

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS

LUCAS BERTELLI FOGAÇA

**TOMADA DE DECISÃO E EQUILÍBRIO DE METAS CONFLITANTES NO
GERENCIAMENTO DE INTERRUPÇÕES DE VOO EM EMPRESA DE
TRANSPORTE AÉREO REGULAR**

Porto Alegre

2015

LUCAS BERTELLI FOGAÇA

**TOMADA DE DECISÃO E EQUILÍBRIO DE METAS CONFLITANTES NO
GERENCIAMENTO DE INTERRUPÇÕES DE VOO EM 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

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F655t Fogaça, Lucas Bertelli

Tomada de decisão e equilíbrio de metas conflitantes no gerenciamento de interrupções de voo em empresa de transporte aéreo regular / Lucas Bertelli Fogaça. – Porto Alegre, 2015.

140 f. : il.

Diss. (Mestrado em Administração e Negócios) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Éder Henriqson.

1. Administração de Empresas Aéreas. 2. Transporte Aéreo.
3. Decisões Administrativas. 4. Tomada de Decisões. 5. Tecnologia da Informação. I. Henriqson, Éder. II. Título.

CDD 658.403

**Ficha Catalográfica elaborada por
Vanessa Pinent
CRB 10/1297**

Lucas Bertelli Fogaça

Tomada de Decisão e Equilíbrio de Metas Conflitantes no Gerenciamento de Interrupções de voo em Empresas 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 Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 20 de março de 2015, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Eder Henriqson
Orientador e Presidente da sessão



Prof. Dr. Gustavo Dalmarco



Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin



Profa. Dra. Marie Anne Macadar Moron

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Vanessa, por todo o carinho, companheirismo durante tantos anos.

À minha família, pelo incentivo e apoio incondicional.

Ao meu orientador, Éder Henriqson, pelos ensinamentos, confiança e amizade.

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

Aos professores e funcionários, do Programa de Pós-Graduação em Administração da PUCRS, em especial à Prof. Dra. Edimara Luciano, pela confiança e apoio.

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

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

*“Do fundo desta noite que persiste
A me envolver em breu - eterno e espesso
A qualquer deus - se algum acaso existe
Por minh’alma insubjugável agradeço*

*Nas garras do destino e seus estragos
Sob os golpes que o acaso atira e acerta
Nunca me lamentei - e ainda trago
Minha cabeça - embora em sangue - ereta*

*Além deste oceano de lamúria
Somente o Horror das trevas se divisa
Porém o tempo, a consumir-se em fúria
Não me amedronta, nem me martiriza*

*Por ser estreita a senda - eu não declino
Nem por pesada a mão que o mundo espalma
Eu sou dono e senhor de meu destino
Eu sou o comandante de minha alma”*

*(Invictus – William E. Henley.
Tradução: André C.S. Mansini)*

RESUMO

Um dos mais importantes desafios organizacionais de empresas aéreas é manter a continuidade de suas operações, contornando problemas como fechamento de aeroportos, questões de infraestrutura e eventos de manutenção não programados. Para lidar com estes problemas estas empresas utilizam Centros de Controle de Operações (CCOs), que acompanham a execução do planejamento de suas programações de voo e tentam acomodar a variabilidade encontrada. Estes CCOs utilizam alta tecnologia associada à experiência de seus decisores para avaliar cenários complexos e equacionar metas conflitantes para chegar a soluções rápidas e eficientes, enquanto buscam preservar a capacidade de resposta do sistema. O objetivo deste trabalho é caracterizar a tomada de decisão do CCO frente aos desafios de equilibrar metas conflitantes em situações de gerenciamento de interrupção de voos. Esta pesquisa apresenta um estudo de caso único de uma empresa de transporte aéreo regular que opera em torno de 900 voos diários em todo Brasil. Um mapeamento sistêmico do CCO foi realizado utilizando o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM), seguido de entrevistas episódicas utilizando o Crítico Decision Method (CDM) e por fim, uma análise dos efeitos de equilíbrio de metas conflitantes na capacidade de resposta do sistema frente à variabilidade é apresentada. Foram descobertos pontos de resiliência e fragilidade organizacional no sistema, a caracterização da decisão revelou os problemas mais comuns em cenários desafiadores de interrupções de voos e as estratégias mais utilizadas para contorná-los, assim como combinações de decisões que influenciam a capacidade de resposta do sistema. A proposta de utilização do FRAM associado ao CDM para o estudo da decisão em CCOs se mostrou promissora para utilização em pesquisas futuras em outras empresas aéreas ou mesmo em outras indústrias, revelando implicações importantes para treinamentos e desenvolvimento de procedimentos.

Palavras-Chave: Tomada de Decisão. Centros de Controle de Operação. Aviação. Interrupções de Voo.

ABSTRACT

One of the most important organizational challenges for an airline is to maintain the continuity of their operations, overcoming problems like airport closures, infrastructure issues and unplanned maintenance events. To face such problems, these companies maintain Operational Control Centers (OCCs) that oversee the execution of all planned flight operations and try to accommodate any encountered variability. These OCCs rely on the experience of its decision makers and high technology to evaluate complex scenarios and balance conflicting goals to get to fast and efficient solutions, while trying to preserve the system's response capability. The objective of this study is to characterize the decision making inside an OCC, facing the challenges to balance conflicting goals in situations of airline disruption management. This research presents a single case study performed inside an airline e that operates around 900 flights per day in Brazil. A systemic mapping of the OCC was performed using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM), followed by interviews using the Critical Decision Method (CDM) and at last, an analysis of the effects of the balancing of conflicting goals in the systems response capability facing variability is shown. Points of resilience and organizational brittleness were found in the system. The characterization of the decision making has shown some of the most common problems in challenging scenarios and some of the most used strategies used to overcome them, along with combinations of decisions that influence the systems response capability. The utilization of the FRAM, associated with CDM in the study of decision making showed promise for use in future research in other airlines or even other industries, revealing important implications for training and procedure development.

Keywords: Decision Making. Operation Control Centers. Aviation. Airline Disruption.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de modelo de tomada de decisão racional.....	22
Figura 2 – Recognition-primed decision model	27
Quadro 1 - Comparação entre as perspectivas naturalista e racional de decisão	31
Figura 3- Gradientes de custo e esforço e a deriva para o limite de desempenho aceitável.....	36
Figura 4 - Representação de uma atividade ou função no fram, acompanhada de seus seis aspectos característicos.....	41
Figura 5 – Exemplo de acoplamento entre atividades/funções na modelagem fram	42
Figura 6 - Desenho da pesquisa.....	47
Figura 7 – Estrutura de uma entrevista baseada em cdm	53
Tabela 1 – Experiência de trabalho dos entrevistados.....	54
Quadro 2 – Etapas do estudo, objetivos específicos, métodos de coleta de dados e triangulação	56
Figura 8 – Esquema de distribuição de estrutura e pessoal no centro de controle de operações	59
Quadro 3 – Requisitos de delimitação de sistemas sociotécnicos.....	69
Figura 9 – Modelagem do cco a partir do fram.....	71
Quadro 4 – Situações a serem gerenciadas durante resolução de interrupções de voo.....	80
Quadro 6 – Conflitos de metas de custo e atendimento	100
Quadro 7 – Conflito de metas na utilização de HUBs e aeroportos secundários	102
Quadro 8 – Conflito de metas na gestão de voos	104
Figura 10 – Metas conflitantes: situações extremas	105

LISTA DE SIGLAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

CCO – Centro de Controle de Operações

CDM – Critical Decision Method

DOV – Despachante Operacional de Voo

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

RPD – Recognition-Primed Decision (Tomada de Decisão pela Primeira Opção Identificada)

TCD – Teoria Comportamental da Decisão

TDN – Tomada de Decisão Naturalista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.2	QUESTÕES DE PESQUISA	18
1.3	OBJETIVO GERAL	18
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5	JUSTIFICATIVA	19
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	TOMADA DE DECISÃO	21
2.1	PERSPECTIVA RACIONAL DE TOMADA DE DECISÃO	21
2.2	PERSPECTIVA NATURALISTA DE TOMADA DE DECISÃO	24
2.3	O MODELO DE RECOGNITION-PRIMED DECISION	26
2.4	CONSIDERAÇÕES PARA A PESQUISA	30
3	VARIABILIDADE E METAS CONFLITANTES EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS COMPLEXOS	33
3.1	SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS E VARIABILIDADE	33
3.2	ESTUDOS SOBRE VARIABILIDADE E METAS CONFLITANTES.....	37
3.3	MÉTODO DE ANÁLISE DE RESSONÂNCIA FUNCIONAL – FRAM.....	39
3.4	CONSIDERAÇÕES PARA A PESQUISA	43
4	MÉTODO DE PESQUISA	45
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	45
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO CASO E UNIDADE DE ANÁLISE	46
4.3	DESENHO DA PESQUISA	47

4.3.1	Preparação do estudo.....	47
4.3.2	Coleta de dados.....	48
4.3.2.1	ANÁLISE DOCUMENTAL.....	48
4.3.2.2	OBSERVAÇÕES EM CAMPO	49
4.3.2.3	ENTREVISTAS PARA A CARACTERIZAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO.....	51
4.3.3	Análise de dados	54
4.3.4	Validação de resultados	56
4.3.4.1	VALIDAÇÃO PRELIMINAR	56
4.3.4.2	VALIDAÇÃO FINAL.....	57
5	DESCRIÇÃO DE RESULTADOS E ANÁLISE.....	58
5.1	DESCRIÇÃO DO SISTEMA E SUAS FUNÇÕES	58
5.1.1	Funções relacionadas ao Despacho Operacional de Voo.....	60
5.1.2	Funções relacionadas à Manutenção	61
5.1.3	Funções relacionadas à Escala de Tripulantes	63
5.1.4	Função relacionada ao Apoio ao Cliente.....	65
5.1.5	Coordenação de Voos.....	65
5.1.6	Funções Extra CCO	67
5.1.7	Modelagem FRAM.....	68
5.1.7.1	ANÁLISE DE VARIABILIDADE INTERNA DAS FUNÇÕES	72
5.1.7.2	VARIABILIDADE ENTRE FUNÇÕES (RESSONÂNCIA FUNCIONAL).....	74
5.1.8	Considerações finais sobre o sistema descrito	76
5.2	CARACTERIZAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO	79
5.2.1	Acomodação de Passageiros	80
5.2.2	Regulamentação da Tripulação	82
5.2.3	Gestão de Saturação de Tráfego	84
5.2.4	Gestão de Manutenção.....	86
5.2.5	Criação de Recursos.....	88

5.2.6	Proteção de Hub	91
5.2.7	Considerações Finais sobre a Caracterização da Tomada de Decisão	94
5.3	EQUILÍBRIO DE METAS CONFLITANTES	95
5.3.1	Equilíbrio entre Redução de Folgas e Manutenção Capacidade de Resposta no Sistema	97
5.3.2	Equilíbrio entre Custos e Capacidade de Atendimento.....	99
5.3.3	Equilíbrio de Capacidade de Atendimento entre HUBs e Aeroportos Secundários.....	100
5.3.4	Equilíbrio entre a Gestão de Voos e a Gestão de Manutenção	102
5.3.5	Considerações finais sobre a Gestão de Metas Conflitantes	104
6	CONCLUSÃO	107
	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO E ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA ETAPA DE DESCRIÇÃO DO SISTEMA (CCO).....	121
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA ETAPA DE ENTREVISTA COM DECISORES.....	123
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO PARA AS ENTREVISTAS	124
	APÊNDICE D – TABELAS DAS FUNÇÕES (MODELAGEM FRAM)	125
	APÊNDICE E - REGISTROS DE AVALIAÇÃO SITUACIONAL (SITUATIONAL ASSESSMENT RECORDS).....	135

1 INTRODUÇÃO

Alguns tipos de organizações trabalham com tecnologia intensiva e mão de obra altamente especializada para a resolução de problemas complexos. As atividades desempenhadas por estas organizações costumam trazer importantes benefícios para a sociedade, contudo, existe uma necessidade constante de equacionar metas conflitantes e resolver crises operacionais de forma rápida para evitar perdas com consequências graves. Algumas atividades que se enquadram nessas características incluem a geração de energia nuclear, hospitais (em especial centros de tratamento intensivo) e transporte aéreo, entre outros.

Empresas de transporte aéreo regular operam seus voos em horários pré-determinados – no Brasil, autorizados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) – utilizando predominantemente a distribuição de voos a partir de HUBs. Os HUBs são localidades estratégicas (aeroportos) que atuam como pontos de distribuição central de voos e concentram um grande número de chegadas e saídas para diversos destinos. Estas localidades geralmente dispõem de recursos de manutenção, pessoal e equipamentos que atendem às programações de voos das empresas. Estas programações ocorrem de forma sequencial, atendendo a diversas localidades, trazendo passageiros de volta aos HUBs para distribuição até seus destinos finais.

Quando uma ou mais programações de voo não conseguem ser realizadas, seja por cancelamentos ou atrasos, podem surgir diversas complicações, como dificuldades para dar continuidade às operações seguintes, além dos danos à imagem, multas, indenizações, endosso de passagem e restrições impostas pelas autoridades reguladoras. Tais complicações tendem a ser particularmente críticas em cenários onde estas interrupções alcançam múltiplas programações de voos simultaneamente. Um exemplo disso ocorre quando HUBs ficam temporariamente impedidos de atender às operações de uma empresa (*e.g.* fechamento de HUB por condições meteorológicas adversas), imediatamente impedindo a chegada e saída de múltiplos voos e, por consequência, provocando indisponibilidade de parte da frota e seus tripulantes.

Em novembro de 2013, uma empresa aérea brasileira foi multada em mais de 2,5 milhões de reais devido a múltiplas interrupções e atrasos de seus voos durante dois dias de

operações. Nesta situação em particular, condições meteorológicas marginais em múltiplos aeroportos forçaram a empresa a readaptar todo o planejamento de alocação de aeronaves, tripulações e passageiros para conseguir retornar seus serviços à normalidade (ANAC..., 2013). O aumento da frequência de casos deste tipo tem levado a agência reguladora a aumentar progressivamente as punições às empresas aéreas que falham em gerenciar suas interrupções de voos com eficiência (BRASIL, 2012). Somado a isto, estudos recentes sugerem uma tendência no comportamento de consumidores deste tipo de serviço de se distanciarem de empresas envolvidas em tais episódios, sobretudo após recorrências e grandes repercussões públicas (HESS JR., 2008).

Quando se consumam, eventos de interrupção de voos frequentemente geram efeitos em cadeia com potencial de comprometer uma importante parte da malha de voos de uma empresa aérea. Por malha de voos se entende o conjunto de rotas operadas de forma regular, dependente de um número previamente planejado de aeronaves e tripulantes para sua operacionalização. Problemas com a execução dos voos podem acarretar na indisponibilidade de aeronaves e tripulantes para a operação de rotas subsequentes. Por exemplo, um voo cancelado na localidade de origem automaticamente gera a indisponibilidade de uma aeronave e tripulação no aeroporto de destino. Desta forma, a inabilidade de gestão de eventos deste tipo contribui para novas ocorrências de atrasos ou mesmo cancelamentos de voos subsequentes.

O planejamento e a operação de uma malha de voos requerem tempo e coordenação consideráveis devido ao substancial número de sistemas e funções que necessitam operar de forma integrada (*e.g.* alocação de tripulações, disponibilidade de aeronaves, horários pré-definidos para partidas e chegadas, espaço físico em aeroportos, remanejamento de passageiros, entre outros). Quando associados à pressão de tempo e ao grande número de variáveis envolvidas, a prevenção e resolução de eventuais interrupções de voos se apresentam como desafios de gestão importantes (CLAUSEN et al., 2010). Pesquisas realizadas em companhias aéreas nos últimos anos destacam meteorologia, infraestrutura aeroportuária, disponibilidade de escala, eventos de manutenção (programados ou não) e problemas com passageiros como fatores que, de forma individual ou associada, contribuem para o desencadeamento de interrupções de voo (KOHL et al., 2007; WEIDE; RYAN; EHRGOTT, 2010).

Para lidar com esses desafios, as empresas aéreas mantêm centros de controle de operações (CCO), onde equipes especializadas planejam, acompanham e oferecem suporte em

tempo real a todos os voos. Nestes centros, sistemas de comunicação, tecnologia de informação e mão de obra altamente especializada são utilizados com o objetivo de promover a coordenação e o planejamento de toda a operação na malha de voos. Gerentes operacionais são designados para a tomada de decisão em funções distintas. Cada função é responsável por acompanhar e desenvolver soluções específicas relacionadas a áreas-chave como escala de pessoal, gerenciamento de frota, manutenção de aeronaves, coordenação dos voos, documentação de voos, entre outros. A convergência destas diferentes funções proporciona um desafio de gestão adicional para o CCO, especialmente durante eventos de interrupções de voo.

Muito embora no sistema de aviação as atividades sejam altamente regulamentadas e padronizadas, os recursos disponíveis para gerenciamento de contingências são limitados. Isto leva os gerentes operacionais a trabalhar continuamente com um equilíbrio de metas conflitantes (HOLLNAGEL, 2009), o que significa que algumas vezes é preciso buscar solucionar problemas de produção (*e.g.* impedir o cancelamento de um voo ou mitigar os efeitos de um atraso) através de uma redução temporária nas barreiras de proteção disponíveis neste sistema (*e.g.* atrasar a solução de uma pendência de manutenção ou utilizar uma tripulação cansada para cobrir a ausência de uma tripulação indisponível) (GOMES et al., 2009; MADSEN, 2011).

A complexidade existente no gerenciamento das operações de voo de uma empresa de transporte aéreo regular, bem como a propagação dos efeitos das decisões gerenciais pela malha de voos, implica na necessidade de controle organizacional dessa malha. Desta forma, por meio do CCO busca-se trabalhar com uma estrutura relativamente centralizada de forma a oferecer uma eficiente coordenação, mas suficientemente descentralizada de forma a permitir decisões dinâmicas, eliminando a necessidade de debater e buscar a aprovação de escalões superiores para cada problema encontrado ou solução proposta. O CCO, portanto, tem papel não só operativo, mas estratégico, na medida em que centraliza atividades críticas vinculadas à operação do serviço. Desta forma, o estudo da tomada de decisão neste tipo de organização oferece um prisma interessante para a compreensão de como gerentes operacionais enfrentam estes eventos, assegurando ou recuperando a continuidade das operações da empresa.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O crescente número de voos e a conseqüente complexidade das malhas de operação do transporte aéreo regular vêm motivando a realização de estudos sobre o gerenciamento de interrupções de voos. Grande parte destes trabalhos tem origem no campo de pesquisa operacional. Este campo do conhecimento não se dedica especificamente à tomada de decisão, mas ao estudo de soluções matemáticas e da otimização de soluções para estes problemas, por meio do desenvolvimento de algoritmos e softwares, que por sua vez proporcionam apoio aos decisores.

Modelos automatizados e sistemas de apoio à decisão vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1950, a fim de integrar o remanejamento de tripulações e frota, atendendo ao maior número possível de passageiros enquanto buscam minimizar os custos operacionais destas operações (MATHAISEL, 1996). Uma revisão de literatura compreensiva a respeito desta problemática é apresentada por Clausen et al. (2010) que apontam comparativamente os sucessos e limitações dos principais modelos computacionais disponíveis. Os autores argumentam que muito embora a capacidade de processamento e novas tecnologias tenham avançado bastante nos últimos anos, mesmo os melhores e mais completos algoritmos e softwares são incapazes de resolver de forma autônoma o remanejamento de toda a malha aérea de uma empresa em contextos de interrupções significativas, destacando o papel de decisores experientes para a obtenção de bons resultados. Portanto, os gerentes operacionais exercem ainda papel fundamental na gestão das interrupções, o que ressalta a natureza sociotécnica do sistema e a necessidade de maior foco nas competências e no modelo de decisão desses indivíduos.

A problemática de gestão de interrupções de voo se refere não somente à busca de soluções para eventos críticos já instalados, mas também ao “desarme” de situações latentes com elevado potencial para causar impactos na capacidade da empresa de realizar as programações de voo previstas. Desta forma, tanto cenários que envolvam a correção de crises já instaladas, quanto à reconfiguração da malha de voos para que estas não ocorram são de interesse para esta pesquisa.

Alguns estudos organizacionais demonstram que uma característica inerente das organizações chamadas de “alta confiabilidade” é a capacidade de se reconfigurar rapidamente durante situações de crise operacional, na qual a hierarquia formal cede espaço à

competências técnicas na tomada de decisão (LAPORTE; CONSOLINI, 1991; WEICK; SUTCLIFFE, 2001). Uma maneira de abordar estes contextos é através do estudo da variabilidade ao qual o ambiente operacional de uma empresa aérea está sujeito. Neste sentido, cabe aos gerentes operacionais compensar essa variabilidade reconciliando diferentes metas de produção e proteção. Hayes (2013), em recente estudo realizado junto a gerentes operacionais de organizações de alta confiabilidade (uma central nuclear, uma empresa de processamento químico e um provedor de serviços de controle de tráfego aéreo), aponta que o modelo de decisão destes gerentes operacionais é fortemente influenciado pelo senso de dever que eles têm no sentido de dar conta do trabalho (*i.e.* manter a continuidade da produção ou, neste caso, da prestação do serviço) e, ao mesmo tempo, assegurar que os níveis de segurança sejam mantidos em patamares aceitáveis. O enfrentamento dessas situações requer dos gerentes operacionais uma capacidade de tomada de decisão em contextos caracterizados pela escassez de recursos, informações incompletas, pressão de tempo, potencial degradação de barreiras de proteção, para citar alguns.

A variabilidade presente em determinadas funções (*e.g.* manutenção, escala de tripulantes e despacho operacional) tem o potencial de se combinar e provocar efeitos emergentes em outras funções, o que Hollnagel (2012) chama de ressonância funcional. Desta forma, certas combinações de desempenho ou de resultado de determinadas funções podem “ecoar” no sistema gerando novos e possivelmente mais complexos efeitos em outras funções. Tem-se, assim, uma rede de funções interligadas, com os gerentes operacionais exercendo importante papel de controle local e também sistêmico dessa variabilidade. A decisão é parte indissociável deste processo e trilha uma linha tênue com a dimensão de “controle” exercida pelos gerentes. Entende-se que a investigação da decisão desses gerentes possibilita uma compreensão aprofundada do modo como estas são estruturadas, além das inter-relações entre as diferentes funções no sistema de controle operacional em situações de gestão de interrupções de voo.

Conforme citado anteriormente, a complexidade da atividade em que estes gerentes estão inseridos exige conhecimento especializado e abrangente sobre o funcionamento da malha de voos operada, bem como das diferentes estruturas organizacionais disponíveis em diversos níveis. A perspectiva da Tomada de Decisão Naturalista (TDN) oferece uma abordagem orientada ao estudo da decisão em tais contextos (KLEIN, 2008; LIPSHITZ; KLEIN; CARROLL, 2006). Essa abordagem, ao contrário das perspectivas clássicas (ver Berryman, 2007 e Schwenk, 1995), considera que as decisões ocorrem em tempo real, com o

problema ainda em desenvolvimento e, portanto, durante a sua estruturação, com a possibilidade de interação de múltiplos decisores de forma simultânea (LIPSHITZ et al., 2001; ORASANU; CONNOLLY, 1993).

Diversos métodos vêm sendo adotados para estudar sistemas sociotécnicos, tais como a Modelagem de Sistemas Dinâmicos (Dynamic Systems Modelling – COWING, PATÉ-CORNELL E GLYNN, 2004), a Análise Cognitiva do Trabalho (Cognitive Work Analysis – BISANTZ; BURNS, 2008) e o Método de Análise de Ressonância Funcional (HOLLNAGEL, 2012), para citar alguns. Esse último, também conhecido por FRAM (Functional Resonance Analysis Method), se dedica à modelagem conceitual da variabilidade das diferentes funções em um mesmo sistema. Sua abordagem é qualitativa e procura definir cada função de um sistema a partir de inputs, outputs, recursos necessários, tempo disponível, mecanismos de controle e pré-condições de desempenho de cada uma das principais atividades ou funções do sistema estudado. Através desta modelagem, o FRAM permite uma observação abrangente e sistêmica das funções analisadas (STEEN; AVEN, 2011). Neste sentido, esta abordagem demonstra ser promissora para a identificação e caracterização de funções do centro de controle de operações (CCO). Alguns exemplos de aplicação em pesquisas recentes incluem a análise de risco em gestão de tráfego aéreo e transporte ferroviário (BELMONTE et al., 2011; WOLTJER, 2009) e análise de acidentes sistêmicos em aviação (DE CARVALHO, 2011; HERRERA; WOLTJER, 2010; SAWARAGI; HORIGUCHI; HINA, 2006).

Na proposta de análise de ressonância funcional, a decisão parece se inserir em um papel de controle da variabilidade nas diferentes funções, tendo possivelmente finalidade homeostática na compensação de variabilidade dos diferentes atores envolvidos e cenários encontrados. A caracterização proposta permite ainda, em um segundo momento, buscar uma melhor descrição dos elementos nos quais as decisões dos gerentes operacionais são baseadas e como se integram ao resto do sistema.

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Diante do exposto, este estudo visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: **como se caracteriza a tomada de decisão dos gerentes operacionais frente aos desafios de equilibrar metas conflitantes em situações de gerenciamento de interrupção de voos em empresas de transporte aéreo regular?**

O contexto abordado ao longo da introdução permite assumir que a tomada de decisão tem características naturalistas, dadas as condições do ambiente em que ocorrem. Os trabalhos de Hayes (2013) e Macrae (2009) são exemplos recentes desta associação. O primeiro verifica a TDN e o processo de sensemaking (ver Weick, Sutcliffe e Obstfeld, 2005 e Weick, 1993) dos gerentes decisores em cenários de escassez de tempo, recursos e metas conflitantes, em contextos muito similares à proposta de estudo deste trabalho. O segundo, por sua vez, destaca o uso da experiência e TDN na pronta identificação e resposta a riscos e crises em aviação. Como decorrência da questão principal, desdobram-se três questões secundárias para auxiliar a sua resolução de modo mais específico:

- a) Quais são as funções críticas para a gestão de interrupções de voo realizada pelo CCO?
- b) Como se caracteriza a tomada de decisão dos gerentes na resolução e gerenciamento de interrupções de voo?
- c) Como a gestão de metas potencialmente conflitantes afeta a capacidade de resposta deste sistema?

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é caracterizar os elementos em que se baseia a tomada de decisão de gerentes operacionais frente aos desafios de equilibrar metas conflitantes em situações de gerenciamento de interrupção de voos em uma empresa de transporte aéreo regular.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este estudo tem como objetivos específicos:

- a) definir e caracterizar quais são as funções críticas para a gestão de interrupções de voo a partir de um centro de controle de operações;
- b) caracterizar a tomada de decisão dos gerentes operacionais na gestão de interrupções de voo;
- c) compreender os efeitos da gestão de metas conflitantes na capacidade de resposta do sistema.

1.5 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa traz contribuições teóricas e práticas. A contribuição teórica se dá na perspectiva de aplicação do FRAM para descrição de um sistema e análise da sua variabilidade, buscando determinar o papel da decisão como elemento homeostático. Esta característica se refere à capacidade do decisor de acomodar esta variabilidade, impedindo que seus efeitos se propaguem por todo o sistema de forma negativa, e também como elemento essencial no contexto de equilíbrio de diferentes metas potencialmente conflitantes.

Do ponto de vista prático este trabalho busca ampliar o entendimento sobre como as decisões são tomadas no gerenciamento de interrupções de voo. Estes contextos estão associados a altos custos de operação, necessidade de decisores experientes e especializados, atuando em cenários complexos. Portanto, os resultados deste estudo apontam caminhos para aperfeiçoar o treinamento do pessoal envolvido em contextos similares (gestores e atores de funções relacionadas), que participam direta e indiretamente com a tomada de decisão. Além disso, há uma contribuição para a identificação de forças e fragilidades do sistema nos quais os decisores estão inseridos, permitindo o aperfeiçoamento desses sistemas de controle e decisão.

Mais do que uma análise limitada ao gerenciamento de interrupções de voo em empresas aéreas, entende-se que este trabalho contribui, ainda, para o desenvolvimento de uma nova metodologia de estudo. Esta metodologia visa contribuir para pesquisas futuras no campo de tomada de decisão em nível operacional, especialmente no contexto de sistemas

sociotécnicos complexos e centros de controle operacional. Enquanto o método de análise de ressonância funcional possibilita a descrição da variabilidade no sistema, o modelo de decisão naturalista permite uma compreensão aprofundada das decisões dos gerentes operacionais. O diálogo entre estas perspectivas teóricas ambiciona trazer contribuições para o melhor entendimento das decisões operacionais em cenários complexos, suas forças e fraquezas bem como pontos críticos para melhor condução do sistema onde se insere.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No próximo capítulo, é apresentada uma discussão sobre a teoria de tomada de decisão. O terceiro capítulo aborda a problemática envolvendo o enfrentamento da variabilidade em sistemas sociotécnicos associado ao equilíbrio de metas de produção e proteção, além da apresentação da proposta FRAM. O capítulo quatro apresenta a proposta metodológica utilizada. Os resultados e sua análise são apresentados e discutidos no capítulo cinco que é seguido pela conclusão. Esta pesquisa optou por utilizar a nomenclatura original (em inglês) da maioria dos termos e expressões internacionais (*e.g.* Critical Decision Method – CDM), devido ao pouco material encontrado em português. Exceções serão apontadas ao longo do texto.

2 TOMADA DE DECISÃO

Estudos relacionados à tomada de decisão permeiam diversos campos do conhecimento, tais como economia, gestão organizacional, psicologia e marketing. Em muitos destes campos, uma das perspectivas mais tradicionais é a racional, sendo largamente baseada na estruturação metódica de problemas de decisão e na comparação de alternativas em busca de soluções ótimas. Contudo, muitos contextos são permeados de características que dificultam a estruturação processual e a quantificação para se chegar a uma solução viável. Atividades como transporte aéreo, cirurgias de alto risco, manobras militares, combate a incêndio e outras situações que envolvem a tomada de decisão em situações de campo estão frequentemente associados a características como elevada pressão de tempo, objetivos conflitantes e situações altamente dinâmicas. Estes contextos apontam para o uso de decisores experientes, com notório conhecimento de seus campos de atuação como uma alternativa viável ao desenvolvimento de soluções práticas de forma quase instantânea, o que é o objeto de estudo da perspectiva naturalista de decisão. Para fins de comparação, este capítulo traz uma rápida conceituação da perspectiva racional de decisão e, em seguida, apresenta a perspectiva naturalista de decisão, suas características e modelo, conforme a aplicação nesta pesquisa.

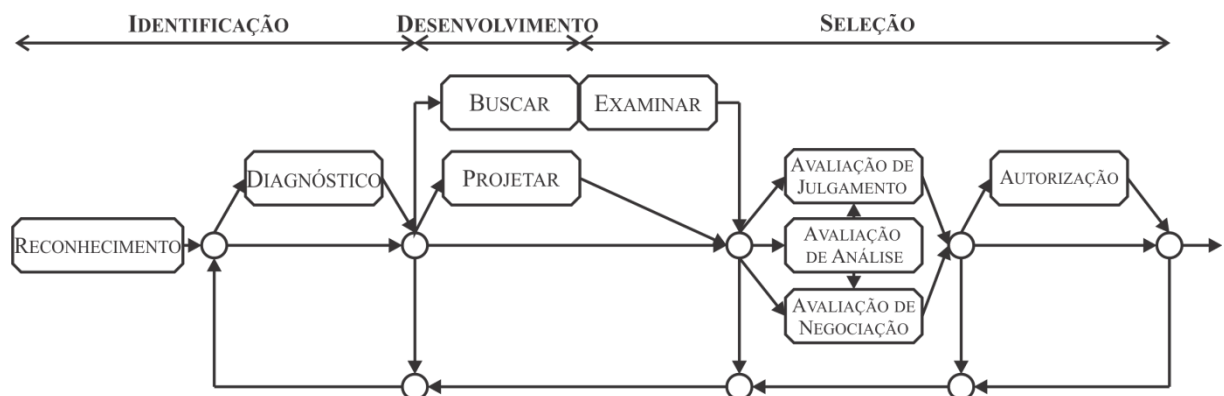
2.1 PERSPECTIVA RACIONAL DE TOMADA DE DECISÃO

Grande parte das raízes conceituais da escola racional de decisão surgiu a partir da segunda metade do século passado (EISENHARDT; ZBARACKI, 1992; SCHWENK, 1995), buscando associação teórica a modelos matemáticos e probabilísticos de forma a analisar a tomada de decisão a partir de perspectivas relacionadas à teoria dos jogos e conceitos voltados à economia (RASMUSSEN, 1993a). Sob o guarda-chuva da perspectiva racional de decisão, dois padrões se destacam: o clássico, que busca uma alternativa ótima para cada problema de decisão, e o conhecido como teoria da decisão comportamental (TDC ou behavioral decision theory), que se baseia no conceito de racionalidade limitada e “satisficing” (ver trabalho seminal de Simon, 1956).

Na perspectiva clássica de decisão racional, há uma busca por soluções ideais (ótimas) através de um processo de estruturação detalhado do problema de decisão. Para que isto seja operacionalizado, uma quantidade substancial de informação necessita ser coletada, quantificada e analisada. Este processo leva à construção de diferentes alternativas e diferentes cursos de ação. Por fim, as opções são comparadas e a melhor solução disponível é escolhida (CITROEN, 2011). Este tipo de abordagem é exemplificada pelos modelos como o da figura 1 (elaborada com base no modelo de Mintzberg, Raisinghani e Theoret, 1976), onde se segmenta a resolução de problemas em 3 diferentes fases:

- a) **identificação:** um problema (ou oportunidade) é percebido, desencadeando a necessidade de um processo decisório, esta fase também compreende o início da coleta de informações relacionadas à situação;
- b) **desenvolvimento:** soluções são elaboradas e adaptadas para a otimização de resultados; e
- c) **seleção:** as alternativas mais viáveis são analisadas e a escolha se dá através de julgamento ou negociação entre os decisores responsáveis. Quando necessário, obtêm-se a autorização para a consumação da escolha.

Figura 1 - Exemplo de modelo de tomada de decisão racional



Fonte: Adaptado de Mintzberg, Raisinghani e Theoret (1976, p.266, tradução nossa)

Por outro lado, a perspectiva de TCD se desenvolveu a partir das limitações da racionalidade cognitiva dos processos decisórios observados no comportamento humano (BERRYMAN, 2007). Em alguns cenários envolvendo grande número de variáveis a serem analisadas ou situações altamente combinatórias, observa-se que decisores buscam aumentar a eficiência do processo decisório e do desenvolvimento de soluções através da aplicação de processos heurísticos para simplificação do problema a ser estruturado (FREDRICKSON,

1985). O conceito de “satisficing” (SIMON, 1956), diz respeito à escolha de uma solução que seja “adequada o suficiente”, e defende que o tempo e recursos gastos para a obtenção de uma solução ótima podem não valer a pena. Contudo, é importante salientar que mesmo com esta simplificação de processos, em TCD se observa o desenvolvimento de múltiplas alternativas que são comparadas entre si, da mesma forma que no modelo racional clássico.

Nos modelos racionais de decisão, os processos de identificação de problemas, desenvolvimento de alternativas e a escolha de soluções costumam se repetir conforme necessário, buscando maior amplitude e profundidade das informações, de acordo com a complexidade do cenário a ser analisado. Estes processos costumam envolver equipes, reuniões, avaliações e discussões a respeito do problema de decisão e suas diferentes alternativas e resultados (EISENHARDT; ZBARACKI, 1992).

O aspecto processual da escola racional de decisão é destacado por Beach e Lipshitz (1993), que argumentam que o enfoque desta abordagem não está no resultado da decisão em si, mas no processo correto para a tomada de decisões: a teoria clássica de decisão é dedicada à escolha da melhor alternativa baseada na construção meticulosa da situação proposta, sendo o resultado da decisão uma preocupação indireta. Portanto, a estruturação processual é largamente dependente e centralizada nas informações selecionadas para a elaboração das alternativas, não oferecendo garantias quanto a uma escolha “correta”. Os autores destacam ainda as dificuldades relacionadas aos modelos clássicos para a estruturação formal de processos decisórios em situações de campo, especialmente em cenários onde há substancial pressão de tempo.

A discussão sobre a aplicação dos modelos racionais em cenários dinâmicos traz algumas divergências entre autores. Goll e Rasheed (1997), por exemplo, não encontraram vantagens significativas na utilização de métodos racionais em ambientes com grande dinamicidade. O levantamento bibliográfico realizado por Eisenhardt e Zbaracki (1992) e Fredrickson (1985), ressaltam o efeito de redução na racionalidade em situações de grande incerteza e cenários ameaçadores. Já Citroen (2011), propõe que os avanços na tecnologia, capacidade de processamento e coleta automatizada de dados podem, em alguns casos, favorecer processos racionais mesmo em cenários dinâmicos e complexos. E Priem, Rasheed e Kotulic (1995), argumentam que problemas altamente complexos e dinâmicos podem se beneficiar de uma ampla estruturação, o que pode ser oferecido pelo modelo clássico, por

meio da coleta de grandes quantidades de informações e sua utilização na formulação de alternativas para a posterior tomada de decisão.

É interessante observar a influência de conceitos oriundos da economia, onde uma decisão que precisa ser tomada no espaço de alguns dias ou mesmo semanas é considerada como extremamente dinâmica. Contudo, nos estudos citados, decisões em situações de campo que precisam ser feitas em horas ou mesmo minutos não são comumente abordadas. Este tipo de cenário é um dos principais pontos de interesse da escola naturalista de tomada de decisão, que será discutida a seguir.

Diante do exposto, algumas das principais características que permeiam a perspectiva racional de decisão são:

- a) fases distintas de identificação do problema, desenvolvimento de alternativas e seleção de resultados, podendo se repetir conforme necessário em um mesmo processo, até alcançar a profundidade necessária;
- b) comparação entre múltiplas alternativas;
- c) busca por uma solução ótima, ou seja, “a melhor” alternativa em detrimento das demais;
- d) a ação que será desencadeada pela tomada de decisão é retardada até que o processo de avaliação de alternativas chegue ao fim; e
- e) a ampla estruturação do problema e divisão das soluções em alternativas possibilita que decisores com pouca experiência ou conhecimento do campo tomem decisões complexas.

2.2 PERSPECTIVA NATURALISTA DE TOMADA DE DECISÃO

A perspectiva naturalista de tomada de decisão teve sua origem no final da década de 1980, surgindo da convergência de interesses de pesquisadores buscando entender a tomada de decisão em ambientes não controlados (*i.e.* decisões em contextos reais – fora de laboratórios) (KLEIN, 2008). Estudos neste campo buscam compreender como são tomadas decisões em ambientes complexos, caracterizados por limitação de tempo, incerteza, objetivos pouco claros ou conflitantes, e cujas consequências das escolhas estejam associadas a consequências significativas (ORASANU; CONNOLLY, 1993). As características ambientais

que definem a proposta naturalista de decisão tornam pouco prática a estruturação formal de problemas da forma preconizada no modelo clássico.

Pesquisadores de tomada de decisão naturalista (TDN) vêm realizando ajustes importantes em sua abordagem desde que os primeiros trabalhos foram publicados no final da década de 80 e início dos anos 90. Na revisão de literatura apresentada por Lipshitz et al., (2001) os autores observam que a experiência e o conhecimento dos decisores a respeito de suas atividades ganham progressiva importância no processo de entendimento e modelagem da TDN, passando de uma característica secundária a um elemento essencial de análise. O autor destaca ainda que ao longo da década de 1990, cinco pontos chave acabaram se estabelecendo como a principal marca desta escola:

- a) **decisores proficientes:** A TDN é baseada na capacidade de decisores especialistas em suas respectivas áreas de atuação. Estes profissionais são caracterizados pelo notório conhecimento de suas funções e cenários relacionados, e não necessariamente por cargos ocupados ou por mero acúmulo de tempo na função. O real conhecimento e vivência a respeito do processo analisado são aspectos fundamentais;
- b) **combinação das regras de decisão entre a situação e a ação:** o decisor escolhe opções comparando-as com um padrão já vivenciado e não com outras opções. Desta forma a seleção se dá com base na compatibilidade da opção com a situação específica encontrada. O raciocínio (e a estruturação da decisão) se dá de maneira informal, comparando as alternativas de forma sequencial com o cenário e não entre elas. Chase e Simon (1973), descreveram este tipo de comportamento em seu estudo, associando o desempenho de jogadores experientes de xadrez a uma habilidade de percepção em que padrões complexos são aprendidos e posteriormente reconhecidos e aplicados;
- c) **decisão orientada por processos cognitivos:** Os modelos de decisão naturalista buscam sua validação por meio da definição de quais informações cada decisor busca, o modo como ele as interpreta e quais as regras de decisão utilizadas para se chegar a uma solução viável, servindo-se de sua expertise e simulações mentais rápidas para operacionalizar decisões. Esta característica contrasta com a escola clássica onde a decisão é orientada por um processo de estruturação do problema em etapas formais, com a formulação de alternativas que serão comparadas e analisadas entre si;
- d) **informação dependente do contexto:** a experiência e expertise dos decisores são específicas para cada domínio e contexto. Portanto, informações diferentes são importantes para decisores diferentes, mesmo que envolvidos na solução de um

mesmo problema. Os argumentos e modelos aplicados também são diversos. A experiência dos decisores os orienta na coleta seletiva das informações mais relevantes para o cenário encontrado;

- e) **alternativas baseadas no empirismo:** soluções ótimas derivadas de sistemas formais que não sejam praticáveis são vazias. A TDN utiliza o conceito de “*satisficing*” proposto por Simon (1956), onde não necessariamente existe a preocupação de se chegar à melhor solução matematicamente possível, mas a uma solução viável, efetiva e proporcional às condições e pressões impostas pelo cenário. A proposta busca, portanto, aprimorar o modo característico de como os decisores especialistas tomam decisões práticas, fornecendo as informações necessárias para encontrar respostas operacionais rápidas.

Alguns campos vêm demonstrando interesse crescente pela abordagem naturalista de decisão. Entre eles, destacam-se pesquisas com comandantes navais, líderes militares e inteligência (PUVATHINGAL; HANTULA, 2012; SHATTUCK; MILLER, 2006), diagnóstico médico, procedimentos cirúrgicos de alta complexidade e unidades de tratamento intensivo (EPSTEIN, 2013; MORINEAU et al., 2009; NEMETH et al., 2006; PATEL; KAUFMAN; KANNAMPALLIL, 2013), chefes de bombeiros, envolvidos em operações críticas de combate a incêndio e salvamento (KLEIN, 1988, 1998a), policiais e paramédicos em situações de resposta à crise e catástrofes (RAKE; NJÁ, 2009), gerenciamento de segurança em transporte ferroviário (ROTH; MULTER; RASLEAR, 2006) e identificação de riscos em aviação (MACRAE, 2009). Estes estudos buscam na experiência e conhecimento dos decisores, elementos que possibilitem a construção de alternativas funcionais viáveis para respostas rápidas a problemas complexos (KLEIN, 2008).

2.3 O MODELO DE RECOGNITION-PRIMED DECISION

Um dos modelos de tomada de decisão mais difundidos da escola naturalista é conhecido por Recognition-Primed Decision (RPD) constituindo a base para diversos outros modelos (LIPSHITZ et al., 2001). Em seu livro “Fontes de Poder” (KLEIN, 1998b), o modelo foi traduzido para o português como TDPOI ou “Tomada De Decisão Pela Primeira Opção Identificada”. A presente pesquisa optou por utilizar a nomenclatura original e se referirá a este modelo como Recognition-Primed Decision.

possuem uma aptidão diferenciada para identificar boas jogadas rapidamente, bem como para descartar movimentos considerados “pobres” ou ineficientes. Anos mais tarde, (CHASE; SIMON, 1973) associaram esta habilidade à capacidade de aprender padrões e aplicá-los em situações futuras. Através deste processo, a experiência adquirida em situações e cenários já vivenciados contribui para a construção de um repertório de padrões que podem ser acessados e utilizados para a resolução de problemas similares. Construindo em cima destes conceitos, Klein et al. (1995) demonstraram que o reconhecimento de padrões pode ser utilizado para a construção de soluções de qualidade com grande velocidade. Os pesquisadores observaram que jogadores experientes comparam o cenário encontrado, com seu repertório de padrões já vivenciados de forma intuitiva e que as alternativas são consideradas uma a uma de forma sequencial e não comparadas entre elas. Quando uma alternativa é identificada como apropriada e viável, isto leva à sua implementação. Caso contrário, ela pode ser adaptada ou mesmo descartada em prol de uma comparação com um padrão mais adequado.

Ao estudar os diferentes níveis de controle cognitivo no desempenho humano, Rasmussen (1983) observou a identificação e resolução de cenários tidos como familiares por decisores experientes através da utilização de regras e procedimentos armazenados em seu subconsciente. O decisor tem consciência de que cursos alternativos de ação são possíveis e de que uma escolha é necessária. Mesmo quando os objetivos ainda estão pouco estruturados ou explicitados, o desenvolvimento de alternativas funcionais ocorre, por meio da comparação com cenários similares e aprendizados derivados de experiências anteriores. O autor denomina este comportamento “rule-based behavior”. Este padrão de comportamento leva, portanto, os decisores experientes a criarem e utilizarem “atalhos heurísticos” que os permitem chegar a soluções de qualidade em curtos espaços de tempo, sem precisar comparar diversas alternativas para agir (RASMUSSEN, 1993b).

O repertório de padrões conhecido pelo decisor é um dos pontos essenciais para o reconhecimento de uma situação como sendo familiar no modelo de *RPD*. Este reconhecimento é dividido em quatro aspectos (KLEIN; CALDERWOOD; MACGREGOR, 1989; KLEIN, 1998a): As **indicações** compreendem os “sinais” que precisam ser identificados como presentes, bem como as informações específicas que precisam ser adquiridas para a resolução do problema identificado; os **objetivos** compreendem o grupo de metas consideradas alcançáveis ou realizáveis no cenário identificado; as **expectativas** se referem à previsão de como a situação se desenvolverá e servem como um instrumento de controle a respeito da correta identificação do evento encontrado. A similaridade com padrões

já vivenciados fornece uma previsão da progressão do cenário frente ao curso de ação selecionado. Caso as expectativas sejam violadas (não se confirmem), o modelo sugere que a identificação da situação pode ter sido equivocada. Sinais ou informações importantes provavelmente foram negligenciados ou talvez o decisor não possua em seu repertório, um padrão compatível com o cenário sendo enfrentado. Por fim, são determinadas as **ações** necessárias para atender à situação.

Uma vez consolidada a identificação destes quatro aspectos (indicações, objetivos, expectativas e ações), o modelo RPD propõe a condução de uma simulação mental para testar a solidez da imagem desenvolvida para a situação e a funcionalidade da sequência de ações a ser executada (KLEIN, 1998a). Para Lipshitz e Strauss (1997), a simulação mental é uma ferramenta importante utilizada por decisores experientes para reduzir a incerteza, possibilitando que desenvolvimentos futuros sejam antecipados e suas implicações incorporadas no plano de ação. A simulação mental pode auxiliar a identificar pontos de vulnerabilidade do plano de ação e levar a adaptações e, até mesmo, um reinício de todo o processo para nova avaliação.

Ao longo dos anos, o Método de Decisões Críticas (Critical Decision Method - CDM) vem sendo desenvolvido para conduzir pesquisadores na coleta de dados para a compreensão da tomada de decisão de experts em seus respectivos campos. Este método consiste em entrevistas episódicas conduzidas com um protocolo específico e perguntas de sondagem (“probes”) especialmente orientadas para elicitare elementos chave do modelo de RPD. Algumas pesquisas que exemplificam sua utilização incluem o estudo da tomada de decisão de bombeiros enfrentando emergências em campo (KLEIN; CALDERWOOD; MACGREGOR, 1989), o estudo da tomada de decisão de enfermeiras em uma unidade de tratamento intensivo neonatal (CRANDALL; GETCHELL-REITER, 1993), o papel da experiência na tomada de decisão de investidores de curto prazo (MCANDREW; GORE, 2012), esta última em combinação com outras técnicas de Análise Cognitiva de Tarefas (Cognitive Task Analysis).

O modelo de RPD em especial vem sendo aplicado em diversos campos como gestão industrial (VANHARANTA; EASTON, 2010), gestão de crise no setor elétrico (GREITZER et al., 2009), treinamento de enfermeiras obstétricas (CIOFFI, 2012), tomada de decisão em missões militares e sob stress (KAEMPF et al., 1996; SMITH; JOHNSTON; PARIS, 2004), tomada de decisão de supervisores em usinas nucleares (CARVALHO; DOS SANTOS;

VIDAL, 2005) e análise de provas forenses (HELSLOOT; GROENENDAAL, 2011), para citar alguns.

O modelo de RPD não pretende substituir a abordagem processual dos modelos clássicos de decisão. As suas principais forças estão associadas a contextos onde decisores encontram substancial pressão de tempo e objetivos conflitantes ou pouco estruturados e incerteza (KLEIN, 2008; LIPSHITZ; STRAUSS, 1997). Contudo, é importante observar que para funcionar de forma adequada, o modelo necessita de agentes com notório conhecimento e experiência associados ao contexto da decisão, o que pode constituir uma limitação importante. Em situações onde exista uma necessidade de justificativa formal de curso de ação, ou a necessidade de um resultado ótimo a longo prazo, ou ainda em contextos pouco familiares aos decisores, modelos analíticos como o da escola clássica de decisão podem proporcionar uma abordagem mais adequada (KLEIN et al., 1993).

2.4 CONSIDERAÇÕES PARA A PESQUISA

Quando colocadas lado a lado, as perspectivas Naturalistas e Racionais de decisão não se apresentam como abordagens concorrentes, mas como ferramentas adequadas para a análise de cenários e decisões diferentes. Enquanto a perspectiva Racional prioriza resultados auditáveis e agrega informações de forma a diminuir sua dependência na figura do decisor e sua expertise, a perspectiva Naturalista aposta largamente na qualificação do decisor e sua vivência para chegar a soluções rápidas que nem sempre são justificáveis de forma quantitativa. Além disso, a perspectiva Racional aparenta ser mais adequada para cenários onde decisões possam ser debatidas ou avaliadas durante um tempo maior, enquanto cenários tipicamente associados com a TDN envolvem decisões rápidas e imediatas, conforme discutido anteriormente. A tabela 1, abaixo, traz uma comparação entre os principais pontos de cada uma das escolas de decisão abordadas nesta revisão teórica.

Quadro 1 - Comparação entre as perspectivas Naturalista e Racional de decisão

PERSPECTIVA NATURALISTA DE DECISÃO	PERSPECTIVA RACIONAL DE DECISÃO
Ênfase no resultado da decisão	Ênfase no processo de estruturação do problema
Qualitativa	Quantitativa
Resultado depende da experiência e conhecimento do decisor	Resultados constantes para a mesma análise
Necessidade de Decisores Experientes e especializados	Não requer decisores experientes
Percepção seletiva: expertise auxilia na identificação de informações essenciais	Busca, coleta e análise de todos os dados relacionados disponíveis
Ações começam e se desenvolvem durante a tomada de decisão	Ações começam após o término da análise de todas as alternativas disponíveis
Soluções satisfatórias	Soluções ótimas
Análise sequencial de alternativas através de simulação mental (comparadas com a situação uma a uma)	Análise formal de alternativas em paralelo (comparadas entre elas)

Fonte: O autor (2014)

Os estudos relacionados ao gerenciamento de interrupções de voos em linhas aéreas regulares argumentam que esta atividade envolve cenários onde há pressão de tempo, objetivos conflitantes e dinâmicos e problemas difíceis de serem estruturados através do modelo clássico. Associado a isto, estudos da área de pesquisa operacional enfatizam a necessidade de decisores experientes e com real conhecimento da atividade para realizar a integração dos resultados disponibilizados por toda a tecnologia de informação utilizada nesta atividade. Desta forma, a perspectiva naturalista de decisão fornece um prisma adequado para o entendimento de como os decisores utilizam sua expertise e experiência para solucionar os complexos problemas que constituem seu cotidiano.

A leitura de artigos do campo de TDN demonstra que esta abordagem da tomada de decisão vem ganhando espaço em diferentes campos do conhecimento, reforçando seu caráter multidisciplinar. Resultados destas pesquisas vêm ampliando o entendimento de como profissionais altamente especializados tomam decisões em contextos reais, contribuindo para a melhoria da gestão e treinamento de pessoal em diferentes áreas como saúde, geração de energia, transporte aéreo e ferroviário. Além disso, pesquisas sobre tomada de decisão em

situações de crise e emergência nas forças armadas e serviços públicos têm possibilitado uma melhor compreensão de como estas atividades podem ser aperfeiçoadas.

O modelo de RPD é citado e utilizado de forma consistente nos artigos relacionados à TDN, auxiliando na identificação e compreensão de elementos chave utilizados pelos decisores. Uma vez identificada, estas situações são examinadas sob quatro diferentes aspectos:

- a) as **indicações** que levam o decisor a identificar a situação encontrada e associá-la à um padrão de resposta conhecido;
- b) os **objetivos** plausíveis que são traçados a partir da identificação;
- c) as **expectativas** que são construídas para o acompanhamento do desenvolvimento do problema (feedback-loops); e
- d) o(s) **curso(s) de ação** determinado(s) com base no conjunto de aspectos supracitados.

Através da aplicação do modelo de RPD, pretende-se caracterizar a tomada de decisão nas situações de crise de interrupção de voos. A utilização deste modelo facilita a compreensão de como diferentes informações são priorizadas pelos gestores responsáveis pela recuperação da malha de voos durante estas crises. A construção destes modelos de decisão será conduzida pelo protocolo de Critical Decision Method (CDM), apresentado em profundidade no capítulo de método. Um dos possíveis produtos da aplicação do CDM junto ao modelo de RPD é um inventário de **indicações, objetivos e expectativas** que antecedem os cursos de ações adotados. Estes inventários (chamados de Situational Assessment Records ou Registros de Avaliação Situacional) já foram utilizados em outros trabalhos como o de Crandall e Getchell-Reiter (1993) e Klein, Calderwood e Macgregor (1989) e constituem um bom apoio para a análise de decisão proposta.

3 VARIABILIDADE E METAS CONFLITANTES EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS COMPLEXOS

A partir da década de 80, várias pesquisas começaram a direcionar seus trabalhos para a variabilidade de desempenho dos atores inseridos em sistemas sociotécnicos complexos. Muitos destes estudos foram inspirados em eventos de grande repercussão como o incidente na usina nuclear em Three Mile Island em 1979 (PERROW, 1984), o desastre de Bhopal em 1984 (WEICK, 2010) a explosão do ônibus espacial Challenger durante seu lançamento em 1986 (STARBUCK; MILLIKEN, 1988; VAUGHAN, 1990) e o desastre nuclear de Chernobyl também no mesmo ano (REASON, 1990). Mais recentemente, destacam-se pesquisas realizadas a partir do acidente com helicópteros Black Hawk no Iraque (SNOOK, 2002) e com o ônibus espacial Columbia (STARBUCK; FARJOUN, 2009)

Estes trabalhos apontam para a variabilidade como uma característica indissociável a sistemas complexos. Esta característica serve a estes sistemas tanto como aspecto positivo em sua capacidade de adaptação, na criação de soluções para cenários onde não há regras previstas, mas também como a importante fonte de vulnerabilidade, falhas e riscos nestes sistemas. Isto costuma estar relacionado a erros de interpretação, desempenho ou simplesmente situações não previstas ou projetadas. A necessidade de adaptação dos atores destes sistemas sociotécnicos implica na necessidade de equilibrar diferentes metas conflitantes (e.g. produção e proteção). Esta característica associada à natureza destes sistemas demonstra ser um aspecto importante tanto para a análise de exposição ao risco quanto para a capacidade de solucionar situações de crise.

3.1 SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS E VARIABILIDADE

Para Perrow (1984) um sistema sociotécnico pode ser caracterizado por duas dimensões: acoplamento e complexidade. O grau de acoplamento de um sistema está relacionado ao grau de conexão das diferentes funções e elementos deste sistema. Desta forma, em um sistema fortemente acoplado, quando um de seus elementos (homem ou máquina), sofre uma alteração (e.g. desempenha de forma diferente ao previsto), esta condição tende a provocar consequências expressivas em outras partes deste sistema em um

curto espaço de tempo. Esta, segundo o autor, é uma característica de muitos sistemas complexos: a ausência de uma característica suficientemente homeostática capaz de neutralizar os efeitos de uma condição indesejada de forma autônoma. Por outro lado, em um sistema fracamente acoplado, uma “falha” sofrida em um de seus componentes é “absorvida” e não provoca consequências imediatas ou expressivas nos demais componentes. Desta forma, em um sistema fracamente acoplado, os erros ou falhas dos componentes acabam sendo neutralizados (ou absorvidos) sem que provoquem consequências maiores (ROSNESS et al., 2004).

Ainda segundo Perrow (1984), o grau de complexidade de um sistema está relacionado também ao número de variáveis e ao modo como interagem. Interações lineares levam a sequências de eventos previsíveis e claros enquanto interações não lineares, por sua vez, tendem a causar reações não previstas em um sistema, tornando-o mais difícil de gerenciar ou mesmo de diagnosticar. Um exemplo são sistemas com elevado grau de automação, onde durante a solução de uma anormalidade, o operador pode ter dificuldades em identificar qual dentre os múltiplos componentes interconectados precisa ser substituído ou reorientado (*e.g.* desligado ou reprogramado).

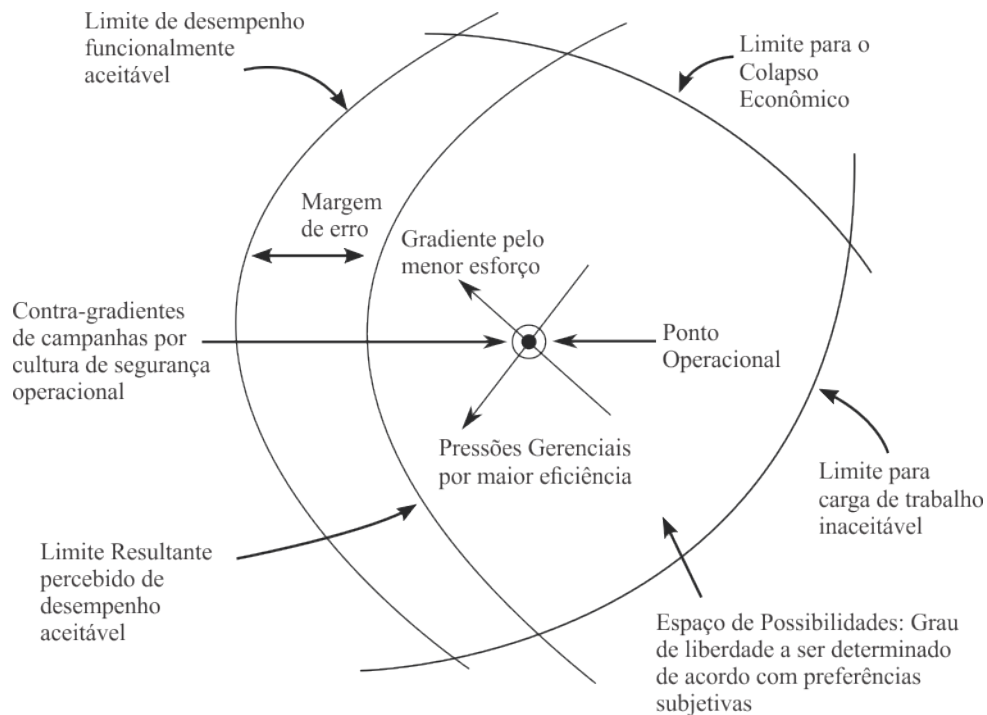
Alguns autores que vêm estudando a gestão de sistemas sociotécnicos complexos destacam que estes sistemas trazem consigo a necessidade de regras e procedimentos detalhados para que possam ser operados de forma eficiente e segura (ver Rasmussen, 1997; Woods, 1990). Contudo, alguns sistemas atingem um grau de complexidade tão elevado e estão inseridos em contextos que possibilitam uma gama tão abrangente de possibilidades que se torna impraticável criar regras específicas para cada variação possível (DEKKER, 2011; SNOOK, 2002). Desta forma, é possível afirmar que sistemas sociotécnicos complexos têm em suas regras e normas de operação certo grau de subespecificação e incompletude. Esta característica de subespecificação implica no aparecimento de lacunas entre as regras existentes e a realidade encontrada no dia a dia. Hollnagel (2009) afirma que a existência destas lacunas exige dos operadores do sistema constantes adaptações de acordo com as demandas encontradas, criando soluções e conduzindo o sistema a uma operação eficiente e funcional, baseada em determinadas regras, mas não limitadas a elas.

Em sua pesquisa, Snook (2002) investigou a cadeia de tomada de decisões em um incidente militar que resultou no abatimento acidental de dois helicópteros Black Hawk do exército americano por fogo amigo. Em seu trabalho, argumenta que a alternância entre

momentos de acoplamento mais fraco (i.e. quando as regras são escritas e consideram o sistema linear ideal) e mais forte (i.e. quando as condições reais são encontradas e precisam ser gerenciadas) cria situações onde a adaptabilidade é uma necessidade fundamental. Este processo, ao longo do tempo, acaba tendo como resultado emergente um grande compêndio de regras não escritas que acabam sendo difundidas, muitas vezes convivendo com (ou substituindo) as normas escritas de forma extraoficial. O autor introduz assim o conceito de “deriva prática” (practical drift), onde alerta para combinações potencialmente perigosas de adaptações que ocorrem ao longo do tempo e podem, de maneira não prevista, ocasionar fragilidades significativas em sistemas projetados para serem extremamente seguros e confiáveis. Tendências semelhantes também são observadas por Dekker (2004, 2011) que descreve o fenômeno chamado de “deriva para falha” (drift into failure), onde adaptações cotidianas utilizadas para o funcionamento de diferentes sistemas podem levar a falhas e acidentes caso não sejam adequadamente controladas em nível organizacional.

Este fenômeno vem sendo estudado de forma multidisciplinar e vem sendo objeto de estudo de múltiplos trabalhos. A constatação de que a variabilidade no comportamento humano é ao mesmo tempo uma necessidade e uma fonte de riscos latentes motivaram o trabalho de Slovic (2001) que entende que escolhas organizacionais no sentido da priorização da produção (eficiência) ou da segurança (aderência às regras) interfere diretamente na maneira como o risco é percebido e analisado. Para Rasmussen (1997), o desempenho humano em ambientes dinâmicos tende a buscar continuamente um ponto ótimo determinado pelo equilíbrio entre três gradientes: a cultura de segurança, a barreira do economicamente viável e o limite da carga de trabalho aceitável, conforme demonstrado na figura 3. Estes estudos corroboram a existência de metas conflitantes, como de tradeoffs entre produção e proteção, realizados continuamente em atividades corriqueiras e até em importantes decisões gerenciais, estratégicas e operacionais.

Figura 3- Gradientes de Custo e Esforço e a Deriva para o Limite de Desempenho Aceitável



Fonte: Adaptado de Rasmussen (1997, p.190, tradução nossa)

Em sua modelagem, Rasmussen identifica dois eixos principais agindo sobre ponto operacional (o modo como um sistema opera): Custo e Esforço. Ao longo do tempo, diferentes pressões costumam migrar este ponto operacional para o limite de desempenho funcionalmente aceitável. Além desta linha, há pouco espaço para manobras de acomodação da variabilidade no sistema, que representa o limite absoluto do sistema além do qual erros, acidentes ou mesmo o colapso do sistema é iminente. O contra gradiente expresso pela cultura de segurança representa as diretrizes do sistema, normalmente impostas pela alta administração, estabelecendo metas alcançáveis e limites de práticas diversas.

Um caso que ilustra a relevância do tema de equilíbrio de metas conflitantes em nível organizacional é o acidente com o ônibus espacial Challenger em 1986. Starbuck e Milliken (1988) observam que adequações nos procedimentos e a busca constante por maior eficiência e economia foram constantemente perseguidas pela NASA como forma de aperfeiçoar o programa espacial e possibilitar sua continuidade. No entanto, são apontadas como principais causas do fracasso da missão que vitimou toda a tripulação e causou a destruição completa do equipamento. Desenvolvendo o conceito de "ajustes finos" (fine-tuning) os autores propõem que uma determinada tarefa ou atividade, quando repetida inúmeras vezes, tende a ser

“simplificada”. Este processo pode ser influenciado por pressões políticas, econômicas (*e.g.* redução de custo, valor limitado de financiamento) ou simples complacência por ganho excessivo de confiança devido a múltiplas repetições. Estas alterações tendem a priorizar progressivamente o ganho de eficiência (produção) por meio da eliminação de passos e procedimentos ou a simplificação de projetos e processos (proteção). Este constante ganho de eficiência produtiva costuma comprometer a capacidade do sistema em absorver a variabilidade e, por consequência, responder a eventos inesperados.

Uma proposta semelhante é desenvolvida também por Vaughan (1990, 1996) que propõe o conceito de “normalização do desvio” (*normalization of deviance*). A autora explica que a percepção do risco pode ser largamente debilitada pela exposição contínua, tanto no nível individual quanto organizacional. Portanto, o que no passado seria percebido como uma falha em potencial para um processo ou projeto, agora é considerado seguro, adequado ou até mesmo ideal. Em seu trabalho, a autora faz referência ao gradual “relaxamento” dos padrões de segurança observados na equipe responsável pela missão do ônibus espacial Challenger: em retrospecto, a análise aponta para os sucessos anteriores em 24 outros lançamentos como importante fator contribuinte para o aumento de confiança da *NASA* e progressiva diminuição das preocupações com os detalhes que se revelaram fatais.

Nos casos expostos acima, vale a pena destacar como as características inerentes de sistemas sociotécnicos complexos e a variabilidade existente no desempenho dos seus atores implicam no surgimento de objetivos e metas conflitantes que muitas vezes são pouco definidos e estruturados. Neste contexto surge a necessidade do equilíbrio entre produção e proteção, buscando um ponto ideal dinâmico e subjetivo para a solução de problemas cotidianos em diversas atividades.

3.2 ESTUDOS SOBRE VARIABILIDADE E METAS CONFLITANTES

Estudos sobre a gestão de metas potencialmente conflitantes têm aparecido na literatura recente. Em muitos deles, esta problemática compõe o pano de fundo para o estudo de características de resiliência de sistemas e organizações, ou simplesmente buscam encontrar um ponto ideal entre produção e proteção, discutindo suas consequências (ver: Hollnagel, 2009 e Xiao et al., 2010).

O trabalho de (OLSON, 2008) traz um exemplo bem claro ao propor uma discussão a respeito da velocidade de liberação de novos medicamentos do ponto de vista de gestão de saúde pública em órgãos do governo. Por um lado a rápida disponibilização de medicamentos novos ou experimentais pode fazer a diferença no tratamento de doenças agressivas como o câncer, por outro lado, arrisca-se um maior número de reações adversas potencialmente perigosas e até mesmo fatais.

Mörel, Amalberti e Chauvin (2008) se dedicaram a abordar a problemática de equilíbrio de metas no campo de gestão operacional. Sua pesquisa descreve os conflitos vividos por capitães de traineiras de pesca oceânicas em situações extremas como mau tempo, múltiplas falhas de equipamento e fadiga. A discussão se dá entre a possibilidade de retornar ao porto sem a cota contratual (de pesca) e aceitar prejuízos financeiros (mas permanecer em segurança) ou sujeitar-se a operar em situações extremamente hostis, arriscando muitas vezes a integridade da embarcação, seus equipamentos e até mesmo a própria vida e de seus companheiros em busca de uma meta específica de produção. Outros trabalhos abordaram ainda questões relacionadas ao campo transportes, como o conflito de pressa contra segurança ao se utilizar dispositivos como celular durante a condução de veículos (LIU; LEE, 2006) e a maior propensão ao risco de motoristas com carros equipados com dispositivos de segurança adicionais como Airbags e freios ABS (WINSTON; MAHESHRI; MANNERING, 2006).

As características dos cenários abordados em muitos estudos que envolvem gestão de metas conflitantes traz uma oportunidade direta para interação com o campo de tomada de decisão naturalista (veja: Carroll, 2006). Muitos deles envolvem as características essenciais descritas no capítulo 2 como pressão de tempo, consequências severas e o envolvimento de profissionais de grande expertise e experiência em seus campos de atuação (*e.g.* médicos cirurgiões, bombeiros em operações de resgate, situações de combate militar entre outros).

Conforme discutido na seção anterior, a necessidade de conciliar metas conflitantes surge muitas vezes de forma emergente devido à necessidade de adaptação em sistemas complexos, como forma de lidar com a variabilidade. Uma proposta recente para a modelagem da variabilidade em sistemas sociotécnicos é o Functional Resonance Analysis Method ou FRAM (Método de Análise de Ressonância Funcional - HOLLNAGEL; HOUNSGAARD; COLLIGAN, 2014; HOLLNAGEL, 2012) descrito a seguir.

3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE RESSONÂNCIA FUNCIONAL – FRAM

Ao longo dos anos, diversas teorias trouxeram contribuições importantes para a análise da variabilidade do desempenho humano em sistemas complexos. Em especial, estudos provenientes do campo de engenharia de resiliência e fatores humanos têm argumentado em favor de novos modelos e métodos buscando uma compreensão sistêmica dos erros e acertos dos atores destes sistemas (veja: Dekker, 2004, 2006 e Herrera; Woltjer, 2010).

O método de análise de ressonância funcional (Functional Resonance Analysis Method – FRAM) vem sendo desenvolvido por Hollnagel (2004, 2012) para uso em sistemas complexos com o intuito de proporcionar uma maneira de descrever os produtos de um sistema ou atividade por meio da análise da influência da variabilidade em múltiplas funções dentro de um sistema. Nesta abordagem, o autor apresenta a terminologia de “função” não como uma relação matemática em que um argumento determina um valor, mas sim a uma relação entre objetivos e meios que descreve especificamente o que os atores de um sistema, individual ou coletivamente, precisam fazer para alcançar um determinado objetivo. O método é baseado em quatro princípios fundamentais (HERRERA; WOLTJER, 2010; HOLLNAGEL, 2012): (a) a equivalência de sucessos e fracassos; (b) os ajustes aproximados; (c) o princípio da emergência; e (d) o princípio de ressonância funcional.

A equivalência de sucessos e fracassos se baseia em conceitos de engenharia de resiliência e argumenta que em sistemas sociotécnicos complexos, a adaptabilidade dos atores envolvidos é uma das características fundamentais que conferem eficiência e funcionalidade a estes sistemas. Contudo, a variabilidade no desempenho associada a esta necessidade de constante adaptação entre regras, recursos e cenários também implica em eventuais combinações desastrosas que eventualmente levam a erros e acidentes. Desta forma, têm-se simultaneamente na variabilidade os motivos pelos quais os sistemas sociotécnicos funcionam e falham.

O segundo princípio argumenta que tanto o desempenho dos atores de um sistema complexo quanto às próprias condições encontradas são variáveis e, portanto, ajustes precisam ser feitos constantemente para que se consiga desempenhar de forma eficiente, compensando a variabilidade. Este princípio está fortemente associado ao argumento de subespecificação de sistemas apresentado por Perrow (1984) e Snook (2002) discutido anteriormente.

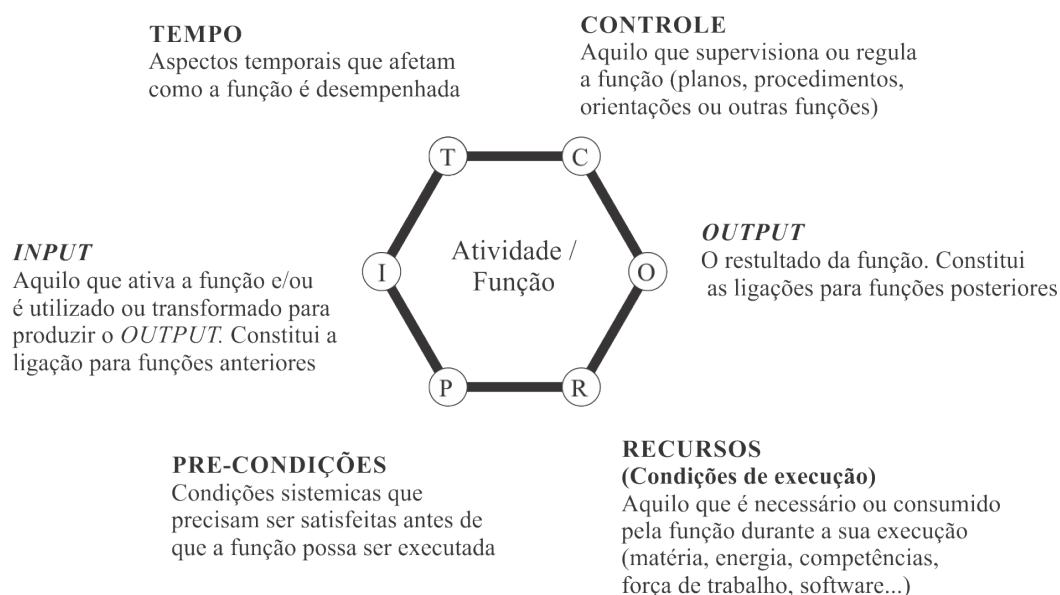
O princípio de emergência argumenta que em sistemas complexos os resultados são emergentes e não resultantes, pois dificilmente podem ser decompostos e analisados de forma a encontrar causas associadas exclusivamente a componentes específicos. Desta forma, a abordagem não se limita simplesmente à identificação de funções e ações, mas da busca de sentido no entendimento de que algumas situações que podem ter influenciado um determinado resultado são transientes ou únicas e que mesmo estas podem, por sua vez, sofrer influência de outras condições não usuais, o que torna difícil o isolamento de elementos que conduzem a um determinado sucesso ou falha.

Por fim, o princípio da ressonância funcional argumenta que muito embora a variabilidade de um componente ou função isolada geralmente não seja suficiente para causar grandes modificações no resultado de um sistema complexo, a variabilidade de diferentes funções pode se combinar de forma não prevista e provocar consequências não lineares levando a resultados de grandes proporções. O termo ressonância é utilizado neste contexto no sentido de evidenciar o efeito de uma função nas demais, que pode tanto neutralizar a variabilidade existente no sistema, como se combinar para provocar efeitos particularmente pronunciados.

Uma análise baseada em FRAM consiste em 4 etapas, que podem ser reiteradas conforme a necessidade (HOLLNAGEL, 2012): (a) identificação e descrição de funções essenciais do sistema; (b) identificação da variabilidade; (c) agregação da variabilidade; e (d) recomendações.

A primeira etapa de uma análise FRAM 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. Durante este processo, o método preconiza a caracterização de cada atividade ou função em relação a seis aspectos: *Input* (entradas), *Output* (saídas), *Preconditions* (precondições), *Resources* (recursos), *Time* (tempo) e *Control* (controle) conforme ilustrado na figura 4.

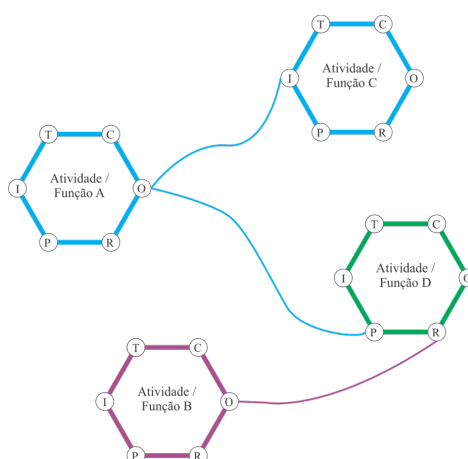
Figura 4 - Representação de uma Atividade ou Função no FRAM, acompanhada de seus seis aspectos característicos



Fonte: Adaptado de Hollnagel, Hounsgaard e Colligan (2014, p. 29, tradução nossa)

A caracterização de cada função identificada serve como base para a descrição de como o trabalho sendo analisado realmente ocorre na prática. Uma vez definidas e caracterizadas, as funções são acopladas entre si de acordo com a investigação realizada sobre o funcionamento do sistema. Nesta proposta, cada função pode servir às demais de forma diferente. Por exemplo, o resultado de uma função (*output*) pode fornecer os recursos ou precondições para outra função, que por sua vez pode ser responsável pelo controle de uma terceira. As ligações visam refletir este tipo de interação, facilitando a visualização e compreensão do funcionamento do sistema, bem como a identificação de pontos críticos para o estudo da variabilidade. O acoplamento de diferentes funções é exemplificado na figura 5:

Figura 5 – Exemplo de acoplamento entre Atividades/Funções na modelagem FRAM



Fonte: O autor (2014)

O segundo passo consiste em observar a variabilidade em cada uma das funções identificadas. Neste sentido, se propõe a abordar tanto a variabilidade potencial, quanto à esperada. Em termos práticos, observa-se a influência de diferentes fatores da caracterização no resultado (*output*) produzido por uma determinada função e seu resultado no funcionamento geral do sistema. Herrera, Woltjer (2010) e Hollnagel (2012) destacam que as funções podem sofrer influência de fatores tecnológicos (tipicamente pouco variáveis, mas possíveis por motivo de manutenção ou uso inadequado), humanos (fatores fisiológicos, treinamento, comunicação, entre outros) e organizacionais (cultura organizacional, conflito de metas, entre outros).

O terceiro passo se dedica a compreender os efeitos em cadeia da variabilidade de diferentes funções, efetivamente analisando seus efeitos na estabilidade e funcionamento do sistema como um todo. Nesta etapa, a análise dos diferentes fatores busca revelar quais deles exercem influência positiva ou negativa (*i.e.* aumentam a variabilidade ou dificuldade ou exercem papel homeostático no sistema). Um exemplo característico pode ser relacionado com os recursos disponíveis em uma situação de coordenação de voos utilizada na introdução deste trabalho: o cancelamento de um voo no aeroporto de origem gerando a indisponibilidade de uma aeronave e uma tripulação no aeroporto de destino. Se a função hipotética “coordenação de voos” dispuser de amplos recursos advindos de outras funções como aeronaves disponíveis (*output* da função hipotética manutenção) e tripulantes disponíveis (*output* da função hipotética escala), os recursos exercerão papel homeostático, neutralizando

o efeito da variabilidade. Por outro lado, a inexistência destes recursos pode induzir a uma solução através do controle da função coordenação (*e.g.* tomada de decisão): cancelar voos subsequentes daquela aeronave e tripulação, atrasá-los até que recursos estejam disponíveis, ou remanejar os demais voos para acomodar os passageiros não atendidos. Cada uma das possíveis soluções propostas envolve a interação com módulos de outras funções, acessando possibilidades e consequências diferentes.

O último passo da execução do FRAM consiste em propor maneiras de gerenciar possíveis ocorrências de variabilidade de desempenho não controladas (o que o autor chama de condições possíveis de ressonância funcional). Este processo pode ocorrer através da eliminação de riscos, desenvolvimento de barreiras (prevenção), facilitação de sistemas e processos (para que sejam mais fáceis de utilizar ou menos propensos a erros) e contenção, que se aplica em mitigar as consequências do que as demais medidas não forem capazes de solucionar.

Algumas aplicações recentes do FRAM incluem o estudo de resiliência de controle de tráfego aéreo e estudo de acidentes aéreos (DE CARVALHO, 2011; WOLTJER; HOLLNAGEL, 2008), ferramenta de análise de risco para transporte de combustível nuclear (LUNDBLAD; SPEZIALI, 2008) e análise de segurança para supervisão de transporte ferroviário (BELMONTE et al., 2011). Embora relativamente recente, o método tem sido apresentado como uma ferramenta consistente para a abordagem da variabilidade em sistemas complexos.

3.4 CONSIDERAÇÕES PARA A PESQUISA

O crescente número de publicações levantadas abordando temas relacionados ao equilíbrio de metas conflitantes indica que o assunto está em pauta em diversas áreas do conhecimento. As características de funcionamento de sistemas sociotécnicos complexos, associadas à variabilidade do desempenho humano se apresentam como importantes desafios de gestão.

A proposta do FRAM é relativamente recente, contudo, oferece ferramentas úteis para a modelagem e compreensão da variabilidade em sistemas complexos, tanto para a investigação de acidentes/incidentes como para a análise das situações de crise e conflito que

esta pesquisa se propõe a realizar. Desta forma, uma visão sistêmica das interações dinâmicas presentes, contribui para um enriquecimento do entendimento do papel da tomada de decisão neste contexto.

Esta pesquisa propõe a utilização do FRAM para o mapeamento das diferentes funções do CCO de uma empresa aérea de transporte regular. Este mapeamento será realizado em torno das funções centrais à tomada de decisão no contexto de gestão de interrupções de voo intencionando, portanto, definir pontos críticos da funcionalidade deste sistema bem como seus principais pontos de fragilidade e robustez. Desta forma, a proposta de aplicação do FRAM busca a construção de um modelo de funcionamento do CCO que vai além de suas estruturas físicas e hierárquicas: a modelagem busca uma compreensão do sistema de controle de operações envolvendo a gestão de interrupções de voo, observado a partir do CCO, mas demonstrando como este sistema funciona e não somente como está estruturado.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve os procedimentos utilizados durante as diferentes etapas desta pesquisa. Sua estrutura inicia com a apresentação da caracterização do estudo, do caso e da unidade de análise. Na sequência será apresentado um desenho da pesquisa e a discussão dos procedimentos de coleta e análise de dados. Ao final do capítulo são expostas as propostas de validação de roteiros e resultados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa consiste em um estudo de caso único, de natureza exploratória, com abordagem qualitativa e temporalidade transversal. Para Yin (2003), estudos de caso são investigações empíricas que investigam fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em especial quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Esta estratégia de pesquisa se baseia em múltiplas fontes de evidência, com dados convergentes para triangulação. Desta forma, se torna ideal para o entendimento das dinâmicas presentes em contextos específicos (EISENHARDT, 1989).

A natureza exploratória deste trabalho se baseia no conceito descrito por Gil (2010, p.27), a qual “tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.” Ainda segundo o autor, esta abordagem é adequada a temas ainda pouco explorados, tornando difícil a formulação de hipóteses precisas e operacionalizáveis.

A escolha pelo enfoque qualitativo se alinha com a proposta da pesquisa, pois este trabalho não se propõe a realizar medições numéricas ou quantificar estatisticamente os problemas propostos. Para Sampieri, Collado e Lúcio (2006) as abordagens qualitativas contribuem para estudos em profundidade de fenômenos sociais, permitindo sua observação e compreensão em seus ambientes naturais, buscando uma reconstrução da realidade na forma como é percebida por seus atores.

A classificação deste estudo como sendo de temporalidade transversal visa deixar claro que embora a coleta de dados aconteça em oportunidades distintas, esta pesquisa não se

destina em observar qualquer tipo de evolução ou modificação do processo ao longo do tempo de observação. A proposta consiste em descrever o funcionamento atual do sistema e não em pesquisar como ele se modifica ao longo do tempo de observação (FLICK, 2010).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO CASO E UNIDADE DE ANÁLISE

O caso selecionado para estudo é uma empresa de transporte aéreo regular que opera em todo o território brasileiro. Mais especificamente, a tomada de decisão associada à gestão de interrupções de voos e de metas conflitantes nestes contextos. A escolha da empresa participante se deu por 3 motivos principais:

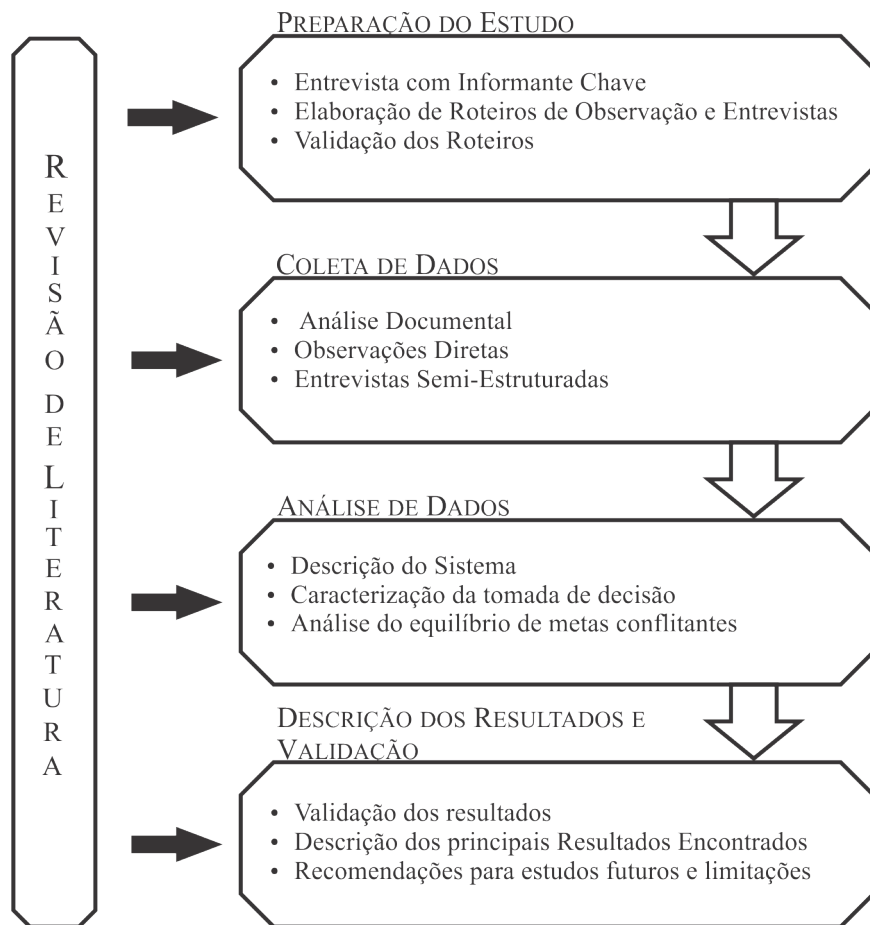
- a) o grande volume de interações entre diferentes recursos e contextos ao longo de um dia normal de operações, o que implica na necessidade de tomada de decisões como mecanismo de controle da variabilidade (a empresa opera aproximadamente 900 voos diários, que envolvem atendimento de passageiros, despachos de bagagem, abastecimento e manutenção de aeronaves, alocação de tripulações, entre outros);
- b) o tipo de estrutura de controle utilizada (CCO), envolvendo vários decisores, interagindo com diferentes funções especializadas; e
- c) o tipo de contexto no qual as decisões são tomadas, com restrição de tempo, recursos e consequências significativas das decisões, implicando na necessidade de conciliação de metas conflitantes.

A tomada de decisão dos gerentes operacionais é o objeto de estudo central deste trabalho, contudo, não é possível separar a tomada de decisão das peculiaridades do ambiente em que ela acontece. Portanto, este trabalho toma como unidade de análise o sistema de controle de operações e sua relação com gestão de interrupções de voo, observado a partir de o CCO da empresa aérea pesquisada, não como estrutura física ou sistema tecnológico, mas como sistema cognitivo (KLEIN; WIGGINS; DOMINGUEZ, 2010) composto pelos seus decisores e as funções internas e externas que influenciam suas decisões.

4.3 DESENHO DA PESQUISA

Esta seção apresenta um desenho esquemático das diferentes etapas da pesquisa (figura 6), e a descrição dos procedimentos associados à sua condução.

Figura 6 - Desenho da Pesquisa



Fonte: O autor (2014)

4.3.1 Preparação do estudo

Esta etapa consistiu na realização dos contatos iniciais realizados com o departamento de operações da empresa de transporte aéreo, a discussão dos termos de execução da pesquisa, incluindo aspectos de confidencialidade e acesso a informantes, dados e documentos. Uma carta de apresentação do projeto foi enviada à empresa juntamente com um termo de confidencialidade delimitando os aspectos a serem pesquisados.

Conforme mencionado na seção anterior, nesta etapa também foi realizada uma entrevista aberta com um informante-chave, membro do departamento de segurança de voo da empresa. O departamento de segurança de voo tem papel operacional e estratégico, uma vez que se envolve com a supervisão e fiscalização dos demais departamentos da empresa (inclusive o CCO). Além do seu envolvimento com este departamento, o informante possui experiência como piloto e desenvolve pesquisas em temáticas adjacentes ao assunto deste estudo. O que o qualifica por sua atuação nas áreas técnicas, administrativas e acadêmicas. Este informante intermediou as autorizações técnicas e legais ao longo da execução desta pesquisa, bem como o acesso a áreas e documentações restritas.

A entrevista teve duração aproximada de duas horas e quinze minutos. Nela foram abordados tópicos relacionados à estrutura e organização hierárquica do CCO, a estrutura dos turnos de trabalho, nomes e posições de gerentes operacionais responsáveis pela autorização de diferentes etapas da pesquisa, bem como possíveis documentos existentes a serem analisados e os trâmites para sua disponibilização.

Com base na revisão teórica apresentada nos capítulos 2 e 3 desta dissertação, somados aos dados obtidos durante a entrevista com o informante-chave foram elaborados roteiros para a coleta de dados. Os roteiros foram validados por 2 pesquisadores com conhecimento e experiência nos campos de Tomada de Decisão e Resiliência Organizacional. A validação com cada pesquisador ocorreu em ocasiões distintas.

4.3.2 Coleta de dados

A coleta de dados se utilizou de 3 fontes: documentos, observações em campo e entrevistas.

4.3.2.1 Análise documental

Durante a execução da pesquisa foram disponibilizados alguns documentos que foram analisados e posteriormente utilizados para triangulação dos dados provenientes das observações e entrevistas. Uma breve descrição deste material 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.
- b) **Boletins e Alertas do CCO:** Um conjunto de 44 boletins e 20 alertas estavam em vigência ao longo desta pesquisa. Estes documentos são expedidos por diversos setores da empresa (e.g. Departamento de Engenharia, Segurança de Voo, etc.) e contêm informações e instruções especiais sobre as atividades do CCO. Estas informações vão desde orientações para preenchimento de relatórios específicos até restrições específicas para determinados aeroportos, ou procedimentos e práticas para eventos particularmente críticos.
- c) **Manual Geral de Aeroportos:** contém informações de procedimentos utilizados por gerentes de aeroportos da empresa envolvendo a operação normal e regulamentações sobre direitos e deveres de diversas situações, incluindo políticas sobre cancelamentos e atrasos de voos.

Adicionalmente, um controle estatístico de atrasos e cancelamentos é mantido por solicitação da agência reguladora (ANAC). Contudo, o pesquisador não teve acesso a estes registros.

4.3.2.2 Observações em campo

Esta etapa teve como objetivo a construção de um modelo de funcionamento do centro de controle de operações da empresa, ampliando o entendimento de como cada área específica executa sua função e quem são os indivíduos responsáveis pela tomada de decisão envolvendo o gerenciamento de interrupções de voo. O desenvolvimento do modelo proposto possibilitou um melhor entendimento da estrutura e funcionamento do sistema, permitindo a identificação de seus pontos críticos bem como decisores-chave a serem entrevistados.

A técnica selecionada para esta etapa foi a de observação direta (YIN, 2003), consistindo no acompanhamento de execução de todas as funções do CCO para observar seu

funcionamento e condições ambientais relevantes à análise de tomada de decisão. A observação foi complementada por entrevistas semiestruturadas. Este roteiro de observações e entrevistas (Apêndice A) foi desenvolvido e validado com a intenção de possibilitar a construção de um modelo baseado no Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) apresentado no capítulo 3, identificando cada uma das principais funções associadas e suas respectivas entradas, saídas, recursos, mecanismos de controle/supervisão, condições e restrições de tempo (quando aplicáveis). É importante salientar que este mapeamento busca compreender como o trabalho é realmente realizado em cada uma das principais funções, independente das regras e recomendações existentes nos manuais de padronização da empresa. Esta abordagem possibilitou compreender o que o sistema realmente faz, indo além excedendo as limitações de suas estruturas físicas e hierárquicas, conforme proposto por Hollnagel (2012).

A entrevista aberta realizada durante a etapa de preparação do estudo revelou que o regime de trabalho no CCO é constituído por diferentes equipes que trabalham em turnos contínuos de 6 horas. Estas equipes se dividem em quatro grandes áreas, cada uma com seu próprio gerente específico: (a) manutenção; (b) escala de pessoal; (c) despacho de voos; (d) coordenação de voos.

Como cada área trabalha com diferentes equipes, tornou-se necessário a observação de pelo menos dois turnos em cada área, de forma a compensar eventuais diferenças de experiência, e práticas individuais. As observações foram realizadas ao longo de duas semanas, em oportunidades distintas, totalizando aproximadamente de 85 horas em campo. A necessidade de observar e entrevistar os peritos durante seu horário de trabalho tornou imprática a gravação das entrevistas: 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. Os dados coletados durante as observações e entrevistas foram armazenados em um diário de campo que posteriormente foi transcrito.

Os dados do diário de campo foram triangulados com os documentos disponíveis e resultaram em uma modelagem FRAM de 18 funções do CCO. A construção da representação gráfica do modelo foi inicialmente conduzida com o software FRAM Model Visualizer 0.2.0, contudo, sua edição final foi realizada com o software Corel Draw X7, o que possibilitou uma melhor resolução e controle de cores para visualização.

4.3.2.3 *Entrevistas para a Caracterização da Tomada de Decisão*

O objetivo desta fase foi elicitare conhecimento dos decisores responsáveis pela gestão de interrupções de voos. Em especial, quais **indicações** são utilizadas para identificar e solucionar problemas em suas respectivas funções, como **objetivos** específicos são construídos em cada cenário, quais as **expectativas** geradas e quais **ações** são tomadas para a resolução de eventos de interrupção de voos. Estes elementos são a base para identificação e resolução de problemas propostos no modelo de RPD da perspectiva naturalista de decisão, apresentados no capítulo 2, que busca capturar a decisão em seus contextos naturais (i.e. não controlados).

Para alcançar este objetivo, foi desenvolvido um roteiro de entrevistas semiestruturadas baseadas no protocolo de Critical Decision Method (CDM - Apêndice B). Esta abordagem é baseada em entrevistas episódicas, e utiliza uma série de perguntas (probes) para acessar conhecimentos específicos relacionados à tomada de decisão na resolução de problemas em contextos considerados desafiadores pelos decisores. (CRANDALL; KLEIN; HOFFMAN, 2006; KLEIN; CALDERWOOD; MACGREGOR, 1989).

As técnicas de CDM foram desenvolvidas com o propósito de estudar como peritos estruturam cognitivamente suas decisões em cenários particularmente complexos. Hoffman e Militello (2008), observam que o método foi desenvolvido por praticantes da TDN e até hoje permanece entre as ferramentas mais utilizadas por praticantes desta abordagem para elicitare conhecimento de experts a respeito da estruturação cognitiva de seus processos decisórios, complementando de forma eficaz estudos baseados no modelo de RPD.

Na proposta do CDM, a captura dos elementos do modelo de RPD (i.e. indicações, objetivos, expectativas e ações) é associada ao contexto descrito por cada entrevistado em seus eventos críticos de decisão. Desta forma, embora constrangimentos¹ relacionados não sejam inventariados de forma exclusiva explícita, estes elementos estão presentes de forma muito forte em cada um dos cenários estudados.

Este método é particularmente interessante como forma de contornar a dificuldade de ter de aguardar a ocorrência de um evento onde se possa observar o expert em ação. Esta

¹ Constrangimentos se refere a um termo cunhado no campo de engenharia de resiliência e se refere às limitações e problemas enfrentados por cada decisor.

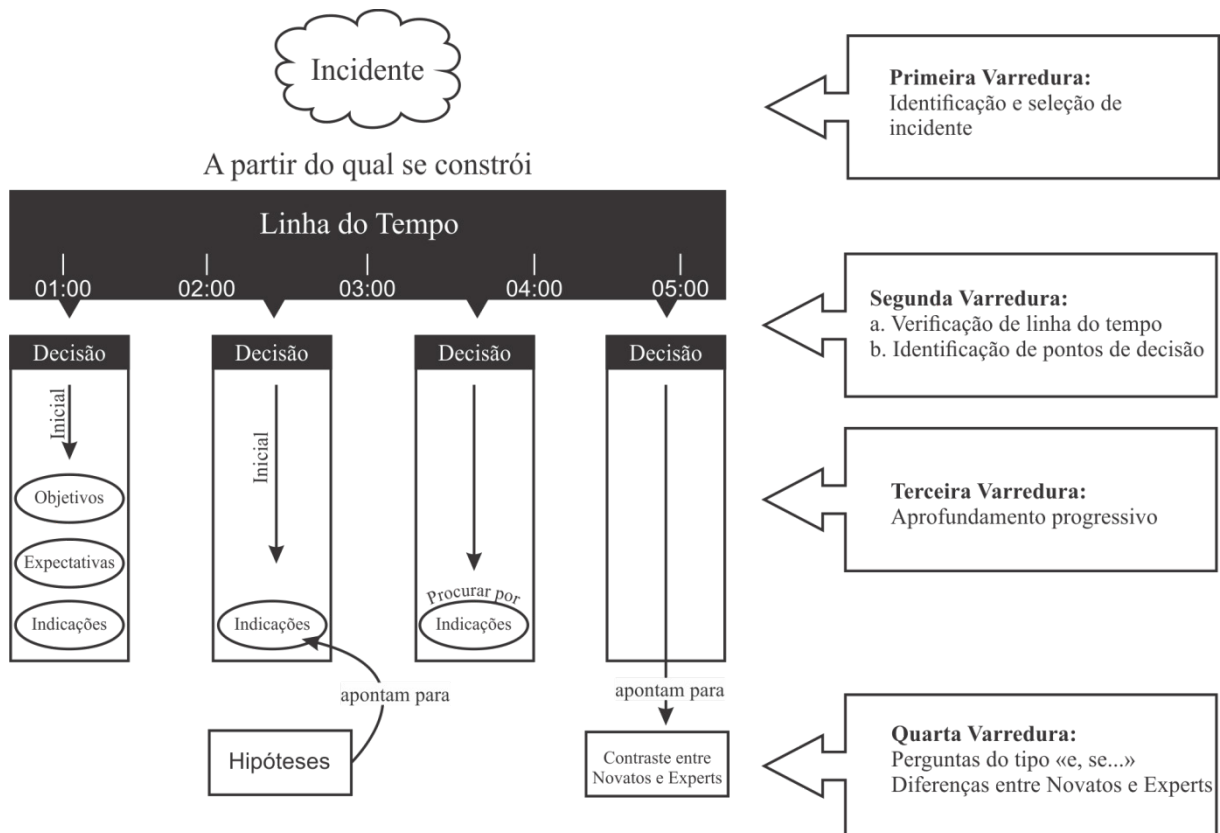
estratégia também é apontada por Crandal, Klein e Hoffman (2006) como uma abordagem especialmente alinhada com a identificação:

- a) das indicações ou padrões que experts percebem;
- b) das regras não escritas que eles desenvolveram para atuar em seus campos;
- c) dos tipos de decisão que precisam tomar;
- d) dos elementos que tornam as decisões difíceis;
- e) dos elementos que tornam alguns casos típicos; e
- f) dos elementos que compõem situações especiais ou raras.

O protocolo de CDM é descrito por Klein (1989) em uma de suas primeiras versões e, mais recentemente por Crandall, Klein e Hoffman (2006) onde sugere sua condução durante as entrevistas em quatro etapas: a seleção de um incidente junto ao entrevistado, a construção de uma linha do tempo (quando aplicável/interessante para a compreensão), o aprofundamento, onde se faz a maioria das perguntas e finaliza com uma rodada de questões exploratórias com perguntas do tipo “e se...”.

Nas duas últimas etapas em especial, existe possibilidade de constatar dificuldades envolvendo o equilíbrio de metas conflitantes e elementos que façam o decisor recorrer à sua experiência e expertise para fechar lacunas em contextos onde não existem regras específicas. A figura 7 traz uma representação gráfica das etapas de condução de uma entrevista de CDM.

Figura 7 – Estrutura de uma entrevista baseada em CDM



Fonte: Traduzido de Crandall, Klein e Hoffman (2006, p 74, tradução nossa).

Existe uma recomendação para que a condução de entrevistas de CDM seja realizada por dois entrevistadores (CRANDALL; KLEIN; HOFFMAN, 2006 p.280): um conduz a entrevista e o segundo se encarrega de anotações e observações adicionais, minimizando a quantidade de informação perdida. Nesta pesquisa, o autor conduziu todas as entrevistas de forma independente. Para compensar a ausência do segundo entrevistador, as entrevistas desta etapa foram gravadas e transcritas. Foram entrevistados 8 coordenadores de voo, dos quais 2 ocupam cargo de supervisores. Todos os participantes da pesquisa foram avisados dos propósitos do estudo e receberam uma via do termo de consentimento (Apêndice C), para sua segurança e orientação. A tabela 1, abaixo, apresenta alguns dados sobre os entrevistados.

Tabela 1 – Experiência de trabalho dos entrevistados

Entrevistado	Tempo de Empresa (anos)	Experiência em CCO (anos)
E1	5	15
E2	3,5	6
E3	2	6
E4	0,75	7,5
E5	3,5	6,5
E6	5	12
E7	3	6
E8	3,5	19
Média (Anos)	3,3	9,8

Fonte: O autor (2014)

Embora o tempo médio na empresa seja de apenas 3,3 anos, a elevada média de tempo de trabalho em CCO (9,8 anos) corrobora a importância da experiência para as funções de decisão envolvendo a gestão da malha de voos (principal atividade do CCO). A busca por entrevistas adicionais foi encerrada ao se constatar que o corpo de desafios sendo relatados pelos entrevistados já estavam se repetindo regularmente e havia poucas perspectivas de contribuições adicionais para os objetivos deste estudo (saturação).

4.3.3 Análise de dados

Esta seção descreve como foram tratados os dados coletados durante as demais etapas da pesquisa.

A entrevista aberta, concedida durante a preparação do estudo por um representante da empresa foi gravada, mas não foi transcrita, pois não era previsto nenhum tipo de análise adicional das informações nela contida. Os dados obtidos a partir deste encontro inicial forneceram subsídio para a elaboração dos roteiros iniciais de observação e entrevistas semiestruturadas que foram utilizados nas etapas de categorização do sistema e de análise de tomada de decisão e equilíbrio de metas de conflitantes.

A análise documental proposta para esta etapa se deu através da leitura dos respectivos materiais e forneceu apoio tanto para a estruturação do modelo de funcionamento do CCO como subsídio para a condução das entrevistas. As anotações do diário de campo elaborado com base nas observações realizadas foram trianguladas com a documentação disponibilizada

e a teoria exposta no capítulo 3 para a construção de um modelo de funcionamento das funções do CCO a partir do método FRAM.

As entrevistas da etapa de análise de tomada de decisão e equilíbrio de metas conflitantes foram gravadas e transcritas para posterior análise categorial no software Max QDA 11. A categorização foi feita de acordo com a proposta de criação de Registros de Avaliação Situacional (Situational Assessment Records, demonstrada por Klein, Calderwood e Macgregor, 1989). Esta proposta é utilizada para organizar os resultados da análise das entrevistas aplicadas com o protocolo de CDM, os relacionando com o modelo de RPD. Por meio desta técnica se busca:

- a) identificar os eventos de decisão relatados durante a entrevista episódica;
- b) destacar as indicações e conhecimento utilizado para avaliar a situação exposta;
- c) identificar os objetivos que foram traçados;
- d) identificar as expectativas criadas para o processo de resolução de problema; e
- e) identificar ações que foram tomadas nos respectivos eventos de decisão.

Nesta análise, se intenciona identificar, além dos elementos que dão suporte à tomada de decisão em cada área, os possíveis tradeoffs realizados para buscar o equilíbrio entre as diferentes metas conflitantes (*e.g.* produção e proteção), bem como a sua influência na decisão final para a recuperação da malha de voos e a capacidade de resposta do sistema frente a situações de interrupção de voos.

A descrição dos resultados finais foi construída à medida que a análise dos dados relacionados a cada objetivo específico foi ficando pronta. O quadro abaixo apresenta a proposta de triangulação de dados de diferentes fontes conforme sua utilização nesta pesquisa.

Quadro 2 – Etapas do estudo, objetivos específicos, métodos de coleta de dados e triangulação

Etapas	OBJETIVOS	COLETA DE DADOS		
		DOCUMENTAL	OBSERVAÇÃO	ENTREVISTAS
Preparação do estudo	-	✓		✓
Descrição do Sistema (CCO)	1	✓	✓	✓
Análise de tomada de decisão e equilíbrio de metas conflitantes	2,3		✓	✓
Validação de resultados	1,2,3		✓	✓

Fonte: o autor (2014)

4.3.4 Validação de resultados

Esta etapa tem como objetivo a ratificação dos resultados obtidos.

4.3.4.1 Validação Preliminar

Uma vez concluída a modelagem FRAM, o autor retornou ao CCO e apresentou os resultados parciais há 8 gerentes operacionais do CCO para conferência e ajustes. Foram apontadas algumas correções e complementos que foram posteriormente implementados.

Ao longo da execução desta pesquisa, o autor teve a oportunidade de apresentar os resultados parciais da pesquisa (modelagem de sistema e entrevistas de tomada de decisão) a gerentes e especialistas de outra empresa aérea de porte comparável à empresa pesquisada. Cuidados especiais foram tomados para que todas as informações apresentadas não permitissem a identificação da empresa participante, garantindo assim seu anonimato. Esta visita à outra empresa serviu como procedimento inicial de validação dos resultados de modelagem de sistema e resultados das entrevistas a respeito de tomada de decisão.

4.3.4.2 Validação Final

Uma vez completa a análise de dados, a técnica selecionada para validação final da pesquisa é a de grupo focal, descrita por Gil (2010) como uma categoria de entrevista de grupo, onde o número de participantes varia entre 6 e 12 pessoas com o objetivo de proporcionar melhor compreensão do problema estudado. Segundo o autor, nesta modalidade, o pesquisador atua como moderador, questionando os participantes inicialmente de forma genérica, buscando maior detalhamento e profundidade no transcorrer da entrevista. Yin (2003) apresenta esta técnica como uma excelente alternativa quando se busca corroborar fatos.

Para esta etapa, foram reunidos representantes do departamento de segurança de voo da empresa, o Gerente Geral do CCO e o Diretor de Qualidade e Segurança Operacional. Uma apresentação detalhada foi montada para a discussão dos resultados encontrados, recomendações à empresa e possíveis prosseguimentos da pesquisa no futuro.

Um cuidado adicional foi tomado durante a fase de validação dos resultados: a apresentação de resultados aos gerentes administrativos foi realizada em ocasião diferente do que aos funcionários e gerentes operacionais do CCO. O motivo desta escolha foi evitar qualquer tipo de constrangimento em relação a comentários de resultados, uma vez que havia um fator de hierarquia envolvido.

5 DESCRIÇÃO DE RESULTADOS E ANÁLISE

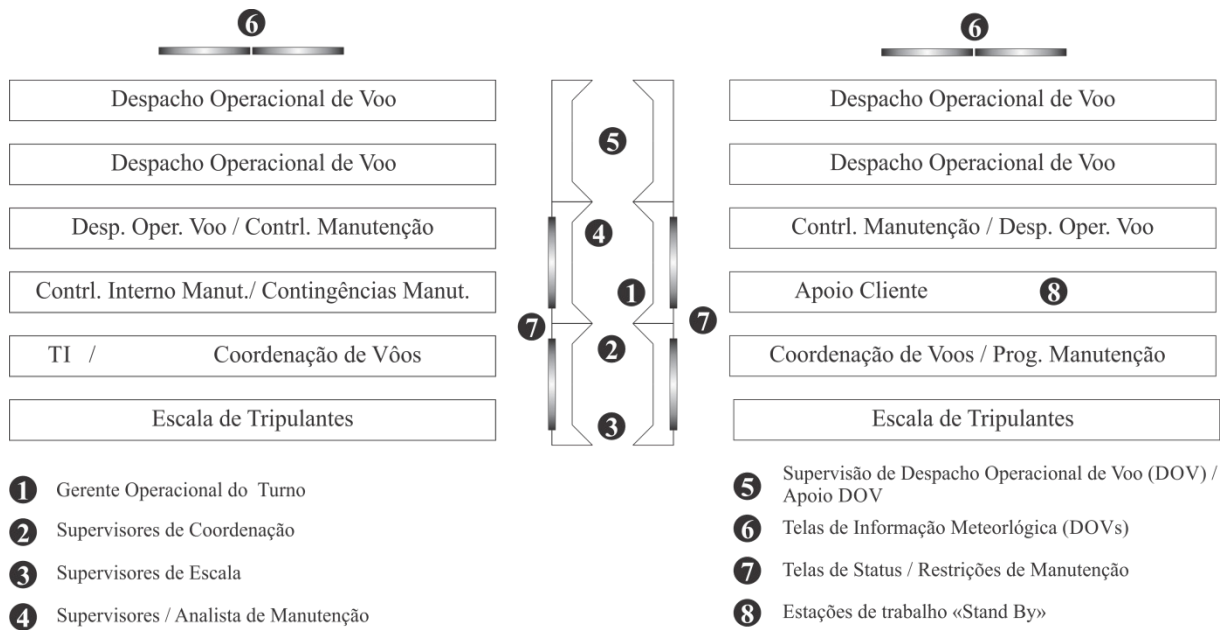
Este capítulo está organizado em 3 seções, conduzidas de forma que cada uma atenda a um dos objetivos específicos propostos para esta pesquisa. A análise dos resultados apresentados é discutida em conjunto com os mesmos.

5.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA E SUAS FUNÇÕES

O Centro de Controle de Operações da empresa aérea estudada é responsável pelo acompanhamento em tempo real de todas as operações de voo. Suas principais atribuições consistem em assegurar a execução dos planejamentos da escala de tripulantes, do programa de manutenção da frota e sua alocação para a execução dos voos, sejam estes regulares ou não. Para que isto aconteça, o CCO se mantém em operação em tempo integral, funcionando 24 horas por dia. A continuidade é mantida através de 4 turnos de 6 horas, executados diariamente por profissionais de diferentes especialidades, que trabalham buscando acomodar as contingências de forma a neutralizar ou pelo menos mitigar os efeitos da variabilidade encontrada.

A estrutura física do centro de controle é apresentada na figura 8. As estações de trabalho são dispostas de forma a facilitar o fluxo de informação e a comunicação entre as diferentes posições. Os supervisores (gerentes operacionais) se posicionam no centro do salão em três estações de trabalho com 4 posições cada, o que lhes permite ampla visão e fácil acesso a tudo o que está acontecendo. Estes supervisores também são responsáveis por 8 grandes telas distribuídas ao longo do salão, nas quais são reproduzidas informações específicas em tempo real como dados meteorológicos de diversos aeroportos e o status das aeronaves em manutenção, além de suas respectivas restrições operacionais. Ao redor desta seção central, 12 mesas com 8 estações de trabalho cada uma acomodam a distribuição do pessoal. As diferentes funções são agrupadas de acordo com sua atividade e alinhadas lateralmente com seus respectivos supervisores.

Figura 8 – Esquema de distribuição de estrutura e pessoal no Centro de Controle de Operações



Fonte: O autor (2014)

A intensidade do fluxo de informação, aliada a sua criticalidade e dinamismo, justifica que cada estação de trabalho seja dotada de monitores duplos e computadores individuais, ligados a um servidor, possibilitando o acesso a diferentes sistemas e informações de forma simultânea. Ao iniciar seu turno de trabalho, cada operador precisa fazer login em sua estação de trabalho, o que permite o rastreamento das modificações inseridas no sistema. Somado a isso, cada posição também é dotada de telefone com ramal próprio, onde todas as conversas telefônicas são gravadas integralmente. Isto possibilita a auditoria ou conferência de tudo o que foi tratado, ou mesmo qual informação foi acessada. Este processo de conferência é realizado de forma independente pelos gerentes da empresa em casos especiais onde se justifique a necessidade.

A seguir é apresentado um breve detalhamento das funções presentes no CCO e seu envolvimento com a resolução de contingências relacionadas à interrupção de voos. O nome real de algumas funções foi alterado de forma a manter o anonimato da empresa participante, as descrições, contudo, seguem fiéis ao seu funcionamento. Um conjunto de quadros específicos de cada função bem como sua descrição em seus respectivos aspectos, conforme proposto pelo método FRAM está disponível para referência no Apêndice D. A descrição realizada não tem o objetivo de ser exaustiva, mas sim apresentar uma “fotografia”, de quais aspectos são particularmente relevantes considerando a resolução de interrupções de voo,

objeto de estudo deste trabalho. As funções utilizadas para a modelagem aparecem em **negrito** nas subseções abaixo, as atividades adicionais relacionadas serão marcadas em *itálico*.

5.1.1 Funções relacionadas ao Despacho Operacional de Voo

Foram observadas duas funções relacionadas ao despacho operacional de voo dentro do CCO: o próprio despacho operacional de voo e a supervisão dos despachantes, cada uma desempenhando diversas atividades.

A função **Despacho Operacional de Voo** ocupa aproximadamente um terço das posições do CCO. Os profissionais que operacionalizam esta função são técnicos formados por curso regular junto à ANAC e são responsáveis por elaborar a documentação necessária a cada operação/voo e são chamados DOVs (despachantes operacionais de voo). Uma vez elaborada, esta documentação é inserida no sistema e disponibilizada para as bases nos aeroportos e, posteriormente, para os pilotos. O grupo de DOVs é distribuído por sua supervisão a cada turno em duas atividades principais, dividindo a documentação a ser produzida em atividades de *Balanceamento* e *Navegação Aérea*. Os profissionais são alocados de acordo com a necessidade do turno, podendo executar tanto uma quanto a outra. Durante seus turnos de trabalho, ambas as funções recebem um fluxo constante de informação, permitindo que a documentação para atender a todos os voos da empresa seja produzida “em série”. Nesta função, a variabilidade é suficientemente pequena de forma a possibilitar que um mesmo despachante elabore a documentação de múltiplos voos em minutos, contudo as peculiaridades e limitações individuais de cada operação (*e.g.* restrições de última hora em aeroportos e aeronaves) ainda impedem que esta função seja completamente automatizada.

A documentação relacionada à atividade de *Balanceamento* é elaborada a partir da informação como peso de carga, bagagens e o status de ocupação de cada voo, vindo direto dos aeroportos onde os clientes estão sendo atendidos. A instrução para distribuição do peso em cada aeronave específica é desenvolvida buscando uma operação otimizada, eficiente e segura. Os cálculos envolvidos nesta função são largamente influenciados por fatores como comprimento de pista de cada aeroporto, altitude, condições meteorológicas e restrições

operacionais de cada aeronave. Já a documentação relacionada à *Navegação Aérea* utiliza dados da rota prevista, informações meteorológicas e restrições operacionais das aeronaves e espaço aéreo para compor planejamentos de rota a ser seguida e determinando a quantidade de combustível requerido para a execução de cada rota e condição específica.

A **Supervisão de DOV** possui 4 posições no CCO mas somente duas delas são ocupadas por supervisores. Suas principais atividades incluem a *verificação de pendências e restrições* (e.g. manutenção) junto a outros supervisores, assegurando que os DOVs as recebam e possam realizar ajustes aos cálculos de performance adequadamente. Além disso, com base nestas restrições, também são responsáveis por *orientar o desvio de rotas* sendo planejadas para adequá-las ao desempenho presente de cada aeronave específica (e.g. algumas pendências de manutenção podem restringir a operação de uma dada aeronave em condições meteorológicas extremas, os supervisores então, orientam os DOVs encarregados a adaptar a rota de forma a adequá-la, ou um porção de carga que não possa ser utilizado devido a danos às redes de fixação). As outras duas posições restantes são normalmente alocadas aos dois DOVs mais experientes do turno. Esses desempenham uma atividade de *apoio, elaborando toda a documentação necessária aos planos contingenciais* elaborados pelo CCO (e.g. voos adicionais para suprir cancelamentos ou trocas de aeronaves ocorridas de última hora por motivos de manutenção).

5.1.2 Funções relacionadas à Manutenção

Dentro do CCO, observa-se 4 funções envolvidas com procedimentos de manutenção: **Controle, Contingências, Programação e Back-office**. Destas, apenas as 3 primeiras estão diretamente relacionadas com a resolução de interrupções de voo e foram inclusas na modelagem. A última função atende a parte mais burocrática de controle de pendências de manutenção e monitoramento, enviando relatórios de interesse do setor de engenharia e planejamento de manutenção (externos ao CCO). As demais funções são descritas a seguir.

O **Controle de Manutenção** é a função responsável por realizar a ponte entre o CCO e as informações da linha de frente a respeito da necessidade e andamento de procedimentos contingenciais relacionados à manutenção. Entre suas principais atividades estão a *orientação e apoio aos mecânicos* atendendo a contingências de manutenção diretamente nos aeroportos

durante a operação, *confirmando procedimentos a serem executados* e fornecendo orientações em caso de dúvida e o *monitoramento da formalização de documentos e assinaturas* para liberação de aeronaves após serviços de manutenção. Através da análise e processamento destas informações, esta função fornece ao CCO horários estimados para a resolução de eventos contingenciais de manutenção, que são essenciais para a elaboração de planos de contingência ao disponibilizar uma previsão de liberação de novas aeronaves para integrar a malha de voos.

Trabalhando junto à função de Controle de Manutenção, a função de **Contingências de Manutenção** se dedica a *atender as necessidades de materiais, ferramentas e especialistas* para a execução de serviços de manutenção contingenciais. É acionada quando um evento de manutenção não programado ocorre em uma localidade onde a falta de qualquer um destes elementos é constatada, impossibilitando que a aeronave continue sua sequência de voos. Ao ser acionada, esta função inicia uma verificação imediata junto às diversas bases de manutenção, fabricantes, fornecedores e até mesmo outras empresas aéreas para encontrar o material requerido. Em paralelo, ocorre uma análise logística de como suprir todas as demandas necessárias à aeronave afetada, reestabelecendo sua condição de operação tão logo quanto possível. Suas atividades costumam incluir desde o *despacho destes materiais e pessoal* em um próximo voo da companhia (opção geralmente menos cara, mas nem sempre disponível), a utilização de voos de outras companhias, ou o *envio de uma aeronave* de pequeno porte especificamente para este fim (mais caro, mas muitas vezes a melhor opção por possibilitar a recuperação da aeronave prejudicada em menor tempo). Esta função possui autonomia para orçar e adquirir componentes conforme a necessidade de atendimento da frota diretamente com fornecedores e fabricantes.

O pessoal responsável pela **Programação de Manutenção** acompanha as operações do CCO, dando especial atenção aos planos de contingência elaborados: em grande parte dos eventos de interrupção de voos, os planos de contingência envolvem a substituição de voos alocados para uma ou mais aeronaves. Na prática, isto implica em modificar o local de pernoite de parte da frota no final do dia de operações. Durante os pernoites, uma parte da frota é mantida em solo em determinadas localidades com estrutura específica para a execução de serviços de manutenção agendados. Esta função carrega a responsabilidade de assegurar que todas as aeronaves com serviços de manutenção programados terminem suas sequências de voos em localidades com estrutura, material e pessoal adequado para que estes serviços possam ser executados. É importante observar que trocas são possíveis e ocorrem

regularmente, mas envolvem negociação e análise entre outras funções como coordenação de voos e sua supervisão. Isto visa assegurar que as aeronaves não fiquem impossibilitadas de operar no dia subsequente devido a pendências de manutenção “vencidas”. O grau de flexibilidade disponível para negociação envolve um sistema de prioridades baseado no tempo disponível para a execução de cada tarefa (ou grupo de tarefas) previamente agendada. Isto significa que aeronaves com tarefas pendentes para as próximas 24 horas envolverão uma análise extremamente criteriosa para sua cessão e troca do que aeronaves que ainda tem alguns dias disponíveis antes do prazo final para a execução de pendências.

A **Supervisão de Manutenção** conta com 2 supervisores e 1 analista. Estes supervisores são responsáveis por distribuir as implicações e encadeamentos de pendências de manutenção a outras funções do CCO, como coordenação de voos e despacho operacional (i.e disponibilizar a pendência de forma que os demais compreendam como ela limita as suas atividades). É deles também o controle de 4 das telas laterais que mostram de forma resumida o status de manutenção de aeronaves sendo reparadas e em operação, informação utilizada por diversas outras funções (na figura 8, indicadas pelos marcadores 6 e 7).

5.1.3 Funções relacionadas à Escala de Tripulantes

A área de escala de tripulantes se dedica à alocação de tripulações técnicas e comerciais (respectivamente pilotos e comissários) para atender a todas as programações de voo. Seu trabalho é largamente pautado pela Lei do Aeronauta (BRASIL, 1984) que estabelece regras e limites importantes para a jornada de trabalho e os períodos de repouso que precisam ser observados.

A escala possui três funções distintas dentro do CCO, responsáveis por diferentes segmentos da execução do planejamento de alocação de tripulações aos voos programados. As três funções de escala a serem descritas são: **Execução de Escala e Recuperação de Tripulantes, Logística de Tripulantes.**

A **Execução de Escala** monitora o andamento dos voos em execução e os voos planejados para as próximas 48 horas. Sua principal atividade envolve a *busca de alternativas para contornar contingências* de modo que as tripulações consigam cumprir suas jornadas de trabalho planejadas sem que excedam os limites legais vigentes. Esta função também é

responsável por *disponibilizar tripulações* para a execução dos voos extras conforme necessário. Isto é operacionalizado através de trocas ou de aproveitamento de tripulações que chegam de suas programações de voo ainda com lastro regulamentar para a execução de programações adicionais, ou ainda através do acionamento de tripulantes em sobreaviso (normalmente se apresentam em um HUB da companhia em até 90 minutos após serem convocados) ou reservas (tripulações cumprindo plantão nos HUBs da companhia, prontas para assumir programações de imediato).

As trocas necessárias realizadas na alocação de tripulações para a resolução de interrupções de voos inevitavelmente acabam gerando descontinuidades no planejamento de escala das tripulações. Estas descontinuidades podem ser agravadas por eventos adicionais, como por exemplo, um piloto que se torna indisponível para o trabalho por motivos de saúde costuma “abrir” programações de voo por vários dias, ou quando há atraso na liberação de uma nova tripulação em treinamento devido ao trâmite burocrático das licenças ou reprovações em cheques de rotina. Somado a isso, existe ainda a venda de voos extras e fretamentos comprados por agências de turismo e grupos independentes ou, ainda, durante eventos especiais como a copa do mundo. A acomodação de todas estas demandas futuras, no que se refere à alocação de tripulações cabe à função de **Recuperação de Tripulantes**, que trabalha garantindo a continuidade das programações da escala a partir de 48 horas a frente do que está sendo executado no momento.

Para a configuração de tripulação adotada pela companhia estudada (com 2 pilotos e um mínimo de comissários proporcional ao número de passageiros transportados - comum às demais empresas de transporte aéreo operando voos nacionais no Brasil), a jornada de trabalho típica é de até 11 horas, contadas a partir do horário de apresentação. Ao encerrar sua programação, a tripulação fica indisponível para voo por um período contínuo de 12 horas (chamado de repouso regulamentar), que se inicia 30 minutos após o “corte dos motores” em sua base contratual, ou a partir do momento em que a tripulação for colocada em um transporte para ser encaminhada a um local para repouso (hotéis) quando fora de sua base contratual. Os ajustes necessários ao planejamento de reservas e transportes para atender as tripulações são monitorados pela função de **Logística de Tripulantes** que, a partir de informações cedidas pela Execução de Escala, faz as devidas trocas e ajustes para que as tripulações disponham de acomodações e transporte assim que encerram sua jornada de trabalho. Caso isto não ocorra, o período de descanso da tripulação precisará ser estendido, o que provavelmente implicará em atrasos nas programações do dia seguinte.

A **Supervisão de Escala** trabalha com situações especiais como o bloqueio de tripulantes afastados por motivos médicos ou documentais (formalização de treinamentos e licenças), além de contribuir com as funções de execução de escala e recuperação de tripulantes nos ajustes necessários que fuja a situações cotidianas. É importante salientar que, por lidar com o lado humano da composição das contingências (as tripulações), as soluções disponíveis nem sempre são tão lineares como no caso do pessoal de manutenção ou coordenação de voos. Foi observada uma necessidade regular de negociação com os tripulantes ao se solicitar trocas de programação, que nem sempre aceitam facilmente trocar um voo especialmente rentável por uma folga não remunerada, ou cancelar uma programação de sua agenda particular para cobrir o voo de um colega que está indisponível.

5.1.4 Função relacionada ao Apoio ao Cliente

A função de **Apoio ao Cliente** funciona como um braço da diretoria de serviços ao cliente (externa ao CCO, e com funcionamento somente em horário comercial). O pessoal envolvido com essa função realiza a interface entre as bases da empresa nos diversos aeroportos em que opera e os planos de contingência do CCO. Auxilia tanto o CCO quanto as bases a *encontrar soluções para acomodação* de clientes em caso de atrasos muito longos ou cancelamentos avaliando seus respectivos impactos, bem como as *possibilidades de acomodação de passageiros* com outras empresas aéreas (endosso de passagem), hotéis, ou voos extras da própria empresa. Também presta apoio e faz o *acompanhamento em casos especiais* como clientes com condições médicas que necessitam de avaliação (comunicada antes do embarque) e transporte de órgãos para transplante.

5.1.5 Coordenação de Voos

A função de **Coordenação de Voos** é a “engrenagem central” do CCO quando o assunto é o contingenciamento e resolução de interrupções de voo. Trabalha continuamente com a detecção de problemas na execução das programações de voo, buscando isolá-los e impedir a propagação de seus efeitos. Para que isso ocorra, estes coordenadores e seus supervisores interagem ativamente com todas as demais funções do CCO, buscando

informações precisas para a elaboração de planos de contingência e alternativas para manter a malha de voo em funcionamento com o menor impacto às operações da empresa e ao atendimento aos clientes.

Durante a execução desta pesquisa, a função de **Coordenação de Voos** operou dividindo a frota entre 4 a 6 operadores (coordenadores), acrescidas de 1 ou 2 supervisores, dependendo do turno. A alocação de pessoal foi variável em função de férias e folgas administrativas e dependendo do tipo de problema sendo enfrentado: caso uma parte em particular da malha de voos esteja sofrendo com múltiplas interrupções, um número maior de coordenadores se dedica a resolver este problema, enquanto o restante do pessoal monitora o andamento dos voos que estão transcorrendo sem problemas.

A **Supervisão de Coordenação de Voos** faz o monitoramento de toda a frota, avisando os demais coordenadores de restrições ou alertas advindos de outras funções (e.g. manutenção). São encarregados de *avaliar as soluções elaboradas pelos coordenadores* de forma a conciliá-las, buscando sua consonância de forma a melhor atender a malha. Em casos realmente críticos, onde seja necessária (ou inevitável) uma grande quebra na malha de voos, com o cancelamento de um substancial número de programações, normalmente os supervisores e o gerente de turno são especificamente consultados para avaliar os impactos com mais profundidade. Estes supervisores também são encarregados de desencadear junto às bases o procedimento de *“operação prioritária”*, que solicita a máxima alocação de recursos e pessoal para o atendimento de um voo específico que está atrasado, buscando reduzir para o menor tempo possível a sua permanência em solo.

A função de **Gerência Operacional do Turno** representa o maior nível hierárquico dentre os operadores do CCO, respondendo diretamente aos diretores e gerentes administrativos. Normalmente é uma posição alcançada por supervisores (frequentemente da coordenação de voos) com notória experiência e capacidade de gestão. Além de monitorar o andamento da malha, interagem diretamente com os supervisores de todas as funções, acomodando demandas e priorizando contingências. Contudo, sua principal tarefa é de *buscar a convergência de todas as ações* tomadas, gerenciando recursos de forma a manter os níveis de resiliência do sistema.

5.1.6 Funções Extra CCO

As funções remanescentes são todas externas ao CCO, mas desempenham papel fundamental na execução das tarefas relacionadas ao gerenciamento de interrupções de voo.

O **Gerenciamento de Navegação Aérea** é prestado por um órgão governamental subordinado ao Comando da Aeronáutica chamado CGNA (Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea) situado no Rio de Janeiro. Sua principal atividade consiste na *acomodação da variabilidade* na capacidade e demanda nas diversas áreas onde o serviço de controle de espaço aéreo é prestado. Atua ativamente junto às companhias aéreas (que são autorizadas a manter funcionários próprios dentro de sua estrutura), *alertando sobre problemas no sistema* (suspensão das operações em aeroportos, fechamentos por meteorologia, áreas de congestionamento e saturação no espaço aéreo, entre outros). Além disso, consegue em situações especiais, *agilizar o trâmite burocrático* de parte da documentação de voo junto aos órgãos competentes (*e.g.* um novo plano de voo emitido por uma companhia aérea demora entre 30-45 minutos para entrar em vigor, o que pode atrasar uma saída em caso de um voo extra ou remanejado. O CGNA consegue entrar em contato com todos os órgãos envolvidos e fazer com que o plano de voo apresentado entre em vigor imediatamente).

O **Atendimento aos Voos nos Aeroportos** engloba um conjunto de atividades menores relacionadas ao atendimento de clientes, pesagem e carregamento de bagagens, provisionamento das aeronaves (com materiais para o serviço de bordo e para os tripulantes). Tem papel fundamental junto ao CCO, sendo responsável tanto pela comunicação dos horários de movimento das aeronaves (chegadas e saídas conforme executadas) quanto de quaisquer eventualidades que ocorram fora da normalidade e que afetem a capacidade de cumprir a programação planejada. O atraso ou a imprecisão na transmissão destas informações interfere diretamente na capacidade do CCO de gerar soluções às interrupções de voo na malha.

Além disso, esta função também é responsável pela execução da “operação prioritária” desencadeada pela função de **Supervisão de Coordenação**. Atividades envolvem uma maior alocação de pessoal e estruturas para o atendimento de um voo específico, reduzindo o tempo de embarque e desembarque de passageiros e bagagens. Este tipo de operação consegue reduzir entre 15% a 30% o tempo de permanência da aeronave em solo (dados da empresa pesquisada) e auxilia na absorção de atrasos acumulados ao longo das etapas anteriores.

Por fim, a função de **Manutenção (pista)** é realizada por técnicos e mecânicos que recebem as aeronaves da companhia após cada pouso. São responsáveis por *acompanhar o reabastecimento* e fazer uma *checagem da aeronave* para assegurar que o equipamento continua em condições de operação antes de cada decolagem. Ao serem comunicados pela tripulação ou encontrarem qualquer problema técnico com a aeronave, são corresponsáveis por avaliar a situação e determinar se a aeronave pode seguir em operação e em que condições. É deles também a responsabilidade de *comunicar a função de Controle de Manutenção* no CCO (já descrito) quaisquer discrepâncias que impeçam a execução das programações de voo conforme o planejado. Com base nas informações técnicas o CCO é capaz de confirmar qual o procedimento deve ser adotado, auxiliar com sua execução e estimar para a coordenação de voo, quanto tempo será necessário para que a aeronave retorne à condição de operação.

5.1.7 Modelagem FRAM

Com base nas observações realizadas junto à empresa participante, foi realizado um mapeamento de 18 funções do CCO, buscando criar um modelo do seu funcionamento durante o contingenciamento e a resolução de interrupções de voo. A modelagem segue as diretrizes do método de análise de ressonância funcional descrito anteriormente nos capítulos 3 e 4, associada à proposta de delimitação de sistemas cognitivos de Hollnagel e Woods (2005). Os autores 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. Esta argumentação justifica a inclusão de algumas funções essenciais para o funcionamento do CCO, mas que se encontram fisicamente afastadas dele.

Quadro 3 – Requisitos de Delimitação de Sistemas Sociotécnicos

Elementos que são importantes para a manutenção do controle no sistema	Elementos que NÃO exercem influência na manutenção do controle do sistema
Elementos que podem ser efetivamente controlados pelo sistema	Devem ser incluídos na descrição
Elementos que NÃO podem ser efetivamente controlados pelo sistema	Devem ser excluídos da descrição por completo.

Fonte: Adaptado de Hollnagel e Woods (2005, p.117, tradução nossa)

Na proposta do quadro 3, algumas funções foram excluídas da modelagem, como por exemplo o Planejamento de Escala, que ocorre fora do CCO e tem grande influência nos recursos disponíveis para os tomadores de decisão, contudo o CCO não tem qualquer controle sobre o planejamento que recebe, apenas o executa. O que caracteriza uma função considerada “ambiental”. Um outro exemplo de exclusão ocorreu com a função de Recuperação de Frota, análoga a função de Recuperação de Tripulantes, contudo, esta função trabalha com ajustes a partir de 7 dias à frente da execução da malha de voos. Neste caso, não há influência na manutenção do controle do sistema.

A modelagem FRAM é relativamente nova e ainda há debates em relação aos seus procedimentos de execução. Em especial, dois pontos merecem uma explicação especial relacionada às escolhas de resolução e execução adotadas para esta pesquisa:

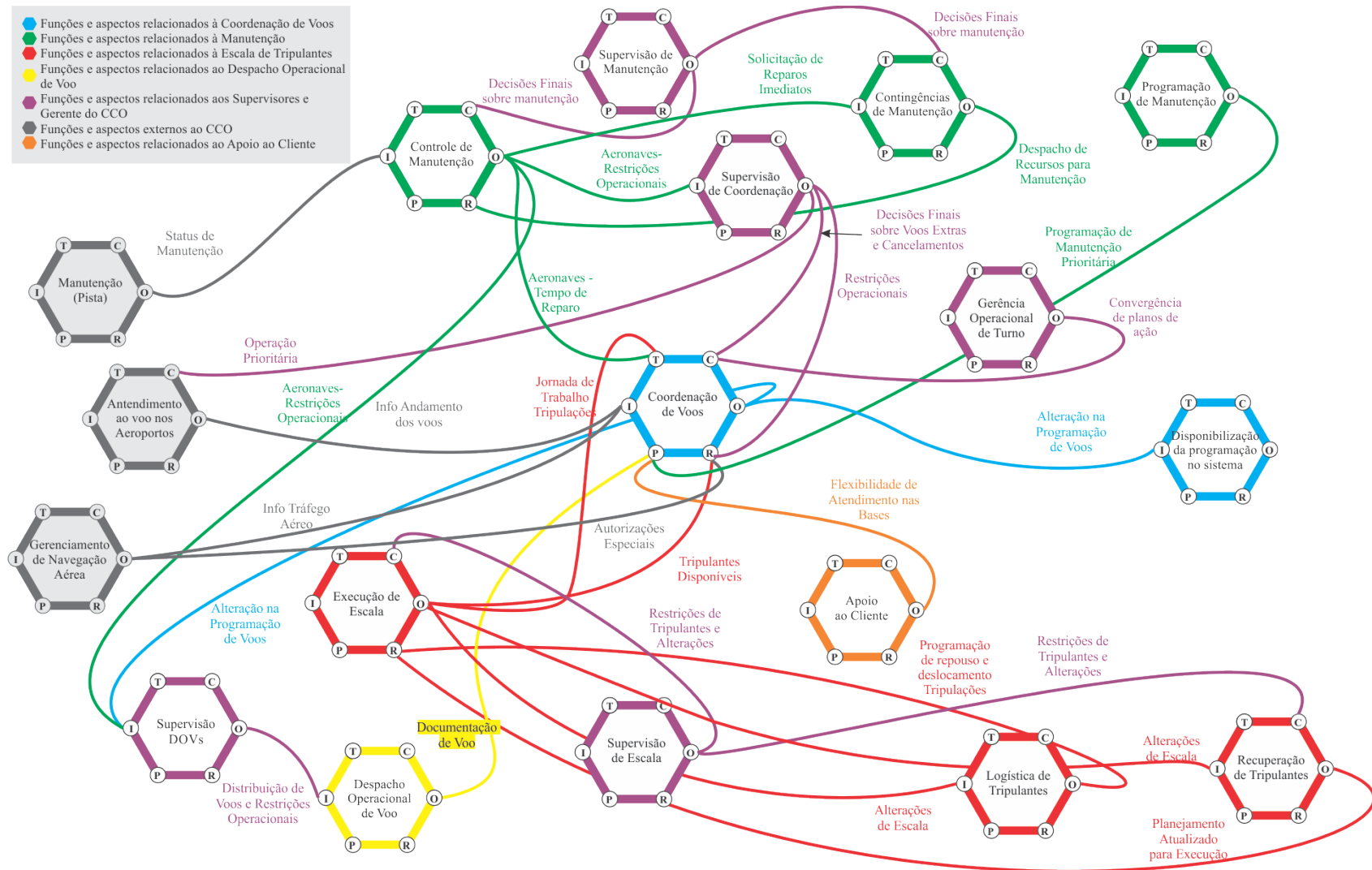
- a) o primeiro diz respeito a uma recomendação por parte de alguns autores (e.g. Hollnagel; Hounsgaard; Colligan, 2014), que argumentam que todas as funções sejam descritas na forma de verbos ou frases verbais, enquanto os seis aspectos nos quais se baseia a descrição de cada função sejam descritos na forma de substantivos ou frases substantivas. Para esta pesquisa, a necessidade de desenvolvimento de um modelo que demonstrasse todo o eixo central do fluxo de informação para a resolução de interrupções de voo conduziu a escolha de uma modelagem com uma resolução que demonstrasse o sistema em uma visão “macro”, facilitando o entendimento de sua descrição. Contudo, existiu um cuidado na elaboração da modelagem de forma que

cada função representada tivesse um conjunto de atividades como centro de sua colocação no modelo. Os aspectos de caracterização, também são descritos de forma a constituírem “produtos” do sistema que são utilizados por outras funções. Portanto, embora muitas vezes funções e seus aspectos não sejam descritos na forma respectivamente como verbos e substantivos no modelo, foi dedicada especial atenção para que não houvesse prejuízo em sua funcionalidade e significado;

- b) o segundo ponto diz respeito a outra discussão em aberto, já que há uma orientação de divisão em funções primárias (*main functions*) e secundárias (*background functions*) nos modelos. Alguns autores argumentam que todas as funções primárias devem estar definidas em seus 6 aspectos (Input, Output, Tempo, Controle, Precondições e Recursos - Hollnagel; Hounsgaard; Colligan, 2014), enquanto outros vêm publicando trabalhos de referência nesta área priorizando aspectos necessários ao entendimento do modelo (DE CARVALHO, 2011; HERRERA; WOLTJER, 2010). Nesta pesquisa, devido ao grande número de funções mapeadas, optou-se por descrever os aspectos das funções na medida em que sejam necessários para a gestão de interrupções de voo.

A figura 9, apresentada na próxima página, traz a modelagem FRAM realizada neste trabalho. Em adição a simbologia padrão já apresentada nos capítulos anteriores, foi utilizada uma codificação de cores para facilitar a visualização.

Figura 9 – Modelagem do CCO a partir do FRAM



Fonte: o autor (2014)

5.1.7.1 *Análise de Variabilidade Interna das funções*

A modelagem realizada aponta para a função de coordenação de voos como central à resolução de eventos de interrupção de voos. Contudo, fica também evidente que as demais funções participam de forma essencial para que a coordenação consiga elaborar planos consistentes para enfrentar os desafios a que é submetida diariamente. Esta seção apresenta uma discussão a respeito da variabilidade interna de funções que foram consideradas especialmente críticas para o sistema, sob o aspecto de tempo de execução de suas atividades e a precisão de seu *output*.

A primeira função a ser analisada é o **Atendimento ao Voo nos Aeroportos**. A função é considerada crítica por ser responsável por alimentar a coordenação de voos com dados atualizados sobre as operações, provenientes diretamente das linhas de frente. É considerada altamente suscetível à variabilidade tanto no aspecto tempo quanto na precisão. Especialmente em bases menores, não há um funcionário dedicado para transmitir as informações relativas a voos para o CCO. Tampouco há qualquer tipo de treinamento específico a respeito de quais informações são críticas para a tomada de decisão do CCO. Muitas vezes as informações demoram a chegar, chegam incompletas (ou incorretas) ou nem mesmo são enviadas. Este problema é menos observado em bases maiores e HUBS devido ao grande número de equipes e funcionários disponíveis. Embora o treinamento seja o mesmo, a infraestrutura de comunicação e a maior disponibilidade de pessoal costuma minimizar os casos de ausência de informação. Com relação à precisão do output, a variabilidade está relacionada à capacidade dos funcionários em questão de avaliar a severidade dos obstáculos encontrados e transmitir as informações de forma completa e correta para os decisores no CCO.

A função de **Execução de Escala** é considerada crítica por lidar com um recurso complexo do conjunto necessário à elaboração de voos extras e modificações de planejamentos existentes: tripulações para uso imediato. Em observância às limitações legais e fisiológicas que cerceiam sua alocação, a principal fonte de variabilidade está no modo no qual os problemas locais na escala de tripulantes são resolvidos. A primeira alternativa poderia apontar para a utilização das reservas e sobreavisos disponíveis, o que resolve problemas de imediato. Contudo, esta estratégia deixa o sistema desguarnecido caso uma nova contingência apareça. Desta forma, muitos escaladores buscam o reaproveitamento de

tripulações que já estão de serviço, utilizando eventuais lastros residuais de suas jornadas de trabalho originais para a realização de voos extras necessários. Isto normalmente implica em utilizar tripulações com pouca margem para o inesperado: caso a nova programação (*e.g.* demanda de voo extra pela função de Coordenação de Voos) sofra qualquer tipo de atraso, existe uma chance razoável de que a tripulação atinja seu limite legal de voo e tenha que cancelar a operação em uma escala intermediária ou mesmo antes de conseguir sair. Isto potencializa situações de “bloqueio” temporário de uma aeronave em uma localidade sem tripulações disponíveis para dar sequência às programações de voo.

As opções de tripulações disponíveis podem ainda ser drasticamente reduzidas pela função de **Recuperação de Tripulantes**, que, ao ser acionada em casos de dispensas médicas, pendências de treinamento ou ainda voos extras vendidos pelo departamento comercial, pode acabar por consumir as reservas futuras antes mesmo do surgimento de qualquer contingência. A alternativa passa, novamente, pelo reaproveitamento de eventuais tripulações que chegam de programações com lastro de regulamentação para fazer voos adicionais, o que nem sempre é uma opção e normalmente implica em grandes quebras de programação para as tripulações, o que exige todo um retrabalho para assegurar que todos os voos estejam com pessoal suficiente alocado ao chegar o momento de sua execução.

A **Programação de Manutenção** dispõe de uma série de processos para assegurar que o planejamento de todas as tarefas de manutenção conhecidas e programadas seja levado em consideração ao se cogitar trocas nas programações de aeronaves. Contudo, eventuais tarefas que passem despercebidas pela função podem vir a comprometer recursos importantes. Durante as observações em campo, foi acompanhado um evento onde uma tarefa de manutenção necessária foi “descoberta” apenas no dia de seu vencimento. Isto ocasionou a remoção da respectiva aeronave de sua programação original para ser reposicionada em uma sequência de voos que a conduzisse a um aeroporto onde o serviço pudesse ser executado, sob pena de indisponibilizá-la para voo dentro de 18 horas (prazo de vencimento de manutenção preventiva). Esta aeronave estava programada para encerrar seu dia em uma base sem equipamento e pessoal para realizar o serviço necessário. Embora raro, este tipo de acontecimento ocorre eventualmente e acaba causando impactos no gerenciamento das operações de voo.

A função de **Controle de Manutenção** é largamente dependente das informações passadas a ela pela função de **Manutenção (pista)**. Mais uma vez, dependendo de quanto

tempo for necessário para avaliar a situação ocorrida na linha de frente e de quão precisas e completas forem as informações que chegam ao Controle de Manutenção, mais precisa será a previsão de reparo passado à função de Coordenação de Voos para que um plano de ação seja elaborado. A disponibilidade ou não da frota para a execução de determinada programação é considerada crítica por modificar completamente o contexto com o qual as interrupções serão abordadas. A presença de uma aeronave a mais em um HUB guarnecido de tripulações disponíveis oferece um “leque” de possibilidades importante para o reestabelecimento de folgas no sistema, acrescentados à capacidade de absorver problemas com a execução da malha de voos.

Por fim, a função de **Coordenação de Voos**, além de estar sujeita a toda à variabilidade das funções anteriormente discutidas (fornecedoras diretas de elementos centrais para a sua tomada de decisão e elaboração de soluções), é também potencial fonte de variabilidade, tanto no que diz respeito ao tempo de desenvolvimento de soluções quanto na qualidade dos resultados entregues ao sistema. Em relação ao tempo, em especial quando se trata de resolver cenários com aeronaves já em voo, seu raciocínio é largamente dependente de “janelas” onde sua solução é eficaz (*e.g.* uma aeronave em voo, que se depara com um aeroporto fechado por meteorologia pode ter o combustível exato para retornar a um HUB, o que pode não ser mais uma opção em 5 ou 10 minutos no futuro). Outro ponto fundamental da variabilidade desta função diz respeito à precisão e qualidade das decisões tomadas na resolução de problemas: cada operador se baseia em seu próprio repertório de soluções, dependente largamente de sua leitura de cada situação e na qualidade das informações disponíveis para elaborar seus planos de ação. Além disso, os decisores podem ser influenciados por suas condições físicas e psicológicas no momento em que está tentando resolver uma interrupção na malha de voos (*e.g.* fadiga). Diferentes entrevistados comentaram a respeito das dificuldades em resolver interrupções particularmente complicadas na última hora de seus turnos.

5.1.7.2 Variabilidade entre Funções (Ressonância Funcional)

Esta seção trata da modelagem dos efeitos potenciais externos da variabilidade, ou seja, como a variabilidade interna de certas funções pode se combinar para gerar efeitos emergentes adicionais no sistema, tanto positivos quanto negativos.

As funções de **Execução de Escala e Recuperação de Tripulantes** fazem a sua parte para “estabilizar” interrupções disponibilizando tripulações para suprir contingências, seja aproveitando o lastro regulamentar das programações originais, seja com a utilização de plantões de sobreaviso e reserva. No primeiro caso, o reaproveitamento do lastro de tripulações já em operação preserva alguns recursos do sistema, mas implica em aproximar os tripulantes dos limites individuais mensais, trimestrais e anuais de horas de voo (no período da execução da pesquisa, respectivamente 85, 230 e 850 horas de voo para aeronaves a jato, mais uma vez pautados pela lei do aeronauta). Isto pode comprometer a disponibilidade de tripulações para o final dos respectivos períodos. A alternativa diz respeito ao “consumo” de plantões, que são recursos adicionais inseridos no planejamento especificamente para permitir espaços de manobra na acomodação da variabilidade. A utilização destes recursos pela **Execução de Escala** torna o sistema momentaneamente mais vulnerável, pois, embora atenda a uma interrupção em aberto, novos problemas que venham a aparecer até o início do próximo plantão não contarão com esta opção. Isto é particularmente impactante ao considerarmos a função de **Recuperação de Tripulantes**, cuidando das programações futuras: ao ter que acomodar voos extras como fretamentos ou indisponibilidade de tripulantes por quaisquer motivos, pode ser particularmente seduzida a utilizar as folgas do sistema indiscriminadamente para restabelecer a continuidade das programações. Isto insere fragilidade no sistema, pois reduz de forma importante o espaço de manobra disponível para a **Execução de Escala** encontrar soluções de tripulações disponíveis quando for necessário alimentar a função de Coordenação de voos.

As funções de **Atendimento ao Voo nos Aeroportos, Manutenção (pista) e Controle de Manutenção** estão diretamente relacionadas com o fluxo de informação para disparar os processos de resolução de interrupções de voo da **Coordenação de Voos**. Existem dois cenários a serem analisados. No primeiro, estas funções funcionam de forma complementar e oferecem certa redundância: caso haja um problema mecânico com a aeronave, a informação pode chegar tanto pela função de Atendimento ao Voo de forma direta quanto pelo caminho da **Manutenção (Pista) e Controle de Manutenção**. Neste aspecto, as funções se complementam mutuamente quanto ao problema de atraso das informações, reduzindo o risco de omissão e possibilitando triangulação por parte dos decisores. Por outro lado, as informações das quais a **Coordenação de Voos** dispõe para desenvolver planos de ação e restabelecer a normalidade de operações dependem largamente da precisão dos dados advindos destas 3 funções. No caso das funções de manutenção, a previsão de retorno ao

serviço de uma aeronave pode ser comprometida por um diagnóstico inadequado realizado na pista ou mal avaliado pelo **Controle de Manutenção**, o que, potencialmente, pode levar a utilização de recursos adicionais pela **Coordenação de Voos** (*i.e.* alteração na malha para conseguir outra aeronave) ou implicar em atrasos e cancelamentos adicionais. Por fim, o **Atendimento ao Voo nos Aeroportos** pode, por imprecisão ou atraso, inviabilizar diferentes janelas de solução, não somente locais, mas em etapas seguintes (*e.g.* a coordenação de voos conta com a saída do voo no horário para utilizar a tripulação e/ou aeronave no atendimento a outro voo no destino que está atrasado: o atraso na comunicação do problema pode implicar no agravamento da condição do segundo voo, trazendo consigo mais conexões perdidas, atrasos adicionais e talvez até culminando em cancelamentos).

Ao se considerar limitações emergentes impostas por outras funções à **Coordenação de Voos**, a **Programação de Manutenção** pode exercer papel crítico no caso de falha ao incluir tarefas de manutenção no cronograma de planejamento. Embora este tipo de erro aparente ser incomum devido ao envolvimento de múltiplos setores neste planejamento, sua ocorrência tem potencial de gerar grande impacto, ecoando em múltiplos pontos da malha de voos. Conforme descrito anteriormente, aeronaves com tarefas de manutenção vencidas ficam retidas até que sejam regularizadas, o que indisponibiliza um recurso essencial para as atividades da coordenação de voo de forma repentina, pois a não descoberta destes itens, neste caso, costuma ser repentina. No caso da “descoberta” de uma pendência de última hora descrita anteriormente, houve alteração de toda a sequência de voos de uma aeronave ao longo do dia, para que encerrasse a programação em uma base que dispusesse de estrutura e pessoal para atender suas demandas. Isto provocou o trancamento da programação daquela aeronave (não mais estava disponível para permutas e tinha pouca margem para acomodar problemas). Indiretamente isto também interferiu nas programações já otimizadas de outras aeronaves, que precisaram abandonar suas programações originais para realizar as programações da aeronave que teve que ser “bloqueada” para manutenção.

5.1.8 Considerações finais sobre o sistema descrito

Os responsáveis pela gestão de interrupções de voos demonstram um vasto repertório de habilidades e opções para manter a malha de voos em funcionamento. Contudo, a natureza do sistema em que eles se inserem, em especial a necessidade de monitorar e atender a todas

as programações de voo da companhia os mantém afastados das linhas de frente. Por este motivo, os decisores, por mais experientes e capazes que sejam, se mantêm largamente dependentes das informações que chegam ao CCO. Desta forma, sua capacidade de gerar soluções é necessariamente tão melhor quanto e mais precisas e disponíveis forem as informações recebidas de seus pares nos diversos pontos do sistema, tanto dentro quanto fora do CCO.

Outro ponto importante se refere à função do CCO de executar o planejamento de voos criado por um setor independente ao CCO – o setor de planejamento. De certo modo, uma parte importante da variabilidade enfrentada pelos decisores é inserida no sistema por este setor, uma vez que ferramentas informatizadas otimizadoras são utilizadas para atender a critérios e metas pré-estabelecidos pela alta administração. Isto acaba por tornar aleatórias todas as sequências de voos, que são modificadas mensalmente. Isto aumenta a dificuldade dos decisores, pois as soluções adotadas com sucesso em um determinado mês, provavelmente não serão efetivas nos meses seguintes. Embora seja um fator definitivamente relevante na tomada de decisão, este setor não foi inserido na modelagem porque, durante a pesquisa, não se observou nenhum tipo de influência ou controle do CCO na criação do planejamento, sendo considerado, para esta pesquisa, um fator ambiental.

A modelagem aponta para a criticidade das funções de linha de frente como **Atendimento ao Voo nos Aeroportos e Manutenção (pista)** em seu papel de alimentadoras do sistema. E, embora não seja este o foco desta pesquisa, o constante estudo e aprimoramento dos canais de comunicação e seus atores aparenta ser fundamental para o funcionamento da estrutura do CCO. Em algumas oportunidades, os decisores foram prejudicados pela ausência (ou atraso) de informações ou detalhes que teriam modificado o curso de ação tomado, teriam possibilitado uma resolução antecipada de um cenário ou ainda o consumo de menos recursos.

Um exemplo característico foi observado durante a primeira visita de campo: um coordenador monitorava a chegada de um voo atrasado a um aeroporto secundário e aguardava a confirmação do horário de pouso. A programação seguinte desta aeronave seria retornar ao HUB, trocar de tripulação e assumir outra sequência de 4 voos que sairia em seguida. Como o voo estava atrasado, a informação precisa do horário de pouso e posterior decolagem permitiria ao coordenador saber se conseguiria utilizar esta aeronave para manter a próxima sequência de voos no horário ou se precisaria tentar uma troca de aeronaves ou uma

quebra de programação. Neste evento o horário demorou a ser disponibilizado no sistema pela função de **Atendimento ao Voo nos Aeroportos**, trancando o processo de decisão. Após a cobrança por telefone, horários de pouso e de decolagem foram disponibilizados no sistema, e, cálculos realizados indicavam ao coordenador a possibilidade de manter a programação original após o pouso no HUB. Contudo, minutos depois o mesmo coordenador desconfiou dos horários disponíveis no sistema: o tempo entre o embarque dos passageiros e a decolagem era curto demais, levando em conta o tamanho do aeroporto e sua estrutura. O coordenador então optou por substituir a aeronave que faria os próximos quatro voos, o que se mostrou acertado, pois a informação realmente havia sido lançada erroneamente e provocaria a saída com atraso da próxima sequência de programação. Este processo também desencadeou a busca por passageiros que poderiam perder conexões no HUB e seu remanejamento para outros voos.

Este tipo de evento reforça a ideia de que ainda há espaço para o desenvolvimento deste sistema especialmente no inter-relacionamento de diferentes funções. Para Klein et al. (2005), a coordenação de atividades conjuntas complexas passa por 3 requisitos fundamentais: a Interprevisibilidade, o Referencial Comum (Common Ground) e a Diretividade. E é justamente nos dois primeiros requisitos onde aparentemente há maior espaço para crescimento e melhorias.

A Interprevisibilidade diz respeito à condução do trabalho por cada função de forma que as demais consigam prever o curso de ação que será tomado pelas demais. Isto pode incluir também a previsão de quanto tempo cada função precisa para entregar seu “*output*” ou que tipo de recurso ela precisa para executar suas atividades. Em alguns momentos, algumas funções como **Atendimento aos Voos nos Aeroportos**, **Execução de Escala** e até mesmo as próprias tripulações demonstram limitações importantes quanto a Interprevisibilidade em relação à condução das operações no CCO. Em alguns momentos, dados básicos não chegam às funções que deveriam (*e.g.* horários de chegadas e saídas das aeronaves ou modificações realizadas na escala que impactam em outras funções), ou planos de ação foram recebidos com surpresa pelo pessoal de linha de frente.

O Referencial Comum (Common Ground) se refere ao conhecimento mútuo do campo de trabalho, permitindo, por exemplo, o uso de linguagem especializada com baixo risco de ambiguidade. Mas, além disso, Common Ground se refere a um processo contínuo de trabalho das informações que envolve desde uma preparação para que a equipe envolvida se estabeleça

em níveis similares a respeito da situação enfrentada, clarificações, monitoramento da compreensão dos demais envolvidos a respeito do conhecimento sobre o andamento da situação e eventuais recuperações em caso de degradação deste requisito. Embora durante as observações tenha se percebido um razoável esforço de comunicação buscando a convergência das ações de todo o sistema, falhas existem e o fato de que todas as conversas telefônicas saindo e chegando do CCO, bem como as chamadas internas são gravadas e eventualmente auditadas para conferência do que foi dito, há evidências de que a degradação de Common Ground pode ser um problema importante neste tipo de atividade.

A Diretividade está relacionada às tentativas deliberadas de modificar o modo de agir de outros participantes (ou funções neste caso), buscando uma melhor adaptação ao contexto dinâmico, conforme as prioridades e condições se modificam. Embora seja um elemento importante para a coordenação das diferentes atividades conjuntas realizadas pelas diversas funções, a distância física e dificuldades de comunicação envolvidas podem dificultar a operacionalização deste requisito.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO

Em uma atividade com o grau de dinamismo da gestão operacional em um Centro de Controle de Operações, o número de cenários possíveis e as peculiaridades referentes às suas combinações são incontáveis. Contudo, foram identificadas durante as entrevistas algumas situações recorrentes, cuja gestão compõe o eixo central das estratégias utilizadas para a resolução de interrupções de voo.

Há um constante esforço nas decisões dentro do CCO para buscar o equilíbrio entre os recursos necessários e disponíveis. Neste sistema os decisores exercem papel fundamental na manutenção do nível de resiliência da malha, criando soluções locais a partir das folgas enquanto buscam manter a capacidade do sistema de absorver a variabilidade.

Esta seção busca caracterizar a tomada de decisão envolvida na gestão de interrupções de voo, descrevendo situações recorrentes que precisam ser geridos e diferentes cenários. Além disso, busca apresentar como os desafios encontrados são interpretados pelos decisores envolvidos na resolução de interrupções de voo de acordo com o modelo de RPD (indicações, expectativas, objetivos plausíveis e ações, destacados em negrito nesta seção), apresentado no

capítulo 2 (figura 2). O quadro 4 aponta a distribuição dos principais situações identificados nas entrevistas a serem geridos durante a resolução de interrupções de voos, discutidos em detalhe a seguir. O Apêndice F contém registros das avaliações dos decisores (*Situation Assessment Records*) de cada entrevista, que apresentam, de forma resumida, os diferentes pontos de decisão encontrados em cada cenário.

Quadro 4 – Situações a serem gerenciadas durante resolução de interrupções de voo

Problemas/ Entrevistas	Acomodação de passageiros	Regulamentação da tripulação	Gestão de Saturação de Tráfego	Gestão de Manutenção	Criação de Recursos	Proteção de HUB
E1	✓	✓	✓		✓	
E2	✓	✓			✓	
E3	✓	✓	✓		✓	
E4				✓	✓	✓
E5	✓	✓	✓		✓	
E6	✓			✓		✓
E7		✓				
E8				✓		✓

Fonte: O autor (2014)

Embora a natureza dos cenários expostos pelos entrevistados seja diversa, alguns dos principais desafios de gestão encontrados são recorrentes e, portanto, os problemas enfrentados apresentam certo grau de similaridade. Os cenários frequentemente envolvem situações de acomodação de passageiros, limitações relacionadas com regulamentação de tripulação e a necessidade de criação de recursos adicionais (presentes em 5 entrevistas). Adicionalmente, problemas com gestão de manutenção, eventos em que o HUB precisa ser protegido (ou reaprovisionado) e gestão de saturação de tráfego também foram citados com relativa frequência (presentes em 3 entrevistas). Nas subseções seguintes dados retirados de entrevistas estarão referenciados conforme o quadro acima (*e.g.* E2 se refere à entrevista 2). Os demais dados advêm das mais de 80 horas de observações diretas realizadas em campo.

5.2.1 Acomodação de Passageiros

Em grande parte das “quebras” na malha de voos, surge a necessidade de acomodação de passageiros. Isto inclui desde a hospedagem em hotéis por algumas horas ou um pernoite,

até que um novo voo esteja disponível, até um deslocamento que proporcione seguimento a viagem do cliente: seja via terrestre, pela própria companhia ou por uma companhia congênere. Os decisores recorrem principalmente à função de Apoio ao Cliente para assessoramento relacionado às opções disponíveis, podendo envolver outras funções em casos específicos.

Uma das **Indicações** mais relevantes a respeito da acomodação de clientes é dada pelo horário do dia em que a necessidade aparece (E1, E2 e E3). A **Expectativa** é de que as acomodações fiquem mais difíceis à medida que o final do dia se aproxima. Isto se deve a fatores como o reduzido número de voos disponíveis como opção, os horários de fechamento de alguns aeroportos que não operam em tempo integral e a própria expectativa dos clientes em chegar ao seu destino. Desta forma, quando a necessidade de acomodação surge em uma interrupção durante as primeiras horas da manhã, ela costuma apresentar um leque muito maior de opções para a resolução do que quando comparada ao período da noite. **Objetivos Plausíveis** em situações que ocorrem nas primeiras horas da manhã tendem a favorecer a decisão pelo encaixe dos clientes em voos subsequentes (E1), enquanto problemas que ocorrem no começo da noite tem uma chance maior de culminar em voos extras e pernoites em hotéis (E2, E3, E6).

Não sendo possível a acomodação em outros voos da companhia, tanto a criação de voos extras como a utilização de acordos de endosso de passagem são consideradas conforme a disponibilidade de recursos e o número de clientes a serem atendidos. A primeira é priorizada para o atendimento de públicos maiores, enquanto a segunda é utilizada principalmente para grupos menores que não justifiquem a alocação de tantos recursos. Neste último caso, existe também uma preocupação com a cessão de clientes para outras empresas, relacionada com a manutenção da imagem da companhia: a preferência é sempre atender com recursos da própria empresa e da melhor forma possível, tendo em vista uma oportunidade de manutenção e expansão de fidelização dos clientes.

O deslocamento via terrestre é utilizado em situações onde uma determinada localidade da malha de voos está impraticável (*e.g.* aeroporto fechado por meteorologia). Uma solução observada é operar o voo para uma localidade próxima, atendida pela empresa, desembarcar os passageiros e seguir o trilho. Desta forma, os passageiros são encaminhados pela companhia ao seu destino final, impedindo que a sequência de voos posterior seja prejudicada. **Indicações** importantes para este cenário envolvem a distância entre localidades

atendidas (E1, E3, E5), as programações subsequentes da aeronave e tripulação, e o aceite dos clientes em relação a esta estratégia. A principal **Expectativa** relacionada é a de alcançar localidades inacessíveis e conseguir seguir a malha. Os **Objetivos Plausíveis** são os de encaminhar os passageiros aos seus destinos ou a localidades onde possam prosseguir sua viagem.

Conforme descrito, as **Ações** dos decisores em cenários de acomodação de clientes variam de acordo com suas indicações. Para um cenário de deslocamento via terrestre, a função de **Atendimento ao Voo nos Aeroportos** é acionada e providencia o deslocamento dos clientes conforme determinação do CCO. Em casos de criação de voos extras, as funções de **Supervisão de Coordenação e Gerência Operacional de Turno** são consultadas para uma avaliação de viabilidade de execução enquanto os decisores trabalham a malha de voos para que o voo ocorra. Por fim, a função de **Atendimento ao Cliente** é acionada quando existe a necessidade de auxílio às bases em cenários de acomodação em hotéis e companhias congêneres.

Analisando a proposta estratégica das ações tomadas na gestão de acomodação de clientes, observa-se que muitas vezes elas contribuem para o isolamento das interrupções de voo, como no caso de deslocamento via terrestre a partir de ou para uma localidade próxima, permitindo, assim, que a malha siga seu curso normalmente a partir deste evento. Nos casos de acomodação em voos futuros, tanto da companhia como de congêneres, percebe-se claramente a utilização consciente das folgas do sistema para a acomodação da variabilidade. A criação de voos extras é uma solução cara e nem sempre possível (pois depende de recursos extras como aeronaves e tripulações disponíveis), contudo, demonstra ser uma solução adequada quando outras opções se mostram infrutíferas e há necessidade de atendimento de grandes públicos. Por fim, acomodação em hotéis, serve ao propósito de conseguir mais tempo para a efetivação de soluções definitivas assim que praticável.

5.2.2 Regulamentação da Tripulação

Outro problema recorrente em interrupções de voo se refere à gestão da Regulamentação da Tripulação, circunscrita pelos limites legais para jornada de trabalho de cada tripulação em serviço. A inobservância destas limitações pode acarretar na interrupção

de uma programação em uma localidade que não disponha de tripulações para substituição, o que implica em “trancar” aeronaves da frota até que uma nova tripulação seja deslocada para seguir a programação de voos. Caso isto não seja possível, resta a empresa uma espera de pelo menos 12 horas até que a tripulação original esteja novamente em condições físicas e legais de prosseguir a operação (E1, E3, E5).

Atrasos e interrupções de voo ocorridos na malha reduzem a capacidade das tripulações de cumprir toda a sua programação diária. Para compor seu framework decisório os decisores buscam apoio da função de Execução de Escala, descrita na seção anterior (E7). A capacidade desta função em buscar ativamente boas possibilidades de encaixe de tripulações para a resolução deste tipo de problema, somada ao constante monitoramento dos limites regulamentares das tripulações é fundamental para a eficiente tomada de decisão, que preserva as defesas do sistema.

Algumas **Indicações** observadas neste tipo de cenário incluem eventos que impliquem no acréscimo igual ou superior a uma hora nas programações, como saturação de tráfego em um aeroporto (E1), ou uma base em dificuldades, que terá problemas em atender um voo no tempo programado (E3, E2). Outro cenário comum envolve necessidade de permutas entre tripulações para adiantar etapas de uma sequência de voos que já acumula atrasos. Estes eventos costumam chamar a atenção dos decisores para uma análise mais detalhada dos limites de jornada de trabalho das tripulações (E7).

As **Expectativas** dos decisores giram em torno de encontrar uma tripulação em condições de continuar com a sua programação, acomodando a variabilidade encontrada. Caso contrário, as tripulações são forçadas a parar a operação, sob pena de multa e suspensão de licença, além do risco à segurança associado à fadiga.

Objetivos Plausíveis traçados costumam envolver a troca de tripulações ao longo da programação, para que tripulações com maior lastro sejam alocadas a programações que estão atrasadas, dentro do possível retornando a sua programação original tão logo quando possível (*i.e.* no próximo pernoite ou ao longo da programação do dia seguinte). Este tipo de troca é possível quando horários de chegada de múltiplos voos coincidem e eles “se encontram” em solo (normalmente em HUBs). Isto gera o que os coordenadores de voo chamam de “ponto de troca”, ou seja, um evento na malha que permite a permuta de aeronaves e tripulações.

A estratégia que baliza esta gestão envolve tanto o isolamento de problemas como a manutenção da resiliência do sistema. As permutas de tripulantes muitas vezes permitem que, a partir de um “ponto de troca”, o resto da sequência de voos programada seja executada no horário, efetivamente contendo os efeitos da interrupção ou atraso acumulados. A manutenção da resiliência deve-se à estratégia de evitar ao máximo utilizar os plantões de reservas e sobreavisos do sistema, priorizando-se preferencialmente as permutas entre voos em execução: a ideia é preservar recursos para que o sistema mantenha suficiente capacidade para absorver problemas futuros que ainda venham a se manifestar.

A experiência dos decisores, associada ao conhecimento da malha de voos é utilizada para gerar soluções com alto grau de proatividade nesta gestão. Muitas vezes, quando o lastro de jornada começa a ser comprometido por uma série de eventos menores, com ainda múltiplas etapas a serem cumpridas, uma permuta é considerada de forma a conseguir recolocar a programação no horário, antecipando a possibilidade de agravamento e impedindo que o sistema fique frágil em um momento mais crítico.

Um dos entrevistados (E1) mencionou que há pouco tempo foram feitas modificações em algumas programações de voo particularmente críticas. Em geral essas programações envolviam rotas noturnas especialmente longas, ligando o centro do país às capitais das regiões norte e nordeste com regresso imediato e chegada ao amanhecer. As tripulações destes voos retornavam no início da manhã com pouco ou nenhum lastro para acomodar eventuais problemas com a malha de voos (*e.g.* fechamentos ou atrasos). Isto muitas vezes acarretava em aeronaves alternando e ficando retidas devido ao limite de jornada das tripulações, comprometendo as saídas da manhã. As novas programações incluem a substituição das tripulações nos destinos intermediários, o que dá margem de manobra aos decisores para acomodar problemas no retorno destes voos.

5.2.3 Gestão de Saturação de Tráfego

Este tópico está relacionado a um problema de espaço físico ligado à infraestrutura de transporte aéreo: quando um evento de interrupção de voos ocorre devido ao fechamento de um ou mais aeroportos de grande porte, isto afeta todas as empresas de transporte aéreo operando na região simultaneamente: um grande número de aeronaves (em voo) busca

aeroportos de alternativa para pousar e aguardar melhorias, ou simplesmente desembarcar passageiros e seguir suas respectivas programações.

Este tipo de situação exige especial atenção dos decisores porque o número de vagas disponíveis nos pátios de aeroportos é limitado e se esgota rapidamente. Isto pode implicar no agravamento da descontinuidade das operações, forçando aeronaves a buscar alternativas em regiões mais distantes, aumentando ainda mais a crise enfrentada (E3). Além disso, é importante destacar o caráter de urgência que este tipo de situação assume, pois aeronaves em voo tem autonomia limitada para aguardar por “planos de ação” do CCO, e a decisão costuma envolver outras das categorias citadas nesta seção (*i.e.* capacidade de acomodação de passageiros e regulamentação da tripulação, entre outros). As funções envolvidas neste tipo de gestão normalmente são a Coordenação de Voos, Despacho Operacional de Voos (incluindo as respectivas funções de Supervisão) e o Gerenciamento de Navegação Aérea, realizado pelo CGNA, extra CCO, podendo necessitar do apoio das demais funções do CCO no caso de agravamento.

As **Indicações** mais importantes que apontam para um cenário com este tipo de necessidade de gestão são a impraticabilidade de um ou mais aeroportos com grande volume de tráfego e a presença de múltiplas aeronaves em voo na região (E1, E5). Muitas vezes estas indicações se originam no próprio CGNA, ou da função de Atendimento ao Voo nos Aeroportos (E1).

As **Expectativas** envolvem a rápida saturação de todos os pátios de aeroportos na região, dificuldades de conseguir locais para pouso alternativos e, com isso, dificuldades no atendimento a todos os voos e recuperação da normalidade de operações (E1, E5). Em casos graves, há também expectativas de problemas com a regulamentação das tripulações e com a acomodação de passageiros, nos quais as funções de Execução de Escala e Apoio ao Cliente costumam ser acionadas para auxiliar os decisores a encontrar alternativas (E3).

Alguns dos principais **Objetivos Plausíveis** nestas situações incluem tentar assegurar “vagas” para pouso em aeroportos preferenciais e a utilização de aeroportos secundários, normalmente localizados no interior da região afetada (E1, E5). Estes costumam acomodar pouco volume de tráfego (normalmente entre 2-4 aeronaves), mas são extremamente favoráveis devido a menor procura e proximidade dos aeroportos maiores (possibilitando, por exemplo, o deslocamento por terra para acomodação de clientes), especialmente se possuírem operação regular da empresa, o que significa pessoal e estrutura para o atendimento.

Tipicamente, **Ações** tomadas pelos decisores envolvem o contato com o CGNA para assegurar vagas de pouso nos aeroportos pretendidos e para coordenação com outras empresas que buscam alternativas na mesma região (E1, E5). Além disso, se faz necessária a condução de uma “análise de continuidade”, envolvendo as possibilidades das tripulações envolvidas e programações em acomodar estes atrasos; e acomodação de clientes que se envolvam em cancelamentos e atrasos (conexões perdidas) decorrentes deste tipo de evento (E3).

Quando um evento deste tipo ocorre, ele naturalmente implica em impactos na malha (E1, E5). A estratégia por trás das decisões tomadas nestes casos costuma envolver a mitigação de impactos e reorganização da malha a partir do encontro de condições mais favoráveis. Durante o evento, mais uma vez o isolamento aparece como um elemento importante para a manutenção da continuidade de operações, uma vez que o número de programações afetadas nestes cenários costuma ser grande.

5.2.4 Gestão de Manutenção

Eventos inesperados de manutenção surgem naturalmente durante a operação. A redundância de sistemas embarcados nas aeronaves, associada a estudos desenvolvidos e publicados pelos seus fabricantes e operadores permite que as aeronaves sejam despachadas para operação com algumas pendências específicas, desde que sejam observadas as limitações correspondentes e o período correspondente para reparo. Com base nestes estudos, a função de Manutenção (Pista), descrita anteriormente, busca avaliar e registrar estes eventos de forma precisa e, em muitos casos consegue liberar a aeronave para prosseguir sua programação sem ocasionar atrasos adicionais. Caso testes ou procedimentos adicionais sejam necessários, a informação é transmitida à função de Controle de Manutenção para distribuição no CCO e avaliação de potenciais impactos nas programações.

Indicações para este tipo de cenário dependem de alertas aos decisores advindos de funções de manutenção ou de uma base na linha de frente (E4, E6, E8). Podem ser vagas como um simples alerta de que o mecânico está na cabine com os pilotos e que a aeronave “está parada”, o que costuma disparar uma investigação em busca de mais informações. Ou extremamente precisas como um relatório completo da função de Controle de Manutenção, já com informação de disponibilidade de peças, equipamentos e pessoal e com horário previsto

de retorno à programação. O número de etapas programadas para a aeronave e a taxa de ocupação de cada etapa comprometida também são informações importantes.

As **Expectativas** envolvem a retenção temporária ou definitiva da aeronave (E4), a necessidade de acomodação de clientes (E4, E6), a possibilidade de atrasos em outras programações (sequência de voos e aguardo de conexões) e, em último caso, cancelamentos (E8).

Objetivos Plausíveis estão associados à busca, junto às funções de manutenção, de uma maior compreensão da severidade do problema enfrentado e uma estimativa de quanto tempo será necessário para uma disponibilização do recurso afetado (E4, E6, E8). Além disso, a substituição parcial ou total da programação costuma ser considerada, caso exista a possibilidade de permuta entre aeronaves em pontos de troca (HUBs) ou mesmo a utilização de uma aeronave reserva. Desta forma, usam-se os lastros existentes na programação de voos, dando tempo para as funções de manutenção trabalhar na aeronave afetada, procurando mitigar os efeitos da indisponibilidade desta aeronave.

Na resolução deste tipo de cenário as **Ações** tomadas pelos decisores incluem a alocação de aeronaves com problemas para a execução de programações em horários posteriores, ou para programações que ainda estão aguardando definição (*e.g.* voos que necessariamente precisam aguardar conexões ou previstos para localidades “fechadas” por razões meteorológicas- E4, E8). Desta forma, além de criar tempo para que o serviço necessário seja executado, as estatísticas da empresa junto a ANAC no que diz respeito a estatísticas de pontualidade e regularidade não são prejudicadas. Em situações em que as trocas não sejam possíveis, toda a programação de voo da aeronave afetada e suas ramificações tem que ser prontamente avaliadas. Problemas com conexões de passageiros para outros voos e com a jornada de trabalho das tripulações são tratados conforme descrito acima. Outras questões como horários limites para pouso em alguns aeroportos ou “slots” para operação são tratados com a inversão (troca) de programação quando há interseção das programações de voos em HUBS ou outros aeroportos.

A pronta recuperação de aeronaves com eventos de manutenção não programados é um aspecto que traz consigo tamanha criticidade que justificou a criação e desenvolvimento de uma equipe especializada no atendimento de aeronaves em localidades remotas. Esta equipe dispõe de duas pequenas aeronaves de carga e tripulações exclusivas, posicionadas junto a HUBS que concentram recursos de manutenção. A equipe não cumpre programação

regular, mas fica a disposição para levar material e especialistas a qualquer ponto da malha onde sejam necessários tão logo sejam solicitados. A função de Gerência Operacional de Turno é a responsável por acionar esta equipe, que recebe apoio das funções de Controle e Contingências de Manutenção para o atendimento das aeronaves. A atuação desta equipe conseguiu uma redução de 50% no tempo de recuperação de aeronaves desde sua implementação.

As estratégias por trás da gestão de manutenção incluem o monitoramento de elementos críticos (*i.e.* como o andamento dos reparos e pontos de trocas na malha) para a elaboração e ajuste de contingências (E8). Desta forma, o decisor minimiza surpresas quanto ao tempo de retorno das aeronaves à operação e consegue impedir que o número de programações desatendidas aumente. Adicionalmente, o conhecimento de cada decisor a respeito da natureza de algumas panes em especial parece contribuir de maneira eficiente no julgamento de possíveis complicações, possibilitando uma atuação mais proativa no contingenciamento de cenários desta natureza.

5.2.5 Criação de Recursos

Em algumas situações, a resolução de interrupções de voo necessita de uma quantidade de recursos maior do que o sistema dispõe. Nestes casos, uma quebra na malha de voos é inevitável e o curso de ação a seguir é o da mitigação de impactos no restante da malha. Este tipo de cenário costuma envolver conflitos de metas, deixando de atender uma parte da malha para evitar um dano maior ou mesmo um colapso de todo o sistema. As decisões envolvidas precisam ser extremamente precisas e os decisores precisam dispor de uma razoável capacidade de abstração para evitar o agravamento da situação enfrentada. Os decisores da função de Coordenação de Voos buscam elaborar planos alternativos e trabalham com as funções de Execução de Escala, Programação de Manutenção e Atendimento ao Cliente para validar suas propostas.

Neste tipo de cenário, a principal **Indicação** vem da ausência de alternativas para a resolução de interrupções de voo com a totalidade dos recursos e condições presentes. Isto se torna particularmente importante quando a possibilidade de uma ou mais interrupções de grandes proporções ameaça se instalar. Desta forma o decisor considera provocar uma

interrupção intencional em algum ponto da malha de voos para consumir os recursos que seriam utilizados ali (E1, E2).

As **Expectativas** apontam para uma ou mais “quebras” inevitáveis na malha de voos, com ecos se propagando para outras programações. Em casos envolvendo a paralização de um ou mais HUBS, prejuízos à maior parte das operações são uma possibilidade real (E1-E5).

Neste tipo de cenário, os **Objetivos** giram em torno da mitigação de efeitos negativos, tanto de forma preventiva como reativa, isto implica na liberação de recursos de outros pontos da malha para atender a uma interrupção prioritária (E1, E2). Desta forma, torna-se plausível programar atrasos e até mesmo cancelamentos para minimizar os efeitos da crise sendo enfrentada, desde que estes sacrifícios e concessões resultem em um dano menor à malha de voos.

Exemplos de **Ações** que foram citados em entrevistas e observados no CCO para criar recursos são a unificação de voos (E4, E5 e E7), cancelamentos “estratégicos” (E2, E4, e E8), e a extensão de horários de funcionamento de aeroportos e serviços.

A unificação de voos é uma manobra utilizada para liberar uma aeronave para a utilização em outro ponto da malha. Costuma ser utilizado, por exemplo, quando um voo está atrasado e haverá outro voo mais tarde servindo a mesma localidade. A manobra é especialmente viável se a ocupação dos voos estiver baixa e todos os passageiros puderem ser acomodados em uma só aeronave. Isto permite o cancelamento do primeiro voo e a liberação da aeronave e tripulação para atender a outra interrupção na malha com um mínimo de necessidade de ajustes adicionais.

Quando não há a possibilidade de voos posteriores para a acomodação de clientes ou a lotação das aeronaves não permite a fusão dos voos, uma análise de impacto de cenários concorrentes pode levar à opção pelo cancelamento estratégico de uma ou mais programações para a recuperação de múltiplos voos. Em uma das entrevistas (E2), o decisor contou sobre um evento em que uma aeronave ficou retida em uma localidade por motivos meteorológicos. Como não havia outra aeronave para executar a programação subsequente, outros 4 voos lotados seriam imediatamente cancelados pela falta da aeronave, além disso, outras programações seriam comprometidas devido a incapacidade de deslocamento de uma tripulação que seria deslocada para um dos destinos intermediários do voo e assumiria uma programação de voos secundária. Neste caso específico, a solução encontrada para contornar

a interrupção foi o cancelamento de um voo curto com média ocupação que chegaria a uma localidade próxima para pernoite, para a utilização de sua tripulação e aeronave para o salvamento de toda a outra sequência de voos. Este tipo de manobra é evitada ao máximo, pois costuma prejudicar a imagem da empresa junto aos clientes do voo cancelado.

A preferência, tanto em casos de cancelamentos quanto unificações para liberar recursos, é pelo cancelamento de voos longos, pois liberam aeronaves e tripulações por muitas horas, possibilitando o encaixe de múltiplas programações menores. Contudo, voos curtos também podem ser utilizados em determinados cenários, mas normalmente envolvem permutas secundárias em outras programações para que a liberação da aeronave seja suficiente para a resolução do problema enfrentado.

Tanto no caso da unificação dos voos quanto no cancelamento estratégico, descritos acima, o objetivo central é a obtenção de uma aeronave e tripulação para atender a algum ponto crítico na malha. Muitas vezes o ponto da malha que oferece a possibilidade de um cancelamento com baixo impacto não é o mesmo que precisa de recursos adicionais. Nestes casos, se faz necessário o traslado desta aeronave e tripulação até o ponto da malha em que a interrupção está ocorrendo. Isto significa deslocar uma aeronave vazia entre dois pontos da malha, o que impacta em custos que podem exceder US\$ 6.000,00 por hora de voo dependendo da rota e do equipamento (E8), o que precisa ser considerado. Muitas vezes é mais vantajoso buscar alternativas de acomodação para os clientes do que trasladar uma aeronave por longos ou repetidos trechos.

Uma última manobra citada nas entrevistas é a extensão do horário de funcionamento de alguns aeroportos para possibilitar o encaixe de voos extras ou atrasados, possibilitando a acomodação de clientes em voos próprios (E3). Alguns aeroportos possuem horários de funcionamento restritos, algumas destas restrições se devem a obras de reforma, horário de silêncio em aeroportos dentro de grandes centros urbanos ou simplesmente o término do horário de funcionamento, muito comum em aeroportos do interior. Em cenários onde a programação de voo opera com atrasos devido a problemas encontrados ao longo do dia, a incapacidade de executar o último pouso no aeroporto programado pode implicar em iniciar o dia seguinte com um traslado, o que significa custos elevados adicionais e atrasos na programação do dia devido à etapa adicional para o posicionamento da aeronave. Quando esta necessidade de extensão de horário de funcionamento se apresenta, os decisores recorrem às funções de Atendimento ao Voo nos Aeroportos ou Gerenciamento de Navegação Aérea,

executada pelo CGNA. Este tipo de exceção normalmente implica no pagamento de taxas adicionais, mas a possibilidade de executar a programação de voos e acomodar todos os clientes evitando impactos propagados para o dia seguinte costuma oferecer compensação suficiente.

Conforme exposto, a estratégia em cenários que necessitem da criação de recursos adicionais está diretamente ligada à necessidade de mitigar impactos severos considerados inevitáveis. A extensão de horário de funcionamento de aeroportos cria tempo adicional para os decisores, abrindo caminho para a acomodação de clientes através de voos atrasados ou programações extras.

5.2.6 Proteção de Hub

Por definição, os HUBS são pontos de distribuição de voos na malha e concentram recursos e pessoal para acomodar necessidades especiais que surgem durante a execução do planejamento. A gestão do HUB apresenta-se de forma paradoxal aos decisores. Por um lado, sua característica de concentração de recursos e pessoal implica, quando comparado a quaisquer outros pontos da malha, em uma ideia de aparelhamento adequada para lidar com todas as situações de maneira mais fácil e rápida. De certo modo, esta ideia é correta no que diz respeito ao atendimento de clientes com necessidades especiais, acomodação em outros voos, recursos de manutenção e facilidade para conseguir tripulações adicionais. Contudo, alguns tipos de eventos que requerem grande quantidade de recursos podem comprometer a capacidade do HUB em atender o restante das operações e precisam ser desviados. Da mesma forma, os decisores precisam ficar atentos à quantidade de recursos disponíveis em cada HUB, pois isso reflete diretamente na sua capacidade de lidar com a variabilidade.

Uma situação característica de necessidade de proteção do HUB foi explorada em uma das entrevistas (E6), onde uma aeronave manifestou uma indicação de falha no trem de pouso, com provável chance de “pouso de barriga”. A análise inicial dos decisores menos experientes que tratavam esta situação foi de imediatamente solicitar o retorno desta aeronave ao HUB, devido à ampla capacidade de atendimento de manutenção, socorro para possíveis feridos, reacomodação de passageiros, enfim, de atender a todos os demais pontos já citados nesta seção. No entanto, a primeira ação do decisor que assumiu este cenário foi desviar o voo para

um aeroporto secundário. A justificativa fundamental para esta diferença de interpretação foi a proteção do HUB. Caso a aeronave realmente pousasse “de barriga”, ela provavelmente quebraria sobre a pista, o que implicaria na obstrução de todos os voos chegando e saindo do (na época) único HUB da empresa, provocando um colapso de quase 80% dos voos planejados.

Para este cenário **Indicações** envolviam uma aeronave com provável falha mecânica grave (E6), necessidade de amplos recursos para atendimento em múltiplas frentes (manutenção, atendimento a passageiros, prováveis feridos, assessoria de imprensa, entre outros).

O decisor que assumiu o caso colocou suas **Expectativas** na possibilidade de interdição do (na época) único HUB da companhia, trancamento de programações de chegada e saída e no colapso de toda a malha de voos seguindo este evento.

Os **Objetivos Plausíveis** traçados a partir desta constatação foram o de encontrar um aeroporto capaz de acomodar este provável pouso em emergência e providenciar atendimento a todas as demandas que poderiam ser geradas em caso de confirmação deste evento. Além disso, uma avaliação mais profunda da real condição da aeronave era necessária.

As principais **Ações** tomadas neste caso foram o imediato desvio da aeronave para um aeroporto do interior, relativamente próximo ao HUB principal, para facilidade de deslocamento de recursos, o envio de ônibus com pessoal experiente e capacitado para lidar com as múltiplas demandas na localidade, o acionamento de uma equipe terceirizada no local determinado para auxiliar no atendimento aos passageiros e a solicitação de uma análise profunda por parte do setor de engenharia e chefia de manutenção (extra CCO) da situação da aeronave.

O bloqueio temporário de um HUB por quaisquer motivos reduz consideravelmente a capacidade da empresa em lidar com a variabilidade que surge ao longo da operação. Isto se deve principalmente à característica de acúmulo de recursos e pessoal para o atendimento de toda a malha, e como tal precisam ser geridos de forma a conseguir atender as necessidades dinâmicas da malha em execução. Além disso, a interseção de múltiplas rotas nestes pontos da malha cria um grande número de “pontos de troca” discutidos anteriormente, que possibilitam aos decisores fazer permutas nas programações de voo para acomodar diversos tipos de problemas.

A segunda situação citada, de reabastecimento dos HUBs, refere-se principalmente ao reaprovisionamento de aeronaves suplentes disponíveis e tripulações em plantões de reserva ou de sobreaviso. A empresa pesquisada considera uma aeronave como suplente sempre que ela fica disponível por um período igual ou superior a quatro horas em solo. Desta forma, diferentes aeronaves podem dedicar parte de sua programação a cumprir esta função ao longo do dia em um ou mais HUBs. Sua utilização pode ser tanto para a execução de uma programação adicional, criada para atender aos clientes de um voo cancelado, quanto para substituir uma parte da programação de outras aeronaves que estão demasiadamente atrasadas na sua sequência de voos.

Períodos de reserva são alocados tanto para aeronaves quanto para tripulações no planejamento mensal. Uma vez que as aeronaves suplentes sejam alocadas a alguma programação, voos que tiveram etapas canceladas devido a atrasos ou fechamentos de aeroportos, ou retornando de serviços de manutenção não programados são as principais fontes complementares de reserva. Os decisores buscam alocá-las aos HUBS sempre que aplicável (E4, E8).

Quanto às tripulações, à medida que os plantões de reserva vão sendo utilizados há a opção de acionar as tripulações de sobreaviso para que executem seu plantão no aeroporto (E8). Desta forma, caso haja uma necessidade imediata de assumir alguma programação, as tripulações estão prontamente disponíveis. Em situações particularmente complexas, se os plantões e sobreavisos programados não forem suficientes, existe a possibilidade de tentar acionar tripulações de folga para que se apresentem e cumpram plantões ou executem programações contingenciais. Esta última situação é evitada ao máximo, pois dependem de um aceite dos tripulantes, envolvendo, entre outros aspectos delicados, uma renegociação das folgas.

Os principais aspectos encontrados, relacionados à estratégia de gestão de um HUB considerando a resolução de interrupções de voos são a sua proteção contra eventos que possam comprometê-lo e o adequado reaprovisionamento de recursos para que ele consiga continuar atendendo a toda a malha, exercendo sua função homeostática. Os HUBs oferecem um amplo leque de possibilidades na busca de diferentes soluções, como pontos de troca e recursos adicionais, e a sua gestão cuidadosa contribui consideravelmente para a resiliência do sistema.

5.2.7 Considerações Finais sobre a Caracterização da Tomada de Decisão

Esta seção buscou caracterizar a tomada de decisão naturalista conforme o modelo de RPD. Foram expostos e analisados problemas recorrentes da gestão de interrupções de voos considerados desafiadores pelos entrevistados. Alguns destes problemas acabaram aparecendo com maior frequência em muitos cenários, tais como a necessidade de acomodar clientes, limitações relacionadas com a regulamentação de tripulação e a necessidade de criação de recursos de alguma natureza.

A necessidade de acomodar clientes é inerente às quebras da malha e interrupções de voos: atrasos e cancelamentos inevitavelmente resultam em clientes perdendo conexões e com uma maior dificuldade de chegar ao seu destino. Em alguns casos, este problema não foi considerado um fator desafiador pelos decisores, devido à existência de soluções fáceis ou a abundância de recursos disponíveis para resolver o cenário específico.

As limitações inerentes à regulamentação dos tripulantes e a necessidade de criar recursos adicionais podem estar relacionadas com a operação de um sistema otimizado para a operação cotidiana, com folgas projetadas de forma a maximizar o uso de todos os recursos. É importante lembrar que as situações relatadas pelos entrevistados foram citadas como particularmente complicadas ou até mesmo extremas em alguns casos. Sob este aspecto, é natural que nos casos analisados, o sistema esteja operando próximo ao seu limite e que os recursos disponíveis se mostrem insuficientes para acomodar toda a variabilidade encontrada. Mesmo assim, os decisores conseguiram encontrar um caminho para introduzir soluções efetivas, mantendo a malha de voos em funcionamento com maior ou menor dificuldade, o que atesta uma importante característica de resiliência do sistema e sua equipe.

A resiliência tem sido discutida por alguns autores sob a perspectiva da manutenção de 4 aspectos fundamentais (HOLLNAGEL et al., 2011):

- a) Saber o que fazer (responder à situação presente);
- b) Saber o que procurar (monitorar aspectos críticos);
- c) Saber o que esperar (prever complicações potenciais);
- d) Compreender o que aconteceu (aprender dos fatos vivenciados).

As entrevistas realizadas ilustraram claramente o peso da experiência dos decisores, demonstrando como a capacidade de perceber e interpretar certos detalhes em cada cenário,

monitorar fragilidades específicas em cada situação e antecipar resultados potencialmente desfavoráveis é essencial. Quando questionados a respeito de como ou porque agiam desta forma, todos, sem exceção, mencionaram a importância do aprendizado ocorrido ao longo dos anos, com o enfrentamento de situações diversas, acrescentando ao seu “repertório” a partir de erros e acertos e observando as boas ideias de seus colegas.

Estratégias como isolamento de problemas, mitigação de interrupções críticas, manobras para ganhar tempo adicional e a constante preocupação com o reaprovisionamento de pontos críticos da malha foram citadas de forma recorrente. Muito embora novas entrevistas com certeza possam trazer casos diferentes, a coleta realizada aponta para os tópicos listados e estratégias utilizadas como os elementos centrais da gestão de interrupções de voos em empresas de transporte aéreo regular, e seu estudo e aperfeiçoamento merecem atenção.

5.3 EQUILÍBRIO DE METAS CONFLITANTES

A atividade dos decisores dentro do CCO envolve a alocação adequada de recursos para a acomodação da variabilidade, o que garante a continuidade das operações. Estes recursos, geridos pelas diferentes funções no CCO podem ser utilizados de forma cruzada nas funções, permitindo certo nível de compensação, de forma a equilibrar sua abundância ou escassez (*e.g.* a falta de uma aeronave pode ser contornada adiando a parada de uma aeronave para manutenção). Contudo, estas compensações não podem se repetir indefinidamente, pois utilizam folgas no sistema para serem operacionalizadas. Embora seja tarefa do decisor resolver problemas e neutralizar potenciais interrupções de voo, também é de seu interesse manter o sistema com adequada margem de manobra (folgas) para que sua capacidade de resposta seja assegurada.

Esta seção tem como objetivo apresentar e discutir a gestão de interrupções de voo frente aos principais conflitos de metas identificados durante as etapas anteriores desta pesquisa. A discussão baseia-se no modelo de Rasmussen (1997) e na proposta de Hollnagel (2009), ambos apresentados no Capítulo 3, buscando uma melhor compreensão de como o gerenciamento destes conflitos afeta a capacidade de resposta do sistema frente à resolução de interrupções de voo.

Rasmussen interpreta o modo de operação de um sistema sociotécnico através de um “ponto operacional” dinâmico que se desloca continuamente entre múltiplos limites de acordo com gradientes e pressões variáveis. Desta forma existe um espaço de possibilidades onde decisões organizacionais podem ser tomadas, podendo levar o sistema ao seu limite funcional, reduzindo sua capacidade de resposta e em casos extremos, a um colapso. Para, Hollnagel estas não são características “patológicas”, mas uma característica emergente da gestão da variabilidade em sistemas complexos, onde esta gestão é essencial para permitir que estes sistemas operem de forma adequada.

Para esta discussão o “ponto operacional” presente no modelo representa o modo como os decisores efetivamente escolhem proceder em determinadas situações. O limite funcionalmente aceitável representa a capacidade absoluta do sistema em acomodar a variabilidade e manter a malha de voos em operação. Quanto mais este ponto operacional se aproxima do limite funcionalmente aceitável, menor a capacidade restante de continuar a resolver interrupções de voos e neutralizar seus ecos (i.e., ressonâncias funcionais) no restante do sistema. É importante perceber que esta capacidade de resposta é extremamente dinâmica, assim como a disponibilidade de recursos. Um exemplo característico diz respeito à redução de voos previstos durante finais de semana, onde há uma queda superior a 20% em relação aos voos planejados durante os dias de semana. Isto, conseqüentemente, implica em uma quantidade maior de recursos disponíveis nestes dias. Por outro lado, alguns horários durante a semana são particularmente “apertados” enquanto outros oferecem mais folgas (i.e., opções). Este tipo de peculiaridade do sistema leva os decisores a analisar as perspectivas ao longo da linha do tempo: certos problemas precisam aguardar até que recursos se tornem disponíveis.

No caso específico da empresa estudada, existem importantes metas a serem alcançadas no que diz respeito à regularidade de operações (evitar cancelamentos) e pontualidade (voos precisam sair no horário). Estas duas variáveis estão entre as principais métricas utilizadas pela autoridade de aviação civil na concessão de novas linhas e horários, permitindo a entrada em novos mercados e a manutenção das rotas já conquistadas. Além disso, a empresa vive um momento onde busca ampliar a fidelização de clientes e a regularidade e pontualidade também são fatores importantes sob este aspecto. Estes dois fatores criam um importante gradiente que precisa ser considerado quando observamos os decisores em ação.

5.3.1 Equilíbrio entre Redução de Folgas e Manutenção Capacidade de Resposta no Sistema

Algumas das situações mais típicas de conflito de metas que apareceram durante as entrevistas e observações envolvem a preservação de programações, o que assegura a continuidade de recursos para os dias subsequentes de operação, contra a necessidade de quebra destas programações, especialmente para a criação de recursos adicionais para uso imediato, possibilitando a resolução de múltiplos eventos de interrupção.

Dois casos específicos envolvem respectivamente as funções de Programação de Manutenção e Escala de Tripulantes. Uma das maneiras de liberar aeronaves para a execução de programações suplementares (sejam voos extras para atender interrupções ou simplesmente fretamentos) é o adiamento de serviços de manutenção. Devidamente acordado com a função de Programação de Manutenção, existe uma margem de tempo para que os mesmos sejam executados sem prejuízo legal, observando-se as diretrizes dos fabricantes. Porém, uma vez consumido este “lastro de tempo” as aeronaves precisam parar e executar os serviços pendentes. Muito embora a liberação de aeronaves extras permita ao CCO estender sua capacidade de manter a malha em funcionamento e até mesmo a busca de metas de pontualidade e regularidade, esta prática consome folgas no sistema, diminuindo progressivamente sua capacidade de resposta, efetivamente se aproximado do limite funcional do sistema.

Uma situação semelhante ocorre com as tripulações e pode ser observada tanto com a função de Execução de Escala quanto com a Função de Recuperação de Tripulantes. Conforme descrito na seção 5.1, a utilização de plantões de reserva e sobreaviso reduz as opções disponíveis no sistema para a absorção de novos problemas. Este cenário é particularmente relevante quando se considera a utilização destes recursos para a venda antecipada de voos de fretamento: os recursos extras do sistema são comprometidos antes mesmo do dia em que serviriam de apoio para o funcionamento do sistema. Isto, mais uma vez, possibilita a execução de voos adicionais e reduzindo a capacidade do sistema em absorver novos eventos inesperados. A alternativa ao uso destes recursos implica em utilizar tripulantes que já estão executando alguma programação até o limite de suas jornadas de trabalho, possibilitando assim, que diferentes tripulações executem etapas “em aberto” consumindo seu lastro regulamentar remanescente. Neste último caso, os limites totais de

horas de voo permitidos para períodos mensais, trimestrais e anuais podem constituir um problema, pois reduz o total de horas que as tripulações podem permanecer à disposição da companhia nos meses seguintes. Além disso, o lastro regulamentar de tripulações utilizadas desta forma costuma ser pequeno e, caso venham a se deparar com novos problemas, provavelmente contribuam para novas interrupções. Desta forma, o consumo de plantões e reservas também empurra o ponto operacional para o limite funcional do sistema, diminuindo sua capacidade de resposta, contudo a reutilização de tripulações reduz a margem de manobra local (em um determinado trecho ou voo), mas preserva a capacidade de resposta do sistema como um todo.

Quadro 5 – Conflito de Metas na utilização de folgas do sistema

Ao decidir por...	...o decisor consegue...	contudo...
Postergar procedimentos de manutenção agendados	Liberar aeronaves para a realização de voos extras, aumentando a receita e compensando por voos cancelados e atrasados	Pendências de manutenção se acumulam e este tipo de prática acarreta aumento da carga de trabalho de manutenção e diminuição das margens do sistema até sua regularização
“Quebrar” planejamento da sequência de voos	Isolar problemas de voos específicos, restabelecer a operação no horário previsto.	Necessitará de recursos adicionais para manter a malha em funcionamento. A carga de trabalho das equipes dentro e fora do CCO é potencialmente aumentada para atender às modificações propostas
Utilizar reservas e sobreavisos de tripulações	Suprir programações com carências relacionadas à tripulação de modo imediato e por longas jornadas	As reservas do sistema diminuem e, no caso de novos eventos de interrupção, não haverá reservas.
Reaproveitar tripulações chegando de outras programações	Manter as reservas do sistema e atender as programações de forma limitada, proporcional ao lastro regulamentar remanescente das tripulações	Solução é vulnerável a novos problemas: o lastro remanescente das tripulações não costuma oferecer espaço para acomodar novos problemas.

Fonte: O autor (2014)

5.3.2 Equilíbrio entre Custos e Capacidade de Atendimento

Quando uma aeronave é necessária em algum outro ponto da malha, existe a possibilidade de realizar um deslocamento (traslado) com a aeronave vazia para o atendimento desta demanda. Este tipo de deslocamento é especialmente oneroso, mas, se faz necessário em algumas situações. Alguns entrevistados mencionam que este tipo de decisão costuma envolver análises especiais e normalmente um supervisor é envolvido. Os custos costumam ser comparados com os benefícios do reposicionamento da aeronave conforme descrito em 5.2.1. Muito embora nenhum tipo de processo de cálculo estruturado formal tenha sido observado ou mencionado pelos entrevistados, esta talvez seja uma das poucas situações em que os decisores trabalham com um valor monetário aproximado da hora de voo para estimar a viabilidade da operação.

Cuidados como a comunicação direta com as bases para a verificação de possibilidade de acomodação por meios alternativos são fundamentais antes da efetivação de traslados, reduzindo o risco de gastos em vão. Em relação ao modelo de Rasmussen, a execução de traslados é uma solução especialmente customizada e capaz de atender a quase totalidade de cenários de interrupção de voos. Contudo, é considerada uma solução cara e pouco eficiente (por gerar trechos com receita nula), seu uso indiscriminado auxilia a deslocar o ponto operacional em direção ao limite para o colapso econômico.

Quadro 6 – Conflitos de metas de custo e atendimento

Ao decidir por...	...o decisor consegue...	contudo...
Executar um voo de traslado para atender uma localidade	Uma solução definitiva para a resolução de uma interrupção de voo, atendimento de todos os passageiros é assegurado. Adicionalmente, pode ser utilizado para reaprovisionar um HUB com uma aeronave extra, aumentando a capacidade de resposta do sistema.	A solução é cara tanto em termos econômicos quanto em custos para o sistema, pois utiliza uma aeronave e uma tripulação e tem receita nula no trecho em que se desloca sem passageiros.
Acomodar passageiros em hotéis	Ganhar tempo para buscar uma solução em um momento posterior favorável ou com maior disponibilidade de recursos	Os custos associados não resolvem o problema. Passageiros acomodados desta forma ainda precisam de atendimento posterior

Fonte: o autor (2014)

5.3.3 Equilíbrio de Capacidade de Atendimento entre HUBs e Aeroportos Secundários

Um caso importante envolvendo a gestão de metas conflitantes apareceu no exemplo descrito em 5.2.6 (Gestão de HUBs - E6). A decisão de tentar deslocar um problema até uma posição da malha onde havia amplos recursos para se trabalhar em uma solução tem certo apelo lógico, especialmente se considerarmos que o problema sendo enfrentado ainda estava em desenvolvimento e não havia certeza a respeito do que realmente seria necessário para solucioná-lo. Muito da construção deste cenário advoga em favor da ideia inicial dos decisores do CCO, em buscar um HUB para conter a possível emergência aeronáutica que seria enfrentada.

Outro aspecto relacionado diz respeito ao esgotamento da capacidade de atendimento dos aeroportos quando gerenciando interrupções que afetam múltiplos voos simultaneamente. Citado em 3 entrevistas (E1, E3, E5), fica evidenciada a necessidade de compreensão da malha e do cenário global de operações vigente. Mais uma vez o retorno de aeronaves para o HUB reduz consideravelmente a carga de trabalho dos decisores, facilitando conexões e a reorganização dos voos afetados. Contudo, ao se tentar trabalhar com um número maior de voos do que a estrutura (física e operacional) que um dado aeroporto suporta, inevitavelmente

surtem novos atrasos e provavelmente cancelamentos. Esta gestão é particularmente importante em eventos de fechamentos de múltiplos aeroportos ou de HUBs, pois implica em um grande número de aeronaves de diferentes companhias aéreas buscando por alternativas ao mesmo tempo. Dependendo das regiões consideradas, muitos dos aeroportos disponíveis não conseguem atender mais do que uma ou duas aeronaves por vez, tanto por razões de infraestrutura quanto de pessoal.

Ao se observar o modelo de Rasmussen, estes casos podem ser analisados em relação ao eixo de esforço e carga de trabalho: quanto mais equipados e provisionados os aeroportos (tanto de pessoal quanto de infraestrutura), mais fácil o atendimento completo de casos difíceis como os apresentados. Isto representa uma carga de trabalho consideravelmente reduzida, possibilitando um atendimento eficiente e a perspectiva de rápida normalização das operações. Contudo, no primeiro caso, a opção pela proteção dos recursos do HUB, para a prestação de serviços ao resto dos voos foi priorizada, implicando em um aumento tanto da carga de trabalho dos decisores quanto dos recursos gastos para o atendimento desta potencial interrupção de voos. A escolha por um aeroporto intermediário, próximo ao HUB, possibilitou a manutenção de uma carga de trabalho aceitável e o deslocamento de recursos necessários minimizando perdas. Provavelmente a escolha (ou a necessidade) de atendimento a este caso em um aeroporto mais distante e com menos recursos implicasse em um aumento no número de decisores envolvidos para gerir esta interrupção remotamente, dificultando o atendimento do restante da malha. Para os casos de saturação de aeroportos, a utilização moderada de aeroportos de alternativa, associada a um esforço de coordenação com as funções de Gerenciamento de Navegação Aérea e Atendimento ao Voo nos Aeroportos, aparenta ser a solução mais eficiente de manutenção da capacidade de resposta do sistema, mesmo implicando em um aumento considerável da carga de trabalho.

Quadro 7 – Conflito de metas na utilização de HUBs e Aeroportos Secundários

Ao decidir por...	O decisor consegue...	Contudo...
Desviar voos com problemas para um HUB da empresa	Disponibilidade de múltiplas equipes para atendimento do voo e dos passageiros, fácil conexão e reacomodação para outros voos e recursos para dar continuidade à malha de operação.	A saturação do HUB pode afetar voos não relacionados, comprometendo outras programações. Casos especialmente delicados são panes mecânicas ou situações que afetem um grande número de aeronaves simultaneamente. Eventos negativos em HUBs costumam ter mais visibilidade na imprensa (<i>i.e.</i> danos à imagem)
Desviar voos com problemas para aeroportos secundários	Evitar o tráfego de grandes aeroportos, muitas vezes agilizando o atendimento, preservando os recursos do HUB	Algumas situações podem exigir o deslocamento de equipes extras, implicando em custos adicionais. Em casos de agravamento da situação, a quantidade de recursos disponíveis é restrita (<i>e.g.</i> necessidade de troca de tripulação ou reparos na aeronave).

Fonte: O autor (2014)

5.3.4 Equilíbrio entre a Gestão de Voos e a Gestão de Manutenção

Permutas entre programações de voos servem a propósitos diversos, entre eles, permitir às equipes de manutenção que consigam tempo adicional para trabalhar em aeronaves específicas, sem impactar na chegada e saída dos voos. Em algumas entrevistas (E4, E8) os decisores comentam a respeito deste tipo de manobra, que busca manter ou restabelecer folgas no sistema.

Algumas ocorrências de manutenção tem solução rápida e os procedimentos envolvidos podem ser realizados até mesmo com a aeronave embarcada, durante uma escala intermediária. Um exemplo característico deste tipo de procedimento é ilustrado pela troca de pneus, substituídos preventivamente de acordo com seu desgaste. A aeronave pode ser

suspensa por elevadores hidráulicos em sua posição de embarque e as trocas são realizadas de forma quase imperceptível pelos passageiros embarcados.

Os decisores, contudo, argumentam que eventualmente problemas acontecem mesmo nestes procedimentos considerados simples e rápidos: uma ferramenta pode quebrar durante o serviço ou complicações adicionais podem aparecer (evento similar ocorreu durante as observações). Isto pode implicar em uma extensão do tempo requerido para conclusão dos serviços necessários e provocar atrasos e até mesmo cancelamentos (interrupções). Por isso, quando há necessidade de executar serviços de manutenção não programados entre etapas de uma programação, e havendo possibilidade de permuta, a função de Coordenação de Voos procura alocar uma aeronave sem pendências para executar a próxima etapa, alocando a aeronave que necessita de atenção da manutenção para a execução de voos programados para mais tarde. Este tipo de manobra assegura algumas vantagens, como minimizar o risco de complicações para a saída dos próximos voos (provavelmente já embarcados ou prontos para tal) e garantindo tempo adicional para que as equipes de manutenção executem suas tarefas de forma meticulosa com e menos pressão. Contudo, implica em uma maior carga de trabalho para reajustar as programações de voo no caso do decisor e uma maior carga de trabalho para as equipes nos aeroportos, que precisarão se mobilizar em diferentes níveis, desde uma simples orientação aos passageiros até o desembarque completo de uma aeronave pronta para sair e reembarque, o que pode acarretar atrasos adicionais.

Esta prática, embora facultativa (no exemplo, ambas as aeronaves citadas estão em condições de voo, embora uma delas precise realizar um serviço de manutenção não programado em breve), afasta a possibilidade de que novos eventos agravem a condição da aeronave e forcem a tripulação a parar a operação inesperadamente ao longo das etapas subsequentes. Este tipo de manobra exige do decisor certo planejamento e coordenação com a função de Atendimento ao Voo nos Aeroportos e Manutenção (pista), realizada por diferentes canais. O que aumenta a carga de trabalho, mas preserva as folgas no sistema.

Quadro 8 – Conflito de metas na gestão de voos

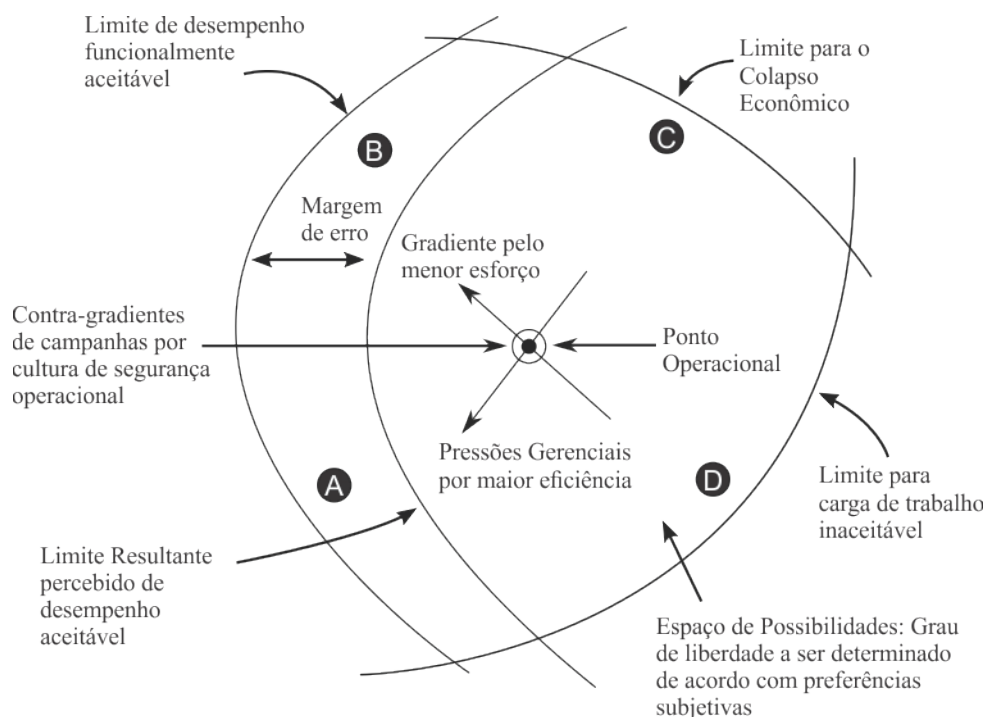
Ao decidir por...	O decisor consegue...	Contudo...
Parar uma aeronave com pendências de manutenção, trocando por outra disponível	Disponibilizar o maior tempo possível para equipes de manutenção resolverem o problema, impedindo que imprevistos atrasem a programação original da aeronave. Aumentar a margem de operação disponível da aeronave (sem pendências)	O decisor precisa encontrar uma aeronave viável para realizar a substituição, o que pode implicar em quebras adicionais nas programações já estabelecidas. Isto implica em um substancial aumento da carga de trabalho dos coordenadores para acertar as programações imediatas e subsequentes das aeronaves.
Tentar resolver pendências de manutenção no período de trânsito entre etapas, mantendo a aeronave na programação	Otimizar a utilização da aeronave, mantendo-a na programação original e aumentando a sua margem de operação disponível (diminuição de pendências).	Quaisquer complicações durante o procedimento de manutenção ou novas descobertas podem acarretar em atrasos ou mesmo cancelamentos. Isto pode implicar no descarregamento completo de uma aeronave embarcada ou no comprometimento do lastro regulamentar da tripulação

Fonte: O autor (2014)

5.3.5 Considerações finais sobre a Gestão de Metas Conflitantes

Os casos citados nesta seção representam os principais conflitos de metas encontrados durante a pesquisa, bem como uma interpretação de seus efeitos baseados no modelo de Rasmussen (1997)- conforme fundamentação apresentada no capítulo 3. As diferentes pressões e metas perseguidas pelos decisores levam a um comportamento dinâmico do ponto operacional proposto pelo autor. Em especial, a busca constante do aumento da produtividade leva o ponto operacional a se deslocar rumo ao limite de funcionamento aceitável do sistema, reduzindo o espaço de manobra que as diferentes equipes envolvidas têm para contornar a adversidade. Na figura 10 foram colocados 4 pontos, exemplificando diferentes momentos hipotéticos. Suas implicações são discutidas a seguir.

Figura 10 – Metas Conflitantes: Situações extremas



Fonte: Adaptado de Rasmussen (1997, p.190, tradução nossa)

A **Situação A** demonstra o sistema já além de seus limites normais, se aproximando de seu limite funcional. Um cenário que pode exemplificar essa situação está relacionado à venda de muitos voos extras ou fretamentos (por exemplo durante um grande evento como a copa do mundo ou durante um período de alta temporada). Maximiza-se a capacidade de atendimento e, potencialmente, os lucros, mas o sistema se torna vulnerável a eventos não planejados: não há recursos extras para acomodar qualquer variabilidade, como fechamentos ou panes mecânicas.

A **Situação B** pode estar associada ao uso de “recursos prontamente disponíveis” no sistema, como um escalador consumindo todos os plantões de reserva e sobreaviso no primeiro evento de interrupção do dia sem tentar permutas e acomodações de outras formas. A solução é eficiente, pois acomoda o problema vigente, mas compromete parte da capacidade de resposta do sistema, assumindo que haverá possibilidade de “criar” novos recursos em um momento posterior, o que pode ou não se confirmar.

A **Situação C** pode envolver cenários especiais, típicos de campanhas para aumentar a fidelização de clientes. Nestes cenários busca-se um incremento na geração de recursos através do dispêndio de recursos financeiros extras, como numerosos voos de traslado, ou o

pagamento a uma companhia congênere para levar grandes números de passageiros (em caso de voos cancelados). O passageiro é plenamente atendido, mas os custos são proibitivos ao longo prazo.

Por fim, a **Situação D** pode ser exemplificada por uma situação de elevado micro gerenciamento, onde as funções do CCO procuram centralizar ao máximo as decisões relativas às programações. Por exemplo, cuidando de detalhamentos que normalmente são gerenciados por funções na linha de frente (e.g. conexões de passageiros, acomodações em hotéis, comunicação direta com tripulações para definir cursos alternativos de ação ou obter informações em tempo real sobre horários de pouso e decolagem ou estimados de chegada). Este tipo de micro gerenciamento costuma economizar recursos, pois acelera a coleta de dados e as decisões, mas esgota rapidamente a capacidade do CCO em gerenciar múltiplos eventos, exigindo um ou mais decisores para acompanhar cada programação.

O sistema encontra um ponto de grande fragilidade em cenários onde múltiplas funções optem simultaneamente por decisões de aumento de produtividade, pois isto é operacionalizado à custa das reservas do sistema, levando a uma situação particularmente limitante no que diz respeito à quantidade de opções disponíveis para manter a malha de voos em funcionamento ao enfrentar eventos subsequentes. Isto evidencia a necessidade de ponderação, associada à compreensão global de todo o sistema que envolve as atividades da empresa por parte dos decisores: a simples alocação de recursos não é suficiente para a manutenção do sistema a longo prazo. Este ambiente requer do decisor uma constante busca de equilíbrio entre suas soluções adotadas de forma a resolver problemas sem comprometer a capacidade do sistema para atender a futuras adversidades.

6 CONCLUSÃO

A modelagem FRAM realizada permitiu identificar e mapear 18 funções críticas do CCO, permitindo observar a capacidade de auxílio mútuo entre diferentes funções e setores na transformação de recursos disponíveis no sistema. A modelagem não retrata um evento em particular, mas segue a proposta de elencar as funções do sistema e seu funcionamento durante eventos desafiadores de interrupções de voo. Esta escolha metodológica deixa aberta a possibilidade de novas modelagens para o estudo de eventos específicos de interrupções de voo, com uma maior resolução.

O funcionamento do sistema modelado demonstra uma estruturação voltada para a absorção da variabilidade, permitindo o “desarme” de muitas situações de potenciais interrupções de voo antes que as mesmas se instalem. Contudo, percebe-se também que os decisores são criticamente dependentes e influenciados pela qualidade e disponibilidade de informações advindas de funções externas ao ambiente de decisão. A dimensão da malha de voos torna imprático manter estes decisores próximos à linha de frente, associando invariavelmente a qualidade da decisão à precisão e disponibilidade de informações prestadas por outras funções. Esta característica torna o sistema particularmente vulnerável a falhas na estrutura de comunicação e à especificidades no treinamento dos agentes da empresa em determinadas funções estratégicas externas ao CCO. Adicionalmente, a análise de ressonância funcional permitiu identificar 6 funções (Execução de Escala, Recuperação de Tripulantes, Atendimento ao Voo nos Aeroportos, Manutenção (pista), Controle de Manutenção, Programação de Manutenção) em cuja variabilidade tem o potencial de se combinar e provocar efeitos emergentes importantes em outras funções do sistema. Alguns dos ecos encontrados são positivos, como possibilidade de redundância de informações e podem ser explorados, enquanto outros como a combinação da variabilidade entre funções da escala podem ser fonte de fragilidades no sistema e precisam ser monitorados.

As entrevistas episódicas de CDM e a posterior análise da tomada de decisão permitiram identificar 6 problemas comuns e 4 principais estratégias para tentar impedir a propagação da variabilidade e estabilizar a execução da malha de voos: isolamento de eventos, manobras para ganhar tempo, a mitigação de interrupções críticas e o reaprovisionamento de pontos-chave na malha de voos. Além disso, a caracterização da tomada de decisão permitiu associar algumas indicações-chave à resolução de determinados

problemas (e.g. um fator importante para a decisão de encaminhar passageiros para um hotel está associada à hora do dia em que a interrupção acontece, devido ao comportamento da malha entre outros fatores). A análise dos eventos de tomada de decisão inventariados (Apêndice E) reforçam que perspectiva racional de tomada de decisão não aparenta ter espaço na gestão e resolução de eventos de interrupções de voo. Os decisores são altamente dependentes da resolução rápida dos cenários tipicamente encontrados e utilizam largamente de sua experiência para a interpretação dos problemas e desenvolvimento de soluções. A estruturação formal do processo decisório é, portanto incompatível com o tipo de problema encontrado.

A análise das principais metas conflitantes demonstra que muitas vezes a linha entre aumentar a eficiência do sistema e comprometer a sua capacidade de resposta é realmente tênue. Um exemplo característico identificado é a escolha de HUBS como alternativa para acomodação de voos atrasados ou com outros tipos de problema (e.g. panes mecânicas). Do mesmo modo em que a abundância de recursos e grande fluxo de operações favorecem a acomodação de passageiros e reparos, a indiscriminada utilização deste recurso reduz progressivamente a capacidade de resposta do sistema. Este limite pode ser atingido rapidamente quando o cenário enfrentado envolve múltiplas aeronaves em voo (e.g o fechamento de múltiplos aeroportos em uma região e um grande número de aeronaves de vários operadores acaba utilizando um mesmo aeroporto alternativo - neste caso, o HUB de uma empresa aérea). A utilização do modelo de Rasmussen (1997) possibilitou ilustrar como diferentes estratégias aumentam a eficiência do sistema, mas ao mesmo tempo podem comprometer temporariamente a sua capacidade de resposta à novos eventos. Os quadros de *tradeoffs* elencados na seção 5.3 trazem alguns dos principais eventos enfrentados cotidianamente pelos decisores.

Desta forma, o desenvolvimento dos três objetivos específicos desta pesquisa possibilitou atender ao objetivo geral do trabalho, caracterizando a tomada de decisão no CCO de uma empresa aérea, identificando problemas e estratégias comuns utilizadas na tomada de decisão no enfrentamento de interrupções de voo. Associado a isso, a análise de metas conflitantes possibilitou uma melhor compreensão de como a tomada de decisão afeta a capacidade de resposta do sistema.

Considera-se uma contribuição teórica desta pesquisa a proposta de uma nova metodologia de trabalho, com a utilização do FRAM como ferramenta de modelagem

complementar de sistemas em estudos de tomada de decisão. Nesta proposta, o mapeamento da variabilidade interna e externa das funções possibilita uma análise da tomada de decisão como elemento homeostático importante no controle da variabilidade, associando o decisor ao ambiente no qual está inserido. Além disso, a modelagem oferece auxílio na detecção das forças, fraquezas e gargalos no sistema. Ao longo da execução deste trabalho, a metodologia utilizada nesta pesquisa e alguns resultados parciais foram apresentados a uma empresa de distribuição de energia e outra empresa aérea de porte comparável à empresa estudada. O interesse de ambas as empresas é um bom indicativo do potencial desta metodologia de trabalho, que pode também ser adaptada para aplicação em outras indústrias e atividades, como defesa civil, centrais hospitalares, transporte marítimo e ferroviário.

Este estudo também traz implicações práticas para a empresa pesquisada. Ficou evidenciado que o modo como os decisores resolvem cada interrupção traz efeitos importantes para a capacidade remanescente de resposta do sistema como um todo. Associado à isso, fica clara a dependência e criticidade de informações advindas de fora do CCO (em especial das linhas de frente) para a qualidade das decisões. Uma possibilidade para reforçar os canais de comunicação poderia ser a contratação de meios de comunicação alternativos independentes (*e.g.* comunicação via satélite) como backup. Isto pode beneficiar especialmente a comunicação com bases remotas que tem menos pessoal (atraso nas comunicações) e muitas vezes sofrem com a pouca infraestrutura das localidades (ausência nas comunicações). Outro benefício deste tipo de tecnologia é o auxílio com problemas relacionados à manutenção: parte da frota está equipada com sistema similar ao de telemetria, que informa o operador e o fabricante de panes mecânicas detectadas eletronicamente. Hoje este sistema não é utilizado por deficiência na transmissão dos dados. Isto pode contribuir na redução do tempo das informações de manutenção e na imprecisão oriunda de relatórios e diagnósticos incompletos ou errôneos, diminuindo o tempo de resposta à este tipo de problema. Adicionalmente, a presença de informações adicionais no salão do CCO provavelmente contribuirá para uma melhor tomada de decisão. Uma sugestão seria a criação de telas apontando o status de todas as reservas de aeronaves e plantões de tripulações, com sua localização na malha de voos. Esta informação hoje precisa ser filtrada a partir de um sistema complexo e muitas vezes costuma levar tempo. O conhecimento de informações de status do sistema pode levar os decisores a decidirem de forma diferente ao ter uma percepção mais clara de que as reservas são abundantes ou escassas em um determinado momento.

No que se refere a treinamentos, uma possibilidade de melhoria está em uma maior integração entre o grupo de voo (tripulações), CCO e o pessoal que executa a função de Atendimento ao Voo nos Aeroportos, conforme conceitos de Interprevisibilidade e Referencial Comum citados por Klein et al. (2005). As observações e entrevistas apontam para um desconhecimento a respeito do porquê o CCO toma algumas decisões, ou mesmo quais informações são essenciais para que as decisões tenham qualidade e não consumam recursos desnecessários. O CCO também pode aprender com as limitações e prioridades das funções com que interage, especialmente as externas ao CCO (e.g. tripulações normalmente decidem em favor do cenário mais seguro, o CCO no cenário mais produtivo ou com melhor continuidade, embora ambos façam considerações cruzadas). Talvez o simples treinamento de um funcionário dedicado a fornecer informações ao CCO nas bases possa diminuir o tempo de resposta dos decisores e aumentar a qualidade das decisões.

Uma das limitações desta pesquisa está no fato de 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 mesmo de outras indústrias, tais como geração e distribuição de energia, emergências hospitalares, defesa civil, entre outros. Adicionalmente, dados estatísticos poderiam oferecer uma possibilidade adicional importante de triangulação no que diz respeito à distribuição de eventos de interrupção de voos. Contudo, tais dados não foram disponibilizados pela empresa pesquisada. Desta forma, os dados para a determinação dos eventos mais frequentes advêm das 85 horas de observação em campo realizadas, associados às entrevistas com os especialistas participantes.

Quanto aos programas utilizados na modelagem, o FRAM MODEL VISUALIZER (FMV), é útil para a criação de esboços iniciais da modelagem e tem funcionalidade relativamente adequada na tabulação de funções e seus aspectos. Entretanto, diversas limitações quanto ao posicionamento do texto, linhas de acoplamento entre funções e baixa resolução dos modelos exportados ainda o impedem de ser utilizado de forma independente em trabalhos acadêmicos. Por este motivo, foi feita a opção por um software de desenho vetorial profissional, que foi utilizado para a realização da modelagem final.

Por se tratar de um estudo exploratório, propõe-se as seguintes hipóteses que poderão ser testadas em estudos futuros (as hipóteses são apresentadas em *itálico* e uma breve explicação se segue em cada alínea):

- a) *O uso de ferramentas de otimização (e.g. planejamento de escala de tripulantes e chaves de voo) traz prejuízos à capacidade de absorção da variabilidade do CCO frente a interrupções de voo e dificulta a decisão dos gerentes operacionais.* A cada vez que a malha de voos é executada (mensalmente) novas combinações e sequências de voos são geradas de forma aleatória. Isto aparenta dificultar o aprendizado de soluções locais para pontos vulneráveis na malha de voos.
- b) *O valor diferenciado pago por algumas programações de voo (e.g. voos noturnos) interfere na disposição dos tripulantes em aceitar novas programações e se sujeitar às decisões do CCO para resolver interrupções.* O salário dos tripulantes é largamente variável devido à quantidade de voos realizados e principalmente pelos adicionais dependendo da programação determinada pela escala. Alguns tripulantes podem se sentir desmotivados a executar programações “menos lucrativas” para auxiliar na resolução de problemas como os de interrupções de voo.
- c) *O desenvolvimento de cenários especiais para o treinamento de decisores no contexto de interrupções de voo qualifica a tomada de decisão nestes eventos.* Cenários particularmente difíceis ou que apontem para vulnerabilidades conhecidas da malha da empresa podem ser trabalhados tanto com o grupo de voo (tripulações) quanto com os decisores do CCO e bases remotas para qualificar a tomada de decisão

A identificação da influência de funções externas ao CCO na qualidade das decisões tomadas traz uma boa proposta para estudos futuros no que diz respeito a como estas funções externas compreendem a tomada de decisão do CCO e, em especial, a gestão de interrupção de voos. Em uma outra proposta, pode-se buscar uma ampliação no entendimento de como estas funções externas e internas ao CCO se relacionam no campo de Collaborative Decision Making e Team Sensemaking, analisando a tomada de decisão conjunta de setores diversos envolvidos neste contexto (e.g. integração com controle de tráfego aéreo/CGNA, gestão de aeroportos ou outros serviços relacionados - ver: Chang et al., 2001 e Malakis; Kontogiannis, 2013). Outra proposta se relaciona ao desenvolvimento de indicadores para a medição do status de diferentes funções e, em um segundo momento, do quão próximo dos seus limites o sistema realmente está. Adicionalmente, trabalhos do campo da Engenharia de Resiliência poderiam aproveitar esta pesquisa como ponto de partida para o estudo de capacidades

adaptativas neste tipo de sistema, buscando a otimização dos tradeoffs entre produção e proteção.

REFERÊNCIAS

- ANAC diz que multa contra Gol já chega a R\$ 2,5 milhões. **Zero Hora**, 9 dez. 2013.
- BEACH, L.; LIPSHITZ, R. Why classical decision theory is an inappropriate standard for evaluating and aiding most human decision making. In: **Decision making in action: Models and methods**. Norwood: Ablex Publishing, 1993. p. 21–35.
- 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.
- BERRYMAN, J. M. Judgements during information seeking: a naturalistic approach to understanding the assessment of enough information. **Journal of Information Science**, v. 34, n. 2, p. 196–206, 12 jul. 2007.
- BISANTZ, A.; BURNS, C. **Applications of cognitive work analysis**. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Norma que eleva valor de multas entra em vigor**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/Noticia.aspx?ttCD_CHAVE=770&slCD_ORIGEM=0>.
- BRASIL. CONGRESSO. **Lei nº 7183, de 5 de abril de 1984**. Brasília, 1984. Disponível em: <[www2.anac.gov.br/biblioteca/leis/lei7183 .pdf](http://www2.anac.gov.br/biblioteca/leis/lei7183.pdf)>
- CARROLL, J. S. Naturalistic Decision Making and Organizational Learning in Nuclear Power Plants: Negotiating Meaning Between Managers and Problem Investigation Teams. **Organization Studies**, v. 27, n. 7, p. 1037–1057, 1 jul. 2006.
- CARVALHO, P. V. R.; DOS SANTOS, I. L.; VIDAL, M. C. R. Nuclear power plant shift supervisor's decision making during microincidents. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 35, n. 7, p. 619–644, jul. 2005.
- CHANG, K. et al. Enhancements to the FAA Ground-Delay Program Under Collaborative Decision Making. **Interfaces**, v. 31, n. 1, p. 57–76, 2001.
- CHASE, W.; SIMON, H. Perception in chess. **Cognitive psychology**, v. 4, n. 1, p. 55–61, 1973.
- CIOFFI, J. Expanding the scope of decision-making research for nursing and midwifery practice. **International journal of nursing studies**, v. 49, n. 4, p. 481–9, abr. 2012.
- CITROEN, C. L. The role of information in strategic decision-making. **International Journal of Information Management**, v. 31, n. 6, p. 493–501, dez. 2011.
- CLAUSEN, J. et al. Disruption management in the airline industry—Concepts, models and methods. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 5, p. 809–821, maio 2010.

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.

CRANDALL, B.; GETCHELL-REITER, K. Critical decision method: a technique for eliciting concrete assessment indicators from the intuition of NICU nurses. **ANS - Advances in nursing science**, v. 16, n. 1, p. 42–51, 1993.

CRANDALL, B.; KLEIN, G.; HOFFMAN, R. R. **Working minds**. Cambridge: MIT Press, 2006.

DE CARVALHO, P. V. R. 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.

DE GROOT, A. D. **Thought and Choice in Chess**. 2^a. ed. Amsterdam: Amsterdam University Press, 1978.

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. p. 236

DEKKER, S. **Drift into failure: From hunting broken components to understanding complex systems**. Farnham: Ashgate Publishing Ltd., 2011.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532, out. 1989.

EISENHARDT, K.; ZBARACKI, M. Strategic decision making. **Strategic management journal**, v. 13, p. 17–37, 1992.

EPSTEIN, R. M. Whole mind and shared mind in clinical decision-making. **Patient education and counseling**, v. 90, n. 2, p. 200–6, fev. 2013.

FLICK, U. **An introduction to qualitative research**. 4th. ed. London: Sage Publications Ltd, 2010.

FLYVBJERG, B. Five Misunderstandings About Case-Study Research. **Qualitative Inquiry**, v. 12, n. 2, p. 219–245, 1 abr. 2006.

FREDRICKSON, J. Effects of decision motive and organizational performance level on strategic decision processes. **Academy of Management Journal**, v. 28, n. 4, p. 821–843, 1985.

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

GOLL, I.; RASHEED, A. Rational decision making and firm performance: the moderating role of the environment. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 583–591, 1997.

GOMES, J. O. et al. Resilience and brittleness in the offshore helicopter transportation system: The identification of constraints and sacrifice decisions in pilots' work. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 94, n. 2, p. 311–319, fev. 2009.

GREITZER, F. L. et al. Naturalistic Decision Making for Power System Operators. n. 6, p. 37–44, 2009.

HAYES, J. **Operational Decision Making in High Hazard Organisations**. Farnham: Ashgate Publishing Ltd., 2013.

HELSLOOT, I.; GROENENDAAL, J. Naturalistic decision making in forensic science: toward a better understanding of decision making by forensic team leaders. **Journal of forensic sciences**, v. 56, n. 4, p. 890–7, jul. 2011.

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.

HESS JR, R. L. The impact of firm reputation and failure severity on customers' responses to service failures. **Journal of Services Marketing**, v. 22, n. 5, p. 385–398, 2008.

HOFFMAN, R. R.; MILITELLO, L. G. **Perspectives on Cognitive Task Analysis : Historical Origins and Modern Communities of Practice**. New York: Psychology Press, 2008.

HOLLNAGEL, E. **Barriers and accident prevention**. Farnham: Ashgate Publishing Ltd., 2004.

HOLLNAGEL, E. **The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off, why things that go right sometimes go wrong**. Farnham: Ashgate Publishing Ltd., 2009. p. 163

HOLLNAGEL, E. et al. **Resilience engineering in practice: A guidebook**. Farnham: Ashgate Publishing Ltd., 2011.

HOLLNAGEL, E. **Fram: The Functional Resonance Analysis Method (Epub) Modelling Complex Socio-Technical Systems**. [s.l: s.n.].

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

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. **Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2005.

KAEMPF, G. L. et al. Decision making in complex naval command-and-control environments : Decision making in complex environments. **Human factors**, v. 38, n. 2, p. 220–231, 1996.

KAHNEMAN, D.; KLEIN, G. Conditions for intuitive expertise: a failure to disagree. **The American psychologist**, v. 64, n. 6, p. 515–26, set. 2009.

KLEIN, G. **Rapid decision making on the fire ground** Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society annual meeting. **Anais...** Alexandria, VA: Sage Publications Ltd, 1988 Disponível em: <<http://pro.sagepub.com/content/30/6/576.short>>. Acesso em: 21 jan. 2014

KLEIN, G. et al. Characteristics of skilled option generation in chess. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 62, n. 1, p. 63–69, 1995.

KLEIN, G. **Sources of power: How people make decisions**. 1. ed. Cambridge: MIT Press, 1998a.

KLEIN, G. **Fontes do poder: o modo como as pessoas tomam decisões**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998b.

KLEIN, G. et al. Common Ground and Coordination in Joint Activity. In: **Organizational Simulation**. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc, 2005. p. 139–178.

KLEIN, G. Naturalistic Decision Making. **Human Factors**, v. 50, n. 3, p. 456–460, 1 jun. 2008.

KLEIN, G. A. et al. **Decision Making in Action: Models and Methods**. Norwood: Ablex Publishing, 1993. p. 448

KLEIN, G.; CALDERWOOD, R.; MACGREGOR, D. Critical decision method for eliciting knowledge. **IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS**, v. 19, n. 3, p. 462–472, 1989.

KLEIN, G.; WIGGINS, S.; DOMINGUEZ, C. O. Team sensemaking. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 11, n. 4, p. 304–320, jul. 2010.

KOHL, N. et al. Airline disruption management—Perspectives, experiences and outlook. **Journal of Air Transport Management**, v. 13, n. 3, p. 149–162, maio 2007.

LAPORTE, T.; CONSOLINI, P. Working in Practice but Not in Theory: Theoretical Challenges of “High-Reliability Organizations.” **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 1, n. 1, p. 19–47, 1991.

LIPSHITZ, R. et al. Taking stock of naturalistic decision making. **Journal of Behavioral Decision Making**, v. 14, n. 5, p. 331–352, 2001.

LIPSHITZ, R.; KLEIN, G.; CARROLL, J. S. Naturalistic Decision Making and Organizational Decision Making: Exploring the Intersections. **Organization Studies**, v. 27, n. 7, p. 917–923, 1 jul. 2006.

LIPSHITZ, R.; STRAUSS, O. Coping with uncertainty: A naturalistic decision-making analysis. **Organizational Behavior and Human Decision ...**, v. 69, n. 2, p. 149–163, 1997.

LIU, B.-S.; LEE, Y.-H. In-vehicle workload assessment: effects of traffic situations and cellular telephone use. **Journal of safety research**, v. 37, n. 1, p. 99–105, jan. 2006.

- LUNDBLAD, K.; SPEZIALI, J. **FRAM as a risk assessment method for nuclear fuel transportation** International Conference Working on Safety. **Anais...** Creta: 2008 Disponível em: <<http://swepub.kb.se/bib/swepub:oai:DiVA.org:liu-43119?tab2=abs&language=en>>. Acesso em: 20 mar. 2014
- MACRAE, C. Making risks visible: Identifying and interpreting threats to airline flight safety. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 82, n. 2, p. 273–293, 24 jun. 2009.
- MADSEN, P. M. Perils and Profits: A Reexamination of the Link Between Profitability and Safety in U.S. Aviation. **Journal of Management**, v. 39, n. 3, p. 763–791, 6 abr. 2011.
- MALAKIS, S.; KONTOGIANNIS, T. Exploring team sensemaking in air traffic control (ATC): insights from a field study in low visibility operations. **Cognition, Technology & Work**, v. 16, n. 2, p. 211–227, 7 mar. 2013.
- MATHAISEL, D. F. X. Decision support for airline system operations control and irregular operations. **Computers & Operations Research**, v. 23, n. 11, p. 1083–1098, nov. 1996.
- MCANDREW, C.; GORE, J. Understanding Preferences in Experience-Based Choice: A Study of Cognition in the “Wild.” **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making**, v. 7, n. 2, p. 179–197, 2 nov. 2012.
- MINTZBERG, H.; RAISINGHANI, D.; THEORET, A. The structure of “unstructured” decision processes. **Administrative science quarterly**, v. 21, n. 2, p. 246–275, 1976.
- MÖREL, G.; AMALBERTI, R.; CHAUVIN, C. Articulating the differences between safety and resilience: the decision-making process of professional sea-fishing skippers. **Human factors**, v. 50, n. 1, p. 1–16, fev. 2008.
- MORINEAU, T. et al. Decision Making During Preoperative Surgical Planning. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 51, n. 1, p. 67–77, 20 maio 2009.
- NEMETH, C. et al. Discovering Healthcare Cognition: The Use of Cognitive Artifacts to Reveal Cognitive Work. **Organization Studies**, v. 27, n. 7, p. 1011–1035, 1 jul. 2006.
- OLSON, M. K. The risk we bear: the effects of review speed and industry user fees on new drug safety. **Journal of health economics**, v. 27, n. 2, p. 175–200, mar. 2008.
- ORASANU, J.; CONNOLLY, T. The reinvention of decision making. In: **Decision making in action: Models and methods**. 1. ed. Norwood: Ablex Publishing, 1993. p. 3–20.
- PATEL, V. L.; KAUFMAN, D. R.; KANNAMPALLIL, T. G. Diagnostic Reasoning and Decision Making in the Context of Health Information Technology. **Reviews of Human Factors and Ergonomics**, v. 8, n. 1, p. 149–190, 26 set. 2013.
- PERROW, C. **Normal accidents: Living with high risk technologies**. New York: Basic Books, 1984. p. 456

PRIEM, R.; RASHEED, A.; KOTULIC, A. Rationality in strategic decision processes, environmental dynamism and firm performance. **Journal of Management**, v. 21, n. 5, p. 913–929, 1995.

PUVATHINGAL, B. J.; HANTULA, D. A. Revisiting the psychology of intelligence analysis: from rational actors to adaptive thinkers. **The American psychologist**, v. 67, n. 3, p. 199–210, abr. 2012.

RAKE, E.; NJÅ, O. Perceptions and performances of experienced incident commanders. **Journal of Risk Research**, v. 12, n. 5, p. 665–685, 2009.

RASMUSSEN, J. Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. **IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS**, v. 13, n. 3, p. 257–266, 1983.

RASMUSSEN, J. Deciding and doing: Decision making in natural contexts. In: **Decision making in action: Models and Methods**. Norwood: Ablex Publishing, 1993a. p. 158–171.

RASMUSSEN, J. Diagnostic reasoning in action. **IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS**, v. 23, n. 4, p. 981–992, 1993b.

RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society: a modelling problem. **Safety Science**, v. 27, n. 2-3, p. 183–213, nov. 1997.

REASON, J. **Human error**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p. 320

ROSNESS, R. et al. **Organisational Accidents and Resilient Organisations: Five Perspectives**. Trondheim, Norway: [s.n.].

ROTH, E. M.; MULTER, J.; RASLEAR, T. Shared Situation Awareness as a Contributor to High Reliability Performance in Railroad Operations. **Organization Studies**, v. 27, n. 7, p. 967–987, 1 jul. 2006.

SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LÚCIO, P. **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SAWARAGI, T.; HORIGUCHI, Y.; HINA, A. **Safety Analysis of Systemic Accidents Triggered by Performance Deviation** 2006 SICE-ICASE International Joint Conference. **Anais...Ieee**, 2006 Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4108970>>

SCHWENK, C. Strategic decision making. **Journal of Management**, v. 21, n. 3, p. 471–493, 1995.

SHATTUCK, L. G.; MILLER, N. L. Extending Naturalistic Decision Making to Complex Organizations: A Dynamic Model of Situated Cognition. **Organization Studies**, v. 27, n. 7, p. 989–1009, 1 jul. 2006.

SIMON, H. A. Rational choice and the structure of the environment. **Psychological review**, v. 63, n. 2, p. 129–38, mar. 1956.

SLOVIC, P. The risk game. **Journal of hazardous materials**, v. 86, n. 1-3, p. 17–24, 14 set. 2001.

SMITH, C.; JOHNSTON, J.; PARIS, C. Decision support for air warfare: Detection of deceptive threats. **Group Decision and Negotiation**, v. 13, n. 2, p. 129–148, 2004.

SNOOK, S. **Friendly fire: The accidental shutdown of US Black Hawks over northern Iraq**. Princeton: Princeton University Press, 2002. p. 280

STARBUCK, W.; FARJOUN, M. **Organization at the limit: Lessons from the Columbia disaster**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

STARBUCK, W. H.; MILLIKEN, F. J. Challenger: Fine-Tuning the Odds Until Something Breaks. **Journal of Management Studies**, v. 25, n. 4, p. 319–340, jul. 1988.

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

VANHARANTA, M.; EASTON, G. Intuitive managerial thinking: the use of mental simulations in the industrial marketing context. **Industrial Marketing Management**, v. 39, n. 3, p. 425–436, abr. 2010.

VAUGHAN, D. Autonomy, interdependence, and social control: NASA and the space shuttle Challenger. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 2, p. 225–257, 1990.

VAUGHAN, D. **The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA**. Chicago: University of Chicago Press, 1996. p. 575

WEICK, K. E. The collapse of sensemaking in organizations: yhe Mann Gulch Disaster. **Administrative science quarterly**, v. 38, n. 4, p. 628–652, 1993.

WEICK, K. E. Reflections on Enacted Sensemaking in the Bhopal Disaster. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 3, p. 537–550, maio 2010.

WEICK, K. E.; SUTCLIFFE, K. M.; OBSTFELD, D. Organizing and the Process of Sensemaking. **Organization Science**, v. 16, n. 4, p. 409–421, ago. 2005.

WEICK, K.; SUTCLIFFE, K. **Managing the unexpected**. San Francisco: Jossey-Bass, 2001.

WEIDE, O.; RYAN, D.; EHRGOTT, M. An iterative approach to robust and integrated aircraft routing and crew scheduling. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 5, p. 833–844, maio 2010.

WINSTON, C.; MAHESHRI, V.; MANNERING, F. An exploration of the offset hypothesis using disaggregate data: The case of airbags and antilock brakes. **Journal of Risk and Uncertainty**, v. 32, n. 2, p. 83–99, mar. 2006.

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

WOLTJER, R.; HOLLNAGEL, E. **Functional modeling for risk assessment of automation in a changing air traffic management environment** International Conference Working on Safety. **Anais...** Creta: 2008 Disponível em: <<http://www.ida.liu.se/~rogwo/RW-EH-ERASMUS-FRAM-WoS08-share.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2014

WOODS, D. D. Risk and human performance: Measuring the potential for disaster. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 29, n. 3, p. 387–405, jan. 1990.

XIAO, T. et al. The ETTO principle and organisational strategies: a field study of ICU bed and staff management. **Cognition, Technology & Work**, v. 12, n. 2, p. 143–152, 10 abr. 2010.

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

APÊNDICE A – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO E ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA ETAPA DE DESCRIÇÃO DO SISTEMA (CCO)

Os dados de observação serão triangulados com dados de entrevistas que serão realizadas ao longo da visita de campo. O objetivo principal deste roteiro é possibilitar a construção de um modelo de funcionamento baseado no método *FRAM*. Justificativas e considerações adicionais sobre cada item se apresentam em itálico neste roteiro.

Itens a ser observados:

- a) disposição das diferentes funções ao longo do espaço de trabalho;
- b) como ocorre a interação e fluxo de informações entre as diferentes funções;
a disposição física das diferentes áreas e o fluxo de informações no ambiente do CCO deve fornecer dados sobre como ocorre a inter-relação entre as funções existentes no CCO. Dados como o que inicia ou “dispara” cada função, onde buscam informações e para onde enviam o produto de seu trabalho são fundamentais para a construção do modelo proposto.
- c) quem são os decisores em cada área/função;
a identificação dos decisores é essencial para a sequência da pesquisa em suas próximas etapas.
- d) que tipo de pressão de tempo cada área/função sofre e como ela é exercida.
observar o tipo de comunicação, as regras ou sinais que são utilizados quando uma situação precisa ser resolvida imediatamente. Este item deve fornecer dados tanto para a estruturação do modelo, como para a análise proposta para decisão e equilíbrio de metas conflitantes.

O roteiro para as entrevistas semiestruturadas está dividido em 3 blocos de perguntas. O primeiro contém questões que buscam caracterizar o perfil do respondente. O segundo é constituído por questões a respeito das funções envolvidas com o gerenciamento de voos e interrupções, são baseadas no modelo *FRAM* e possibilitarão, juntamente com a observação, a construção do modelo proposto. O último bloco contém perguntas abertas e intenciona questionar preliminarmente os respondentes sobre a temática de tomada de decisão e equilíbrio de metas de produção e proteção, que será o foco da próxima fase/roteiro.

1. Primeiro Bloco:

- a) Há quanto tempo você trabalha na empresa? E nesta função?
- b) Que tipo de formação você tem?

2. Segundo Bloco:

- a) Quais as atividades que a sua área executa?
Identificar as principais atividades/funções existentes na área de cada equipe.

- b) Como estas atividades funcionam durante interrupções de voos?
*Verificar a **existência de funções** especiais durante a gestão de interrupções de voos.*
- c) De quais ferramentas /recursos você dispõe para auxiliar a desempenhar sua função e como elas lhe ajudam durante a recuperação em caso de cancelamentos e atrasos?
*Determinar e descrever os **recursos** disponíveis para a condução e execução das funções identificadas.*
- d) De quais informações essenciais ou eventos essenciais você precisa para iniciar a sua função? De onde vêm estas informações? O que torna seu trabalho particularmente difícil (ou fácil)?
*Determinar quais os dados e eventos essenciais para o **input** (início/entrada) da função e estabelecer relações com outras funções principais e secundárias.*
- e) Existe algum procedimento/cuidado especial ou preparação para executar a sua função, para evitar erros? *Checklists*? Conferências?
*Determinar a existência de **pré-condições** e descrevê-las.*
- f) Para onde você envia o resultado do seu trabalho?
*Verificação de fluxo de trabalho e **Output** (saída da função).*
- g) Em que situações há pressão de tempo para executar a(s) sua(s) atividade(s)?
*Elicitação de condições de pressão de **tempo** associadas a funções específicas.*
- h) Como esta atividade é supervisionada? Como você faz o controle da atividade?
*Determinação e descrição de como o **controle** das diferentes funções é efetivado. A descrição deste subitem deve apontar para decisores-chave dentro de cada área.*

3. Terceiro Bloco:

- i) Em casos de gerenciamento de interrupções de voo, quem decide a respeito desta área/função? O que é crítico para a decisão?
Confirmar percepções a respeito da identificação de decisores durante a observação direta e identificar fatores críticos que podem complementar a exploração da decisão na próxima etapa.
- j) Quais os principais desafios/prioridades para a resolução de problemas nesta área/função? De onde vêm estas prioridades?
Identificar e descrever potenciais metas conflitantes entre produção e proteção, bem como elementos que podem influenciá-las (e.g. personalidade ou interpretação de atores específicos, políticas ou culturas organizacionais).

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PARA ETAPA DE ENTREVISTA COM DECISORES

O roteiro de entrevistas semiestruturadas a seguir foi desenvolvido com base no protocolo de *Critical Decision Method*, para entrevistas episódicas e utiliza “*probes*” para eliciação de elementos de suporte à decisão do modelo de *RPD* apresentado no capítulo 2. O instrumento está dividido em 2 blocos de perguntas. O primeiro consiste em informações gerais sobre o entrevistado enquanto o segundo utiliza os “*probes*” de *CDM*.

Primeiro Bloco:

- a) Há quanto tempo você trabalha na empresa? E nesta função?
- b) Que tipo de formação você tem?

Segundo Bloco:

- c) Você pode me contar um episódio onde sua experiência auxiliou na resolução de um problema? Casos onde você precisou utilizar recursos além dos manuais?
- d) Como você percebeu que este seria um caso atípico/difícil?
- e) Que tipo de informação você utilizou para dar suporte a sua decisão? De onde ela veio e ou o que você fez com ela?
- f) Alguma experiência anterior foi relevante para este caso? De que forma?
- g) Após identificar a situação, quais foram os objetivos traçados? Quais as principais prioridades daquele cenário?
- h) Quais outros cursos de ação seriam viáveis/estavam disponíveis? Porque você decidiu por este curso de ação?
- i) Que tipo de experiência ou treinamento teria lhe ajudado na solução deste cenário?
- j) Se você precisasse descrever este cenário a um colega que iria assumir seu turno, como o faria?
- k) Como você visualizou as consequências deste curso de ação? Elas se confirmaram?
- l) O que te fez concluir que este seria o melhor curso de ação para esta situação?
- m) Você buscou algum tipo de apoio ou aconselhamento de outros colegas? Como julgar a confiabilidade do aconselhamento?

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO PARA AS ENTREVISTAS

TERMO DE CONSENTIMENTO

Projeto de Pesquisa: Tomada de Decisão e Equilíbrio de Metas de Produção e Proteção no Gerenciamento de Interrupções de Voo em Empresas de Transporte Aéreo Regular

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

Pesquisador: Lucas Bertelli Fogaça

E-mail: lucas.fogaca@acad.pucrs.br

Orientador: Eder Henriqson

E-mail: ehenriqson@pucrs.br

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo convidado 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: Caracterizar os elementos em que se baseia a tomada de decisão de gerentes operacionais frente aos desafios de equilibrar metas de produção e proteção em situações de gerenciamento de interrupção de voos em empresas de transporte aéreo regular.

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 conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

() Autorizo gravar entrevistas.

() Não autorizo gravações de qualquer tipo.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2014.

Pesquisador Responsável

Participante da Pesquisa

APÊNDICE D – TABELAS DAS FUNÇÕES (MODELAGEM FRAM)

As tabelas abaixo apresentam de forma detalhada o mapeamento das 18 funções da análise FRAM realizada no Centro de Controle de Operações da empresa pesquisada. As cores utilizadas são homônimas às utilizadas no modelo apresentado no capítulo 5. Conforme argumentado na seção 5.1.7 o mapeamento dos aspectos foi realizado em razão de sua relevância ao tema de interrupções de voo. Portanto, por não estarem relacionados aos objetivos de estudo desta pesquisa (ou não exercerem influência perceptível), alguns aspectos de determinadas funções não foram mapeados, sem prejuízo à criação e análise do modelo.

Atendimento ao Voo nos Aeroportos	<p align="center">Descrição da Função</p> <p>O Atendimento ao Voos nos Aeroportos se refere às equipes da empresa aérea posicionadas nos diversos aeroportos onde há operação regular. Além do atendimento aos passageiros e aos voos em transito, são responsáveis por informar o CCO a respeito do andamento da malha e eventuais problemas (como atrasos ou dificuldades para pousos e decolagens).</p> <p align="center">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horários de movimentação normalmente chegam com atraso e por vezes incorretos, requerendo correções posteriores mediante cobrança do CCO/Coordenação; • Informações referentes aos motivos de atrasos são percebidas no CCO como pouco confiáveis em função de metas individuais a serem cumpridas pelas bases; • Dificuldades de comunicação em algumas bases às vezes compromete o fluxo de informações entre CCO e linha de frente.
Input	-
Output	Informação sobre andamento dos voos
Precondições	-
Recursos	-
Controle	Operação “Expressa”
Tempo	-

Manutenção (Pista)	Descrição da Função: Mecânicos aeronáuticos e técnicos prestam serviços de manutenção em todas as bases de operação regular da empresa. Verificam a operacionalidade das aeronaves após cada pouso durante o embarque e desembarque, fornecendo apoio em campo às tripulações e informações técnicas ao CCO a respeito de eventuais contingências a serem resolvidas.
	Considerações adicionais: <ul style="list-style-type: none">Os recursos na linha de frente são especialmente limitados em bases remotas. A solução de problemas nestas localidades muitas vezes depende do envio de peças a partir dos HUBs, o que pode demorar.
	Input -
	Output Status de Manutenção
	Precondições -
	Recursos -
	Controle -
	Tempo -

Gerenciamento de Navegação Aérea	Descrição da Função: Atividade do Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea ou CGNA subordinado ao DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). Trabalha em conjunto com as companhias aéreas, provendo "atalhos" burocráticos em situações especiais (e.g. planos de voo) e notifica empresas sobre situações especiais como fechamento de grandes aeroportos, interdições, saturação de determinadas áreas, etc.. Companhias têm funcionários dentro deste órgão, atuando como prepostos e realizando a ponte entre os CCOs e o CGNA.
	Considerações adicionais: <ul style="list-style-type: none">Informações críticas podem chegar com atraso ou simplesmente não chegar, especialmente quando relacionadas a áreas remotas ou aeroportos menores.
	Input -
	Output Autorizações Especiais Informação sobre Eventos de Tráfego Aéreo
	Precondições -
	Recursos -
	Controle -
	Tempo -

Programação de Manutenção	<p align="center">Descrição da Função:</p> <p>Função não subordinada à Diretoria de Operações (responde ao planejamento de manutenção - Extra CCO). Supervisiona o posicionamento de aeronaves nas respectivas bases para que os serviços de manutenção programados sejam executados conforme previsto. Trabalha com diferentes níveis de prioridades como impreterível (~48hrs) e mandatório (~72hrs).</p> <p align="center">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eventualmente algum item passa pela conferência. Observado um item “vencendo” em menos de 24 hrs, forçando uma grande modificação na programação de voos por parte da coordenação de voos.
Input	-
Output	Programação de Manutenção Prioritária
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Contingências de manutenção	<p align="center">Descrição da Função:</p> <p>Responsável pela localização, separação e despacho de peças e pessoal de manutenção para restabelecer a condição de voo/operação da frota da empresa. Tem autonomia para encaminhar a compra de componentes para atender a frota. Dispõe de uma equipe de resposta rápida para atendimento em localidades remotas (aeronave específica). Esta equipe é disparada pelo Gerente de Turno do CCO por solicitação desta função.</p> <p align="center">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante as observações ocorreu um evento onde havia necessidade de despacho de uma ferramenta para um reparo em uma aeronave que estava fora de voo: sistema mostrava ferramenta como disponível, mas mecânicos não conseguiam localizá-la. Isto tornou a resolução da contingência mais complexa, levando a uma modificação adicional na programação por parte da coordenação de voos.
Input	Solicitação de Reparos Imediatos
Output	Despacho de Recursos para Manutenção
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Descrição da Função:	
Controle de Manutenção	<p>Recebe os reportes de manutenção direto da linha de frente e orienta sobre procedimentos a serem realizados para restabelecer a operacionalidade das aeronaves. Estima o tempo de reparo para panes em resolução.</p> <p style="text-align: center;">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações provêm da linha de frente e nem sempre são completas e precisas. • O tempo necessário para o reparo e reestabelecimento de condição de voo por vezes é impreciso e compromete recursos por mais tempo do que o necessário. • Reportes de manutenção incompletos são um problema: às vezes poucas informações contidas no reporte precisam ser complementadas por outro mecânico em etapa posterior.
Input	Status de Manutenção
Output	Aeronaves – Restrições Operacionais
	Aeronaves – Tempo de reparo
	Solicitação de Reparos Imediatos
Precondições	-
Recursos	Despacho de Recursos para Manutenção
Controle	Decisões finais sobre manutenção
Tempo	-

Descrição da Função:	
Execução de Escala	<p>Acompanha e adapta a escala de voos planejada para acomodar contingências relacionadas a tripulações de voo.</p>
Input	-
Output	Tripulações disponíveis
	Jornada de trabalho das Tripulações
	Alterações de Escala
Precondições	-
Recursos	Planejamento Atualizado para execução
	Programação de repouso e deslocamento das tripulações
Controle	Restrições de Tripulantes e Alterações
Tempo	-

Recuperação de Tripulantes	<p align="center">Descrição da Função:</p> <p>Monitora e ajusta a escala de voos modificada pela execução de escala para garantir a continuidade futura (48 hrs+). Acomoda programações adicionais como fretamentos e voos abertos por dispensas médicas (DM), atrasos no treinamento ou reprovações em revalidações [indisponibilidade longitudinal de escala=abertura de múltiplas programações].</p> <p align="center">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aberturas longitudinais de escala de tripulantes acabam por consumir todo a folga do sistema: DMs, atrasos nos treinamentos e revalidações (e/ou reprovações) consomem sobreavisos e reservas para fechar as programações. Na "melhor das hipóteses" apertam as programações existentes e deixam o sistema em seu nível mais justo já 48hrs ou mais antes de sua execução. 	
	Input	Alterações de Escala
	Output	Planejamento Atualizado para Execução
	Precondições	-
	Recursos	-
	Controle	Restrições de tripulantes e alterações
	Tempo	-

Logística de Tripulantes	<p align="center">Descrição da Função:</p> <p>Responsável pelos ajustes em deslocamento e repouso de tripulações em suas programações (hotéis e transportes). Procura acomodar as alterações efetuadas pela execução de escala e recovery.</p> <p align="center">Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> A informação de Input muitas vezes chega tarde demais, incompleta ou nem chega. Por consequência, tripulações podem atrasar o início de seu repouso ou o início de sua jornada devido a atrasos em acomodação e transportes oriundos de modificação de programação. 	
	Input	Alterações de escala
	Output	Programação de repouso e deslocamento de tripulações
	Precondições	-
	Recursos	-
	Controle	-
	Tempo	-

Apoio ao Cliente	Descrição da Função: Função não subordinada à Diretoria de Operações (Responde à Diretoria de Serviço ao Cliente). Serviço de assessoramento que faz a ponte entre o pessoal de aeroportos e a coordenação de voos: sugestões de controle de contingências.
Input	-
Output	Flexibilidade de Atendimento nas Bases
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Despacho Operacional de Voo	Descrição da Função: Prepara a documentação de voo necessária para a execução de todos os voos: Navegações, Rotas, Carregamento, Balanceamento, Planos de voo, mensagens de atraso, e cancelamentos Considerações adicionais: <ul style="list-style-type: none"> • Tanto o pessoal encarregado das navegações quanto do balanceamento trabalha com um grande volume de voos a ser atendido. O que limita a capacidade de conferência (NAV e BAL) e acomodação de informações de última hora (BAL)
Input	Distribuição de Voos e Restrições
Output	Documentação de Voo
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Coordenação de Voos	<p>Descrição da Função:</p> <p>Monitora o "Big Picture" do dia de operação. Cancelamentos, atrasos e remanejamentos são efetuados de forma a permitir um resultado global melhor.</p> <p>Considerações adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os ajustes na malha são executados manualmente e sua qualidade depende largamente da experiência do decisor (coordenador individual) e da equipe do turno (demais coordenadores/supervisores). • Problemas apresentam múltiplas soluções e são influenciadas pelas metas presentes da empresa (pontualidade, contenção de custos, etc...)
Input	Informação sobre andamento dos voos
	Informação sobre eventos de tráfego aéreo
Output	Alteração na programação de voos
Precondições	Flexibilidade de atendimento nas bases
	Documentação de voo
	Programação de manutenção prioritária
Recursos	Restrições Operacionais
	Tripulações disponíveis
	Autorizações especiais
	Restrições meteorológicas
Controle	Decisões finais sobre cancelamentos e voos extras
	Convergência de planos de ação
Tempo	Jornadas de Trabalho das tripulações
	Aeronaves- Tempo de reparo

Supervisão de Manutenção	Descrição da Função: Recebe da função de Controle de Manutenção os status e limitações de aeronaves da linha de frente e redistribui estas informações para supervisores das demais funções (e.g. Despacho de Voos e Coordenação). Monitora e coordena serviços de manutenção em andamento, liberações documentais, além das paradas e regressos de aeronaves à frota por motivos mecânicos (i.e. manutenção).
Input	-
Output	Decisões Finais sobre Manutenção
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Supervisão de Escala	Descrição da Função: Disponibiliza e insere no sistema as restrições relacionadas a tripulações (e.g. Dispensas médicas). Supervisiona a execução da escala e o recovery nas suas atribuições.
Input	-
Output	Restrições de Tripulantes e Alterações
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Supervisão de coordenação	Descrição da Função: Atua junto dos coordenadores distribuindo restrições especiais de aeronaves, avaliando o impacto das soluções desenvolvidas (como cancelamentos) e buscando a consonância na resolução das situações encontradas. Também é responsável pelo disparo da “operação prioritária”.
Input	Aeronaves – Restrições Operacionais
Output	Restrições Operacionais
	Decisões Finais sobre Cancelamentos e voos extras
	Operação “prioritária”
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Supervisão de DOV	Descrição da Função: A estação de supervisão dos DOVs é composta por dois supervisores e duas posições de apoio que acabam por absorver a maioria das contingências relacionadas à documentação de voo no dia de operações Considerações adicionais: • Previsão meteorológica para condições especiais (<i>e.g.</i> formação de gelo) é largamente dependente de ferramentas automatizadas. Observado conflito entre o que a previsão automática mostra e o que os pilotos realmente encontram na linha de frente.
Input	Alteração na programação de voos
Output	Distribuição de voos e Restrições
	Restrições Meteorológicas
Precondições	Aeronaves – Restrições operacionais
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Gerência Operacional de Turno	Descrição da Função: Busca a preservação de recursos do sistema para mantê-lo resiliente durante as resoluções de problema. Responsável pela convergência global dos planos de contingência elaborados por todas as funções do CCO. Contato direto com todos os demais supervisores e com o alto escalão da empresa (diretores e gerentes administrativos).
Input	-
Output	Convergência de planos de ação
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

Disponibilização da programação no sistema	Descrição da Função: Coordenadores atualizam a programação dos voos na malha no sistema, para que seja executada na linha de frente.
Input	Alteração na Programação de Voos
Output	-
Precondições	-
Recursos	-
Controle	-
Tempo	-

APÊNDICE E - REGISTROS DE AVALIAÇÃO SITUACIONAL (SITUATIONAL ASSESSMENT RECORDS)

..:E01:..

AS1 (inicial)

Indicações: Aeroporto Santos Dummont fechando por meteorologia; Aeronaves já em deslocamento; Início da manhã; muitos voos programados para chegar ao RJ.

Expectativas: Aeroporto Galeão acomoda demanda e é próximo; Alguns atrasos aceitáveis; perspectiva de melhora ao longo do dia; Possibilidade de acomodação de passageiros nos próximos voos do dia.

Objetivos: Alternar voos para o Galeão; Transportar passageiros via terrestre; Acomodação em outros voos ao longo do dia.

Ações (Decisões): Manter programação de voos; Autorizar transporte de passageiros via terrestre entre os 2 aeroportos;

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: Fechamento de Santos Dumont e Galeão por meteorologia sem previsão de abertura nas próximas 4 horas; tripulações chegando ao fim da jornada regulamentar em bases não previstas;

Expectativas: Muitos voos cancelados e alternando para outros aeroportos distantes; muitos passageiros desatendidos; aeronaves pousadas nestes aeroportos estão retidas até reabertura; continuidade da malha em risco; saturação rápida de pátios de aeroportos na região sudeste; perder aviões em locais remotos por falta de tripulação de reposição;

Objetivos: suspender decolagens para RJ; assegurar disponibilidade de pátio para aeronaves em voo; priorizar tripulações com menor lastro; manter sequência da malha de voos;

Ações (Decisões): Decolagens suspensas para o RJ; Contato com gerências de base e CGNA para coordenar local de pouso das aeronaves em voo; Priorizar o retorno de aeronaves com menor lastro regulamentar para HUB ou bases próximas para substituição de tripulação. Algumas aeronaves com condições “pulam” o pouso no RJ e prosseguem com sua programação normal, passageiros serão reacomodados ao longo do dia.

AS3 (Desenvolvimento)

Indicações: Reabertura do Galeão para pousos e decolagens;

Expectativas: dificuldade para retirar aeronaves do aeroporto devido a grande demanda de todas as companhias simultaneamente;

Objetivos: priorizar tripulações com menor lastro; retornar todas as aeronaves à malha o mais rápido possível; retomar operação da ponte aérea e começar a reacomodar passageiros de voos em espera;

Ações (Decisões): Voos retomados; transladar parte das aeronaves (vazias) para dar sequência à malha nos próximos destinos; tripulações com menos lastro saem primeiro; preferencialmente com destino à HUBS para substituição;

AS4: (Fechamento)

Indicações: Ambos os aeroportos abertos.

Expectativas: tendência à estabilização da demanda em algumas horas;

Objetivos: Avaliar a necessidade de voos extras e estado geral da acomodação de clientes ao longo da malha;

Ações (Decisões): Alguns voos extras disponibilizados conforme possibilidade;

..:E02:..

AS1 (inicial)

Indicações: Aeronave retida em Fernando de Noronha por meteorologia; início da noite; impossibilidade de sair até o dia seguinte.

Expectativas: Cancelamento dos 4 voos seguintes pela ausência de aeronave/tripulação. Poucas possibilidades de acomodação de passageiros (devido à hora); malha do dia seguinte iniciará prejudicada pela ausência de aeronave (pelo menos mais 2 voos afetados).

Objetivos: encontrar uma aeronave com disponibilidade imediata para executar esta sequência de voos para evitar a interrupção na malha; solicitar à execução de escala uma tripulação que tenha lastro para executar a programação extra;

Ações (Decisões): acionar aeronave que chegará mais tarde em Salvador para pernoite para executar os voos “abertos”.

AS2 (desenvolvimento)

Indicações: Não há tripulações disponíveis em Salvador para fazer os 4 voos necessários; tripulação que chega em Salvador pode conseguir se “pular” uma etapa.

Expectativas: Cancelamento é inevitável;

Objetivos: Liberar a tripulação e a aeronave para mitigar efeitos de uma interrupção de maior porte. Minimizar cancelamentos (cancelar 1 voo para salvar 4);

Ações (Decisões): Pousos em Salvador cancelados; aeronave e tripulação transladadas direto para o próximo ponto da malha a ser executado; passageiros do voo cancelado acomodados em hotel.

AS3 (fechamento)

Indicações: Passageiros de Fernando de Noronha para Salvador ainda não chegaram aos seus destinos;

Expectativas: malha precisa ser normalizada com o menor impacto possível;

Objetivos: Checar com as bases status das acomodações; providenciar voos extras;

Ações (Decisões): voo extra realizado na manhã seguinte com aeronave retida em Fernando de Noronha, antes do horário de início dos voos programados, atendendo todos os passageiros.

..:E03:..

AS1 (Inicial)

Indicações: Condições meteorológicas marginais sobre sul do país, SC e PR especialmente ruins; aeronave em espera sobre Navegantes (fechado); tripulação próxima do limite regulamentar; combustível restrito; começo da noite; único aeroporto aberto da região com tripulações disponíveis é Florianópolis;

Expectativas: possibilidade de espera com poucas chances de sucesso; necessidade de trocar tripulação; tempo para decisão escasso (combustível da aeronave); possibilidade de “trancar” aeronave por falta de tripulação;

Objetivos: Obter vaga para pouso em Florianópolis; transladar passageiros via terrestre;

Ações (Decisões): Acionar CGNA para tentar vaga de pouso;

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: Florianópolis saturado; tripulação do voo sugere londrina (aberto e relativamente próximo); escala encontra tripulação disponível em Campinas; meteorologia em Campinas é favorável.

Expectativas: raio de ação diminuindo (combustível); Londrina resolve o voo de Navegantes, mas tranca a aeronave por falta de tripulação (limite regulamentar);

Objetivos: Retornar para uma base onde haja tripulações para substituição e haja condições favoráveis para pouso devido autonomia; preservar aeronave para seguir a malha.

Ações (Decisões): Retornar para Campinas; trocar tripulação; seguir malha (pulando Navegantes – fechado).

AS3 (Fechamento)

Indicações: Navegantes continua fechado; horário de funcionamento do aeroporto chegando perto do fim; dificuldades de acomodação em hotel;

Expectativas: passageiros podem ficar sem acomodação;

Objetivos: Providenciar voo extra; verificar previsão meteorológica de abertura; estender horário de funcionamento do aeroporto;

Ações (Decisões): Confirmada extensão de horário do aeroporto; voo extra programado para após o término da malha normal.

..:E04:..

AS1 (Inicial)

Indicações: Abalroamento de aeronave com caminhão de comissaria no RJ, sequência de voos que depende da aeronave é grande; início da manhã;

Expectativas: aeronave pode ficar retida para reparos estruturais; múltiplos cancelamentos e perdas de conexões; grande impacto financeiro e de imagem;

Objetivos: Conseguir posicionamento oficial do Controle de Manutenção; buscar aeronave para cobrir prováveis voos em aberto; verificar disponibilidade de tripulação para assumir sequência de voos com outra aeronave;

Ações (Decisões): Controle de Manutenção acionado; encontrada aeronave reserva disponível em outro HUB; tripulação disponível na localidade com amplo lastro de jornada de trabalho.

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: Expectativa de liberação da aeronave danificada é incerta; tripulação disponível para plano de contingência com aeronave reserva;

Expectativas: liberação da aeronave danificada pode comprometer toda a sequência de voos; custos serão altos; custos de realocar aeronave reserva e tripulação para executar contingência são substancialmente menores;

Objetivos: transladar aeronave e tripulação reserva para assumir trilho “aberto”; verificar acomodação para clientes do voo da aeronave danificada;

Ações (Decisões): Acomodações ocorrerão ao longo do dia, nos próximos voos; aeronave e tripulação reposicionadas para atender à sequência de voos aberta.

AS3 (Desenvolvimento)

Indicações: HUB sem reserva de aeronave para acomodar problemas futuros;

Expectativas: Novas interrupções encontrarão o sistema vulnerável para acomodá-las;

Objetivos: restabelecer aeronave reserva no HUB;

Ações (Decisões): Aeronave danificada retorna como reserva ao HUB ao final dos reparos (26 horas depois!).

AS4 (Fechamento)

Indicações: Mudança de aeronave para pernoite em Confins (reserva foi utilizada e pernoitou em outra localidade / outra aeronave acabou pousando em Confins devido à troca de programações);

Expectativas: Pernoite ocioso;

Objetivos: Aproveitar tempo de solo para adiantar manutenção;

Ações (Decisões): Programação de Manutenção acionada para adiantar tarefas de manutenção na aeronave.

..:E05:..

AS1(Inicial)

Indicações: HUB principal - pista impraticável; aeroporto não dispõe de equipamento para liberar pista; perspectiva de liberação é incerta;

Expectativas: aeronaves presas no aeroporto; múltiplos voos alternando e cancelamentos; acúmulo de passageiros no aeroporto pode levar a eventos de tumulto;

Objetivos: operar em aeroportos próximos; transportar passageiros via terrestre entre aeroportos;

Ações (Decisões): selecionados aeroportos próximos que possam atender as chegadas (*staff*); transportar passageiros via terrestre até destino final.

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: primeiras previsões de liberação da pista vindas da INFRAERO/CGNA; previsões postergadas continuamente;

Expectativas: liberação está próxima; possibilidade de reiniciar a malha de voos;

Objetivos: manter aeronaves prontas para sair e tripulações a postos no aeroporto; coordenar e informar passageiros sobre andamento;

Ações (Decisões): Tripulações acionadas e aguardando no aeroporto; cancelar voos conforme o desenvolvimento do cenário (previsões); [expectativas frustradas devido à prorrogação da impraticabilidade].

AS3 (Desenvolvimento)

Indicações: primeiras ações tomadas; plano básico de ação estabelecido; impossibilidade de retorno ao HUB para substituição de tripulações;

Expectativas: Plano geral estabelecido; risco de “trancar” aviões em aeroportos alternativos sem tripulações; agravamento da “contaminação” do resto da malha;

Objetivos: controlar alternados para localidades onde a continuidade possa ser mantida (recursos); manter o resto da malha operando;

Ações (Decisões): disponibilização de recursos (manutenção e tripulações) nas localidades alternadas para manter operação; designar monitoramento de voos para não “trancar” aeronaves;

AS4 (Final)

Indicações: tempo de impraticabilidade prolongado;

Expectativas: elevado custo com acomodações;

Objetivos: operar a malha de aeroportos próximos; minimizar perdas com cancelamentos e acomodações;

Ações (Decisões): criados voos extras para aeronaves chegando em aeroportos próximos; disponibilizada estrutura extra nestes aeroportos para atendimento de clientes e tripulantes; acomodar parte restante dos clientes com outras companhias e hotéis.

..:E06:..

AS1(Inicial)

Indicações: aeronave com indicação de pane no trem de pouso; intenção de retornar para HUB principal ou prosseguir para o destino (outro aeroporto internacional de grande porte);

Expectativas: facilidade de atendimento no HUB; provável pouso de barriga com danos graves; complicações no pouso podem comprometer a saída e chegada dos voos do resto da malha; aeroporto de destino com muita visibilidade e tráfego: pode causar impacto na malha de outras empresas e aumentar ainda mais a exposição na mídia;

Objetivos: encontrar aeroporto provido de estrutura para atender a aeronave e pessoal da companhia para atender clientes; acomodar possível emergência minimizando os efeitos no resto da malha; obter informações adicionais sobre aeroporto de destino e sobre a pane (DOV e Chefe de manutenção);

Ações (Decisões): definido aeroporto de São José dos Campos (infraestrutura adequada, possibilidade de atendimento aos clientes por pessoal experiente; facilidade de manutenção após o pouso e proximidade do HUB); acionada equipe terceirizada na localidade para atendimento aos clientes após o pouso; despachadas equipes da empresa para localidade (manutenção, gerência, transporte e atendimento de clientes).

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: aeronave sobrevoando aeroporto designado, em espera; análise de manutenção favorável à indicação espúria;

Expectativas: chance de acidente grave precisa ser considerada; possibilidade de pânico à bordo; clientes precisam ser recebidos com o máximo de apoio;

Objetivos: disponibilizar estrutura adicional para atendimento de provável emergência;

Ações (Decisões): acionamento dos serviços de emergência do aeroporto (bombeiros e ambulâncias de prontidão); aeronave aguarda a chegada das equipes para tentar o pouso.

AS3 (Final)

Indicações: aeronave pousada sem incidentes (pane espúria); equipes de atendimento no local;

Expectativas: clientes precisam de atendimento e acomodação; aeronave “em pane” retida para inspeção/reparos.

Objetivos: remover clientes de volta ao HUB; providenciar novo voo para o destino final;

Ações (Decisões): coordenados ônibus para transportar clientes por terra de volta ao HUB, desembarcando ao lado da “nova” aeronave; escalada tripulação especialmente experiente para receber os clientes.

..:E07:..

AS1 (Inicial)

Indicações: primeiro destino da sequência de voos fechado (meteorologia); sequência longa de voos; lastro apertado de regulamentação; horário de fechamento de aeroporto em vigor ao final da jornada;

Expectativas: trilha de voo especialmente vulnerável a atrasos e interrupções; pouca margem de manobra; malha do dia seguinte pode ser afetada com cancelamentos e atrasos se esta sequência sofrer muitos problemas. programação de manutenção do pernoite em risco.

Objetivos: Manter programação da sequência de voos; acomodar passageiros via terrestre.

Ações (Decisões): Cancelar primeira etapa (Curitiba); transportar passageiros para próximo ponto da sequência de voos (Londrina); encaminhar passageiros ao seu destino final via terrestre; seguir sequência programada.

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: tumulto a bordo (passageiros); meteorologia melhorando; voo atrasado ~1hr ainda não decolado;

Expectativas: confusão à bordo pode provocar um atraso ainda maior se se agravar; (acionamento da polícia federal requererá desembarques).

Objetivos: encerrar tumulto; minimizar atraso ao longo da sequência de voos;

Ações (Decisões): decolagem para destino original ampliando o atraso.

AS3 (Desenvolvimento)

Indicações: atraso acumulado acima do que a programação do trilha pode acomodar; etapas seguintes lotadas; poucas possibilidades de acomodações vantajosas;

Expectativas: pular etapas acarreta problemas adicionais com acomodação de clientes; multas e penalidades por parte de ANAC/INFRAERO;

Objetivos: trocar programações de voos entre aeronaves na próxima escala viável; executar o restante do trilha com outra aeronave/tripulação;

Ações (Decisões): aeronave/tripulação na próxima escala comum executa o restante da programação no horário; aeronave/tripulação atrasada executa outra programação com maior capacidade de acomodação de atraso.

AS4 (Final)

Indicações: troca de voos afeta disponibilidade de tripulações para o dia subsequente (mudança de pernoites);

Expectativas: atrasos adicionais no dia seguinte; necessidade de alocação de tripulações adicionais;

Objetivos: normalizar a situação com o mínimo de recursos extras;

Ações (Decisões): executar sequência de voos trocados até que ocorram novamente no dia seguinte (supostamente sem atraso).

..:E08:..

AS1 (Inicial)

Indicações: aeronave (A) esperando formalização burocrática de serviço de manutenção no RJ; aeronave (B) parada em Fortaleza, pane mecânica; aeronave (C) em manutenção em Confins para sair no começo da manhã; muitos voos programados para (B) e (C) ao longo do dia; começo da madrugada; aeronave reserva disponível no HUB principal;

Expectativas: duas aeronaves travadas; múltiplos cancelamentos e atrasos; trabalho ao longo de todo o dia em múltiplos trechos da malha para acomodação de clientes;

Objetivos: minimizar cancelamentos e atrasos; alocar os voos para outra(s) aeronave(s);

Ações (Decisões): aeronave (A) cobre programação de (C); Cancelar retorno da aeronave (B) para o HUB principal; acomodar clientes ao longo do dia; aeronave reserva assume programação de Aeronave (B) (sem atraso);

AS2 (Desenvolvimento)

Indicações: final da madrugada; aeronave (B) reparada retorna ao HUB com pouco atraso; aeronaves (A e C) ainda sem previsão; aeronave reserva disponível no HUB principal; meio da madrugada;

Expectativas: aeronaves (A e C) não estarão prontas ao amanhecer; programação de voos desatendida; número de acomodações necessárias já é menor, mas ainda crítico;

Objetivos: utilizar aeronave reserva para acomodar voos desatendidos (aeronave C).

Ações (Decisões): acionar tripulação reserva; solicitar planejamento e documentação de rota para aeronave reserva; posicionar aeronave para nova programação; abandonar aeronave (A) para manutenção;

AS3(Final)

Indicações: começo da manhã; malha atendida; reservas consumidas; HUB principal sem aeronave reserva;

Expectativas: defesas do sistema estão baixas; capacidade de resposta do sistema limitada;

Objetivos: restabelecer aeronave reserva no HUB principal;

Ações (Decisões): designar programação da aeronave (A – manutenção no RJ) para retornar ao HUB principal e permanecer como reserva assim que praticável.
