



**DETECCÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE
DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE
TRÁFEGO AÉREO**

Robervandro Silva de Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Clauderino da Silva Batista

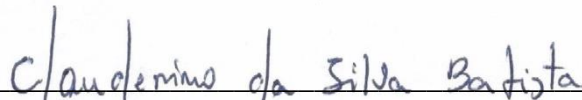
Belém
Maio de 2019

**DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE
DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE
TRÁFEGO AÉREO**

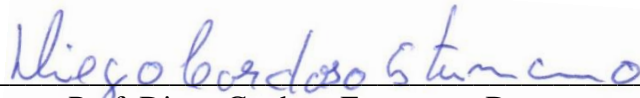
Robervandro Silva de Lima

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

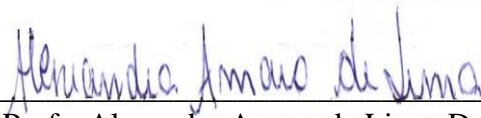
Examinada por:



Prof. Clauderino da Silva Batista, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Diego Cardoso Estumano, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Profa. Alexandra Amaro de Lima, Dra.
(UNIP-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

MAIO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Lima, Robervandro Silva de, 1979-
Detecção de falhas no processo de comunicação e análise dos impactos sobre a segurança de voo pelo controle de tráfego aéreo/ Robervandro Silva de Lima. - 2019.

Orientador: Clauderino da Silva Batista

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2019.

1. .Aeronáutica comercial- Sistemas de comunicação.
2.Localização de falhas (Engenharia). 3. Comunicação e tráfego- Medidas de segurança. I. Título

CDD 23. ed. 629.1341

Dedico este trabalho a meu Pai e minha Mãe por dedicarem sua vida ao bem de seus filhos. Construindo ao longo dos anos, maravilhosos exemplos de dignidade, honestidade e perseverança ao qual formaram meu caráter como profissional e como ser humano!

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as oportunidades que têm sido concedidas de maneira positiva ao meu aprimoramento profissional, intelectual e como pessoa. Pela proteção e pelos obstáculos que tem sido degraus para que possa chegar mais longe.

À minha companheira e a minha filha, por sua enorme capacidade de compreensão e carinho dedicados nesta caminhada. Pelas noites que estive ausente em busca de melhoria para amparar nosso abençoado lar.

Agradeço também a todos os professores do Curso de Mestrado em Engenharia de Processo, que contribuíram em mais esta etapa acadêmica, pela orientação sempre dedicada e sábia, compartilhando as enormes experiências e nobreza destes mestres.

Ao CINDACTA com todos os profissionais que nele dedicam seu trabalho, que incentivaram meu crescimento profissional através da troca de experiências e por meio dos desafios enfrentados com estes colegas de trabalho.

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e a Universidade Federal do Pará (UFPA), por promoverem a criação deste curso, possibilitando minha caminhada na transformação dos meus sonhos em realidade.

Enfim, agradeço aos que não foram citados e que de alguma forma colaboraram durante esta etapa da minha vida.

“A inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança. Mesmo as pessoas que dizem que tudo está predeterminado e que não podemos fazer nada para mudá-lo, olham para os dois lados antes de atravessar a rua...”

(Stephen Hawking)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE
DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE
TRÁFEGO AÉREO**

Robervandro Silva de Lima

Maio/2019

Orientador: Clauderino da Silva Batista

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Sabe-se que a comunicação, apesar dos avanços tecnológicos ainda apresenta inúmeros gargalos que podem comprometer a segurança do tráfego aéreo atuados por piloto e controle; e piloto e outras aeronaves. No entanto, esse processo é mais complexo, pois envolve aspectos da comunicação referentes à linguagem, entendimento do idioma, ambiguidade, referência incerta, inferência implícita, homofonia, entonação, repetição (ou cotejamento) e etc. A presente dissertação tem o intuito de analisar as alternativas de detecção de falhas no processo de comunicação e os impactos sobre a segurança de vôos pelo controle de tráfego aéreo. Assim, cabe aqui destacar que o objetivo deste trabalho é o de analisar o processo de comunicação e suas falhas no controle de tráfego aéreo e propor dispositivos de detecção dessas falhas de maneira preventiva de modo a reduzir os impactos sobre a segurança dos vôos. Por isso, torna-se extremamente relevante a proposta de uma detecção de falhas na comunicação reduzindo possíveis riscos que podem levar a acidentes aéreos. Apesar dessa tecnologia aplicada no sistema de comunicação entre as estações de controle no solo, o modelo de comunicação usado entre controladores e pilotos, ainda é um segmento que necessita de muita atenção e novas formas de melhoria do processo comunicativo, que ainda tem características ultrapassadas e que gera influência negativa dos vários elementos descritos nos modelos

de comunicação a serem estudados. Sua metodologia tem natureza bibliográfica com proposta experimental.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**DETECTION OF FAILURES IN THE COMMUNICATION PROCESS AND
ANALYSIS OF IMPACTS ON FLIGHT SECURITY BY AIR TRAFFIC
CONTROL**

Robervandro Silva de Lima

May/2019

Advisor: Clauderino da Silva Batista

Research Area: Process Engineering

It is known that communication, despite the technological advances still presents numerous bottlenecks that can compromise the safety of the air traffic acted by pilot and control; and pilot and other aircraft. However, this process is more complex because it involves aspects of communication related to language, language understanding, ambiguity, uncertain reference, implicit inference, homophony, intonation, repetition (or comparison), and so on. The present dissertation aims to analyze the alternatives for detecting failures in the communication process and the impacts on flight safety by air traffic control. Thus, it should be emphasized that the objective of this work is to analyze the communication process and its failures in air traffic control and to propose devices to detect these faults in a preventive way in order to reduce the impacts on flight safety. Therefore, it is extremely important to propose a communication failure detection, reducing possible risks that can lead to air accidents. Despite this technology applied in the communication system between ground control stations, the communication model used between controllers and pilots, is still a segment that needs a lot of attention and new ways of improving the communicative process, which still has outdated characteristics and which generates negative influence of the several elements described in the communication models to be studied. Its methodology has a bibliographic nature with an experimental proposal.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	4
1.2.1 - Objetivo geral.....	4
1.2.2 - Objetivos específicos.....	5
1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	5
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 - ESTRUTURA DO SISTEMA ÁREO BRASILEIRO.....	6
2.2 - SISTEMA DE CONVERSÃO DE VOZ PARA TEXTO.....	20
2.3 - PMBOK.....	23
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL COM PMBOK.....	28
3.2 - MODELO DA PROPOSTA PMBO.....	28
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 - ANÁLISE DOS PROCESSOS ATUAIS DE DETECTAÇÃO DE FALHAS	53
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	60
5.1 - CONCLUSÕES.....	60
5.2 - SUGESTÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Estrutura operacional ICAO para provimento do SMA.....	6
Figura 2.2	Regiões de responsabilidade de tráfego aéreo dos 5 ACC.....	7
Figura 2.3	Arquitetura esquemática.....	10
Figura 2.4	Arquitetura esquemática com agente detector de falhas.....	15
Figura 2.5	Fatores de influência em acidentes aéreos.....	19
Figura 2.6	Procedimento de reconhecimento de fala.....	21
Figura 3.1	Organograma EAP.....	38
Figura 3.2	Organograma EAR.....	40
Figura 3.3	Organograma geral por área.....	45
Figura 4.1	Parâmetro de análise do sistema XMLaw9.....	54
Figura 4.2	Parâmetro de análise do sistema SMLaw10.....	55
Figura 4.3	Parâmetro de análise do sistema XMLaw11.....	56
Figura 4.4	Transmissão de aeronave pelos canais 1 e 2.....	57
Figura 4.5	Trechos de silencio em faixas de 5-10%, 30-35% e 65-70%.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Frequências para os canais Primários e Secundários dos 12 setores.....	9
Tabela 2.2	Lista de ameaças através dos códigos CDL.....	11
Tabela 2.3	Lista de ameaças (Complementares).....	12
Tabela 2.4	Fatores de influência em acidentes.....	18
Tabela 2.5	Matriz PMBOK.....	24
Tabela 2.6	Matriz PMBOK complementar de riscos e aquisições.....	25

NOMENCLATURA

ACC	CENTRO DE CONTROLE DE ÁREA
AM	AMPLITUDE MODULATION
APP	CONTROLE DE APROXIMAÇÃO
ATC	CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO
ATCO	CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO
ATFM	GERENCIAMENTO DE FLUXO DE TRÁFEGO AÉREO
CGNA	CENTRO DE GERENCIAMENTO DA NAVEGAÇÃO AÉREA
CINDACTA	CENTRO INTEGRADO DE DEFESA AÉREA E CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO
CHS	CAPACIDADE HORÁRIA DO SETOR
CNS/ATM	COMMUNICATION, NAVIGATION AND SURVEILLANCE/AIR TRAFFIC MANAGEMENT
CT	CARGA DE TRABALHO DO ATCO
DECEA	DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO
FPV	FICHA DE PROGRESSÃO DE VOO
GEIV	GRUPO ESPECIAL DE INSPEÇÃO AO VOO
IAC	CARTA DE APROXIMAÇÃO E DE POUSO POR INSTRUMENTOS
ICAO	INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION
ILS	SISTEMA DE POUSO POR INSTRUMENTOS
MPLS	MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING
PTT	PUSH-TO-TALK
SISCEAB	SISTEMA DO CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO
SID	SAÍDA PADRÃO POR INSTRUMENTOS
SMA	SERVIÇO MÓVEL AERONÁUTICO
STAR	ROTA PADRÃO DE CHEGADA EM TERMINAL
TCOM	TEMPO MÉDIO DE COMUNICAÇÕES COM AS AERONAVES
TCOMMIN	TEMPO MÍNIMO DE COMUNICAÇÕES COM AS AERONAVES
TMAX	TEMPO MÁXIMO DE PERMANÊNCIA NO SETOR
TMIN	TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA NO SETOR
TS	TIME SLOT

TTS	TEMPO MÉDIO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS
TTSMIN	TEMPO MÍNIMO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS
TWR	TOWER – AERODROME CONTROL
UTC	TEMPO UNIVERSAL COORDENADO
VHF	VERY HIGH FREQUENCY

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

A atuação no segmento de navegação aérea se apresenta como o principal componente da motivação para este estudo, porém, agregados a este fator está a necessidade do CRM (*Crew Resource Management*) em prevenir, sobretudo, acidentes aéreos que possam levar passageiros e tripulação ao óbito. Pela vivência nesta área, entende-se que há uma necessidade urgente que é proporcional ao trânsito das aeronaves, já que este meio de transporte vem aumentando cada vez mais ao longo dos anos sua demanda. A redução das distâncias geográficas pela rede mundial de computadores também impactou de maneira progressiva no surgimento de mais aeronaves e de maior movimentação de passageiros para todas as partes do mundo.

Contudo, a intensificação deste segmento aéreo aumentou mais ainda os riscos de acidentes apesar de ser ainda, o tipo de transporte mais seguro do mundo. Mas como estes vôos trouxeram inúmeras companhias aéreas e seus colaboradores, algumas das vezes tornam-se difícil controlar ou fiscalizar suas atividades para que esteja tudo a contento. Assim, os cuidados que requerem este setor aumentam a urgência em se ter um sistema de comunicação o mais eficiente e eficaz possível para a preservação da vida humana.

O estudo desenvolvido aqui provém de uma análise do processo de comunicação e fatores lingüísticos e cognitivos que geram protocolos de comunicação ar-solo definidos em manuais operacionais de uso restrito por pilotos e controladores de vôo. Especificamente, a comunicação por voz via rádio ar-solo pode gerar equívocos, que eventualmente se traduzem em riscos de segurança para vôos e para passageiros/cargas.

Ao longo das décadas o foco sobre os acidentes aéreos migrou lentamente das falhas técnicas para as falhas humanas. Este movimento se deu, em grande parte, devido ao estudo aprofundado não apenas dos acidentes em si, mas também do comportamento humano relacionado a eles. Avanços na tecnologia de investigação, como os CVR (*Cockpit Voice Recorder*) e os FDR (*Flight Data Recorder*), mais dois conhecidos como “Caixas-Pretas”, possibilitaram aos investigadores uma análise detalhada do que realmente ocorria com os tripulantes na cabine de vôo durante uma emergência.

Surgiram assim as bases de um novo conceito na aviação, o CRM ou “gestão dos recursos de cabine”. O CRM advém exatamente dessa nova percepção do papel humano nos acidentes aeronáuticos. Estudos multidisciplinares envolvendo psicologia, medicina, comportamento, fisiologia de vôo, gestão de pessoas e processos, metodologia entre outros, passariam a figurar e a ajudar na formação das novas práticas de segurança de vôo a partir de então. “O ser humano, suas limitações, erros e acertos, agora eram o centro das ações, não mais a aeronave, suas partes e componentes físicos e técnicos” (HELMREICH *et al.*, 1999, p. 8).

Partindo dessa premissa; “a de que os acidentes, na maioria das vezes ocorrem por falhas ligadas ao comportamento humano, cerca de 75 a 80% do total” (ANKA; HELMREICH, KAKI, 2010, p. 9) faz-se necessário uma análise mais aprofundada a fim de se evidenciar esse componente humano onde, aparentemente, ele não existe. Se a segurança de vôo (enquanto filosofia corporativa e prática mandatória de toda e qualquer operação) está calcada na gestão da falha humana é de grande necessidade analisar, compreender e evidenciá-la em acidentes para que seja possível, ao compreender seus padrões, proceder a correções e medidas de contenção dentro das mais contemporâneas filosofias, a qual o CRM faz parte.

Sabe-se que a comunicação, apesar dos avanços tecnológicos ainda apresenta inúmeros gargalos que podem comprometer a segurança do tráfego aéreo atuados por piloto e controle; e piloto e outras aeronaves. Esse processo de comunicação se dá através de ondas muito longas em formato esférico, sua propagação se dá no espaço, propiciando à transmissão em HF com um alcance ilimitado. Parte das ondas tem propagação pela superfície da terra e parte reflete na camada ionosférica, retornando em seguida a terra. Porém, há perturbações intensas no Sol que podem causar o anulamento dessa reflexão comprometendo o desempenho da comunicação.

A complexidade deste processo envolve aspectos da comunicação referentes à linguagem, entendimento do idioma, ambiguidade, referência incerta, inferência implícita, homofonia, entonação, repetição (ou cotejamento) e etc. Assim, torna-se extremamente relevante a proposta de uma detecção de falhas na comunicação reduzindo possíveis riscos que podem levar a acidentes aéreos. Por isso este é um assunto extremamente relevante para aperfeiçoar o processo de comunicação e propor novas formas de tecnologias ou ainda, utilizar tecnologias de outros segmentos para propiciar maior eficácia e eficiência na comunicação.

Na esteira desta problemática, existe uma exigência de um exame de

proficiência linguística para pilotos que está em vigor desde 2008 em muitos países, inclusive no Brasil desde maio de 2009. Esse procedimento gerou um treinamento de CRM para tripulantes de empresas aéreas proporciona uma segurança a mais para o bom desempenho dos vôos e prepara o piloto para diversas situações ocorridas no processo de comunicação interna e externamente ao *cockpit*. Porém, esse processo precisa ter meios que possam tornar mais factível possível a comunicação; a perícia dos pilotos e controladores é notória, mas ainda há a necessidade desse processo ser mais aprofundado, dividindo a responsabilidade humana com a da máquina e seus softwares de precisão.

Para o desenvolvimento da dissertação, apoiou-se em responder à seguinte problemática: Quais as falhas decorrentes do processo de comunicação ar-solo e qual o seu impacto para segurança de vôo no Controle de Tráfego Aéreo - CTA?

A partir da problemática exposta, este estudo cogita a hipótese de que existe ainda uma lacuna a ser preenchida no processo de comunicação aeronáutica, e salienta que podem ser trazidas tecnologias de outros campos para garantir a segurança dos vôos no tocante a comunicação. E a partir deste enfoque, buscar contribuir para o debate sobre novos entendimentos para questões da comunicação e do estado psicológico dos elementos que compõe essa comunicação, que eventualmente não tenha cobertura técnica ainda, de modo a gerar mais segurança para sociedade.

Esta pesquisa foi aplicada em uma unidade controladora de tráfego aéreo ligada ao CINDACTA IV, tendo a mesma sua matriz de comunicação um modelo híbrido de matriz de comunicação do próprio sistema em execução. Esse sistema apresenta diversas falhas que são facilmente detectadas por não cobrirem aspectos simples de comunicação. Entre estes fatores pode-se determinar a questão da pouca razoabilidade tecnológica do processo de captação dos sons oriundos das cabines de comunicação dos pilotos sobre o estado ou status da aeronave em movimento.

O presente estudo tem como contribuições os seguintes aspectos: Importância, relevância social e relevância científica. Como importância, tem seu mérito no fato de debater sobre análises das falhas ocorridas na comunicação entre pilotos e controladores, resultando em acidentes aeronáuticos, de maneira a sugerir alternativas de reduzir danos e aprimorar a forma como estes recursos estão sendo usados.

Como contribuição social, como na importância, há uma urgência na preservação das vidas que podem ser perdidas em acidentes aéreos, posto que a sociedade está cada vez mais familiarizada com as viagens a trabalho, lazer e outros

afins que necessitam do meio de transporte aéreo, aumentando muito o fluxo de aeronaves no espaço aéreo, gerando assim uma probabilidade maior de ocorrerem acidentes neste segmento.

Na contribuição científica, o estudo tem caráter acadêmico, não sendo necessários custos de patrocínio ou de despesas técnico-científicas. Os levantamentos foram feitos a partir de fontes bibliográficas e apenas comparados com os cenários antes e depois das medidas tecnológicas implementadas pelo controle de tráfego aéreo. Também se destaca que as qualidades de um estudo científico estão na pesquisa de soluções para as necessidades de uma sociedade ou na compreensão dos processos que ali são classificados pelas necessidades de se obter melhorias para o processo aeronáutico.

O estudo também oferece uma excelente oportunidade do trabalho, pode ser destacado o fato de se atingir um conhecimento mais amplo, para o mestrando, de sua profissão e da responsabilidade que ele deve ter por estar no segmento da Engenharia de Processos, atuando assim como um conhecedor profundo das necessidades que se apresentam na manutenção do espaço aéreo e da preservação da vida humana contra acidentes.

A análise proposta nesta pesquisa refere-se diretamente à engenharia do processo de comunicação entre piloto e torre na atualidade, e como aspecto temporal, refere-se também a uma tecnologia adotada neste período cronológico e no segmento aeronáutico. Assim, os resultados da pesquisa são restritos à especificidade da unidade operacional a que se destina, ou seja, sua rotina, suas fragilidades, seu desempenho e seu contexto operacional do CINDACTA IV.

E como tal, o estudo em questão, não tem a responsabilidade de fechar a questão sobre a eficiência e a eficácia das técnicas utilizadas neste projeto. Mas de proporcionar uma referencia de comparação futura com novos estudos dentro deste segmento.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Analisar o processo de comunicação e suas falhas no controle de tráfego aéreo e propor dispositivos de detecção dessas falhas de maneira preventiva de modo a reduzir os impactos sobre a segurança dos vôos.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Identificar os diversos tipos de falhas causadas pela comunicação entre controladores e pilotos;
- Estabelecer qual a importância da comunicação para a segurança dos vôos e seu impacto sobre o processo;
- Analisar alternativas de um sistema de detecção de falhas de comunicação e sua viabilidade na redução de acidentes aeronáuticos.

1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a estrutura do sistema aéreo brasileiro, no qual são abordados os aspectos gerais relacionados ao processo de comunicação céu-terra, piloto e controle, bem como se faz uma revisão bibliográfica das diversas falhas que podem ocorrer no processo de comunicação dentro do campo de recursos tecnológicos e desempenho humano.

O capítulo 3 descreve a Metodologia Experimental sobre o assunto e sua abordagem como projeto de melhoria. No presente capítulo são abordados os procedimentos metodológicos para se atingir a solução do problema e a delimitação do tema. Também determina as limitações da pesquisa e a análise da viabilidade do projeto como escopo.

O capítulo 4 trata os resultados encontrados e expõe a discussão sobre sua colocação no caminho da solução da problemática. Neste capítulo dois pontos são enfatizados: a revisão da literatura e a experiência empírica na busca dos resultados.

O capítulo 5 conclui o assunto com suas considerações finais e as devidas sugestões para contribuir com a solução do problema. E na última parte, estão as referências bibliográficas que foram utilizadas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - ESTRUTURA DO SISTEMA AÉREO BRASILEIRO

De acordo com as normas Aeronáuticas brasileiras, a prestação dos serviços de tráfego aéreo no Brasil é gerenciada pelo Comando da Aeronáutica, que instituiu o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) a fim de organizar e articular as entidades que, direta ou indiretamente, participam do processo de fornecimento desses serviços na aviação civil na área de responsabilidade do Brasil.

O SISCEAB tem como missão, promover o cumprimento das normas da ICAO (em inglês, *International Civil Aviation Organization*) no âmbito nacional, importando as normas e os conceitos internacionais relacionados ao serviço de tráfego aéreo, aplicando-os à realidade e às necessidades do país (BRASIL, 2010).

Especificamente quanto ao Serviço Móvel Aeronáutico (SMA), a estrutura operacional genérica definida pela ICAO para o provimento desse serviço e composta por três tipos diferentes de órgãos de controle de tráfego aéreo. Os tipos e suas responsabilidades são resumidas a seguir e ilustradas na Figura 2.1:

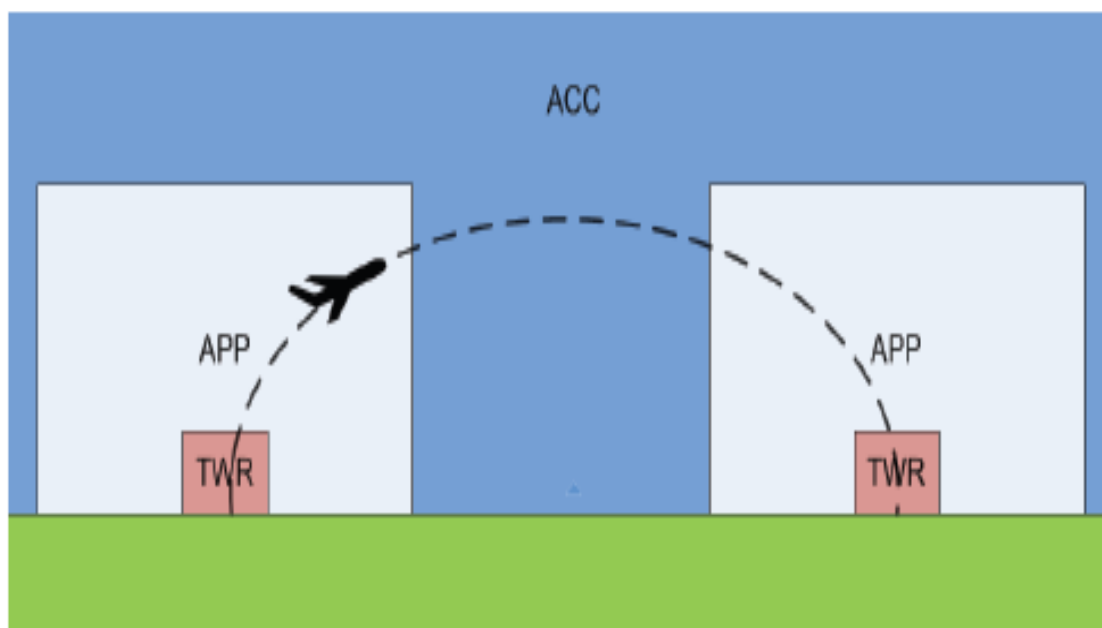


Figura 2.1 - Estrutura operacional ICAO para provimento do SMA.
Fonte: BRASIL (2010).

- TWR (*Tower – Aerodrome Control*): responsável pela navegação e desconflito de aeronaves (em solo) em transito nos pátios e nas pistas de pouso e decolagem dos aeródromos, bem como nos instantes anteriores ao pouso e posteriores à decolagem;
- APP (*Approach Control*): responsável pela navegação e desconflito de aeronaves (em vôo) que realizam as manobras anteriores ao pouso e posteriores a decolagem nas proximidades dos aeródromos, estendendo-se, em geral, por 40 milhas náuticas de distancia do aeródromo 1; e
- ACC (*Área Control Centre*): responsável pela navegação e desconflito de aeronaves (em vôo) em rota, ao longo do percurso compreendido entre os APP das localidades de origem e destino.

Segundo Brasil (2010), essa estrutura é aplicada no cenário nacional, que se faz constituir por diversos órgãos de controle de tráfego aéreo espalhados pelo país, como 5 ACC cobrindo a área de responsabilidade do Brasil no cenário internacional, o que totaliza 22 milhões de quilômetros quadrados, conforme Figura 2.2.



Figura 2.2 - Regiões de responsabilidade de tráfego aéreo dos 5 ACC.
Fonte: BRASIL (2010).

TWR e APP são sediados nos aeroportos de centros urbanos (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Brasília, e tantos outros). Em síntese, os mecanismos de transmissão e recepção estabelecem um canal *half-duplex* de comunicação entre ATCO e aeronaves. Além disso, a capacidade mútua de falar e ouvir através do SMA é denominado de “contato bilateral” e essa capacidade é essencial para

a condução segura das operações de controle de tráfego aéreo.

A partir dessas informações, é possível concluir que a solução tecnológica utilizada para o provimento do SMA oferece a possibilidade de contato bilateral entre ATCO e aeronaves, e dispensa a necessidade de recursos adicionais, quando o espaço aéreo sob responsabilidade do órgão de controle pode ser “iluminado” por uma única estação de VHF-AM instalada nas proximidades desse órgão (ROSSI, 2015).

O uso deste recurso atende satisfatoriamente órgãos de controle como TWR e APP, que, por possuírem suas operações geograficamente limitadas às suas proximidades, utilizam de uma única estação VHF-AM, a qual é instalada no próprio órgão, cobrindo a região do espaço aéreo de seu interesse (fato que não ocorre com os ACC). Porém, a solução tecnológica escolhida para o SMA não é suficientemente eficaz quando o espaço aéreo a ser “iluminado” estende-se por grandes áreas, como as de responsabilidade de um ACC.

Quando ocorrem eventos fora deste cenário, são feitas ações utilizando múltiplas estações de VHF-AM espalhadas geograficamente pela região de interesse operacional, compondo uma amplitude de cobertura de transmissão e de recepção maior do que quando utilizando apenas uma estação. Essa disposição geográfica de estações, por sua vez, exige a utilização de redes de comunicação para o transporte dos sinais de voz entre o órgão de controle de tráfego aéreo (ACC) e as estações remotas de VHF-AM, de onde os sinais de voz são transmitidos e recebidos junto às aeronaves. Esse complemento tecnológico é conhecido no meio do controle de tráfego aéreo como *clímax* (BRASIL, 2010).

A necessidade por múltiplas estações remotas de VHF-AM para os ACC também ocorre no Brasil, onde 5 ACC dividem entre si o controle do espaço aéreo sobre os 22 milhões de quilômetros quadrados sob responsabilidade do Estado Brasileiro. Os cinco centros estão sediados nas cidades de Brasília (ACC-BS), Curitiba (ACC-CW), Recife (ACC-RF e ACC-AO) e Manaus (ACC-AZ). Suas jurisdições são definidas geograficamente e divulgadas em cartas de navegação aérea para uso da comunidade aeronáutica.

A Tabela 2.1 destaca o alcance em MHz das áreas de responsabilidade de cada ACC no Brasil. Nela, por exemplo, é ilustrada a jurisdição do ACC-CW, que se utiliza do SMA para prestar os serviços de tráfego aéreo nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Tal área de responsabilidade impõe a necessidade pelo uso do *clímax* para estabelecer o contato bilateral entre ATCO e aeronaves em toda essa região.

Tabela 2.1 - Frequências para os canais Primários e Secundários dos 12 setores.

SETOR	PRIMÁRIO [MHz]	SECUNDÁRIO [MHz]
ACC-CWS01	126,75	127,40
ACC-CWS02	135,85	128,45
ACC-CWS03	126,10	127,50
ACC-CWS04	128,40	127,05
ACC-CWS05	125,40	126,50
ACC-CWS06	132,80	125,80
ACC-CWS07	127,20	124,85
ACC-CWS08	128,15	124,85
ACC-CWS09	129,25	123,70
ACC-CWS10	126,95	126,50
ACC-CWS11	133,40	133,60
ACC-CWS12	124,00	125,35/128,25

Fonte: ROSSI (2015).

Além da distribuição de áreas de responsabilidade de tráfego aéreo entre os ACC, cada região de um ACC é subdividida em setores, cuja finalidade é distribuir os recursos necessários para o provimento do serviço de tráfego aéreo em função da demanda de cada área. Em outras palavras, onde há mais tráfego, há mais recursos alocados. No caso específico do ACC-CW, esse centro tem a sua região de responsabilidade subdividida em 12 setores. Em função dessa divisão, cada setor do ACC-CW passa a ser responsável por servir às aeronaves que circulam dentro da sua região, equilibrando a carga de trabalho dos ATCO em função das demandas.

Como mencionado, a prestação do serviço de tráfego aéreo em cada setor ocorre através da solução tecnológica definida para o SMA (difusão em VHF-AM), complementada pelo clímax. Especificamente, cada setor recebe a designação de 2 valores de frequência na faixa do VHF (denominados “canais de VHF”), e a correspondente infraestrutura em terra, para que as modulações e de modulações dos sinais de voz do SMA ocorram naquela região. Esses 2 canais de VHF recebem a denominação de Canal Primário e Canal Secundário do setor, e os valores atribuídos aos 12 setores do ACC-CW (ROSSI, 2015).

De acordo com BRASIL (2010), cabe destacar que a cobertura de interesse do SMA deve alcançar as comunicações ao longo das rotas e não em todo e qualquer espaço aéreo. Com isso, em síntese, quando uma aeronave trafega dentro de um

determinado setor de um ACC, o piloto sintoniza o rádio de bordo da aeronave em um dos canais de VHF designados para aquele setor e o utilizado para estabelecer o contato bilateral com o ATCO. Em terra, nas estações remotas de VHF, há equipamentos sintonizados em ambos os canais de VHF, de modo que o enlace terra-ar poderá ser estabelecido independente do canal escolhido pelo piloto. Como são descritos na Figura 2.3, os elementos desta arquitetura são:

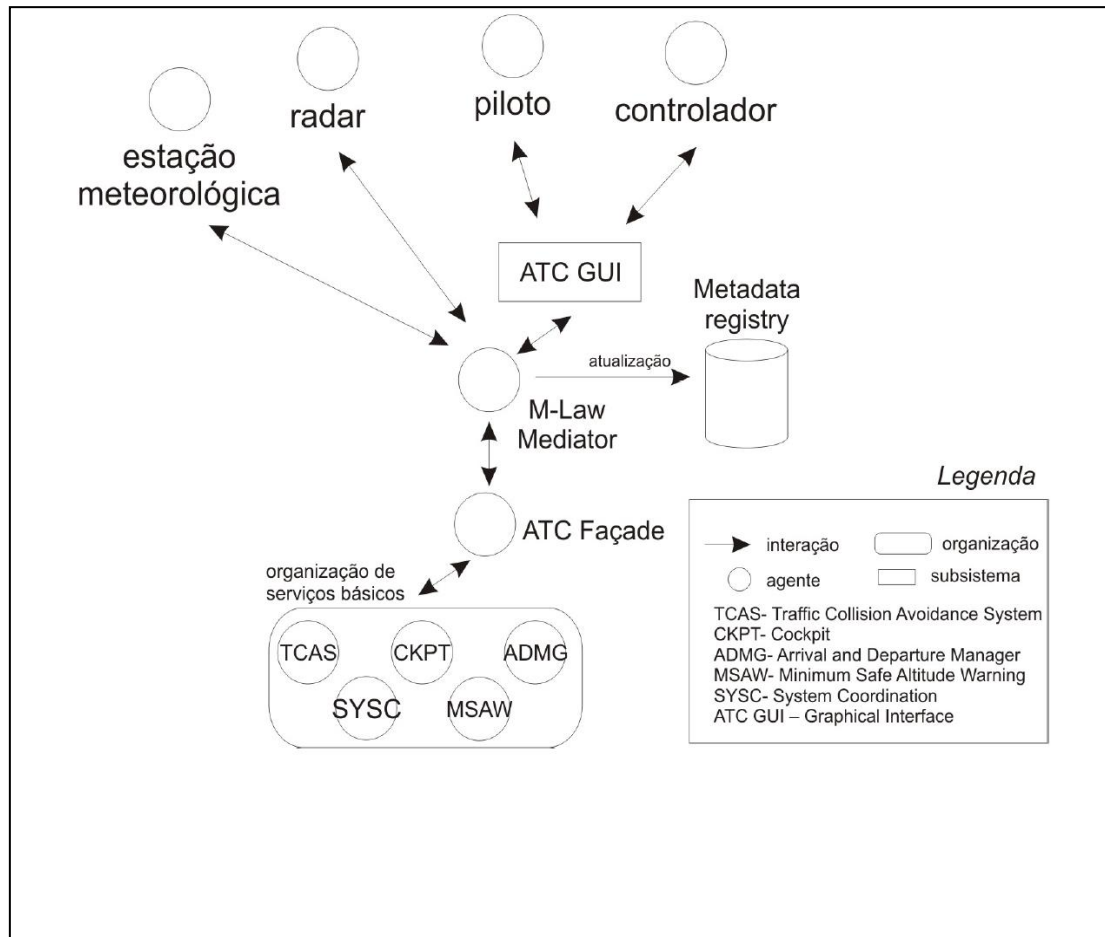


Figura 2.3 - Arquitetura esquemática.
Fonte: BRASIL (2010).

- Estação Meteorológica – Fornece informações sobre as condições do tempo atuais e futuras.
- Radar – Monitora o posicionamento e velocidade das aeronaves no espaço aéreo.
- Piloto – Um agente de software que representa o piloto humano.
- Controlador – Agente de software que representa o controlador humano.
- ATC GUI – Interface gráfica que permite com que o controlador tenha acesso a todas as informações para basear a tomada de decisões.

- ATC Façade – Agente que atua como um *broker* da comunicação entre os sistemas descritos acima e os agentes que fazem parte da organização de agentes composta pelos agentes descritos a seguir. De fato, este agente é uma simplificação do sistema para efeitos de prototipação.
- TCAS – Agente que implementa um sistema de alertas de possíveis rotas de colisão entre aeronaves.
- CKPT – Agente responsável pelas informações do cockpit da aeronave.
- ADMG – Gerencia as etapas de decolagem e pouso.
- MSAW – Verifica constantemente violações de segurança relacionadas à altitude permitida.
- SYSC – auxilia controladores e pilotos na etapa de “*hand-over*”, ou seja, no momento em que uma aeronave muda de setor.

Segundo BOEHM (1981); CHARETTE (1989); KAROLAK (1996), nesta etapa, procura-se identificar, priorizar e relacionar as ameaças que, se efetivadas, poderiam prejudicar ao objetivo do sistema como na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Lista de ameaças através dos códigos CDL.

Id	Ids CDUs	Descrição	Consequências
CDL01	CDU01	Aeronave se aproxima demais de outra aeronave	4 Colisão
CDL02	CDU14	Aeronave voa em uma altitude diferente da planejada	4 Colisão
CDL03	CDU13	Piloto não ativa o “flap” no momento da decolagem	4 Queda
CDL04	CDU12	Ocorre falha no entendimento da comunicação entre piloto e a torre de controle	3 Colisão, Informação Inconsistente
CDL05	CDU13	O piloto não ativa o sistema descongelador	3 Congelamento da Turbina

Fonte: BOEHM, 1981; CHARETTE 1989; KAROLAK 1996.

Segundo seus autores, o identificador é utilizado para fazer um rastreamento da ameaça no restante da documentação. A cada ameaça atribui-se um identificador único, uma lista de identificadores de casos de uso, uma descrição e a consequência da sua efetivação, como estabelece a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Lista de ameaças (Complementares).

Id	Ids CDUs	Descrição	Consequências
CDL06	CDU014	Piloto desativa inapropriadamente um instrumento	2 Informação inconsistente, queda, dificuldade de auditoria
CDL07	CDU02	Falha na comunicação com a estação meteorológica	2 Turbulência, queda
CDL08	CDU04	Falha na comunicação com os radares	2 Colisão
CDL09	CDU07	Controlador aprova plano de vôo fora das especificações de segurança	3 Acidente
CDL10	CDU07	Controlador concede permissão de vôo que acarretará em uma distancia de autonomia mínima menor que o especificado. A autonomia mínima é definida como sendo o tempo total que uma aeronave é capaz de voar, em velocidade de cruzeiro baseada na quantidade de combustível que ela possui. Para a realização de um vôo, a autonomia mínima será: da decolagem ao destino mais o tempo entre o destino e alternativa + 45 minutos de reserva. Ou seja: $A \xrightarrow{\quad} B \xrightarrow{\quad} C + 45 \text{ min.}$ (DEP) (ARR) (ALT) (Reserva)	2 Falta de combustível
CDL11	CDU09	Controlador perde o canal de comunicação	5 Acidentes
CDL12	CDU08	Para que uma aeronave possa operar sem restrição em uma determinada pista, o ACN da aeronave deverá ser menor ou igual ao PCN da pista ($ACN \leq PCN$). A ameaça consiste em uma aeronave solicitar pouso com uma $ACN > PCN$	1 Prejuízos na pista
CDL13	CDU08	O piloto não executa a operação padrão de circuito de Tráfego ao pousar. A altura padrão para as aeronaves realizarem o circuito de tráfego é: – 1500ft (pés) para aeronaves a jato; – 1000ft para aeronaves à hélice. Todas as curvas são feitas para a esquerda.	2 Colisão
CDL14	CDU14	Exceto em procedimentos de pouso e decolagem, as aeronaves não poderão	3 Colisão em prédios, pára-quadistas, etc.

		voar sobre cidades, povoados, lugares habitados ou grupo de pessoas ao ar livre a uma altura inferior a 1000ft (pés) (equivalente a 300M) acima do obstáculo mais alto em um raio de 600M em torno da acft; A ameaça consiste no piloto descumprir estas restrições.	
CDL15	CDU14	Exceto em procedimentos de pouso e decolagem, as aeronaves não poderão voar em lugares desabitados em altura inferior a 500 pés (150M) sobre o solo ou a água. A ameaça consiste em o piloto voar abaixo desta altura.	3 Colisão com formações geológicas

Fonte: BOEHM, 1981; CHARETTE 1989; KAROLAK 1996.

BRASIL (2010) lembra que os identificadores de casos de uso são utilizados para identificar que a ameaça pode afetar. A descrição fornece um breve contexto para a ameaça e, por fim, a consequência identifica o que acontece em uma situação que a ameaça se concretiza. O objetivo deste campo é identificar a criticalidade que é definida em uma escala de 1 a 5. Em condições normais, a utilização dos canais de VHF pelos ATCO e aeronaves segue a seguinte sistemática:

- Por parte da aeronave, elas mantêm a comunicação com o órgão de controle de tráfego aéreo através do canal de VHF recomendado pelo ATCO no momento em que a aeronave ingressa no setor. A aeronave pode alternar o canal de VHF utilizado caso sinta dificuldade de comunicação com o ATCO (ou fato semelhante). No entanto, independente do canal de VHF a ser utilizado, a aeronave transmite através de um único canal de VHF a cada vez, e permanece em coordenação por esse canal enquanto evolui no setor; e
- Por parte do ATCO, ele transmite as suas instruções através de ambos os canais de VHF designados para o setor sob seu controle. Para que isso aconteça, o sinal de voz produzido pelo ATCO é duplicado no órgão e transportado às estações remotas, onde são inseridos nos rádios transmissores designados para a cobertura do setor. Ao transmitir em ambos os canais, o ATCO se faz ouvir independente do canal de VHF em uso pelas aeronaves que trafegam naquele setor.

Segundo BRASIL (2010) também cabe acrescentar que o ATCO busca manter as aeronaves em um mesmo canal (Primário ou Secundário), para que elas possam

tomar ciência dos tráfegos existentes no setor, o que aumenta a consciência situacional e a segurança operacional. Essas duas sistemáticas de uso dos recursos de comunicação do SMA permitem a adoção de uma metodologia particular para o desenvolvimento deste trabalho. O que identifica o locutor de determinada mensagem de voz a partir da ocorrência dessa mensagem nos canais de VHF, na seguinte forma:

- Se a mensagem estiver presente em ambos os canais de VHF, supor-se-á ter sido produzido pelo ATCO; ou
- Se a mensagem estiver presente em apenas um dos canais de VHF, supor-se-á ter sido produzido por uma das aeronaves que evoluem no setor em estudo.

Ao antecipar parte da metodologia utilizada, torna-se necessário descrever outra característica da estrutura operacional do controle de tráfego aéreo, a que exige o registro e o armazenamento das mensagens de coordenação realizadas entre ATCO e aeronaves.

Na busca pela rastreabilidade das causas de eventuais incidentes (ou acidentes) aeronáuticos, a legislação internacional exige que cada órgão de controle de tráfego aéreo registre e mantenha armazenadas as mensagens de coordenação realizadas entre ATCO e aeronaves. Em função desta exigência, todos os sinais de voz produzidos nas coordenações são enviados a um sistema de gravação, o qual registra os sinais de voz transmitidos e recebidos através dos canais Primário e Secundário dos setores de um ACC. No caso específico do ACC-CW, o sistema de gravação se utiliza de interfaces E1 CAS, no qual cada *Time Slot* (TS) suporta um *stream* de áudio que agrega as mensagens dos ATCO e das aeronaves em determinado canal de VHF (BOEHM, 1981; CHARETTE 1989; KAROLAK 1996).

A sobreposição desses sinais em um único *stream* impede, a priori, a rastreabilidade automática do locutor da mensagem, pois um computador, desprovido de inteligência, não seria capaz de diferenciar as transmissões de ATCO e das de aeronave. A ausência dessa rastreabilidade automática não representa empecilho para a condução de eventuais investigações aeronáuticas, uma vez que as investigações são conduzidas por especialistas humanos capazes de distinguir o locutor da mensagem de maneira intuitiva e inequívoca, mas representa um obstáculo no processamento computacional dos dados. Esse problema, no entanto, é superado ao se conciliar os registros de gravação dos canais Primário e Secundário com o *modus operandi*.

Neste contexto, adota-se comumente um agente detector de falhas através da utilização de um agente único que implementa um algoritmo de *heartbeat*. Este

algoritmo consiste em enviar mensagens de controle periodicamente para os agentes do sistema esperando que os agentes respondam a esta mensagem. Devido ao grande número de variáveis e a simplicidade da estratégia de implementação do *heartbeat*, podem ocorrer falsos negativos, ou seja, a demora da resposta pode ser interpretada como indisponibilidade do agente, como mostra a Figura 2.4.

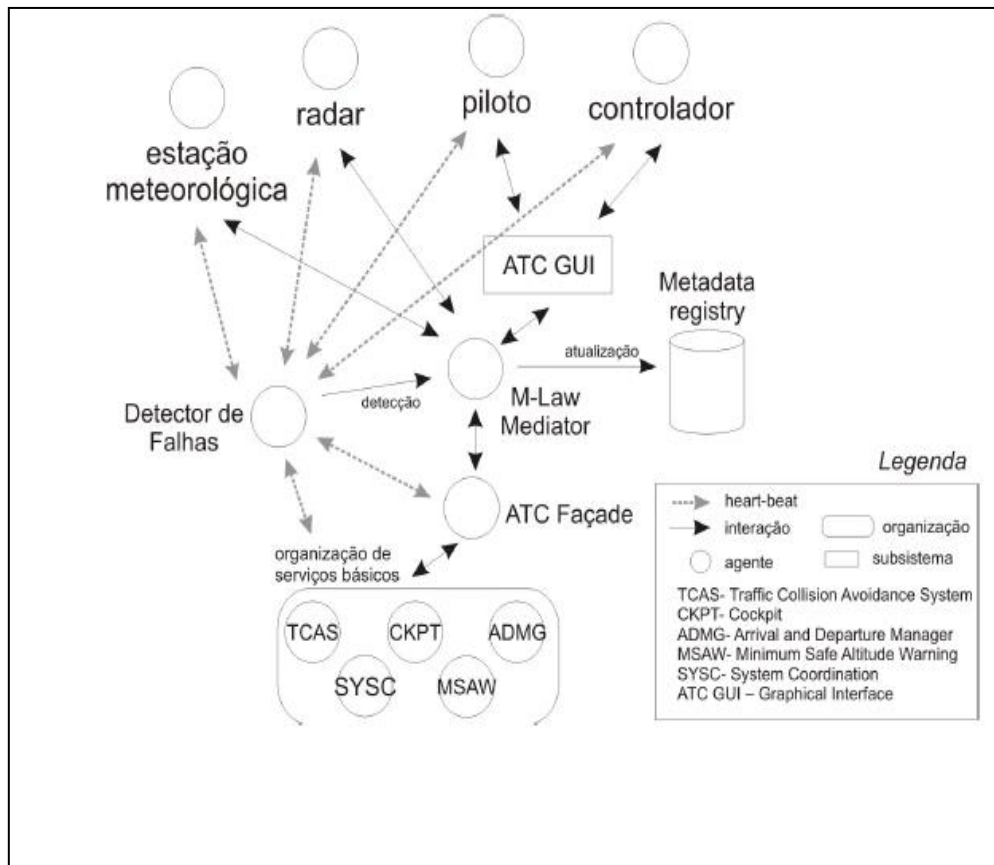


Figura 2.4 - Arquitetura esquemática com agente detector de falhas.
Fonte: BRASIL (2010).

Sendo assim, para minimizar este problema, o agente tentará pelo menos 3 vezes antes de indicar que o agente está indisponível. Se ainda assim, esta estratégia não for suficiente para um determinado domínio de aplicação, então o agente detector poderia ser substituído por implementações mais sofisticadas, como por exemplo, o *Globus Heartbeat Monitor* (STELLING, DEMATTEIS *et al.*, 1999).

Em um estudo desenvolvido por Steven Cushing publicado sob o título de *Fatal Words, Communication Clashes and Aircraft Crashes* (1997) descreveu diversos tipos de problemas relacionados à comunicação aeronáutica no segmento radiofônico. Como este estudo foi desenvolvido nos Estados Unidos da América do Norte, a maior parte dos casos relatados e por ele estudados tem origem nas comunicações realizadas dentro

do espaço aéreo norte americano, onde há a ocorrência de muitas expressões informais e o uso da linguagem coloquial é muito presente nas comunicações entre pilotos e controladores. E este tipo de atitude tem sido muito questionado por ter grande parcela nos acidentes ocorridos nos EUA (BARTELSKY, 2001).

Com a grande variedade de elementos de comunicação, CUSHING (1997) dividido em dois tipos de problemas de comunicação: o primeiro baseado especificamente na linguagem humana, onde a forma da construção da mensagem determina em grande parte o contexto ocorrido, gerando interpretações ambíguas por parte de pilotos e controladores. E essa comunicação também sobre a influência de fatores individuais como a fadiga, fatores sociais e cognitivos; o segundo baseou-se nos problemas gerais, que são aqueles relacionados a fatores externos, como um rádio defeituoso, que impede a mensagem de ser claramente recebida (ruído), elementos climáticos e possíveis alterações da influência solar (AMERICAN ACCIDENT, 1997).

Um dos casos retratado no estudo de Cushing é o do acidente no aeroporto John Wayne Orange Country, Santa Ana, Califórnia, em 17 de fevereiro de 1981, que teve sua origem em parte, num mal-entendido relacionado ao verbo “*hold*”, que significa na aviação “pare de fazer o que está fazendo”, mas que pode significar no idioma Inglês comum “continue fazendo o que está fazendo”, deixando claro que há uma influência da compreensão humana dos pilotos e torre (AMERICAN ACCIDENT, 1997).

Algumas confusões também estão relacionadas ao som das palavras “to” e “tão”. O controlador autoriza a aeronave a descer para “tão four zero zero” (2.400 pés). O piloto coteja “Ok. Four zero zero” pois entendeu o controlador dizer “to four zero zero” e então desce para 400 pés ao invés de 2.400 pés (AIB - HMSO, 1973, p. 64).

De acordo com a ANAC (2018) os principais atores de um CTA são o piloto e o controlador. Assim, controladores necessitam lidar com situações muitas vezes complexas em intervalos e tempo bastante rígidos. Igualmente, as ações dos pilotos quanto dos controladores necessitam estar em conformidade com as regras definidas pelas agências reguladoras. Alguns problemas são destacados quanto a sua frequência pela ANAC:

- Falta de conhecimento técnico – a ignorância de fatores técnicos tais como estruturas, materiais e aerodinâmica foi responsável por um grande número de acidentes. Entretanto, conforme o conhecimento científico e tecnológico avança, acidentes com esta causa são cada vez mais raros (MATTHEWS, 2002).

- Software – faltas que não tratadas adequadamente induzem a falhas no sistema. Embora não tenha sido encontrado nenhum artigo sobre percentual de falhas de software no total das causas dos acidentes aéreos, um demonstrativo que no período de 12 anos entre 1994 e 2005, 36% das falhas apresentadas em infraestruturas consideradas críticas, dentre elas, transporte aéreo, fornecimento de água e transportes ferroviários, foram causadas por software. O segundo maior percentual foi falhas de hardware com 21%, seguido por falhas humanas com 7%. (RAHMAN, BEZNOSOV et al., 2006).
- Hardware – em sistemas de CTA exemplos de falhas de hardware podem ser um radar que deixou de funcionar, ou o link da comunicação entre o piloto e o controlador que não conseguiu ser estabelecido. Problemas durante o voo, esta categoria de problemas agrupa as situações como terrorismo, passageiros sob efeito de álcool e brigas, dentre outras.
- Falha Humana – com o avanço do conhecimento técnico, falhas nos aviões tem se tornado cada vez mais rara. Isto tem levado a exposição das falhas humanas. Em 2004, nos Estados Unidos, a falha de pilotos foi considerada como a principal causa de 78,6% dos acidentes fatais e 75,5% de todos os acidentes ocorridos na aviação civil (KREY, 2006).
- Condições do tempo – geralmente esta categoria é classificada como uma subcategoria de falha humana. Embora os acidentes causados por condições adversas de tempo, como temporais, ocorram com frequência relativamente baixa (4,5% do total de acidentes por falha humana), eles correspondem por 19,7% dos acidentes fatais causados por falha humana (KREY, I.; MOREIRA, 2009).

Segundo a ANAC (2010) o fator comunicação está presente em 33% dos acidentes durante as fases de aproximação e pouso como mostrado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Fatores de influência em acidentes.

FATORES INFLUENTES EM ACIDENTES	% EM EVENTOS
Tomada de decisão inadequada	74 %
Omissão de ação ou ação não apropriada	72%
Não observância de critérios de aproximação estabilizada	66%
Coordenação de cabine inadequada	63%
Consciência situacional horizontal e vertical insuficiente	52%
Insuficiente entendimento das condições presentes	48%
Ação lenta ou retardada	45%
Dificuldade de manobrar a aeronave	45%
Desobediência deliberada aos procedimentos	40%
Treinamento inadequado	37%
Comunicação Piloto – Controlador incompleta ou incorreta	33%
Interação com o automatismo	20%

Fonte: Flight Safety Foundation. FLIGHT SAFETY DIGEST Vol 17 e 18, (1998).

Estudos da NASA baseados no banco de dados do ASRS identifica a comunicação incorreta como responsável por 80% das ocorrências relacionadas a incidentes de comunicação, 33% devido a falta de comunicação e 12% devido a comunicação correta, porém atrasada. Todos estes índices demonstram claramente a participação da comunicação humana no processo de eventuais acidentes. Apenas estes dados já indicam a necessidade de uma solução relacionada com os fatores humanos, sobretudo os da linguagem.

Assim, é possível observar que diversos estudos têm se ocupado não somente da comunicação, mas também dos aspectos que envolvem os atores aeronáuticos. Nesse sentido, a análise do comportamento humano na aviação vem tomando um espaço cada vez maior ao longo das últimas três décadas

Cerca de 60 % dos acidentes ocorridos com aeronaves de transporte aéreo regular foram causados por falha humana tais como erros de julgamento, imprudência, imperícia entre outros como mostra a Figura 2.5.

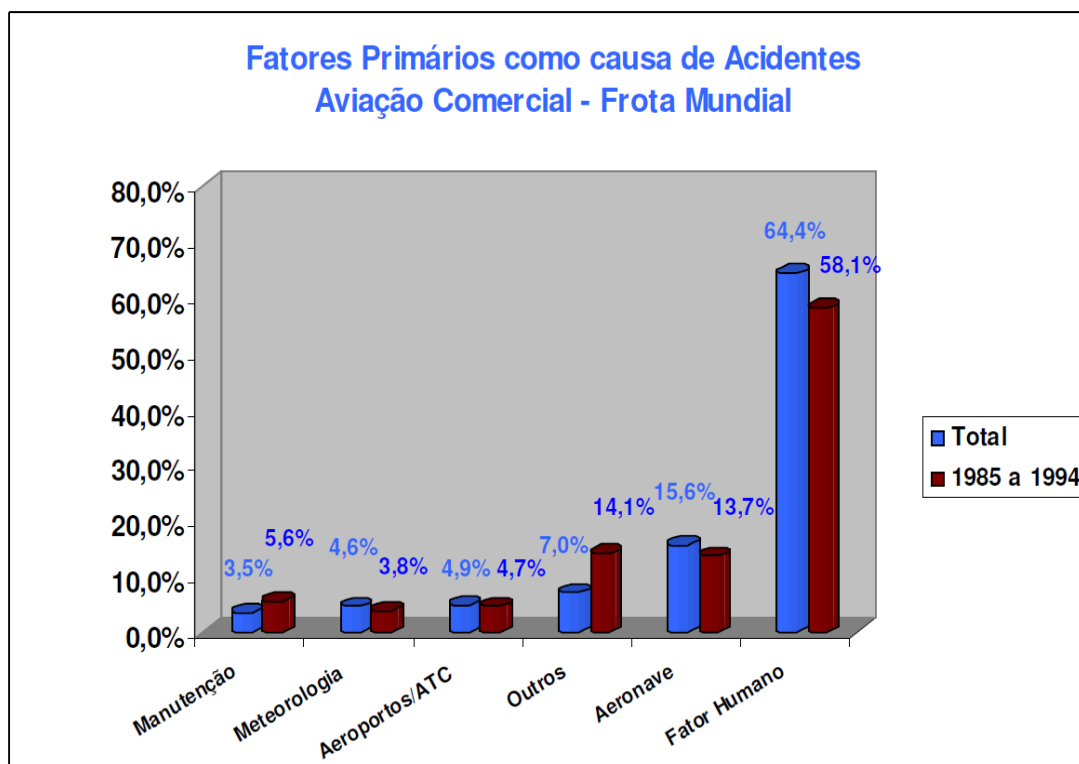


Figura 2.5 - Fatores de influência em acidentes aéreos.
 Fonte: Boeing Commercial Airplane Group (1995) – ANAC, 2010.

A pesquisa também revela que em 45% do tempo os interlocutores ouvem em 30% falam e em 25% estão escrevendo ou lendo. O elemento que mais contribui para os acidentes aeronáuticos ainda hoje é o erro humano ou, tecnicamente, o fator humano.

Itens como o poder de liderança, a exatidão e compreensibilidade da comunicação, o trabalho desempenhado de maneira cooperativa, os comportamentos de irritabilidade, os fatores externos, a consciência dos eventos que acontecem no espaço aéreo dentro da cabine do piloto entre outros aspectos, promove uma nova perspectiva sobre os eixos de estudo da segurança de voo em conjunto com a psicologia. Todo esse arcabouço teórico e prático, multidisciplinar, que visa compreender o fator humano na aviação e suas consequências na relação homem-máquina, pode ser definido como CRM, *Crew Resource Management* (ANKA; HELMREICH, KAKI, 2010, p. 5).

Apesar da tecnologia empregada no sistema de comunicação entre as estações de controle no solo, o modelo de comunicação usado entre controladores e pilotos ainda é antigo e sujeito à influência negativa dos vários elementos descritos nos modelos aqui estudados.

A partir dos dados, pode-se verificar que as falhas de comunicação são muitas vezes mais intensificadas no fator humano, sendo uma seqüência de equívocos sonoros

da voz humana e em seguida, uma ação consequentemente equivocada pela interpretação de piloto e/ou controlador. O resultado é o aumento das ameaças de acidentes aéreos devido aos fatores biológicos, psicológicos e até mesmo de preparação técnica. E diante de todos estes processos de comunicação, pode-se verificar que há uma certa urgência no controle total dos riscos que a comunicação oferece para os vãos.

2.2 - SISTEMAS DE CONVERSÃO DE VOZ PARA TEXTO

A partir da evolução da tecnologia, os sistemas de conversão de voz vêm se aprimorando e auxiliando diversos setores da indústria, engenharia entre outros. Sistemas como o Siri da Apple, teve sua origem no instituto de pesquisa *SRI International* e foi co-fundada por Dag Kittlaus, Adam Cheyer e Tom Gruber (BOOSKER, B, 2013).

Um dos exemplos mais relevantes que alcançou todo o mundo em termos domésticos foi quando a gigante Microsoft, lançando em 2014 um assistente digital denominado de Cortana, que se comunicava com o usuário através da voz e, transformava os sons da voz do usuário em comandos textificados na tela do computador presente nos dispositivos com sistema Windows 10 (ASH, M, 2015).

Nas mídias sociais, em 2016, Mark Zuckerberg, o CEO do Facebook, declarou o desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial, controlado por voz, que pudesse se conectar, comunicar e controlar residências a distancia através do laptop ou celulares.

Estes avanços têm se dado em setores mais relacionados às necessidades mais sociais e no âmbito doméstico, porém, para questões de segurança em grandes setores, como a aviação, tem tido pouca visibilidade, e devido a este fato, o presente projeto propõe que seja inserido nos sistemas aeronáuticos os conversores de voz para texto e vice-versa, já que ao se aplicar a tecnologia de um para o outro, simultaneamente se tem os mesmos resultados ao contrário. O controle por voz demanda menos tempo de execução e decodificação para o fator humano no caso da aviação, não havendo a necessidade de utilizar dispositivos e/ou buscar opções que realizam a função desejada, ou a consulta de manuais que, obviamente tomaria um tempo muito grande diante de uma emergência, precisando apenas que a torre e piloto apenas falem como salienta a Figura 2.6.

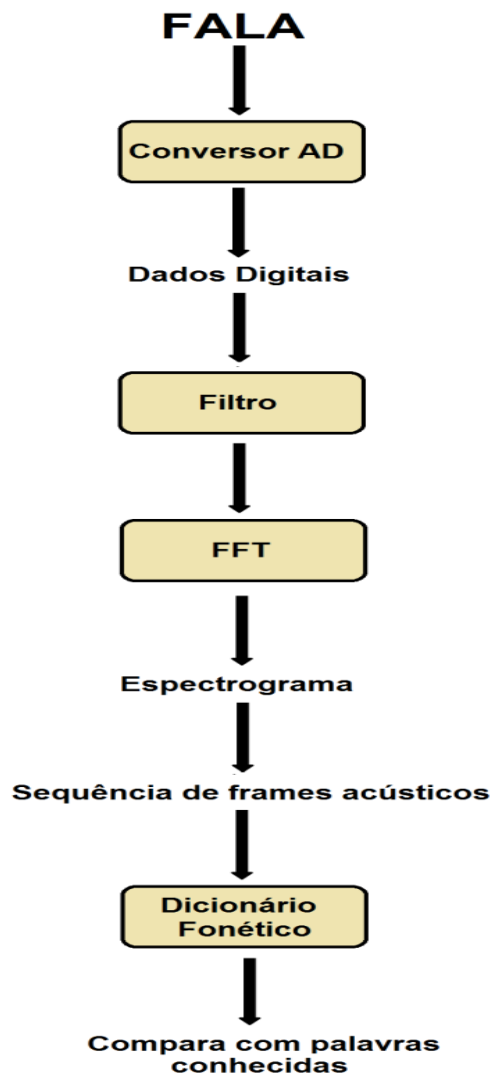


Figura 2.6 - Procedimento de reconhecimento de fala.
 Fonte: MARF (2017).

Um dos modelos de voz de decodificação mais utilizados é nomeado como Modelo Oculto de Markov (em inglês *Hidden Markov Model*, HMM). Sendo descrito como uma sequência de estados que mudam cada um de acordo com uma probabilidade.

De acordo com PEREIRA (2016), tecnicamente, a fala é uma forma de comunicação baseada em uma sintaxe de léxicos e nomes de um vocabulário. O léxico é definido como um acervo de palavras que compõe um idioma e gera a comunicação para as pessoas dialogarem em uma mesma língua ou código entendível. A combinação fonética das vogais forma os fonemas, que é a menor unidade sonora que constitui uma palavra, sendo responsável por distinguir as palavras de um mesmo idioma.

Correspondendo à acústica que o ouvido registra, por exemplo, em português a diferença de significado entre as palavras “este” e “esta” é resultante apenas da troca do fonema /e/ pelo fonema /a/; Outro exemplo, em inglês, as palavras “kill” e “kiss”

terminam com dois fonemas distintos (/l/ e /s/, respectivamente) e, alterar um pelo outro altera o significado da palavra (fonemas são representados por barras / /). No caso dos fones são sons pronunciados pelos falantes de uma língua, apresentando variações regionais. Sua transcrição fonética é dada por colchetes ([]). A combinação dos movimentos para se gerar a fala correspondem aos fones (o fone [t] corresponde à movimentação dos lábios, língua e dentes para gerar este som), os fones são produzidos por vogais e consoantes (PEREIRA, 2016).

De acordo com MARF (2017), os modelos de linguagem têm uso restrito a busca de palavras, definindo qual palavra acompanha uma palavra anteriormente reconhecida, removendo palavras improváveis. Conseqüentemente, a restrição deste vocabulário permite que haja uma identificação mais eficaz da palavra seguinte, resultando em alta precisão. Para esse reconhecimento, alguns dos principais modelos de linguagem utilizam modelos n-gram, que determinam a seqüência de palavras a serem utilizadas por meio de análise estatística.

Esse reconhecimento de voz é dividido em algumas etapas. A primeira refere-se a um pedaço contínuo de fala (com início e fim determinados com uma pausa clara) é digitalizado a partir de um conversor analógico digital, as vibrações produzidas são desta forma convertidas em dados digitais. No segundo momento, a forma de onda captada é filtrada para eliminar ruídos e interferências. Em seguida é efetuado o processo de obtenção do espectrograma aplicando a Transformada Rápida de Fourier (em inglês *Fast Fourier Transform*, FFT), o espectrograma mostra como a frequência muda de intensidade com o tempo (MARF, 2017).

O processo segue dividindo as frações menores da fala, obtendo seqüências de frames acústicos que não sejam maiores do que uma sílaba. A captação destes sons é comparada com os fonemas mapeados em um dicionário fonético correspondente ao idioma do interlocutor, todas as combinações de possíveis são testadas para ver se conferem com o áudio obtido. Assim, além do dicionário fonético há também a possibilidade de serem utilizados os modelos que descrevem uma seqüência de objeto matemáticos ou caracteres (textos) que reúnem os atributos necessários ao reconhecimento de uma palavra e funções com algoritmos baseados em aprendizado de máquina (MARF, 2017).

O Software IBM Via *Voice*, que inicialmente foi criado para dar condições a deficientes que estivessem em condições de paraplegia e que dispusessem apenas de voz para sua comunicação. Esse processo contava com um computador com microfone e o

IBM Via *Voice* registrava a voz do paciente e transformava em texto, propiciando que o mesmo pudesse utilizar este software para sua interação e acessibilidade a rede mundial de computadores e em todos os processos de comunicação que se apresentassem possíveis de execução a parte da voz.

PEREIRA (2016) sugere um exemplo prático com a seguinte situação: tem-se um piloto de nacionalidade norte-americana e um controlador de nacionalidade brasileira; cada um pode configurar o idioma que deseja traduzir (três idiomas seriam testados para a versão piloto: inglês, português e espanhol). No momento em que o piloto estabelecesse comunicação com o controle via voz, em terra apareceria em um monitor acessório o texto traduzido para o idioma em português. E na cabine do piloto apareceria a comunicação do centro de controle no idioma em inglês. A redução de ambigüidades e equívocos de comunicação seriam reduzidos drasticamente.

2.3 - PMBOK

Project Management Body of Knowledge (PMBOK), é um conjunto de práticas na gestão de projetos organizado pelo *Project Management Institute (PMI)* e é considerado a base do conhecimento sobre gestão de projetos por profissionais da área.

De acordo com Vargas (2014) esta estrutura de gerenciamento faz a identificação de um subconjunto do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos, que é amplamente reconhecido como boa prática, sendo em razão disso, utilizado como base pelo (PMI). Uma boa prática não significa que o conhecimento e as práticas devem ser aplicados uniformemente a todos os projetos, sem considerar se são ou não apropriados. Assim, ele fornece e promove um vocabulário comum para se discutir, escrever e aplicar o gerenciamento de projetos possibilitando o intercâmbio eficiente de informações entre os profissionais de gerência de projetos.

Por ser baseado em processos e subprocessos para descrever de forma organizada o trabalho a ser realizado durante o projeto. Essa abordagem se assemelha à empregada por outras normas como a ISO 9000 e o *Software Engineering Institute's, CMMI*. Os processos descritos se relacionam e interagem durante a condução do trabalho, como demonstra a Tabela 2.5:

Tabela 2.5 - Matriz PMBOK.

Áreas de Conhec.	Iniciação	Planejamento	Execução	Monitor. e controle	Encerram.
Integração	- Desenvolver o termo de abertura do projeto	- Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	- Orientar e gerenciar a execução do projeto	- Monitorar e controlar o trabalho do projeto. - Realizar o controle integrado de mudanças	- Encerrar o projeto ou do fase 1
Escopo		- Coletar os requisitos - Definir o escopo - Criar a EAP		- Verificar o escopo - Controlar o escopo	
Tempo		- Definir as atividades - Sequenciar as atividades - Estimar os recursos das atividades. - Estimar as durações das atividades - Desenvolver o cronograma		- Controlar o cronograma	
Custos		- Estimar os custos - Determinar o orçamento		- Controlar os custos	
Qualidade		- Planejar a qualidade	- Realizar a garantia de qualidade	- Realizar o controle de qualidade	
Recursos Humanos		- Desenvolver o plano de recursos humanos	- Mobilizar a equipe do projeto. - Gerenciar a equipe do projeto		
Comunicação	- Identificar as partes interessadas	- Planejar as comunicações	- Distribuir as informações - Gerenciar as expectativas das partes interessadas	- Reportar o desempenho	

A descrição de cada um deles é feita em termos de:

- Entradas (documentos, produtos etc.);
- Ferramentas e técnicas (que se aplicam às entradas);
- Saídas (documentos, produtos etc.).

VARGAS (2014) destaca que a escala de gerenciamento mostrado na Tabela 2.5, descreve os grupos de processos de gerenciamento de projetos nos seguintes itens:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e controle;
- Encerramento.

VARGAS (2014) ainda especifica mais dois grupos dentro da seqüência de itens padrão, como descreve a Tabela 2.6, destaca que a escala de gerenciamento mostrado na Tabela 2.6, descreve os grupos de processos de gerenciamento de projetos nos seguintes itens:

Tabela 2.6 - Matriz PMBOK complementar de riscos e aquisições.

Áreas de Conhec.	Iniciação	Planej.	Execução	Monitor. e controle	Encerram.
Riscos		<ul style="list-style-type: none"> - Planejar o gerenciamento dos riscos - Identificar os riscos - Realizar a análise qualitativa dos riscos - Realizar a análise quantitativa dos riscos - Planejar as respostas aos riscos 		<ul style="list-style-type: none"> - Monitorar e controlar os riscos 	
Aquisição		<ul style="list-style-type: none"> - Planejar as aquisições 	<ul style="list-style-type: none"> - Conduzir as aquisições 	<ul style="list-style-type: none"> - Administrar as aquisições 	<ul style="list-style-type: none"> - Encerrar as aquisições

Fonte: VARGAS (2014).

De acordo com LAKATOS (2010) o TERMO DE ABERTURA DO PROJETO (TAP) ou *Project Charter* é o documento que autoriza formalmente o projeto. Ele designa o gerente e concede a este a autoridade para utilizar os recursos da organização na execução das atividades do projeto.

Segundo PMI (2013), o documento denominado de Termo de abertura do Projeto é o primeiro documento que inicia o projeto. Ele reconhece formalmente o início do projeto e serve como base o trabalho do gerente de projeto, concedendo ao gerente a autoridade para aplicar os recursos organizacionais nas atividades do projeto.

De acordo com o PMI (2013), a Gerência de Integração tem como objetivo fazer o controle geral das mudanças e monitorar a execução do plano do projeto, desde seu início com o termo de abertura do projeto até seu final com o encerramento do projeto, realizando negociações dos objetivos conflitantes, dando alternativas ao projeto com a finalidade de atender as necessidades e expectativas de todas as partes interessadas.

A responsabilidade pela avaliação das solicitações de mudanças é do gerente de projeto e/ou do patrocinador, de acordo com a sua complexidade e extensão. As solicitações de mudanças deverão ser registradas por meio de anotações para o controle e têm como objetivo alterar alguma das atividades do projeto, no tocante a escopo, prazo, orçamento (custo) ou qualidade (PMI, 2013).

Segundo PMI (2013), o objetivo principal de gerenciamento de escopo é definir e manter o desenvolvimento do projeto dentro do escopo desenhado, controlando o que deve e o que não deve estar incluído no projeto, tendo a segurança, que é realmente a necessidade do cliente, e qualquer mudança que venha a se realizar no escopo deverá ter o consentimento do cliente.

Segundo BELLOTO (2005) o Plano de Gerenciamento do Tempo tem por objetivo estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto.

A tarefa de gerenciar os custos do projeto engloba, além do minucioso processo de planejamento e definição dos custos e de seu gerenciamento, a definição e escolha de bons orçamentos que tragam valor agregado ao processo, e ainda, o controle de tais recursos de forma a cumprir com aquilo que foi definido inicialmente (BELLOTO, 2005).

De acordo com LAKATOS (2010), o Plano de Gerenciamento da Qualidade (PGQ) identifica indicadores relevantes ao projeto e determina como satisfazê-los

garantindo aderência com as políticas da empresa e conformidade das entregas com seus requisitos. O PGQ descreve como implementar os processos de controle e garantia da qualidade e a melhoria contínua dos processos tendo como base a política da qualidade da empresa e as ferramentas e padrões da qualidade relevantes ao projeto.

Para CHIAVENATO (2011) o gerenciamento de Recursos Humanos tem como objetivo administrar a mão de obra humana, atribuir funções e responsabilidades, relações interpessoais e de equipe, buscando sempre o melhor aproveitamento das pessoas envolvidas no projeto.

De acordo com VERGARA (2011) descreve que o plano de gerência de risco descreve como identificar os riscos, análise qualitativa e quantitativa, plano de respostas, monitoramento e controle a ser estruturado e realizado durante ao ciclo de vida do projeto.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL COM PMBOK

O presente estudo foi elaborado pela observação direta dos aspectos pertinentes à logística de comunicação ao setor de comunicação para a observação de Aeronaves – AM e apresentado ao Comando Geral para inserir alternativas de redução de custos com segurança de tripulação e passageiros. Desta forma, como elemento norteador para a estrutura e execução do projeto, adotou-se o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). E a partir deste ponto, segue a formatação própria do PMBOK, ou pelo menos, dentro dos padrões desta metodologia para parametrizar a proposta da dissertação que se refere a comunicação entre aeronaves e torres de comando.

3.2 - MODELO DA PROPOSTA PMBOK

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
TERMO DE ABERTURA DO PROJETO		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Título do projeto

Detecção de Falhas no Processo de Comunicação e Análise dos Impactos sobre a Segurança de Vôo pelo Controle de Tráfego Aéreo.

II. Justificativa do projeto

Como os equipamentos utilizados no controle e proteção do tráfego aéreo têm custos altíssimos e são extremamente sensíveis devido a sua natureza de precisão e, que tem como função o transporte de passageiros e cargas, sendo que a vida humana não

tem preço, a Proposta do Uso de cabine de Comunicação com tecnologia de estúdio de som em Unidade de controle de Tráfego e do Espaço Aéreo do CINDACTA IV tem total relevância porque se tratar de preservar a vida humana e as cargas que por ventura tenham maior ou menor valor agregado. Assim, o resultado deste projeto prevê a redução de custos com tripulação e passageiros e sobre o valor da vida destes.

Diante do exposto, qualquer ação que venha a preservar a vida humana e contribuir para maior segurança de vôo deve ser analisada com extrema atenção. Assim, a utilização de cabines com tecnologia de estúdio de som e monitorados por softwares que podem converter a voz em texto, traduzindo-os para o idioma da torre/piloto e piloto/torre, aumentará substancialmente o entendimento da comunicação entre aeronaves e controle de vôo.

Desta forma, o estudo atual encontra justificativa porque pode apontar e alertar às diversas entidades que também encontram-se em seu segmento de atuação, um sistema capaz de aumentar percentualmente a eficiência e eficácia da comunicação de vôo, produzindo assim, redução drástica dos acidentes aéreos que tenham origem nas falhas de comunicação.

III. Objetivo do projeto e critérios de sucesso

Objetivo:

Propor a instalação de equipamentos de áudio e tradutores de voz para três idiomas de modo a serem instalados em uma cabine de vôo customizada com tecnologia de estúdio de som para gravação a bordo e pela torre em tempo real da voz humana disposta no processo de comunicação entre torre e piloto.

Crítérios:

- Identificar os diversos tipos de falhas causadas pela comunicação entre controladores e pilotos;
- Estabelecer a importância da comunicação para a segurança dos vôos e seu impacto;
- Analisar alternativas de um sistema de detecção de falhas de comunicação e sua viabilidade na redução de acidentes aeronáuticos.

IV. Requisitos principais do cliente

- Instituição Pública;
- Segmento Militar;
- Arquivo Geral com deficiência de manipulação de informações;
- Estado Físico inadequado para o uso e armazenagem de informações e documentos.

V. Descrição do projeto

1. Produto (s) do projeto

- Detecção de Falhas no Processo de Comunicação e Análise dos Impactos sobre a Segurança de Vôo pelo Controle de Tráfego Aéreo.

2. Cronograma básico do projeto (Marcos Principais)

ATIVIDADES / 2020	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Implantação	●	●						
Implementações		●		●		●	●	
Feedback das Ações	●	●	●	●	●	●	●	●
Feedback dos Resultados			●	●		●		
Avaliação Geral dos Resultados							●	

3. Estimativas iniciais de custo

- O projeto está estimado em aproximadamente R\$500.000,00 (Quinhentos Mil Reais) por cabine customizada.

4. Requisitos de aprovação do projeto

- Diminuição de 50% das despesas com manutenção para eventos de falha de comunicação no primeiro semestre;
- Diminuição de 80% das despesas com indenizações para eventos de falha de comunicação no segundo semestre;
- Redução de 80% de ações de procura de caixas pretas para averiguação de sinistros aeronáuticos com ocorrência de acidentes aéreos, pois o sistema produz *back up* em tempo real dos processos de comunicação torre piloto e piloto torre;
- Identificar os motivadores para a repetição do projeto em outras unidades.

VI. Nome do gerente do projeto, responsabilidades e autoridade

- ROBERVANDRO SILVA DE LIMA – Gerente de Projeto;
- Revisar a documentação formal do projeto;
- Assegurar que os membros de equipe do projeto estejam cientes de suas responsabilidades e também e a manutenção das metas estabelecidas;
- Gerenciar os custos do projeto;
- Controlar o cronograma para o bom andamento do projeto.

VII. Principais partes interessadas

A principal parte interessada identificada preliminarmente é o:

- Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo – CINDACTA IV.

VIII. Identificação do patrocinador

- Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo – CINDACTA IV.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÃO		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DA INTEGRAÇÃO		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Controle integrado de mudanças

O controle integrado de mudanças (CIM) tem o objetivo de estabelecer uma forma de tratar as solicitações de mudanças durante o andamento do projeto. Esta tratativa consiste em:

- Receber solicitações de mudanças;
- Analisar as solicitações de mudanças;
- Verificar os impactos das solicitações de mudanças;
- Decidir pela implantação ou não das mudanças solicitadas;
- Comunicar os resultados da implantação de mudanças (e atualizar os planos de projeto correspondentes) ou da manutenção do status anterior (em caso de não-implantação).

II. Teor das solicitações de mudanças

As solicitações de mudanças devem ser encaminhadas para o Gerente de Projetos e devem conter:

- Problema – Avaliação – Solução ou soluções viáveis.

III. Frequência de avaliação das solicitações de mudanças

- Mensalmente.

IV. Gerenciamento do plano da integração

1. Responsável pelo plano - ROBERVANDRO SILVA DE LIMA.
2. Frequência de atualização do plano - Trimestralmente.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
DECLARAÇÃO DE ESCOPO		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

A Declaração do escopo do projeto descreve os principais objetivos do projeto, permitindo que a equipe do projeto realize um planejamento mais detalhado, servindo de orientação para a equipe do projeto durante a execução, auxiliando a avaliar as solicitações de mudança e verificar se estas estão dentro ou fora dos limites estabelecidos no projeto. Quanto maior for o grau e o nível de detalhamento da declaração de escopo do projeto, melhor será definido o trabalho que será realizado pela equipe ajudando a planejar, gerenciar e controlar sua execução.

I. Time do projeto

- ROBERVANDRO SILVA DE LIMA é gerente de projeto. Possui autonomia completa, podendo gerenciar pessoas com os seus próprios critérios e necessidades;
- Amauri Conde é da parte de Engenharia de Processo e é responsável pelo *check list* contínuo do andamento do plano;
- Carlos Barcelos é da área compras, onde verifica cotação de preços mais acessíveis e qualidade do produto ou serviço;
- Paulo Paixão, Leônidas Pires e Costa Marinho são equipe de staff do projeto auxiliando tanto na implementação quanto na execução;
- Tello Campanha é responsável pela parte financeira do projeto.

II. Descrição do escopo do projeto

- Propor a instalação de equipamentos de áudio com tecnologia de estúdio de som e um sistema de reconhecimento e tradução de voz para texto como o IBM *Voice*. Estes equipamentos devem ser instalados em uma cabine customizada de aeronave em um projeto piloto para avaliar e parametrizar o processo de comunicação torre/piloto e piloto/torre. O intuito é o de redução de falhas de comunicação, segurança para passageiros e cargas, além de gravar em tempo real o áudio de torre e aeronave, reduzindo assim também, todo o custo de operação para possíveis eventos de acidentes aéreos na busca do diagnóstico do ocorrido.

III. Exclusões do escopo do projeto

- As demais Unidades subordinadas ao CINDACTA IV, não serão contempladas no ano de implementação do projeto, porém ao final do projeto será avaliada a possibilidade de atender os 26 Destacamentos com o Projeto.

IV. Restrições

- O projeto está direcionado para o Destacamento de Controle de Tráfego Aéreo - CINDACTA IV.

V. Premissas

- Avaliação da frequência dos eventos de falhas na comunicação na aeronave customizada e as demais que não possuem os equipamentos do projeto;
- Comparação dos danos financeiros com os sinistros de comunicação em outras aeronaves e a redução de custos na aeronave customizada propiciada pelo projeto piloto;
- Desenvolvimento das soluções definitivas para o problema das falhas de comunicação no segmento aeronáutico.

VI. Critérios de aceitação do produto

- O projeto tem afinidade com os interesses da instituição e já estava em andamento um modelo básico, menos estruturado e não reproduzível em outras unidades.

VII. Produto (s) do projeto

- Estratégia de redução de custos e aumento da segurança no segmento de comunicação aeronáutica.

VIII. Expectativas do cliente

- Reduzir substancialmente seu gasto com acidentes aéreos que tenham como origem as falhas de comunicação;
- Redução de custos gerais na operação do Controle do Tráfego Aéreo e Proteção do Espaço Aéreo pela redução de custos de operação e indenizações por acidentes aéreos;

- Eficiência e eficácia na engenharia de processo de comunicação, superior ao projeto atual.

IX. Fatores de sucesso do projeto

- O produto tem natureza reproduzível;
- Os custos são extremamente baixos na comparação custo/benefício para acidentes aéreos;
- A Instituição não terá custos com a elaboração do projeto e o investimento inicial é considerado baixo.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

MELHORIA DO SISTEMA DE ENERGIA A PARTIR DA INSTALAÇÃO DE REGULADORES DE TENSÃO COM CARGA NO DESTACAMENTO DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA		
PLANO DE GERENCIAMENTO DE ESCOPO		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Lista e descrição dos requisitos do projeto

- O projeto consiste em customizar cabine de aeronave com tecnologia de estúdio de áudio e implantar um sistema de conversão de voz para texto de maneira traduzida em unidade de controle de tráfego aéreo para reduzir acidentes aéreos de origem nas falhas de comunicação entre torre e piloto.

- Elevar a disponibilidade e a eficiência do processo de comunicação aeronáutica e otimizar o processo de diagnóstico de acidentes pela gravação em tempo real dos diálogos entre os atores do espaço aéreo. Em comparação ao resgate e diagnóstico da famosa caixa preta, o sistema de back up de áudio dos pilotos oferece grande vantagem econômica, disponibilidade de saber o que aconteceu em tempo real no caso de acidente e maior segurança de vôos, já que estarão sendo monitorados e gravados em seus áudios.
- A aplicação do projeto ocorrerá no período de 12 (doze) meses e terá caráter experimental, sendo capaz de reprodução em qualquer um dos Destacamentos do CINDACTA IV.

II. Dicionário da EAP

EAP	Tarefa	Descrição da tarefa	Produto de trabalho	Responsáveis
1	Planejamento	Todas as atividades de gestão e gerenciamento de tarefas	Projeto	Gerencia de Projeto (GP)
2	Reunião	Serão realizadas mensalmente	Projeto	Equipe
4	Administração e Controle	A elaboração de relatório inicial e final de cada ação.	Projeto	GP
4	Pesquisa das falhas em projetos anteriores	Realização de um levantamento para comparação e melhora do projeto.	Relatório das Reuniões	Equipe
5	Elaboração de Estratégias	Acompanhamento mensal para avaliação e melhoria	Reunião	GP
6	Levantamento de Recursos	Elaboração de documento necessário para a solicitação	Projeto	GP
7	Compras e cotação de itens e serviços	Verificar o melhor fornecedor de produtos e serviços dentro do paradigma de custo/benefício.	Projeto	Equipe
8	Hierarquização dos itens e serviços	Deverão ser atualizados mensalmente.	Reunião	Equipe
9	Finalização da proposta do Projeto	Revisão geral dos dados e estrutura do projeto.	Escritório	GP

III. Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

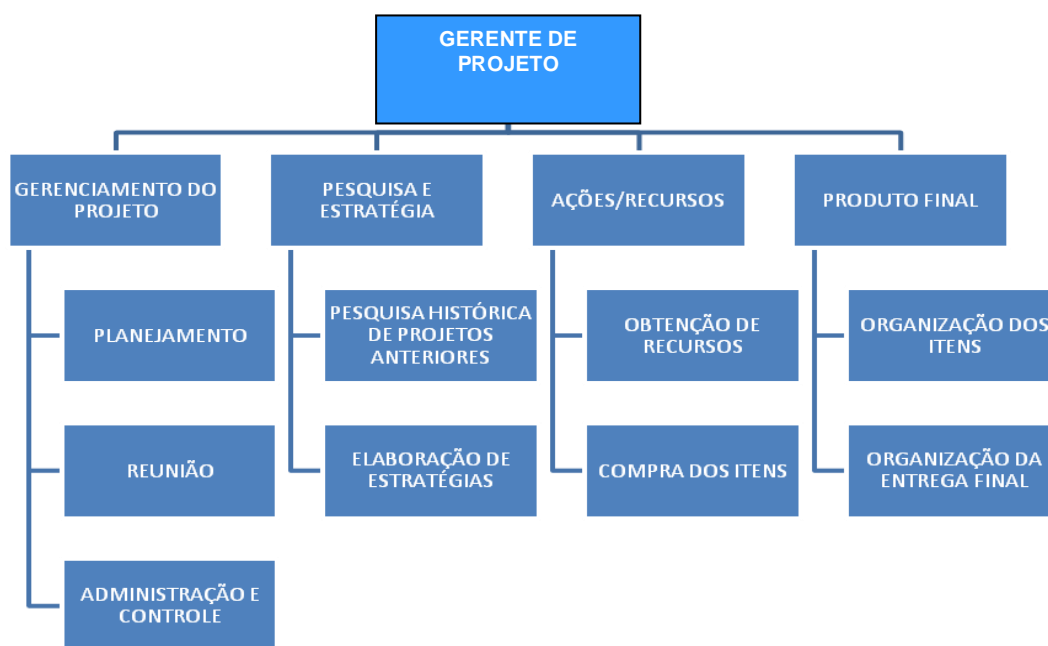


Figura 3.1 - Organograma EAP.

Fonte: Baseado no PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI (2013).

IV. Produto (s) do projeto

- Implementação de melhoria de sistema de comunicação aeronáutico.

V. Frequência de avaliação do escopo do projeto

- Trimestral – oportunidade esta que se usará para acrescentar informações ou rotinas coerentes com o desenvolvimento do projeto e de ajustes em situações desconhecidas.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

<p>DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO</p>		
<p>PLANO DE GERENCIAMENTO DE TEMPO</p>		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Lista de atividades do projeto e estimativa das suas durações

- ID 1 – Cotação e compra dos equipamentos – 30 Dias;
- ID 2 – Instalações dos equipamentos necessários – 20 Dias;
- ID 3 – Avaliação mensal dos resultados e processos da inserção de R.T. – Durante todo o projeto;
- ID 4 – Padrão reproduzível tem todos os outros Destacamentos do CINDACTA IV.

II. Lista de marcos do projeto

- Aquisição de Material adequado;
- Aplicação prática da customização da cabine da aeronave e implantação do software IBM *Voice* com tradutor;
- Avaliação Final dos ganhos e perdas. EAR Analítica.

Nome da Tarefa	Dur.	Início	Término	Atribuído	% Concluído	Status
Humanas	120d	02/11/15	30/04/16	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA (GP)	15%	Em andamento
Gerente de Projeto	30d	01/11/15	30/04/16	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA (GP)	100%	Concluir
Equipe	30d	01/11/15	30/04/16	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA (GP)	15%	Concluir

Material Permanente	90d	01/11/15	30/04/16	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA (GP)	30%	Em andamento
Equipamentos	30d	02/01/16	02/02/16	Maria Mota (Equipe)	15%	Em andamento
Todo Material licitado	10d	01/11/15	02/01/16	Maria Mota (Equipe)	40%	Não Iniciado
Outros	30d	01/11/15	30/04/16	Maria Mota (Equipe)	20%	Não Iniciado

III. Cronograma do Projeto em Modulação *Planner*

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Humanas											
Gerente de Projeto											
Equipe											
Membro											
Material Permanente											
Equipamentos											
Todo Material licitado											
Outros											

IV. Análítica de Recursos (EAR)

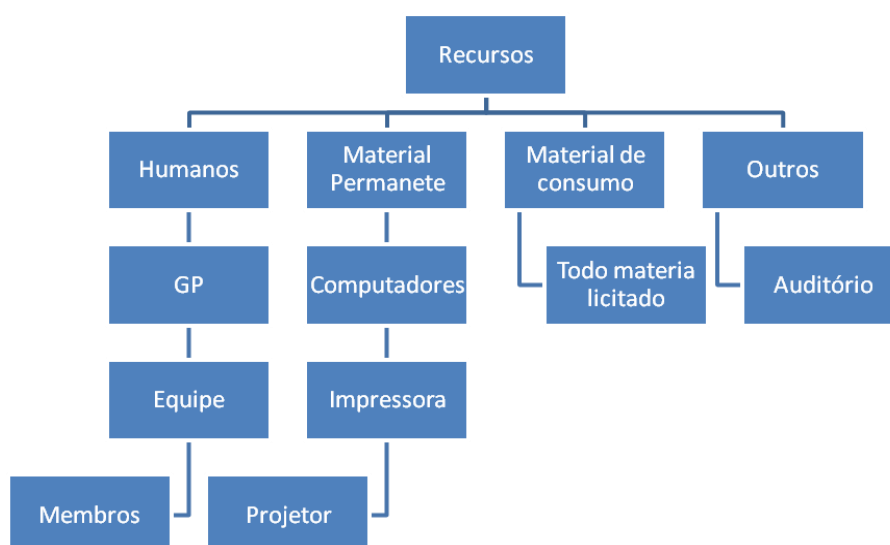


Figura 3.2 - Organograma EAR.

Fonte: Baseado no PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI (2013).

V. Frequência de avaliação do tempo do projeto

- O Projeto de inserção de reguladores de tensão no Destacamento Controle de Tráfego Aéreo de São Gabriel da Cachoeira tem seu início de planejamento em Novembro de 2015 e seu término em Abril de 2016. A partir daí será analisado todo o contexto do projeto e classificado quanto à sua eficiência e eficácia. De forma a torná-lo reproduzível nos demais Destacamentos que necessitem da mesma solução. Assim, o tempo a ser gasto está em acordo com a demanda a ser processada, gerando assim confiabilidade e precisão.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Premissas do gerenciamento de custos

- O gerenciamento de custos do projeto será realizado com base no valor estipulado.
- O gerente de projeto tem autonomia de uso de verba de reserva de contingência.

II. Restrições do gerenciamento de custos

- O Gerente de projeto só realiza alteração no gerenciamento de custo com autorização do Comando.

III. Reservas

I. Reservas Gerenciais

O Comando determinou uma reserva gerencial no valor de R\$ 100.000,00. A reserva gerencial é composta pela reserva de Contingência, que juntamente com o orçamento previsto do projeto, compõem o custo final do Projeto.

II. Reservas de Contingência

As reservas de Contingência serão inativas.

III. Outras Reservas

Não haverão outras reservas.

IV. Autonomias

O gerente de projeto tem as seguintes autonomias quanto à utilização das reservas:

	RESERVAS GERENCIAIS	OUTRAS RESERVAS
Gerente de Projeto	R\$ 100.000,00	R\$ 0,00

V. Orçamento do Projeto

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL
01	Material de Consumo	R\$ 500.000,00
	TOTAL	R\$ 500.000,00

VI. Frequência de avaliação dos custos do projeto

O plano de gerenciamento de custo será revisado mensalmente pelo gerente do projeto, pela área financeira e pelo Comando.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DA QUALIDADE		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Métricas da qualidade do projeto

Métrica	Fórmula	Unidade de medida	Meta	Periodicidade	Quando atuar
Implementação		Tempo	5 meses	Mensal	Quando a meta não for alcançada
Inserção		Tempo	5 meses	Mensal	Quando a meta não for alcançada
Feedback		Tempo	5 meses	Mensal	Quando a meta não for alcançada

II. Ferramentas da qualidade a serem utilizadas no projeto

Diagrama Ishikawa (Espinha-de-Peixe) - O Diagrama de Causalidade e consequência foi desenvolvido para representar a relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para esse efeito. O Diagrama Espinha-de-Peixe tem como finalidade principal, explorar e indicar todas as causas possíveis de uma condição ou um problema específico. E como finalidade periférica, reunir todos os dados e verificar suas causas para formar a avaliação principal.

Modo de uso: Esta ferramenta será usada no projeto para a checagem dos eventuais problemas surgidos no decorrer da implantação gerando soluções rápidas para os eventos que não estejam planejados.

III. Frequência de avaliação da qualidade do projeto

- Mensalmente

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HUMANOS		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Organograma do projeto

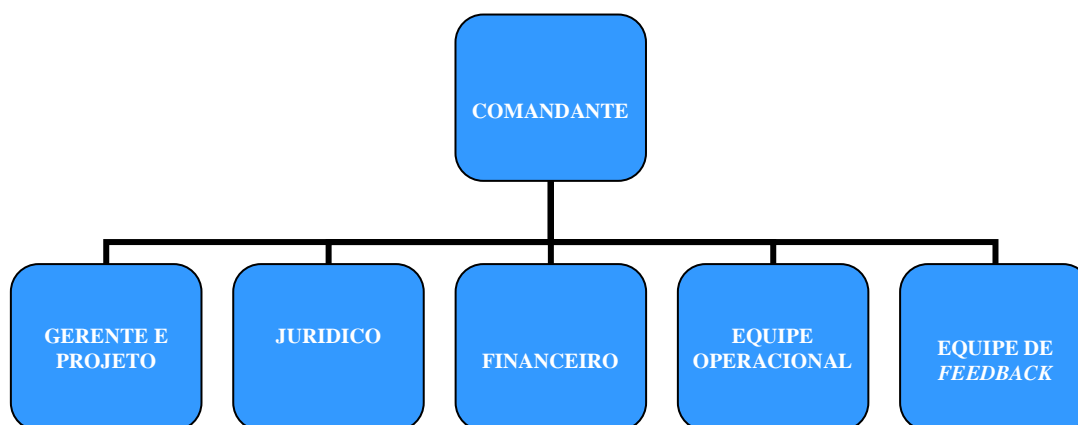


Figura 3.3 - Organograma geral por área.

Fonte: Baseado no PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI (2013).

II. Diretório do time do projeto

No	Nome	Área	Cargo	E-mail	Telefone
1	Robervandro Silva de Lima	Projeto	Gerente do Projeto	robervandrolima@hotmail.com	3333-3435
2	Carlos Barcelos	Jurídico	Assessoria Jurídica	juridico@hotmail.com	3333-3636
3	Tello Campanha	Financeiro	Compras	financeiro@hotmail.com	3333-3634
4	Amauri Conde	Equipe de Feedback	Relações Públicas	feedback@hotmail.com	3333-3536

III. Matriz de responsabilidades

Nº	Nome	Área	Implantação	Execução	Aprimoramento	Planos								
						Integração	Escopo	Tempo	Custos	Qualidade	RH	Comunicações	Riscos	Aquisições
1	Robervandro Silva de Lima	Projeto	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Carlos Barcelos	Jurídico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	Tello Campanha	Financeiro /Compras	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
7	Amauri Conde	Equipe de Feedback	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

R – Responsável / A – Apoio / S – Suplente

IV. Calendário de recursos

No	Nome	Área	NOV 2019	DEZ 2019	JAN 2020	FEB 2020	MAR 2020	ABR 2020	MAI 2020	JUN 2020	JUL 2020	AGO 2020
1	Robervandro Silva de Lima	Projeto	R	A	A	A	R	R	R	A	R	R
2	Carlos Barcelos	Jurídico	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	Tello Campanha	Financeiro	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
7	Amauri Conde	Comunicação Social	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

V. Necessidades de treinamento

A equipe terá treinamento quanto a filosofia do projeto e sua necessidade. O treinamento é imprescindível porque o projeto prevê que seja reproduzível em outros Destacamentos, então quanto maior o grau de domínio da equipe sobre as etapas do projeto, maior será sua rapidez e eficácia.

VI. Método de avaliação dos resultados do time do projeto

Os resultados serão auto avaliativos, pois se algum fator estiver em desacordo, a equipe inteira precisa gerar soluções para os problemas. Dessa forma, os resultados serão os indicadores de precisão do time.

VII. Política de reconhecimento e recompensa

A Instituição não trabalha com recompensas.

VIII. Frequência de avaliação dos recursos humanos do projeto

A Instituição não trabalha com o regime de avaliação. As missões são delegadas e devem atingir suas metas.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DAS COMUNICAÇÕES		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

O setor de Gerenciamento de Comunicações é responsável pela conectividade de informações do projeto a todos os *stakeholders* e outras gerências. Todas as gerências do projeto interagem entre si e com as demais áreas de conhecimento.

I. Registro das partes interessadas

Nº	Nome	Cargo / Empresa	Interesses no projeto	Influência no projeto	Potencial estratégia para gerenciamento
1	CINDACTA IV – Destacamento São Gabriel da Cachoeira - AM	Comando	Produtividade	Multiplicador	Parceria

II. Eventos de comunicação

O projeto terá os seguintes eventos de comunicação:

1. Natureza operacional

- Comunicação de atividades e distribuição de tarefas;
- Solicitação de materiais e feedback.

III. Modelo de ata de reunião

Reuniões presenciais, e eventuais encontros com acompanhamento de teleconferências, para que todas as possíveis situações de problemas sejam minimizados imediatamente.

Assunto	Natureza
Autores das problemáticas	Presencial / Teleconferências
Solucionadores	Presencial / Teleconferências
Registradores	Presencial / Teleconferências

IV. Modelos de relatórios do projeto

Os principais relatórios a serem publicados no sistema de informações do projeto são apresentados a seguir:

- Relatório de Custos.
- Descrição: Registro de movimentação financeira.
- Responsável: ROBERVANDRO SILVA DE LIMA.
- Relatório de Ações do Projeto.
- Descrição: Registro de todas as ações planejadas no projeto e quais os resultados de cada uma destas ações.
- Responsável: ROBERVANDRO SILVA DE LIMA.

No	Nome	Área	Função	E-mail	Telefone
1	Robervandro Silva de Lima	Projeto	Gerente do Projeto	robervandrolima@hotmail.com	3333-0002
2	Carlos Barcelos	Jurídico	Assessoria Jurídica	juridico@hotmail.com	3333-0003
3	Tello Campanha	Financeiro	Compras	financeiro@hotmail.com	3333-0004
4	Amauri Conde	Comunicação Social	Relações Públicas	feedback@hotmail.com	3333-0008

V. Plano de Comunicações do projeto

Devido a natureza do projeto, o acompanhamento é de 24 horas com escala entre a equipe. A comunicação se dará através de todos os canais conhecidos, como fone, internet, redes sociais e *whatsapp*.

VI. Frequência de avaliação das comunicações do projeto

- Mensal.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

I. Estrutura Analítica de Riscos (EAR)

Projeto não terá análise de riscos, visto que todas as ações somente são consolidadas quando estão inteiramente provisionadas e previstas em todo o processo.

II. Reservas de contingência

Conforme descrito no plano de gerenciamento de custos.

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

DETECÇÃO DE FALHAS NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE A SEGURANÇA DE VÔO PELO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO		
PLANO DE GERENCIAMENTO DAS AQUISIÇÕES		
Preparado por	ROBERVANDRO SILVA DE LIMA	Versão 001
Aprovado por	CINDACTA IV	05/05/2019

A Gerência de Aquisições é responsável pela administração de compras e contratações de serviços para o projeto (PMI, 2013).

I. Modalidades de contratos para aquisições

- Licitação; e
- Todos os contratos deste projeto são do tipo Preço Unitário Fixo e Irreajustável, os produtos/tipos/valores serão fixados no contrato.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	PREÇO UNIT.	VALOR TOTAL
01	Caneta Esferográfica	04	R\$ 1,50	R\$ 6,00
02	Lápis nº 02	04	R\$ 1,00	R\$ 4,00
03	Borracha	01	R\$ 1,00	R\$1,00
04	Marcador de texto	02	R\$ 2,00	R\$ 4,00
05	Resma de papel A4	01	R\$ 15,00	R\$ 15,00
06	Livro	01	R\$ 38,00	R\$ 38,00
07	Pasta Plástica	01	R\$ 3,00	R\$ 21,00
08	Toner para impressora	02	R\$ 95,00	R\$ 95,00
09	Pen Drive 16 GB	01	R\$ 50,00	R\$ 50,00
10	Despesas com Alimentação	01	R\$ 384,30	R\$ 384,30
11	Pesquisa Internet	60	R\$ 1,75	R\$ 214,00
12	Despesas com combustível	01	R\$ 2,78	R\$505,00
TOTAL GERAL				R\$ 1.557,00

II. Critérios de avaliação de cotações e propostas

A instituição já conta com fornecedores licenciados e os custos são sob o critério de contrato total. Ou seja, o projeto não terá recursos específicos, mas contará com as demandas já existentes de fornecedores e licitação.

III. Critérios de avaliação de fornecedores

A instituição já tem fornecedores pré-avaliados nacionalmente.

IV. Lista de aquisições a serem realizadas no projeto, valores e datas previstas

V. Frequência de avaliação das aquisições do projeto

- Mensal

REGISTRO DE ALTERAÇÕES		
Data	Modificado por	Revisão / Descrição da mudança

APROVAÇÕES		

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - ANÁLISE DOS PROCESSOS ATUAIS DE DETECÇÃO DE FALHAS

Atualmente, os programas que fazem detecção de falhas trabalham de maneira similar em todo o mundo, porém, com os exemplos a seguir, pode-se perceber que estas análises são traduzidas em dados técnicos, dentro de uma linguagem de programação e, estes códigos são interpretados por parâmetros técnicos que podem, facilmente, confundir tanto controladores como pilotos pela sua natureza numérica de linha de comando.

Possivelmente controladores onde o idioma é o inglês, têm maior probabilidade de compreensão da linguagem técnica dos programas, pois estão em inglês. Então, adiciona-se a problemática da interpretação técnica e idiomática para controladores brasileiros, tem-se aumentada a possibilidade e a influência das falhas humanas e de comunicação.

É possível verificar num exemplo do Manual Facilitador para Controladores da ANAC (2010), onde, nesta análise, verifica-se as estratégias de mitigação de cada ameaça analisadas pelo sistema detector XMLaw. Para isto, apresenta-se o identificador da ameaça, o contexto aeronáutico no qual a ameaça afeta, a estratégia de detecção da ameaça e o código XMLaw da implementação como demonstrado na Figura 4.1 com Ameaça CDL01.

Ameaça: CDL01.

Contexto: Cena de Vôo.

Estratégia de detecção: para detectar se as aeronaves estão próximas, é preciso saber os seus posicionamentos. O posicionamento é informado pelas mensagens *progressR* ou *progressA*. Baseado nestas mensagens, a lei deve executar um algoritmo de cálculo de distância. Se este algoritmo indicar uma distância menor do que o permitido, então o sistema de prevenção de colisão deve ser alertado.

```

flight{ //nome da cena

// Mensagens
  progressR{radar, controller, inform(strip,
$flightProgressStrip)}
  progressA{pilot, controller, inform(strip,
$flightProgressStrip)}
  switch{controller, pilot, inform(switch, $newController)}
  landing{pilot, controller, inform(landIntention)}

// Estados especiais
  s1{initial}
  s3{success}

// Transições
  t1{s1->s2, progressR, [checkDistance]}
  t2{s1->s2, progressA, [checkDistance]}
  t3{s2->s2, progressR, [checkDistance]}
  t4{s2->s2, progressA, [checkDistance]}
  t5{s2->s2, switch}
  t6{s2->s3, landing}

// Constraints
  checkDistance{br.les.CheckDistance}

// Actions
  warnTcas{ ((checkDistance, constraint_not_satisfied)),
br.les.WarnTCAS}
  warnPilot{ ((checkDistance, constraint_not_satisfied)),
br.les.WarnPilot}
  warnController{
((checkDistance, constraint_not_satisfied)),
br.les.WarnController}

```

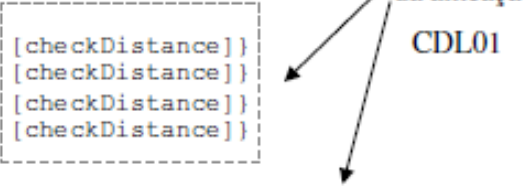


Figura 4.1 - Parâmetro de análise do sistema XMLaw9.
 Fonte: ANAC (2010).

Nesta outra cena de voo tem-se outro exemplo:

Ameaça: CDL02.
 Contexto: Cena de Voo.
 Estratégia de detecção: utilizar as mensagens *progressR* ou *progressA* como informações para uma *constraint* que verifica a altura segura. Esta *constraint* retorna *true* quando a altura é menor que o determinado. A *constraint* ativa uma *action* que avisa o MSAW. Além disso, o piloto e o controlador também devem ser informados. O Código 43 apresentado a seguir mostra a cena de voo modificada para a inclusão da implementação desta estratégia de mitigação.

E como parâmetros os seguintes comandos apresentados na Figura 4.2:

```

flight{ //nome da cena

// Mensagens
  progressR{radar, controller, inform(strip,
$flightProgressStrip)}
  progressA{pilot, controller, inform(strip,
$flightProgressStrip)}
  switch{controller, pilot, inform(switch, $newController)}
  landing{pilot, controller, inform(landIntention)}

// Estados especiais
  s1{initial}
  s3{success}

// Transições
  t1{s1->s2, progressR, [checkDistance, checkAltitude]}
  t2{s1->s2, progressA, [checkDistance, checkAltitude]}
  t3{s2->s2, progressR, [checkDistance, checkAltitude]}
  t4{s2->s2, progressA, [checkDistance, checkAltitude]}
  t5{s2->s2, switch}
  t6{s2->s3, landing}

// Constraints
  checkDistance{br.les.CheckDistance}
  checkAltitude{br.les.CheckAltitude}

// Actions
  warnTcas{ ((checkDistance,constraint_not_satisfied)),
br.les.WarnTCAS}

  warnMsaw{ ( (checkAltitude,constraint_not_satisfied) ),
br.les.WarnMSAW}

  warnPilot{
    (
      (checkDistance,constraint_not_satisfied),
      (checkAltitude,constraint_not_satisfied)
    ), br.les.WarnPilot}

  warnController{
    (
      (checkDistance,constraint_not_satisfied),
      (checkAltitude,constraint_not_satisfied)
    ), br.les.WarnController}
}

```

Figura 4.2 - Parâmetro de análise do sistema SMLaw10.
Fonte: ANAC (2010).

Outra cena de voo para controle de pista:

Ameaça: CDL09.

Contexto: Cena de controle de pista.

Estratégia de detecção: foram utilizados vários elementos do XMLaw de forma combinada (Código 49). Declara-se uma *constraint* na transição t3. Essa *constraint* verifica se o plano de voo está de acordo com as regras.

Caso não esteja, a *constraint* gera o evento *constraint_not_satisfied* e evita que a transição t3 dispare. Porém, o evento de *constraint_not_satisfied* faz com que a transição t6 dispare. A transição t6 muda o estado do protocolo de s2 para s7. Por sua vez, disparo da transição t6 faz com que a ação *askConfirmation* seja ativada.

O protocolo de interação é mostrado na Figura 4.3 salientando o código 49 de ameaça:

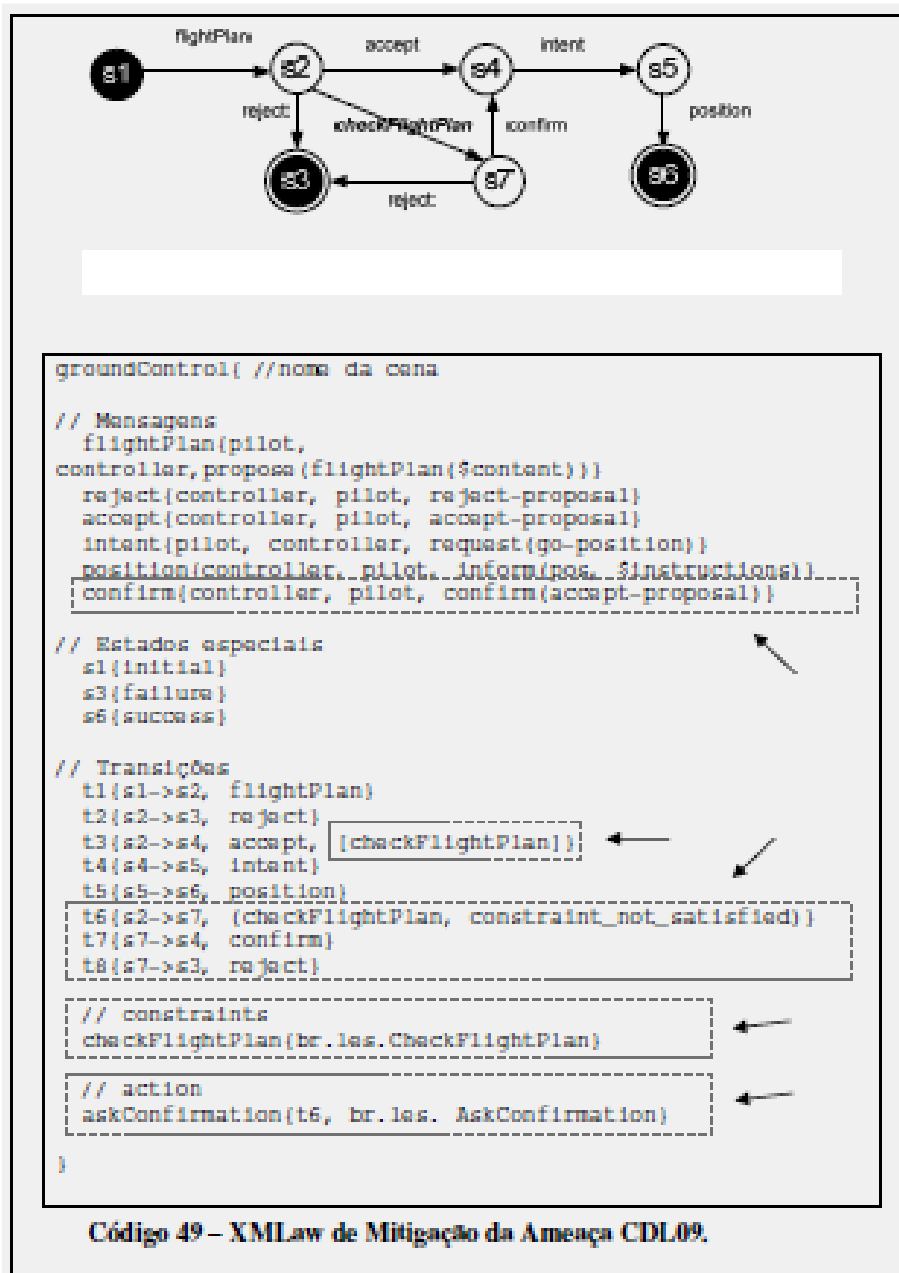


Figura 4.3 - Parâmetro de análise do sistema XMLaw11.
Fonte: ANAC (2010).

Paralelo a este processo, a comunicação trafega pelos canais 1 e 2, e variam bastante entre si, como mostra a Figura 4.4. Além disso, as faixas de 30-35% e 65-70% cruzam-se nas proximidades do valor de 500 ms, no Canal 1. A variação observada se justifica pelo *modus operandi* de utilização do SMA, onde as aeronaves tendem a utilizar o canal recomendado pelo ATCO quando ingressam no setor. Esse canal acaba

por agregar um número maior de aeronaves e, portanto, se tornar mais utilizado e congestionado.

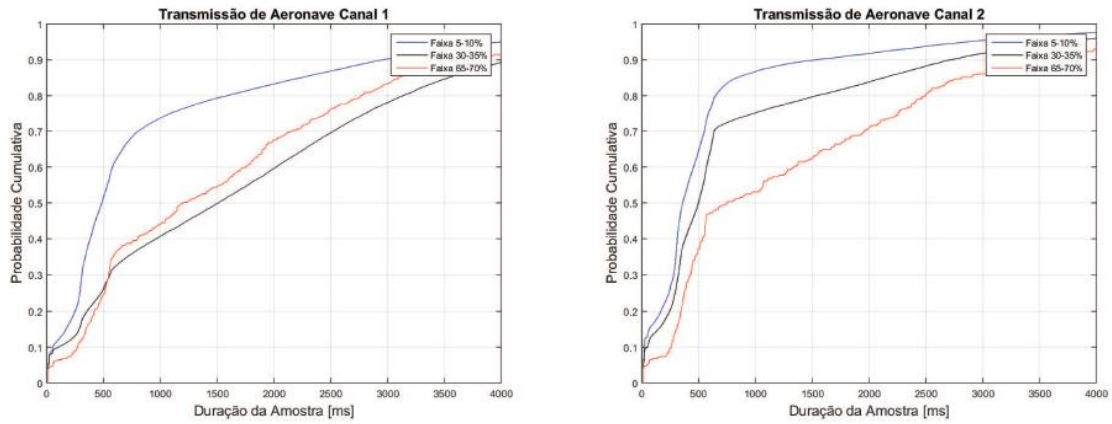


Figura 4.4 - Transmissão de aeronave pelos canais 1 e 2.
Fonte: ANAC (2010).

De acordo com ANAC, quanto as características das transmissões das aeronaves, a Figura 4.5 sugere a existência de duas, ou mais, dinâmicas agindo sobre esses eventos.

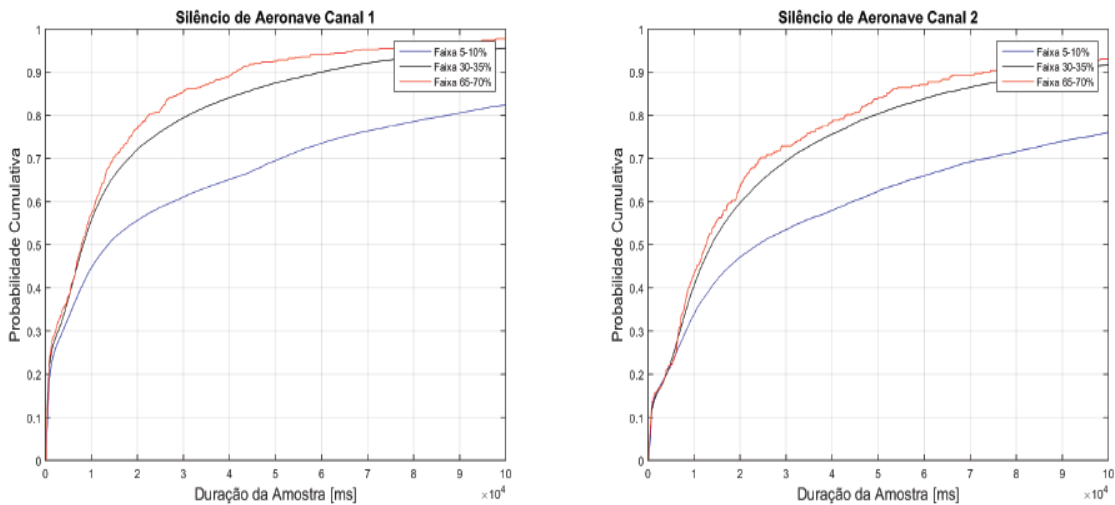


Figura 4.5 - Trechos de silêncio em faixas de 5-10%, 30-35% e 65-70%.
Fonte: ANAC (2010).

As transições nas proximidades do instante de 500 ms é onde se supõe a transferência de uma dinâmica para a outra, visto que a inclinação das curvas varia bastante nas proximidades desse ponto. No caso dessa análise, a partir da observação visual, permite concluir que há uma distribuição regular até o instante de 1s, seguida por

uma tendência de estagnação para, então, tomar uma forma regular até os valores mais altos.

Tem-se que considerar também o silêncio das transmissões que são parâmetros de análise para os eventos ocorridos durante os vôos, isso significa dizer que há uma complexidade tanto na transmissão do som quanto do silêncio e que ambos, tem interpretação diferenciada. Essas transições sugerem a existência de duas, ou mais, dinâmicas de distribuição das amostras (ANAC, 2010).

É possível observar com esta pequena amostra, que há um nível extenso de complexidades que produzem diversas interpretações, os resultados obtidos através destas amostras oferecem aval para verificar que no que tange a tecnologia, os dados não apresentam erros ou incoerências, porém, para a interpretação desses dados, pode-se verificar que há um montante de dados extremamente extensos que levam a desequilíbrios de interpretação e até mesmo de estresse por parte do fator humano.

Esse processo reproduzido continuamente e extenuadamente oferece ameaças maiores por parte da condição do fator humano no processo de comunicação. É possível ver que ele não é acumulativo no sentido de produzir maior desempenho, mas sim maior cansaço da atenção concentrada e da condição da interpretação dos dados oferecidos pela tecnologia disponível.

Neste estudo pesquisou-se a bibliografia disponível para identificar conceitos, técnicas, perfis de distribuição, modelos de transição e estatísticas que pudessem dimensionar a importância da comunicação solo e ar. Assim, o material encontrado somado à observação prática do pesquisador sobre o assunto, oriundo de sua experiência profissional, permitiu verificar que fatores humanos da comunicação, são relevantemente no que tange a existência de falhas menores ou maiores para a segurança de vôos.

Essa perspectiva didática e prática do processo de engenharia da comunicação diferencia o trabalho por quantificar o tráfego complexo de voz entrando e saindo dos pontos da rede envolvidos na comunicação revelando que, a prática diária entre controladores e aeronaves é bem mais problemática do que os observados na bibliografia consultada.

A pesquisa demonstra a existência de diversos fatores que influenciam o processo de transmissão e silêncio que são registrados por locutores envolvidos, caracterizando essas dinâmicas como arriscadas para a segurança dos vôos. Apesar da exatidão dos dados demonstrados pelos sistemas integrados de tecnologia e software, a

possibilidade de controle dos riscos é desestruturada pela presença humana, ou seja, há um fator que foge ao controle matemático dos programas controladores do trânsito aéreo, o fator humano diante das diversas situações de voo.

Esses problemas envolvem em geral, todas as particularidades humanas como interpretação, nível mental de conhecimento do código, cansaço físico e/ou mental, idioma e o próprio engano de interpretação dos dados. Estes aspectos demonstram a subjetividade do fator humano, corroborado pelas estatísticas de órgãos mundiais sobre um percentual elevado de 55% a 65% de motivos das falhas de comunicação solo/ar no controle do tráfego aéreo.

A análise dos resultados indica que a linguagem escrita apresentada pelos sistemas de comunicação para detecção de falhas são extremamente técnicos e que ainda oferecem outra problemática para os controladores e pilotos brasileiros, de estarem configurados no idioma inglês.

Apesar dos pilotos e controladores terem grande capacidade profissional, ainda conservam fatores humanos como o cansaço e o estresse, que reduzem em grande parte o poder de atenção dos mesmos, acarretando níveis altos de riscos para os impactos a partir de uma tomada de decisão ou interpretação equivocada em dado momento da cena de voo.

A não linearidade dos acontecimentos na detecção de falhas de comunicação impede que se estabeleça um modelo fixo para os riscos dos fatores humanos, por isso, a proposta desta dissertação é trazer alternativas que reduziriam drasticamente estes riscos apresentando soluções que considerem o cenário técnico-humano e não rechaçando suas condições naturais de controle da interação máquina-homem.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi o analisar as falhas de comunicação no processo entre aeronaves e controladores, ressaltando a análise dos impactos sobre a segurança de vôo e suas conseqüências fundamentais. E nesse sentido, não se está priorizando os possíveis prejuízos materiais, mas enfatizando o máximo de itens a serem considerados para evitar a todo custo o prejuízo humano (passageiros e tripulação).

Verificou-se que aspectos chamados de fatores humanos da comunicação, são relevantemente no que tange a existência de falhas menores ou maiores para a segurança de vôos. E a literatura internacional para o segmento aeronáutico oferece inúmeros casos em que a participação humana foi determinante para se chegar ao acidente propriamente dito. É evidente que o fator humano também tem muitos méritos na salvaguarda de aeronaves e seus passageiros, pois é notório que a decisão acertada de pilotos e controladores, movidos por sua vasta experiência em cenas de voo, salvaram inúmeras vidas na ocorrência de acidentes.

Contudo, também são as falhas de comunicação que ocupam um grande percentual de responsabilidade sobre os acidentes aéreos. Estes eventos demonstram a subjetividade do fator humano, corroborado pelas estatísticas de órgãos mundiais sobre um percentual elevado de 55% a 65% de motivos das falhas de comunicação solo/ar no controle do tráfego aéreo.

No capítulo de análise dos resultados é possível observar como a linguagem técnica para as falhas de comunicação são extremamente complexos e que ainda oferecem a problemática, para os controladores e pilotos brasileiros, de estarem configurados em idioma inglês.

A implantação de elementos tecnológicos de captação de som e fidelidade, combinadas com os softwares com tradutores múltiplos como o IBM *Voice*, permitiriam trabalhar dentro das condições humanas, e não ignorando seus limites.

5.2 - SUGESTÕES

A partir do exposto, as sugestões pertinentes para melhoria do processo de comunicação e detecção de falhas passam sobretudo na questão da valorização do elemento humano, não subestimando, mas sim trabalhando com suas melhores qualidades, que não são apenas técnicas, mas de cognição, de comportamento, de psicologia funcional e de melhoria do desempenho a partir de suas próprias qualidades.

Assim, as recomendações são tornar mais intuitivo o processo de comunicação através de softwares tradutores que possam transcrever a sonoridade da voz humana em texto legível, do próprio idioma do receptor e que se possa registrar em tempo real, o percurso do processo em cena de vôo.

Igualmente, trazer a tecnologia de outro setor, no caso o da produção dos recursos de áudio-fidelidade de estúdio para dentro das cabines aeronáuticas. Esse processo não excluiria a participação dos sistemas de detecção de falhas com parâmetros técnicos, mas sim adicionaria um poder de reação e interpretação bem maiores para a redução dos riscos de falhas na comunicação no aspecto humano.

Sabe-se cientificamente que, um determinado texto técnico tem um tempo maior para o processo de compreensão e reação. E que um texto oriundo do entendimento humano cotidiano tem velocidade de compreensão cerca de 20 vezes mais rápido que o texto técnico. Dessa forma, as sugestões para as presentes problemáticas de falhas na comunicação passam não somente por tecnologia oriundas de outros segmentos, quanto na consideração das variáveis dos fatores humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIB - ACCIDENT INVESTIGATION BRANCH – AIB. **Civil Aircraft Accident Report 4/73 - Trident 1 G-ARPI**. Report of Public Inquiry into the Causes and Circumstances of the Accident near Staines on 18 June 1972. Londres: HMSO, 1973.

AMERICAN ACCIDENT. *Fatal Words, Communication Clashes and Aircraft Crashes*, 1997. Tenerife, Texas. Disponível em: <http://www.tenerifecrash.com/>. Acessado em: 15 de fevereiro de 2018, 17h36min.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. **Manual do Facilitador em CRM: Introdução ao treinamento do CRM**. Compilado e traduzido por Tereza Freire Breves. Rio de Janeiro. 2010. 107p. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/manualTreinamentoFacilitadorCRM3.pdf>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2018, 23h55min.

ANCA, J.; HELMREICH, R.; KANKI, B. **Crew Resource Management**. 2ª ed. Londres: Academic Press Elsevier. 2010.

ASH, M. **How Cortana Comes to Life in Windows 10**. Microsoft, 2018, Boston. Disponível em: <https://blogs.windows.com/windowsexperience/2015/02/10/how-cortana-comes-to-life-in-windows-10/#9kSs4udLFil6hhep.97>. Acesso em: 09 de outubro de 2018, 01h36min.

ASCHENBRUCK, N. *et al.* **Modelling voice communication in disaster area scenarios**. In: Local Computer Networks, Proceedings, 2006 31st IEEE Conference on. Boston, 2006.

ASCHENBRUCK, N.; MARTINI, P. **Evaluation and parameterization of voice traffic models for disaster area scenarios**. In: Local Computer Networks, 2008. LCN 2008. 33rd IEEE conference on. Boston, 2008.

ASCHENBRUCK, N.; MARTINI, P.; GERHARZ, M. **Characterisation and modelling of voice traffic in first responder networks**. In: Local Computer Networks, 2007. LCN 2007. 32nd IEEE Conference on. Boston, 2007.

BARTELSKY, J. **Disasters in the Air: mysterious air disasters explained**. 2ª ed. Shrewsbury: Air Life Publishing, 2001.

BELLOTTO, H. L. **Arquivos permanentes: tratamento documental**. 3.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BOLIC, T.; RAKAS, J.; HANSEN, M. **Controller-pilot radio channel utilization and cognitive issues**. In: 6th USA / Europe Air Traffic Management R&D Seminar. 2005.

BOSKER, B. **Siri Rising: The Inside Story Of Siri's Origins** (And Why She Could Overshadow The iPhone). USA, 2009. Disponível em: <http://www.huffpostbrasil.com/entry/siri-do-engine-appleiphone_n_2499165>. Acesso em: 09 de outubro de 2018, 01h21min.

BRADY, P. T. **A technique for investigating on-off patterns of speech**. Bell System Technical Journal, The, v. 44, n. 1, Paris, 1965.

BRADY, P. T. **A model for generating on-off speech patterns in two-way conversation**. Bell System Technical Journal, The, v. 48, n. 7, Virginia, 1969.

BRASIL. **Convenção sobre Aviação Civil Internacional**. Aug 1946. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 set 1946. Decreto No 21.713, de 27 de agosto de 1946. Brasília, 1946.

BRASIL. **Plano Nacional de Implementação dos Sistemas CNS/ATM**. Dez 2002. Diário Oficial da União, [Brasília, DF], 31 dez 2002. Portaria No 992/GC3, de 30 de dezembro de 2002.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. **Confecção, Controle e Numeração de Publicações Oficiais do Comando da Aeronáutica: NSCA 5-1**. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. **Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro**. Fev 2010. Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, D DF, 11 feb 2010. Comando da Aeronáutica. Portaria no 29/DGCEA, 2010.

BRETMERSKY, S. C. *et al.* **Simulation of controller pilot data link communications over vhf digital link mode 3**. In: 4th Integrated Communications, Navigation, and Surveillance (ICNS) Conference and Workshop, Cleveland, 2004.

DAILY, Pat. **Contemporary CRM**. Palestra ministrada no *Bombardier Safety Standdown Latin America*. São Paulo: Hyatt Hotel, 2013.

HELMEREICH, Robert L.; MERRIT, Ashleigh C.; WILHELM, John A. **The Evolution of Crew Resource Management Training in Commercial Aviation**. Texas: Department of Psychology, University of Texas at Austin. Texas, 1999.

ICAO. **Annex 10 - Aeronautical Telecommunications**. International Standards and Recommended Practices. Chicago, 1996.

KREY, I.; MOREIRA, M. A. **Abordando Tópicos de Física Nuclear e Radiação em uma Disciplina de Estrutura da Matéria do currículo de licenciatura em ciências através de situações-problema**. Lat. Am. J. Phys. Educ. Lajeado – Porto alegre, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARF. The MARF Research and Development Group Modular. **Audio Recognition Framework** v.0.3.0.6 (0.3.0 final) and its Applications. Montreal-Québec-Canadá, 2007.

MICROSOFT, **Cortana**. Microsoft Corporation, Washington-USA. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/en-us/windows/cortana>> Acesso em: 09 de outubro de 2018, 23h29min.

PEREIRA, A. P. **Como funciona o reconhecimento de voz**. Artigo Eletrônico. Paranavaí-PR. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/curiosidade/3144-como-funciona-o-reconhecimento-e-voz-.htm>> Acesso em: 09 de outubro de 2018, 23h15min.

PMI. *Project Management Institute* -. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos - Guia PMBOK**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

ROSSI, D. S. Z.; FONSECA, M.; MUNARETTO, A. **Caracterizando o uso de canais de comunicação do controle de tráfego aéreo**. In: 33º Simpósio Brasileiro de Telecomunicações. Brasília, 2015.

STELLING, P., C. DeMatteis, *et al.* "A fault detection service for wide area distributed computations." Arizona-USA. Cluster Computing: 1999.

VARGAS, Ricardo. **Matriz e Processos do Fluxo de Processos PMBOK** 6ª ed. 2013. Disponível em: <<https://ricardo-vargas.com/pt/downloads/canvas-and-processes-pmbok-guide-6th-edition/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2018, 44h14min.

VERGARA, S. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2014.