqson
Orientador e Presidente da sessão



Prof.ª Dr.ª Maira Petrini



Prof. Dr. Denilson Sell



Prof. Dr. Tarcisio Abreu Saurin

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida que tenho.

À minha avó Genecy pelo apoio incondicional.

À Juliana pelo carinho, paciência e companheirismo em todos esses anos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Éder Henriqson, pela disponibilidade, confiança e amizade.

Ao meu informante-chave, Guido, pelas intermediações com a empresa pesquisada, questionamentos, discussões e apontamentos construtivos ao longo de todo o trabalho.

Ao Lucas pelos questionamentos, discussões, apontamentos, cordialidade e amizade.

Aos funcionários, gerentes e diretores da empresa pesquisada, pela disponibilidade e abertura a este projeto.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este projeto acontecesse.

*“Há no mundo, corações que se creem sábios em sua própria opinião,
Estes causam seu fim, porque andam em caminhos de perdição.*

Há corações que não perdoam seus irmãos.

Mas você sabe que da mesma maneira,

Deus não os perdoará por seus pecados.

*Há corações que ajudam sem pedir nada em troca
e por sua nobreza, encontram o progresso diário.*

*Há corações traiçoeiros que gostam de enganar os corações sinceros
Mas, mais vale o segundo, do que o dinheiro do mundo inteiro.*

*E existe aquele coração maligno
que nos atormenta como anjos caídos.*

*Mas há um coração mais poderoso, que nos protege,
que jamais e nunca será vencido.*

E quem buscar e o encontrar, para sempre será bendito.

Refugie-se em sabedoria”

(Corazones – Daddy Yankee

Tradução: Eduardo Alberto Casagrande Rad)

RESUMO

Um dos principais desafios organizacionais de empresas aéreas é manter a continuidade de suas operações, contornando problemas que envolvem o fechamento de aeroportos, questões de infraestrutura e eventos de manutenção não programados. Para lidar com estas contingências, as empresas utilizam Centros de Controle de Operações (CCOs), cuja responsabilidade envolve organizar e acompanhar a execução do planejamento de suas programações de voo, ao mesmo tempo em que tentam acomodar a variabilidade encontrada. Este tipo de atividade cria a necessidade de o sistema ser resiliente, isto é, a capacidade de adaptar o funcionamento do sistema antes, durante ou após alguma mudança ou desordem, a fim de manter as operações previstas, sob contextos esperados e inesperados. O objetivo desta pesquisa é propor indicadores de resiliência que visam auxiliar a gestão das principais contingências vivenciadas pelo CCO, aumentando a capacidade de funcionamento das operações previstas, ainda que diante de situações inesperadas. Esta pesquisa apresenta um estudo de caso único de uma empresa de transporte aéreo regular que opera em torno de 800 voos diários em todo Brasil e em alguns destinos internacionais. Um mapeamento sistêmico das principais contingências vivenciadas pelo CCO foi realizado utilizando o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM). Os dados foram coletados por meio de entrevistas, observações diretas e análises de documentos técnicos. Foram propostos dois indicadores de resiliência que possuem potencial para indicar onde e quando as defesas do sistema devem concentrar seus esforços com a finalidade de evitar contingências. A utilização do FRAM e dos princípios da Engenharia de Resiliência (ER) mostraram-se promissores para a identificação de indicadores de resiliência, podendo o método proposto ser utilizado em pesquisas futuras que buscam identificar indicadores de resiliência em sistemas sociotécnicos complexos.

Palavras-Chave: Indicadores de Resiliência. Centros de Controle de Operação. Aviação. Interrupções de Voo. Contingências. Sistemas Sociotécnicos Complexos.

ABSTRACT

One of the major organizational challenges for airlines is to maintain the continuity of their operations, coping with problems involving airport closures, infrastructure issues and unscheduled maintenance events. To deal with these contingencies, companies use Control Centers of Operations (CCOs), whose responsibility involves planning and monitoring the execution of planning their flight schedules while attempting to accommodate the variability encountered. This type of activity creates the need for the system to be resilient, that is, the ability to adapt system operation before, during or after some change or disorder in order to maintain expected operations, under expected and unexpected contexts. The objective of this study is to propose indicators of resilience that aim to help manage the main contingencies experienced by the CCO, increasing the operational capacity of the planned operations, even in the face of unexpected situations. This research presents a single case study of a regular air transport company that operates around 800 daily flights throughout Brazil and in some international destinations. A systemic mapping of the main contingencies experienced by CCO were performed using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). Data was gathered by means of interviews, *in locus* observations and analysis of technical documents. Two indicators of resilience have been proposed that have the potential to indicate where and when the system defenses should concentrate their efforts in order to avoid contingencies. The use of FRAM and the principles of Resilience Engineering (ER) have shown promise for the identification of resilience indicators, and the proposed method may be used in future research that seeks to identify indicators of resilience in complex sociotechnical systems.

Keywords: Resilience Indicators. Control Centers of Operation. Aviation. Flight Interruptions. Contingencies. Complex Sociotechnical Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Características dos Indicadores SMART	30
Figura 2 – Representação de uma Atividade ou Função no Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) e seus seis aspectos característicos	34
Figura 3 - Desenho da Pesquisa.....	38
Figura 4 - Experiência de trabalho dos entrevistados.....	43
Figura 5 - Etapas de estudo, objetivos específicos, fonte de dados e triangulação	44
Figura 6 - Centro de Controle Operacional	47
Figura 7 - Disposição Geral do CCO	49
Figura 8 - Despacho Operacional de Voo.....	50
Figura 9 - Setor de Carga e de Manutenção Programada.....	51
Figura 10 - Estação de Comunicação via Rádio	52
Figura 11 - Gerente Operacional de Turno	53
Figura 12 - Estação Meteorológica.....	54
Figura 13 - Técnico de Informática.....	55
Figura 14 - Estações Centrais - Coordenadores Gerais de Manutenção e Administradores de Logística de Tripulação de Voo.....	56
Figura 15 - Maintenance Control Center, Apoio à Manutenção e Aircraft On Ground ..	57
Figura 16 - Coordenação de Voo, Execução de Escala, Apoio a Clientes, Logística de Tripulação de Voo, Recovery de Escala e Aircraft on Ground	59
Figura 17 - Gerentes, Auxiliares e Coordenadores Administrativos.....	60
Figura 18 - Gerente Geral.....	60
Figura 19 - Monitor de Meteorologia - Colmeia.....	61
Figura 20 - Monitor de Meteorologia – Imagem de Satélite.....	62
Figura 21 - Monitor de Meteorologia – Cartas Meteorológicas	62
Figura 22 - Monitor de Auxílio à Navegação	63
Figura 23 - Monitor de Indicação de Restrições Operacionais	64
Figura 24 - Monitor de Indicação de Aeronaves Fora de Serviço / em Manutenção	64
Figura 25 - Monitor de Indicadores de Pontualidade e Regularidade e Status das Principais Bases de Operações	65
Figura 26 - Modelagem FRAM de Contingências de Manutenção.....	67
Figura 27 - Variabilidade Interna e Externa	72
Figura 28 - Análise do Desempenho da Variabilidade.....	74

Figura 29 - Alteração da variabilidade <i>upstream-downstream</i> das funções em relação ao tempo e precisão	76
Figura 30 - Exemplo de Variabilidade Contingência de Manutenção – Instanciação FRAM.....	79
Figura 31 - Modelagem FRAM de Fechamento de Aeroporto.....	84
Figura 32 - Variabilidade Interna e Externa	91
Figura 33 - Análise Do Desempenho Da Variabilidade	93
Figura 34 - Alteração da variabilidade <i>upstream-downstream</i> das funções em relação ao tempo e precisão	94
Figura 35 - Exemplo de Variabilidade Contingência de Fechamento de Aeroporto – Instanciação FRAM	97
Figura 36 - Relação entre itens MEL de manutenção pendente e a paralisação de aeronaves.....	103
Figura 37 - Tabela das categorias dos itens de manutenção pendente	104
Figura 38 - Tempo remanescente antes do vencimento	106
Figura 39 - Indicador de Resiliência – Antecipação necessária para solucionar itens MEL de manutenções pendentes	107
Figura 40 - Análise SMART – Indicador Antecipação necessária para solucionar itens MEL de manutenções pendentes	108
Figura 41 - Quantidade de itens MEL de cada categoria e cumprimento da meta.....	109
Figura 42 - Média de itens MEL nas contingências analisadas.....	110
Figura 43 - Análise SMART – Indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i>.....	111
Figura 44 - Indicador de Resiliência – <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i>	112

LISTA DE SIGLAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

AOG – Aircraft on Ground

CCO – Centro de Controle Operacional

DOV – Despachante Operacional de Voo

ER – Engenharia de Resiliência

FRAM – Functional Resonance Analysis Method (Método de Análise de Ressonância Funcional)

HRO – High Reliability Organizations (Organizações de alta confiabilidade)

MCC – Maintenance Control Center

MEL – Minimum Equipment List

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2 QUESTÕES DE PESQUISA.....	19
1.3 OBJETIVO GERAL	19
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5 JUSTIFICATIVA	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 RESILIÊNCIA.....	22
2.1 DEFINIÇÃO.....	22
2.1.1 Resiliência como Rebote de Trauma e Retorno ao Equilíbrio	22
2.1.2 Resiliência como Sinônimo de Robustez	23
2.1.3 Resiliência como o Oposto da Fragilidade.....	23
2.1.4 Resiliência como Adaptabilidade Sustentada	24
2.1.5 Considerações sobre o Conceito de Resiliência.....	24
2.2 ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA	25
2.3 INDICADORES DE RESILIÊNCIA	28
2.4 INDICADORES SMART.....	30
2.5 CONSIDERAÇÕES PARA O ESTUDO	31
3 MÉTODO DE ANÁLISE DE RESSONÂNCIA FUNCIONAL - FRAM	32
3.1 PRINCÍPIOS DA MODELAGEM FRAM.....	32
3.2 ETAPAS DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM FRAM	33
3.3 FRAM E O CCO.....	35
3.4 CONSIDERAÇÕES PARA O ESTUDO	36
4 MÉTODO	37
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	37
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO CASO E UNIDADE DE ANÁLISE	37
4.3 DESENHO DA PESQUISA	38
4.4 PREPARAÇÃO DO ESTUDO	39
4.5 COLETA DE DADOS.....	39
4.5.1 Análise Documental	40
4.5.2 Observações em campo.....	40
4.5.3 Entrevistas	42

4.6 ANÁLISE DE DADOS	43
4.7 VALIDAÇÃO DE RESULTADOS	44
4.7.1 Validação Preliminar	44
4.7.2 Validação Final	45
4.8 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS DA PESQUISA	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 DESCRIÇÃO DO CCO	47
5.1.1 Disposição geral do CCO	48
5.1.2 Funções do CCO	49
5.1.3 Monitores do CCO	61
5.2 CONTINGÊNCIAS ANALISADAS	65
5.2.1 Contingências de manutenção	66
5.2.1.1 Funções	68
5.2.1.2 Aspectos e Ligações	69
5.2.1.3 Variabilidade	71
5.2.1.3.1 Variabilidade Interna E Externa	71
5.2.1.3.2 Variabilidade de desempenho	73
5.2.1.3.3 Análise <i>Upstream-Dowstream</i>	75
5.2.1.3.4 Aplicabilidade da análise da variabilidade	77
5.2.1.3.4.1 Exemplo de análise de variabilidade	77
5.2.1.3.5 Comentários gerais sobre a análise da variabilidade durante contingências de manutenção e recomendações	80
5.2.1.4 Considerações gerais sobre contingências de manutenção	81
5.2.2 Contingência de fechamento de aeroporto	83
5.2.2.1 Funções	85
5.2.2.2 Aspectos e ligações	86
5.2.2.3 Variabilidade	90
5.2.2.3.1 Variabilidade interna e externa	90
5.2.2.3.2 Variabilidade de desempenho	92
5.2.2.3.3 Análise <i>Upstream-Dowstream</i>	93
5.2.2.3.4 Aplicabilidade da análise da variabilidade	95
5.2.2.3.4.1 Exemplo de análise de variabilidade	96
5.2.2.3.5 Comentários gerais sobre a análise da variabilidade durante contingências de fechamento de aeroporto e recomendações	98

5.2.2.4 Considerações gerais	99
5.3 INDICADORES DE RESILIÊNCIA	100
5.3.1 Documentos analisados	101
5.3.2 Resultados	102
5.4 RESILIÊNCIA DO CCO.....	112
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICE A - MODELAGEM DO CCO A PARTIR DO FRAM	–
FOGAÇA (2015)	129
APÊNDICE B - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO E ENTREVISTA	
SEMIESTRUTURADA PARA A ETAPA DE CONFIRMAÇÃO DA DESCRIÇÃO	
DO SISTEMA (CCO) - ADAPTADO DE FOGAÇA (2015)	130
APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA	
IDENTIFICAÇÃO E CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM FRAM DAS	
PRINCIPAIS CONTINGÊNCIAS ENFRENTADAS PELO CCO - ADAPTADO DE	
FOGAÇA (2015)	131
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO PARA AS ENTREVISTAS	133
APÊNDICE E - TABELAS – CONTINGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO.....	134
APÊNDICE F – TABELAS FRAM – CONTINGÊNCIA DE FECHAMENTO DE	
AERPORTO.....	142

1 INTRODUÇÃO

Sistemas sociotécnicos são caracterizados pela interação entre pessoas e tecnologia, aplicando-se aos mais variados setores e ramos de atividade (HAM; YOON; HAN, 2008; MARSHALL; HARRISON; FLANAGAN, 2009; POTT; JOHNSON; CNOSSSEN, 2005; VERBANO; TURRA, 2010). Companhias aéreas ao redor do mundo contam com um sistema sóciotécnico denominado Centro de Controle de Operações (CCO), cuja finalidade e responsabilidade é a de gerenciar centenas e até milhares de voos todos os dias.

O CCO é o responsável por garantir que as operações de empresas aéreas ocorram conforme o planejado. Isso, muitas vezes, envolve desafios difíceis de serem enfrentados. Geralmente, as adversidades encontradas pelos CCO's de companhias aéreas estão associadas a paralisação de aeronaves e a consequente descontinuidade das operações. Esses eventos, frequentemente, acarretam em atrasos e cancelamentos de voos, que impactam diretamente na imagem e nas finanças da empresa. Para a finalidade deste estudo, tais eventos indesejados receberão a denominação de contingência.

Manter as operações de empresas aéreas, ao mesmo tempo em que se gerencia as contingências, exige grandes esforços por parte dos profissionais que compõem o sistema. Tais sistemas sociotécnicos são caracterizados por sua natureza dinâmica, diversa, incerta e pelas interações entre agentes sociais e técnicos (CLEGG, 2000; RÜPPEL; SCHATZ, 2011; WEICHHART; FEINER; STARY, 2010). Estas características forçam o CCO a lidar com a presença de outra característica: a complexidade.

A complexidade força as companhias aéreas a observar uma série de detalhes a respeito do CCO com a finalidade de aumentar a sua eficiência. Por exemplo, o CCO funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano. Uma interrupção por problemas técnicos poderia gerar sérias consequências. Por este motivo, o planejamento de um CCO considera como estratégica a locação da infraestrutura e da tecnologia. É recomendado que a alocação dos aparelhos ocorra em salas climatizadas, com temperatura adequada para aumentar a vida útil dos equipamentos. Além disso, a disposição dos profissionais que trabalham nesse setor é de suma importância. Com a finalidade de resolver as contingências no menor tempo possível, os CCO's geralmente são organizados em um ambiente sem divisórias, facilitando a integração entre os gestores. E, por estarem todos

dispostos na mesma sala, quaisquer problemas que ocorram em determinado setor é recepcionado imediatamente pelos demais, melhorando o tempo de resposta do sistema.

Nos CCO's existem profissionais de diversas áreas, como por exemplo: manutenção, escala de voo, transporte de carga, logística de tripulação, planejamento de voos, coordenação de voos, apoio a clientes, entre outros. Cada profissional é encarregado pelo desenvolvimento de soluções específicas de acordo com sua respectiva área de atuação. A integração e convergência¹ entre as distintas funções tornam-se um desafio adicional para o CCO. Outro desafio, deve-se ao fato de que os recursos disponíveis para gerenciar as contingências são limitados, forçando os decisores a gerenciar metas conflitantes (HOLLNAGEL, 2009). Fogaça (2015) identificou quatro situações que exigem equilíbrio no gerenciamento de metas conflitantes por parte dos decisores que compõem o CCO de uma empresa de transporte aéreo regular brasileiro. São elas: a) equilíbrio entre redução de folgas e manutenção da capacidade de resposta do sistema; b) equilíbrio entre custos e capacidade de atendimento; c) equilíbrio de capacidade de atendimento entre HUB's² e aeroportos secundários; e d) equilíbrio entre a gestão de voos e a gestão de manutenção. O gerenciamento que envolve o equilíbrio de metas conflitantes mostra como as atividades executadas no CCO são complexas.

Fogaça (2015) realizou um estudo com foco na tomada de decisão de diversos profissionais que compõem o CCO de uma empresa aérea brasileira. O seu estudo realizou a caracterização da decisão de profissionais do CCO e revelou os problemas mais comuns em cenários desafiadores de interrupções de voos e as estratégias mais utilizadas para contorná-los. Na ocasião, o pesquisador realizou entrevistas de profundidade com os decisores indagando-os a respeito de como ocorreu o processo decisório em eventos passados. O seu estudo revelou que é necessário melhorar o sistema de suporte à decisão e antecipação de eventos, o que inclui o uso de indicadores e uma análise sistêmica sob a ótica da resiliência. A partir deste pressuposto, esta pesquisa visa dar continuidade aos esforços realizados por Fogaça (2015) e propor uma análise do CCO sob a ótica da resiliência, buscando identificar indicadores que auxiliem os profissionais deste CCO a gerenciar as operações previstas, ao mesmo tempo em que lidam com as contingências.

Compreender de que maneira as organizações conseguem manter o seu funcionamento, ao mesmo tempo em que lidam com adversidades, é o objetivo central de um conceito teórico conhecido como Engenharia de Resiliência (ER). Esse conceito vem

¹ Entende-se convergência como a interação entre as funções que compõe o sistema, isto é, a maneira como as funções se comunicam e interagem.

² HUB's são aeroportos que concentram um elevado número de chegadas e partidas de determinada empresa aérea, distribuindo a malha aérea para os mais variados destinos.

destacando-se no âmbito acadêmico, pois apresenta uma nova maneira de pensar sobre sistemas sociotécnicos complexos (QURESHI, 2007). A ER busca auxiliar as pessoas a lidar com a complexidade do sistema e a pressão para obter sucesso (COSTELLA; SAURIN; GUIMARÃES, 2009). A aplicação dos preceitos da ER no CCO de uma empresa aérea pode oferecer uma nova perspectiva para compreender melhor o funcionamento do sistema, e, assim, poder ajudar os gerentes operacionais a lidar com a complexidade do sistema e otimizar os seus resultados.

De acordo com Fogaça (2015), um dos principais desafios a serem enfrentados pelos gestores do CCO desta empresa aérea, deve-se ao fato de que, muitas vezes, não é possível antecipar as ameaças que prejudicam as operações. As indicações de como as operações são conduzidas, frequentemente, não fornecem aos gestores indícios sobre como conduzir as operações futuras. Se houvesse indicações disponíveis a respeito de possíveis contingências, o CCO poderia antecipar-se com a finalidade de mitigar as possíveis consequências acarretadas pelas contingências; aumentando desta maneira a eficácia do CCO.

A ER tem potencial para auxiliar o CCO a antecipar-se frente a possíveis contingências, pois dela foram derivadas técnicas para analisar o sistema levando em consideração elementos importantes; como por exemplo, a variabilidade³. Este tipo de análise que inclui elementos complexos e intratáveis do sistema permite um real conhecimento a respeito das suas virtudes e fraquezas. Assim, a partir deste pressuposto, será possível identificar indicadores de onde o sistema está fraco em suas defesas, ou onde o sistema está deixando de ser resiliente. Desta forma, será possível propor indicadores de resiliência para este CCO. Se eficazes, estes indicadores podem auxiliar o CCO na gestão de suas atividades, aumentando a eficácia do CCO, impactando diretamente na pontualidade e regularidade das operações da empresa aérea; gerando lucro e impactando positivamente na imagem da empresa.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O âmbito acadêmico destaca os CCO's como fenômenos recentes nas nossas indústrias, cujo o uso ocorre, principalmente, na indústria de processos contínuos ou em processos nos quais o risco de acidentes é muito alto (CARVALHO, 2010; RESENDE, 2011). Carvalho (2010)

³ Entende-se variabilidade como característica indissociável a sistemas complexos, servindo a estes sistemas tanto como aspecto positivo (auxiliando na capacidade de adaptação) como em aspectos negativos (como fonte de vulnerabilidade, falhas e riscos).

relata em sua pesquisa que as principais características dos CCO's são a variabilidade e a complexidade. Esta pesquisa não possui a finalidade de aprofundar os princípios teóricos a respeito de CCO, em vez disso, concentra-se em compreender como a variabilidade e a complexidade manifestam-se neste tipo de sistema.

Como parte da complexidade de um sistema sóciotécnico complexo, a resiliência precisa ser considerada (DEKKER et al., 2013). De fato, a resiliência é fundamental para manter sistemas sóciotécnicos em funcionamento, pois ela influencia e é influenciada pelas demais características desses sistemas (RIGHI; SAURIN, 2015). Na perspectiva da ER, a resiliência é definida como a habilidade intrínseca de um sistema adaptar seu funcionamento, antes, durante ou após alguma mudança ou desordem, a fim de manter as operações previstas, sob contextos esperados e inesperados (HOLLNAGEL, 2011). Aumentar a resiliência do CCO pode permitir uma melhor gestão das atividades.

Para sugerir mecanismos ou indícios sobre a resiliência do CCO é necessário compreender o seu funcionamento e de que forma a variabilidade é manifesta. Com esta finalidade, é reconhecido que diversos métodos vêm sendo adotados para estudar sistemas sóciotécnicos, como por exemplo: a Modelagem de Sistemas Dinâmicos, (Dynamic Systems Modelling – COWING; PATÉ-CORNELL; GLYNN, 2004), a Análise Cognitiva do Trabalho (Cognitive Work Analysis. (BISANTZ; BURNS, 2008) e o Método de Análise de Ressonância Funcional (HOLLNAGEL, 2012).

O Método de Análise de Ressonância Funcional (conhecido como FRAM - Functional Resonance Analysis Method) originou-se da teoria da engenharia de resiliência e busca realizar uma modelagem conceitual da variabilidade das diferentes funções de um mesmo sistema. Sua abordagem é qualitativa e busca caracterizar cada função de um sistema a partir de *inputs*, *outputs*, recursos necessários, tempo disponível, mecanismos de controle e condições de desempenho de cada uma das principais atividades ou funções do sistema estudado. O FRAM permite uma observação abrangente e sistêmica das funções analisadas (STEEN; AVEN, 2011). Em pesquisas recentes o método foi empregado na análise de risco em gestão de tráfego aéreo e transporte ferroviário (BELMONTE et al., 2011; WOLTJER, 2009), análise de acidentes sistêmicos em aviação (CARVALHO, 2011; HERRERA; WOLTJER, 2010; SAWARAGI; Horiguchi; HINA, 2006) e identificação e caracterização de funções do CCO de uma empresa de transporte aéreo regular (FOGAÇA, 2015).

Além dos princípios de ER, este estudo utilizou o método FRAM para compreender o funcionamento do sistema durante as suas operações. A maneira como o CCO mantém o sistema em funcionamento, ao mesmo tempo em que gerencia contingências, proporciona um

cenário ideal para desenvolver o potencial de ER na busca por ferramentas que auxiliem o CCO a enfrentar as contingências do sistema. No âmbito das ciências sociais aplicadas, diversas organizações vêm beneficiando-se com o uso de indicadores.

Após analisar o processo decisório e o gerenciamento de metas conflitantes em eventos retroativos do CCO de uma empresa aérea, Fogaça (2015) concluiu que existia a necessidade de ferramentas que auxiliem a tomada de decisão dos profissionais do CCO; e também formas de se antecipar em relação a eventos futuros. Para suprir tal necessidade é necessário salientar os esforços de outros pesquisadores. Leveson (2015) sugere um método de identificação de indicadores em sistemas sociotécnicos complexos baseando-se na teoria dos sistemas dinâmicos. No entanto, seu modelo é focado na investigação de acidentes e no gerenciamento de riscos e não em fornecer indicativos da resiliência do sistema.

De Carvalho; De Souza (2012) propõem um sistema informatizado para monitorar indicadores de resiliência nas organizações. Esse sistema leva como base um conjunto inicial de dez indicadores: comunicação, recursos e equipamentos, grupo de atividades e interfaces, planejamento e programação, condição de materiais, procedimentos, políticas e documentação, estrutura de tarefas, papéis e responsabilidades, treinamento e experiência. Este estudo considerou os princípios da Análise Cognitiva do Trabalho⁴ para estudar uma variedade de domínios de trabalho de diferentes perspectivas, procurando compreender como agentes humanos trabalham; e de que maneira eles dão significado aos eventos. O objetivo é compreender as estratégias de tomada de decisão, determinando o foco dos trabalhadores, os seus pensamentos ao realizar tarefas e o que sabem sobre o processo. Desta maneira, a utilização deste método ou destes indicadores não possui compatibilidade com a proposta desta pesquisa.

Neste sentido, não existe uma pesquisa que busque identificar indicadores de resiliência que auxiliem na gestão das atividades exercidas pelo CCO, e tampouco, um conjunto completo de indicadores de resiliência que seja amplamente aceito pela comunidade científica. Isso pode ser explicado por dois motivos: a) cada objeto de estudo possui suas particularidades e características próprias, tornando complexa a adoção de um padrão de indicadores que possa ser utilizado em diversos segmentos; b) parte do problema está no fato de que os indicadores de resiliência podem medir apenas os potenciais de resiliência, mas não a resiliência em si (WOODS, 2006).

⁴ Análise Cognitiva do Trabalho é um conjunto de métodos utilizados para investigar processos cognitivos em locais de trabalho conduzidos por diferentes operadores humanos na manipulação de recursos e tecnologia (DE CARVALHO, DE SOUZA, 2012).

Para suprir tal lacuna, esta pesquisa busca ampliar o entendimento sobre a resiliência presente no gerenciamento do CCO de uma empresa de transporte aéreo regular. A aplicação da modelagem FRAM proporciona uma descrição qualitativa das principais funções do CCO, identificando quais são os recursos disponíveis de cada função, como elas interagem, quais são as competências requeridas para o controle de cada função, de que maneira a variabilidade é manifesta, etc. Esta descrição proporciona condições de identificar alguns aspectos que afetam diretamente a resiliência do CCO. Estes aspectos fornecerão base para encontrar indicadores que podem permitir ao CCO mapear condições de risco em que a organização está operando, proporcionando recursos para uma melhor percepção de si mesmo e uma melhor preparação para possíveis contingências.

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Quais indicadores de resiliência podem auxiliar o CCO de uma empresa aérea na gestão de contingências?

Para responder à pergunta central desta pesquisa, faz-se necessária a consideração de algumas perguntas secundárias:

- a) Quais são as principais contingências vivenciadas pelo CCO?
- b) Que funções se demonstraram críticas para a gestão das principais contingências do CCO?
- c) Como caracteriza-se a resiliência dentro do CCO?

1.3 OBJETIVO GERAL

Propor indicadores de resiliência que visam auxiliar a gestão das principais contingências vivenciadas pelo CCO, aumentando a capacidade de funcionamento das operações previstas, ainda que diante de situações inesperadas.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os seguintes objetivos específicos são propostos para este estudo:

- a) Caracterizar o CCO;

- b) Identificar as principais contingências vivenciadas pelo CCO;
- c) Analisar a variabilidade das funções do CCO nas contingências analisadas;
- d) Caracterizar a resiliência do CCO.

1.5 JUSTIFICATIVA

O conceito de ER tem atraído grande interesse tanto no meio industrial como no acadêmico, pois apresenta uma nova maneira de pensar sobre sistemas sociotécnicos complexos. O uso de indicadores vem sendo constantemente utilizado como uma ferramenta de gestão. Conforme revelado por Fogaça (2015), o CCO, objeto de estudo desta pesquisa, carece de ferramentas que auxiliem os profissionais no gerenciamento de suas atividades. A proposta desta pesquisa visa propor indicadores de resiliência com a finalidade de maximizar o controle do sistema mesmo diante de condições inesperadas (FUJITA, 2006).

Conforme destacado anteriormente, não existem trabalhos no âmbito acadêmico com o objetivo de propor indicadores de resiliência em um CCO de uma empresa de transporte aéreo regular. Tampouco existem pesquisas que sugerem a aplicação da modelagem FRAM como ponto de partida para identificar indicadores de resiliência através de uma descrição qualitativa das principais funções do CCO, onde serão identificados os recursos disponíveis em cada função, como ocorre a interação entre as funções, quais são as suas competências, etc. Esta descrição proporciona condições de identificar alguns aspectos que afetam diretamente a resiliência do CCO. Estes aspectos fornecerão base para encontrar indicadores que podem permitir ao CCO mapear condições de risco em que a organização está operando, proporcionando recursos para uma melhor percepção de si mesmo e uma melhor preparação para possíveis contingências. Desta forma, este trabalho visa contribuir na esfera acadêmica apresentando uma metodologia para encontrar indicadores de resiliência em sistemas sóciotécnicos complexos.

Outro aspecto que contribuiu para a escolha do tema e do objeto de pesquisa foi dar continuidade a uma pesquisa anterior realizada no mesmo objeto de estudo, onde o contato com a empresa foi facilitado devido ao interesse mútuo.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir o objetivo proposto para este trabalho, será apresentada, no segundo capítulo, uma discussão teórica sobre resiliência, engenharia de resiliência, indicadores de

resiliência e indicadores *smart*. No terceiro capítulo, será mostrado o método de análise de ressonância funcional e, no quarto capítulo, será exposta a metodologia proposta. Os resultados e a análise são apresentados no capítulo cinco, seguido das considerações finais desta pesquisa. Na maioria dos termos e expressões optou-se por utilizar a nomenclatura original (em inglês), devido à escassez de material encontrado em português. As exceções serão apontadas ao longo do texto.

2 RESILIÊNCIA

2.1 DEFINIÇÃO

Hollnagel (2006) define a resiliência como a capacidade intrínseca de um sistema para ajustar o seu funcionamento antes, durante, ou após alterações e perturbações, para que, mesmo após um grande acidente ou na presença de estresse contínuo, possa sustentar as operações necessárias.

Para que os aspectos que envolvem a resiliência fossem melhor compreendidos, recorreu-se a uma revisão teórica que tem como objetivo entender os seus significados e suas fundamentações teóricas. Os itens 2.1.1 – 2.1.4 consistem em um detalhamento das quatro dimensões do conceito de resiliência apresentadas por Woods (2015a): a) resiliência como rebote de trauma e retorno ao equilíbrio; b) resiliência como sinônimo de robustez; c) resiliência como o oposto da fragilidade; e d) resiliência como adaptabilidade sustentada.

2.1.1 Resiliência como Rebote de Trauma e Retorno ao Equilíbrio

Este conceito busca responder por que algumas comunidades, grupos ou indivíduos se recuperam melhor do que outros de eventos traumáticos, retornando com maior facilidade ao funcionamento normal anterior. Para encontrar a resposta, os esforços devem se concentrar em entender quais recursos e capacidades estavam presentes antes do período de recuperação de uma situação anormal, ao invés de tentar entender como a recuperação ocorre, pois não é o que acontece após uma anormalidade que afeta a capacidade de recuperação, e sim quais capacidades ou recursos estavam presentes e disponíveis antes da anormalidade. Este conceito de resiliência permite identificar que a capacidade de lidar com uma situação de crise é largamente dependente das estruturas que foram desenvolvidas antes de ocorrer uma situação crítica. Assim, uma análise de quais fatores estão presentes antes de ocorrer uma situação crítica fornece condições para aumentar a resiliência no futuro.

2.1.2 Resiliência como Sinônimo de Robustez

Este conceito de resiliência engloba a capacidade de absorver as perturbações. O aumento de robustez expande o conjunto de perturbações que o sistema pode aguentar. O conceito de robustez confundiu as primeiras explorações sobre resiliência, e até hoje este continua sendo um problema ao trabalhar com a resiliência (MILI, 2011; WOODS, 2006). A partir disso, surge a questão: em que se difere então a resiliência da robustez? Há duas formas de lidar com esta questão: a) se um aumento na robustez expande o conjunto das perturbações que o sistema pode responder efetivamente, o que acontece quando o sistema é desafiado por um evento que supera os seus limites? Quando esta situação ocorre, há indícios de que o sistema é fraco em suas fronteiras, isto é: na sua resiliência. Esta descoberta mostra como é equivocado confundir a capacidade da resiliência com a robustez; b) uma suposição usual é de que conforme a robustez aumenta, o conjunto das perturbações que o sistema é capaz de reagir eficazmente expande, levando o envelope de desempenho do sistema a tornar-se cada vez maior ou mais abrangente. Porém, alguns estudos empíricos (veja HOLLNAGEL, 2009; WOODS, 2006;) demonstraram que aumentar a capacidade do sistema para lidar com as perturbações não é uma tarefa simples assim. Em vez disso, ao expandir a capacidade de um sistema para lidar com algumas perturbações adicionais, ocorre um aumento na vulnerabilidade do sistema. Isso demonstra que a característica de resiliência não se limita apenas na capacidade de absorver as perturbações, mas que está condicionada a elementos muito mais complexos.

2.1.3 Resiliência como o Oposto da Fragilidade

Este conceito encara a resiliência como o oposto da fragilidade, ou como a capacidade de adaptação frente a situações inesperadas. Ele visa responder como os sistemas podem “esticar-se” para lidar com os imprevistos. Sabemos que por melhor que seja o sistema, todos experimentam eventos que ultrapassam os seus limites operacionais. Estar preparado para adaptar-se a fim de manipular os imprevistos é uma forma de capacidade adaptativa necessária para todos os sistemas (WOODS, 2006; WOODS, 2015b). Do ponto de vista da resiliência como o oposto da fragilidade, devemos buscar eventos anteriores e analisar como o sistema se “esticou” para acomodar-se diante de situações indesejadas. Ou seja, observar ou analisar como o sistema adaptou-se ao interromper eventos e alterações no passado, fornece

os dados para avaliar o potencial de ação adaptativa que o sistema terá no futuro (WOODS, 2009).

2.1.4 Resiliência como Adaptabilidade Sustentada

Uma vez criada a capacidade adaptativa é necessário torná-la sustentável. Este conceito de resiliência refere-se à habilidade de gerenciar/ regulamentar as capacidades adaptáveis dos sistemas que estão em camadas interligadas e que são também uma parte das camadas maiores denominadas camadas de *high networks*, a fim de produzir adaptabilidade sustentada em escalas maiores. Em sistemas sociotécnicos, a adaptabilidade sustentada aborda a dinâmica do sistema ao longo do ciclo de vida ou de vários ciclos. A arquitetura do sistema precisa ser equipada em fases anteriores com os meios para adaptar-se ou ser adaptável quando o sistema enfrentar contingências e desafios em seu ciclo de vida. Assim, a resiliência como adaptabilidade sustentada é um conceito de nível superior no qual múltiplas dimensões são equilibradas e negociadas, levando em consideração como os sistemas adaptativos (humanos) funcionam. Neste conceito de resiliência, um sistema flexível baseia-se no quão bem equilibradas as compensações são realizadas ou não.

2.1.5 Considerações sobre o Conceito de Resiliência

Para a análise da resiliência do objeto de estudo desta pesquisa, todos os conceitos expostos por Woods (2015a) possuem aplicabilidade. Por exemplo, o conceito que encara a resiliência como *rebote de trauma e retorno ao equilíbrio*, pode ser verificado através do mapeamento das funções responsáveis pela mitigação durante as contingências. Para o conceito que encara a resiliência como *sinônimo de robustez* foi observado durante a fase de coleta de dados que existem procedimentos que visam aumentar a capacidade de controle dos controladores do sistema. Este tipo de procedimento associado a tecnologia torna o sistema mais robusto. Com relação ao conceito que encara a resiliência como o *oposto da fragilidade* foi observado que o CCO utiliza sistemas adaptativos (humanos) para operar através do equilíbrio de metas conflitantes e está constantemente “esticando-se” para lidar com os imprevistos, alocando os recursos disponíveis conforme as necessidades do sistema. Com relação ao conceito que encara a resiliência como o da *adaptabilidade sustentada* foi possível observar que o sistema incorpora a adaptabilidade que se mostrou eficaz em outras situações adversas passadas, para solucionar situações adversas futuras. Desta maneira, é possível

concluir que estes conceitos possuem uma aplicabilidade prática para o objeto de estudo desta pesquisa.

2.2 ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

A ER tornou-se mais conhecida para a comunidade acadêmica em uma reunião realizada na Suécia em 2004, que sediou o primeiro simpósio realizado especificamente para discutir sobre esse novo conceito. Os princípios e conceitos discutidos na ocasião originaram um livro que foi lançado dois anos mais tarde (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). A ER é tratada pelos autores seminais como um paradigma para a gestão da segurança (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). No âmbito acadêmico, a teoria da ER é aplicada principalmente no desenvolvimento de teorias sobre gestão de segurança, oferecendo uma nova alternativa de análise de sistemas sociotécnicos. A evolução destas teorias foi enfatizada por diversos estudos (BENN; HEALE; HOLLNAGEL, 2008; HOPKINS, 2014; RANKIN et al., 2014; RE; MACCHI, 2010; STEELE; PARIÈS, 2008). Porém, este conceito não se restringiu apenas ao âmbito da segurança. Ela vem sendo aplicada por meio de múltiplas perspectivas disciplinares, tais como: organizações complexas (ALDERSON; DOYLE, 2010), organizações humanas (BENN; HEALEY; HOLLNAGEL, 2008; EPSTEIN, 2006; JACKSON; FERRIS, 2012; McDONALD, 2008; STEELE; PARIÈS, 2008), ecologia (GROTAN et al., 2008), aviação (WANG; IP, 2009), entre outros.

Em sua consolidação teórica, algumas semelhanças entre a ER e outras teorias foram discutidas, como por exemplo: na teoria de acidentes normais em organizações de alta confiabilidade (High Reliability Organizations – HRO) (ANTUNES; MOURÃO, 2011; HOPKINS, 2014), na teoria de cultura de segurança (CHEVREAU, 2006) e na teoria da complexidade (HETTINGER et al., 2013). Hopkins (2014) fez críticas sobre a teoria de ER e a teoria de HRO. As críticas alinham-se ao pensamento de que seria errôneo tratar a ER como algo radicalmente inovador, uma vez que a maioria de seus principais conceitos e princípios foram emprestados de outros campos. Até mesmo os artigos seminais de ER reconhecem inspiração no conceito de HRO (CREACO et al., 2014; WOODS; WREATHALL, 2003). A grande diferença em questão está no fato de que a teoria de HRO não possui um papel centralizado ao conceito de resiliência. Apesar de possuir quatro características que são vistas em ambas as perspectivas, a linha de pensamento HRO encara as organizações como elementos de alta confiabilidade. Dekker (2011) argumenta que embora uma parte da

organização possa ser confiável, a dinâmica das partes pode tornar o sistema inseguro. Logo, tornou-se necessário um conceito que englobasse este tipo de complexidade sistêmica.

É a partir deste momento que a ER começa a ter um papel fundamental a respeito das organizações complexas. Zarboutis e Wright (2006) mostram como os elementos de complexidade podem enfraquecer a resistência do sistema de aviação. Saurin, Righi e Henriqson (2013) discutiram o papel da resiliência dentro do contexto das características de complexidade dos sistemas sociotécnicos, esclarecendo as ligações entre a ER e a complexidade. Uma característica da complexidade destes sistemas é a presença de muitos *trade-offs*. Geralmente os *trade-offs* precisam ser gerenciados por aqueles que estão trabalhando na linha de frente. Como a variedade e o número de *trade-offs* são diversos, a sua gestão não pode confiar exclusivamente em procedimentos operacionais padronizados. Para que este tipo de gestão seja possível, é necessário ser resiliente, isto é, ser capaz de gerenciar as atividades previstas ao mesmo tempo que as adversidades são gerenciadas. Como resultado do tema abordado no 5º Simpósio de Engenharia de Resiliência, alguns estudos têm abordado a gestão de *trade-offs* (DI CIOCCIO; MOREL, 2013; FERREIRA et al., 2013; FOGAÇA, 2015; NATHANAEL; TSAGKAS; MARMARAS, 2013).

Com base em estudos de Hale e Heijer (2006), Hollnagel e Woods (2005), Rasmussen (1997), Saurin, Formoso e Cambraia (2008) e Wreathall (2006) serão utilizados cinco princípios para analisar a resiliência do sistema:

a) Comprometimento: este princípio requer que a alta direção da organização demonstre um forte comprometimento à segurança, acima ou na mesma medida que os outros interesses da empresa, como por exemplo, o lucro;

b) Consciência: este princípio implica em uma consciência situacional por parte dos gestores que devem ter o pleno conhecimento do seu próprio estado corrente do sistema e o ao mesmo tempo estar ciente do estado das defesas do sistema. Isto é crítico para antecipar mudanças futuras no ambiente que podem afetar a capacidade do sistema para funcionar (RESILIENCE ENGINEERING ASSOCIATION, 2016). A consciência também é importante para a avaliação das vantagens e desvantagens entre produção e segurança (HALE; HEIJER, 2006; HOLLNAGEL; WOODS, 2005). Rasmussen, Petersen e Goodstein (1994) sugerem duas abordagens gerais para a aplicação deste princípio: medição de desempenho com base em indicadores proativos e o desenho das fronteiras visíveis de desempenho;

c) Flexibilidade: a suposição básica de ER é que os erros humanos são inevitáveis por causa das pressões individuais e organizacionais, por exemplo: carga de trabalho e dos custos (RASMUSSEN; PETERSEN; GOODSTEIN, 1994). Portanto, o projeto do sistema de

trabalho deve ser flexível, reconhecendo que a gestão da variabilidade é tão importante quanto à redução da variabilidade. Na verdade, o sistema deve apoiar as estratégias humanas naturais para lidar com os riscos existentes, ao invés de aplicar uma estratégia particular. Isso significa que não mais do que aquilo que é absolutamente essencial deve ser especificado na concepção de postos de trabalho (CLEGG, 2000). Isso implica estudar o que as pessoas realmente fazem e, em seguida, considerar se é possível suportar o que foi planejado (HOLLNAGEL; WOODS, 2005). Wreathall (2006) também enfatiza que a flexibilidade exige que os profissionais sejam capazes de decidir sobre aspectos importantes sem a necessidade de aguardar desnecessariamente para obter orientações de manejo;

d) Aprendizagem: com a finalidade de disseminar estratégias de trabalho bem-sucedidas, a engenharia de resiliência enfatiza a compreensão do trabalho em condições normais ao invés de apenas aprender com os incidentes. No entanto, esta aprendizagem requer um ambiente organizacional que incentive a comunicação de incidentes e que identifique estratégias adaptativas (WREATHALL, 2006). Além disso, a aprendizagem deve levar em consideração a forma como os procedimentos são implementados. Na verdade, o acompanhamento da implementação de procedimentos deve ser considerado na mesma importância que os procedimentos já definidos, pois são os novos procedimentos que podem contribuir para reduzir a lacuna entre o trabalho imaginado pelos gerentes e o trabalho que está sendo realizado nas linhas de frente. Quanto menor for a diferença, maior será a evidência de que a aprendizagem está ocorrendo (HALE; HEIJER, 2006; WREATHALL, 2006);

e) Proatividade: a proatividade refere-se à antecipação de necessidades, problemas ou mudanças. Isso requer ações previamente elaboradas que alteram diretamente os arredores do ambiente. Em termos de saúde e segurança, proatividade refere-se à antecipação de riscos e medidas de controle de forma a interromper o curso evolucionário de incidentes.

A teoria de ER pode ser aplicada em três níveis: organizacional, individual e em equipe (BACK et al., 2008). Em todos esses níveis, o desempenho humano é visto como essencial para lidar com a variabilidade (NUUTINEN, 2005). Fujita (2006) salienta com base nos preceitos da ER, que um sistema resiliente deve ser capaz de utilizar habilidades humanas em sintonia com as margens de operação projetadas e as características organizacionais. O fato da ER abordar o fator humano é essencial para este trabalho, pois o papel dos decisores no sistema é extremamente crítico para manter o sistema em funcionamento, pois são eles que permitem ao sistema lidar com a intratabilidade.

Os conceitos teóricos aqui apresentados esclarecem de que maneira a engenharia de resiliência se encaixa no objeto de estudo principal deste trabalho: o CCO. Sob o ponto de vista sistêmico e com foco no trabalho buscou-se compreender as interações de indivíduos e equipes com o contexto social e material, compreendendo como ocorre o funcionamento do sistema em condições esperadas e inesperadas.

A análise abrangente da ER, em níveis organizacionais, individuais e em equipe, permitiu identificar os princípios da teoria de ER que fornecem indícios sobre a maneira de como a resiliência está ou não presente no sistema. Isso permite um aumento da consciência situacional por parte dos gerentes operacionais sobre o funcionamento do sistema em condições normais e anormais, contribuindo para o aumento da resiliência do sistema. Porém, os esforços não se limitaram em apenas aumentar a consciência situacional do CCO. Busca-se encontrar indicadores de resiliência que permitirão ao CCO identificar as condições de risco em que a organização está operando, proporcionando recursos para uma melhor preparação de possíveis contingências.

2.3 INDICADORES DE RESILIÊNCIA

A complexidade dos sistemas sociotécnicos atuais tem apresentado novos desafios de gestão nas áreas de sistemas de segurança (QURESHI; ASHRAF; AMER, 2007). Estes desafios extrapolam as soluções propostas pelas abordagens tradicionais. Como analisamos na seção anterior, a engenharia de resiliência é uma alternativa reconhecida para as abordagens tradicionais de gestão de segurança. Mas de que maneira a aplicação deste conceito pode aumentar a resiliência do sistema?

Esta não é uma tarefa fácil. Este trabalho envolve concentrar os esforços também em aspectos proativos de segurança, e não somente em aspectos reativos. Primeiro, é necessário identificar as vulnerabilidades do sistema sob a ótica dos preceitos da ER para que assim possamos ter informações sobre a gestão de segurança. Ter pleno conhecimento das atuais defesas e dos recursos disponíveis no sistema é imprescindível para aumentar a resiliência do mesmo. Portanto, é necessário que os indicadores de resiliência reflitam aspectos organizacionais que influenciem no desempenho da organização. Além disso, os indicadores precisam ser capazes de informar os tomadores de decisão as condições em que a organização está operando em relação a qualquer aspecto em qualquer momento.

Shirali, Mohammadfam e Ebrahimipour (2013) identificaram seis princípios que foram reconhecidos em outras pesquisas para avaliar o potencial de resiliência: compromisso

da alta gestão, cultura, aprendizagem cultural, consciência, preparação e flexibilidade (ver COSTELLA; SAURIN; GUIMARÃES, 2009; HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006; SAURIN; CARIM JÚNIOR, 2011).

Shirali et al (2016) aponta que todos os estudos que englobam indicadores de resiliência focalizam em um determinado conjunto de indicadores: memória, flexibilidade, antecipação, resposta, atenção, aprendizagem, tolerância, margem e interações em escala cruzada.

Um sistema resiliente deve possuir três qualidades (antecipação, atenção e resposta) a fim de permanecer resiliente e sob controle (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). Isso alinha-se com quatro fatores expostos por Pariès et al. (2012):

a) Saber o que fazer, envolve ações que visam responder às interrupções das operações previstas, através da implementação de um conjunto predefinido de respostas ou através do ajuste de funções normais;

b) Saber o que procurar, como controlar algo que é uma ameaça ou que tem potencial para tornar-se um problema. A observação deve incluir não apenas o que ocorre no ambiente, mas também o que ocorre no sistema em si (desempenho do sistema);

c) Saber o que esperar, como antecipar as ameaças, as potenciais mudanças, os distúrbios, as pressões e principalmente as suas consequências;

d) Saber o que aconteceu, como tirar lições úteis das experiências de sucesso e de fracasso.

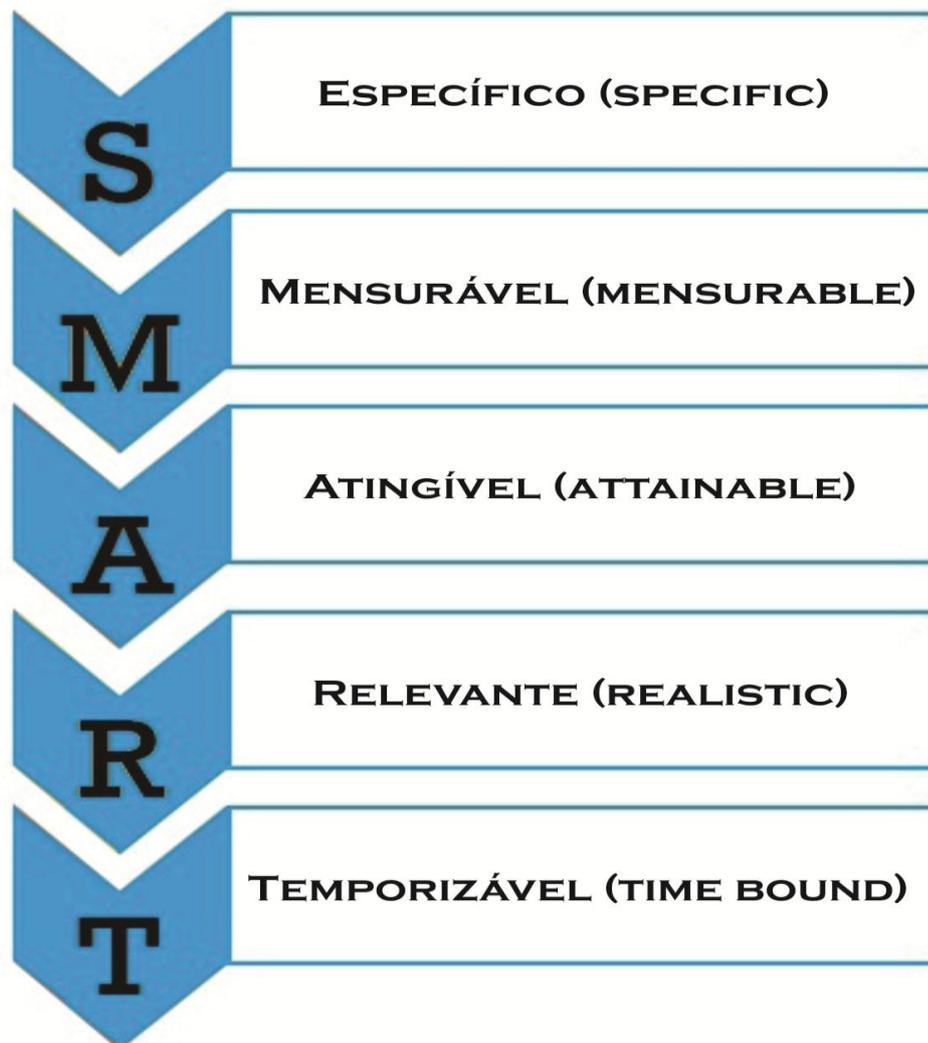
É importante salientar com relação aos indicadores de resiliência que cada objeto de estudo possui suas particularidades e características próprias, tornando complexa a adoção de um padrão de indicadores que pode ser utilizado em diversos segmentos. Parte do problema está no fato de que os indicadores de resiliência podem medir apenas os potenciais de resiliência, mas não a resiliência em si (WOODS, 2006).

Uma vez compreendido o que os indicadores de resiliência precisam representar, surge a necessidade de certificar outros elementos que contribuem para que esses indicadores sejam atingíveis, úteis, eficientes e relevantes.

2.4 INDICADORES SMART

Oriundo de uma técnica de criação de metas, o uso de indicadores SMART é muito difundido em teorias de marketing (ver DORAN, 1981; O'NEIL et al., 2006; SHAHIN et al., 2004). A Sigla SMART origina-se da abreviação de suas características em inglês (*Specific, Measurable, Attainable Realistic and Time Bound*). Basicamente o método de indicadores SMART determina uma lista de características que devem estar presentes nos indicadores propostos. Estas características visam certificar o indicador como específico, mensurável, atingível, relevante e temporizável. Uma breve descrição de cada característica será apresentada abaixo:

Figura 1 – Características dos Indicadores SMART



Fonte: Adaptado de Doran (1981)

a) **Específico:** os indicadores devem ser claros, idôneos e não podem permitir interpretação dúbia ou controversa.

b) **Mensurável:** os indicadores devem revelar um padrão de progresso; sistematicamente interpretado e manipulado numericamente.

c) **Atingível:** para que os indicadores sejam eficientes é necessário que eles sejam atingíveis. Isso exclui o uso de indicadores que podem ser úteis, porém inatingíveis.

d) **Relevante:** os indicadores devem ser relevantes para o objetivo coletivo da empresa. Os indicadores precisam colaborar na mesma direção dos objetivos estratégicos da empresa.

e) **Temporizável:** é necessário que toda meta possua um prazo definido. Não podem existir metas com datas em aberto, do contrário não serão consideradas dentro da rotina de trabalho.

Os indicadores propostos para esta pesquisa devem apresentar as características dos indicadores SMART para que possam gerar contribuições práticas e efetivas para a empresa, pois, conforme exposto, seria pífio um indicador possuir relevância e, ao mesmo tempo, ser inviável do ponto de vista econômico ou inatingível do ponto de vista operacional. Da mesma maneira, indicadores atingíveis ou viáveis que possuam pouca relevância, tampouco seriam eficazes. Isso mostra a importância de certificar-se de que os indicadores propostos atendam as características dos indicadores SMART.

2.5 CONSIDERAÇÕES PARA O ESTUDO

Para que seja possível determinar quais os indicadores que devam ser adotados, é necessária a compreensão da variabilidade do sistema e de como o trabalho estava sendo realizado. Mendonça (2008) sugere que a construção de indicadores para avaliar a resiliência do sistema começa pela compreensão das atividades organizacionais. Para isso, no próximo capítulo, será analisada uma ferramenta desenvolvida a partir da perspectiva da engenharia de resiliência para a análise de sistemas sociotécnicos complexos (HOLLNAGEL, 2012), que, na sua aplicabilidade, permitirá identificar os principais elementos, características e as variabilidades sistêmicas, proporcionando um panorama que viabiliza a identificação e a validação dos principais indicadores de resiliência presentes no CCO.

3 MÉTODO DE ANÁLISE DE RESSONÂNCIA FUNCIONAL - FRAM

Estudos oriundos do campo de fatores humanos e da engenharia de resiliência buscam criar novas metodologias com o intuito de compreender os sistemas sociotécnicos complexos através das atividades realizadas pelos atores que compõem estes sistemas (veja DEKKER, 2004, 2006; HERRERA; WOLTJER, 2010). Desde então, múltiplas teorias contribuíram para analisar a variabilidade, complexidade, resiliência e desempenho humano neste contexto.

Os conceitos oriundos da engenharia de resiliência buscam agir proativamente nas defesas sistêmicas das organizações. Estes conceitos consideram que a gestão da segurança deve ser realizada por meio da gestão proativa de eventos. Nesta ótica, surge em 2004 uma ferramenta de análise que reflete os pensamentos da engenharia de resiliência. Esta nova metodologia denominada FRAM (Functional Resonance Analysis Method) apresenta uma nova alternativa para pensamentos tradicionais de segurança, destacando-se de outras ferramentas, pois permite abordar a variabilidade e a resiliência em sistemas complexos.

3.1 PRINCÍPIOS DA MODELAGEM FRAM

O método FRAM foi elaborado e fundamentado em quatro princípios básicos (HERRERA; WOLTJER, 2010; HOLLNAGEL, 2012):

a) Equivalência de sucesso e fracasso: as atividades dão certo e errado pelo mesmo motivo. Ou seja, a variabilidade presente nos sistemas sociotécnicos complexos forçam os atores envolvidos no seu gerenciamento a adaptar o sistema para as mudanças associadas a constantes trocas de necessidades, recursos e cenários, porém, às vezes, as adaptações dão certo e outras não;

b) Ajustes aproximados: este princípio considera que a complexidade dos sistemas sociotécnicos demanda uma série procedimentos com a finalidade de manter o desempenho nas mais variadas condições vivenciadas por estes sistemas. Estes procedimentos são incompletos e não abrangem todas as situações. Por este motivo, os ajustes são aproximados (não perfeitos) para corresponder a situação vivenciada;

c) **O princípio da emergência:** a variabilidade combina-se de tal forma inesperada que ocorrem resultados inesperados e, às vezes, catastróficos. Por este motivo, é necessário buscar entender o sentido ou o motivo por trás de algumas situações que promoveram um determinado resultado;

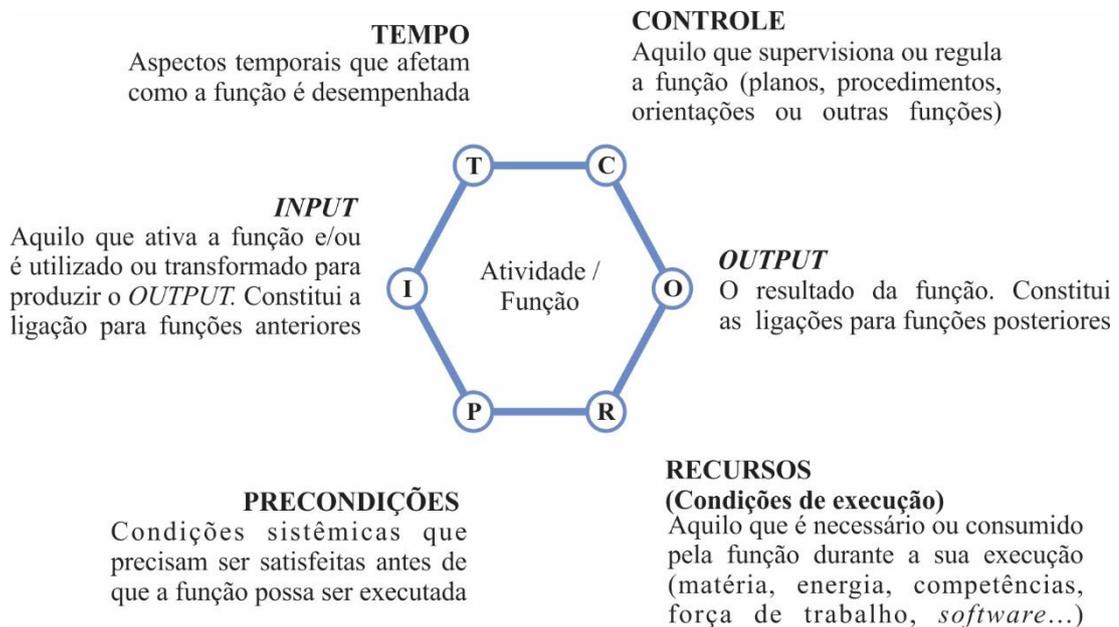
d) **Princípio de ressonância funcional:** como um fenômeno, a ressonância funcional descreve a variabilidade perceptível de um sistema sócio-técnico como resultado de vários ajustes aproximados que são básicos para as atividades profissionais diárias. Entre elas está o gerenciamento da variabilidade do sistema. Geralmente, a variabilidade ocasionada por apenas um componente do sistema ou por uma função isolada não são significativas a ponto de causar grandes impactos, porém, a variabilidade de diferentes funções pode combinar-se de maneira não prevista e provocar consequências graves (FOGAÇA, 2015). O termo ressonância aparece neste contexto com o sentido de salientar a propagação de efeito de uma função nas demais funções. Por exemplo, a variabilidade interna e externa de uma função se une com a variabilidade de outra função, aumentando a amplitude da variabilidade e, conseqüentemente, os efeitos da variabilidade.

3.2 ETAPAS DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM FRAM

A aplicação da metodologia FRAM consiste em quatro etapas (HOLLNAGEL, 2012) podendo ser adaptadas de acordo com a necessidade:

a) **Identificação e descrição das funções essenciais do sistema:** esta etapa “consiste em identificar e descrever as funções ou atividades essenciais do sistema proposto. Esta identificação busca compreender as características de funcionamento normal de cada função da forma como é executada, e não como foi projetada ou imaginada” (FOGAÇA, 2015, p.40). Para isto, o modelo FRAM utiliza seis aspectos que estão ilustrados na figura 1: *Input* (entradas), *Output* (saídas), *Preconditions* (precondições), *Resources* (recursos), *Time* (tempo) e *Control* (controle). Estes aspectos permitem mapear como os recursos e as precondições estão relacionadas entre si, fornecendo uma melhor compreensão de como o trabalho está sendo realizado na prática. Este aumento da consciência situacional reflete positivamente na resiliência do sistema;

Figura 2 – Representação de uma Atividade ou Função no Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) e seus seis aspectos característicos



Fonte: adaptado de Hollnagel, Hounsgaard e Colligan (2014, p.29), tradução de Fogaça (2015).

a) Identificação da variabilidade: esta etapa envolve analisar a influência dos diferentes fatores na caracterização do resultado (*output*) e observar o impacto gerado por essas influências no funcionamento geral do sistema. Ou seja, este passo se resume em observar o impacto de determinada característica em outra(s) característica(s) da mesma função ou de funções distintas. Isto ocorre porque a variabilidade de um aspecto pode afetar o desempenho de outro(s);

b) Agregação da variabilidade: uma vez que a variabilidade é identificada, devemos compreender a sua dimensão. Aqui, serão analisados diferentes aspectos da variabilidade, buscando demonstrar quais aspectos influenciam de forma negativa ou positiva os demais. Portanto, o foco resume-se em entender quais são as reações em cadeia da variabilidade de distintas funções, refletidas na estabilidade ou instabilidade do funcionamento do sistema como um todo;

c) Desenvolvimento de recomendações: esta etapa se resume pela busca de soluções possíveis para o gerenciamento de ocorrências de variabilidade de desempenho não controladas (ou ressonância funcional), podendo ocorrer de diversas maneiras.

Os autores da modelagem FRAM, “defendem que sistemas sociotécnicos devem ser modelados de acordo com a sua real funcionalidade, e não a partir de sua estrutura física, o que permite uma melhor compreensão do trabalho tal como é executado” (FOGAÇA, 2015, p.68). Isso sem dúvida é um grande atrativo para aqueles que buscam compreender a complexidade e o funcionamento dos sistemas sociotécnicos modernos. Embora a modelagem FRAM possa ser relativamente nova, sua metodologia vem sendo aplicada com êxito para a compreensão e identificação da variabilidade e resiliência em sistemas complexos. Por exemplo: a modelagem FRAM foi utilizada no estudo sobre a resiliência de um controle de tráfego aéreo, em estudos de acidentes aéreos (CARVALHO, 2011; WOLTJER; HOLLNAGEL, 2008); serviu como ferramenta de análise de risco e segurança para transporte de combustível nuclear e transporte ferroviário (BELMONTE et al., 2011; LUNDBLAD; SPEZIALI, 2008); para modelar o fluxo de trabalho no contexto clínico (CLAY-WILLIAMS; HOUNSGAARD; HOLLNAGEL, 2015); forneceu ferramentas para melhorar a resiliência dos sistemas de resposta a emergências de derramamento de óleo (CABRERA et al., 2016) e permitiu o mapeamento das diferentes funções do CCO de uma companhia aérea (FOGAÇA, 2015).

É importante salientar, que existem alguns questionamentos em relação aos seus procedimentos de execução. Carvalho (2011), Herrera e Woltjer (2010) defendem que é necessário priorizar os aspectos que são necessários para o entendimento do modelo. Aspectos estes que muitas vezes estão presentes de uma maneira distinta as argumentações apresentadas por Hollnagel, Hounsgaard e Colligan (2014), onde afirmam que a totalidade das funções primárias precisam necessariamente estar englobadas em seus seis aspectos (*input, output, tempo, recursos, condições e controle*).

3.3 FRAM E O CCO

O CCO é um sistema altamente complexo, com muitas funções que precisam ser mapeadas. Além de analisar as funções primárias (*main functions*) nos seus seis aspectos, se faz necessário analisar também as funções secundárias (*background functions*) que impactam as funções primárias do CCO.

Nesse sentido, é de muito valor o estudo realizado por Fogaça (2015) que caracterizou e mapeou 18 funções do CCO de uma grande empresa aérea de transporte regular brasileira. A utilização da modelagem FRAM permitiu criar um modelo genérico do seu funcionamento.

O CCO analisado, na ocasião, é responsável pelo cumprimento de cerca de 800 voos diários, gerenciando uma decolagem e uma aterrissagem a cada dois minutos. No apêndice A é possível observar a modelagem FRAM deste CCO.

Conforme abordado anteriormente, faz-se necessário compreender dois aspectos do CCO para que seja possível identificar os indicadores de resiliência: a) identificar a vulnerabilidade do sistema; e b) uma compreensão detalhada de como o trabalho está sendo realizado (MENDONÇA, 2008). O estudo realizado por Fogaça (2015) identificou as vulnerabilidades do sistema e realizou a modelagem FRAM deste CCO. Os resultados indicam que por mais experientes e capazes que os gerentes operacionais sejam, eles dependem largamente das informações que chegam ao CCO. Os relatos de cenários enfrentados pelo CCO destacam como a imprevisibilidade dificultou a condução das operações planejadas pelo CCO, e como os gerentes operacionais equilibram a escassez ou a abundância de recursos ao enfrentar a variabilidade do sistema. Mais especificamente, o autor destacou o equilíbrio de metas conflitantes entre: a) custos e capacidade de atendimento; b) capacidade de atendimento nos HUBs e em aeroportos secundários; c) a gestão de voos e a gestão de manutenção; e d) a redução de folgas e a manutenção da capacidade de resposta do sistema. Devido ao objeto de estudo de Fogaça (2015) ser o mesmo que o proposto para esta pesquisa, os esforços realizados até aqui proporcionaram uma compreensão prévia do funcionamento do CCO, auxiliando na construção das modelagens FRAM das principais contingências vivenciadas pelo CCO. Estas modelagens serviram de base para atingir o objetivo proposto por esta pesquisa.

3.4 CONSIDERAÇÕES PARA O ESTUDO

Apesar de ser uma modelagem relativamente nova, a utilização do FRAM vem gerando resultados positivos para as organizações, elevando a credibilidade e a confiabilidade desta ferramenta criada à luz da engenharia de resiliência. A aplicação da modelagem FRAM para esta pesquisa consiste na realização da modelagem FRAM dos principais cenários de contingências enfrentadas pelo CCO. Estes cenários revelaram relações interessantes que serviram de base para a identificação dos indicadores de resiliência.

4 MÉTODO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único, com abordagem qualitativa exploratória e temporalidade transversal. Segundo Gil (2010), as pesquisas exploratórias objetivam desenvolver uma visão geral, aproximada, sobre determinado fato. Foram utilizadas múltiplas fontes de evidência com o objetivo de coletar dados mais abrangentes para a etapa de análise de dados.

Grande parte dos estudos no âmbito da resiliência não assumem o compromisso de propor estruturas ou métodos de análise (por exemplo: DOLIF et al., 2012; MENDONÇA; WALLACE, 2006; PERRY; WEARS; ANDERSON, 2006; WEARS et al., 2006). Isso não é necessariamente uma desvantagem, pois neste contexto, estudos de caso desempenham um papel importante como um método de aprendizagem (FLYVBJERG, 2011), podendo dar origem a receitas para a gestão de segurança (RIGHI; SAURIN; WACHS, 2015). Assim sendo, a natureza exploratória é a abordagem mais adequada a esta pesquisa, pois é indicada a temas pouco explorados (GIL, 2010).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO CASO E UNIDADE DE ANÁLISE

Esta pesquisa analisou o Centro de Controle Operacional de uma empresa de transporte aéreo regular que opera aproximadamente 800 voos diários em mais de 100 destinos, abrangendo todo território nacional e algumas rotas internacionais. Desde a sua fundação é a companhia aérea que mais cresce no Brasil, acumulando diversos prêmios nacionais e internacionais. Além destes motivos, a escolha desta empresa ocorreu por:

- a) dar prosseguimento a uma pesquisa já realizada na empresa⁵;
- b) o CCO ser um ambiente dinâmico que requer ações que aumentem a resiliência do sistema, sendo o uso de indicadores uma proposta compatível com a organização;

⁵ Fogaça (2015) analisou o processo decisório e o equilíbrio de metas conflitantes no mesmo objeto de análise desta pesquisa. Os objetivos propostos pela presente pesquisa alinham-se com as sugestões propostas por Fogaça (2015).

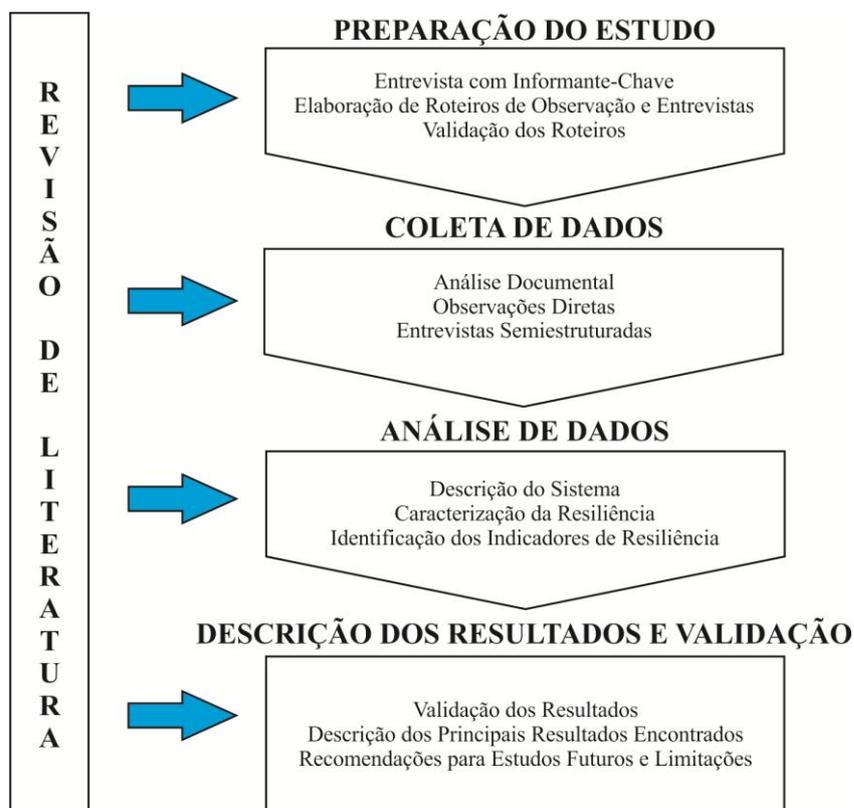
c) a dinâmica do contexto do CCO desta empresa requer que os gestores conheçam as debilidades do sistema e ajam de maneira proativa para manter a normalidade das operações. Isso alinha-se com as contribuições práticas relacionadas ao uso de indicadores de resiliência.

Para identificar indicadores de resiliência que possam auxiliar o CCO a desarmar e mitigar contingências, deve-se considerar as peculiaridades do ambiente em que as operações ocorrem. Por este motivo, o estudo do CCO da respectiva empresa aérea não se resume em observar a sua estrutura física ou tecnológica, ao invés disso, o contempla como sistema cognitivo, procurando identificar a resiliência por meio das funções internas e externas, recursos e peculiaridades que influenciam na mitigação e no desarme das contingências.

4.3 DESENHO DA PESQUISA

O estudo foi deferido em quatro etapas sequenciais, seguindo a ordem ilustrada na Figura 3. As etapas estão assim delineadas visando a adoção de procedimentos metodológicos que contribuam para aumentar a validade princípios teóricos utilizados e na confiabilidade da pesquisa (FLICK, 2004; YIN, 2015).

Figura 3 – Desenho da Pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

4.4 PREPARAÇÃO DO ESTUDO

Com a finalidade de viabilizar esta pesquisa, ocorreu uma entrevista com um membro do departamento de segurança de voo⁶ da companhia aérea, que serviu de informante-chave, fornecendo informações a respeito da organização hierárquica do CCO, estrutura física, procedimentos sobre as autorizações necessárias para esta pesquisa, possíveis documentos a serem analisados, e aspectos referentes à resiliência, uma vez que o informante possui experiência como pesquisador neste campo. Além do cargo administrativo, o informante também possui experiência como piloto da companhia e é pesquisador de temas relacionados à engenharia de resiliência, tomada de decisão e uso de indicadores. A entrevista revelou que o CCO opera através de diferentes grupos, que se revezam em turnos ininterruptos de seis horas. A disposição do CCO concentra-se em quatro áreas principais (manutenção, coordenação de voos, despacho de voos e escala de pessoal), cada uma com o seu próprio gerente específico. Como cada área trabalha com diferentes equipes, tornou-se necessária a observação de pelo menos dois turnos em cada área, visando compensar eventuais diferenças de experiência e procedimentos individuais.

Estas informações serviram de base para elaborar um sumário executivo para apresentar o projeto desta pesquisa aos responsáveis da respectiva empresa aérea. Após algumas conversas, houve a aproximação das partes referentes aos termos de execução da pesquisa, dados, documentos, acesso a informantes e aspectos de confidencialidade (apêndice D).

Uma vez que a pesquisa foi autorizada pela empresa, os roteiros de coleta de dados foram validados em distintas ocasiões, por dois pesquisadores com experiência e conhecimento nos campos de resiliência organizacional, engenharia de resiliência e tomada de decisão. Os procedimentos adotados serão detalhados no próximo tópico.

4.5 COLETA DE DADOS

Foram validadas três fontes para a coleta de dados: documentos, observações em campo e entrevistas.

⁶ O departamento de segurança de voo possui um papel estratégico na empresa, pois possui interação com os demais departamentos, incluindo o CCO.

4.5.1 Análise Documental

Durante a execução da pesquisa foram disponibilizados alguns documentos que foram utilizados na análise. Uma breve descrição dos documentos é apresentada a seguir:

a) Manual de Coordenação de Voos: “é um manual produzido e controlado pelo próprio CCO. Nele constam instruções de treinamento e reciclagem de novos funcionários, hierarquia e uma breve descrição das atribuições dos coordenadores de voo e instruções para passagem de turnos de trabalho” (FOGAÇA, 2015, p.29). Este documento foi utilizado para realizar a descrição do CCO apresentado na seção 5.1.

b) Boletins e Alertas do CCO: documentos expedidos pelos diversos setores da companhia aérea, cujo objetivo é fornecer instruções e informações a respeito de procedimentos específicos que envolvem as atividades do CCO. Em especial, foi analisado 142 Reportes Diários da Coordenação de Manutenção que forneceram base para confirmar as relações encontradas durante as observações de campo e entrevistas;

c) Manual Geral de Aeroportos: “descreve as políticas e os procedimentos utilizados para a manutenção contínua do atendimento a clientes nos aeroportos onde opera, de acordo com os requisitos contidos na legislação que rege a aviação civil no Brasil, alto grau de segurança e satisfação de seus clientes” (ANAC, 2011, p.19). Este documento foi considerado, porém, mostrou-se pouco relevante para os objetivos propostos.

4.5.2 Observações em campo

As observações em campo ocorreram em um espaço temporal de quatro meses, onde foram realizadas três viagens até a sede da empresa. Ao todo foram dedicadas aproximadamente 70 horas de observação direta⁷ e entrevistas semiestruturadas⁸ (apêndices B e C), divididos em dias e turnos diferentes. As observações foram registradas em fotos e em um diário de campo.

O pesquisador pôde acompanhar diversas reuniões realizadas pelo CCO, onde foram listadas e discutidas as ocorrências do dia, como cancelamentos, atrasos e metas. Os

⁷ Foi seguida a técnica de observação direta proposta por Yin (2003).

⁸ Entrevista semiestruturada pode ser concebida como um processo de interação social, verbal e não verbal, que ocorre face a face, entre um pesquisador, que tem um objetivo previamente definido, e um entrevistado que, supostamente, possui a informação que possibilita estudar o fenômeno em pauta, e cuja mediação ocorre, principalmente, por meio da linguagem. Neste tipo de entrevista, o entrevistador tem um conjunto de questões predefinidas, mas mantém liberdade para colocar outras cujo interesse surja no decorrer da entrevista (MANZINI, 2004).

respectivos setores que geraram o atraso devem entregar um relatório com sugestões do que pode ser feito para melhorar. Estas reuniões permitem que diversos setores do CCO estejam cientes das atividades que estão sendo executadas nos demais setores.

Durante esta etapa buscou-se observar as principais contingências vivenciadas pelo CCO e as características da resiliência (comprometimento, consciência, flexibilidade, aprendizagem, proatividade, recursos, entre outros). Esta observação foi complementada por entrevistas semiestruturadas. Os roteiros de observação e das entrevistas (APÊNDICE B) foram desenvolvidos e validados com a intenção de: a) possibilitar a identificação das principais contingências vivenciadas pelo CCO; b) viabilizar a construção de um modelo FRAM da resolução das principais contingências vivenciadas pelo CCO, identificando e caracterizando as principais funções, aspectos e ligações presentes; c) permitir a análise da variabilidade.

A necessidade de observar e entrevistar os peritos durante seu horário de trabalho tornou impraticável a gravação das entrevistas, pois as perguntas eram respondidas em intervalos momentâneos entre a execução de múltiplas tarefas. Para evitar a perda de informações, o pesquisador fez anotações e, após o término da entrevista realizava considerações e reflexões sobre a mesma.

Os dados coletados durante as observações e entrevistas foram registrados em um diário de campo. Neste diário foram realizados croquis do ordenamento físico do CCO, das funções que compõem o sistema e das funções presentes em cada contingência analisada. Foram registrados e coletados dados de monitores, indicadores, telas de sistemas de controle e ainda foi realizada uma visita aos demais setores da companhia.

Após cada visita ao CCO, os dados foram digitalizados e organizados com o auxílio do *software* MaxQDA para posterior leitura e categorização. Ao todo foram tiradas cerca de 50 fotos do CCO. Algumas delas foram utilizadas nesta pesquisa, onde foi utilizado os recursos do *software* Adobe Photoshop CS3 para preservar a identidade dos profissionais. A presente pesquisa possui autorização para a publicação destas fotos desde que o anonimato seja preservado. A construção da representação gráfica da modelagem FRAM das contingências de manutenção e fechamento de aeroporto foram realizadas com o auxílio do *software* Corel Draw X7.

4.5.3 Entrevistas

Foram coletados dados por meio de entrevistas semiestruturadas, em profundidade com membros selecionados do CCO. As entrevistas partiram de questionamentos básicos, apoiados em revisão de literatura prévia, da forma em que o entrevistado pudesse trazer informações sobre suas experiências e percepções dentro do foco da pesquisa (TRIVIÑOS, 1987).

Foram aplicados dois roteiros de entrevista: o **primeiro**, contendo perguntas abertas conforme consta no Apêndice B, que visou confirmar os resultados obtidos por Fogaça (2015) e identificar as alterações com respeito às funções que são importantes na resolução de contingência e na gestão da variabilidade do CCO. E o **segundo**, Apêndice C, buscou identificar as principais contingências vivenciadas pelo CCO e os elementos, aspectos e recursos necessários para a sua resolução. A resolução das contingências identificadas serviu como cenário para a construção da modelagem FRAM das principais contingências vivenciadas pelo CCO.

Conforme sugerido por Yin (2015) e visando contribuir para a validade das informações prestadas pelos entrevistados, realizou-se a triangulação com dados secundários obtidos de outras fontes, tais como: relatórios, documentos e observação direta.

Foram realizadas entrevistas com todas as funções internas do CCO que se mostraram presentes durante a resolução das duas contingências analisadas. Os entrevistados foram profissionais das seguintes áreas: *Aircraft on Ground*, *Maintenance Control Center*, Coordenação de Voo, Planejamento de Linha, Supervisor do Sistema, Execução de Escala, Apoio a Clientes, Central Meteorológica, Despachante Operacional de Voo (DOV), Suporte ao DOV, Supervisor DOV e Flight Watch. As atividades destas funções estão representadas nas figuras 26 e 31. A figura 4 indica por meio de uma tabela a experiência de trabalho dos entrevistados.

Figura 4 - Experiência de trabalho dos entrevistados

Entrevistado	Tempo de Empresa (anos)	Experiência em CCO (anos)
E1	4	8
E2	5	14
E3	9	19
E4	6	6
E5	8	21
E6	4	8
E7	4	7
E8	3	6
E9	6	11
E10	4	9
E11	7	16
E12	5	10
Média (Anos)	5,4	11,25

Fonte: o Autor (2017)

A média de tempo de trabalho na empresa dos entrevistados ficou fixada em 5,4 anos, enquanto que a experiência dos profissionais em CCO ficou fixada em 11,25 anos. Isso mostra que, de modo geral, o CCO possui vasta experiência no que tange a gestão da malha de voo (principal atividade executada pelo CCO). Seis das 12 funções internas, entrevistadas no CCO, mostraram-se presentes na resolução das duas contingências analisadas. Não houve a necessidade de realizar novas entrevistas com diferentes profissionais em virtude de os relatos repetirem-se (saturação de informações); e as informações adicionais e particulares de cada entrevistado mostraram-se pouco produtivas no que tange aos objetivos deste estudo. Portanto, foram realizadas 12 entrevistas semiestruturadas e outras entrevistas abertas, oriundas de conversas informais com os profissionais. Em média, essas entrevistas duraram de 30-60 minutos, uma vez que elas foram realizadas durante o intervalo de suas atividades.

As entrevistas forneceram base para a identificação das principais contingências vivenciadas pelo CCO e auxiliaram na construção da modelagem FRAM das contingências identificadas.

4.6 ANÁLISE DE DADOS

A análise documental se deu através da leitura dos respectivos materiais fornecidos pela empresa aérea. Esses documentos forneceram apoio para a compreensão do funcionamento do CCO, pois alguns continham informações sobre o ordenamento físico e

hierárquico do CCO, além do que foi possível identificar aspectos que indicaram comprometimento e interesse em desenvolver a resiliência do sistema. Esses documentos também foram fundamentais para satisfazer o objetivo proposto por esta pesquisa, conforme é detalhado na seção 5.3.

As informações obtidas foram trianguladas entre as três fontes de coleta de dados (observação direta, entrevistas e análise documental) a fim de possibilitar a identificação de indicadores de resiliência que possam auxiliar na resolução das contingências analisadas. A descrição dos resultados finais foi realizada a medida em que a análise de dados de cada objetivo específico foi ficando pronta. A figura 5 ilustra como as contribuições de cada fonte de dados foram utilizadas para alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa e também revela onde houve a triangulação de dados.

Figura 5 – Etapas de estudo, objetivos específicos, fonte de dados e triangulação

ETAPAS	OBJETIVOS	COLETA DE DADOS		
		OBSERVAÇÃO	ENTREVISTAS	DOCUMENTAL
PREPARAÇÃO DO ESTUDO	-		✓	
DESCRIÇÃO DO SISTEMA	1, 2	✓	✓	✓
MODELAGEM FRAM DAS PRINCIPAIS CONTINGÊNCIAS	2, 3	✓	✓	
INDICADORES DE RESILIÊNCIA	3	✓	✓	✓
VALIDAÇÃO DE RESULTADOS	1,2, 3	✓	✓	✓

Fonte: o Autor (2017)

4.7 VALIDAÇÃO DE RESULTADOS

A validação dos resultados ocorreu em duas etapas, conforme desenvolvido por Fogaça (2015), dividindo-se em validação preliminar e validação final.

4.7.1 Validação Preliminar

No decorrer da pesquisa, foram apresentados os resultados parciais aos gerentes operacionais do CCO e aos especialistas da respectiva companhia aérea, para conferência e ajustes. Além disso, por meio da troca de e-mails entre o pesquisador e o diretor do CCO foi

possível validar os resultados parciais e alinhar os objetivos da pesquisa com os interesses da empresa.

4.7.2 Validação Final

Gil (2010) sugere que a técnica adequada para a validação final de pesquisas semelhantes a esta é a de grupo focal. Esta técnica consiste em uma reunião onde os participantes foram entrevistados com o intuito de esclarecer o problema estudado. No decorrer da entrevista, o pesquisador atuou como mediador, indagando os participantes da pesquisa de maneira genérica, buscando compreender e esclarecer melhor os fatos, conforme sugerido por Gil (2010). Este procedimento foi apresentado por Yin (2003) como uma ferramenta eficaz quando busca-se certificar os fatos.

Portanto, para a validação final desta pesquisa, além de seguir a técnica sugerida por Gil (2010), foi realizada a validação proposta por Fogaça (2015), onde foram reunidos os gerentes operacionais do CCO, os diretores da empresa e os responsáveis pelo departamento de segurança de voo, para que fossem apresentados e discutidos os resultados encontrados neste trabalho, bem como suas aplicações práticas, teóricas e sugestões de futuras pesquisas. Por envolver um fator hierárquico entre as funções, a apresentação de resultados aos gerentes administrativos foi realizada em ocasião distinta ao dos funcionários e gerentes operacionais do CCO.

4.8 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS DA PESQUISA

Esta pesquisa é fruto de um convênio assinado entre a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e a empresa pesquisada. Este convênio viabilizou a realização desta pesquisa, onde inicialmente foi elaborado um documento que especificava os termos de confidencialidade. Este documento foi assinado por ambas as partes, onde respeitou-se os seguintes termos:

- Todos os acessos a campo foram realizados com a autorização da empresa;
- Todos os registros foram realizados com a autorização da empresa;
- Todos os dados utilizados nesta pesquisa foram fornecidos e autorizados pela empresa;
- Todos os entrevistados responderam aos questionamentos de maneira voluntária, onde respeitou-se o termo de confidencialidade exposto no apêndice D, sendo os dados das entrevistas não identificáveis;

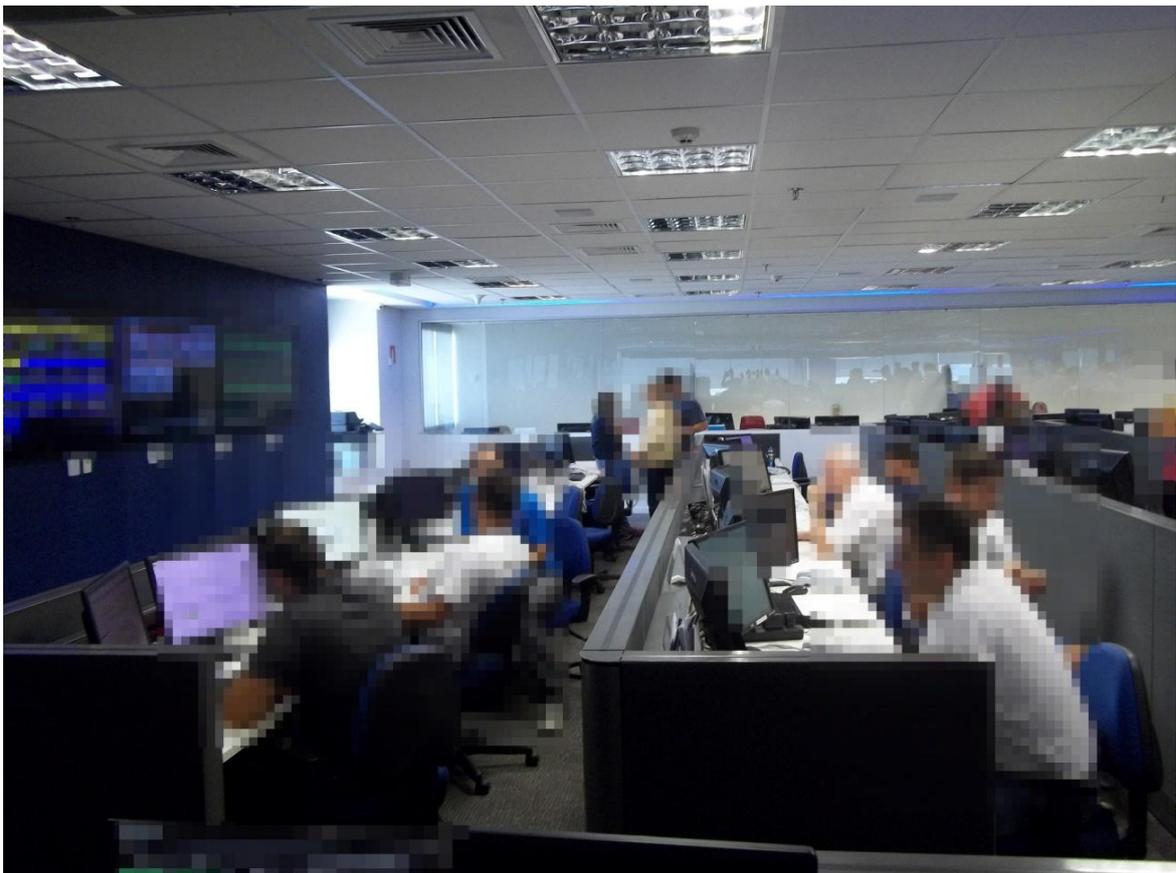
- Foram realizados cuidados adicionais com relação a utilização de fotos e de informações que poderiam de alguma forma permitir a identificação da empresa;
- Também buscou-se preservar o anonimato dos entrevistados durante a validação e apresentação dos resultados para os diretores da empresa, realizando tal atividade em ocasiões distintas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESCRIÇÃO DO CCO

O estudo concentrou-se em analisar as principais contingências de um centro de controle operacional de uma empresa de transporte aéreo regular. Na sequência, serão apresentados detalhes do funcionamento e ordenamento físico deste centro de controle operacional, seguido de explicações de cada função que o compõe.

Figura 6 – Centro de Controle Operacional



Fonte: o Autor (2017)

Este CCO é composto por cerca de 240 pessoas, que alternam em turnos de seis horas ininterruptas, funcionando 24 horas por dia, sete dias por semana. O CCO é o responsável por realizar todo o planejamento dos voos da companhia e garantir que estes voos ocorram como

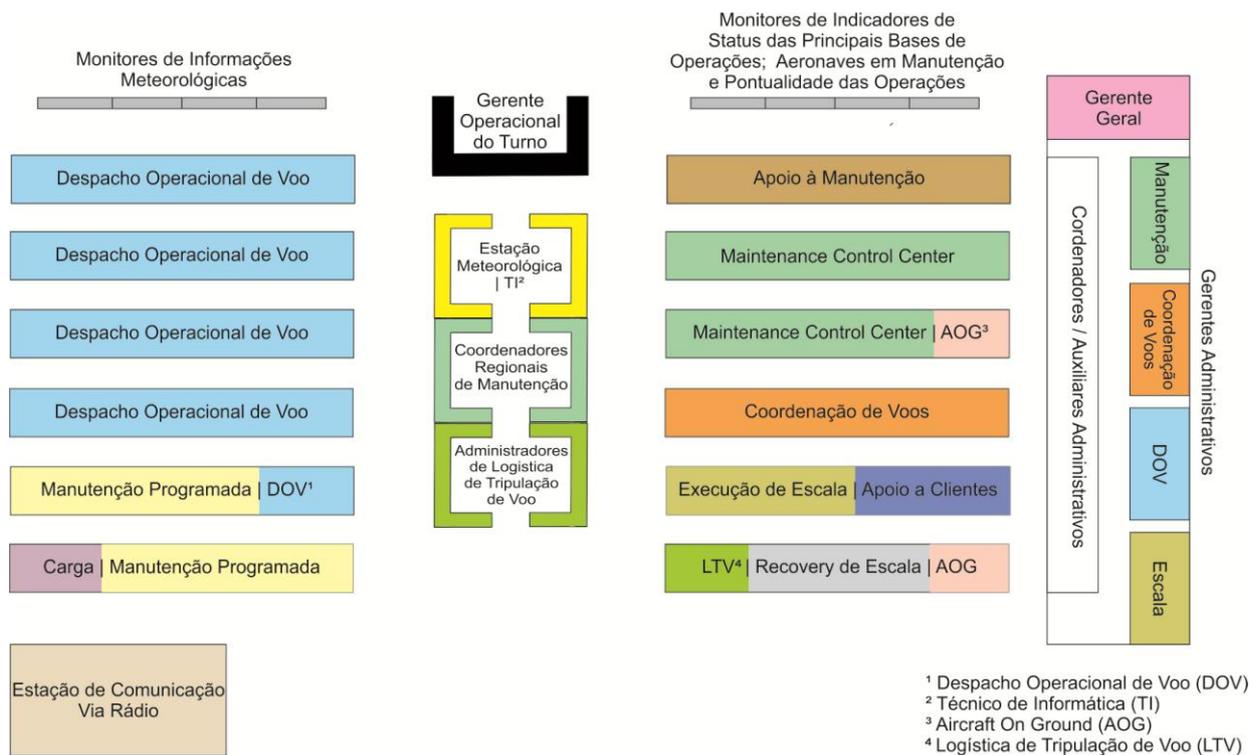
planejado. Esta atividade complexa envolve uma grande interação e coordenação entre as funções, utilização de recursos (aeronaves, tripulação, peças para manutenção, mão de obra, entre outros) e o gerenciamento de contingências.

5.1.1 Disposição geral do CCO

O CCO desta empresa aérea é organizado conforme ilustrado na figura 7. Cada fileira é disposta de diversos especialistas que se sentam lado a lado, todos direcionados para a parte dianteira da sala, onde encontram-se oito monitores (quatro de cada lado) que serão detalhados posteriormente. No centro da sala encontram-se três estações (figura 7), que são compostas por uma Central de Informações Meteorológica, equipada com monitores que fornecem indicações e prognósticos meteorológicos, que, se significativos, são repassados para os demais setores. Normalmente, o profissional que acompanha as informações da estação meteorológica é um Despachante Operacional de Voo (DOV). Além desta estação; profissionais de TI (tecnologia de informação); Coordenadores Gerais de Manutenção e Administradores de Logísticas relacionadas a tripulação de voo, compõem a parte central do CCO. Ainda, no centro da sala encontra-se o Gerente Operacional de Turno, também chamado de Manager on Duty, que é responsável por fazer a integração de todos os setores, inclusive, com outros segmentos da empresa.

No lado direito encontram-se seis bancadas onde concentram-se as áreas de Manutenção, Coordenação de voo, Logística de Tripulação de Voo, Apoio a Clientes, *Recovery* e Execução de Escala e a função *Aircraft On Ground*. Cada bancada comporta em média sete profissionais. Os Gerentes Administrativos, Gerente Geral e os Coordenadores e Auxiliares Administrativos do CCO encontram-se em uma sala, com paredes de vidro, no canto direito do espaço físico ocupado pelo CCO. Esta sala de vidro permite que os Gerentes, Coordenadores e Auxiliares acompanhem o trabalho que está sendo desenvolvido pelo CCO. À esquerda da sala encontram-se seis bancadas e a Estação de Comunicação via Rádio. As bancadas são ocupadas por Despachantes Operacionais de Voo (DOV) (que realizam o planejamento dos voos da empresa), profissionais responsáveis pela Manutenção Programada e profissionais cuja responsabilidade envolve o Transporte de Carga. A estação de Comunicação via Rádio realiza a comunicação entre o CCO e a linha de frente da empresa (tripulantes, mecânicos, agentes de aeroporto, entre outros).

Figura 7 – Disposição Geral do CCO



Fonte: O Autor (2017)

Cada cor da figura acima representa uma função distinta que serão descritas e caracterizadas no próximo tópico.

5.1.2 Funções do CCO

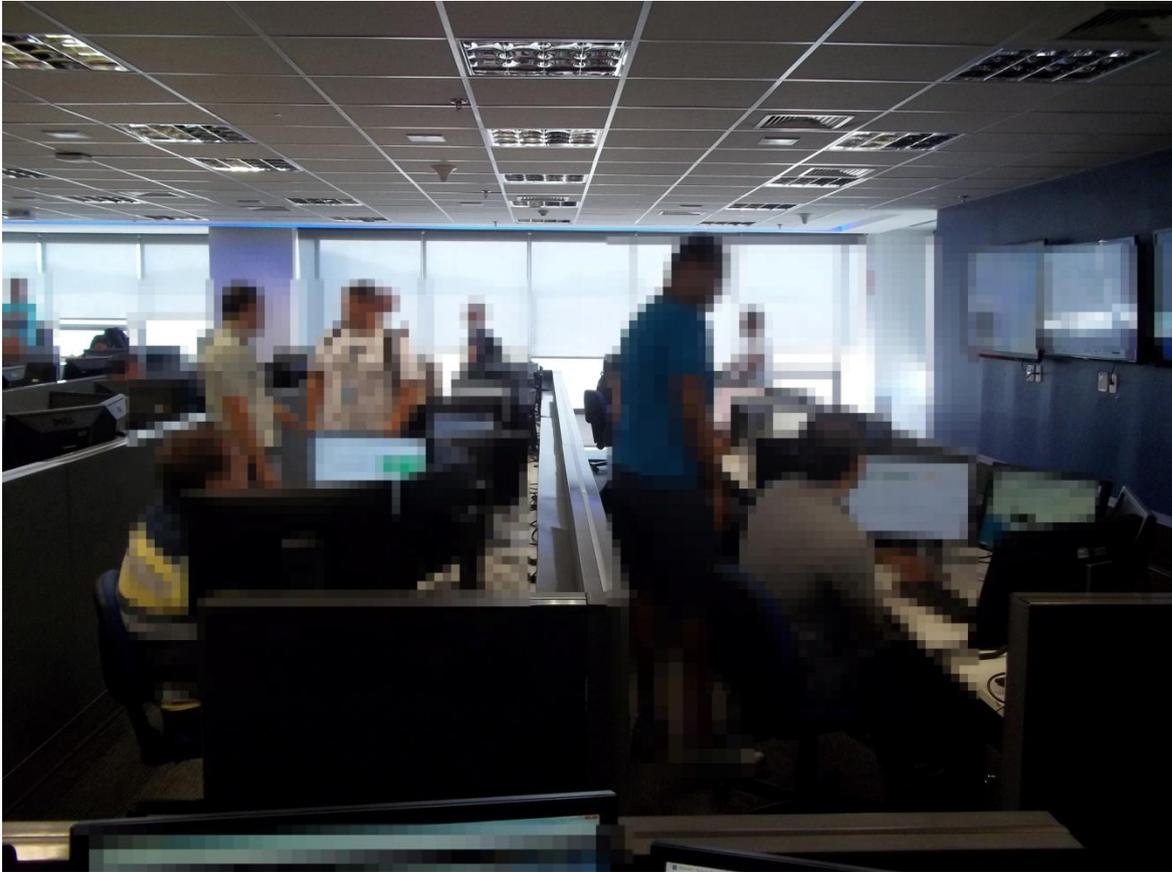
Ao todo foram identificadas 20 funções distintas no CCO. Uma breve descrição de cada uma e das atividades exercidas por elas serão descritas a seguir:

Despachante Operacional de Voo (DOV) é o profissional técnico homologado pela ANAC, cujo âmbito de responsabilidade inclui o planejamento e o controle operacional dos voos em companhias aéreas regidas pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC 121. Além de realizar todo o planejamento dos voos da companhia, esta função realiza alterações de última hora aumentando a eficiência do sistema. Esta função faz uso de recursos tecnológicos de *hardware* e *software*, além de utilizar informações da central meteorológica e da função Flight Watch⁹. Além disso, ela conta com a supervisão de um DOV experiente,

⁹ Esta função não foi representada na figura 8, pois esta pesquisa considerou-a como uma extensão aos DOV, uma vez que a responsabilidade desta função envolve monitorar o *status* dos voos da companhia e informar aos

bem como o suporte de outros DOV's, se necessário. A figura 8 mostra as estações de trabalho destes profissionais dentro do CCO.

Figura 8 – Despacho Operacional de Voo



Fonte: o Autor (2017)

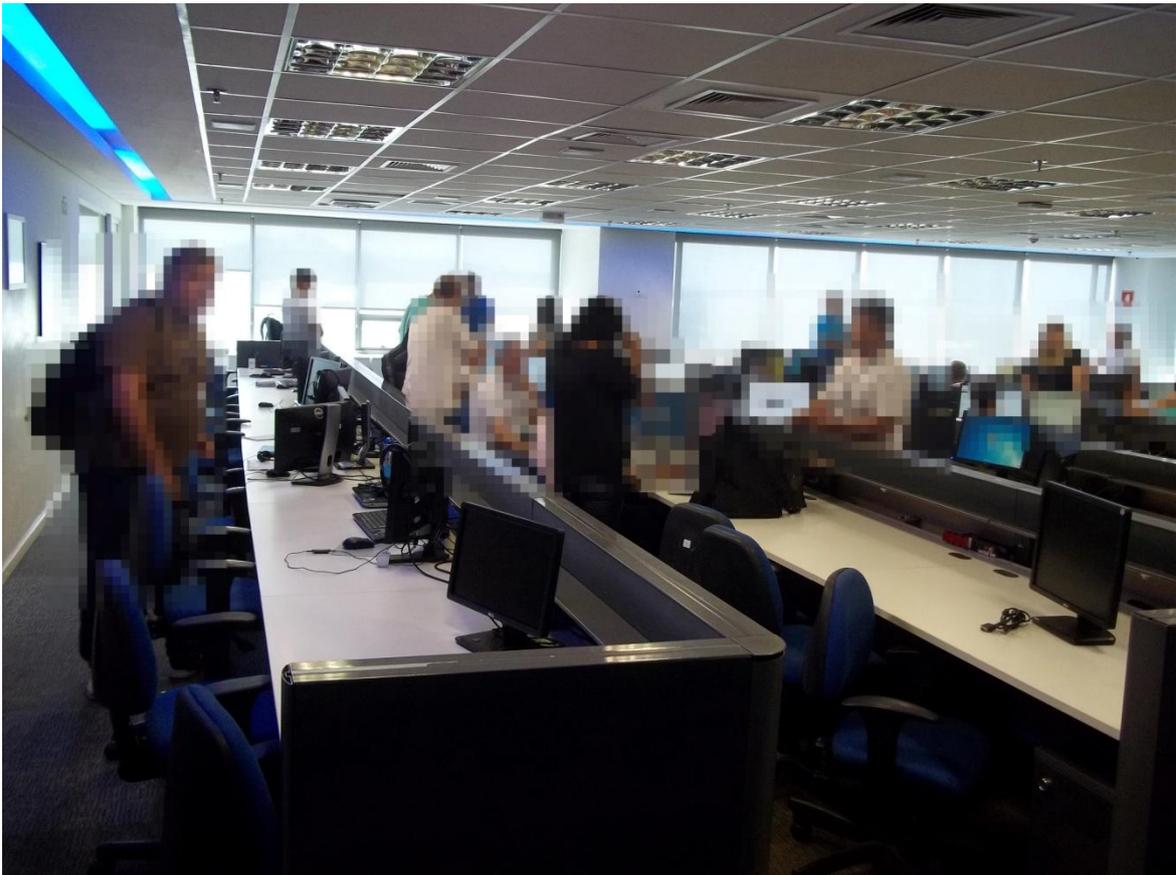
Manutenção Programada é a função exercida por profissionais que são os responsáveis por realizar o planejamento das manutenções programadas das aeronaves da companhia. Para isso, estes profissionais utilizam as recomendações fornecidas pelos fabricantes das aeronaves ou diretrizes internas, onde buscam aproveitar o tempo ocioso das aeronaves para realizar manutenções preventivas. Estes profissionais fazem uso de recursos de *software* e *hardware* que os auxiliam em suas atividades. A estação de trabalho destes profissionais pode ser observada na figura 9.

Carga é a função dos profissionais responsáveis pelo gerenciamento de tudo o que refere-se ao transporte de carga da frota da companhia aérea. Estes profissionais precisam determinar de que maneira o transporte da carga deve ocorrer, qual a quantidade de carga que

DOV's quando alguma aeronave necessite prosseguir para algum aeródromo de alternativa, ou ainda, quando alguma aeronave em voo necessita de um cálculo de performance específico.

deve ser embarcada em cada aeronave, entre outros. Em virtude desta função envolver aspectos técnicos que podem impactar na performance das aeronaves, esta função trabalha em conjunto com os DOV's, pois estes são os responsáveis por realizar os cálculos de peso e balanceamento das aeronaves, determinando se a carga prevista para aquele voo pode ou não ser embarcada em sua totalidade. Na figura 9 é possível visualizar as estações de trabalho destes profissionais.

Figura 9 – Setor de Carga e de Manutenção Programada



Fonte: o Autor (2017)

Na Estação de Comunicação via Rádio atuam profissionais que realizam a comunicação com a linha de frente da companhia (bases de operações e tripulantes) através de comunicação via rádio. Estes profissionais atuam como um elo de comunicação entre o CCO e a linha de frente da companhia. Esta estação pode ser observada na figura 10.

Figura 10 – Estação de Comunicação via Rádio



Fonte: o Autor (2017)

Gerente Operacional de Turno (Manager on Duty) é o profissional responsável por realizar a integração entre todas as funções do CCO, garantindo que todos os setores estejam trabalhando com informações atualizadas. Além disso, este profissional gera relatórios a cada quatro horas sobre o status de operação de diversos aspectos operacionais da companhia aérea para os executivos da empresa. Esta função utiliza recursos de *hardware* e *software* para auxiliá-los em suas atividades. Este profissional fica de costas para os monitores e de frente para todas as outras funções, justamente para facilitar a comunicação com todos os setores. Isto pode ser observado na figura 11.

Figura 11 - Gerente Operacional de Turno



Fonte: o Autor (2017)

Estação Meteorológica é uma estação operada geralmente por um DOV que utiliza recursos de *software* e *hardware* para analisar os boletins de observação e previsão meteorológica. Ao observar algum fenômeno meteorológico significativo para as operações é enviado um alerta por este setor para os demais setores do CCO. É possível observar esta estação na figura 12.

Figura 12 - Estação Meteorológica



Fonte: o Autor (2017)

Técnico de Informática é o profissional responsável por oferecer todo o suporte referente a problemas de *software* e *hardware* dos equipamentos utilizados no CCO. Este profissional faz uso de recursos disponibilizados pela empresa para realizar a substituição de *hardware* quando necessário. A figura 13 mostra a estação de trabalho dos técnicos de informática que estão estrategicamente posicionados no centro do CCO.

Figura 13 - Técnico de Informática



Fonte: o Autor (2017)

Outras duas funções compõem o centro do CCO. Os **Coordenadores Gerais de Manutenção** são os responsáveis pela manutenção de cada aeronave da companhia. Esta função é dividida por equipamentos de voo (modelo de aeronave), onde cada coordenador responde por um determinado número de aeronaves. Estes coordenadores utilizam informações dos demais setores de manutenção (Manutenção Programada, Apoio a Manutenção, Aircraft On Ground e Maintenance Control Center), bem como recursos de *software* e *hardware* para realizarem suas atividades. Além dos Coordenadores Gerais de Manutenção, as estações centrais sediam os **Administradores de Logística de Tripulação de Voo**. Estes profissionais são os responsáveis pela escala de tripulantes da companhia e fazem uso de *hardware* e *softwares* especializados para desenvolver suas atividades. A figura 14 indica onde as duas funções exercem suas atividades.

Figura 14 - Estações Centrais - Coordenadores Gerais de Manutenção e Administradores de Logística de Tripulação de Voo



Fonte: o Autor (2017)

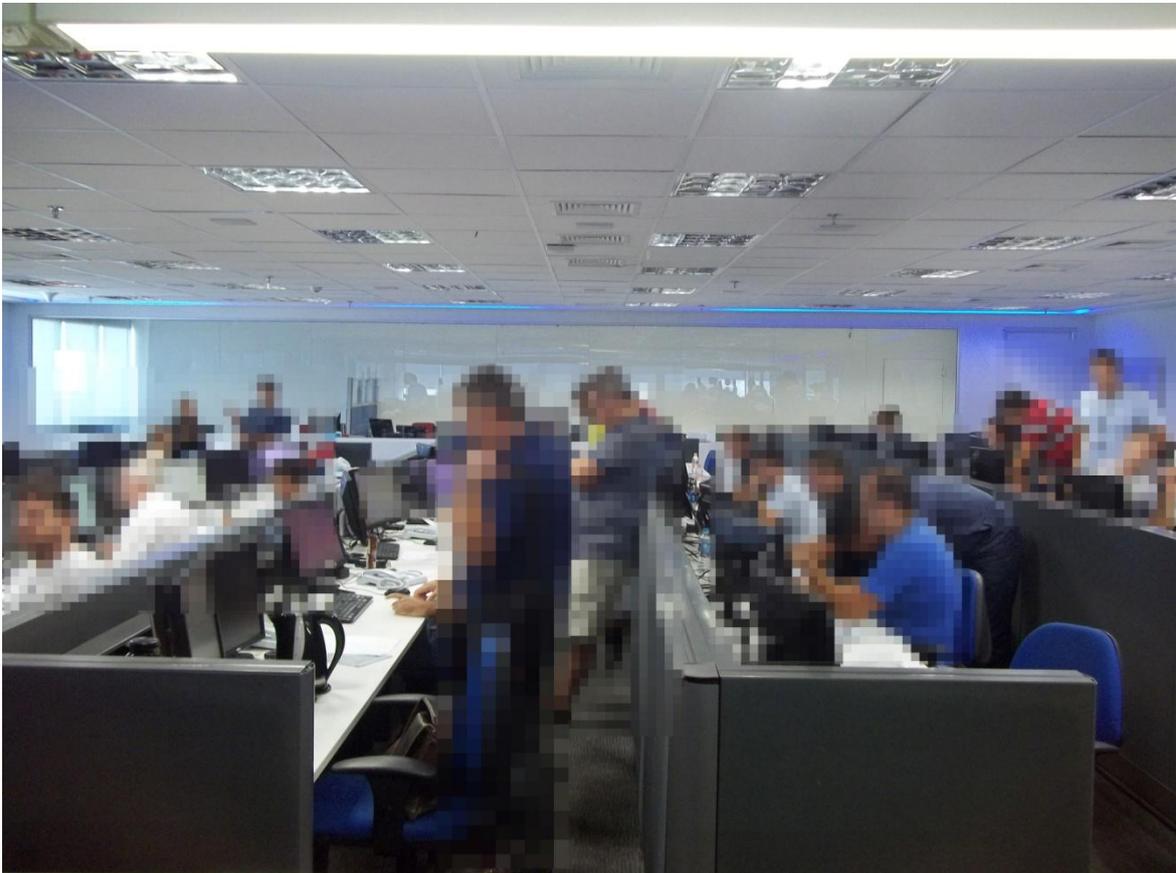
Apoio à Manutenção é a função exercida pelos profissionais responsáveis por oferecer apoio aos profissionais do Maintenance Control Center (MCC). São divididos em duas funções principais: o Back Office, que realiza os planejamentos de manutenções futuras; e o Planejamento de Linha, que auxilia o MCC a realizar as manutenções previstas e inerentes. Estes profissionais fazem uso das informações oriundas da função Manutenção Programada e de recursos de *software* e *hardware* para executar suas atividades. Suas estações de trabalho podem ser observadas na figura 15.

Maintenance Control Center é a função exercida pelos profissionais técnicos homologados pela ANAC, cuja responsabilidade envolve resolver problemas referentes à manutenção das aeronaves; oferecendo o suporte necessário aos mecânicos das bases de operações. Este suporte ocorre através da consulta de manuais técnicos específicos sobre procedimentos de manutenção. É exigido por estes profissionais um grande conhecimento técnico a respeito dos sistemas das aeronaves. Esta função faz uso de *hardware* e de *software*

específicos para auxiliá-los em suas atividades. Suas estações de trabalho podem ser visualizadas na figura 15.

Aircraf On Ground é a função dos profissionais responsáveis por deferir demandas de logística a respeito de recursos que são necessários para eliminar a paralisação não proposital de uma aeronave. Por exemplo, são estes profissionais que fazem toda a logística de peças necessárias, que se encontram em uma base distinta da localização da aeronave requerente. Também, quando necessário, são estes profissionais que geram requisições de compra de materiais. Estes profissionais utilizam recursos de *hardware* e de *software* específicos para auxiliá-los em suas atividades. Suas estações de trabalho podem ser observadas na figura 15.

Figura 15 - Maintenance Control Center, Apoio à Manutenção e Aircraf On Ground



Fonte: o Autor (2017)

Coordenação de Voos são os profissionais encarregados pela coordenação da malha de voo da companhia aérea e responsáveis por solucionar os problemas entre diversos setores do CCO, como por exemplo, manutenção, escala de tripulantes, DOV's, execução da escala, etc. Também, visam minimizar possíveis penalidades ocasionadas por contingências. Estes profissionais, geralmente, possuem um vasto repertório e experiência em suas atividades.

Suas ações, muitas vezes, envolvem decisões difíceis, como por exemplo, o cancelamento de voos, remanejamento de frota, decisões que geram desconforto aos passageiros, entre outros. Para facilitar as suas atividades, estes profissionais utilizam recursos de *hardware* e *software* específicos. O local de trabalho destes profissionais pode ser observado na figura 16.

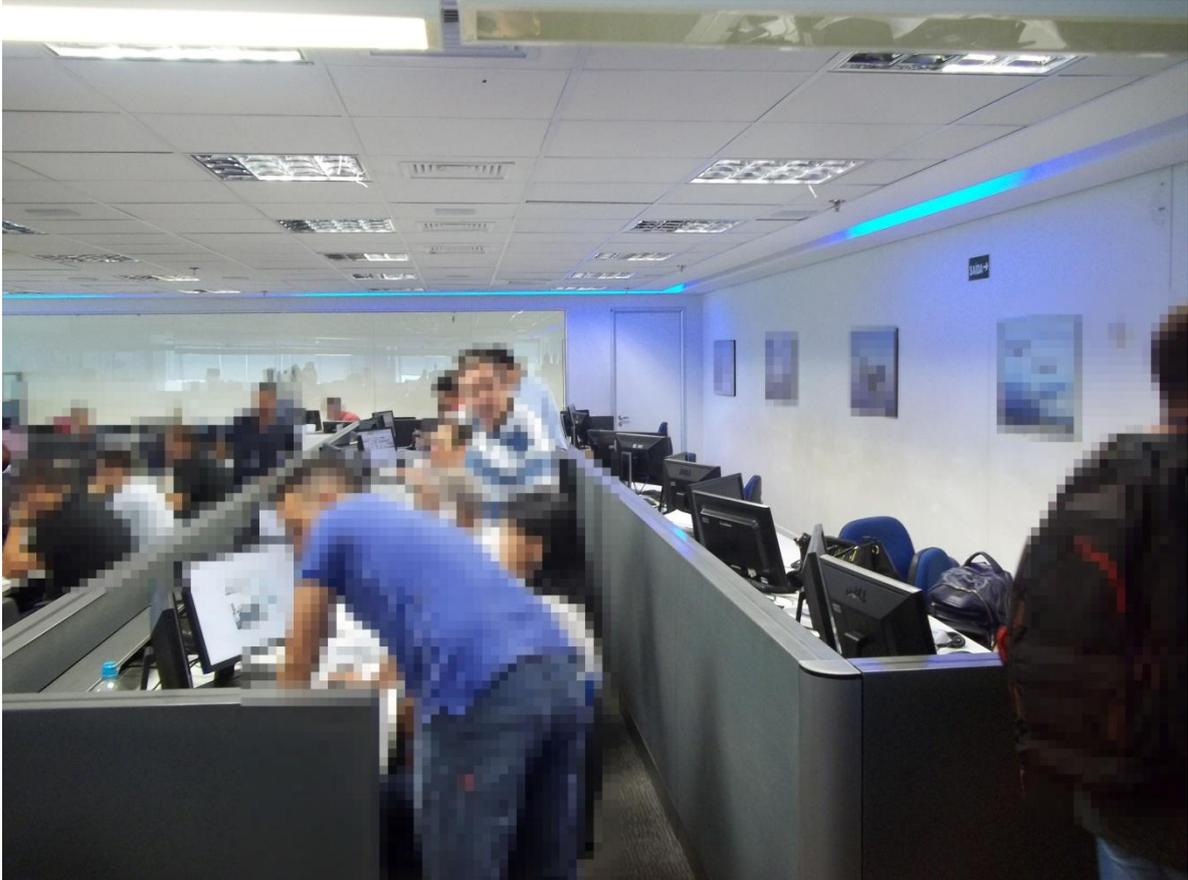
Execução da Escala é a função dos profissionais responsáveis pela realização das atividades de programação e execução da escala de tripulantes. Eles visam o melhor desempenho do sistema ao mesmo tempo que buscam garantir o melhor conforto para os tripulantes. Esta meta conflitante torna-se um empecilho a mais para esta função, conforme destacado por Fogaça (2015). Esta função utiliza recursos de *hardware* e *software* específicos para executar suas atividades. A figura 16 mostra o local de trabalho destes profissionais.

O **Apoio a Clientes** fornece suporte aos passageiros quando há remanejamentos de voos, cancelamentos ou a realocação dos mesmos. Estes profissionais buscam realocar os passageiros em outros voos da companhia, em voos de companhias alternativas, ou, até mesmo, acomodá-los em algum hotel, até que haja a disponibilidade de embarque para o destino do passageiro. Este setor faz uso de recursos de *hardware* e *software* para suas atividades. Suas estações de trabalho podem ser visualizadas na figura 16.

Logística de Tripulação de Voo é a função dos profissionais responsáveis por resolver contingências relacionadas às tripulações de voo. Quando um determinado tripulante fica incapacitado de voar, este setor disponibiliza de outros tripulantes para suprir tal ausência. Ainda, às vezes, é necessário suprir demandas de uma tripulação completa (pilotos e comissários) para assumir voos extras. Estes profissionais utilizam recursos de *hardware* e *software* especializados executar suas atividades. A figura 16 mostra o local de trabalho destes profissionais.

Quando algum problema impossibilita o cumprimento da escala prevista, os profissionais do **Recovery de Escala** entram em ação para mitigar as consequências geradas por tais interrupções. Estes profissionais utilizam recursos de *software* e *hardware* para exercer suas atividades. Além disso, contam com recursos oferecidos pela companhia, como aeronaves disponíveis que não estão em voo. A figura 16 revela onde estes profissionais exercem suas atividades.

Figura 16 – Coordenação de Voo, Execução de Escala, Apoio a Clientes, Logística de Tripulação de Voo, *Recovery* de Escala e *Aircraft on Ground*

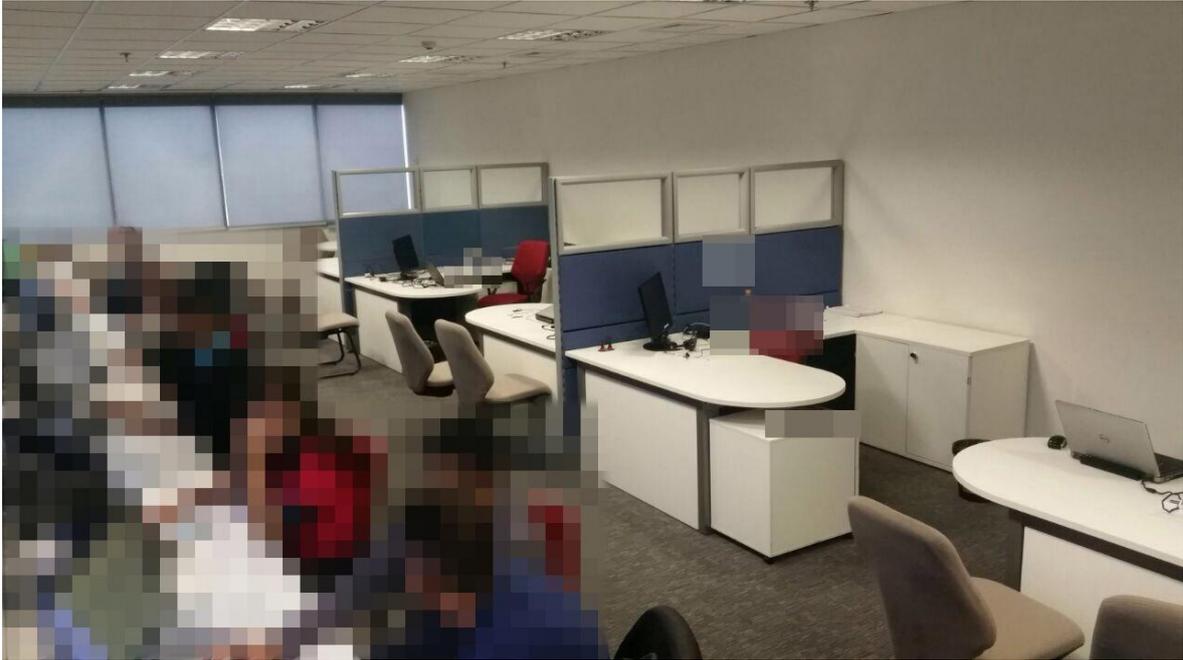


Fonte: o Autor (2017)

Os **Gerentes Administrativos** são os responsáveis pela supervisão administrativa de todos os profissionais operacionais e técnicos do CCO, das seguintes áreas: manutenção, despacho operacional de voo, execução de escala, coordenação de voo e logística de tripulação de voo. Eles ficam em uma sala dentro do CCO, onde possuem maior privacidade e, ao mesmo tempo, podem supervisionar as atividades executadas pelo CCO. A figura 17 mostra este ambiente.

Os **Coordenadores/ Auxiliares Administrativos** são profissionais com funções administrativas, cuja responsabilidade envolve auxiliar os respectivos gerentes administrativos de cada área específica (manutenção, despacho operacional de voo, execução de escala e coordenação de voo). Eles encontram-se no mesmo ambiente que os Gerentes Administrativos, conforme exposto pela figura 17.

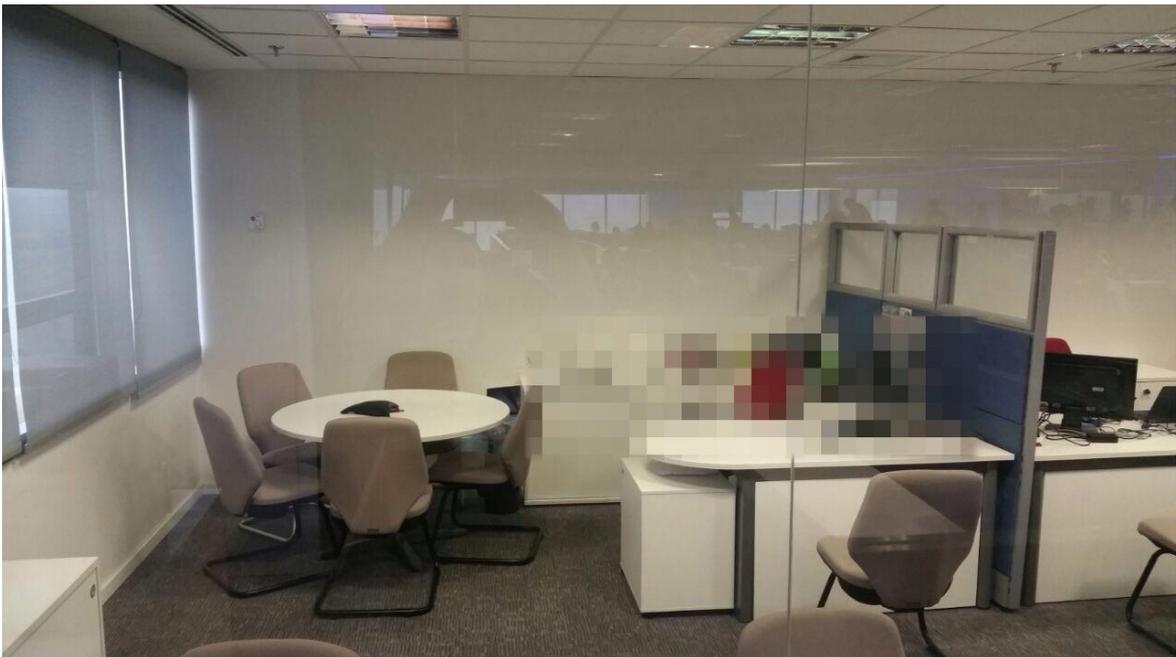
Figura 17 – Gerentes, Auxiliares e Coordenadores Administrativos



Fonte: o Autor (2017)

O **Gerente Geral** é o profissional responsável por supervisionar o funcionamento do CCO na esfera administrativa. Compete a este profissional a maior responsabilidade e pressão em termos de desempenho. A Figura 18 mostra o escritório deste profissional.

Figura 18 – Gerente Geral



Fonte: o Autor (2017)

5.1.3 Monitores do CCO

O CCO dispõe de oito monitores que fornecem informações valiosas, atualizadas em tempo real, para os seus integrantes. Do lado **esquerdo**, onde localizam-se, principalmente, os DOV's, encontram-se quatro monitores de informações meteorológicas e de auxílio à navegação, conforme exposto nas figuras 19-22.

Figura 19 – Monitor de Meteorologia - Colmeia

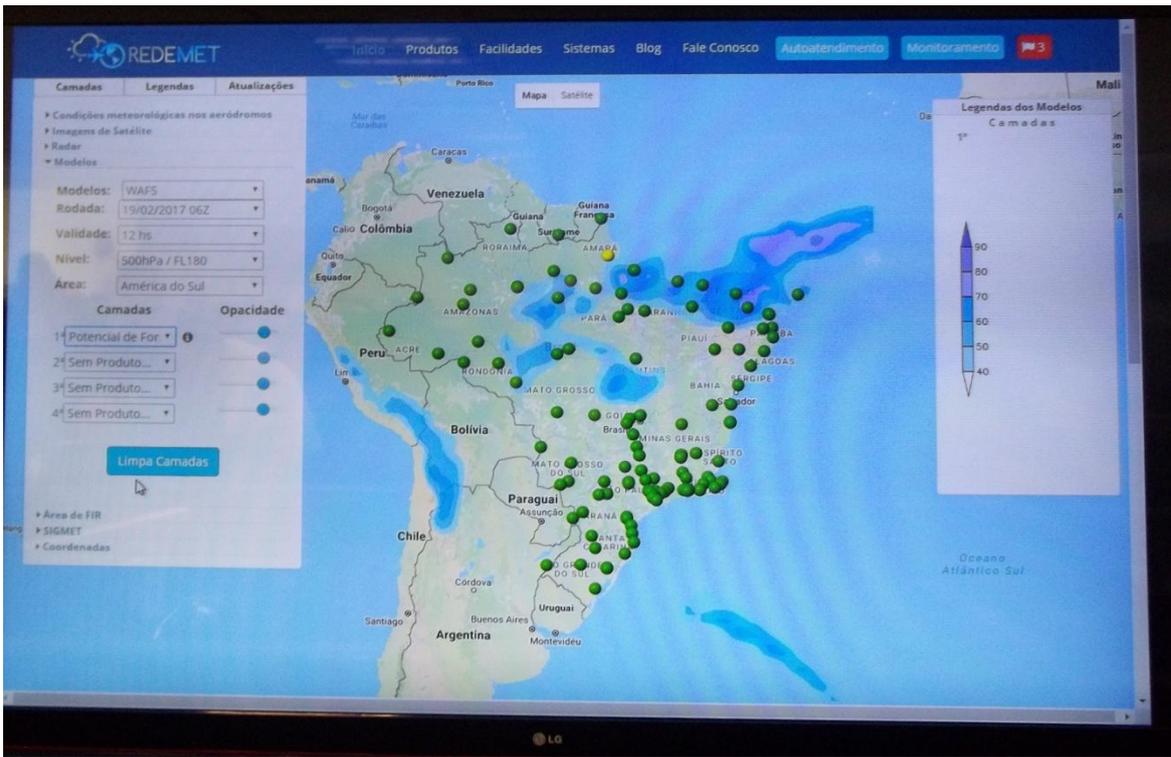


Fonte: o Autor (2017)

Este monitor mostra num esquema de cores o status meteorológico de diversos aeródromos brasileiros, onde o verde proporciona condições de voo por referências visuais; o amarelo proporciona condições de voo por referência de instrumentos de auxílio à navegação e o vermelho indica que o aeródromo está fechado para qualquer tipo de operação. Quando não existem informações meteorológicas disponíveis para determinado aeródromo, este permanece na cor cinza.

O monitor da figura 20 fornece informações sobre o status dos principais aeródromos brasileiros de acordo com informações da fonte oficial de meteorologia para uso aeronáutico. O monitor da figura 21 mostra uma carta meteorológica muito utilizada na aviação.

Figura 20 – Monitor de Meteorologia – Imagem de Satélite



Fonte: o Autor (2017)

Figura 21 – Monitor de Meteorologia – Cartas Meteorológicas



Fonte: o Autor (2017)

O monitor da figura 22 indica as aerovias disponíveis no espaço aéreo brasileiro, entre muitas outras informações que são utilizadas para o planejamento dos voos.

Figura 22 – Monitor de Auxílio à Navegação



Fonte: o Autor (2017)

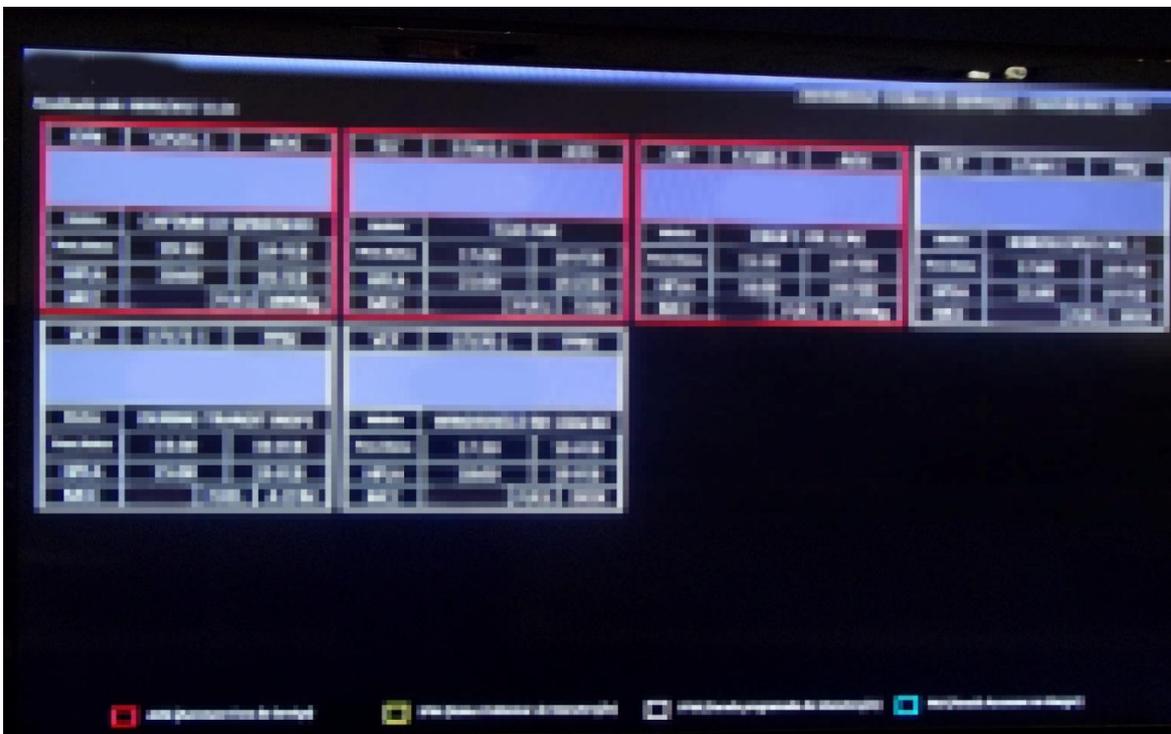
Do lado direito, onde localizam-se principalmente os responsáveis pela manutenção e logística de operação do CCO, encontram-se quatro monitores que fornecem informações pertinentes as atividades realizadas por essas funções. O monitor visto na figura 23 mostra as restrições operacionais de aeronaves da companhia. O monitor da figura 24 apresenta as aeronaves que estão em manutenção, e, portanto, fora de voo.

Figura 23 – Monitor de Indicação de Restrições Operacionais



Fonte: o Autor (2017)

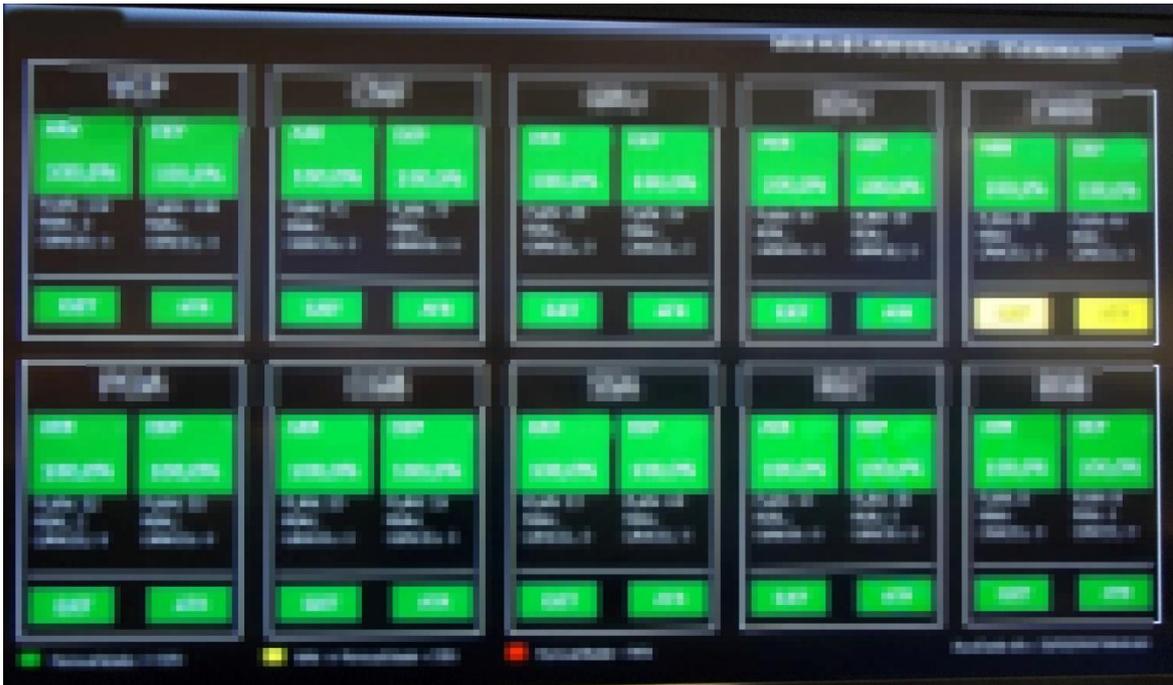
Figura 24 – Monitor de Indicação de Aeronaves Fora de Serviço / em Manutenção



Fonte: o Autor (2017)

O monitor da figura 25 fornece informações a respeito das principais bases de operações da companhia. Este monitor indica o status (em cores: verde, amarelo, vermelho) das principais bases de operações com relação a meteorologia, e indicadores de pontualidade e regularidade.

Figura 25 – Monitor de Indicadores de Pontualidade e Regularidade e Status das Principais Bases de Operações



Fonte: o Autor (2017)

5.2 CONTINGÊNCIAS ANALISADAS

Durante as visitas ao CCO, objeto desta pesquisa, foram analisadas duas principais contingências: contingência de manutenção e contingência de fechamento de aeroporto. Estas contingências englobam a grande maioria das adversidades enfrentadas pelo CCO.

As contingências foram definidas por meio de uma entrevista com o principal gestor da área do CCO, uma vez que estas contingências ocorrerem em maior frequência, além de representarem as principais situações de gestão contingencial.

A resolução destas contingências ocorre em um ambiente altamente complexo e em constante mutação. Devido a este fato, os resultados que serão apresentados a seguir podem apresentar variações, de acordo com a especificidade de cada contingência. Como o objetivo deste estudo não engloba qualificar ou quantificar este tipo de variabilidade, assumiu-se um cenário genérico enfrentado pelo CCO.

Mediante as observações diretas e as entrevistas realizadas, foram realizadas modelagens FRAM do funcionamento do sistema durante estas contingências. Os elementos mapeados foram distribuídos em três esferas (desarme, mitigação e secundários) com o objetivo de identificar as ações sistêmicas antes, durante e após as contingências (HOLLNAGEL, 2006).

As funções, aspectos e ligações de **desarme** visam encontrar soluções para a contingência com um viés proativo frente a cenários adversos. Ou seja, são esforços concentrados em desarmar a contingência antes, mesmo que ela ocorra ou gere consequências indesejadas.

Ainda, as funções, ligações e aspectos **mitigadores** buscam normalizar o sistema, uma vez que este já estava sendo impactado pela contingência. Em outras palavras, são estas funções e aspectos que “apagam o incêndio” durante e após a contingência.

As funções, aspectos e ligações **secundários** são aqueles que nem sempre estão presentes durante a resolução da contingência analisada. Elas podem ser ativadas ou não durante a resolução da contingência, dependendo das circunstâncias.

Desta maneira, as modelagens FRAM realizadas foram organizadas em aspectos que facilitaram a identificação da resiliência sistêmica, fornecendo base para possíveis indicadores que possam auxiliar o CCO em suas atividades. Vejamos cada contingência analisada, em detalhes.

5.2.1 Contingências de manutenção

As contingências de manutenção caracterizam-se em um cenário onde uma aeronave não pode dar continuidade as operações previstas, devido a algum problema técnico relacionado com manutenções não programadas ou previstas.

A figura 26 expõe a modelagem FRAM desta contingência. As funções, aspectos e ligações foram organizados em três grupos: **desarme**, **mitigação** e **secundária**.

5.2.1.1 Funções

Na figura 26, as funções da modelagem FRAM de contingência de manutenção foram organizadas em funções de **desarme**, **mitigação** e secundária. O apêndice E apresenta em detalhamento o papel de cada função durante a resolução da contingência de acordo com os seis aspectos do FRAM (*input*, *output*, condições, recursos, controle e tempo).

Como função central de desarme da contingência está a função <Coordenar Voos>¹⁰; cuja responsabilidade envolve solicitar e alocar recursos com a finalidade de dar prosseguimento as operações programadas pela empresa.

A função <Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção> é responsável por controlar o vencimento dos ciclos dos componentes de manutenção das aeronaves. Esta função entra como um papel de desarme da contingência, pois informa os demais setores da empresa a respeito de trocas impreteríveis de peças; que, caso não sejam substituídas a tempo, acarretará em uma contingência de manutenção.

A função <Coordenar a Resolução da Contingência> tem a responsabilidade de delegar tarefas e responsabilidades durante a resolução da contingência. Também cabe a função <Coordenar a Resolução da Contingência> agir como “elo” entre as funções, mantendo todos os setores envolvidos com informações atualizadas.

A função denominada <Alertar Sobre Contingência de Manutenção> é uma função externa ao CCO, cuja responsabilidade envolve, eventualmente, comunicar o CCO sobre uma contingência de manutenção que está ocorrendo.

Como elemento central na resolução da contingência propriamente dita, encontra-se a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>. Esta função é composta por profissionais técnicos, devidamente homologados pelos órgãos aeronáuticos competentes; cuja responsabilidade envolve fornecer suporte e propor soluções aos mecânicos¹¹ que realizam manutenções nas aeronaves. Geralmente, são os primeiros a serem informados quando uma contingência de manutenção ocorre. Para propor soluções técnicas, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> realiza consultas em manuais técnicos e em sistemas (*software*) disponibilizados pela empresa.

A função <Executar Manutenção nas Aeronaves> é uma função externa ao CCO, cuja responsabilidade envolve solucionar o problema técnico da aeronave e liberá-la para voo.

¹⁰ As nomenclaturas das funções serão representadas entre “<>” conforme recomendação de Hollnagel (2012).

¹¹ Os mecânicos foram denominados na modelagem como “Executar Manutenção nas Aeronaves”.

A função <Alocar Recursos> tem a responsabilidade de disponibilizar recursos (peças e materiais de manutenção) para a função <Executar Manutenção nas Aeronaves>. Muitas vezes, os recursos não estão disponíveis no local da contingência, sendo necessário uma logística de traslado de recursos para que a aeronave envolvida na contingência possa ser liberada.

Com o objetivo de manter o bom funcionamento do CCO, o sistema conta com uma função denominada <Garantir Recursos de Software e Hardware> que fornece suporte técnico de *hardware e software* a todos que necessitarem. Estes profissionais são muito importantes, pois, em alguns casos, a contingência seria seriamente afetada, caso os recursos tecnológicos ficassem restritos ou inacessíveis.

A função <Acompanhar a Execução da Escala> tem a responsabilidade de fornecer informações a respeito de disponibilidade de tripulações de voo. Caso seja necessário, esta função aciona estes tripulantes.

A função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> fornece suporte sobre os procedimentos técnicos a serem realizados nas aeronaves. Quando as soluções técnicas empregadas não geram resultados, a função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> tem a responsabilidade de solucionar o problema técnico em questão.

5.2.1.2 Aspectos e Ligações

Os aspectos e ligações de cada função foram representadas na figura 26 seguindo o mesmo modelo do item anterior: **desarme**, **mitigação** e secundárias. O apêndice E apresenta um maior detalhamento a respeito dos aspectos e ligações das funções que foram representadas na modelagem FRAM de contingência de manutenção.

O início da contingência de manutenção para o CCO ocorre no momento em que o sistema toma ciência da mesma. Geralmente isso ocorre através da comunicação direta entre a linha de frente da empresa (tripulação, base de operações, técnico de manutenção) com o CCO. Este ponto de partida foi representado na modelagem FRAM através da ligação entre o *output* da função <Alertar Sobre Contingência de Manutenção> com o *input* das funções <Coordenar Voos> e <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>.

Uma vez ciente da contingência, o CCO começa a trabalhar no desenvolvimento de estratégias para a solução do problema. A resolução envolve, em sua maioria, aspectos técnicos, mas também pode demandar aspectos de gestão. No âmbito técnico, uma vez definido o procedimento a ser empregado, o sistema age em prol de solucionar a contingência.

Essas ações foram representadas na modelagem FRAM entre o *output* da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> e o *controle* da função <Executar Manutenção nas Aeronaves>.

Em alguns casos, é necessário realizar uma realocação de recursos. A função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> envia uma solicitação (*output*) para a função <Alocar Recursos> que recebe o *input* e realiza as ações necessárias para disponibilizar esses recursos. Esses recursos serão disponibilizados para a função que realiza a manutenção nas aeronaves. Tal interação foi representada na modelagem FRAM através do *output* da função <Alocar Recursos> com a *precondição* da função <Executar Manutenção nas Aeronaves>.

Quando a resolução da contingência de manutenção não pode ser solucionada a tempo para dar prosseguimento as operações previstas, é necessário uma série de ações por parte do sistema para evitar maiores consequências. O sistema verifica se existe alguma aeronave reserva disponível para substituir a aeronave que gerou a contingência de manutenção. Caso seja necessário, além de verificar se existe uma aeronave disponível, o sistema entra em contato com os tripulantes para transladar a aeronave, ou assumir voos extras. Tais ligações foram representadas na modelagem FRAM entre o *output* da função <Coordenar Voos> e a *precondição* da função <Acompanhar a Execução da Escala> e do *output* da função <Acompanhar a Execução da Escala> como recurso para a função <Coordenar Voos>.

Quando um problema técnico não pode ser solucionado pelas instâncias internas do CCO; recorre-se a um setor da empresa que é composto por engenheiros. Este setor auxilia no diagnóstico e na solução do problema técnico em questão. Se por ventura este setor não for capaz de solucionar o problema, então o fabricante da aeronave é acionado para solucionar a questão. Na modelagem FRAM, estas ligações foram representadas pela solicitação (*output*) da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> como *input* para a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados>. Se a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> não for capaz de solucionar o problema, esta envia uma solicitação de suporte (*output*) para a função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> que responde (*output*) para a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> fornecendo os recursos necessários para a resolução do problema técnico. Uma vez de posse da solução para o problema técnico, este é repassado (*output*) pela função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> como recurso para a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> que irá de orientar (*output*) a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> sobre como proceder para solucionar o problema técnico.

A função <Garantir Recursos de *Software* e *Hardware*> fornece suporte técnico de *hardware* e *software* a todas as funções do CCO. Esta função é muito importante, pois, em alguns casos, a contingência seria seriamente afetada, caso os recursos tecnológicos ficassem restritos ou inacessíveis. Tal suporte foi representado entre o *output* da função <Garantir Recursos de *Software* e *Hardware*> e recurso das *funções* <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>, <Coordenar Voos>, <Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção>, <Alocar Recursos>, <Acompanhar a Execução da Escala> e <Coordenar a Resolução da Contingência>.

As funções que compõe o CCO estão em constante interação durante a resolução da contingência, compartilhando informações atualizadas com a finalidade de solucionar o problema no menor tempo possível. Tais interações ocorrem através da comunicação pessoal ou via telefone. Esta constante comunicação entre as funções gera *pré-condições* e *inputs* para novas tarefas. Na modelagem FRAM da contingência de manutenção, tais ligações foram representadas entre o *output* das funções <Alocar Recursos>, <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>, e <Coordenar Voos> e o *input* da função <Coordenar a Resolução da Contingência>; além do *output* da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> e as interações nos aspectos tempo, pré-condição e *input* da função <Coordenar Voos>.

5.2.1.3 Variabilidade

Neste tópico, será feita uma análise da variabilidade do CCO durante a resolução de contingências de manutenção. Esta análise será constituída de três etapas: a) análise da variabilidade interna e externa; b) análise do desempenho da variabilidade e c) análise *upstream-downstream*. Essas análises seguiram os passos, proposto por Hollnagel (2012), nos capítulos 6-8 do seu livro.

5.2.1.3.1 Variabilidade Interna E Externa

De acordo com Hollnagel (2012), as funções devem ser classificadas em individuais, tecnológicas ou organizacionais. Cada tipo de função apresenta características particulares e fontes de variabilidade distintas. A figura 27, lista as funções da modelagem FRAM de contingência de manutenção, classificando-as de acordo com o tipo da função e as possíveis fontes de variabilidade interna e externa. A quinta coluna indica a probabilidade de ocorrer a variabilidade e a sexta coluna indica a amplitude da variabilidade caso ela ocorra.

Figura 27 – Variabilidade Interna e Externa

FUNÇÃO	TIPO DE FUNÇÃO	FONTES DE VARIABILIDADE INTERNA	FONTES DE VARIABILIDADE EXTERNA	PROBABILIDADE DE OCORRER	AMPLITUDE
Coordenar Voos	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Orientar sobre Procedimentos de Manutenção	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Auxiliar em Diagnósticos Especializados	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Desenvolver Soluções de Manutenção Específicas	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Coordenar a Resolução da Contingência	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Alocar Recursos	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Acompanhar a Execução da Escala	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Garantir Recursos de Software e Hardware	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Alertar sobre contingências de Manutenção	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Executar Manutenções nas Aeronaves	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande

Fonte: O Autor (2017)

Pela tabela é possível concluir que as funções de caráter *individual* possuem uma alta probabilidade de gerar variabilidade e uma conseqüente grande amplitude de propagação desta variabilidade. Já as funções *organizacionais* são menos propensas a apresentar variabilidade. Porém, caso esta ocorra, as conseqüências podem ser significativas, uma vez que a sua amplitude, assim como as das funções individuais, é alta.

Por exemplo, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é classificada como uma função *organizacional*. A sua provável fonte de variabilidade interna é o excesso de confiança, memória organizacional (utilizar o que já funcionou no passado para solucionar problemas) e a eficácia de informação. Todos esses aspectos podem gerar variabilidade interna. Com relação a variabilidade externa, ela pode ocorrer devido à falta de recursos ou peças, pressão por resultados, ambiente regulatório, tempo e condições ambientais. A probabilidade de ocorrer tal variabilidade é baixa. Porém, caso ela ocorra, a sua amplitude é grande, podendo gerar conseqüências indesejadas.

Já a função <Alocar Recursos> é classificada como *individual*. Sua provável fonte de variabilidade interna é devido a fatores psicológicos (por exemplo, problemas pessoais) e fisiológicos (como dor de cabeça, dor no corpo, desconforto, etc.). A variabilidade externa é ocasionada pela tecnologia utilizada para facilitar o trabalho e pela pressão da organização. A

probabilidade de as funções individuais gerar variabilidade é alta e a amplitude gerada pela variabilidade também é elevada. Portanto, as funções de caráter *individual* são mais propensas a apresentar variabilidade interna e externa. Estar atento as possíveis fontes de variabilidade interna e externa deste tipo de funções irá diminuir a variabilidade do sistema e, conseqüentemente, torná-lo mais resiliente.

5.2.1.3.2 Variabilidade de desempenho

A análise da variabilidade de desempenho tem por objetivo identificar de que maneira a variabilidade pode ser observada ou detectada. Na presente análise, utilizaremos a solução simples, proposta por Hollnagel (2012). Esta solução descreve as possíveis conseqüências de desempenho ocasionadas pela variabilidade em termos de tempo e precisão. Com relação ao aspecto temporal, o *output* de uma função jusante pode ocorrer muito cedo, a tempo, demasiado tarde, ou nem ocorrer. A última categoria, "nem ocorrer", pode ser vista como uma versão extrema de "demasiado tarde".

Em termos de precisão, o *output* de uma função jusante pode ser preciso, aceitável ou impreciso. Se o *output* for preciso, ele satisfará as necessidades *downstream*¹² da função. Um *output* precisa, portanto, reduzir a variabilidade do sistema. Um *output* aceitável pode ser utilizado pela função, mas requer o uso de algum ajuste, e isso pode aumentar a variabilidade das funções em relação ao *dowstream*. Um *output* impreciso é algo incompleto, ambíguo ou manifesto através de outras formas enganosas. Um *output* impreciso não pode ser utilizado como está, requerendo interpretação, verificação, etc. Isso conseqüentemente ocasiona um aumento da variabilidade, pois normalmente consome tempo e recursos extras que poderiam e deveriam ter sido utilizados para outros fins.

A figura 28¹³ indica que as funções estão menos propensas a enfrentar variabilidade de desempenho quando recebem informações precisas e no tempo certo. Em alguns casos, quando as informações chegam muito cedo, a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho também diminui.

Por exemplo, as funções classificadas na figura 27 como organizacionais, possuem pouca probabilidade de apresentar variabilidade de desempenho se estas funções receberem o

¹² O termo *downstream* representa o resultado de determinada função, ou seja, o que ela de fato produziu, gerou, concluiu, realizou, etc.

¹³ Alguns ajustes foram realizados nesta figura, em comparação a análise proposta por Hollnagel (2012), com a finalidade de alinhar a análise com o que foi observado na etapa de coleta de dados.

input muito cedo ou a tempo. Se o *input* chegar atrasado é possível que ocorra uma variabilidade no desempenho destas funções. Se o *input* nem chegar, é provável que ocorra uma variabilidade de desempenho. Com relação a precisão, um *input* preciso diminui a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho. Um *input* aceitável torna possível que esta variabilidade ocorra. E, é provável que ocorra variabilidade no desempenho das funções *organizacionais* quando o *input* é recepcionado de maneira imprecisa.

Com relação as funções que foram classificadas como *individuais* na figura 27, é possível concluir que a variabilidade de desempenho é passível de ocorrer quando o *input* é recepcionado antes da hora ou a tempo. Quando o *input* é recepcionado atrasado, a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho aumenta. Quando o *input* nem é recepcionado pelas funções *individuais* é possível que ocorra variabilidade de desempenho. Com relação a precisão do *input*, a variabilidade de desempenho é possível, mas improvável de acontecer quando o *input* é preciso. Quando o *input* possui uma precisão aceitável é comum que ocorra variabilidade de desempenho nas funções individuais. E quando o *input* é recepcionado de maneira imprecisa é provável que ocorra variabilidade de desempenho.

Figura 28 - Análise do Desempenho da Variabilidade

FUNÇÃO	POSSIBILIDADE DE OCORRER VARIABILIDADE DE DESEMPENHO - ASPECTO TEMPORAL				POSSIBILIDADE DE OCORRER VARIABILIDADE DE DESEMPENHO - PRECISÃO		
	MUITO CEDO	A TEMPO	DEMAIADO TARDE	NEM OCORRER	PRECISO	ACEITÁVEL	IMPRECISO
Coordenar Voos	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Orientar sobre Procedimentos de Manutenção	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Auxiliar em Diagnósticos Especializados	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Desenvolver Soluções de Manutenção Específicas	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Coordenar a Resolução da Contingência	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Alocar Recursos	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Acompanhar a Execução da Escala	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Garantir Recursos de Software e Hardware	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Alertar sobre contingências de Manutenção	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Executar Manutenções nas Aeronaves	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável

Fonte: O Autor (2017)

Conforme mostra a tabela da figura 28, o tempo e a precisão impactam diretamente na variabilidade do sistema, em todas as funções identificadas pela modelagem FRAM. Isso mostra que é muito importante que a interação entre as funções ocorra de maneira clara, precisa e em tempo hábil. Manter esses parâmetros irá contribuir para aumentar a resiliência do sistema.

Além dos aspectos relacionados à variabilidade interna, externa e de desempenho das funções, devemos analisar de que maneira a variabilidade pode combinar-se. Em outras palavras, é necessário saber como a ressonância funcional pode acontecer. Isso é feito utilizando o método proposto por Hollnagel (2012) de acoplamento *upstream-downstream*.

5.2.1.3.3 Análise *Upstream-Dowstream*

A variabilidade de uma função pode ocorrer através do resultado das ligações entre as funções. O aumento ou a diminuição da variabilidade pode variar em relação ao tempo e precisão do *output* enviado por determinada função. Além disso, a variabilidade pode variar de acordo com a maneira que o *output* foi utilizado pelo *upstream* (*input*, condição, recurso, controle ou tempo) da função. Esse impacto pode ser positivo, nulo ou negativo, aumentando ou diminuindo a variabilidade *downstream* da função.

Na figura 29, a possível alteração na variabilidade será indicada nas seguintes formas: $V\uparrow$ significa que a variabilidade é suscetível a aumentar, $V\downarrow$ significa que a variabilidade é suscetível a diminuir, e $V\leftrightarrow$ significa que provavelmente a variabilidade vai permanecer inalterada. Na figura é observamos a possível alteração na variabilidade das funções de acordo com as variáveis tempo e precisão, considerando os aspectos *input*, condição, recursos, controle e tempo.

Figura 29 – Alteração da variabilidade *upstream-downstream* das funções em relação ao tempo e precisão

		Input	Précondição	Recursos	Controle	Tempo
Tempo	Muito Cedo	V↑ ou V↓	V↑	V↔ ou V↓	V↑	V↑
	A Tempo	V↓	V↓	V↓	V↓	V↓
	Muito Tarde	V↑	V↑	V↑	V↑	V↑
	Nem Ocorrer	V↑	V↑	V↑	V↑	V↑
Precisão	Impreciso	V↑	V↑	V↑	V↑	V↑
	Aceitável	V↔	V↔	V↔	V↔	V↔
	Preciso	V↓	V↓	V↓	V↓	V↓

Fonte: O autor (2017). Adaptado de Hollnagel (2012).

A análise revela que quando o *input* é recepcionado muito cedo por uma determinada função, pode ocorrer um aumento na variabilidade ou uma diminuição da mesma. Se o *input* ocorrer em tempo, a variabilidade tende a diminuir. Já, se o recebimento do *input* acontecer de maneira tardia ou nem ocorrer, a variabilidade tende a aumentar. Quando o *input* é impreciso a variabilidade aumenta, quando ele é aceitável, a variabilidade tende a permanecer constante. Quando o *input* ocorre de maneira imprecisa, a variabilidade tende a aumentar. Logo, o sistema está mais propenso a enfrentar condições de variabilidade adversa quando o *input* ocorre muito cedo (cedo demais a ponto de o *input* ser perdido), muito tarde ou quando ele nem ocorre. Além disso, a imprecisão ou a falta de qualidade deste *input* faz com que a variabilidade aumente. O ideal é receber o *input* no tempo certo, e com uma precisão aceitável ou precisa.

Com relação as ligações que geram **precondições, tempo e controle** deve-se procurar evitar que o *output* enviado pela função jusante ocorra de maneira antecipada, tardia ou nem ocorra, pois, a variabilidade tende a aumentar. Quando a precondição, o tempo e o controle são recepcionados no tempo certo, a variabilidade tende a diminuir. Um gatilho preciso de precondição, tempo ou controle proporcionam uma diminuição da variabilidade, enquanto que uma informação imprecisa aumenta a variabilidade do sistema.

Quando o *output* enviado por uma função jusante ao acoplamento de recursos de outra função ocorrer muito tarde ou nem ocorrer, a variabilidade tende a aumentar. Quando o acoplamento ocorre muito cedo ou a tempo a variabilidade tende a diminuir. Quando os recursos são imprecisos ou deficientes, a variabilidade do sistema aumenta. Quando os recursos são precisos a variabilidade tende a diminuir.

Ao analisar a tendência de variabilidade de cada aspecto das ligações do FRAM podemos concluir que o sistema tende a enfrentar uma variabilidade indesejada quando as informações são enviadas muito tarde, ou nem são enviadas. Também a imprecisão das ligações afeta a variabilidade do sistema, gerando consequências indesejáveis. A seguir veremos um exemplo prático sobre a análise da variabilidade.

5.2.1.3.4 Aplicabilidade da análise da variabilidade

Hollnagel (2012) sugere que a variabilidade deve ser analisada em instanciações de eventos específicos que representem a interação entre duas ou mais funções no desenvolvimento de suas atividades.

A presente pesquisa realizou um modelo genérico FRAM do gerenciamento de contingências de manutenção. Devido a esse fato, torna-se inviável a análise da variabilidade, conforme sugerido por Hollnagel (2012), uma vez que esta pesquisa não buscou realizar instanciações de eventos específicos.

Mesmo assim, a presente pesquisa irá apresentar um modelo de análise de variabilidade que poderá ser empregado por pesquisas futuras para realizar a análise da variabilidade *upstream-downstream* das funções. O exemplo apresentado, a seguir, é uma instanciação derivada do modelo FRAM representado pela figura 26. A plausibilidade deste exemplo foi validada com a empresa. Ele foi elaborado com a intenção de fornecer um modelo para realizar a análise da variabilidade em pesquisas futuras.

5.2.1.3.4.1 Exemplo de análise de variabilidade

Em determinada contingência de manutenção a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> solicita que a função <Alocar Recursos> disponibilize uma peça para o reparo de uma aeronave que se encontra em Porto Alegre (esta solicitação foi representada na ligação 1 da instanciação na figura 30). Para atender à solicitação, a função <Alocar

Recursos> realiza uma consulta em um *software* especializado e descobre que a peça requerida se encontra somente no Rio de Janeiro ou em Salvador.

De acordo com a logística planejada pela função <Alocar Recursos>, a melhor solução é transladar a peça do Rio de Janeiro para Porto Alegre. Esta função entra em contato com os responsáveis do almoxarifado de peças da companhia no Rio de Janeiro e solicita que ela seja enviada no próximo voo para Porto Alegre. Após realizar esta solicitação, a função <Alocar Recursos> informa à função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> que o recurso solicitado estará embarcando no próximo voo do Rio de Janeiro para Porto Alegre e deve demorar cerca de 2 horas para chegar (esta comunicação foi representada pela ligação 2 na instanciamento da figura 30).

Uma vez ciente desta informação, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> calcula que a aeronave deve ser liberada para voo em até 3 horas e repassa esta informação para a função <Coordenar Voos> que decide não cancelar o voo e segurar os passageiros até que o reparo seja concluído e a aeronave possa dar continuidade as operações previstas (isto foi representado pela ligação 3, na figura 30).

Porém, o responsável pelo almoxarifado no Rio de Janeiro não encontra a peça solicitada e, após uma pequena investigação, descobre que o recurso já havia sido utilizado em outra aeronave e que a disponibilidade da peça no *software* é incoerente.

Imediatamente, a função <Alocar Recursos> é informada da situação e começa de imediato uma nova solicitação de logística para transladar a requerida peça de Salvador para Porto Alegre. Após encontrar a melhor solução, o tempo previsto para chegada da peça passou de duas para seis horas. Esta informação é repassada pela função <Alocar Recursos> para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> (representado na figura 30 pela ligação 4) que repassa a informação para a função <Coordenar Voos> (ligação 5).

Devido ao período previsto para a disponibilização da peça ter triplicado, a função <Coordenar Voos> decide cancelar o voo, dando início a uma contingência de manutenção.

Após a resolução da mesma, descobriu-se que a peça se encontrava disponível no *software* devido a um profissional da função <Alocar Recursos> não ter indicado a utilização do recurso no *software* em virtude de problemas fisiológicos enfrentados na ocasião. Este pequeno detalhe aumentou a variabilidade na resolução da contingência de manutenção, levando ao cancelamento da operação e consequente prejuízo financeiro e de imagem.

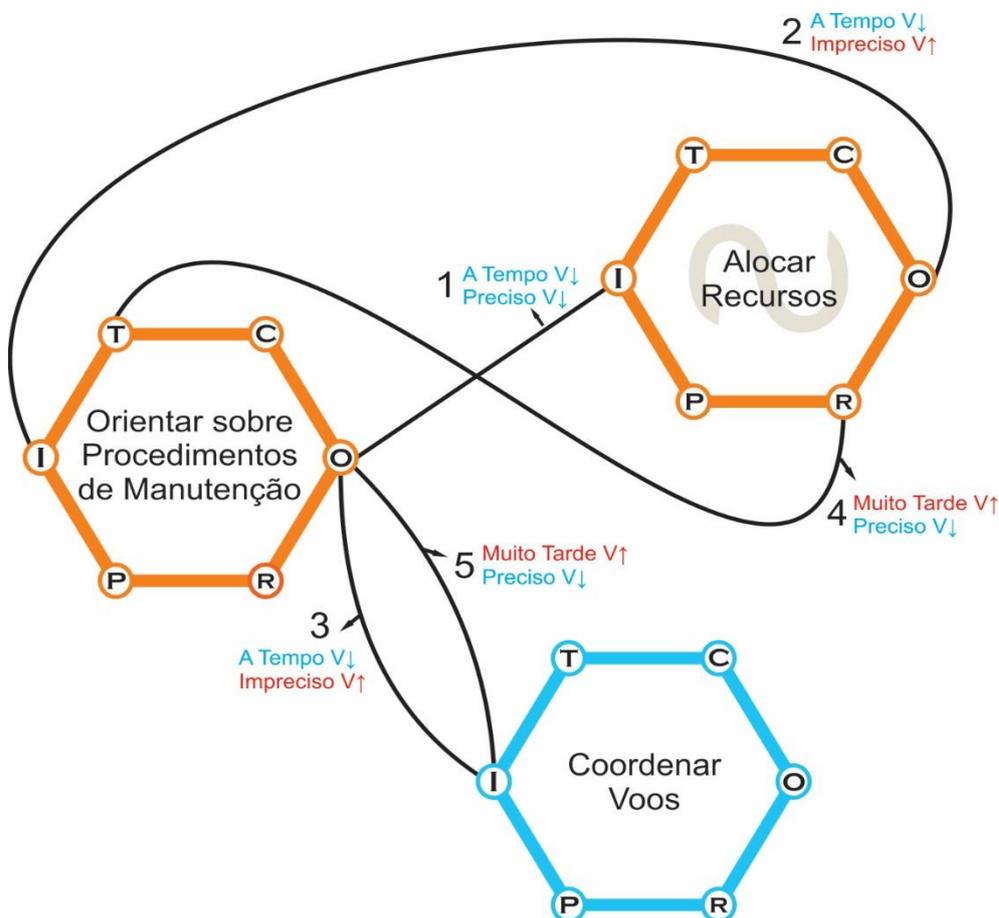
De acordo com este exemplo é possível concluir que a variabilidade se originou em uma fonte interna (problema fisiológico) enfrentada pelo profissional responsável pela função <Alocar Recursos>. O problema enfrentado por este profissional, o impediu de concluir suas

atividades e conseqüentemente de selecionar o recurso como utilizado no *software* especializado.

Esta indicação errônea fez com que outro profissional da função <Alocar Recursos> projetasse uma logística imprecisa para atender à solicitação que lhe foi empregada.

Esta indicação errônea gerou atrasos tanto para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> quanto para a função <Coordenar Voos>. A consequência foi o cancelamento do voo previsto e prejuízos financeiros e de imagem.

Figura 30 – Exemplo de Variabilidade Contingência de Manutenção – Instanciação FRAM



Fonte: O Autor (2017)

Por meio da figura 30 podemos observar que a **ligação 1** foi precisa e a tempo, contribuindo para a diminuição da variabilidade. A **ligação 2** foi transmitida a tempo, mas foi imprecisa, pois a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> foi informada que a peça estaria disponível em 2 horas. A **ligação 3**, por consequência, também foi transmitida a tempo, mas manteve a imprecisão da informação.

A **ligação 4**, por sua vez, foi precisa, informando sobre a real condição da peça solicitada, porém a informação chegou atrasada. Como consequência, a **ligação 5** foi atrasada e precisa, forçando a função <Coordenar Voos> a ter que cancelar o voo.

Este exemplo deixa claro como a variabilidade pode afetar o desempenho do sistema. Esta variabilidade muitas vezes causa efeitos indesejados, forçando o sistema a ser mais resiliente para enfrentar contingências. Esta relação mostra-se muito interessante e indica que uma análise da variabilidade em instanciações FRAM de contingências de manutenção pode indicar quando o sistema necessita ser mais ou menos resiliente para enfrentar o problema.

5.2.1.3.5 Comentários gerais sobre a análise da variabilidade durante contingências de manutenção e recomendações

A variabilidade foi analisada seguindo os passos de Hollnagel (2012). A análise da variabilidade interna e externa revelou de que forma a variabilidade pode ocorrer em cada função, revelando as principais fontes da variabilidade, a probabilidade de ocorrer e a sua amplitude.

Depois, vimos como pode ocorrer a variabilidade de desempenho nas funções de acordo com as variáveis tempo e precisão. A última análise permitiu identificar de que maneira o tempo e a precisão impactam nas ligações e interações entre as funções do FRAM em 5 aspectos (*input*, recursos, tempo, pré-condição e controle).

Diminuir a variabilidade sistêmica, sem dúvidas, é algo desejável no que tange a gestão de contingências de manutenção, pois quanto menos variabilidade o sistema apresentar melhores serão os resultados. Nesse sentido, é possível observar uma relação de causa e efeito entre a variabilidade e a resiliência do sistema, pois é verdadeiro afirmar que quanto menos variabilidade o sistema apresentar, menos resiliente ele precisa ser para enfrentar contingências.

Através do exemplo apresentado e das observações realizadas na empresa, realiza-se as seguintes recomendações:

a) as entrevistas realizadas revelaram que determinados *softwares* específicos utilizados na resolução de contingências de manutenção ficam “deslogando a cada 2 minutos”. Esta pode ser uma fonte de variabilidade interna e externa importante. Também foi ressaltado pelos entrevistados que “antes este problema não acontecia”.

b) alguns entrevistados queixaram-se do *software* utilizado para leitura dos manuais técnicos. Segundo os entrevistados, o *software* “trava” e atrapalha a resolução da contingência.

c) o “sistema” utilizado para consulta de peças indica que determinada peça está disponível, porém, na verdade, ela não está. Segundo os entrevistados, isso ocorre quando “alguém não deu baixa no sistema”.

d) alguns itens de manutenção possuem troca corriqueira (como kit médicos, colete salva vida, oxigênio, etc.). Durante a etapa de coleta de dados foi observado que em determinados momentos, algumas bases de operações necessitaram destes recursos, porém os mesmos não estavam disponíveis. Alguns entrevistados sugeriram realizar um inventário do número de itens desta natureza necessários em cada base de operação e sempre deixar estes itens de troca corriqueira disponíveis nas bases (sem a necessidade de realizar demandas de logística).

e) realizar a análise da variabilidade por meio de instanciações FRAM de cenários de contingências de manutenção específicos. Esta análise pode revelar fontes tratáveis de variabilidade sistêmica. Estas fontes podem ser utilizadas para gerar indicadores de variabilidade. Como já mencionado, a variabilidade do sistema pode exigir que ele seja mais ou menos resiliente. Por exemplo, se os indicadores de variabilidade indicarem uma alta probabilidade de ocorrer variabilidade, é necessário elevar as defesas do sistema para enfrentar esta variabilidade. Preparar-se para possíveis contingências ou empecilhos de maneira proativa, sem dúvida, pode ser considerada uma ação que eleva a resiliência do sistema. Logo, os indicadores de variabilidade podem ser utilizados como indicativos de quando o sistema precisa ser mais ou menos resiliente. Dispor deste tipo de indícios permite que os gestores responsáveis possam utilizar melhor os seus recursos, sabendo quando e onde concentrar os seus esforços. Esta melhor otimização dos recursos pode impactar positivamente no tempo de resposta do sistema e nas finanças da empresa.

5.2.1.4 Considerações gerais sobre contingências de manutenção

É necessário ressaltar que alguns aspectos não foram representados na modelagem FRAM da contingência de manutenção, com o intuito de facilitar a visualização, sem que a figura ficasse poluída. Essas e outras considerações gerais serão explanadas a seguir:

a) a Supervisão do Sistema envia *outputs* para todas as funções primárias do CCO (destacadas em azul e laranja) envolvidas na resolução da contingência, com o propósito de

aproximar os setores e garantir que todos estejam cientes das informações atualizadas a respeito do status da contingência.

b) o Fornecimento de Recursos (peças) para os Mecânicos que realizam as Manutenções nas Aeronaves foi representado na Figura 26 por uma ligação entre o setor de Alocação de Recursos (*output*) e o setor de Manutenção nas Aeronaves (precondição). O motivo desta ligação não ter sido feita na configuração *output* → recurso, explica-se ao fato de que, apesar do *output* significar um recurso, este recurso (peça) é uma precondição necessária para que os Mecânicos realizem a manutenção.

c) quando necessário, todos os setores do CCO solicitam Suporte de *Software* e *Hardware* aos profissionais técnicos responsáveis. Estas ligações de solicitações não foram representadas na modelagem FRAM.

d) foram realizadas entrevistas com a maioria das funções ilustradas na Figura 26 (exceto as funções externas ao CCO). Durante as entrevistas, destacou-se a importância da qualidade e do tempo de chegada das informações. Segundo os entrevistados, o tempo de chegada da informação e a qualidade com que a informação é transmitida e recebida pelos diversos setores do CCO são fundamentais para que a resolução da contingência seja bem-sucedida. Isso pode ser constatado através das observações realizadas por este pesquisador, onde ficou evidente que este realmente é um fator fundamental que possui grande impacto na variabilidade sistêmica; podendo esta variabilidade ser positiva ou negativa. Quanto maior for a lacuna de tempo na transmissão da contingência, maior serão os efeitos adversos da contingência. Em contrapartida, se as informações chegarem em tempo hábil, porém com uma qualidade que não possibilite aos decisores tomarem medidas a fim de mitigar ou desarmar a contingência, seria pífio os esforços destes profissionais na resolução desta contingência, pois estes poderiam tomar medidas inadequadas que não seriam suficientes para a resolução da mesma ou, inclusive, poderiam piorar o problema.

e) esse tipo de contingência caracteriza-se por possuir elementos com um viés mais técnico, que muitas vezes são mapeados e registrados em documentos de circulação interna da empresa. Durante as investigações foi disponibilizado pela companhia aérea o acesso à alguns destes documentos, proporcionando a observação de algumas relações que ocorrem no sistema, fornecendo base para encontrar indicadores que revelam como o sistema está se comportando frente a alguns cenários. Em outras palavras, através destes documentos e do entendimento do sistema através da modelagem FRAM foi possível encontrar relações que revelam a capacidade de resiliência do sistema em determinados aspectos.

f) é importante ressaltar que a modelagem FRAM da contingência de manutenção apresentada representa um mapeamento genérico das funções e dos aspectos envolvidos em sua resolução. Isso quer dizer que, devido à grande variabilidade dos eventos enfrentados no cotidiano de operações do CCO podem haver variações não raras entre as funções e as suas interações, inclusive, surgindo ou excluindo funções e aspectos que não foram representados na modelagem.

5.2.2 Contingência de fechamento de aeroporto

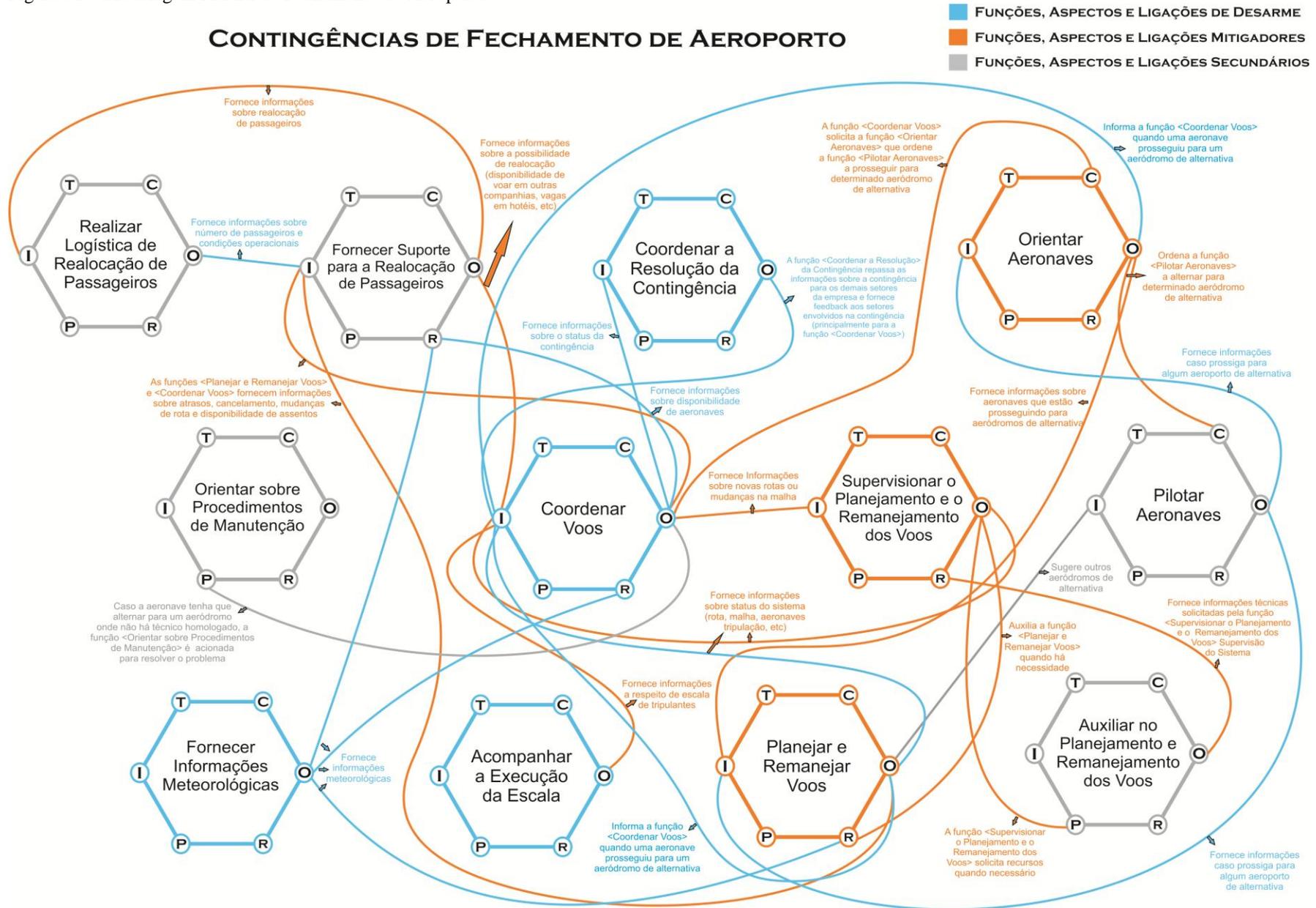
As contingências de fechamento de aeroporto caracterizam-se por um cenário onde determinado aeroporto fica indisponível para operações. Geralmente são os fenômenos meteorológicos os principais causadores deste tipo de contingência. Ainda, um aeródromo pode ficar indisponível devido ao acidente de alguma aeronave, alguma ação prévia estipulada (manutenção da pista, treinamento de combate ao incêndio, eventos, entre outros) e horário de operação.

Quando um aeródromo de partida ou destino de determinado voo está indisponível, ocorre a contingência de fechamento de aeroporto, dando início as ações necessárias para desarmar e mitigar as consequências desencadeadas pela mesma.

O CCO dispõe de informações e previsões meteorológicas confiáveis, com potencial de indicar a indisponibilidade de determinado aeródromo. Contudo, mesmo de posse destas previsões, não seria prudente realizar ações, como por exemplo, realizar remanejamentos de frota, cancelamento de voos, utilização/alocação de recursos, entre outros, visando desarmar/mitigar a contingência antes da confirmação da mesma. Isso explica-se ao fato de que boletins e previsões meteorológicas são confeccionados levando em consideração a tendência do comportamento atmosférico. Porém, este contexto é dinâmico e complexo, onde a meteorologia é facilmente influenciável por fatores que muitas vezes não podem ser mapeados. Portanto, é característico neste tipo de contingência as ações serem em sua maioria reativas aos eventos. Este tipo de característica eleva a complexidade da contingência, pois força o sistema (CCO) a reagir as situações que são observadas pelas linhas de frente das operações (tripulantes, agentes de aeroporto, reportes meteorológicos, entre outros).

A figura 31 expõe a modelagem FRAM deste tipo contingência, onde serão analisadas as funções envolvidas neste cenário. As funções, aspectos e ligações foram organizadas em três grandes grupos: **desarme**, **mitigação** e **secundária**.

Figura 31 – Modelagem FRAM de Fechamento de Aeroporto



Fonte: o Autor (2017)

5.2.2.1 Funções

Na figura 31, as funções da modelagem FRAM de contingência de fechamento de aeroporto foram organizadas em funções de **desarme**, **mitigação** e **secundária**. O apêndice F apresenta em detalhamento o papel de cada função durante a resolução da contingência de acordo com os seis aspectos do FRAM (*input*, *output*, condições, recursos, controle e tempo).

A função central e principal durante a resolução de contingências de fechamento de aeroporto é a função <Coordenar Voos>. Esta função é responsável por realizar toda a logística que envolve o gerenciamento deste tipo de contingência, como por exemplo, gerenciar os variados recursos oriundos de outros setores com o objetivo de dar prosseguimento as operações programadas para o dia. Esta função é quem decide se os voos serão cancelados ou se outras estratégias serão adotadas.

A função <Coordenar a Resolução da Contingência> tem a responsabilidade de delegar tarefas e responsabilidades durante a resolução da contingência. Também cabe a função <Coordenar a Resolução da Contingência> agir como “elo” entre as funções, mantendo todos os setores envolvidos com informações atualizadas.

A função <Acompanhar a Execução da Escala> tem a responsabilidade de fornecer informações a respeito de disponibilidade de tripulações de voo. Caso seja necessário, esta função aciona estes tripulantes. Esta função é importante para o desarme de contingências de fechamento de aeroporto, pois as informações que emanam deste setor permitem aos demais setores (principalmente a função <Coordenar Voos>) a desenvolver possíveis soluções de acordo com os recursos disponíveis.

A função <Fornecer Informações Meteorológicas> tem a responsabilidade de acompanhar diversas fontes meteorológicas¹⁴ e gerar alertas para os demais setores da empresa sobre condições meteorológicas significativas que podem impactar nas operações.

Quando se faz necessário realizar ações a fim de mitigar a contingência, diversas funções entram em cena. A função <Planejar e Remanejar Voos> tem a responsabilidade de realizar todo o planejamento dos voos da companhia. Durante contingências de manutenção, este setor realiza cálculos de performance de aeronaves, realiza alterações nos voos caso a malha seja remanejada, planeja novos voos, entre outras atividades.

¹⁴ Entre as fontes meteorológicas utilizadas, destacam-se a Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), um *software* especializado que mostra o status das principais bases de operações da empresa (conforme ilustrado na figura 20) entre outras fontes meteorológicas.

A função <Planejar e Remanejar Voos> recebe a supervisão e o suporte da função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos>. A função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos> tem a responsabilidade de fornecer recursos a função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> com o objetivo de aliviar a sua carga de trabalho.

A função <Orientar Aeronaves> tem a responsabilidade de realizar a comunicação entre o CCO e as aeronaves. Este setor é informado pelas aeronaves quando algum voo ficou impossibilitado de prosseguir para o destino e teve que prosseguir para um aeródromo alternativo. Quando o sistema (CCO) decide qual é a melhor opção para determinado voo, esta função repassa as recomendações para os pilotos.

Os pilotos representam a função <Pilotar Aeronaves>. Sua responsabilidade durante contingências de fechamento de aeroporto é informar o CCO por meio da função <Orientar Aeronaves> sobre impossibilidades de prosseguir para o destino, condições adversas em determinados aeródromos e seguir as recomendações fornecidas pelo CCO a respeito de qual aeródromo de alternativa prosseguir. Seguir estas recomendações auxilia o CCO a mitigar as consequências geradas pela contingência.

Um cenário possível durante a resolução de contingências de fechamento de aeroporto é uma aeronave ter que prosseguir para um aeródromo onde a companhia não costuma operar. Neste caso, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> tem a responsabilidade de providenciar técnicos de manutenção nestes aeródromos, para caso ocorra algum problema relativo a manutenção, esta aeronave possa ser liberada no menor tempo possível.

Quando é necessário cancelar determinado voo em virtude da contingência de manutenção, se faz necessário realocar ou acomodar os passageiros. Isto pode acontecer em um voo extra da companhia ou em voos de outras companhias, ou em alguns casos é necessário acomodar os passageiros em hotéis. Neste sentido, a função <Realizar Logísticas de Realocação de Passageiros> realiza este tipo de logística. A função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> fornece as recomendações para a função <Realizar Logísticas de Realocação de Passageiros> informando quais procedimentos devem ser adotados no processo de realocação de passageiros.

5.2.2.2 Aspectos e ligações

Os aspectos e ligações de cada função foram representadas na figura 31, seguindo o mesmo modelo do item anterior: desarme, mitigação e secundárias. O apêndice F apresenta

um maior detalhamento a respeito dos aspectos e ligações das funções que foram representadas na modelagem FRAM de contingência de manutenção.

A contingência de fechamento de aeroporto, geralmente, inicia-se a partir do momento que a informação é recepcionada pelo CCO. Isto ocorre quando a função <Pilotar Aeronaves> informa às funções <Orientar Aeronaves> e <Planejar e Remanejar Voos> que o voo teve que prosseguir para um aeródromo de alternativa. Esta interação foi representada na modelagem FRAM entre o *output* da função <Pilotar Aeronaves> e o *input* das funções <Orientar Aeronaves> e <Planejar e Remanejar Voos>. A função <Orientar Aeronaves> e a função <Planejar e Remanejar Voos> informam as funções <Coordenar Voos> e <Planejar e Remanejar Voos> assim que uma aeronave comunica que está prosseguindo para um destino de alternativa. Esta ligação foi representada na modelagem FRAM por meio do *output* das funções <Orientar Aeronaves> e <Planejar e Remanejar Voos> e o *input* da função <Coordenar Voos>.

Ainda, a contingência de manutenção pode iniciar-se nos alertas gerados pela função <Fornecer Informações Meteorológicas>. Estes alertas servem como uma espécie de recursos para o sistema, pois, dependendo do cenário, as demais funções utilizam estas informações para inventariar possíveis soluções para a contingência. Tais alertas foram representados na modelagem FRAM por meio do *output* da função <Fornecer Informações Meteorológicas> e o recurso das funções <Planejar e Remanejar Voos>, <Coordenar Voos> e <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros>.

A função <Coordenar Voos> possui um papel importante na resolução da contingência no que tange ao desarme a mitigação. Quando esta função recebe os boletins meteorológicos que indicam uma provável interrupção para as operações previstas, esta função começa a inventariar possíveis soluções para a contingência. Por exemplo, ela verifica se existe a disponibilidade de aeronaves reservas para utilizá-las em uma possível realocação de passageiros. Esta informação é transmitida (*output*) para a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> que recepciona a informação como um possível recurso. Por sua vez, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> recebe informações (*input*) da função <Realizar Logísticas de Realocações de Passageiros> a respeito do número de passageiros e condições operacionais da aeronave. De posse destas informações, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informa à função <Coordenar Voos> sobre a possibilidade e a disponibilidade de passageiros voar em outras companhias, número de vagas em hotéis, entre outros. Esta ligação foi representada na modelagem FRAM por

meio do *output* da função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> e o *input* da função <Coordenar Voos>.

A função <Coordenar Voos> recebe informações sobre o status de operação do sistema (rota, malha de voos, aeronaves, tripulação, entre outros) dos setores <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> e <Planejar e Remanejar Voos>. Esta ligação foi representada na modelagem FRAM entre o *output* das funções <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> e <Planejar e Remanejar Voos> e o *input* da função <Coordenar Voos>. De posse destas informações, a função <Coordenar Voos> envia informações (*output*) sobre possíveis atrasos, cancelamentos, mudanças de rota, disponibilidade de assentos e status da contingência para as funções (*input*) <Coordenar a Resolução da Contingência> e <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros>.

Durante a resolução de contingências de fechamento de aeroporto a função <Coordenar a Resolução da Contingência> repassa as informações sobre a contingência para os demais setores da empresa e fornece respaldo para as decisões das funções do CCO envolvidas na resolução da contingência (principalmente a função <Coordenar Voos>). Esta ligação foi representada na modelagem FRAM entre o *output* da função <Coordenar a Resolução da Contingência> e o *input* da função <Coordenar Voos>.

Visando contribuir para a resolução da contingência, a função <Acompanhar a Execução da Escala> fornece informações para a função <Coordenar Voos> a respeito da tripulação que está operando as aeronaves que foram afetadas pela contingência de fechamento de aeroporto. Estas informações são muito importantes, pois elas auxiliam no processo decisório do CCO durante a resolução da contingência. Isto ocorre devido ao fato dos tripulantes estarem sujeitos a uma regulamentação específica de jornada de trabalho, onde um atraso ou remanejamento de frota, podem gerar consequências administrativas tanto para a tripulação, como para a companhia. Ainda, se for necessário, a função <Acompanhar a Execução da Escala> aciona tripulantes e os aloca conforme a necessidade do sistema. Tal interação foi representada na modelagem FRAM por meio da ligação entre o *output* da função <Acompanhar a Execução da Escala> e o *input* da função <Coordenar Voos>.

Durante a resolução de contingências de fechamento de aeroporto a função <Coordenar Voos> é a responsável por manter a malha de voos da companhia em funcionamento. Esta atividade envolve, em alguns casos, atrasar voos, ordenar/solicitar que pilotos prossigam para determinado aeródromo ou ainda cancelar voos. Todas as decisões realizadas neste sentido buscam manter o sistema em funcionamento com a menor penalidade econômica e de imagem possível, sem afetar a segurança operacional. Quando se faz

necessário realizar este tipo de alterações na malha, os setores responsáveis pelas questões técnicas são informados. Na modelagem FRAM, tais interações foram representadas entre o *output* da função <Coordenar Voos> e o *input* da função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento de Voos>.

Quando uma aeronave tem que prosseguir para um aeródromo onde a companhia não costuma operar, e conseqüentemente possui pouco suporte para a aeronave, a função <Coordenar Voos> envia um *output* para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> para que esta envie um técnico de manutenção para o aeródromo a fim de solucionar um eventual problema técnico da aeronave em questão. Esta comunicação é muito importante, pois caso seja necessário realizar procedimentos de manutenção na aeronave, esta interação permite que a solução seja realizada em um intervalo de tempo satisfatório. Se não houvesse esta comunicação entre estas funções e este cenário se confirmasse, a contingência de fechamento de aeroporto desencadearia uma contingência de manutenção. Tal ligação foi representada na modelagem FRAM entre o *output* da função <Coordenar Voos> e a *precondição* da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>.

Quando a função <Coordenar Voos> conclui que a melhor opção para o sistema é que determinada aeronave prossiga para um aeródromo diferente ao aeródromo escolhido pelos pilotos, a função <Coordenar Voos> solicita que a função <Orientar Aeronaves> ordene os pilotos a prosseguirem para o aeródromo de alternativa mais favorável para o funcionamento do sistema. Esta interação entre as funções foi representada na modelagem FRAM por meio do *output* da função <Coordenar Voos> e o controle da função <Orientar Aeronaves> e pela ligação entre o *output* da função <Orientar Aeronaves> com o *controle* da função <Pilotar Aeronaves>.

Ainda, quando a escolha correta do aeródromo de alternativa envolve questões técnicas de performance, a função <Planejar e Remanejar Voos> sugere a função <Pilotar Aeronaves> aeródromos que se adeque as questões técnicas envolvidas. Tal ligação foi representada na modelagem FRAM por meio do *output* da função <Planejar e Remanejar Voos> e o *input* da função <Pilotar Aeronaves>.

A função <Planejar e Remanejar Voos> é responsável pelo planejamento de todos os voos da companhia e também pelas questões técnicas envolvidas no remanejamento de voos. Em alguns casos, como por exemplo, no caso das contingências de aeroporto afetar um HUB da empresa é necessário realizar um grande remanejamento da frota. Isso envolve uma grande demanda de planejamentos e alterações de voos. Sempre que for preciso a função <Planejar e Remanejar Voos> recebe auxílio da função <Supervisionar o Planejamento e o

Remanejamento dos Voos>. Tal interação foram representadas na modelagem FRAM por meio do *output* da função <**Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos**> e o *input* da função <**Planejar e Remanejar Voos**>.

Ainda, quando a demanda exigir, a função <**Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos**> solicita e recebe auxílio da função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos>. Esta ligação foi representada na modelagem FRAM por meio do *output* da função <**Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos**> com a precondição da função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos> e pelo *output* da função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos> e o *recurso* da função <**Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos**>.

5.2.2.3 Variabilidade

Neste tópico será feita uma análise da variabilidade do CCO durante a resolução de contingências de fechamento de aeroporto. Esta análise será constituída de três etapas: a) análise da variabilidade interna e externa, b) análise do desempenho da variabilidade e c) análise *upstream-downstream*. Estas análises seguiram os passos, proposto por Hollnagel (2012), nos capítulos 6-8 do seu livro.

5.2.2.3.1 Variabilidade interna e externa

De acordo com Hollnagel (2012) as funções devem ser classificadas em individuais, tecnológicas ou organizacionais. Cada tipo de função apresenta características particulares e fontes de variabilidade distintas. A figura 32, lista as funções da modelagem FRAM de contingência de manutenção, classificando-as de acordo com o tipo da função e as possíveis fontes de variabilidade interna e externa. A quinta coluna indica a probabilidade de ocorrer a variabilidade e a sexta coluna, indica a amplitude da variabilidade caso ela ocorra.

Figura 32 – Variabilidade Interna e Externa

FUNÇÃO	TIPO DE FUNÇÃO	FONTES DE VARIABILIDADE INTERNA	FONTES DE VARIABILIDADE EXTERNA	PROBABILIDADE DE OCORRER	AMPLITUDE
Coordenar Voos	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Orientar sobre Procedimentos de Manutenção	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Planejar e Remanejar Voos	Organizacional	Eficácia da Informação; Confiança; Memória e Cultura Organizacional	Disponibilidade de Recursos e Peças, Pressão por Resultado, Ambiente Regulatório, Tempo e Condições Ambientais	Baixa	Grande
Fornecer Informações Meteorológicas	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Pilotar Aeronaves	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Coordenar a Resolução da Contingência	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Orientar Aeronaves	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Acompanhar a Execução da Escala	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Realizar Logística de Realocação de Passageiro	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande
Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos	Individual	Fatores Psicológicos e Fisiológicos	Tecnologia e a Organização "Segurança em 1º Lugar", mas...	Alta	Grande

Fonte: O Autor (2017)

Pela tabela, é possível concluir que as funções de caráter *individual* são maioria na resolução de contingência de fechamento de aeroporto. Estas funções possuem uma alta probabilidade de gerar variabilidade e uma conseqüente grande amplitude de propagação desta variabilidade. Já, as funções *organizacionais* são menos propensas a apresentar variabilidade. Porém, caso esta ocorra, as conseqüências podem ser significativas, uma vez que a sua amplitude, assim como as das funções individuais, é alta.

Por exemplo, a função <Planejar e Remanejar Voos> é classificada como uma função organizacional. A sua provável fonte de variabilidade interna é o excesso de confiança, memória organizacional (utilizar o que já funcionou no passado para solucionar problemas) e a eficácia de informação. Todos estes aspectos podem gerar variabilidade interna. Com relação a variabilidade externa, ela pode ocorrer devido à falta de recursos ou peças, pressão por resultados, ambiente regulatório, tempo e condições ambientais. A probabilidade de ocorrer tal variabilidade é baixa. Porém, caso ela ocorra, a sua amplitude é grande, podendo gerar conseqüências indesejadas.

Já, a função <Fornecer Informações Meteorológicas> é classificada como individual. Sua provável fonte de variabilidade interna é devido a fatores psicológicos (por exemplo: problemas pessoais) e fisiológicos (como: dor de cabeça, dor no corpo, desconforto, etc). A

variabilidade externa é ocasionada pela tecnologia utilizada para facilitar o trabalho e pela pressão da organização. A probabilidade de as funções individuais gerar variabilidade é alta e a amplitude gerada pela variabilidade também é elevada. Portanto, as funções de caráter individual são mais propensas a apresentar variabilidade interna e externa. Estar atento as possíveis fontes de variabilidade interna e externa deste tipo de funções irá diminuir a variabilidade do sistema e, conseqüentemente, torná-lo mais resiliente.

5.2.2.3.2 Variabilidade de desempenho

Na presente análise utilizaremos a solução simples proposta por Hollnagel (2012). A figura 33¹⁵ indica que as funções estão menos propensas a enfrentar variabilidade de desempenho quando recebem informações precisas e no tempo certo. Em alguns casos, quando as informações chegam muito cedo, a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho também diminui.

As funções classificadas na figura 32 como organizacionais, possuem pouca probabilidade de apresentar variabilidade de desempenho se estas funções receberem o *input* muito cedo ou a tempo. Se o *input* chegar atrasado é possível que ocorra uma variabilidade no desempenho destas funções. Se o *input* nem chegar, é provável que ocorra uma variabilidade de desempenho. Com relação a precisão, um *input* preciso diminui a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho. Um *input* aceitável torna possível que esta variabilidade ocorra. E é provável que ocorra variabilidade no desempenho das funções organizacionais quando o *input* é recepcionado de maneira imprecisa.

Com relação as funções que foram classificadas como *individuais* na figura 32, é possível concluir que a variabilidade de desempenho é passível de ocorrer quando o *input* é recepcionado antes da hora ou a tempo. Quando o *input* é recepcionado atrasado, a probabilidade de ocorrer variabilidade de desempenho aumenta. Quando o *input* nem é recepcionado pelas funções *individuais* é possível que ocorra variabilidade de desempenho. Com relação a precisão do *input*, a variabilidade de desempenho é possível, mas improvável de acontecer quando o *input* é preciso. Quando o *input* possui uma precisão aceitável é comum que ocorra variabilidade de desempenho nas funções individuais. E quando o *input* é recepcionado de maneira imprecisa é provável que ocorra variabilidade de desempenho.

¹⁵ Alguns ajustes foram realizados nesta figura, em comparação a análise proposta por Hollnagel (2012), com a finalidade de alinhar a análise com o que foi observado na etapa de coleta de dados.

Figura 33 - Análise Do Desempenho Da Variabilidade

FUNÇÃO	POSSIBILIDADE DE OCORRER VARIABILIDADE DE DESEMPENHO - ASPECTO TEMPORAL				POSSIBILIDADE DE OCORRER VARIABILIDADE DE DESEMPENHO - PRECISÃO		
	MUITO CEDO	A TEMPO	DEMASIADO TARDE	NEM OCORRER	PRECISO	ACEITÁVEL	IMPRECISO
Coordenar Voos	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Orientar sobre Procedimentos de Manutenção	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Planejar e Remanejar Voos	Improvável	Possível	Provável	Provável	Improvável	Possível	Provável
Fornecer Informações Meteorológicas	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Pilotar Aeronaves	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Orientar Aeronaves	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Coordenar a Resolução da Contingência	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Acompanhar a Execução da Escala	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Realizar Logística de Realocação de Passageiro	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos	Possível	Possível / Típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável

Fonte: O Autor (2017)

Conforme mostra a tabela da figura 33, o tempo e a precisão impactam diretamente na variabilidade do sistema, em todas as funções identificadas pela modelagem FRAM. Isso mostra que é muito importante que a interação entre as funções ocorra de maneira clara, precisa e em tempo hábil. Manter estes parâmetros irá contribuir para aumentar a resiliência do sistema.

5.2.2.3.3 Análise *Upstream-Dowstream*

A variabilidade de uma função pode ocorrer através do resultado das ligações entre as funções. O aumento ou diminuição da variabilidade pode variar em relação ao tempo e precisão do *output* enviado por determinada função. Além disso, a variabilidade pode variar de acordo com a maneira que o *output* foi utilizado pelo *upstream* (*input*, pré-condição,

recurso, controle ou tempo) da função. Este impacto pode ser positivo, nulo ou negativo, aumentando ou diminuindo a variabilidade *downstream* da função.

Na figura 34, a possível alteração na variabilidade será indicada na seguinte forma: $V\uparrow$ significa que a variabilidade é susceptível a aumentar, $V\downarrow$ significa que a variabilidade é susceptível a diminuir e $V\leftrightarrow$ significa que provavelmente a variabilidade vai permanecer inalterada. Na figura podemos observar a possível alteração na variabilidade das funções de acordo com as variáveis tempo e precisão, considerando os aspectos *input*, pré-condição, recursos, controle e tempo.

Figura 34 – Alteração da variabilidade *upstream-downstream* das funções em relação ao tempo e precisão

		Input	Pré-condição	Recursos	Controle	Tempo
Tempo	Muito Cedo	$V\uparrow$ ou $V\downarrow$	$V\uparrow$	$V\leftrightarrow$ ou $V\downarrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$
	A Tempo	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$
	Muito Tarde	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$
	Nem Ocorrer	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$
Precisão	Impreciso	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$	$V\uparrow$
	Aceitável	$V\leftrightarrow$	$V\leftrightarrow$	$V\leftrightarrow$	$V\leftrightarrow$	$V\leftrightarrow$
	Preciso	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$	$V\downarrow$

Fonte: O autor (2017). Adaptado de Hollnagel (2012).

A análise revela que quando o *input* é recepcionado muito cedo por uma determinada função, pode ocorrer um aumento na variabilidade ou uma diminuição da mesma. Se o *input* ocorrer a tempo a variabilidade tende a diminuir. Já se o recebimento do *input* acontecer de maneira tardia ou nem ocorrer a variabilidade tende a aumentar. Quando o *input* é impreciso a variabilidade aumenta, quando ele é aceitável a variabilidade tende a permanecer constante. Quando o *input* ocorre de maneira imprecisa a variabilidade tende a aumentar. Logo, o sistema está mais propenso a enfrentar condições de variabilidade adversa quando o *input* ocorre muito cedo (cedo demais a ponto de o *input* ser perdido), muito tarde ou quando ele nem ocorre. Além disso, a imprecisão ou a falta de qualidade deste *input* faz com que a

variabilidade aumente. O ideal é receber o *input* no tempo certo e com uma precisão aceitável ou precisa.

Com relação as ligações que geram **precondições, tempo e controle** deve-se procurar evitar que o *output* enviado pela função jusante ocorra de maneira antecipada, tardia ou nem ocorra, pois, a variabilidade tende a aumentar. Quando a precondição, o tempo e o controle são recepcionados no tempo certo, a variabilidade tende a diminuir. Um gatilho preciso de precondição, tempo ou controle proporcionam uma diminuição da variabilidade, enquanto que uma informação imprecisa aumenta a variabilidade do sistema.

Quando o *output* enviado por uma função jusante ao acoplamento de recursos de outra função ocorrer muito tarde ou nem ocorrer, a variabilidade tende a aumentar. Quando o acoplamento ocorre muito cedo ou a tempo a variabilidade tende a diminuir. Quando os recursos são imprecisos ou deficientes, a variabilidade do sistema aumenta. Quando os recursos são precisos a variabilidade tende a diminuir.

Ao analisar a tendência de variabilidade de cada aspecto das ligações do FRAM podemos concluir que o sistema tende a enfrentar uma variabilidade indesejada quando as informações são enviadas muito tarde ou nem são enviadas. Também a imprecisão das ligações afeta a variabilidade do sistema, gerando consequências indesejáveis. A seguir, veremos um exemplo prático sobre a análise da variabilidade.

5.2.2.3.4 Aplicabilidade da análise da variabilidade

Hollnagel (2012) sugere que a variabilidade deve ser analisada em instanciações de eventos específicos que representem a interação entre duas ou mais funções no desenvolvimento de suas atividades.

A presente pesquisa realizou um modelo genérico FRAM do gerenciamento de contingências de manutenção. Devido a esse fato, torna-se inviável a análise da variabilidade, conforme sugerido por Hollnagel (2012), uma vez que esta pesquisa não buscou realizar instanciações de eventos específicos.

Mesmo assim, a presente pesquisa irá apresentar um modelo de análise de variabilidade que poderá ser empregado por pesquisas futuras para realizar a análise da variabilidade *upstream-downstream* das funções. O exemplo apresentado a seguir, é uma instanciação derivada do modelo FRAM representado pela figura 35. A plausibilidade deste

exemplo foi validada com a empresa. Ele foi elaborado com a intenção de fornecer um modelo para realizar a análise da variabilidade em pesquisas futuras.

5.2.2.3.4.1 Exemplo de análise de variabilidade

Em uma determinada contingência de fechamento de aeroporto, houve a necessidade de desviar um voo de seu destino. Após o pouso da aeronave no aeródromo de alternativa, a mesma ficou aguardando a abertura do aeródromo de destino. Após aguardar 2 horas, a empresa decidiu cancelar o voo e utilizar a aeronave para outras finalidades. Como consequência, houve a necessidade de realizar ações de realocação de passageiros. Neste sentido, a função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> informou a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> a respeito do número de passageiros que necessitam de realocação (isto foi representado na figura 35 por meio da ligação 1).

A função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> precisou estender o seu expediente a fim de atender a demanda ocasionada pela contingência. Este fato acarretou em problemas pessoais para este profissional, pois o mesmo possuía compromissos após o término de seu expediente. Além disso, um dos passageiros encontrava-se exaltado, exigindo uma solução imediata para a sua situação, uma vez que o mesmo precisava chegar ao destino para acompanhar o enterro do pai. Neste cenário, a função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> sofreu uma variabilidade interna e externa, onde a informação transmitida para a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> a respeito do número de passageiros ocorreu no tempo certo, mas a informação não revelou que determinado passageiro estava exaltado exigindo uma solução imediata.

Em virtude do grande número de passageiros, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> concluiu que a melhor solução para a contingência era realocar os passageiros em um hotel, pois não havia mais voos da companhia programados para a localidade de destino dos passageiros, e tampouco a empresa dispunha de aeronave reserva para realizar este voo. Em companhias aéreas alternativas, havia apenas duas vagas e havia uma demanda de 70 passageiros.

Após viabilizar a logística com relação ao hotel escolhido para alocar os passageiros, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informou à função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> sobre a decisão (isto foi representada na figura 35 por meio da ligação 2). Neste momento, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> é informada sobre a situação do passageiro que se encontrava exaltado, exigindo

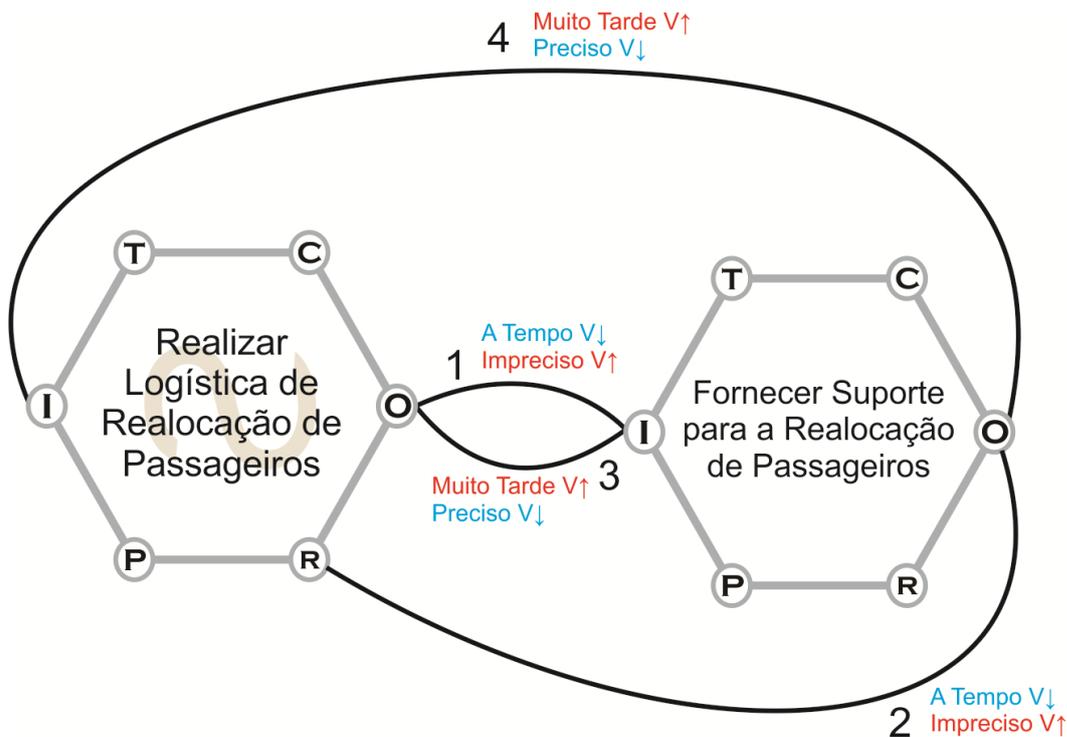
uma solução imediata (representado na figura 35 por meio da ligação 3). A função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informa à função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> sobre a disponibilidade deste passageiro voar em uma companhia alternativa. Esta informação é repassada ao passageiro que se tranquiliza e agradece. Os demais passageiros foram encaminhados para o hotel.

Porém, quando a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> realiza as ações necessárias para realocar o passageiro no voo de outra companhia, já não havia mais assentos disponíveis.

Neste momento, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informou à função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> sobre a indisponibilidade de realocar o passageiro em outra companhia (isto foi representado na figura 35 pela ligação 4).

A função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> informa o passageiro, que inconformado, teve que aceitar a decisão imposta pela empresa. Este passageiro posteriormente obteve na justiça indenizações a respeito do episódio ocorrido, acarretando em prejuízos financeiros e de imagem para a empresa.

Figura 35 – Exemplo de Variabilidade Contingência de Fechamento de Aeroporto – Instânciação FRAM



Por meio da figura 35 foi possível observar que a **ligação 1** foi imprecisa e a tempo. A falta de precisão desta comunicação fez com que a variabilidade aumentasse e impactasse a contingência. A **ligação 2** foi transmitida a tempo, porém de maneira imprecisa, pois a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> não havia sido informada a respeito da urgência que determinado passageiro possuía para chegar ao seu destino. Logo, a solução para o problema proposto não atendeu as reais necessidades da contingência.

A ligação 3 foi precisa, porém transmitida atrasada, pois somente neste momento a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> foi informada sobre a necessidade deste passageiro. A ligação 4, por sua vez, foi precisa, informando sobre a indisponibilidade de assentos em voos de outra companhia, porém a informação chegou atrasada, uma vez que já não havia mais assentos disponíveis.

Este exemplo deixa claro como a variabilidade pode afetar o desempenho do sistema. Esta variabilidade muitas vezes causa efeitos indesejados, forçando o sistema a ser mais resiliente para enfrentar contingências. Esta relação mostra-se muito interessante e indica que uma análise da variabilidade em instanciações FRAM de contingências de fechamento de aeroporto pode indicar quando o sistema necessita ser mais ou menos resiliente para enfrentar o problema.

5.2.2.3.5 Comentários gerais sobre a análise da variabilidade durante contingências de fechamento de aeroporto e recomendações

A variabilidade foi analisada seguindo os passos de Hollnagel (2012). A análise da variabilidade interna e externa revelou de que forma a variabilidade pode ocorrer em cada função, revelando as principais fontes da variabilidade, a probabilidade de ocorrer e a sua amplitude. A análise de variabilidade de desempenho mostrou como a variabilidade pode aumentar ou diminuir de acordo com as variáveis tempo e precisão.

A última análise permitiu identificar de que maneira o tempo e a precisão impactam nas ligações e interações entre as funções do FRAM em cinco aspectos (*input*, recursos, tempo, condição e controle). Diminuir a variabilidade sistêmica sem dúvidas é algo desejável no que tange a gestão de contingências de fechamento de aeroporto, pois quanto menos variabilidade o sistema apresentar, melhores serão os resultados. Nesse sentido, é possível observar uma relação de causa e efeito entre a variabilidade e a resiliência do

sistema, pois é verdadeiro afirmar que quanto menos variabilidade o sistema apresentar, menos resiliente ele precisa ser para enfrentar contingências.

Através do exemplo apresentado e das observações realizadas na empresa, realiza-se as seguintes recomendações:

a) As entrevistas realizadas revelaram que determinados *softwares* específicos utilizados na resolução de contingências de fechamento de aeroporto “travam” e apresentam “lentidão”. Esta pode ser uma fonte de variabilidade importante. Alguns entrevistados comentaram que anteriormente este problema “ocorria com menor frequência”.

b) Diferentemente das soluções empregadas nas contingências de manutenção que em sua maioria envolvem apenas aspectos técnicos e de logística, as contingências de fechamento de aeroporto envolvem elementos mais complexos. Por exemplo, apesar dos boletins e previsões meteorológicas fornecerem fortes indícios que determinados aeródromos ficarão indisponíveis para operação, seria arriscado realizar ações com o objetivo de desarmar/mitigar a contingência, pois se estas previsões meteorológicas não se confirmarem, haverá prejuízos financeiros e de recursos para a empresa. Neste sentido, realizar a análise da variabilidade por meio de instanciações FRAM de cenários de contingências de fechamento de aeroporto específicos pode revelar fontes tratáveis de variabilidade sistêmica. Estas fontes podem ser utilizadas para gerar indicadores de variabilidade. Como já mencionado, a variabilidade do sistema pode exigir que ele seja mais ou menos resiliente. Pelas observações e entrevistas realizadas por esta pesquisa, a análise da variabilidade de cenários específicos de contingências de fechamento de aeroporto pode contribuir significativamente no tempo de resposta e no sucesso da resolução da contingência.

5.2.2.4 Considerações gerais

Alguns aspectos não foram representados na modelagem FRAM de contingência de fechamento de aeroporto, com o intuito de facilitar a visualização sem que a figura ficasse poluída. Essas e outras considerações gerais serão explanadas a seguir:

a) o setor de Suporte a *Hardware* e *Software* fornece suporte a todas as funções internas do CCO durante as contingências de fechamento de aeroporto. Este suporte é muito importante, pois para a resolução das mesmas faz-se necessário o uso de recursos tecnológicos que envolvem *hardware* e *software*. Estas ligações não foram representadas na modelagem FRAM com o objetivo de não poluir a visualização da mesma.

b) foram realizadas entrevistas com a maioria das funções ilustradas na figura 31 (exceto as funções <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> e <Pilotar Aeronaves>). Durante estas entrevistas ficou evidente que as ações realizadas com o objetivo de mitigar e desarmar as contingências de fechamento de aeroporto são basicamente reativas aos eventos. Diante deste cenário, a informação assume protagonismo para a resolução de contingências de fechamento de aeroporto. O tempo de chegada e a precisão das informações impactam diretamente na resolução das contingências de fechamento de aeroporto. Estes dois elementos mostram ser fatores determinantes para o sucesso na resolução de contingências de fechamento de aeroporto. Quanto maior for a lacuna de tempo na transmissão da contingência, maior serão os efeitos adversos da contingência. Em contrapartida, se as informações chegarem em tempo hábil, porém, com uma qualidade que não possibilite aos decisores tomarem medidas a fim de mitigar ou desarmar a contingência, seria pífio os esforços destes profissionais na resolução da contingência, pois estes poderiam tomar medidas inadequadas que não seriam suficientes para a resolução da mesma ou, inclusive, poderiam piorar o problema.

c) é importante ressaltar que a modelagem FRAM da contingência de fechamento de aeroporto apresentada representa um mapeamento genérico das funções e dos aspectos envolvidos em sua resolução. Isto quer dizer que, devido à grande variabilidade dos eventos enfrentados no cotidiano de operações do CCO podem haver variações não raras entre as funções e as suas interações, inclusive, surgindo ou excluindo funções e aspectos que não foram representadas na modelagem FRAM.

5.3 INDICADORES DE RESILIÊNCIA

Durante a coleta de dados realizada no CCO, foram analisados diversos documentos e registros de atividades exercidas no CCO. Estes documentos revelaram a relação de aspectos interessantes que foram determinantes na proposta de indicadores de resiliência para o gerenciamento das atividades exercidas no CCO.

Durante as observações diretas e entrevistas realizadas, foi possível observar algumas relações entre determinados registros internos do CCO e a paralisação de aeronaves por motivo de manutenção. Diante deste cenário e da possibilidade de acesso aos documentos, foi feita uma análise com três diferentes tipos de documentos que revelaram alguns indicativos de prováveis paralisações de aeronaves por motivo de manutenção. Estes documentos e a análise derivada deles serão detalhados a seguir.

5.3.1 Documentos analisados

O **Reporte Diário da Coordenação de Manutenção** é um panorama geral do que está ocorrendo na empresa no que se refere à manutenção. Ele é gerado diariamente e conta com diversas seções que mostram, por exemplo, quais aeronaves estão paradas por motivo de manutenção; o que já está sendo feito para solucionar o problema; eventos importantes ocorridos no dia anterior (como colisão com pássaros, ou suspeita de dano ao trem de pouso) e itens que precisam de solução em um prazo máximo de 48 horas. Caso estes itens não sejam solucionados a tempo, ocorre a paralisação de uma aeronave, caracterizando uma contingência de manutenção. Durante a análise de dados foram analisados 142 Reportes Diários da Coordenação de Manutenção.

O **Reporte de Aeronave Fora de Serviço** é um registro que lista todas as aeronaves que ficaram impossibilitadas de voar e o respectivo motivo da paralisação da mesma, além de informações a respeito do tempo de paralisação, local, entre outros. Foram analisados 142 dias de operações, com a finalidade de realizar a triangulação de dados no mesmo período da análise do Reporte Diário da Coordenação de Manutenção.

O **Registro da Lista de Equipamentos Mínimos** é um documento que registra o número e a urgência de determinados itens que requerem manutenção na frota da companhia. Estes itens são divididos de acordo com a urgência de uma solução. Os chamados itens da Minimal Equipment List (MEL)¹⁶ são divididos em quatro categorias:

a) Categoria A: é a categoria onde cada item possui procedimentos e tempo para solução específicos. Normalmente, o prazo de solução desta categoria é curto.

b) Categoria B: é a categoria onde o tempo disponibilizado para a solução do problema é de 72 horas a partir do dia posterior a data registrada no livro de registro de manutenção da aeronave.

c) Categoria C: é a categoria onde o tempo disponibilizado para solucionar o problema é de 240 horas a partir do dia posterior a data registrada no livro de registro de manutenção da aeronave.

¹⁶ Minimal Equipment List (MEL) é um documento desenvolvido pelo fabricante da aeronave que estabelece quais os componentes de um determinado tipo de aeronave podem estar inoperantes, por um determinado tempo obedecendo uma determinada condição e/ou limitação.

O PILOTO PROFISSIONAL. O MEL e o Master MEL. O que devo saber? Disponível em: <<http://opilotoprofissional.blogspot.com.br/2011/01/o-mel-e-o-master-mel-o-que-devo-saber.html>>. Acesso em: 10 mar 2017

d) Categoria D: é a categoria onde o tempo disponibilizado para solucionar o problema é de 120 dias consecutivos (2880 horas) a partir do dia posterior a data registrada no livro de registro de manutenção da aeronave.

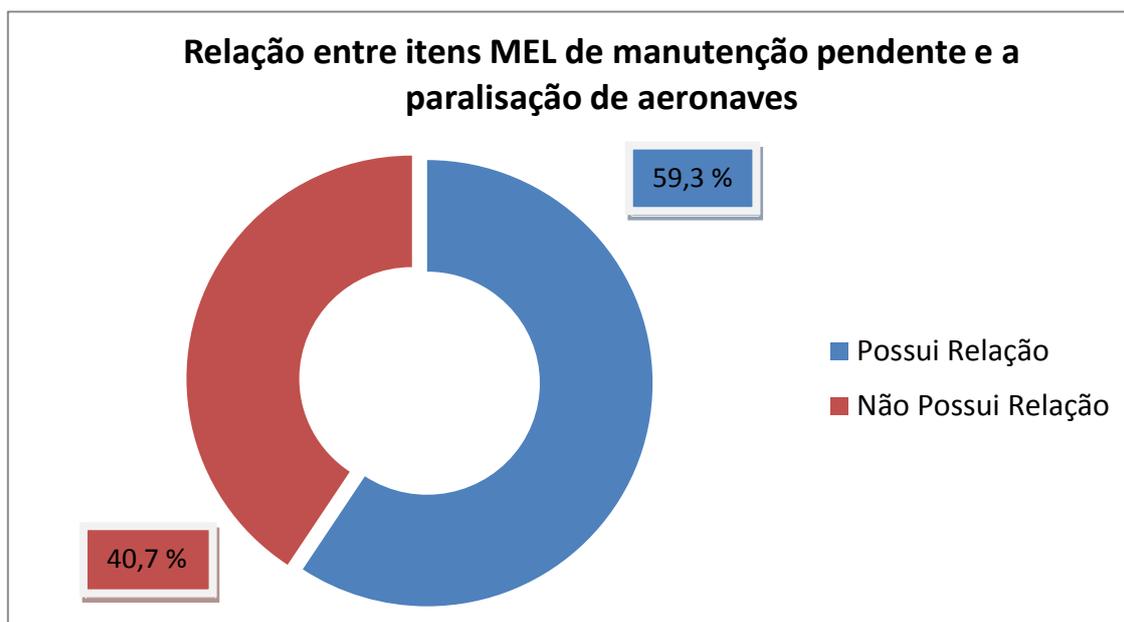
Além destas informações, o **Registro da Lista de Equipamentos Mínimos** estabelece uma meta a ser seguida pela empresa a respeito do número máximo de itens MEL por aeronave. Em virtude disso, a Coordenação de Manutenção e os demais setores que o auxiliam estão constantemente engajados em atingir a meta estipulada pela empresa. Os dados destes documentos foram triangulados com os demais documentos apresentados pelo mesmo período de 142 dias.

5.3.2 Resultados

Como já mencionado, foram analisados 142 dias sequenciais de operações da companhia, o que significa uma operação total aproximada de 100.000 voos. Destes, foram encontrados 59 eventos nos documentos que indicaram uma possível relação entre os itens MEL pendentes de solução e as aeronaves que ficaram impossibilitadas de voar por motivos de manutenção.

Após selecionar e analisar os 59 eventos individualmente, foi possível determinar que em 35 ocasiões existia, de fato, a relação entre os itens MEL de manutenção pendente e as aeronaves que ficavam impossibilitadas de voar por motivos de manutenção. Isto significa que em 59,3% dos eventos analisados, a aeronave parou por um motivo relacionado ao item MEL que estava com manutenção pendente. A Figura 36 ilustra essa proporção.

Figura 36 – Relação entre itens MEL de manutenção pendente e a paralisação de aeronaves



Fonte: o Autor (2017)

Uma vez identificados os 35 eventos que mostraram uma relação direta entre os itens MEL de manutenções pendentes e a paralisação da aeronave; foi analisado o contexto em que ocorreu a contingência e a solução empregada para solucionar o problema. Com esta ótica foi possível determinar que em 26 eventos, as paralisações das aeronaves poderiam ter sido evitadas¹⁷ se as manutenções de itens pendentes tivessem sido executadas com maior antecedência.

A partir deste pressuposto, o que será apresentado a seguir levou em consideração apenas estes 26 eventos que apresentaram possíveis falhas nas defesas do sistema, ou, em outras palavras, em sua resiliência. Através da triangulação de dados dos três documentos analisados foi possível estabelecer as categorias MEL dos itens pendentes a manutenção que estavam acarretando na maior paralisação das aeronaves e também, foi possível identificar qual foi a antecipação temporal necessária para uma solução eficaz dos itens MEL de manutenções pendentes. Estes elementos serão detalhados a seguir.

Como visto anteriormente, cada item MEL é estabelecido em uma determinada categoria que estipula a gravidade e o tempo máximo de resolução do item. A tabela ilustrada

¹⁷ A análise levou em consideração a complexidade da ação corretiva necessária; o tempo disponível para realizar a ação de manutenção preventiva; e a disponibilidade de material e mão de obra. Estes elementos permitiram determinar se a ação corretiva empregada pela companhia foi eficaz ou não. Por exemplo, se determinada ação corretiva pode ser feita em 30 minutos, mas o serviço foi realizado em 2 horas, foi considerado que esta ação de manutenção não foi satisfatória, com relação ao tempo.

na figura 37 mostra as respectivas categorias dos itens MEL de manutenção pendente que acabaram ocasionando a paralisação das aeronaves nos 26 eventos analisados.

Figura 37 – Tabela das categorias dos itens de manutenção pendente

EVENTO	CATEGORIA DOS ITENS MEL			
	A	B	C	D
1			■	
2		■		
3	■			■
4		■		
5		■		
6		■		
7		■		
8		■		
9		■		
10	■			
11		■		
12		■		
13			■	
14		■		
15		■		
16	■			
17			■	
18		■		
19			■	
20		■		
21			■	
22		■		
23	■			
24		■		
25				
26			■	
TOTAL	4	15	6	1
%	15,4%	57,7%	23,1%	3,8%

Fonte: o Autor (2017)

Conforme indicado na figura 37, os itens pendentes de manutenção com vencimento de 72 horas (categoria B) mostrou ser o principal motivo das interrupções de voos com 57,7% das ocorrências. A soma dos itens MEL categoria A e B representam o total de 73% das

ocorrências. Isto revela que o sistema está fraco em suas defesas no que tange a resolução de itens de manutenção com prazo de vencimento máximo de 72 horas.

Para evitar que este tipo de evento ocorra, diariamente a Coordenação de Manutenção gera um relatório que lista os itens MEL pendentes de manutenção para as próximas 48 horas. Através destes registros foi possível estipular o prazo de ação necessário para evitar a paralisação de uma aeronave. A tabela ilustrada na figura 38 indica o tempo disponível para solucionar o item de manutenção pendente no momento em que a aeronave ficou impossibilitada de prosseguir as operações previstas devido à falha ou vencimento deste item.

Os resultados revelam que cerca de 77% das paralisações ocorreram quando o prazo máximo de resolução dos itens de manutenção pendentes era igual ou inferior a 24 horas. Esse fato mostra que o sistema possui tendência a enfrentar contingências de manutenção quando os itens pendentes de manutenção não são solucionados com uma antecedência mínima de 24 horas.

Assim, é possível concluir que em 77% dos casos analisados, a aeronave não ficaria impossibilitada de voar se os itens tivessem sido sanados com pelo menos 24 horas de antecedência. Partindo deste princípio é possível concluir que são necessárias, no mínimo, 24 horas de antecedência na resolução de itens de manutenção pendente. Este tipo de medida elevaria as defesas do sistema, tornando-o mais resiliente.

Figura 38 – Tempo remanescente antes do vencimento

EVENTO	DIAS PARA VENCIMENTO DO ITEM MEL			
	VENCIDO	0	1	2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
TOTAL	2	18	3	3
%	7,7%	69,3%	11,5%	11,5%

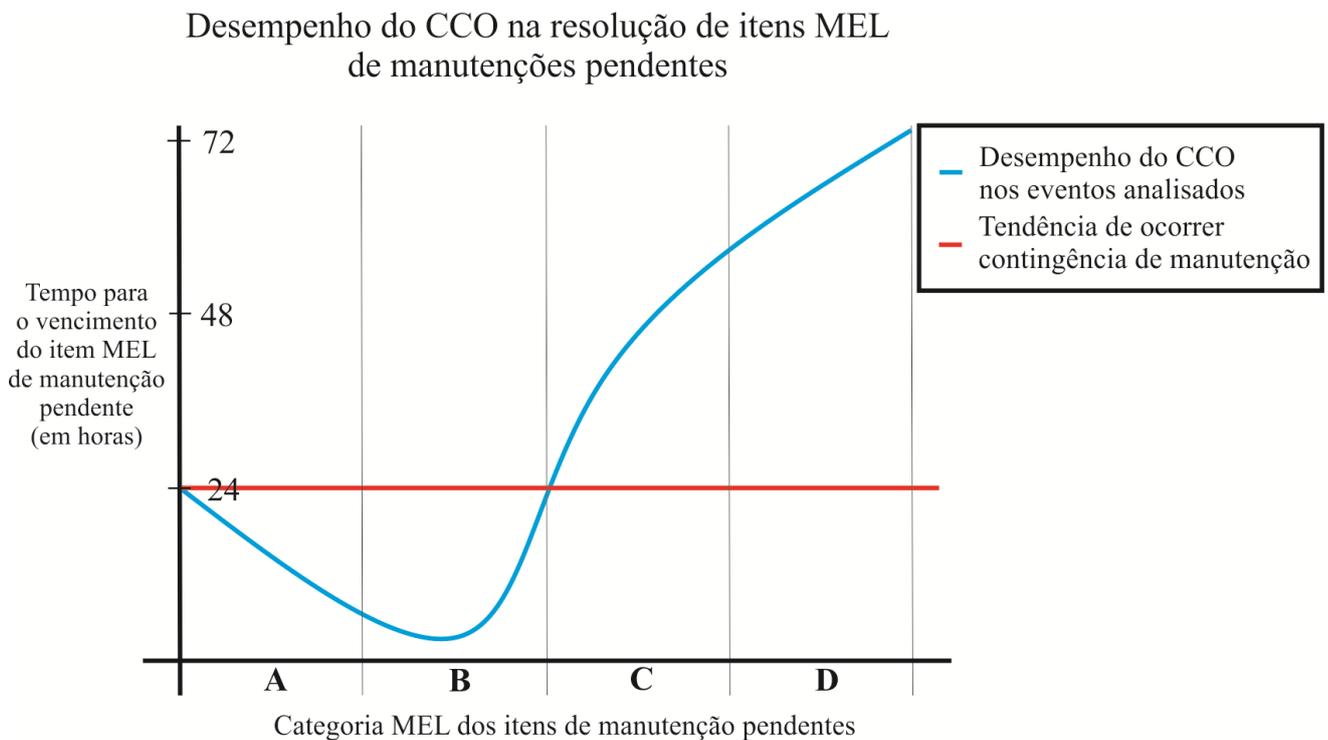
Fonte: o Autor (2017)

As informações ilustradas nas figuras 37 e 38 indicam uma tendência de enfrentar contingências de manutenção, quando os itens MEL categoria A e B permanecem pendentes de solução em um período igual ou inferior há 24 horas para o vencimento dos mesmos. Esta condição mostrou-se presente em 75% das 26 contingências analisadas. Diante deste fato, seria prudente concentrar os esforços para manter o sistema livre de itens MEL categoria A e B pendente de solução com um prazo para vencimento inferior ou igual a 24 horas.

Qualquer melhora na antecipação da resolução de manutenções pendentes e na concentração de esforços nos itens mais críticos, impactará positivamente na pontualidade e na regularidade das operações estipuladas pela empresa; o que geraria novas oportunidades econômicas e vantagens competitivas para a empresa.

Portanto, a partir das informações aqui apresentadas, é possível concluir que a categoria dos itens MEL em aberto e o tempo de resolução necessário para solucionar as pendências de manutenção são indicativos de onde e quando as defesas do sistema devem concentrar seus esforços. Se estes preceitos forem respeitados, a capacidade de resposta do sistema e a sua resiliência serão aumentadas.

Figura 39 – Indicador de Resiliência – Antecipação necessária para solucionar itens MEL de manutenções pendentes



Fonte: o Autor (2017)

Conforme discutido na seção 2.3, um indicador de resiliência deve refletir um conjunto de fatores organizacionais que influenciem no desempenho das atividades. Conforme indicado nesta análise documental, o indicador proposto revela quais os fatores que impactam no desempenho do sistema. Além disso, um indicador de resiliência deve permitir ações de **antecipação, atenção e resposta** (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). Nesse sentido, o indicador *Antecipação necessária para solucionar itens MEL de*

manutenções pendentes possui capacidade de permitir ações de **antecipação**, visto que uma de suas recomendações é antecipar as manutenções corretivas, também, possibilita uma maior **atenção** nos aspectos que requerem uma maior concentração de mão de obra e recursos (itens MEL categorias A e B) e possibilita uma maior capacidade de **resposta** do sistema, uma vez que enfrentará menos contingências e gozará de uma maior quantidade de recursos humanos e técnicos. Portanto, este indicador respeita e satisfaz os preceitos abordados na literatura sobre o uso de indicadores de resiliência.

Além disso, para que o indicador seja eficaz, simples e pertinente foi tomado o cuidado para que o indicador atendesse aos mesmos preceitos expostos na revisão de indicadores SMART, permitindo uma aplicabilidade no âmbito de gestão, conforme indicado na figura 40. Assim, é possível concluir que o tempo de antecipação necessário para realizar as manutenções corretivas nos itens pendentes é um possível indicador de resiliência para a gestão de contingências vivenciadas no CCO.

Figura 40 – Análise SMART – Indicador Antecipação necessária para solucionar itens MEL de manutenções pendentes

O indicador <i>Antecipação necessária para solucionar Itens MEL de manutenções pendentes</i> é específico ?	SIM
O indicador <i>Antecipação necessária para solucionar Itens MEL de manutenções pendentes</i> é mensurável ?	SIM
O indicador <i>Antecipação necessária para solucionar Itens MEL de manutenções pendentes</i> é atingível ?	SIM
O indicador <i>Antecipação necessária para solucionar Itens MEL de manutenções pendentes</i> é relevante ?	SIM
O indicador <i>Antecipação necessária para solucionar Itens MEL de manutenções pendentes</i> é temporizável ?	SIM

Fonte: O Autor (2017)

Além deste indicador, outros resultados foram obtidos através da análise de outros elementos. Com relação a meta estipulada pela empresa em relação a quantidade de itens MEL aberto por aeronave, é possível concluir (conforme exposto na figura 41) que em um pouco mais de 60% dos eventos analisados a contingência ocorreu apesar do cumprimento da meta estabelecida pela empresa. Isso é um indicativo de que atingir a meta referente à

quantidade de itens MEL aberto por aeronave não é uma forma eficaz de evitar contingências derivadas destes itens.

Figura 41– Quantidade de itens MEL de cada categoria e cumprimento da meta

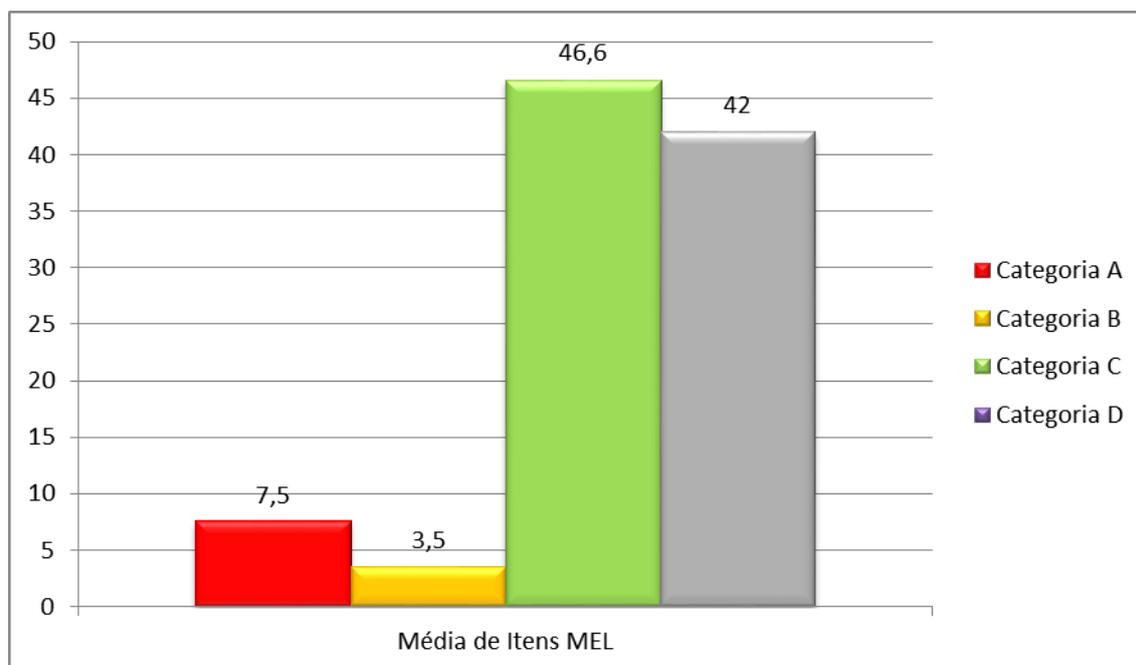
EVENTO	CATEGORIA MEL	QUANTIDADE DE ITENS	ATINGIU A META?
1	C	36	SIM
2	B	5	SIM
3	A	8	SIM
4	D	42	NÃO
5	B	4	SIM
6	B	3	SIM
7	B	3	SIM
8	B	2	SIM
9	B	2	SIM
10	B	4	SIM
11	A	2	SIM
12	B	2	SIM
13	B	2	SIM
14	C	29	SIM
15	B	3	NÃO
16	B	2	NÃO
17	A	13	NÃO
18	C	56	NÃO
19	B	6	NÃO
20	C	57	NÃO
21	B	3	NÃO
22	C	60	NÃO
23	B	4	NÃO
24	A	7	SIM
25	B	6	SIM
26	C	42	SIM

Fonte: o Autor (2017)

Ainda, neste contexto, foi calculada a média da quantidade de itens MEL de cada categoria dos 26 eventos analisados. Esta informação adicional indica a quantidade máxima de itens de cada categoria MEL que o sistema conseguiu lidar até o momento em que acabou

excedendo os seus limites, gerando uma contingência de manutenção em virtude da paralisação de aeronaves. A figura 42 mostra a média da quantidade de itens MEL das diferentes categorias nas contingências analisadas.

Figura 42 – Média de itens MEL nas contingências analisadas



Fonte: o Autor (2017)

Através das informações expostas na figura 42 é possível concluir que a capacidade máxima¹⁸ de itens de cada categoria MEL que o sistema pode aguentar é de sete itens para a categoria A; três itens para a categoria B; 46 itens para a categoria C e 42 itens para a categoria D.

Como visto anteriormente, as categorias A e B representam a maioria das causas das contingências analisadas, portanto, este pode ser outro parâmetro a ser utilizado para o CCO manter o sistema em funcionamento. Se for possível manter os itens MEL categoria A e B abaixo dos limites conflitantes, o sistema estará melhor preparado para evitar e enfrentar contingências. Portanto, o número de itens MEL aberto diariamente é um indicativo de possíveis contingências de manutenção.

Desta forma, a *Quantidade máxima de novos itens MEL* pode ser utilizado como um indicador de resiliência, permitindo saber quando o sistema possui uma maior tendência de

¹⁸ Apesar do período abrangido desta análise englobar 142 dias de operações ininterruptas; faz-se necessária uma análise mais abrangente para obter com uma maior exatidão a capacidade máxima dos itens de cada categoria MEL que o sistema é capaz de aguentar.

enfrentar contingências, permitindo ações de **antecipação**. Este indicador permite monitorar o sistema e prestar **atenção** aos aspectos que requerem uma maior concentração de mão de obra e recursos (itens MEL categoria A e B), possibilitando uma melhor **resposta** do sistema a fim de evitar as contingências oriundas dos itens MEL. Por permitir ações de **antecipação**, **atenção** e **resposta**, este indicador alinha-se com a teoria de indicadores de resiliência (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006).

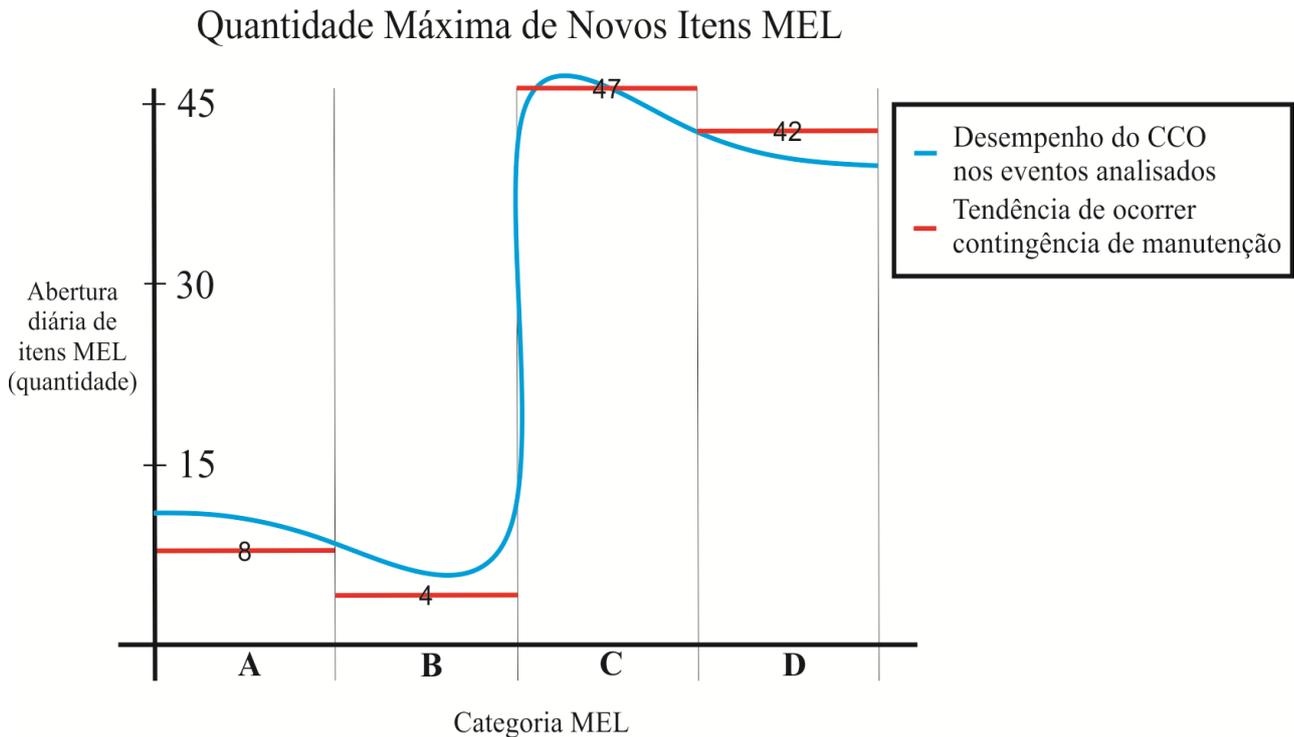
Além de ser compatível com os princípios teóricos a respeito do uso de indicadores de resiliência, o indicador *Quantidade máxima de novos itens MEL* cumpre os requisitos expostos na revisão de indicadores SMART, permitindo uma aplicabilidade no âmbito de gestão, conforme indicado na figura 43.

Figura 43 – Análise SMART – Indicador *Quantidade máxima de novos itens MEL*

O indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i> é específico ?	SIM
O indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i> é mensurável ?	SIM
O indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i> é atingível ?	SIM
O indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i> é relevante ?	SIM
O indicador <i>Quantidade máxima de novos itens MEL</i> é temporizável ?	SIM

Fonte: O Autor (2017)

Manter o sistema dentro de uma margem segura de operação impactará positivamente na pontualidade e na regularidade das operações estipuladas pela empresa, gerando novas oportunidades econômicas e vantagens competitivas, mostrando esta ser uma ferramenta possível para a gestão de contingências no CCO.

Figura 44 – Indicador de Resiliência – *Quantidade máxima de novos itens MEL*

Fonte: o Autor (2017)

Através da identificação destes indicadores de resiliência o objetivo central proposto para esta pesquisa foi cumprido. A seção 5.4 analisará a resiliência do CCO sob uma visão macro do sistema.

5.4 RESILIÊNCIA DO CCO

Como vimos, a resiliência é um fator fundamental para este Centro de Controle Operacional. Através desta pesquisa, foi possível identificar dois indicadores que revelaram onde as defesas do sistema precisam ser intensificadas para que as operações planejadas possam ser cumpridas sem prejuízo. Com a análise de outras fontes de dados, é provável que seria possível identificar outros indicadores de resiliência do CCO.

Apesar desta pesquisa ter identificado pontos fracos que necessitam de atenção especial durante as operações realizadas por este Centro de Controle Operacional, é necessário salientar o bom trabalho que está sendo realizado. Para que fosse possível identificar estes dois indicadores propostos, além de conhecer o sistema e realizar diversas entrevistas com especialistas, foi necessário analisar milhares de operações através de

relatórios diários gerados pelo CCO. Isso mostra que em uma visão macro, o sistema é eficaz no que tange a resiliência, sendo hoje uma das companhias com o melhor retrospecto de pontualidade e regularidade nas operações.

De um ponto de vista abrangente, existem algumas soluções que, sem dúvidas, elevariam a resiliência do sistema. Por exemplo, em muitos casos analisados foi observado que as faltas de materiais em determinados aeródromos foram determinantes para a paralisação da aeronave. Se a empresa dispusesse de um almoxarifado com os materiais mais corriqueiros de troca em todas as bases de operações da companhia, sem dúvidas, diminuiria o tempo de paralisação da aeronave em virtude da manutenção pendente. Porém, o custo para realizar tal ação é inviável do ponto de vista econômico.

Outra ação que elevaria a resiliência do CCO analisado, seria aumentar o número de aeronaves reserva disponíveis, cuja finalidade consiste em dar prosseguimento aos voos, caso alguma outra aeronave fique impossibilitada de operar. Porém, o tempo ocioso da não utilização destas aeronaves, nos momentos em que não há necessidade, acarretaria em prejuízo para a companhia. Durante as entrevistas ficou evidente que dispor de mais recursos para mitigar as contingências vivenciadas pelo CCO seria muito arriscado do ponto de vista econômico. Em outras palavras, o custo para dispor de mais recursos para evitar contingências é maior do que o prejuízo originado pelas consequências das contingências vivenciadas pelo CCO.

Isso, sem dúvida, revela que o sistema é muito eficaz em suas operações. Somente através de investigações profundas, como a que foi realizada nesta pesquisa, foi possível encontrar soluções que fossem viáveis do ponto de vista operacional e econômico, mostrando a importância de propor soluções através de ferramentas simples, como o uso de indicadores que possuem um potencial real de aumentar as defesas do sistema frente as contingências, gerando significativas vantagens competitivas e financeiras com pouco investimento.

No que tange aos preceitos estabelecidos na literatura a respeito dos elementos que devem estar presentes em um sistema resiliente (ver itens 2.1 e 2.2), ficou evidente, após a observação direta das resoluções empregadas durante as contingências enfrentadas no CCO e das entrevistas realizadas com diversos profissionais que compõem o sistema, que o mesmo é comprometido e preocupado em todos os níveis hierárquicos a manter o maior grau de resiliência possível. Com relação as quatro dimensões do conceito de resiliência propostas por Woods (2015a), a resiliência como *rebote de trauma e retorno ao equilíbrio* pode ser verificada através do mapeamento das funções responsáveis pela mitigação durante as contingências. A resiliência como *sinônimo de robustez* pode ser observada nos

procedimentos que a empresa adota com a finalidade de aumentar a capacidade de controle dos controladores do sistema. Esse tipo de procedimentos associados a tecnologia torna o sistema mais robusto. Com relação ao conceito que encara a resiliência como o *oposto da fragilidade*, foi observado que o CCO utiliza sistemas adaptativos (humanos) para operar através do equilíbrio de metas conflitantes e está constantemente “esticando-se” para lidar com os imprevistos, alocando os recursos disponíveis conforme as necessidades do sistema. Com relação ao conceito que encara a resiliência como a *adaptabilidade sustentada*, foi possível observar que o sistema incorpora a adaptabilidade que se mostrou eficaz em outras situações adversas passadas, para solucionar situações adversas futuras. Pesquisas que visam elevar a resiliência do sistema, acrescidos de investimentos econômicos em infraestrutura e informação são a chave para elevar a capacidade de adaptabilidade do sistema e, conseqüentemente, a resiliência do mesmo.

Desta maneira, esta pesquisa pôde observar, que de modo geral, o CCO é eficaz em suportar as pressões do sistema e em retomar a normalidade das operações quando ocorre alguma descontinuidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As modelagens FRAM realizadas, permitiram compreender em detalhes o funcionamento do CCO durante a resolução das principais contingências vivenciadas. Uma vez identificados e compreendidos os elementos presentes nas contingências, foi possível estabelecer algumas relações que possuem potencial de indicar a resiliência do sistema durante a resolução destes eventos.

Nas contingências de fechamento de aeroporto, foi possível identificar elementos complexos que tornam este tipo de contingência crítica do ponto de vista gerencial. Em virtude de a antecipação destes eventos ser baseada em prognósticos meteorológicos, a eficácia das ações proativas, realizadas com intenção de evitar este tipo de evento, estão sujeitas a confirmação destes prognósticos. Isso, sem dúvidas, dificulta a resolução proativa (antecipada) de contingências relacionadas a fechamentos de aeroporto. Diante deste cenário, as soluções empregadas neste tipo de contingência são basicamente reativas aos eventos ocorridos. Este tipo de característica aumenta a vulnerabilidade do sistema frente a falhas de comunicação e a especificidades no treinamento dos agentes da empresa em determinadas funções estratégicas externas ao CCO (pilotos, base de operações, etc). Fogaça (2015) também identificou que alguns decisores do CCO são criticamente dependentes e influenciados pela qualidade e disponibilidade de informações advindas das funções externas ao ambiente de decisão.

Neste sentido, é reconhecido por esta pesquisa que alguns elementos poderiam ter sido utilizados para fornecer ferramentas que possam auxiliar a empresa no gerenciamento proativo deste tipo de contingência, mesmo que, de imediato, a empresa não utilize estas informações. Por exemplo, um levantamento de índices pluviométricos, ventos, visibilidade e nebulosidade poderiam ser utilizados como indicadores de tendência de fechamento de aeródromo. Ainda, determinados aeródromos costumam apresentar determinados fenômenos meteorológicos em determinadas épocas do ano. Este tipo de informação pode ser útil em pesquisas futuras para desenvolver indicadores de resiliência neste tipo de contingência.

No que tange a contingências que envolvem aspectos de manutenção, foi possível perceber que o CCO realiza ações proativas a fim de evitar atrasos ou cancelamentos nas operações. Quando as defesas do sistema frente a estes eventos são ultrapassadas, são

necessárias ações corretivas para mitigar as consequências geradas pela contingência. As entrevistas realizadas com as funções que se mostraram presentes durante a resolução da contingência revelaram aspectos interessantes¹⁹ que foram utilizados como ponto de partida para a análise documental.

Através desta análise, foi possível propor dois indicadores de resiliência que podem auxiliar a gestão nas contingências vivenciadas pelo CCO. Em 26 eventos ocorridos ao longo das 100.000 operações realizadas²⁰ nos 142 dias de dados analisados houve relação direta entre os itens MEL de manutenção pendente e as contingências de manutenção. Estes 26 eventos acarretaram em atrasos e cancelamentos de voos da companhia, gerando prejuízos econômicos e de imagem para a empresa. Para ilustrar os potenciais prejuízos que estes eventos podem gerar, no ano de 2013, uma companhia aérea brasileira foi multada em mais de 2.5 milhões de reais em virtude de atrasos gerados por contingências (ANAC, 2013).

Assim, os indicadores de resiliência identificados para a gestão de contingências no CCO analisado são:

a) Antecipação necessária para solucionar itens MEL de manutenções pendentes: os resultados apontaram para a tendência de ocorrer contingências de manutenção quando restam menos de 24 horas para solucionar itens pendentes MEL categoria A e B. Portanto, seria prudente evitar este tipo de situação.

b) Quantidade Máxima de Novos Itens MEL: observar a capacidade máxima de itens MEL de cada categoria responsável pela paralisação das aeronaves, durante as contingências analisadas, permitiram definir a média de itens MEL que o sistema é capaz de aguentar. Os resultados apontaram que o sistema é capaz de lidar com sete itens para a categoria A; três itens para a categoria B; 46 itens para a categoria C e 42 itens para a categoria D. Quando o sistema gera um número superior aos dos resultados observados, existe uma tendência maior de enfrentar contingências de manutenção, demonstrando assim, o potencial que este indicador possui para apontar onde o sistema deve concentrar os esforços com o objetivo de prevenir as contingências.

Conforme visto na seção 2.3, os indicadores de resiliência devem refletir um conjunto de fatores organizacionais que influenciem no desempenho das atividades. Além disso, os indicadores de resiliência devem permitir ações de **antecipação, atenção e resposta** (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). Nesse sentido, ambos indicadores

¹⁹ Os aspectos interessantes revelados nas entrevistas forneceram indícios de onde o sistema estava apresentando falhas em suas defesas; como por exemplo em relação a paralisação de aeronaves em consequência de itens de manutenção pendentes, entre outros.

²⁰ Número aproximado.

identificados por este estudo possuem capacidade de permitir ações de **antecipação**, visto que suas recomendações consistem em ações que envolvem antecipar as manutenções corretivas e observar a tendência de enfrentar contingência, também, possibilitam uma maior **atenção** nos aspectos que requerem maior concentração de mão de obra e recursos (itens MEL categorias A e B) e maior capacidade de **resposta** do sistema, proporcionando melhores condições de aproveitamento dos recursos humanos e técnicos. Portanto, estes indicadores respeitam e satisfazem os preceitos abordados na literatura sobre o uso de indicadores de resiliência.

Além destes indicadores, foi possível realizar uma análise da resiliência do CCO, onde ficou evidente a preocupação por parte dos mais variados profissionais que compõem o sistema em mantê-lo resiliente. Todos os profissionais entrevistados foram receptivos e demonstraram-se interessados em contribuir com os resultados desta pesquisa. Além disso, a companhia do CCO analisado possui excelentes margens com relação a pontualidade e regularidade das operações, revelando que o CCO possui um desempenho satisfatório dentro dos recursos disponibilizados²¹ pela empresa. Isso mostra que a companhia aérea tem consciência de quanto recurso se faz necessário para o CCO manter as operações dentro de uma margem aceitável. Neste sentido, foi possível observar que o custo para tornar o sistema mais resiliente através de um aumento na disponibilidade de recursos é superior ao prejuízo de não o tornar resiliente. Portanto, fornecer mais recursos (como aeronaves reservas, estoque de peças em um número maior de localidades, tripulação, entre outros) gera pouca vantagem do ponto de vista econômico, mostrando a importância de propor soluções com o uso de ferramentas simples, como indicadores que possuem um potencial real de aumentar as defesas do sistema frente a contingências. Esta é uma maneira eficaz de gerar significativas vantagens competitivas e financeiras através de pouco investimento.

O desenvolvimento dos quatro objetivos específicos desta pesquisa possibilita atender ao objetivo geral da pesquisa. O uso destes indicadores torna possível o desenvolvimento de estratégias para aumentar a capacidade do sistema de enfrentar contingências. Por exemplo, os documentos analisados, listam os itens MEL de manutenções pendentes que precisam de uma solução em um prazo máximo de 48 horas. Como os resultados desta pesquisa apontam para uma maior paralisação de aeronave quando envolve itens MEL categoria A e B, seria prudente avançar a visualização dos itens MEL de manutenção pendente no documento analisado para 72 horas. Pois, como vimos, os itens MEL categoria B possuem um prazo de resolução de 72 horas. Assim, aumentar a abrangência do tempo para solução dos itens MEL

²¹ Estes recursos podem ser aeronaves reservas, estoque de peças, tripulação disponível, mecânicos qualificados disponíveis, entre outros.

de manutenção pendente do documento analisado para 72 horas, possibilitaria um ganho de 50% no tempo de visualização dos itens pendentes por parte do setor de manutenção. Isso proporcionaria maiores condições para desenvolver ações mitigadoras que visam solucionar os itens MEL de manutenção pendente.

Esta pesquisa utilizou o método FRAM como ferramenta de modelagem complementar de sistemas em estudos de indicadores de resiliência. Nesta proposta, o mapeamento da variabilidade interna e externa das funções possibilita uma análise do sistema como elemento homeostático no controle da variabilidade, associando as funções as contingências nas quais estavam inseridas. Além disso, a modelagem oferece auxílio na detecção das virtudes, vulnerabilidades e gargalos do sistema. Este tipo de metodologia pode ser replicado em outras áreas e atividades, como companhias elétricas, defesa civil, centros hospitalares, entre outros.

É importante salientar que a realização de um único estudo de caso não permite qualquer tipo de generalização quantitativa dos resultados encontrados, contudo, permite certo grau de generalização analítica conforme descrito por Flyvbjerg, (2006) e Yin (2003). Os resultados encontrados podem ser utilizados por estudos futuros em Centros de Controle Operacionais de outras empresas aéreas ou em outros sistemas sócio-técnicos complexos.

Adicionalmente, é importante salientar que as informações obtidas nesta pesquisa foram disponibilizadas apenas na sede da empresa, que se encontrava em município e estado distintos ao de origem deste pesquisador, o que acabou limitando os resultados obtidos em virtude do tempo e recursos disponíveis. Desta forma, as modelagens FRAM das contingências e relações encontradas advêm das 70 horas de observação em campo realizadas, associadas às entrevistas com os especialistas participantes e a análise de 142 registros diários de manutenção.

Outra limitação é ditada pelo contexto presente no CCO. Os elementos observados no cotidiano de operações do CCO são tão complexos que existem diversos tipos de contingências de manutenção e contingências de fechamento de aeroporto, onde o pesquisador teve que optar por uma modelagem genérica da resolução das contingências apresentadas. Portanto, pode haver uma variabilidade não rara entre as funções e as interações das modelagens FRAM apresentadas.

Ainda, outro fator limitante refere-se ao fato das entrevistas semiestruturadas e abertas não terem sido gravadas e transcritas para fins de registro e posterior análise de categorização e codificação através da técnica de análise de conteúdo. Esta limitação ocorreu devido à necessidade de observar e entrevistar os peritos durante seu horário de trabalho, onde as

perguntas eram respondidas em intervalos momentâneos entre a execução de múltiplas tarefas, uma vez que não foi possível aos participantes desta etapa interromperem suas atividades para participarem das entrevistas.

Por se tratar de um estudo exploratório, são propostas as seguintes hipóteses que poderão ser testadas em pesquisas futuras (as hipóteses são apresentadas em *itálico*, seguidas de uma breve explicação):

a) *o tempo e a precisão da informação impactam a capacidade de resolução das contingências, principalmente, a contingência de fechamento de aeroporto.* As contingências de fechamento de aeroporto exigem ações basicamente reativas frente aos eventos. Neste contexto, a comunicação assume protagonismo no que tange a capacidade de defesa frente a contingência. Logo, os indicadores de resiliência devem originar-se de fatores ligados a qualidade e tempo de informação. Neste sentido, seria interessante que pesquisas futuras realizassem instanciações de eventos específicos através da modelagem FRAM para realizar a análise da variabilidade interna, externa, de desempenho e de ressonância funcional.

b) *indicadores de Variabilidade podem ser utilizados como Indicadores de Resiliência:* conforme discutido nas análises da variabilidade apresentada, existe uma relação direta entre a variabilidade e a resiliência do sistema, pois é verdadeiro afirmar que, quanto menos variabilidade o sistema apresentar, menos resiliente ele precisa ser para enfrentar contingências. Logo, os indícios de quando a variabilidade pode ocorrer pode indicar quando o sistema precisa ser mais resiliente.

c) *é possível gerar indicadores de resiliência das informações obtidas nos softwares de monitoramento das aeronaves.* Estes softwares enviam informações em tempo real para a empresa a respeito de falhas no sistema, auxiliando nas decisões relativas à manutenção e às operações das aeronaves. Neste contexto, existe potencial para aumentar as defesas do sistema com o uso de indicadores.

d) *a resiliência do CCO aumentaria se fossem desenvolvidos mecanismos que melhorassem a comunicação do sistema.* Em virtude do CCO operar 24 horas por dia, todos os dias do ano, ininterruptamente, a troca de turno é corriqueira no CCO. Durante essas trocas de turno faz-se necessário passar informações, gerar relatórios, e dar instruções para o profissional que irá dar prosseguimento as tarefas no turno seguinte. Neste sentido, durante esta pesquisa, observou-se que haviam diferenças e queixas no modo como as informações eram transmitidas de acordo com cada profissional, mostrando haver diferenças importantes que podem impactar negativamente a resiliência do CCO.

e) *indicadores de resiliência devem dar suporte ao que “dá certo”*. Os indicadores identificados por esta pesquisa basearam-se em 26 eventos que “deram errado”. Esta abordagem alinha-se com a visão de resiliência conhecida como *Safety I*, onde o foco da pesquisa deve concentrar-se nas operações que “dão errado”. Recentemente, a teoria da resiliência apresentou uma nova visão conhecida como *Safety II* que afirma que o foco da pesquisa deve concentrar-se nas operações que “dão certo”. Sugere-se que em pesquisas futuras utilize-se a visão da resiliência conhecida como *Safety II*, permitindo que os indicadores oriundos desta perspectiva possam medir e monitorar o que “dá certo”, e não apenas o que “dá errado.”

f) *outras perspectivas teóricas podem ser utilizada para avaliar a resiliência em sistemas sociotécnicos complexos*. Recentemente Hollnagel (2017) propôs um método para avaliar a resiliência em sistemas sóciotécnicos complexos, denominado Resilience Assessment Grid. Este método busca avaliar e medir a resiliência do sistema com relação a resposta, monitoramento, aprendizagem e antecipação. Esta nova perspectiva teórica pode ser um caminho para pesquisas futuras que buscam compreender e avaliar a resiliência organizacional em sistemas sociotécnicos complexos.

Além destas, outra sugestão de pesquisa futura diz respeito a meta estipulada pela empresa em relação a quantidade de itens MEL abertos por aeronave. Os resultados desta pesquisa revelaram que o cumprimento da meta não foi o suficiente para manter o sistema livre de contingências em pouco mais de 60% dos eventos analisados. Isso é um indicativo de que atingir a meta referente a quantidade de itens MEL abertos por aeronave não é uma forma eficaz de evitar contingências derivadas destes itens. Uma investigação neste sentido, poderia determinar se esta relação é relevante ou não e, em caso afirmativo, qual o valor correto a ser utilizado como meta de referência de itens MEL abertos por aeronave.

REFERÊNCIAS

ALDERSON, D. L.; DOYLE, J. C. Contrasting views of complexity and their implications for network-centric infrastructures. **IEEE SMC**, part A, v. 40, p. 839-852, 2010.

ANAC. **Manual Geral de Aeroportos (MGA)**. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/imprensa/SCD/2011/Manual_Geral_de_Aeroportos_\(MGA\)_descaracterizado.pdf](http://www2.anac.gov.br/imprensa/SCD/2011/Manual_Geral_de_Aeroportos_(MGA)_descaracterizado.pdf)>. 2011.

ANAC multa Gol em R\$ 2,5 milhões por atrasos em voos. **Revista Abril**, 9 dez. 2013.

ANTUNES, P.; MOURÃO, H. Resilient business process management: framework and services. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p.1241–1254, 2011.

BACK, J. et al. Resilience markers for safer systems and organisations. In: **COMPUTER safety, reliability, and security**. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2008. p. 99-112.

BELMONTE, F. et al. Interdisciplinary safety analysis of complex socio-technological systems based on the functional resonance accident model: An application to railway traffic supervision. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 96, n. 2, p. 237-249, fev. 2011.

BENN, J.; HEALEY, A.; HOLLNAGEL, E. Improving performance reliability in surgical systems. **Cognition, Technology & Work**, v. 10, p. 323-333, 2008.

BISANTZ, A.; BURNS, C. **Applications of cognitive work analysis**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

CABRERA, M. V. et al. Modelling performance variabilities in oil spill response to improve system resilience. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 41, p. 18-30, maio 2016. doi: 10.1016/j.jlp.2016.02.018

CARVALHO, Laís Bubach. **Contribuições da Ergonomia para o Projeto de Salas de Controle em Terminais de Transporte e Estocagem de Gás e Petróleo**. 148p. Dissertação – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2010.

CARVALHO, P. V. R. de. The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 96, n. 11, p. 1482-1498, nov. 2011.

CHEVREAU, F. Safety culture as a rational myth: why developing safety culture implies engineering resilience? In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.). **Proceedings of the second resilience engineering symposium**. France: Juan-Les-Pins, 2006.

CLAY-WILLIAMS, R.; HOUNSGAARD, J.; HOLLNAGEL, E. Where the rubber meets the road: using FRAM to align work-as-imagined with work-as-done when implementing clinical guidelines. **Implementation Science**, v. 10, p. 125, 2015.

CLEGG, C. "Sociotechnical principles for system design". **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 463-477, 2000.

COSTELLA, M.; SAURIN, T.; GUIMARÃES, L. de Macedo. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. **Safety Science**, v. 47, p. 1056-1067, 2009.

COWING, M. M.; PATÉ-CORNELL, M. E.; GLYNN, P. W. Dynamic modeling of the tradeoff between productivity and safety in critical engineering systems. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 86, n. 3, p. 269-284, dez. 2004.

CREACO, E. et al. Comparison between entropy and resilience as indirect measures of reliability in the framework of water distribution network design. **Procedia Engineering**, v. 70, p. 379-388, 2014.

DE CARVALHO P, DE SOUZA A, GOMES J. A computerized system to monitor resilience indicators in organizations. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*. 2012;41(0):2803-2809.

DEKKER, S. Why we need new accident models. **Human Factors and Aerospace Safety**, v. 4, n. 1, p. 1-18, 2004.

DEKKER, S. **The field guide to human error**. Bedford: Cranfield University Press, 2006.

DEKKER S. **Drift into failure: from hunting broken components to understanding complex systems**. London: Ashgate; 2011.

DEKKER, S. et al. "Complicated, complex, and compliant: best practice in obstetrics". **Cognition, Technology & Work**, v. 15, n. 2, p. 189-195, 2013.

DI CIOCCIO, A.; MOREL, G. *Trade-offs* between safety and production during technical assistance of an aircraft. In: RESILIENCE ENGINEERING SYMPOSIUM, 5. 2013, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Soesterberg, 2013.

DOLIF, G. et al. Resilience and brittleness in the ALERTA RIO system: a field study about the decision-making of forecasters. **Natural Hazards**, v. 65, p.1831-1847, 2012.

DORAN, G. T. "There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives". *Management Review*. AMA FORUM. 70 (11): 35-36, 1981.

EPSTEIN, S. Unexampled events, resilience, and PRA. In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.). **Proceedings of the second resilience engineering symposium**. France: Juan-Les-Pins, 2006.

FERREIRA, P. et al. *Trade-offs* in the planning of rail engineering work. In: RESILIENCE ENGINEERING SYMPOSIUM, 5., 2013, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Soesterberg, 2013.

FLICK, U. Uma introdução à pesquisa qualitativa. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FLYVBJERG, B. Case study. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Ed.). **The Sage handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 2011. cap. 17. p. 301-316.

FOGAÇA, L. B. **Tomada de decisão e equilíbrio de metas conflitantes no gerenciamento de interrupções de voo em empresa de transporte aéreo regular**. 2015. 141 fls. Dissertação (Mestrado em Administração e Negócios) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

FUJITA, Y. Resilient systems. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (Ed.). **Resilience Engineering: concepts and precepts**. Aldershot, UK: Ashgate, 2006.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2010.

GROTAN, T. et al. A Resilience, adaptation and improvisation increasing resilience by organizing for successful improvisation. In: HOLLNAGEL, E.; PIERI, F.; RIGAUD, E. (Ed.). **Proceedings of the third resilience engineering symposium**. France: Antibes-Juan-Les-Pins, 2008.

HALE, A. R.; HEIJER, T. Is resilience really necessary?: The case of railways. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (Ed.). **Resilience Engineering: concepts and precepts**. Aldershot, UK: Ashgate, 2006. p. 115-137.

HAM, D.; YOON, W. C.; HAN, B. “Experimental study on the effects of visualized functionally abstracted information on process control tasks”. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 93, n. 2, p. 254-270, 2008.

HERRERA, I. A.; WOLTJER, R. Comparing a multi-linear (STEP) and systemic (FRAM) method for accident analysis. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 95, n. 12, p. 1269-1275, dez. 2010.

HETTINGER, L. et al. Socio technical systems issues in worker safety: implications for managing system *trade-offs*. In: RESILIENCE ENGINEERING SYMPOSIUM, 5., 2013, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Soesterberg, 2013.

HOLLNAGEL, E. **FRAM: the Functional Resonance Analysis Method Modelling Complex Socio-Technical Systems**. [s.l: s.n.], 2012. Epub.

HOLLNAGEL, E. **Safety-II in Practice**. Developing the Resilience Potentials. Routledge. 2017.

HOLLNAGEL, E. Prologue: the scope of Resilience Engineering. In: HOLLNAGEL, E. et al. **Resilience Engineering in Practice: a guidebook**. Farnham, Burlington: Ashgate, 2011.

HOLLNAGEL E. Resilience: the challenge of the unstable. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (Ed.). **Resilience Engineering: concepts and precepts**. Aldershot, UK: Ashgate, 2006. p. 9-17.

HOLLNAGEL, E. **The ETTO principle**: efficiency-thoroughness trade-off, why things that go right sometimes go wrong. Farnham: Ashgate Publishing, 2009.

HOLLNAGEL, E.; HOUNSGAARD, J.; COLLIGAN, L. **FRAM**: the Functional Resonance Analysis Method: A handbook for the practical use of the method. Middelfart: Centre for Quality of the Region of Southern Denmark, 2014.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.; LEVESON, N. **Resilience engineering**: concepts and precepts. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 2006.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. **Joint Cognitive Systems**: an introduction to cognitive systems engineering. London: Taylor and Francis, 2005.

HOPKINS A. Issues in safety science. **Safety Science**, v. 67, p. 6-14, 2014.

JACKSON, S.; FERRIS, T. Resilience principles for engineered systems. **Systems Engineering**, v. 16, n. 2, p. 152–164, 2012.

LEVESON, NANCY G. (2015), “A systems approach to risk management through leading safety indicators,” **Reliability Engineering & System Safety**, Volume 136, pp. 17-34, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

LUNDBLAD, K.; SPEZIALI, J. FRAM as a risk assessment method for nuclear fuel transportation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE WORKING ON SAFETY, 2008. **Anais...** Creta: [s.n.], 2008.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2., 2004, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: [s.n.], 2004.

MARSHALL, S.; HARRISON, J.; FLANAGAN, B. “The teaching of a structured tool improves the clarity and content of interprofessional clinical communication”. **Quality and Safety in Healthcare**, v. 18, n. 2, p. 137-140, 2009.

MCDONALD N. Challenges facing resilience engineering as a theoretical and practical project. In: HOLLNAGEL, E.; PIERI, F.; RIGAUD, E. (Ed.). **Proceedings of the third resilience engineering symposium**. France: Antibes-Juan-Les-Pins, 2008.

MENDONÇA, D. Resilient Measures of Performance. In: HOLLNAGEL, E.; NEMETH, C.; DEKKER, S. **Remaining sensitive to the possibility of failure-resilience engineering perspectives**. Aldershot, UK: Ashgate, 2008. (Ash gate Studies in Resilience Engineering). p. 29-47.

MENDONÇA, D.; WALLACE, W. Adaptive capacity: electric power restoration in New York City following the 11 September 2001 attacks. In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.) **Proceedings of the second resilience engineering symposium**. France: Juan-Les-Pins, 2006.

- MILI, L. Making the concepts of robustness resilience and sustain ability useful tools for power system planning, operation and control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESILIENT CONTROL SYSTEMS, 4., 2011, Boise. **Proceedings...** Boise, ID: [s.n.], 2011.
- NATHANAEL, D.; TSAGKAS, V.; MARMARAS, N. Are *trade-offs* experienced and if yes, how?: Studying organizational resilience through operators' dilemmas. In: RESILIENCE ENGINEERING SYMPOSIUM, 5., 2013, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Soesterberg, 2013.
- NUUTINEN, M. "Contextual assessment of working practices in changing work", **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 35, n. 10, p. 905-930, 2005.
- O'NEIL, JAN; CONZEMIUS, ANNE. The Power of SMART Goals: Using Goals to Improve Student Learning. **Solution Tree Press**. p. 33. ISBN 978-1-932127-87-4, 2006.
- O PILOTO PROFISSIONAL**. O MEL e o Master MEL. O que devo saber? Disponível em: <<http://opilotoprofissional.blogspot.com.br/2011/01/o-mel-e-o-master-mel-o-que-devo-saber.html>>. Acesso em: 10 mar 2017.
- PARIE`S, M. J. et al. **Resilience engineering in practice: a guidebook**. UK: Ash Gate Publishing, 2012.
- PERRY, S.; WEARS R.; ANDERSON, B. Extemporaneous adaptation to evolving complexity: a case study of resilience in healthcare. In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.) **Proceedings of the second resilience engineering symposium**. France: Juan-Les-Pins, 2006.
- POTT, C.; JOHNSON, A.; CNOSSEN, F. Improving situation awareness in anaesthesiology. In: ANNUAL CONFERENCE ON EUROPEAN ASSOCIATION OF COGNITIVE ERGONOMICS, 2005, Greece. **Proceedings...** Greece: Chania, 2005.
- QURESHI, Z. H. A review of accident modelling approaches for complex socio-technical systems. In: AUSTRALIAN WORKSHOP ON SAFETY CRITICAL SYSTEMS AND SOFTWARE AND SAFETY-RELATED PROGRAMMABLE SYSTEMS, 12., 2007, Australia. **Proceedings...** Adelaide, AUS: [s.n.], 2007. p.47-59.
- QURESHI, Z. H.; ASHRAF, M. A.; AMER, Y. Modeling industrial safety: a sociotechnical systems perspective. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, 2007, Singapura. **Proceedings...** [s.l.]: IEEE, 2007. p. 1883-1887. doi 10.1109/IEEM.2007.4419519
- RANKIN, A. et al. Resilience in every day operations: a frame work for analyzing adaptations in high-risk work. **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making**, v. 8, n. 78, p. 79-97, 2014
- RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society: a modeling problem. **Safety Science**, v. 27, n. 2/3, p. 183-213, 1997.
- RASMUSSEN, J.; PETERSEN, A.; GOODSTEIN, L. **Cognitive Systems Engineering**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

RE, A.; MACCHI, L. From cognitive reliability to competence? An evolving approach to human factors and safety. **Cognition, Technology & Work**, v. 12, n. 2, p. 79-85, 2010.

RESENDE, Adson Eduardo. **Sala de controle: do artefato ao instrumento**. 268p. Tese-FAUUSP. São Paulo, 2011.

RESILIENCE ENGINEERING ASSOCIATION. **Resilience engineering network**. 2016. Disponível em: <<http://www.resilience-engineering-association.org/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

RIGHI, A. W.; SAURIN, T. A. “Complex socio-technical systems: characterization and management guidelines”. **Applied Ergonomics**, v. 50, p. 19-30, 2015.

RIGHI, A. W.; SAURIN, T. A.; WACHS, P. “A systematic literature review of resilience engineering: research areas and a research agenda proposal”. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 141, n. especial, p. 142-152, 2015.

RÜPPEL, U.; SCHATZ, K. “Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations”. **Advanced Engineering Informatics**, v. 25, n. 4, p. 600-611, 2011.

SAURIN, T.; CARIM JÚNIOR, G. Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective: a case study of an electricity distributor. **Safety Science**, v. 49, n. 355-368, 2011.

SAURIN, T.; FORMOSO, C. T.; CAMBRAIA, F. An analysis of construction safety best practices from the cognitive systems engineering perspective. **Safety Science**, v. 46, p. 1169-1183, 2008.

SAURIN, T.; RIGHI, A.; HENRIQSON, E. Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience. In: RESILIENCE ENGINEERING SYMPOSIUM, 5., 2013, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Soesterberg, 2013.

SAWARAGI, T.; HORIGUCHI, Y.; HINA, A. Safety Analysis of Systemic Accidents Triggered by Performance Deviation. In: SICE-ICASE International Joint Conference, 2006, Busan. **Proceedings...** [s.l.]: IEEE, 2006. p. 1778-1781. doi 10.1109/SICE.2006.315635

SHAHIN, ARASH; MAHBOD, M. ALI "Prioritization of key performance indicators: An integration of analytical hierarchy process and goal setting". **International Journal of Productivity and Performance Management**. Emerald. 56 (3): 226–240, 2004.

SHIRALI, G. A.; MOHAMMADFAM, I.; EBRAHIMPOUR, V. A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 119, p. 88-94, 2013.

SHIRALI, G. A. et al. Assessment of resilience engineering factors based on system properties in a process industry. **Cognition, Technology & Work**, v. 18, n. 1, p. 19-31, fev. 2016.

STEELE, K.; PARIÈS, J. Characterisation of the variation in safety beliefs across the aviation industry. In: HOLLNAGEL, E.; PIERI, F.; RIGAUD, E. (Ed.). **Proceedings of the third resilience engineering symposium**. France: Antibes-Juan-Les-Pins, 2008.

STEEN, R.; AVEN, T. A risk perspective suitable for resilience engineering. **Safety Science**, v. 49, n. 2, p. 292-297, fev. 2011.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VERBANO, C.; TURRA, F. “A human factors and reliability approach to clinical risk management: Evidence from Italian cases”. **Safety Science**, v. 48, n. 5, p. 625-639, 2010.

WANG, D.; IP, W. H. Evaluation and analysis of logistic network resilience with application to aircraft servicing. **IEEE Systems Journal**, v. 3, n. 2, p. 166-173, 2009.

WEARS, R.; PERRY, S.; MCFAULS, A. Free fall - a case study of resilience, its degradation, and recovery in an emergency department. In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.) **Proceedings of the second resilience engineering symposium**. France: Juan-Les-Pins, 2006.

WEICHHART, G.; FEINER, T.; STARY, C. “Implementing organizational interoperability—The Sudden approach”. **Computers in Industry**, v. 61, n. 2, p. 152-60, 2010.

WOLTJER, R. **Functional Modeling of Constraint Management in Aviation Safety and Command and Control**. [s.l.]: Linköpings Universitet, 2009.

WOLTJER, R.; HOLLNAGEL, E. Modeling and evaluation of air traffic management automation using the functional resonance accident model (FRAM). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE AUSTRALIAN AVIATION PSYCHOLOGY ASSOCIATION, 8., 2008, Sydney. **Anais...** Sydney, AUS: [s.n.], 2008.

WOODS, D. Escaping failures of foresight. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 498-501, 2009.

WOODS, D. Essential characteristics of resilience for organizations. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (Ed.). **Resilience Engineering: concepts and precepts**. Aldershot, UK: Ashgate, 2006. p. 21-34.

WOODS, D. Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 141, p. 5-9, set. 2015a. doi: 10.1016/j.ress.2015.03.018.

WOODS, D. **Outmaneuvering complexity**. [s.l.]: Ashgate, 2015b. In preparation.

WOODS, D.; WREATHALL, J. **Managing risk proactively: the emergence of resilience engineering**. Ohio: The Ohio State University, 2003.

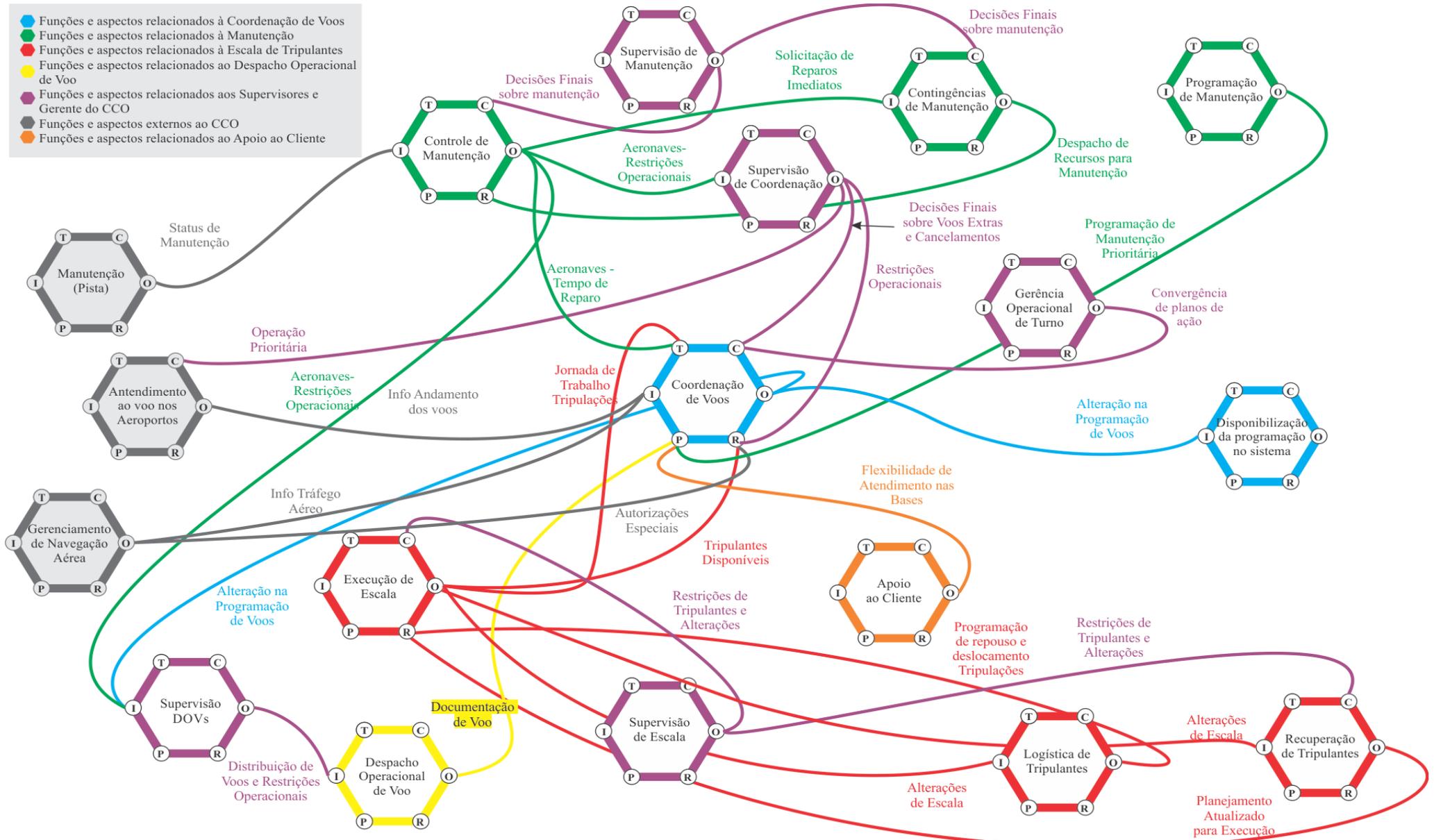
WREATHALL, J. **Properties of resilient organizations: an initial view**. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (Ed.). **Resilience Engineering: concepts and precepts**. Aldershot, UK: Ashgate, 2006. p. 258-268.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZARBOUTIS, N.; WRIGHT, P. Using complexity theories to reveal emerged patterns that erode the resilience of complex systems. In: HOLLNAGEL, E.; RIGAUD, E. (Ed.) **Proceedings of the second resilience engineering symposium.** France: Juan-Les-Pins, 2006.

APÊNDICE A - MODELAGEM DO CCO A PARTIR DO FRAM – FOGAÇA (2015)



**APÊNDICE B - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO E ENTREVISTA
SEMIESTRUTURADA PARA A ETAPA DE CONFIRMAÇÃO DA DESCRIÇÃO DO
SISTEMA (CCO) - ADAPTADO DE FOGAÇA (2015)**

O objetivo principal deste roteiro é confirmar os resultados da modelagem *FRAM* do CCO realizada por Fogaça (2015) e observar as alterações que ocorreram desde então.

Itens a serem **observados**:

- a) Alterações na disposição das diferentes funções ao longo do espaço de trabalho;
- b) Alterações na interação e fluxo de informações entre as diferentes funções;
- c) Alterações nos tipos de pressão que cada área/ função sofre e a maneira de como ela é exercida.

Para tal, utilizaremos a modelagem *FRAM* exposta na página 25 desta pesquisa, e, também o apêndice D da dissertação de Fogaça (2015).

Entrevista:

- a) Você é responsável por qual atividade no CCO?
- b) Há quanto tempo você trabalha na empresa? E nesta função?
- c) Que tipo de formação você possui?
- d) Quais são as atividades que a sua área executa?
- e) Quais são as responsabilidades da sua função?

APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA IDENTIFICAÇÃO E CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM FRAM DAS PRINCIPAIS CONTINGÊNCIAS ENFRENTADAS PELO CCO - ADAPTADO DE FOGAÇA (2015)

O roteiro de entrevistas semiestruturadas, a seguir, foi desenvolvido com o objetivo de identificar as principais contingências vivenciadas pelo CCO e os elementos/ recursos necessários para a sua resolução. As contingências identificadas servirão de cenário para a construção das modelagens FRAM. Objetivos, justificativas e considerações adicionais sobre determinadas questões encontram-se em *itálico*.

- a) Quais são as principais contingências vivenciadas pelo CCO?
- b) Por que você considera estas contingências como principais?
- c) Com qual frequência elas ocorrem?
- d) Quais são os seus impactos para o CCO e para a empresa?

Após a identificação e caracterização das principais contingências vivenciadas pelo CCO, o pesquisador irá observar o gerenciamento envolvido na resolução de cada uma destas contingências. A partir desta observação, serão feitas entrevistas com as funções que se demonstrarem críticas para a resolução de cada contingência identificada, questionando aos responsáveis aspectos como:

- e) De que maneira este tipo de contingência é solucionada pelo CCO?
- f) Quais características você entende como necessárias para a resolução deste tipo de contingência? Por quê?
- g) Quais são os principais desafios e prioridades para a resolução deste tipo de contingência?

- h) Quais são as primeiras ações para a resolução deste tipo de contingência? De que maneira problemas similares a estes são identificados?

*Definir quais são os dados e eventos essenciais para o **input** (início/entrada) da função e determinar associações com outras funções principais e secundárias.*

- i) Existe algum procedimento previamente estipulado ao enfrentar situações semelhantes a esta? Como por exemplo, *checklists* ou conferências?

*Definir a existência de **precondições** e descrevê-las.*

- j) Para onde você envia o resultado do seu trabalho durante a resolução desta contingência?

*Averiguação de fluxo de trabalho e **output** (saída da função).*

- k) Como a pressão do tempo afeta a resolução deste tipo de contingência?

*Elicitação de condições de pressão de **tempo** associadas a funções específicas.*

- l) A sua atividade é supervisionada durante a resolução deste tipo de contingência? Como você realiza o controle da sua atividade?

*Determinar e descrever como o **controle** das diversas funções é efetivado. A descrição deste subitem deve indicar elementos-chave para a resolução da contingência analisada.*

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO PARA AS ENTREVISTAS



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA
PÓS-GRADUAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa: Indicadores de Resiliência para Gestão das Operações Planejadas sob Condições Inesperadas em um Centro de Controle Operacional

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS - Mestrado em Administração de Negócios

Pesquisador: Eduardo Alberto Casagrande Rad **E-mail:** casagrande.rad@gmail.com
Orientador: Eder Henriqson **E-mail:** ehenriqson@puers.br

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo convidado (a) a participar como informante de uma pesquisa científica de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar das atividades, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. O pesquisador esclarecerá todas as suas dúvidas antes que você decida participar. Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum ônus.

Objetivo do estudo: Propor indicadores de resiliência para as operações de um CCO visando aumentar a capacidade de funcionamento das operações previstas, ainda que diante de situações inesperadas.

Sigilo: As informações fornecidas por você serão tratadas como confidenciais. Os participantes da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados da pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Da garantia de esclarecimento e acesso à informação: É garantido ao participante tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados parciais e finais desta pesquisa. Para tanto, o pesquisador responsável poderá ser contatado a qualquer momento.

Eu _____ declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual teor, ficando uma em minha posse.

- Autorizo gravar entrevistas.
 Não autorizo gravações de qualquer tipo.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2016.

Pesquisador Responsável

Participante da Pesquisa

APÊNDICE E - TABELAS – CONTINGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO

Coordenar Voos	Descrição da Função:
	Durante as contingências de manutenção, a função <Coordenar Voos> é responsável por realizar toda a logística, como por exemplo, alocar recursos (disponibilizar aeronave) para dar prosseguimento às operações programadas para o dia. As soluções implantadas são impactadas pelas metas estabelecidas na empresa, como por exemplo, a pontualidade e a regularidade.
<i>Input</i>	<p>Eventualmente, a função <Coordenar Voos> é o primeiro setor do CCO a ser informado sobre uma contingência de manutenção.</p> <p>A função <Coordenar Voos> recebe informações atualizadas da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> referentes ao desarme técnico da contingência de manutenção, onde, se necessário, são solicitados recursos ou alguma alteração na malha de operações prevista.</p>
<i>Output</i>	Fornecer informações para as funções <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> e <Coordenar a Resolução da Contingência> a respeito de status da malha e da contingência.
Precondições	Quando uma contingência de manutenção requer alocação de recursos ou alguma mudança na malha, isso é informado pela função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> que inicia uma demanda nestes aspectos para a função <Coordenar Voos>.
Recursos	A função <Coordenar Voos> solicita e recebe recursos da função <Acompanhar a Execução da Escala> quando há necessidade de remanejar voos. Por exemplo, caso haja a necessidade de criar um voo extra para atender aqueles passageiros que foram impedidos de prosseguir viagem devido à contingência de manutenção, cabe a função <Coordenar Voos> alocar a aeronave, enquanto que a função <Acompanhar a Execução da Escala> é responsável por fornecer a tripulação.
Controle	-
Tempo	O Tempo de resposta da função <Coordenar Voos> é impactado pelo tempo e qualidade das informações recebidas pelos demais setores, principalmente pela função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>.

Alertar sobre Contingência de Manutenção	Descrição da Função:
	Função externa ao CCO que está na linha de frente das operações. Geralmente são os primeiros a serem informados pela tripulação a respeito da contingência de manutenção e, por sua vez, passam esta informação ao CCO.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	Quando a informação da contingência não é repassada diretamente ao CCO pela função <Executar Manutenção nas Aeronaves>, ela é repassada para a base de operações da companhia (representada pela função <Alertar sobre Contingência de Manutenção>). Esta, por sua vez, ao receber o comunicado dispara o alerta de contingência de manutenção para o CCO.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Coordenar a Resolução da Contingência	Descrição da Função:
	Função responsável por realizar a integração entre todas as funções internas e externas do CCO. É a referência central do sistema, todas as funções estão sob sua supervisão.
<i>Input</i>	Recebe informações da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> a respeito do status da contingência, como por exemplo, as questões técnicas envolvidas, quanto tempo irá levar a ação de manutenção envolvida, entre outras informações.
	A função <Alocar Recursos> fornece informações a respeito de toda a logística que envolve a paralisação de uma aeronave por motivo de manutenção (por exemplo, como irá fazer o traslado de peças que se encontram em locais distintos ao da contingência).
	A função <Coordenar Voos> fornece informações a respeito do status da malha de operações, se esta foi ou será afetada pela contingência.
<i>Output</i>	-
Precondições	-
Recursos	A função <Coordenar a Resolução da Contingência> recebe recursos da função <Garantir Recursos de <i>Hardware e Software</i> >, quando há necessidade.
Controle	-
Tempo	-

Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção	Descrição da Função:
	Função responsável pelo controle dos vencimentos dos ciclos dos componentes de manutenção.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	Fornecer informações para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> sobre trocas impreteríveis de peças. Essa informação, por sua vez, pode acarretar em uma contingência de manutenção se, por ventura, não houver a respectiva peça disponível no local onde a aeronave se encontra, deixando a mesma impossibilitada de prosseguir voo, dando origem a uma contingência de manutenção.
Precondições	-
Recursos	A função <Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção> recebe recursos da função <Garantir Recursos de <i>Hardware</i> e <i>Software</i> >, quando há necessidade.
Controle	-
Tempo	-

Orientar sobre Procedimentos De Manutenção	Descrição da Função:
	Função central do sistema quando ocorre uma contingência de manutenção. Esta função é responsável por fornecer suporte técnico e propor soluções aos mecânicos que realizam manutenções nas aeronaves. Geralmente, são os primeiros a serem informados quando uma contingência de manutenção ocorre.
<i>Input</i>	Recebe informações da função <Executar Manutenção nas Aeronaves>, sendo geralmente o primeiro setor do CCO a ser informado da contingência. Neste aspecto, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é informada sobre os aspectos técnicos da contingência.
	Quando a informação da contingência não é repassada diretamente ao CCO pela função <Executar Manutenção nas Aeronaves>, ela é repassada para a base de operações da companhia (que localiza-se nos aeroportos) e esta, por sua vez, ao receber o comunicado, dispara o Alerta de Contingência de Manutenção para o CCO.
	Recebe informações da função <Coordenar Voos> a respeito da malha de operações da companhia. Por exemplo, a maneira que as operações serão afetadas pela contingência e as alterações que foram realizadas na malha em virtude da contingência.
	Recebe informações da função <Controlar Ciclos de Componentes de Manutenção> a respeito de trocas impreteríveis de peças. Essas informações podem acarretar em uma contingência de manutenção se, por ventura, não houver a respectiva peça disponível no local em que a aeronave se encontra, deixando a mesma impossibilitada de prosseguir voo, dando origem a uma contingência de manutenção.

<i>Input</i>	Recebe informações da função <Alocar Recursos> a respeito de toda a logística que envolve a paralisação de uma aeronave. Por exemplo, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é informada pela função <Alocar Recursos> sobre o tempo que levará para que determinada peça chegue até o local da aeronave que gerou a contingência de manutenção.
<i>Output</i>	Como peça central e chave na resolução das contingências de manutenção, as informações emanadas pela função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> impactam diretamente no Tempo e Qualidade de Resposta da função <Coordenar Voos>. Por exemplo, se a função <Coordenar Voos> não for informada a respeito de quanto tempo será necessário para a resolução dos aspectos técnicos da contingência, ou se receber esta informação errônea, a função <Coordenar Voos> não irá tomar nenhuma medida para minimizar os efeitos das contingências ou tomará alguma decisão equivocada. Além deste importante fator, os <i>outputs</i> da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> geram condições para a execução de novas tarefas da função <Coordenar Voos>, como por exemplo, cancelamentos de voos ou a busca por recursos para dar continuidade às operações previstas.
	A função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> fornece informações a respeito da contingência em aspectos técnicos e não técnicos para a função <Coordenar a Resolução da Contingência>.
	A função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> tem o papel de orientar e ordenar as soluções técnicas da resolução da contingência perante a função <Executar Manutenção nas Aeronaves>.
	Quando uma aeronave para, por motivos de manutenção não programada, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> informa imediatamente à função <Alocar Recursos>, a respeito do status da contingência, para que este setor possa se preparar para possíveis demandas de logística de recursos (peças).
	Às vezes, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> não consegue fornecer o suporte necessário para a função <Executar Manutenção nas Aeronaves>. Nestes casos complexos, a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> é acionada para auxiliar a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> a respeito de determinada questão técnica.
	<i>Precondições</i>
<i>Recursos</i>	O sucesso na resolução da contingência é diretamente impactado pelo tempo e qualidade da transmissão da informação por parte da linha de frente (funções <Executar

Recursos	Manutenção nas Aeronaves> e <Alertar sobre Contingência de Manutenção>). Neste sentido, o tempo torna-se um recurso valioso para o sucesso na resolução da contingência.
	Quando necessário, a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> presta assessoria para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> sobre determinada questão técnica.
	A função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> recebe recursos da função <Garantir Recursos de <i>Hardware</i> e <i>Software</i> > quando há necessidade.
Controle	-
Tempo	-

	Descrição da Função:
Executar Manutenção nas Aeronaves	Função responsável por realizar as manutenções nas aeronaves. Esta função, geralmente fica de prontidão nas bases de operações da companhia e é responsável por informar o CCO, através da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> sobre a contingência.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	A função <Executar Manutenções nas Aeronaves> é responsável por informar o CCO a respeito da contingência. Neste aspecto, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é informada sobre os aspectos gerais da contingência e questões técnicas envolvidas. Também, quando há necessidade, a função <Executar Manutenção nas Aeronaves> faz solicitações de Recursos (peças) para a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>.
Precondições	A função <Executar Manutenção nas Aeronaves> precisa de recursos (peças) para realizar as manutenções. Às vezes, estas peças não estão disponíveis no local da contingência. Nestes casos, elas são providenciadas pela função <Alocar Recursos>.
Recursos	-
Controle	A função <Executar Manutenção nas Aeronaves> recebe orientações e diretrizes da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> a respeito de como proceder em determinados aspectos técnicos.
Tempo	O Sucesso na resolução da contingência é diretamente impactado pelo tempo e qualidade da transmissão da informação por parte da linha de frente (funções <Executar Manutenção nas Aeronaves> e <Alertar sobre Contingência de Manutenção>). Neste sentido, o Tempo torna-se um recurso valioso para o sucesso na resolução da contingência.

Alocar Recursos	Descrição da Função: Esta função é responsável por toda a logística de recursos quando ocorre uma paralisação não proposital de aeronave por questões de manutenção. Esta função realiza toda a logística de demanda de peças solicitadas pelos técnicos de manutenção.
<i>Input</i>	Recebe da função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>, solicitações de peças e outras questões que envolvam logísticas de material.
<i>Output</i>	Fornece informações para a função <Coordenar Voos> sobre o status das solicitações de material que lhe foram atribuídas.
	A função <Alocar Recursos> informa à função <Coordenar a Resolução da Contingência> a respeito das solicitações de logísticas de peças que lhe foram solicitadas.
	A principal atividade da função <Alocar Recursos> é fornecer recursos (peças) para a função <Executar Manutenção nas Aeronaves>. Neste caso, o <i>output</i> representa um Recurso.
	Quando a função <Alocar Recursos> fornece as peças solicitadas para a função <Executar Manutenção nas Aeronaves>, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é informada e passa a orientar a função <Executar Manutenção nas Aeronaves> a respeito do que fazer com estes recursos.
Precondições	-
Recursos	A função <Alocar Recursos> recebe recursos da função <Garantir Recursos de <i>Hardware</i> e <i>Software</i> > quando há necessidade.
Controle	-
Tempo	-

Acompanhar a Execução de Escala	Descrição da Função: Função responsável pela realização das atividades de programação e execução da escala de tripulantes. Durante as contingências de manutenção, a função é acionada para fornecer recursos referentes à tripulação para a função <Coordenar Voos>.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	Envia informações e fornece recursos de tripulação de voo para a função <Coordenar Voos>.
Precondições	Quando há necessidade de realizar alterações na escala de operações prevista, a função <Coordenar Voos> solicita informações e recursos referentes à tripulação de voo para a função <Acompanhar a Execução da Escala>.
Recursos	A função <Acompanhar a Execução de Escala> recebe recursos da função <Garantir Recursos de <i>Hardware</i> e <i>Software</i> > quando há necessidade.
Controle	-
Tempo	-

Garantir Recursos de Hardware e Software	Descrição da Função:
	Função responsável por oferecer todo o suporte referente à problemas de <i>software</i> e <i>hardware</i> dos equipamentos utilizados no CCO.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	A função <Garantir Recursos de <i>Hardware</i> e <i>Software</i> > fornece suporte de <i>software</i> e <i>hardware</i> a todas as funções do CCO, garantindo que os equipamentos técnicos estejam em perfeitas condições, contribuindo para o tempo de resposta do sistema.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Auxiliar em Diagnósticos Especializados	Descrição da Função:
	Função externa ao CCO que tem por objetivo oferecer suporte técnico à função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> em questões que não foram solucionadas por estes profissionais.
<i>Input</i>	Quando a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> não for capaz de solucionar tecnicamente a contingência de manutenção, ela solicita assessoramento por parte da função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados>.
<i>Output</i>	A função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> envia informações a respeito das solicitações técnicas solicitadas pela função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção>. Quando a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> não for capaz de solucionar a questão técnica envolvida, ela aciona, como última instância, a função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas>.
Precondições	-
Recursos	A função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> recebe da função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> os recursos técnicos necessários para solucionar o problema.
Controle	-
Tempo	-

Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas	Descrição da Função: Função externa ao CCO. É o fabricante da aeronave e da maioria de seus componentes. Durante uma contingência de manutenção, a função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> é acionada como última instância para solucionar uma questão técnica que não foi resolvida pelos outros setores de Manutenção.
<i>Input</i>	Quando a função <Auxiliar em Diagnósticos Especializados> não consegue resolver a questão técnica, ela recorre à função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> como última instância para solucionar o problema.
<i>Output</i>	A função <Desenvolver Soluções de Manutenções Específicas> fornece os recursos técnicos necessários para a resolução técnica do problema.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

APÊNDICE F - TABELAS FRAM – CONTINGÊNCIA DE FECHAMENTO DE AEROPORTO

Coordenar Voos	<p align="center">Descrição da Função:</p> <p>Durante as contingências de Fechamento de Aeroporto, a função <Coordenar Voos> é responsável por realizar toda a logística que envolve o gerenciamento desta contingência, como por exemplo: gerenciar os variados recursos oriundos de outros setores com o objetivo de dar prosseguimento às operações programadas para o dia. As soluções implantadas são impactadas pelas metas estabelecidas na empresa, como por exemplo, a pontualidade e a regularidade.</p>
<i>Input</i>	Durantes as operações diárias, a função <Coordenar Voos> recebe das funções <Pilotar Aeronaves> e <Orientar Aeronaves> informações referentes às condições de voo.
	A função <Coordenar Voos> recebe informações das funções <Planejar e Remanejar Voos> e <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> a respeito de alguma modificação no status do sistema, rota, malha, assim como do prosseguimento de alguma aeronave para o destino alternativo.
	A função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> fornece à função <Coordenar Voos> informações a respeito da possibilidade de realocação de passageiros, possibilidade de voar em outras companhias, vagas em hotéis, logística, etc.
	A função <Acompanhar a Execução da Escala> informa à função <Coordenar Voos> sobre o status de recursos referente à tripulações disponíveis.
	A função <Coordenar Voos> recebe informações atualizadas da função <Coordenar a Resolução da Contingência> que faz a integração dos setores do CCO e da empresa. Isso permite um respaldo em decisões que envolvem questões administrativas.
<i>Output</i>	Quando se faz necessário implantar uma nova rota ou realizar alguma alteração na malha aérea para mitigar a contingência, a função <Coordenar Voos> informa à função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> que irá adequar-se a nova configuração.
	Quando é necessário ordenar que os pilotos prossigam para determinada alternativa, a função <Coordenar Voos> solicita à função <Orientar Aeronaves> o deferimento da solicitação.
	A função <Coordenar Voos> fornece informações para a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> a respeito de atrasos, cancelamentos, alterações de rota e disponibilidade de assentos nas aeronaves.
	A função <Coordenar Voos> mantém a função <Coordenar a Resolução da Contingência> atualizada sobre o status da contingência.
<i>Precondições</i>	-
<i>Recursos</i>	A função <Coordenar Voos> recebe boletins meteorológicos da função <Fornecer Informações Meteorológicas>, onde, muitas

Recursos	vezes, estas informações fornecem base para uma tomada de decisão.
Controle	-
Tempo	-

Fornecer Informações Meteorológicas	Descrição da Função:
	Função responsável por analisar as informações meteorológicas disponíveis e alertar os demais setores a respeito de fenômenos meteorológicos significativos que possam potencial para interferir nas operações previstas
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	A função <Fornecer Informações Meteorológicas> fornece aos demais setores, boletins e previsões meteorológicas dos aeródromos atendidos pela companhia. Além disso, a função <Fornecer Informações Meteorológicas> gera alertas a respeito de fenômenos meteorológicos significativos.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Coordenar a Resolução da Contingência	Descrição da Função:
	Função responsável por realizar a integração entre todas as funções internas e externas do CCO. É a referência central do sistema, todas as funções estão sob sua supervisão.
<i>Input</i>	A função <Coordenar Voos> fornece informações a respeito do status da malha de operações, se esta foi ou será afetada pela contingência.
<i>Output</i>	A função <Coordenar a Resolução da Contingência> realiza a integração dos setores do CCO e da empresa durante a contingência e fornece informações pertinentes para a resolução da mesma para a função <Coordenar Voos>.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Acompanhar a Execução da Escala	Descrição da Função: Função responsável pela realização das atividades de programação e execução da escala de tripulantes. Durante as contingências de fechamento de aeroporto são acionados para fornecer recursos referentes a tripulação para a função <Coordenar Voos>.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	Fornece informações para a função <Coordenar Voos> sobre a disponibilidade de tripulantes nas mais variadas localidades.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Planejar e Remanejar Voos	Descrição da Função: A função <Planejar e Remanejar Voos> é responsável pelos cálculos relacionados ao peso, performance e balanceamento das aeronaves. Também, esta função é responsável por planejar a navegação das rotas programadas pela empresa. Durante as contingências de fechamento de aeroporto, este setor possui um papel bem ativo em seu gerenciamento, uma vez que, quaisquer alterações de rota, remanejamento e cancelamento, precisam passar pela análise destes profissionais.
<i>Input</i>	Quando pertinente, a função <Planejar e Remanejar Voos> recebe informações diretamente da função <Pilotar Aeronaves> a respeito de alguma alteração do destino do voo. A função <Orientar Aeronaves> informa à função <Planejar e Remanejar Voos> quando alguma aeronave prossegue para algum aeródromo de alternativa.
<i>Output</i>	Durante a resolução da contingência, a função <Planejar e Remanejar Voos> fornece informações sobre atrasos, cancelamentos, mudanças de rotas, entre outras, para a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros>. Ao receber uma informação diretamente da tripulação de voo sobre qualquer alteração não prevista para um determinado voo, a função <Planejar e Remanejar Voos> informa à função <Coordenar Voos> sobre a situação. Além de repassar as informações oriundas das tripulações para a função <Coordenar Voos>; a função <Planejar e Remanejar Voos> fornece informações pertinentes para a resolução da contingência, como por exemplo, rotas alternativas, status da malha aérea, restrições operacionais de aeronaves, tripulações, entre outras. Como responsável pelo planejamento das rotas da empresa, a função <Planejar e Remanejar Voos> sugere à função <Pilotar Aeronaves> possíveis aeródromos de alternativa.
Precondições	-
Recursos	A função <Fornecer Informações Meteorológicas> fornece informações referente ao cenário climatológico para a função

Recursos	<Planejar e Remanejar Voos>. Estas informações são levadas em consideração durante o planejamento das rotas da empresa.
	Quando surge alguma dúvida a respeito de qual a melhor opção para determinado voo ou quando a carga de trabalho está muito elevada, a função <Planejar e Remanejar Voos> recebe suporte da função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos>.
Controle	-
Tempo	-

Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos	Descrição da Função:
<i>Input</i>	Função responsável por oferecer suporte e supervisionar todas as atividades realizadas pela função <Planejar e Remanejar Voos>. Geralmente esta função é realizada por profissionais que possuem uma vasta experiência na função <Planejar e Remanejar Voos>. A função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> recebe informações da função <Coordenar Voos> a respeito de alterações realizadas na malha, com o intuito de desarmar e mitigar a contingência.
<i>Output</i>	A função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> fornece informações pertinentes para a resolução da contingência para a função <Coordenar Voos>, como por exemplo, informações referentes a possíveis rotas alternativas, status da malha aérea, restrições operacionais de aeronaves, tripulações, entre outras.
	A função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> fornece suporte à função <Planejar e Remanejar Voos> sempre que for necessário.
	Quando necessário, a função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> solicita à função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos> recursos de informação e/ou de mão de obra.
Precondições	-
Recursos	Quando necessário, a função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> recebe recursos, em caráter de informação ou de mão de obra, da função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos>.
Controle	-
Tempo	-

	Descrição da Função:
Orientar Aeronaves	A função <Orientar Aeronaves> é responsável por fornecer e coletar relatórios da função <Pilotar Aeronaves> durante o voo. Esta função é fundamental para a resolução das contingências de fechamento de aeroporto, pois é ela quem recebe e dá prosseguimento as informações recebidas das aeronaves em voo.
<i>Input</i>	A função <Orientar Aeronaves> é quem recebe as informações da função <Pilotar Aeronaves> sobre o prosseguimento da aeronave para algum aeródromo de alternativa ou quaisquer outras informações que gerem alguma alteração no status do voo.
<i>Output</i>	A função <Orientar Aeronaves> às vezes solicita à função <Pilotar Aeronaves> que prossiga para algum determinado aeródromo de alternativa. A função <Coordenar Voos> é informada pela função <Orientar Aeronaves> quando alguma aeronave prossegue para um aeródromo de alternativa ou realiza alguma alteração relevante.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	A função <Coordenar Voos> por vezes solicita estrategicamente à função <Orientar Aeronaves> que ordene determinada aeronave a prosseguir para um determinado aeródromo de alternativa.
Tempo	-

	Descrição da Função:
Pilotar Aeronaves	Função responsável pela operação da aeronave. É a maior autoridade no âmbito de decidir prosseguir para um determinado aeródromo de alternativa.
<i>Input</i>	A função <Pilotar Aeronaves> recebe da função <Planejar e Remanejar Voos> orientações sobre aeródromos de alternativa disponíveis.
<i>Output</i>	Quando a função <Pilotar Aeronaves> conclui que irá prosseguir para algum aeródromo de alternativa, ela informa as funções <Orientar Aeronaves> e <Planejar e Remanejar Voos> sobre a decisão.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	Quando a segurança operacional não é um fator determinante e, se for necessário, a função <Orientar Aeronaves> ordena a função <Pilotar Aeronaves> a alternar para um determinado destino.
Tempo	-

	Descrição da Função:
Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos	Função responsável por oferecer todo o suporte a função <Planejar e Remanejar Voos>, auxiliando-os conforme a necessidade. Funcionam como uma espécie de “desafogamento” do sistema.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	A função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos> fornece informações técnicas quando solicitadas a função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos>.
Precondições	Durante a contingência de fechamento de aeroporto, a função <Supervisionar o Planejamento e o Remanejamento dos Voos> solicita recursos à função <Auxiliar no Planejamento e Remanejamento dos Voos>, conforme a sua necessidade.
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

	Descrição da Função:
Orientar sobre Procedimentos de Manutenção	Função responsável por realizar toda a logística e suporte que envolve a manutenção nas aeronaves. No tocante a contingências de fechamento de aeroporto, estes profissionais são acionados somente quando há necessidade.
<i>Input</i>	-
<i>Output</i>	-
Precondições	Quando uma aeronave tem que prosseguir para um aeródromo onde não há um técnico de manutenção homologado, a função <Orientar sobre Procedimentos de Manutenção> é acionada para garantir que haja um profissional disponível no respectivo aeródromo.
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

	Descrição da Função:
Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros	Durante as contingências de fechamento de aeroporto, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> é responsável por fornecer informações a respeito da logística dos passageiros, como por exemplo, a disponibilidade dos passageiros serem realocados em outras companhias, vagas em hotéis, etc.
<i>Input</i>	A função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> recebe informações atualizadas por parte das funções <Coordenar Voos> e <Planejar e Remanejar Voos> a respeito de atrasos, cancelamentos, mudanças de rota, disponibilidade de assentos, etc.

<i>Input</i>	A função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> fornece informações sobre o número de passageiros e as condições operacionais de determinado voo.
<i>Output</i>	A função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> fornece informações para a função <Coordenar Voos> a respeito do número de passageiros, disponibilidade de realocação de passageiros em outros voos da empresa ou de outras companhias, vagas em hotéis, entre outros.
	Quando há necessidade, a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informa à função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> sobre as decisões de realocações de passageiros.
Precondições	-
Recursos	Para viabilizar as realocações de passageiros, a função <Coordenar Voos> fornece informações e, se necessário, disponibiliza aeronaves para a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros>.
	A função <Fornecer Informações Meteorológicas> fornece informações meteorológicas pertinentes, que permitem a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> se precaver em suas defesas quando o cenário meteorológico não é favorável.
Controle	-
Tempo	-

	Descrição da Função:
Realizar Logística de Realocação de Passageiros	Função externa ao CCO responsável por realizar toda a logística que envolve o embarque e o desembarque de passageiros. São os profissionais que ficam nas bases de operação da companhia.
<i>Input</i>	A função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> recebe da função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informações a respeito de possíveis realocações de passageiros.
<i>Output</i>	A função <Realizar Logística de Realocação de Passageiros> fornece a função <Fornecer Suporte para a Realocação de Passageiros> informações sobre o número de passageiros e condições operacionais.
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-