

Wesley José Lira

MAPEAMENTO SITUACIONAL DE UMA IMINENTE COLISÃO  
ENTRE AERONAVES NA PERCEPÇÃO DO CONTROLADOR DE  
TRÁFEGO AÉREO: UM ESTUDO DE CASO

FLORIANÓPOLIS  
2016

Wescley José Lira

**MAPEAMENTO SITUACIONAL DE UMA IMINENTE  
COLISÃO ENTRE AERONAVES NA PERCEÇÃO DO  
CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO: UM ESTUDO DE  
CASO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Área de Concentração em Mídias do Conhecimento, Linha de Pesquisa Mídias do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Serafim da Luz Filho

Coorientador: Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves

Florianópolis  
2016

Wescley José Lira

**MAPEAMENTO SITUACIONAL DE UMA IMINENTE COLI-  
SÃO ENTRE AERONAVES NA PERCEÇÃO CONTROLADOR  
DE TRAFEGO AÉREO: UM ESTUDO DE CASO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa Pós-graduação em engenharia e gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 02 de março de 2016.

---

Prof. Roberto Carlos do S. Pacheco, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Silvio Serafím da Luz  
Filho,  
Orientador - UFSC

---

Prof. Dr. Tarcísio Vanzin –  
UFSC

---

Prof. Dr. João Bosco da Mota  
Alves  
Coorientador – UFSC

---

Prof. Dr. Francisco Antônio  
Pereira Fialho - UFSC

---

Prof. Dr. Pedro Melo – UFSC

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lira, Wescley José  
MAPEAMENTO SITUACIONAL DE UMA IMINENTE COLISÃO ENTRE  
AERONAVES NA PERCEPÇÃO DO CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO : UM  
ESTUDO DE CASO / Wescley José Lira ; orientador, Silvio  
Serafim Da Luz Filho ; coorientador, João Bosco Da Mota  
Alves. - Florianópolis, SC, 2016.  
93 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Mapeamento  
situacional. 3. Colisão Aérea. 4. Tomada de Decisão. 5.  
Controlador de Tráfego Aéreo. I. Luz Filho, Silvio Serafim  
Da. II. Mota Alves, João Bosco Da. III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Este trabalho é dedicado aos profissionais de tráfego aéreo brasileiro, tanto controladores quanto os de apoio ao controle, AIS, MET e OEA.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus por tudo que significa na minha vida e pelas conquistas que Ele me proporcionou. Sou profundamente agradecido por todos que acreditaram em mim e no meu trabalho e que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho de mestrado fosse concluído.

Quero agradecer a minha família, minha esposa Cristiane, que me apoia nos momentos bons e ruins e aos meus filhos, Raíssa e Ícaro, pois são minha fonte de motivação na caminhada diária de estudos e trabalho.

Agradeço, com muito respeito e carinho, o meu orientador, Professor Silvio Serafim da Luz Filho, que acreditou em mim ao me aceitar como seu orientando.

Enfim, agradeço a todos que fazem parte desta pesquisa: aos controladores de tráfego aéreo, classe sofrida e sem valorização no sistema de tráfego aéreo brasileiro; aos professores das disciplinas cursadas; aos mestres do departamento com quem convivi, e; aos colegas que caminharam comigo essa etapa.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACAS - Sistema Anticolisão de Bordo  
ACC - Centro de Controle de Área  
ACC - BS Centro de Controle de Área de Brasília  
ACC - CW Centro de Controle de Área de Curitiba  
ANAC - Agência nacional de aviação civil  
ATC - Air Traffic Control  
APP - Controle de Aproximação  
ATC - Air Traffic Control  
ATCO - Controlador de Tráfego Aéreo  
ATFM - Air Traffic Flow Management  
ATM - Air Traffic Management  
ATS - Air Traffic Services  
ATZ - Air Traffic Zone  
CAR/SAM - Região ICAO, que compreende Caribe e América do Sul  
CNS - Communication/Navigation/Surveillance  
CTA - Controlador de tráfego aéreo  
CTR - Control Traffic Zone  
COMAR - Comando da Aeronáutica  
DECEA - Departamento do controle do Espaço aéreo  
ECAC - European Civil Aviation Conference  
ETA - Estimate Time of Arrival  
ETMS - Enhanced Traffic Management System  
EUROCONTROL - European Organization for the Safety of Air  
Navigation

FAA - Federal Aviation Administration

FAB - Força Aérea Brasileira

FIR - Flight Information Region

FL - Flight Level

FMP - Posição de Gerenciamento de Fluxo

FT - pés

IATA - International Association Transport Air

ICA - Instituto de Cartografia Aeronáutica

ICAO - International Civil Aviation Organization

ICEA - Instituto de controle do Espaço Aéreo

IPV - Instituto de Proteção Ao Voo

MD - Ministério da Defesa

NDB - Sinal Transmitido não direcional que é recebido pela aeronave

NOTAM - Notice to Airmen

QDM - Marcação Magnética – Linha que leva à antena transmissora do

NDB – Non direcional radio beacon

RPL - Plano de Voo Repetitivo

SAS - Sistema de Análise de Situação

SGBD - Sistema de Gerenciamento da Base de Dados ATFM

SICONFAC - Sistema de Controle e Fiscalização de Aviação Civil

SISCEAB - Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

TARIS - Terminal De Apresentação Radar De Imagem Sintética

TMA - Terminal Control Area (ICAO)

TMA WO - Terminal Controle Area de Navegantes

TWR - Torre de Controle de Aeródromo



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação de presença no setor aéreo .....	26
Figura 2 - Relação de crescimento PIB e aviação .....	33
Figura 3 - Relação de saturação dos principais aeroportos brasileiros e necessidade de investimentos até o ano 2030 .....	34
Figura 4 - Evolução da demanda de transporte aéreo brasileiro de 2009 a 2030 .....	36
Figura 5 - Relação entre demanda e capacidade dos aeroportos brasileiros .....	38
Figura 6 - Visão do setor aéreo para 2030 .....	40
Figura 7 - Divisão do espaço aéreo em 5 regiões de informação de voo .....	42
Figura 8 - Divisão dos espaços aéreos controlados e projeção dos espaços dos órgãos de controle .....	44
Figura 9 - Torre de controle do aeroporto de Navegantes .....	46
Figura 10 - Carta de área da terminal navegantes .....	48
Figura 11 - Mapa situacional do conflito entre aeronaves .....	67
Figura 12 - Mapa cognitivo do Controlador de tráfego aéreo com relação a situação de conflito do estudo de caso .....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Divisão e conceito das liberdades do ar .....	23
Quadro 2 - Relação de atores envolvidos no estudo de caso .....	78

## Sumário

Sumário .....	11
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	16
1.3 ADERÊNCIA AO OBJETO DE ESTUDO E AO PROGRAMA E INTERDISCIPLINARIDADE.....	16
1.4 OBJETIVO GERAL .....	18
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.6 JUSTIFICATIVA E ESCOPO DA PESQUISA.....	18
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Aviação e aprimoramento tecnológicos .....	20
2.2.1 Segurança de tráfego aéreo .....	29
2.2.2 Desenvolvimento da navegação aérea no Brasil .....	32
2.3 Divisões do espaço aéreo brasileiro .....	42
2.3.1 Os órgãos de Controle de tráfego aéreo brasileiro.....	44
2.3.2 Torre de controle (TWR) .....	46
2.3.3 Controle de aproximação (APP) .....	47
2.3.4 Centro de controle de área (ACC).....	49
2.3.5 Fluxo de tráfego aéreo (AFTM).....	50
2.4 Perspectiva histórico-cultural na formação do sujeito .....	53
2.5 Mapeamento Situacional da iminente colisão entre aeronaves	

.....	66
2.5.1 Divergências identificadas na situação de conflito aéreo	67
2.5.2 Percepção do Controlador de Tráfego Aéreo .....	69
2.5.3 Processo decisório .....	69
2.5.4 Análise situacional na perspectiva do CTA .....	71
3. MÉTODO .....	73
3.1 Atores.....	77
3.2 Cenário .....	78
3.3 Delimitação do estudo.....	78
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	79
REFERÊNCIAS .....	88

## RESUMO

Esta dissertação trata de um estudo de caso sobre “o mapeamento situacional na tomada de decisão em uma iminente colisão entre aeronaves” na percepção de um controlador de tráfego aéreo em um aeroporto de porte médio em uma cidade do Estado de Santa Catarina. O objetivo deste estudo foi organizar imageticamente o mapa da situação de iminente colisão entre aeronaves; verificar se os pilotos em comando das aeronaves em conflito aeronáutico cumpriram com as normas regulamentares estabelecidas pela Instrução do comando da aeronáutica (ICA); identificar se a tomada de decisão do Controlador de Tráfego Aéreo é compatível com as normas estabelecidas pela instrução do comando da aeronáutica para situações de incidente ou acidente aeronáutico. Os dados foram coletados a partir dos relatos do CTAs envolvidos, a posteriori do mapa imagético elaborado no estudo pelo autor e parcialmente pela visualização do equipamento TARIS por meio da observação participante. Os resultados revelaram que este estudo auxilia o profissional Controlador de Tráfego Aéreo em uma prospecção imagética de situações semelhantes a fim de dar suporte à sua tomada de decisão. O CTA deve estar em estado de alerta, atenção e prontidão ao tomar a decisão em conformidade com as regras estabelecidas pela ICA, para a tomada de decisão a fim de evitar uma iminente colisão entre aeronaves.

**Palavras-chaves:** Mapeamento situacional. Colisão aérea. Tomada de Decisão. Controlador de Tráfego Aéreo.

## ABSTRACT

This dissertation is a case study on "situational mapping in decision making of an imminent collision between aircraft" in the perception of the air traffic controller in a medium-sized airport in a city in the state of Santa Catarina. The objective of this study was to organize the map of the impending collision between aircraft situation; verify that the aircraft's operations in aviation conflict complied with the regulations established by the aeronautical command instructions (ICA); identify whether the Air traffic controller (CTA) decision-making is consistent with the standards established by the ICA for incident situations or aircraft accident. Data were collected from the CTAs of the reports involved a posteriori the imagery map prepared by the author on the study and partly by browsing the TARIS equipment through participant observation. The results revealed that this study helps the CTA professional imagery there is a prospect of similar situations in order to assist to their decision making; CTA should be in alertness, attention and readiness to take a decision in accordance with the rules established by ICA and finally the result of the study was the CTA's decision to instruct one of the aircraft to perform an operating procedure in order to avoid the imminent collision between aircraft.

**Keywords:** Situational Mapping. Collision imminent. Make Decision. Air Traffic Controller.

## 1 INTRODUÇÃO

O ser humano evolui, assim também a mente, corpo e as capacidades cognitivas. Em função disso, o cérebro se tornou uma ferramenta a ser usada, aprendida, gerenciada e investigada por esta mesma sociedade que vive em busca do conhecimento e do compartilhamento deste.

Na evolução e na conquista de novos territórios, o homem busca desbravar o mundo por meio de sua capacidade cognitiva. Ele descobriu como navegar, explorou os mares e as terras e assim conquistar povos e novas sociedades. Nesse contexto moderno, surge a navegação aérea, uma forma de dominar os ares, num transporte em constante evolução, com base fundamental nas ciências aeronáuticas.

O foco desse estudo se aterá em um dos principais atores da navegação aérea: o Controlador de Tráfego Aéreo (CTA). Este profissional técnico é definido como a pessoa encarregada de separar o tráfego de aeronaves no espaço aéreo e nos aeroportos de modo seguro, ordenado e rápido. Conforme (ICA 63-15/2009) o CTA é profissional habilitado para exercer atividades em um órgão de controle de tráfego aéreo.

O controlador de tráfego aéreo emite autorizações aos pilotos, com instruções e informações necessárias, dentro do espaço aéreo de sua jurisdição, com o objetivo de prevenir colisões entre aeronaves e, entre estas e obstáculos nas imediações dos aeroportos. A atenção é um importante fator de influência na memória de trabalho do Controlador de Tráfego Aéreo (CTA) e o estresse e a sobrecarga de trabalho, por outro lado, podem alterar a percepção e o processamento de dados e a tomada de decisão.

O Controle de tráfego aéreo é um conjunto compreendido por vários agentes e atores tais como: pilotos, tripulantes de aeronaves e pessoal técnico de apoio ao controle de tráfego aéreo e tem o Controlador de tráfego aéreo, principal ator nesse processo, pois nele convergem dúvidas quanto à precisão, confiança, sensibilidade, percepção e poder de resposta desse profissional em serviço - na tomada de decisão em momentos de separação entre aeronaves e dessas com obstáculos no solo - fato este que exige complexo emprego do sistema cognitivo do CTA.

Para Artman e Garbis (1998) a “cognição situada é uma cognição distribuída”. A cognição, ou sua consciência situacional, seja ela individual ou em grupo. Há interface entre as tomadas de decisão dos membros da equipe e da interação tanto com os artefatos tecnológicos envolvidos no ambiente de trabalho como com seus parceiros e destes com ambiente de trabalho (Torre de controle localizada em um aeroporto controlado).

Em situação de iminente colisão os tempos são convergentes, as velocidades são somadas exponencialmente, as respostas e as atitudes devem ser, e são, declaradas, em questão de segundos para que não ocorra risco potencial que possa ocasionar abalroamento entre aeronaves e, destas com obstáculos no solo.

Este estudo visa avançar sobre o tema cognição situada, dando ênfase ao controle aéreo e sua estrutura, visto que a cognição exerce forte influência nesse profissional. As habilidades inatas e adquiridas do CTA são alicerces às decisões que devem ser tomadas em momentos de controle do tráfego aéreo diariamente. Portanto, aproxima-se a cognição situada da percepção do CTA em um espaço tridimensional. Nesse sentido, a cognição situada possui papel de extrema importância como aquisição do conhecimento através da colaboração e da participação de indivíduos em um grupo com eventos reais de atuação profissional.

## **1.2 PROBLEMA DE PESQUISA**

Como o controlador de tráfego aéreo toma decisão quando em situação de iminente colisão entre aeronaves?

## **1.3 ADERÊNCIA AO OBJETO DE ESTUDO E AO PROGRAMA E INTERDISCIPLINARIDADE**

O presente estudo é vinculado à Linha de Pesquisa Teoria e Prática em Mídia do Conhecimento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEGC/UFSC). Essa linha de estudo tem por objetivo o estudo e a pesquisa da construção, comunicação e difusão do conhecimento (EGC, 2015).



A presente dissertação é aderente ao objetivo dessa linha de pesquisa do programa, pois estuda o conhecimento percebido como produto, processo e, cujo resultado de comunicação entre sujeitos no estudo de caso proposto é um novo conhecimento.

Na perspectiva interdisciplinar de *Sommerman* (2006), há uma interdisciplinaridade forte quando há transferência de conceitos, e “quando cada especialista não procurar apenas instruir os outros, mas também receber instrução”. Desta forma, a interdisciplinaridade deste estudo aproxima os campos da cognição, mapeamento situacional, iminente colisão e controle de tráfego aéreo.

Nesse passo, com vistas a proporcionar o diálogo construtivo na busca para a compreensão da realidade, este estudo volta-se para a área de Mídia e Disseminação do Conhecimento e Gestão do Conhecimento. Naquela estuda a captação, produção, e difusão da informação baseada em meios tecnológicos. Já na segunda linha são estudados os comportamentos individuais frente ao fenômeno de geração de conhecimento e a sua utilização de forma inovadora.

O grande tema cognição abrange inúmeras literaturas e autores como os citados no trabalho, por exemplo, “*Matlin*”, a qual sua obra foi bastante referenciado no estudo, assim como a obra de “*John Stewart*”, dentre outros, como na tese de WILDE (2005) “O limite aceitável do risco: uma nova psicologia sobre segurança e saúde” e Tarcisio Vanzin com a tese “TEHCo – Modelo de ambientes hipermídia com tratamento de erros, apoiado na teoria da cognição situada”.

Previamente a este trabalho, registram-se outras pesquisas nessa temática no EGC relativo ao tema desta dissertação. Pereira (2010) analisou a consciência da cognição para o processo criativo. Schneider (2012) pesquisou a teoria da cognição situada para pessoas com deficiência auditiva tendo como cenário os ambientes virtuais de aprendizagem. Otero (2008) analisou o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alto nível em educação a distância. Lapoli (2014) baseou a abordagem teórica de sua tese na Teoria da Cognição situada, quando estou que a visualização do conhecimento na web pode contribuir para o aprendizado dos surdos. Estes, dentre outros estudos e argumentos apresentados nesta dissertação, permitem visualizar a aderência do tema ao EGC.

## **1.4 OBJETIVO GERAL**

Analisar o mapa situacional de uma iminente colisão entre aeronaves na perspectiva do controlador de tráfego aéreo considerando os fatores cognitivos que o influenciam à tomada de decisão.

## **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Organizar os mapas da situação de conflito aeronáutico assim como o mapa cognitivo do CTA na tomada de decisão.
- Verificar se os pilotos em comando das aeronaves envolvidas no conflito aeronáutico cumprem os procedimentos estabelecidos na ICA.
- Identificar se a tomada de decisão do CTA é compatível com as normas estabelecidas pela ICA para situações de incidente ou acidente aeronáutico;
- Descrever os processos cognitivos envolvidos quanto os aspectos da percepção do CTA e suas relações à tomada de decisão.

## **1.6 JUSTIFICATIVA E ESCOPO DA PESQUISA**

Este estudo limita-se à análise dos atributos cognitivos que se estabelece na tomada de decisão pelo controlador de tráfego aéreo em situação de iminente colisão entre aeronaves, um estudo de caso. O cenário pesquisado será a Torre de Controle do Aeroporto Internacional de Navegantes/SC.

O controle de tráfego aéreo é um conjunto compreendido por vários agentes e atores: pilotos, tripulantes de aeronaves e pessoal técnico de apoio ao controle de tráfego aéreo. O controlador de tráfego aéreo demonstra ser de grande importância nesse contexto, pois para ele convergem dúvidas quanto à precisão, confiança, sensibilidade, percepção e poder de resposta na tomada de decisão em momentos de separação entre aeronaves e dessas com obstáculos no solo.

Nesse cenário a interação e a interface utilizada para o processo de comunicação é complexa, tanto os artefatos tecnológicos utilizados como mapas mentais de cada CTA. São fatores a serem considerados:

a) A tomada decisão, que se dará segundo a estratégia da equipe e não exclusivamente de um membro desta.

b) O processo de interação, que ocorre entre os membros da equipe e os artefatos tecnológicos, cujas intenções são de comunicação e negociação. Regras e responsabilidades precisam ser atendidas.

A consciência situacional de equipe serve para análises de práticas de interação e negociação. A cognição distribuída possui características específicas: o processo cognitivo fica espalhado entre os componentes da equipe; e a operação do sistema cognitivo abrange a coordenação entre estruturas internas e externas (representações e artificios tecnológicos) dos membros; os produtos de acontecimentos mais antigos são capazes de modificar a natureza de episódios mais recentes (HUTCHINS, 2000).

Diante do contexto e com fundamentação em uma revisão da literatura sobre o assunto, pretende-se sugerir, identificar e mensurar os aspectos cognitivos no processo de tomada de decisão do controlador de tráfego aéreo na torre de controle de um aeroporto por meio do mapeamento da situação de iminente colisão entre aeronaves e das comunicações entre os envolvidos.

## **1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O trabalho está estruturado em cinco capítulos e as considerações finais, sendo eles:

(1) Introdução: Apresentação do tema proposto, problema de pesquisa, justificativa, objetivos do estudo apresentado.

(2) fundamentação teórica: revisão de literatura cronológica e detalhada do setor aéreo até a chegada no sujeito controlador para então apresentar o caso estudado e a iminente colisão entre aeronaves.

(3) procedimentos metodológicos: neste capítulo são descritos os procedimentos empregados para a realização do estudo de caso.

(4) apresentação dos resultados: no quarto capítulo, são apresentados de forma descritiva os resultados alcançados na realização da pesquisa.

(5) Considerações finais: nesse capítulo será apresentado as conclusões da pesquisa e suas considerações em relação aos resultados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Este capítulo abordará os temas tratados no estudo, o surgimento da aviação e um breve histórico, desde as grandes guerras até os dias e atuais assim como a criação evolução do trafego aéreo. Serão apresentados os conceitos de cognição, psicologia cognitiva, cognitivismo e cognição situada e distribuída, temas fundamentais para a pesquisa proposta.

### **2.1 Aviação e aprimoramento tecnológicos**

Após a Primeira Guerra Mundial, o desenvolvimento da aviação sofreu uma intensificação, que se acelerou ainda mais após a Segunda Guerra Mundial, nesse contexto de guerra houve aumento na quantidade de aeronaves e de novas tecnologias, e a utilidade do uso do avião como transporte internacional. “O grande salto da aviação correria com o mundo em guerra”, já afirmava Lemos (2012, p. 70).

No ano de 1919, o processo de internacionalização, iniciou e teve como prioridade a solução do problema de caracterização da natureza jurídica do espaço aéreo, definindo sua natureza jurídica em duas principais vertentes que se destacaram: 1 – Inspiração Inglesa: defendia o princípio da soberania do Estado com relação ao espaço aéreo superior a seu território. 2 – Formação Francesa: favorável à livre circulação de aeronaves no espaço aéreo. Dessas correntes, surgiram quatro principais teorias: a) Teoria da Liberdade Restrita; b) Teoria da Liberdade do Espaço Aéreo; c) Teoria das Zonas de Ar Territorial; d) Teoria da Soberania.

Antes da segunda grande guerra foram realizadas algumas convenções a fim de se chegar a um entendimento sobre questões jurídicas do espaço aéreo. Dentre tais entendimento as mais importantes foram: Convenção de Paris – CINA; Conferência Ibero-americana de navegação Aérea; Convenção de Havana – Direitos comerciais aéreos, e; Convenção de Varsóvia – Responsabilidades do transportador.

A segunda convecção foi a Convenção de Chicago, nesta ficou consagrada a teoria da Soberania do Estado (corrente inglesa). Houve grande divergência entre duas correntes antagônicas (problema de concorrência X divisão de tráfego em cotas), impossibilitando a adoção de um código completo de navegação e transporte aéreo. Outro fator de destaque de Convenção de Chicago foi pelo seu aspecto técnico e

econômico, pois pelo aspecto técnico o transporte deveria ser ordenado, eficiente e seguro e quanto ao seu aspecto econômico dizia respeito a exploração comercial do setor.

Ainda, nos dias atuais, esta convenção é a principal normatização do setor aéreo, pois a Convenção de Chicago é a lei maior da aviação civil internacional, contendo 96 artigos, nos quais são estabelecidos: os privilégios e restrições dos estados contratantes, a obrigação dos Estados de adotar normas internacionais e recomendações para a regulamentação aérea, o compromisso dos Estados signatários em estabelecerem serviços e instalações de navegação aérea, e recomendada a facilitação do transporte aéreo por intermédio da redução dos trâmites aduaneiros e de imigração. Organização da Aviação Civil Internacional (OACI):

Criada na Convenção de Chicago, veio em substituição à Comissão Internacional de Navegação Aérea (CINA). Os objetivos da OACI são:

- Assegurar o desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil internacional no mundo;
- Incentivar o desenvolvimento técnico da aeronáutica e de sua operação para fins pacíficos;
- Estimular o desenvolvimento de aerovias, aeroportos e facilidades à navegação aérea na aviação civil internacional;
- Satisfazer necessidades dos povos relativas ao transporte aéreo seguro, eficiente e econômico;
- Evitar desperdícios causados por competição ruinosa;
- Assegurar que todos os Estados contratantes tenham uma oportunidade e seus direitos respeitados;
- Evitar a discriminação entre os Estados contratantes;
- Contribuir para a segurança dos voos na navegação aérea internacional;
- Fomentar o desenvolvimento de todos os aspectos da aeronáutica civil internacional.

A diferença fundamental entre a OACI (ICAO) e as instituições que a precedem é que foi criada para funcionar permanentemente. O Conselho é um órgão permanente da OACI, sendo composto por 33 Estados eleitos a cada 3 anos, dirigindo a organização a nível político.

A Assembleia, outro órgão da OACI, é constituída por todos os Estados contratantes, que se reúnem a cada três anos e

extraordinariamente por convocação do Conselho ou a pedido de 10 de seus membros. É o poder máximo da organização.

Existem, também, quatro Comissões Regionais de Aviação Civil, cujo objetivo é estabelecer a ligação atuante entre a OACI e os Estados de cada região considerada. Mantém com a OACI um relacionamento elevado mesmo sem vínculo hierárquico. Está localizada na Europa, África, América do Sul e Oriente Médio.

A OACI tem status de agência especializada da ONU, sendo mantida pela contribuição de seus Estados membros. Sua sede é em Montreal – Canadá.

O Brasil faz parte do Conselho da OACI, órgão dirigente da instituição com eleição trienal, desde a criação da organização em 1944, devido sua importância na aviação civil em contexto mundial. Mantém uma delegação permanente, onde o delegado é o elo entre a OACI e o governo brasileiro.

A Comissão Latino Americana de Aviação Civil – CLAC iniciou-se como Associação Sul-Americana de Aviação Civil (ASAC) em 1968, e em 1973, na cidade do México, tornou-se CLAC, um organismo permanente. Seu objetivo principal é assegurar às autoridades aeronáuticas dos Estados da região Latino-Americana um instrumento adequado ao planejamento das medidas necessárias e úteis à coordenação das atividades da aviação civil e suas assembleias ocorrem a cada 2 anos e seu escritório fica em Lima (Peru).

A *International Air Transport Association* (IATA) que se iniciou como Associação Internacional de Transporte Aéreo, em 1919, criada por 12 empresas aéreas europeias e após duas décadas já contava com empresas de outros continentes. A IATA teve seu escritório fechado com o início da Segunda Grande Guerra, ressurgindo em 1945 em Cuba com sua denominação atual, entidade privada, com mais de 150 membros, representando mais de 100 bandeiras dos quais seus objetivos são:

- Promover o transporte aéreo em bases regulares, econômicas e seguras;
- Prover os meios de colaboração entre os transportadores aéreos engajados;
- Cooperar com a OACI e outras organizações internacionais – sendo assim, sua sede será sempre a mesma que a da OACI, na atualidade em Montreal.

A IATA possui estrutura própria e está definida da seguinte maneira. Seu mais alto nível estrutural é o Comitê Executivo, eleito para um mandato de 3 anos e integrado por presidentes de 21 empresas aéreas e há também os Comitês Permanentes, os quais são seus comitês Jurídicos, Financeiros, Comercial ou de Tráfego e Operativo ou Técnico.

Após a retirada de apoio à IATA pelo governo dos EUA no episódio conhecido como “*deregulation act*”, o que ocasionou a saída das empresas americanas, houve um enfraquecimento importante deste órgão, que gradativamente está voltando a ocupar sua posição no transporte aéreo.

Na América Latina o órgão representativo do transporte aéreo e a Associação Internacional de Transporte Aéreo Latino Americano (AITAL), hoje ALTA (*Latin American and Caribbean Air Transport Association*). Tal entidade é privada e foi criada no ano 1980 e mantida por empresas aéreas do continente Latino-Americano. Nela se permite a discussão e solução de problemas típicos das empresas de sua área geográfica.

A ALTA mantém ligação direta com ANAC. São elos do Sistema de Aviação Civil e faz parte da delegação brasileira na OACI. Permanece, ainda, em contato com órgãos como IATA e AITAL, CLAC, área econômica do governo, entre outros, sendo responsável pelos contatos e negociações com as autoridades aeronáuticas dos demais países para elaboração ou implementação de acordos.

Desses, destacam o chamado liberdades do ar, tema relevante ao entendimento do sistema de tráfego aéreo e posterior compreensão sobre as instruções do comando da aeronáutica (ICA).

O quadro abaixo representa as sete liberdades do ar, isto significa dizer que são instruções bases e fundamentais para as leis que regem tanto o transporte aéreo internacional quanto as leis de tráfego aéreo internacional, dos países membros ou que são vinculados a OACI, como seguem no quadro:

**Quadro 1.** Divisão e conceito das liberdades do ar

Liberdades Técnicas	Primeira Liberdade – Privilégio de sobrevoar de outro Estado Contratante.
---------------------	---

	Segunda Liberdade – Privilégio de realizar uma escala técnica em território de outro Estado Contratante.
Liberdades Fundamentais	<p>Terceira Liberdade – Privilégio de transportar passageiros e carga do território do Estado de nacionalidade da aeronave para o território do outro Estado contratante.</p> <p>Quarta Liberdade – Privilégio de transportar passageiros e carga do território do outro Estado contratante para o território do Estado de nacionalidade da aeronave.</p>
Liberdades Assessorias	<p>Quinta Liberdade – Privilégio de transportar passageiros e carga entre o território do outro Estado contratante e o território de um terceiro Estado, no âmbito de um serviço aéreo destinado a ou proveniente do Estado de nacionalidade da aeronave. Divide-se em "quinta liberdade intermediária" (se a escala no território do terceiro Estado ocorre durante o percurso entre o território de uma das Partes Contratantes e o do outro - ponto intermediário) e "quinta liberdade além" (quando a escala no território do terceiro Estado ocorre depois da escala no território do outro Estado contratante - ponto além).</p> <p>Sexta Liberdade – Privilégio de transportar passageiros e carga, através do território do Estado de nacionalidade da aeronave, entre o território de um terceiro Estado (ponto aquém) e o território do outro Estado contratante.</p> <p>Sétima Liberdade – Privilégio de transportar passageiros e carga entre o território do outro Estado contratante e o território de terceiro Estado, sem continuar o serviço aéreo para o território do Estado de nacionalidade da aeronave.</p> <p>Oitava Liberdade – de transportar passageiros</p>



	<p>e carga entre dois pontos no território do outro Estado contratante, no âmbito de um serviço aéreo destinado a ou proveniente do Estado de nacionalidade da aeronave (Direito de Cabotagem).</p> <p>Nona Liberdade – direito de transportar passageiros e carga entre dois pontos no território do outro Estado contratante, sem continuar o serviço aéreo para o território do Estado de nacionalidade da aeronave (Cabotagem Pura).</p>
--	--

Fonte: <http://www.sbda.org.br/revista/Anterior/1799.pdf>

A história dos sistemas e serviços de controle de tráfego aéreo anda lado a lado com a própria história da aviação. Quando essas máquinas ainda eram rudimentares tecnologicamente, pouco ou nenhum método de controle de tráfego aéreo se fazia presente, tanto pela natureza ainda recente da aviação quanto pelo baixíssimo número de máquinas que dividiam os céus.

“A aviação postal é considerada o berço de muitas linhas da aviação civil.” (LEMOS, 2012, p. 114), pois a implantação e exploração de rotas novas para a prestação daquele serviço foram o início de novas perspectivas para a aviação.

Os primeiros controles aéreos, propriamente ditos, surgiram da necessidade de coordenar as missões, os ataques, o transporte de suprimentos e a avaliação das melhores condições de tempo e clima. Para a realização dessas operações diversas, tanto para maximizar os potenciais ofensivos da aviação militar quanto assegurar cada vez mais a conservação da vida dos tripulantes e dos próprios equipamentos, maximizando as viagens e minimizando as perdas humanas e materiais.

Até a invenção do rádio, a comunicação entre as zonas de pouso e as aeronaves era praticamente inexistente. Não havia, nos aviões mais primordiais, qualquer sistema semelhante ou análogo. A invenção do rádio corrigiu (ao menos em parte) essa falha de comunicação entre a terra e o céu.

Os primeiros controladores de tráfego aéreo trabalhavam de forma rudimentar. Com o advento do rádio, por Guglielmo Marconi nos fins do século XIX, a comunicação entre controladores de voo e tripulações dos aviões tornou-se mais coesa e fácil. Entretanto, apenas com o sistema de ondas eletromagnéticas de rádio, era praticamente impossível traçar o posicionamento exato das aeronaves.

Colisões não eram incomuns, pois não havia um mapeamento adequado das rotas e altitudes e muito menos a coordenação entre a posição dos diversos aviões, o sistema de radar mudaria essa situação.

O primeiro radar foi construído em 1904 por Hülsmeyer, na Alemanha, mas seu sistema de detecção por eco era extremamente falho e o invento foi praticamente deixado de lado. No ano de 1934, Pierre David aprimorou o equipamento inovando com um sistema de ondas de alta frequência, que conseguiam captar a localização das aeronaves com mais precisão. Henri Gutton e Maurice Ponte criaram, quase na mesma época, um dispositivo para detectar aviões que era ainda mais aprimorado que o de Pierre. Em 1935 o primeiro sistema de radiotelemetria foi instalado, ajudando a evitar colisões entre um objeto e outro.

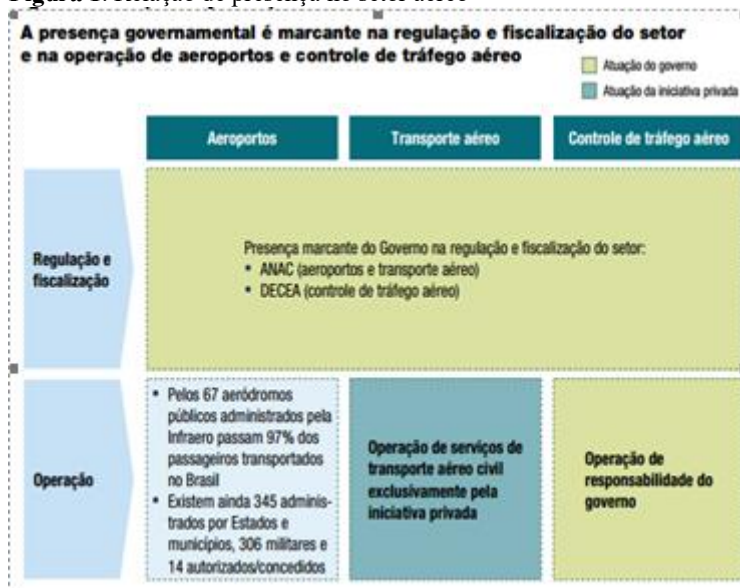
Em 1939 Watson Watt desenvolveu novos sistemas de telemetria rotatória e fixa. A Royal Air Force (RAF – Real Força Aérea) britânica aprimorou o sistema de radares e detecção das aeronaves em um projeto chefiado por Watson Watt. Naquele estágio, já era possível um mapeamento quase que em tempo real das posições e das rotas dos diversos aviões, o que fez com que a Royal Air Force virasse o jogo contra a Luftwaffe na Segunda Guerra Mundial. A partir daí as invenções militares influenciaram o controle de tráfego aéreo em todo o mundo.

Os sistemas, antes apenas usados para fins bélicos, foram propagados para os aeroportos de voos comerciais e auxiliaram no processo de desenvolvimento e democratização deste eficaz meio de transporte.

A figura 1 retirada de um estudo realizada pela McKinsey & Company, empresa especializada em consultoria internacional, relata a atuação dos atores que regulamentam o setor aéreo brasileiro, quer dizer a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço aéreo (DECEA), instituição pertencente aos quadros do Comando da Aeronáutica. A figura demonstra a presença do setor

público e do setor privado no setor aéreo, dividido em transporte aéreo, Aeroportos e Controle de tráfego aéreo.

**Figura 1.** Relação de presença no setor aéreo



Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

## 2.2 Controle de Tráfego Aéreo no Brasil

No Brasil, a história do controle de tráfego aéreo surgiu um pouco depois do desenvolvimento da atividade na Europa, o berço da aviação. Com a FAB (Força Aérea Brasileira) e suas atuações na Segunda Guerra Mundial, houve trocas de tecnologias e informações.

Nesse contexto, os controladores de voo brasileiros aprenderam a utilizar os sistemas necessários para a pilotagem, tendo contato com os sistemas de radar dos Aliados. Com as tecnologias militares, a aviação civil no Brasil ganhou novo destaque, ainda assim, muito restrita. No país, o órgão responsável por realizar o controle de todo o tráfego aéreo

é a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), em um trabalho conjunto com a Aeronáutica.

Segundo dados do SINA (2009), o setor aeroportuário é composto por mais de 2500 aeroportos e aeródromos (nem todos possuem um sistema de navegação aéreo, quer dizer alguns somente fornecem o serviço de tráfego aéreo) dos quais 1700 são públicos e 743 privados. Destes a empresa INFRAERO administra 67, porém houve mudança significativa no quadro de aeroportos públicos e privados com a concessão dos maiores aeroportos à iniciativa privada nos anos de 2012 a 2014. Os aeroportos de Campinas (Viracopos), Cumbica (Guarulhos) e Brasília são exemplos de aeroportos privatizados.

Nos próximos capítulos será definido o que é o controle de tráfego aéreo brasileiro, como ele classificado e qual sua função no setor aéreo. Para tanto, será detalhado e esclarecido a questão de segurança na aviação, o crescimento do setor aéreo brasileiro e capacitação dos profissionais que compõe o setor de tráfego aéreo.

A profissão de controlador de tráfego aéreo exige cada vez mais capacitação e treinamento. Um CTA necessita realizar inúmeros cursos de reciclagem e adaptação às novas tecnologias que, no século XXI, se tornam cada vez mais aceleradas em seu desenvolvimento.

O controle de tráfego aéreo permitiu que um meio de transporte inicialmente perigoso, arriscado e descoordenado se transformasse na mais segura forma de locomoção e deslocamento do homem. Os céus, antes cegos, agora são mapeados. Os aviões têm sua rota, trajeto, destino, altitude, posição e identificação completamente alinhadas por sistemas cada vez mais eficientes. O GPS (Global Position System – Sistema de Posição Global) ampliou ainda mais as condições de detecção das posições dos aviões, tornando-se mais eficaz do que o sistema de captação unicamente baseado em ondas de rádio.

A era digital ampliou e modernizou o modo como os controladores de voo trabalham e exercem suas atividades. As próprias informações tornam-se cada vez mais complexas e detalhadas (ao mesmo tempo em que se tornam mais simplificadas), evitando erros humanos que, ainda eventualmente, causam acidentes.

O avião é um aparelho de difícil manejo e com inúmeros riscos de acidente e morte. Estes fatos demonstram a importância do estudo tanto do profissional de tráfego aéreo quanto de todo sistema de controle de tráfego aéreo propriamente dito.

### 2.2.1 Segurança de tráfego aéreo

Em virtude dos fatores cognitivos e tecnológicos presentes no dia a dia do controle de tráfego aéreo e na aviação, no geral, se tornar necessários esclarecerem alguns objetivos sobre o termo: segurança de tráfego aéreo, segurança de voo, incidentes e acidentes aeronáuticos. Dessa forma, entender as razões do mapeamento cognitivo do controlador de tráfego aéreo frente a uma situação de conflito entre aeronaves nos contextos de segurança, entre pilotos e controladores de tráfego aéreo e entre controladores e seus assistentes e destes com outros assistentes de outros órgãos operacionais, se torna necessário.

Primeiramente, será definido o que é segurança, depois o que é segurança do tráfego aéreo e posteriormente o estudo abordará aspectos relacionados a segurança de voo e sua relação na tomada de decisão do ATCO.

Segurança, de acordo com o dicionário de língua portuguesa (Houaiss, 2015), é ação ou efeito de segurar, condição do que está seguro, coisa ou pessoa que serve de apoio a outrem ou zela pela segurança pessoal de alguém ou de uma empresa.

O termo tráfego aéreo é definido pelo comando da aeronáutica em sua instrução normativa de 2013, como todas as aeronaves em voo ou operando na área de manobras de um aeródromo. Traçando relação entre as definições propostas, segurança e tráfego aéreo, pode-se definir segurança de tráfego aéreo como a pessoal ou entidade, agente que zela, apoia e segura as pessoas ou coisas, aeronaves, veículos, em voo ou solo zelando pela segurança, separação, distância entre obstáculos, aeronaves e pessoas para que se mantenham seguras.

Diante do exposto e das particularidades inerentes ao sistema de aviação civil, a segurança de tráfego aéreo é definida como segurança operacional e, essa é definida pelo manual do comando da aeronáutica 2012 como o estado no qual o risco de lesões às pessoas, danos às propriedades ou ao meio ambiente são reduzidos e mantidos em (ou abaixo de) um nível aceitável, mediante um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos.

Ainda de acordo com documentos oficiais do Ministério da defesa, mais precisamente pelo comando da aeronáutica, órgão ou entidade que regulamenta e normatiza o setor de aviação civil brasileira, porém, sendo aquela entidade nacional signatária da Organização de

Aviação Civil Internacional (OACI) segue o estabelecido por essa nos termos a seguir:

Diversos Anexos à Convenção de Aviação Civil Internacional (CACI) a necessidade da implementação de Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), com o objetivo de aperfeiçoar os processos necessários à elevação do nível da segurança operacional mundial. Uma das principais ferramentas do SGSO é o Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional (GRSO), que identifica os perigos e avalia os riscos, de modo a concentrar as atividades de segurança operacional na eliminação ou mitigação dos riscos avaliados. (MCA 63-7)

Conforme a instrução do comando da aeronáutica, que versa sobre regras do ar no serviço de tráfego aéreo, define como “pessoal que exerce funções sensíveis à segurança”, como pessoas que poderiam por em perigo a segurança da aviação se executassem seus deveres e funções de modo indevido. Essas pessoas compreendem, entre outras, os membros da tripulação de voo, o pessoal de manutenção de aeronaves e os controladores de tráfego aéreo. (ICA 100-12)

Algumas definições utilizadas no sistema de tráfego aéreo nacional como, por exemplo, as definições de incidente e acidente aeronáutico e risco potencial e risco crítico, assim como conflito de tráfego aéreo são conceituadas pela ICA 63-7/2010. Segundo essa ICA incidentes aeronáuticos e incidente aeronáutico grave é:

Toda ocorrência associada à operação de uma aeronave, havendo intenção de voo, que não chegue a se caracterizar como um acidente aeronáutico ou uma ocorrência de solo, mas que afete ou que possa afetar a segurança da operação. Incidente aeronáutico grave é: É o incidente ocorrido sob circunstâncias em que um acidente aeronáutico quase ocorreu. A diferença entre o incidente aeronáutico grave e o acidente aeronáutico está apenas nas consequências. (ICA 63-7).

No que tange ao sistema de segurança de tráfego aéreo acidente aeronáutico pode ser assim definido:

Toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) uma pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de estar, na aeronave; em contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências;

NOTA: Exceção é feita quando as lesões resultarem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros ou aos tripulantes.

b) a aeronave sofra dano ou falha estrutural que,

- afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; e
- normalmente, se exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado;

NOTA: Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou seus acessórios, ou para danos limitados a hélices, pontas de asas, antenas, pneus, freios, carenagens do trem ou amassamentos leves e perfurações no revestimento da aeronave.

c) a aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontrar for, absolutamente, inacessível. (ICA 63-7, 2010).

Por força da instrução sobre as atribuições dos órgãos do SISCEAB, após a ocorrência de acidente aeronáutico ou incidente aeronáutico grave, o sistema de controle do espaço aéreo brasileiro

(SISCEAB) é o sistema instituído com a finalidade de dotar o Comando da Aeronáutica de uma estrutura capaz de integrar os Órgãos e Sistemas que participam do controle de Circulação Aérea Nacional.

O sistema de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos (SIPAER) é o sistema instituído com o fim de planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos, há o subsistema de segurança operacional do sisceab (SEGCEA) o qual possui a finalidade de gerenciamento das atividades de prevenção de acidentes, de incidentes aeronáuticos e de incidentes de tráfego aéreo, incluindo as relativas ao gerenciamento da segurança operacional, bem como das atividades de investigação de incidentes de tráfego aéreo.

### **2.2.2 Desenvolvimento da navegação aérea no Brasil**

Todo setor em foco é gerenciado pelas Forças Armadas Brasileiras - FAB, conforme art.18, da Lei Complementar nº 97 de 9 de junho de 1999. Essa determina que a responsabilidade do Comando da Aeronáutica (COMAER) tem atribuição subsidiária de prover a segurança da navegação aérea do país. Sua Estrutura Regimental, aprovada pelo Decreto 6.834, de 30 de abril de 2009, recebeu a competência de equipar e operar a infraestrutura aeronáutica do Brasil, além de exercer o controle do espaço aéreo brasileiro:

Art. 3º Ao Comando da Aeronáutica compete:

...

X - estabelecer, equipar e operar, diretamente ou mediante concessão, a infraestrutura aeroespacial, aeronáutica e aeroportuária de sua competência;

...

XIII - prover a segurança da navegação aérea;

...

XIV - exercer o controle do espaço aéreo brasileiro, observado o disposto no

§ 2º do art. 8º da Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005; (Redação dada pelo Decreto nº 7.245, de 2010).

Ao tratar de desenvolvimento da navegação aérea no Brasil, faz-se necessário destacar o relatório de 25 de janeiro de 2010, trabalho



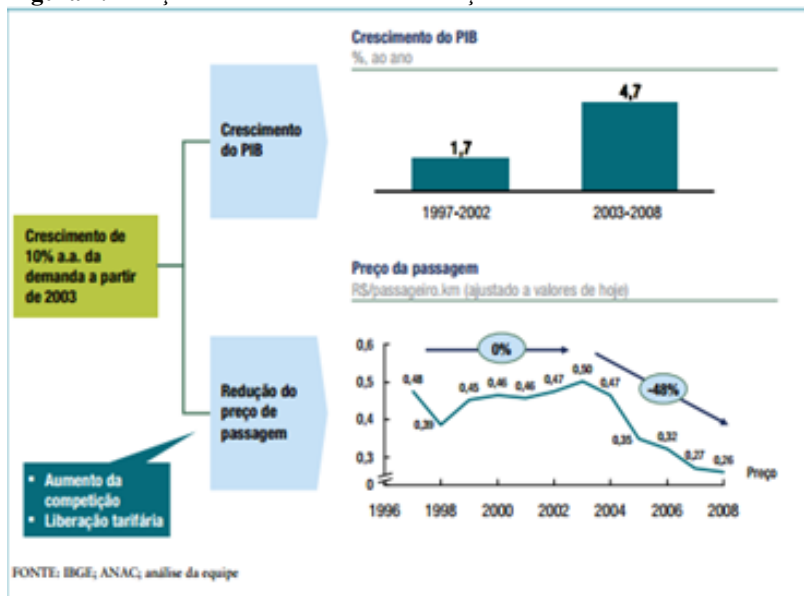
que foi desenvolvido pela *McKinsey & Company* do Brasil com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES (FEP). O estudo foi desenvolvido em virtude de alguns incidentes aéreos ocorridos no Brasil, como o da companhia GOL com o *Legacy* em 2007 no espaço aéreo da região Amazônica e o da companhia TAM em 2010 no aeroporto de Congonhas-SP.

Esse estudo é divulgado em um momento em que o setor de aviação civil tem diante de si o desafio de superar obstáculos decorrentes de seu vigoroso crescimento na última década. Seu conteúdo foi sistematizado em três dimensões fundamentais:

- (i) Infraestrutura: avaliação de capacidade dos principais aeroportos brasileiros em contraponto com as projeções de demanda até 2030, buscando identificar e estimar as necessidades de investimentos. Foi realizada uma ampla pesquisa de Origem e Destino (O/D) nos 32 aeroportos do país, fornecendo bases para um melhor entendimento da demanda atual por transportes aéreos no Brasil;
- (ii) Competição: avaliação das condições do setor com foco na administração aeroportuária e oferta de serviços aéreos. Também foi objeto de análise a abrangência da malha aérea e a criação de mecanismos que permitam a criação e o desenvolvimento de linhas de baixas e médias densidades; e
- (iii) Governança: avaliação jurídica e institucional, visando identificar lacunas, sobreposições e oportunidades de aprimoramento na estrutura organizacional e regulatória do setor.

Esse estudo mostra as necessidades do setor aéreo brasileiro, pois, até então, quase nada havia de divulgação sobre esse setor para sociedade, permanecendo restrito há alguns poucos interessados como INFRAERO, FAB e CIAs aéreas. A próxima figura apresentará a ralação de crescimento da aviação civil brasileira em detrimento do PIB, sua evolução do ano de 1997 a 2002 e de 2002 a 2008. O relatório do setor aéreo brasileiro foi publicado no ano de 2010.

**Figura 2.** Relação de crescimento PIB e aviação



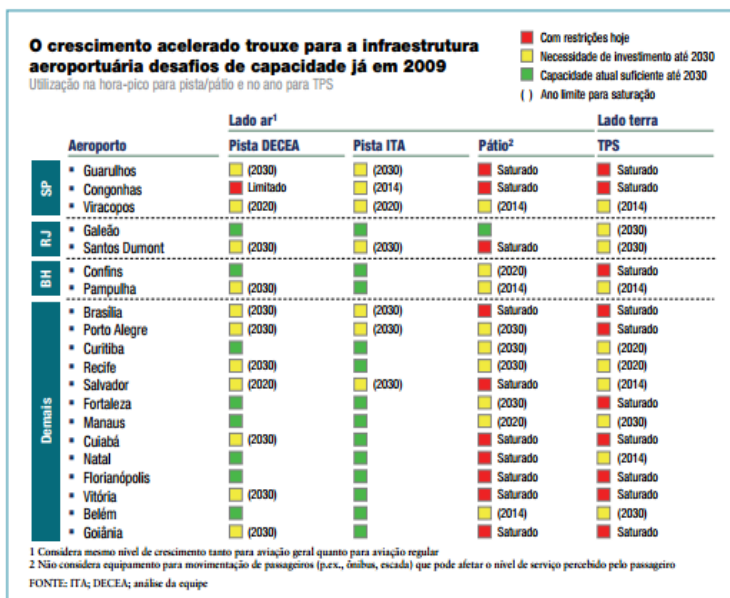
Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

De acordo com relatório do setor aéreo do BNDES a aviação civil brasileira passou por inúmeras transformações desde 1927, ano do voo inaugural que se tem relato. Sendo, também, a data oficial do voo inaugural no Brasil. Na década de 20 o mercado era praticamente inexistente, pois não havia uma regulamentação do setor e quase não existiam companhias aéreas, para depois o país passar a ter um setor com empresas de porte e com marco regulatório definido, inclusive com uma agência reguladora específica do setor (a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, criada em 2005).

A figura a seguir apresentará o crescimento de alguns aeroportos brasileiros, considerando os aeroportos que têm maiores movimentos de passageiros, maior movimento de tráfego aéreo, demonstrando a necessidade de investimento no setor aéreo. A relação apresentada na figura é sobre a demanda de pátio, isto é, estacionamento de aeronaves, em relação a pista (RWY) de pouso e decolagem, ou seja,

capacidade de pousos e decolagens e a capacidade de demanda e de oferta no terminal de passageiro (TPS) nos aeroportos analisados.

**Figura 3.** Relação de saturação dos principais aeroportos brasileiros e necessidade de investimentos até o ano 2030.



Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

Conforme o estudo do setor de transporte aéreo de 25 de janeiro de 2010, hoje o mercado brasileiro encontra-se assim:

São realizadas mais de 50 milhões de viagens por ano, número que cresceu à expressiva taxa de 10% ao ano entre 2003 e 2008, na esteira da melhoria da economia como um todo (crescimento do PIB de 4,7% ao ano no período) e da inclusão de passageiros das classes B e C. Já no segundo semestre de 2009, apesar da crise financeira global, observou-se forte retomada da demanda por serviços aéreos no mercado doméstico e início de retomada no mercado

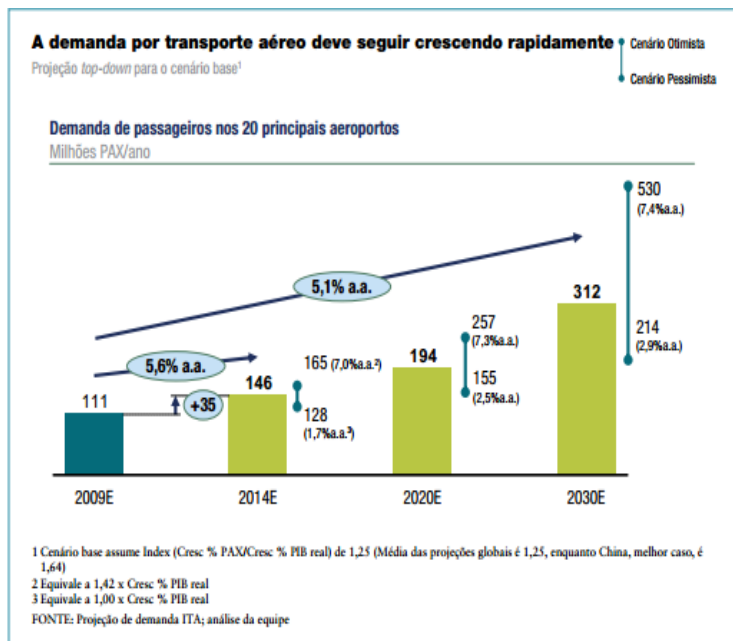
internacional, gerando um tráfego anual acumulado no mesmo patamar de 2008.

As companhias aéreas nacionais mais representativas encontram-se financeiramente saudáveis e possuem relevantes planos de expansão. Nos últimos anos, o gradual processo de liberalização tarifária promovido pela ANAC tornou o setor mais dinâmico e competitivo, e esse aumento de competitividade trouxe benefícios aos passageiros, que viram o preço médio por quilômetro voado baixar 48% entre 2003 e 2008. Além disso, o Brasil é um dos poucos países com indústria aeronáutica relevante. A Embraer, historicamente um dos principais exportadores brasileiros, retoma agora as vendas para o mercado interno.

De posse de tais dados, pode-se constatar o crescimento de todo setor e sua importância ao desenvolvimento econômico do país. Por outro lado, conhecendo esses dados, que são públicos disponíveis no relatório, identifica-se que não há política clara quanto ao controle de tráfego aéreo, sendo tratado como elemento coadjuvante no processo. Ainda, com base na pesquisa relatada, até este momento identifica-se que falta conhecimento quanto ao setor de controle de tráfego aéreo ou pelo fato de ser uma área restrita ao comando da aeronáutica ou por ausência de estudos, pesquisas e conhecimento sobre o tema controle de tráfego aéreo.

Na literatura, de modo geral, sobre transporte aéreo e sobre setor aéreo, destacando as companhias aéreas e os aeroportos e suas interfaces. Nessas interfaces, o controle de tráfego aéreo aparece apenas coadjuvante no contexto da aviação civil brasileira. A figura abaixo, retirada do relatório do BNDES (2010), apresenta a perspectiva evolutiva da demanda de crescimento do setor aéreo até o ano de 2030 com relação a passageiros (PAX) em dois cenários distintos: o cenário otimista e o cenário pessimista.

**Figura 4.** Evolução da demanda de transporte aéreo brasileiro de 2009 a 2030.



Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

Outro fato observado no relatório do setor aéreo, por exemplo, é que não está claro qual entidade é responsável pelo planejamento de longo prazo tanto da infraestrutura aeroportuária quanto o controle de tráfego aéreo. Planejamento torna-se importante, pois é grande a interação entre equipamentos e pessoas, responsável pela coordenação desses.

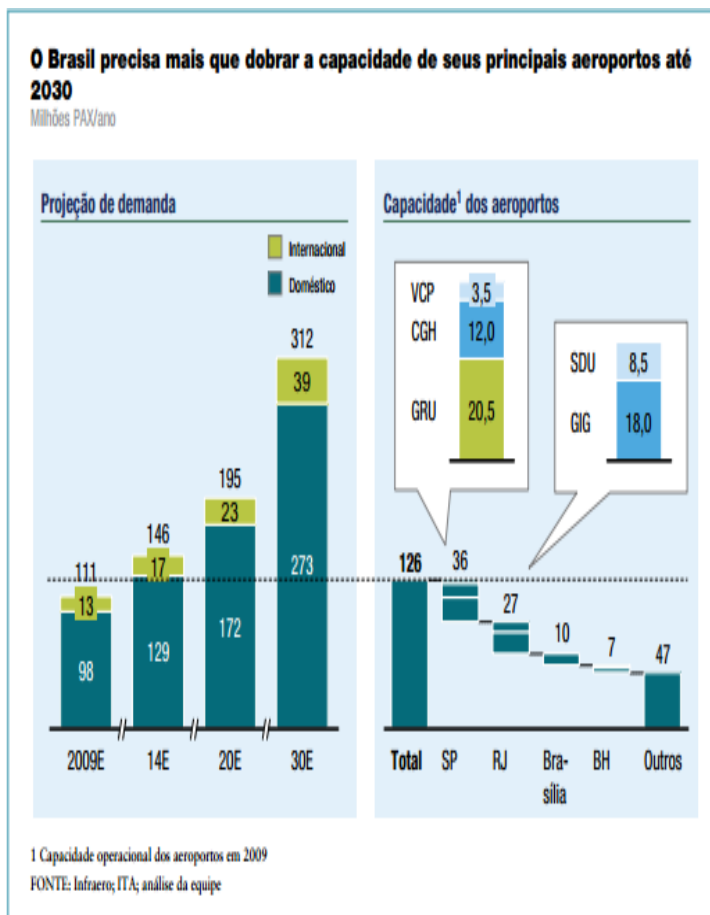
Ao contrário do Brasil, onde o órgão regulador da aviação civil está vinculado ao Ministério da Defesa, a quase totalidade dos países analisados pelo estudo, financiado pelo BNDES, tem órgão regulador ligado ao Ministério dos Transportes ou da Indústria/Desenvolvimento, para facilitar o planejamento e a coordenação entre os transportes. Portanto, cabe ressaltar a identificação do relatório quanto o setor de tráfego aéreo como segue:

No que concerne à boa prática de alocação das funções de regulação, execução e fiscalização para órgãos distintos, foi identificada uma oportunidade de aperfeiçoamento na atribuição de responsabilidades quanto ao controle de tráfego aéreo, uma vez que atualmente essas três funções estão sob a responsabilidade de um mesmo órgão, o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo).

Os dados supracitados servem para demonstrar o quanto o setor aéreo se desenvolveu no Brasil e o quanto essa indústria evolui, cresce e tem um potencial futuro pouco estimado pela sociedade. Esse desenvolvimento acentuado da aviação brasileira gera alguns fatores pouco conhecidos e pouco estudados que é o caso do fluxo de tráfego aéreo.

O aumento de voos diários, a crescente demanda pelas viagens mais rápidas e um país de dimensões continentais requer maior capacidade de infraestrutura para se operar esses voos, em rotas divergentes e convergentes, pois a demanda principal são para maiores cidades do Brasil e, por conseguinte, para os maiores aeroportos. Ou seja, muitas aeronaves com o mesmo destino e convergindo a um mesmo lugar em horários conflitantes. A figura a seguir retrata a relação entre demanda e capacidade dos aeroportos brasileiros até a data da apresentação do relatório no ano de 2010, projetando o crescimento até 2030 tanto a demanda de voos domésticos quanto de voos internacionais, concluindo a necessidade de investimentos nos aeroportos brasileiros.

**Figura 5.** Relação entre demanda e capacidade dos aeroportos brasileiros.



Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

Para que tudo aconteça é necessário um gama de profissionais bem qualificados e treinados. Nas aeronaves é necessário um piloto que entenda, domine e seja treinado e preparado para tomar decisões relativos ao seu voo e a sua tripulação.

Para tanto, as equipes de trabalho devem ser treinadas, capacitadas e qualificadas para responder as suas autorizações e solicitações e que, possam atender os passageiros e em determinados processos de pouso e decolagens assim como em momentos adversos, como por exemplo uma possibilidade de pouso forçado.

Tratou-se até aqui da equipe de voo, pilotos e seus tripulantes (comandados), mas isso acontece dentro da aeronave ou dentro da cabine do avião e no solo também há tripulantes, pessoas que prestam serviço para que tudo ocorra de forma ordenada, rápida e segura. São os atendentes de solo ou em inglês os "*flight Attendent*".

Apresentada toda equipe que presta serviço a uma companhia aérea, o sistema de atendimento ao voo não termina na companhia aérea ou existe mais atores envolvidos no processo. Existem muitos profissionais envolvidos e empresas que prestam diversos serviços para que tudo aconteça da melhor forma possível, mas não é foco desse estudo, pois o principal foco do estudo que o controlador de tráfego aéreo.

A imagem 6, de acordo com a consultoria McKinsey & Company, por meio das observações e análises do seu estudo a visão para o setor aéreo brasileiro para 2030, dividindo o setor em quatro grandes grupos, que são: governança, infraestrutura, administração aeroportuária e serviços aéreos (trafego aéreo), como vemos a seguir:



Figura 6. Visão do setor aéreo para 2030.

Visão 2030 para o setor aéreo

"Brasil a pleno potencial"		Potenciais externalidades positivas adicionais
<b>Governança</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aviação civil com planejamento integrado com outros modais (i.e. vinculada ao Ministério dos Transportes)</li> <li>Efetiva coordenação e planejamento do setor como um todo</li> <li>Novo marco regulatório do setor, com legislação clara e organizada em um número mínimo de diplomas consolidadores</li> <li>Controle de tráfego aéreo civil regulado e fiscalizado pela ANAC</li> <li>Sistema de incentivos, com metas claras norteadas pelos objetivos de política pública</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brasil se aproximando à intensidade de uso do modal aéreo dos países desenvolvidos</li> <li>Geração de mais de 500 mil empregos diretos e indiretos no País</li> <li>Cerca de 450-600 novas encomendas de aeronaves, sendo cerca de 170-200 da Embraer</li> <li>RMSP como principal hub na América Latina</li> <li>Até 800 mil PAX/ano atendidos em regiões remotas</li> <li>Impacto geral positivo na economia</li> <li>Atendimento da demanda extra da Copa 2014 e Olimpíadas 2016</li> </ul>
<b>Infraestrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior utilização do modal aéreo, triplicando o volume atual de passageiros, 310 milhões PAX; 0,7 viagem/hab/ano</li> <li>Principais aeroportos do País operando sem gargalos críticos</li> <li>RMSP, principal hub na América Latina, oferecendo nível de serviço B/C</li> <li>2 novos hubs internacionais: RJ e Nordeste</li> <li>Guarulhos, Viracopos e Galeão com acesso ferroviário rápido</li> <li>Controle de tráfego aéreo civil de classe mundial</li> </ul>	
<b>Administração aeroportuária</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Papel relevante da iniciativa privada na administração de aeroportos</li> <li>Eficiência operacional de classe mundial</li> <li>Receitas comerciais = 40-50% do total</li> <li>Sistema autossuficiente</li> </ul>	
<b>Serviços aéreos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mercado competitivo, sem barreiras de entrada significativas, com novas rotas domésticas e internacionais</li> <li>Cias. aéreas operando com alto nível de eficiência, com repasse destes ganhos aos passageiros</li> <li>Redução de 50% na lacuna de yield</li> <li>2 vezes mais aeroportos com rotas regulares</li> <li>Eliminação das barreiras estruturais e custos evitáveis</li> </ul>	

Fonte: Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

## **2.3 Divisões do espaço aéreo brasileiro**

Esta seção tratará da divisão e classificação do espaço aéreo brasileiro. O funcionamento do espaço aéreo brasileiro e o cenário onde as atividades cognitivas do controlador de tráfego aéreo são realizadas serão os temas.

O CTA trabalha com informações que devem estar mapeadas em seu processo mental. O conhecimento adquirido serve para a tomada de decisão em momentos de separação entre aeronaves e, nas coordenações entre controladores de tráfegos aéreos internas, por meios de equipamentos radiotelefônicos e telefônicos de linhas diretas, ou indiretas, usadas no sistema de navegação aérea nacional e internacional.

O espaço aéreo brasileiro se divide em regiões de informações de voo, espaços aéreos condicionados e espaços aéreos controlados, e em sua maioria os profissionais responsáveis por estas informações aos aeronavegantes, estes são os controladores de tráfegos aéreos.

O CTA estará no Centro de controle de área, Controles de aproximação ou torres de controle de aeródromos. O espaço aéreo está dividido em cinco regiões de informação de voo, conhecidas como FIR e são elas: 1) Região de informação de voo amazônica (FIR amazônica, SBAZ); 2) Região de informação de voo Recife (FIR Recife, SBRE); 3) Região de informação de voo de Curitiba (FIR Curitiba, SBCW); 4) Região de informação de voo oceânica (FIR oceânica, SBAO), e; 5) Região de informação de voo Brasília (FIR Brasília, SBBS), segue imagem ilustrativa sobre limites de cada FIR.

**Figura 7.** Divisão do espaço aéreo em 5 regiões de informação de voo.



Fonte: <http://artedanavegacaoaerea.blogspot.com.br> (2016)

Existem outras classificações do espaço aéreo brasileiro quanto a sua estrutura: superior e inferior no que concerne aos limites superiores e inferiores; a divisão quanto aos seus limites laterais, por coordenadas geográficas ou, ainda, cada divisão por categoria de espaço aéreo. Ou seja, o que é ou não permitido dentro de determinado espaço aéreo ou ainda sob o tipo de controle e informações prestadas.

Para cada situação há uma norma específica, definida pelo comando da aeronáutica. Portanto, o controlador de tráfego aéreo deve saber todas elas para sua efetiva aplicação. Assim, para cada situação de conflito, o controlador deve saber qual norma aplicar e em qual espaço aéreo os aeronaves se encontram.

Neste estudo, porém, volta-se, apenas, a três órgãos de controle de tráfego aéreo: Centro de Controle de área, controle de aproximação e torre de controle de aeródromo, respectivamente em sua ordem hierárquica.

### 2.3.1 Os órgãos de Controle de tráfego aéreo brasileiro

Para explicar e explicitar o que é o controle de tráfego aéreo brasileiro será tomado como referência os documentos oficiais do Comando da Aeronáutica, assim como os documentos oficiais da organização de aviação civil internacional, dos quais o Brasil é signatário e por isso os documentos da FAB são com base nos documentos editadas pela ICAO.

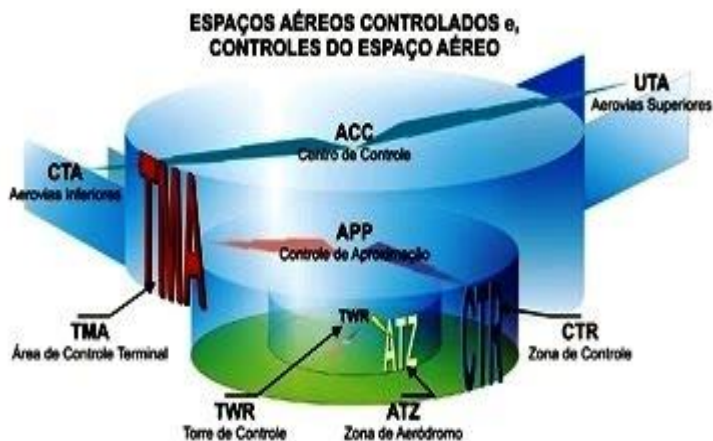
Conforme ICA 100/37, espaço aéreo controlado é o espaço aéreo de dimensões definidas, dentro do qual se presta o serviço de controle de tráfego aéreo em conformidade com a classificação do espaço aéreo. No mesmo documento há uma nota explicativa na qual consta o seguinte texto: “Espaço aéreo controlado é um termo genérico que engloba as Classes A, B, C, D e E dos espaços aéreos ATS”. Espaço aéreo ATS, diz respeito aos espaços aéreos nos quais se presta o serviço tráfego aéreo, sigla proveniente da língua inglesa “*Air Traffic Service*” (Serviço de tráfego aéreo).

No que tange aos órgãos de controle de tráfego aéreo, suas siglas são: ACC, APP e TWR. Tais órgãos de controle são responsáveis por todo o tráfego aéreo brasileiro, restrito cada um à sua função e limitação, seja por posição geográfica ou limitações inerentes a cada órgão de controle.

A imagem que se segue traz a visualização ilustrativa do que é cada órgão e de sua área de responsabilidade. Por exemplo a torre de controle, e não torre de comando, tem sua jurisdição e tem como responsabilidade o espaço aéreo, demonstrado na figura com a sigla ATZ, que quer dizer zona de controle de aeródromo.

Por outro lado, o controle de aproximação tem como sua responsabilidade a área de controle terminal (TMA) e o centro de controle de área, tendo como responsabilidade o controle das regiões de informação de voo, onde estão inclusas as aerovias - quer dizer as estradas existentes nos ares, e etc. Segue a imagem ilustrativa dos espaços aéreos controlados e controles do espaço aéreo:

**Figura 8.** Divisão dos espaços aéreos controlados e projeção dos espaços dos órgãos de controle.



Fonte: <http://manualdopiloto.blogspot.com.br>, 2016

Os órgãos de controle de tráfego aéreo seguem uma hierarquia definida pela ICAO, internacionalmente e, FAB, nacionalmente. A torre de controle é responsável pelos tráfegos no entorno do aeródromo (aeroporto), portanto o CTA ou ATCO é responsável por aquilo que vê, quer dizer, o CTA controla os tráfegos que estão no seu campo de divisão, dentro do circuito de tráfego aéreo<sup>1</sup> ou em aproximação para pouso ou ainda decolando.

Conforme ICA 100-12, órgão de controle de tráfego aéreo é expressão genérica que se aplica, segundo o caso, a um Centro de Controle de Área, Controle de Aproximação ou Torre de Controle de Aeródromo. Adiante, algumas especificações pertinentes.

<sup>1</sup>Trajetórias especificadas que devem ser seguidas pelas aeronaves que evoluam nas imediações de um aeródromo.

### 2.3.2 Torre de controle (TWR)

Torre de controle é órgão estabelecido para proporcionar serviço de controle de tráfego aéreo ao tráfego de aeródromo, conforme a instrução do comando da aeronáutica (ICA)<sup>2</sup>, que versa sobre serviço de tráfego aéreo.

O Anexo 11 da Convenção de Aviação Civil Internacional. Em seu Documento 4444 - Gerenciamento de Tráfego Aéreo, da OACI define o termo tráfego aéreo como sendo: todas as aeronaves em voo ou operando na área de manobras de um aeródromo, por conseguinte tráfego de aeródromo é todo o tráfego na área de manobras de um aeródromo e todas as aeronaves em voo nas imediações do aeródromo.

A Torre de controles tem a função de transmitir informações e autorizações às aeronaves (aviões) sob seu controle para conseguirem um movimento de tráfego aéreo seguro, ordenado e rápido no aeródromo e em suas proximidades, com o objetivo de evitar abalroamento entre as aeronaves:

- a) voando nos circuitos de tráfego do aeródromo;
- b) operando na área de manobras;<sup>3</sup>
- c) pousando e decolando;
- d) e os veículos operando na área de manobras; e
- e) operando na área de manobras e os obstáculos existentes nessa área. (ICA 100-37/2013).

Segue a imagem da torre de controle de aeródromo do aeroporto Internacional Ministro Vitor Konder, na figura 9, localizado na cidade de Navegantes-SC, aeroporto de porte médio com movimentação de mais de um milhão de passageiros por ano.

---

<sup>2</sup>ICA (instrução do comando da aeronáutica), documento publicado periodicamente pelo comando da aeronáutica, fins legislar, regulamentar e normatizar as atividades de tráfego aéreo.

<sup>3</sup>Área de manobras: Parte do aeródromo destinada ao pouso, decolagem e táxi de aeronaves, excluídos os pátios.

**Figura 9.** Torre de controle do aeroporto de Navegantes



Fonte: arquivo pessoal do autor, Navegantes-SC (2010)

### **2.3.3 Controle de aproximação (APP)**

Conhecido no meio de tráfego aéreo como APP, o controle de aproximação é o órgão responsável por um espaço aéreo maior do que o da torre e menor do que o centro de controle de área. No entanto, para os profissionais de tráfego aéreo é nesse órgão de controle onde estão os mais complicados e complexos processos de tomada de decisão.

O controle de aproximação é um órgão com um espaço aéreo em torno de 80km de raio e segue até cerca de 5km verticalmente, quer dizer em média 40NM de raio e FL150. São nessas dimensões de espaço aéreo que o controlador tem que exercer sua plena atividade como controlador. Nesse cenário os tempos são somados entre as aeronaves e não há tempo para tomar decisões, portanto o controlador de posse dos dados, deve tomar suas decisões em frações de segundos e suas decisões afetam a continuidade de todo o fluxo de tráfego aéreo.

Como afirma a ICA 100-37, são atribuições do APP, emitir autorizações de tráfego às aeronaves que estiverem voando ou que se propuserem voar dentro de TMA ou CTR. Esse controle tem como objetivos de: a) manter as separações mínimas estabelecidas entre as aeronaves; b) disciplinar, acelerar e manter ordenado o fluxo de tráfego aéreo; e c) orientar e instruir as aeronaves na execução dos procedimentos de espera, chegada e saída, estabelecidos pelo DECEA<sup>4</sup>.

A estrutura física do APP se concentra em uma sala específica para tal fim, podendo operar conjugado com uma torre de controle, como acontece no controle aproximação de Navegantes (APP NF ou sigla oficial SBWO).

Segue imagem 10, ilustrativa do espaço aéreo da área terminal do Controle de aproximação (APP) de Navegantes, a imagem de uma ERC (Carta de rota).

---

<sup>4</sup>DECEA: Departamento de Controle do Espaço Aéreo. O DECEA é uma organização do Estado brasileiro, subordinada ao Ministério da Defesa e ao Comando da Aeronáutica, responsável pelo controle estratégico do espaço aéreo brasileiro. Todos os serviços que demandam um alto grau de tecnologia, mão-de-obra, pesquisa e planejamento especializados, relacionados ao controle do nosso espaço aéreo, são prestados pelo DECEA



**Figura 10.** Carta de área da terminal Navegantes



Fonte: arquivo pessoal do autor, Navegantes-SC (2010)

### **2.3.4 Centro de controle de área (ACC)**

O centro de controle de área (ACC) é o órgão que possui maior área de atuação, pois é responsável pelos tráfegos na FIR, dependendo do espaço aéreo no qual a aeronave se encontra.

Nas FIR existe um ACC para cada região de informação de voo. Por exemplo, o centro Curitiba é responsável pela FIR Curitiba e todos os demais órgãos de controles situados nessa região, portanto, não é somente porque possui o nome Curitiba que sua atuação seja somente na cidade de Curitiba ou no Estado do Paraná. O Centro Curitiba, por sua vez, tem atuação em toda região sul, parte da região sudeste e centro oeste como pode-se observar na imagem 7.

O ACC presta serviço aos voos controlados nas áreas de controle (aerovias e outras partes do espaço aéreo assim definidas). As finalidades do ACC, são as mesmas da TWR e APP, ou seja, as de prevenir colisão entre aeronaves, bem como acelerar e manter ordenado o fluxo de tráfego aéreo. A mesma instrução normativa que rege também

torres e controles, regem também os centros, a ICA 100-37 e as demais sobre o serviço do controle de espaço aéreo, ressalvadas suas características e funcionalidades e especificidades.

O centro de controle de área é superior hierarquicamente ao APP e a Torre de controle, e o APP é superior hierárquico da Torre de controle.

### **2.3.5 Fluxo de tráfego aéreo (AFTM)**

No desenvolvimento deste estudo, torna-se importante explicar e/ou relatar sobre o fluxo de tráfego aéreo, pois é um fator determinante para o estudo de caso, objeto dessa pesquisa. Nas normas do comando da aeronáutica cita-se constantemente, o termo “fluxo de tráfego aéreo”, no entanto não há por parte das normas pesquisadas uma definição clara sobre o que é o termo e suas interfaces.

Nas pesquisas realizadas foram encontradas algumas dissertações e artigos que abordam do tema, porém esses estudos tratam o tema como conhecimento empírico, tratando-o como setor de “Gerenciamento do fluxo de tráfego aéreo”. O tema para demonstra importância no processo de tomada de decisão do ATCO em situação de conflito.

Se há conflito é porque há um fluxo de tráfego aéreo contínuo e que necessite de intervenção ou controle por parte do agente do sistema. Ou seja, do controlador do ACC, do APP ou da TWR, na verdade, da coordenação simultânea entre todos, e destes com um novo órgão ao qual foi criado justamente para tal fim, chamado de Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea (CGNA).

De acordo com o portal do DECEA<sup>5</sup>, o gerenciamento de tráfego aéreo tem como objetivo garantir voos seguros, regulares e eficazes, respeitando as condições meteorológicas reinantes e as limitações operacionais da aeronave.

Nas afirmações feitas, constantemente, nesse estudo encomendado pela consultoria *McKinsey & Company* pelo BNDES, o Brasil possui grandes dimensões com o espaço territorial (8.511.965 km<sup>2</sup>), e o espaço aéreo sobrejacente à área oceânica, que se estende até o

---

<sup>5</sup>Departamento de controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão do comando da Aeronáutica que tem a função de normatizar, fiscalizar e regulamentar as atividades de controle do espaço aéreo brasileiro.

meridiano 10° W, perfazendo um total de 22 milhões de Km<sup>2</sup>. Ao analisar-se o item de desenvolvimento no setor aéreo no Brasil e as imagens de 1 a 5, do relatório da *McKinsey & Company* (2010), identifica-se necessidade de investimento no setor e se confirma a demanda por transporte aéreo no Brasil e seu crescimento previsto no mínimo até 2030. Consequentemente ao crescimento do setor de transporte cresce o fluxo de tráfego aéreo.

Embora o relatório consolidado, supracitado, não trate diretamente do setor de fluxo de tráfego aéreo, por analogia, se o transporte aéreo cresce, cresce também a quantidade de voos, conseqüentemente, aumentará a quantidade de aeronaves nos ares e aumento de passageiros nos aeroportos. Diante disso, deve haver não somente infraestrutura de apoio terrestre como também no espaço aéreo.

Para tanto, o controlador de tráfego aéreo é imprescindível para manter esse fluxo contínuo, ordenado, rápido e com eficiência e eficácia. Os controladores de tráfego aéreo são as pessoas por traz dos órgãos de controles, sentados em suas consoles, que em alguns casos podem ser consoles de radar. No entanto, essa não é a realidade de grande parte do território brasileiro, pois há os controles convencionais<sup>6</sup> e controles radar<sup>7</sup>.

Nos controles convencionais, o controlador não possui o apoio visual de um equipamento radar, quer dizer que as projeções do voo das aeronaves sob seu controle são projetadas por meio de informações de radiotelefonia. Nessas, o controlador questiona o piloto sobre sua posição em relação ao solo, ou água ou, ainda, sob sua projeção em relação a linhas de marcações magnética, tendo como base a rosa dos ventos. Esta fornece graus em torno de um equipamento de não precisão, podendo ser um equipamento NDB ou VOR, na maioria dos casos, ou ainda por meio de equipamentos GPS.

Já no controle de precisão (radar), o controlador possui a visualização das aeronaves sob seu controle numa tela de radar, este fornece informações visuais do local onde a aeronave se encontra, sem

---

<sup>6</sup> Controle convencional de acordo com a ICA 100-37: Termo usado para indicar que as informações derivadas de um Sistema de Vigilância ATS não são requeridas para a provisão do serviço de controle de tráfego aéreo.

<sup>7</sup> Equipamento de radiodeteção que fornece informações de distância, azimute e/ou elevação de objetos.

que haja necessidade de confirmação por radiotelefonia com o piloto no comando da aeronave.

Com base nos dados demonstrados nas seções anteriores que confirmou o crescimento da demanda do fluxo de tráfego aéreo e que há a necessidade de seu gerenciamento. Este é implementado quando se excede a capacidade da infraestrutura, aeronáutica ou aeroportuária, instalada e consiste em adotar ações necessárias (DECEA, 2014).

De acordo com o portal do departamento de controle do espaço aéreo a perspectiva do gerenciamento do fluxo de tráfego aéreo é;

O desenvolvimento tecnológico dos equipamentos de bordo das aeronaves, o crescimento na utilização de sistemas móveis de navegação e de transmissão de dados e a automação dos sistemas de controle de tráfego aéreo permitirão melhorias significativas na eficácia do Gerenciamento do Tráfego Aéreo.

A continuidade das implementações dos conceitos de Redução da Separação Vertical Mínima (RVSM) e de Performance de Navegação Requerida (RNP), em âmbito mundial, permitirá o aumento da capacidade de utilização do espaço aéreo. Isso possibilitará a flexibilidade operacional dos movimentos no espaço aéreo, de modo que as aeronaves possam chegar e partir nos horários programados e que voos se realizem nos perfis de subida, itinerário e descida operacionalmente eficazes, possibilitando que a operação seja feita no perfil operacional ideal. (DECEA,2014).

De acordo com Silva (2002), o Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo (ATFM) é um dos seguimentos da Gerência de Tráfego Aéreo. Aquele visa complementar o Serviço de Controle de Tráfego Aéreo, sendo estabelecido com a finalidade de assegurar AFTM em áreas com demanda de movimentos aéreos ultrapassem os limites do Sistema de Controle de Tráfego Aéreo Instalado.

Silva (2002) afirma que o ATFM se tornou um serviço preciosíssimo para estabelecer de modo antecipado o controle e o equilíbrio de regiões do espaço aéreo brasileiro. O autor realizou esse

estudo em 2002 e demonstra ser o retrato do sistema atual, tomando como base a análise do relatório consolidado do transporte aéreo confeccionado pela empresa *McKinsey & Company* de 2010, portanto, um intervalo de oito anos.

Com os dados apresentados: demanda crescente do setor aéreo brasileiro, conceitos sobre os órgãos de controle de tráfego aéreo e noção do que faz o profissional em controle de tráfego aéreo, sua formação básica, o estudo pretende a partir de agora relativizar sobre a perspectiva do sujeito controlador de tráfego aéreo.

## **2.4 Perspectiva histórico-cultural na formação do sujeito**

Na perspectiva da formação histórico cultural do sujeito, teoria na qual possui o pesquisador bielorusso Levy Vygotsky como um dos seus maiores defensores. O foco desta pesquisa se dará sobre a formação do controlador de tráfego aéreo enquanto cidadão, pessoa pensante e emotiva que toma decisões em um contexto e cenário específico e complexo.

O controlador de tráfego aéreo está retratado no estudo como um educando, pois é o ser que aprende e o processo de aprendizagem é o modo como o sujeito se constitui e desenvolve levando-se em consideração diferentes elementos, como os aspectos biológicos, psicológicos, antropológicos, sociológicos, estruturas cognitivas e o campo afetivo.

Vygotsky ensinou que a formação do indivíduo não é suficiente a partir de suas características inatas, é preciso que o homem se transforme de um ser biológico em sócio histórico num processo em que a cultura, o ambiente social, é parte essencial da constituição da natureza humana, por isso sua teoria é considerada histórico-social.

Vygotsky entende o ser humano como um ser em constante construção e transformação que, através da interação com membros mais experientes da sua cultura, internaliza ações, inicialmente desenvolvidas com o auxílio de alguém, mas que aos poucos, passam a ser desenvolvidas de modo independente (MARTINS, 1997). Ao passo que essas respostas se multiplicam, o desenvolvimento psicológico progride (SEBER, 1995). Nessa fase insere-se a formação de estágio

prático do ATCO, onde ele deve reproduzir os conhecimentos adquiridos durante sua formação.

A analogia que trata a pesquisa é que no controle de tráfego aéreo acontece a mesma concepção dos ambientalistas quanto a tábula rasa. Os instrutores tratam seus alunos como uma mente em branco por se tratar de uma área nova e um tema quase sempre desconhecido pelos candidatos a controladores de tráfego aéreo. Apesar de uma formação profissional de um CTA ser militarizada, os sujeitos (pessoas/aprendizes) são tratados como um *software*, quer dizer, armazenadores de regras e normas que devem ser cumpridas sem qualquer questionamento.

No contexto do estudo realizado, o controlador de tráfego aéreo é visto não mais como sujeito passivo, quer dizer indivíduo que pouco interfere ou modifica no sentido de transformar o contexto social e político no qual está inserido (SIQUEIRA; DANTAS, 2012); apenas recebe informações sem interagir com estas e sim como sujeito subjetivo que reage, pensa e toma decisões com base no seu desenvolvimento sócio-histórico-cultural corroborando Vygotsky em sua teoria sociocultural do aprendizado e, portanto, toma decisões com base na sua percepção do todo.

O indivíduo se desenvolve e transforma o meio em que vive e nessa nova concepção que o presente estudo enquadra o controlador de tráfego aéreo moderno, atual e atualizado pelos meios que interagem. Essa interação ocorre consigo e com os artefatos tecnológicos presentes no dia a dia do desenvolvimento de sua atividade e de sua concepção como ser pensante e construtivista.

A concepção construtivista/interacionista apoia-se na ideia de interação entre o organismo e o meio e entende a aquisição de conhecimentos como um processo que ocorre ao longo de toda a vida, nem sendo constituída passivamente em função das pressões do meio. (DAVIS; OLIVEIRA, 1994).

Piaget, na construção do conhecimento, conceitua a assimilação como sendo um processo cognitivo pelo qual o indivíduo incorpora novos dados às estruturas cognitivas já existentes. Ocorre como resultado do processo de maturação biológica, experiências, trocas interpessoais e transmissões culturais. Assim, este processo ocorre com a incorporação de elementos do meio externo a partir dos esquemas que o sujeito já possui. Os esquemas podem ser definidos como as estruturas

mentais ou cognitivas pelas quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e organizam o meio. “São estruturas que se modificam com o desenvolvimento mental e que se tornam cada vez mais refinadas à medida que a criança se torna mais apta a generalizar estímulos” (CAMPOS; NITZKE; LIMA, 2012).

Uma nova estrutura cognitiva é formada a partir do processo de acomodação, que ocorre quando a criança não consegue assimilar um novo estímulo, por não possuir estrutura cognitiva que assimile a nova informação, desta forma ela precisará criar ou modificar um esquema existente (CAMPOS; NITZKE; LIMA, 2012). A acomodação é, portanto, a modificação ou ampliação de um esquema já existente, em que o sujeito aprendiz modifica suas estruturas para poder acomodar o novo.

Quando o indivíduo se modifica em função do meio e essa transformação é favorável à sua preservação, ocorre a adaptação, que é o equilíbrio entre assimilações e acomodações.

O processo de assimilação e acomodação, na perspectiva piagetiana pode ser verificado quando uma criança que está aprendendo a reconhecer as formas geométricas e, até o momento, a única forma geométrica que ela conhece e tem organizado esquematicamente é o quadrado. Nesse caso, pode-se dizer que a criança possui em sua estrutura cognitiva um esquema de quadrado. Porém, quando apresentar-se a essa mesma criança, outra forma geométrica que possua semelhança com o quadrado, como um retângulo, ela dirá que é um quadrado. O que ocorre, neste caso é um processo de assimilação, isto é, a similaridade entre quadrado e retângulo faz com que um retângulo se confunda com um quadrado em função da proximidade dos estímulos e da pouca variedade e qualidade dos esquemas acumulados pela criança até aquele momento de vida.

Vygotsky entende o ser humano como um ser em constante construção e transformação que, através da interação com membros mais experientes da sua cultura, internaliza ações, inicialmente desenvolvidas com o auxílio de alguém, mas que aos poucos, passam a ser desenvolvidas de modo independente (MARTINS, 1997).

Entre muitos estudos Vygotsky dedicou-se a psicologia e estudou por sua vez os mecanismos psicológicos mais superiores (as chamadas funções psicológicas superiores), típicos da espécie humana: o controle consciente do comportamento, atenção e lembrança

voluntária, memorização ativa, pensamento abstrato, raciocínio dedutivo, capacidade de planejamento, etc. Estes processos mentais são considerados sofisticados e “superiores”, porque se referem a mecanismos intencionais, ações conscientemente controladas, processos voluntários que dão ao indivíduo a possibilidade de independência em relação às características do momento e espaço presente (REGO, 2011).

A compreensão da cognição do controlador de tráfego aéreo frente as representações mentais e tomada de decisão situação de iminente colisão entre aeronaves baseiam-se em conceituações de mapeamento situacional, cognição e cognição situada, temas que serão abordados nos títulos que seguem.

## **2.5 Mapeamento Situacional**

Mapa é a demonstração de algo, mais precisamente mapa conforme dicionário eletrônico (HOUAISS, 2016) é representação gráfica e convencional, em papel, cartolina, tela etc., dos dados referentes à superfície do globo terrestre, a uma região dessa superfície, à esfera celeste; carta geográfica, portanto mapear é o ato de se fazer um mapa.

O mapeamento neste estudo é tratado, conforme Houaiss (2016), como uma representação de algo descrito e/ou figurado com a clareza de um mapa, portanto no caso da representação situacional do estudo tratasse da representação situacional percebida pelo controlador de tráfego aéreo que tem início na percepção do conflito de tráfego aéreo até a tomada de decisão pelo controlador a fim de evitar o abalroamento entre aeronaves.

O processo cognitivo com enfoque perceptivo de agente tomador da decisão no momento em que ocorre o fato requer um estudo mais aprofundado do que somente mapear a situação. Requer consciência do fato ou da situação, conhecimento técnico, conhecimento tácito e empírico, enfim, requer consciência situacional. De acordo com Fialho (2011, p.61) a consciência é um tema ainda divergente na literatura entre os estudiosos do tema:

De fato, quando consultamos a literatura, percebemos que ao se referir à questão da consciência, cada autor está afirmando de algo diferente. Para resolver os conflitos decorrentes



dessas diferentes interpretações sugerimos ancorar esses conhecimentos em Hegel. Quando Marvin Minsk fala, por exemplo, que consciência é o conteúdo da Memória de Curto Termo, está se referindo ao nível 2 de Hegel, o da Percepção. Quando dizemos que consciência é a habilidade de discriminar, nos referimos ao nível 3, ou seja o Discernimento. (Fialho, 2011, p.61).

Mapeamento situacional serve para descrever a consciência situacional do controlador de tráfego aéreo na tomada de decisão. Segundo Fialho (2011) citando Hegel, a percepção e a habilidade de discriminar, ou seja, o discernimento para decidir o que é melhor para todos, uma vez que sua consciência situacional está em rede de dados e conectados aos conhecimentos técnicos e emocionais envolvidos.

Alguns fatores, citados por Fialho (2011, p.61) fazem parte de um processo de tomada do conhecimento quando em consciência situacional ou experiência vivida, os quais são: habilidade de discriminar, categorizar e reagir a estímulos do ambiente; integração de informações por um sistema cognitivo; focar a atenção, controle deliberado do comportamento e a diferença entre o estado adormecido e desperto. Essas etapas serão objetos no mapeamento situacional do controlador de tráfego aéreo quando em iminente colisão entre aeronaves proposto nesse estudo.

As situações de tomada de decisão e consciência situacional encontram-se previstas na norma reguladoras do tráfego aéreo brasileiro de acordo com a ICA 63-16 (PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS DO DEPARTAMENTO DECONTROLE DO ESPAÇO AÉREO PARA 2015):

Por meio da análise descritiva dos dados estatísticos dos RICEA 2014, foi possível fazer um levantamento dos Fatores Humanos, Aspecto Psicológico, que mais contribuíram para os incidentes de tráfego aéreo, nos quais os aspectos individuais apareceram em maior porcentagem. O processo cognitivo de processamento das informações está diretamente relacionado às variáveis com

maiores índices de contribuição nos incidentes, que são o Processo Decisório e a Perda da Consciência Situacional, seguidos das variáveis Atenção, Atitude e Percepção. (ICA 63-16).

Há certa dificuldade em descrever a consciência situacional de um controlador de tráfego aéreo em momento de atenção, focada em uma situação conflitante com possibilidade de acidente ou incidente de tráfego aéreo, pois poderá, por meio de sua tomada de decisão, ocasionar ou não um conflito de tráfego aéreo.

## **2.6 Cognição e Psicologia Cognitiva**

Cognição é conhecimento, é saber, é consciência. Na literatura sobre o tema, verifica-se o tratamento de cognição como psicologia da cognição ou, apenas, como cognição. Há, ainda, o tratamento de cognição como um sistema cognitivo ou como um fenômeno. Cognição é uma função biológica, uma função pedagógica e uma episteme (Fialho, 2011, p. 62).

Enquanto função biológica, a cognição é a sensação, a relação entre o sujeito e objeto em nível neural. Como função pedagógica a cognição, dada pela percepção é um conjunto de mecanismos de codificação e coordenação das diferentes sensações as quais visam um significado. A função pedagógica faz a integração entre as sensações de ver, ouvir, cheirar e sentir, ou seja, o mapa mental que nos permite conhecer um objeto. (Fialho, 2011, p. 62).

A episteme é a função cognitiva do conhecer é onde o sujeito realiza as construções do mundo é esta função que do sentido ao que nos rodeia. O campo emana ou se relaciona também com matemática, linguística, psicologia, tecnologia da computação, pesquisa de operações, artes gráficas, comunicação, biblioteconomia, administração dentre outros. (CONFORT; ARTAZA, 1998. p. 8).

O termo cognição refere-se à aquisição, armazenamento, transformação e aplicação do conhecimento: a expressão psicologia cognitiva é algumas vezes empregada como sinônimo de cognição e outras como um termo referente a uma abordagem teórica da psicologia, (MATLIN, 2004). As ciências cognitivas compartilham de várias áreas

do conhecimento, entre elas a neurociências, psicologia cognitiva, sociologia, antropologia, filosofia etc. (DUPY 1996).

Cognição é tudo isso, é o que se sente, vivencia, estuda, aplica e conhece. Dá-se sentido e significado é uma proposta de explicação ao inexplicável, significação do sentido ou, ainda, dos sentidos. Cognição é, também, conhecer intangível, querendo-o transformar em tangível, moldar, modular e mapear situações e conhecimentos.

A cognição, portanto, aplica o conhecimento sobre um meio dinâmico que permite o ser humano tomar decisões com maior eficiência numa situação complexa em determinado espaço de tempo (ENDESLEY, 1995). A cognição distribuída possui características específicas: o processo cognitivo fica espalhado entre os componentes da equipe; e a operação do sistema cognitivo abrange a coordenação entre estruturas internas e externas (representações e artifícios tecnológicos) dos membros; os produtos de acontecimentos mais antigos são capazes de modificar a natureza de episódios mais recentes (HUTCHINS, 2000).

### **2.6.1 Cognitivismo e Cognição Situada e Distribuída**

De acordo com Fialho (2011, p. 67) a noção de representação e a mais central em psicologia cognitiva, ela é sinônimo de compreensão. Portanto, representações são construções circunstanciais feitas em contexto particular e com fins específicos. Ou seja, numa situação dada, vivenciada ou experimentada, na qual deve tomar atitudes que somente são exigidas para esta tarefa que se apresenta. Nessa perspectiva, um exemplo é a tomada de decisão frente a solução de um problema como um possível abalroamento entre aeronaves ou dessa com o solo.

Conforme Vanzin (2005, p.), as ciências cognitivas tratam a cognição humana como algo delineado no âmbito interno da mente humana e pouco se dedica ao seu contexto e contrapondo, isso é que o cognitivismo trata o indivíduo como receptor de informações do meio, porém sem motivação.

Após percorrer teorias cognitivas e conceituar cognição na visão de alguns autores os quis foram devidamente citados e analisando que a teoria cognitiva ou psicologia cognitiva é abrangente e por este

motivo tratarei a cognição situada como parte da cognição que mais se adequa ao estudo do mapeamento situacional.

As atividades mentais integram informações de natureza muito diversa como conhecimentos relacionais e procedurais, informações sobre situação e informações sobre a tarefa, são realmente sensíveis aos efeitos do contexto que apresenta dos quais podem ser contexto perceptivo e linguístico como também contexto semântico e o contexto da situação e da tarefa apresentada e representada. (Fialho, 2011).

Cognição situada é uma conceituação específica sobre os fenômenos cognitivos, este conceito acrescenta as relações humanas ao processo do conhecimento. O termo Cognição situada foi apresentada pela antropóloga Jean Lave (1988), de acordo com a autora o processo cognitivo não se limita aos fenômenos psicológico mas decorre da ação interna e externa com o meio sociocultural, emocional identificado, portanto há uma relação direta entre o processo cognitivo e o ambiente de controle de tráfego aéreo apresentado no estudo, em virtude de ser uma ação específica envolvendo agentes humanos que devem tomar decisões em ações, tarefas específicas e situadas.

A Teoria da cognição situada tem suas raízes na sociologia, nas ciências cognitivas ou psicologia cognitiva e na antropologia. Fator preponderante que dever ser levado em consideração na teoria da cognição situada é a ação situada onde o homem é considerado como processador de informações.

Em uma ação situada, ou seja, no caso de tomada de decisão de um controlador de tráfego aéreo quando verifica possibilidade real de abalroamento entre aeronaves, diversas informações são processadas pelo agente tomador de decisões, isto é, pelo controlador de tráfego aéreo, tal direcionamento da ação situada é defendida por Suchman (1987) que além de enfatizar o processamento humano das informações segue a linha antropológica de raciocínio onde os planos e representações mentais são menos importante na explicação e tratamento do comportamento humano contrapondo o cognitivismo e afirmando que a ação situada toma como base a descritibilidade racional das ações práticas.

Ação situada que podemos exemplificar no estudo em questão ou o qual podemos simplesmente imaginar o que o corre nesse ambiente específico, o ambiente é a torre controle de um aeródromo, e as ações racionais dos agentes representados, quer dizer, o conhecimento tácito

aplicado a cada autorização ou informação proferida pelo agente de controle de tráfego aéreo.

Processos cognitivos, fenômenos cognitivos, sensação, percepção, visão, emoção, uma gama de sentimentos esta envolvidos no processo de tomada de decisão. Evolução dos fenômenos conhecidos pelo homem e algumas vezes desconhecido, pois são apenas praticadas e exercidos em função de procedimentos descritos e aplicados.

Um ambiente isolado com normas e regras direcionadas em virtude de complexas possibilidades de ações e reações, perfis humanos definidos com base em psicologia cognitiva, processos ou fenômenos psicológicos e possibilidade de aplicação tácita de conhecimento adquirido, porém sem a consciência situacional das relações internas e externas ou das representações mentais é assim um ambiente de pratica descrito no estudo.

Se em uma ação situada a qual de acordo com Suchman leva em consideração as questões materiais e sociais, portanto não pode dissociar emoção contextualizada e conhecimento adquirido, quer dizer que o agente envolvido na ação situada a sua tomada de decisão leva em consideração seus valores, sua cultura, sua formação social assim como seu mundo físico, posso acrescentar nos dias atuais os artefatos tecnológicos e se tratando de um ambiente específico, artefatos físicos e tecnológicos da tarefa e da torre de controle.

Os autores Brown, Collins e Duguid (1989) dizem que a atividade autentica de um domínio são moldadas a partir de suas práticas ordinárias, portanto assim as ações determinadas pelas variáveis da situação estão em permanente mudança.

Lave (1988) em seus experimentos argumentou que o aprendizado ocorre em função da atividade realizada, do contexto e da cultura ao qual essa atividade acontece ou se situa. Hutchins (2000) reforça o campo de atuação da cognição situada em situações reais devem dizer respeito a locais de atuação social geral e quotidiana como supermercados, bares, livrarias, navios e aviões e acrescento aos exemplos do autor as torres de controle de aeródromo, controle de aproximação e centro de controle de área, de acordo com o autor nesses ambientes se busca analisar como os objetos e o ambiente físico e espacial servem de suporte informacional à atividade cognitiva.

O conhecimento é produto da interação dinâmica com a realidade e cada ação é prova de cognição implicando no entendimento

de que todo conhecer é um fazer e sempre uma ação está ligada as operações mentais. Cabe enfatizar quanto a teoria da cognição situada que Suchman trata como Ação Situada, Wengner como comunidades de Prática e Hutchins como Cognição distribuída. (Fialho, 2011).

Conforme (VARELA, THOMPSON & ROSCH, 1991, P.9) A cognição situada define que todo ato cognitivo é um ato experimental, e, portanto, situado, resultante do acoplamento estrutural e da interação congruente do organismo em seu ambiente. É uma ação incorporada assim como acontece na prática do controle de tráfego aéreo. É o próprio ser humano que constrói o seu mundo, na dinâmica do viver, incessante e interativo.

A cognição situada rejeita a dicotomia sujeito-objeto, a realidade é tratada como algo que depende de um agente, do observador, portanto diferentemente do que trata a psicologia cognitiva tradicional, onde trata exclusivamente como fenômeno mental sem atuação ou interferência do contexto social um sujeito passivo na cognição situada o contexto da atividade, o ambiente externo, possui grande inferência no processo cognitivo do agente.

Algumas situações de vida e as atividades proporcionadas por um determinado conhecimento produzem conceitos funcionais no campo da cognição situada. Nota-se, neste ponto que esta é uma ciência interdisciplinar e muitas áreas podem contribuir para melhor elucidá-la.

A ciência da cognição pode ser abordada através do objetivismo que possui dois vertentes o cognitivismo e o conexionismo e que apresentam algumas características como:

a) os dois estabelecem a separação sujeito/objeto (Mundo das coisas e mundo da mente).

b) no cognitivismo a mente equivalente a um computador. Possui representações do mundo da linguagem e permite resolver problemas (Funciona analogicamente como um processador).

c) no conexionismo prevalece a ideia de representação, não mais inata, mas adquirida com a experiência através das interações com o meio. A inspiração do conexionismo baseia-se na biologia, ao contrário do cognitivismo, cujas bases estão na física.

Estas duas vertentes sugerem que a cognição é solucionadora de problemas e tentam clarear como as representações existentes na mente processam informações e a armazenam na memória.

Para Fialho (2011) apud Hutchins para o qual a Cognição distribuída partiu de estudos sobre navegação marítima, fato este que se assemelha com o estudo em questão, pois a navegação aérea também se originou ou teve como base a navegação marítima. Por meio da cognição distribuída Hutchins demonstrou que interações complexas que ocorrem no ambiente envolvendo humanos, máquinas e objetos existentes nas orientações de navios. Nesse contexto faço a analogia dos ambientes das torres de controle na orientação do tráfego aéreo que envolve também no ambiente que envolve humano, máquinas ou artefatos tecnológicos, microcomputadores, equipamento de repetidor de apresentação radar existentes no ambiente complexo do estudo.

De acordo com Lave (1988) cognição é o verdadeiro fenômeno social, num processo que se vale do estabelecimento de coordenações consensuais de ações por parte dos envolvidos. Vanzin (2005) faz uma relação da cognição distribuída e da cognição situada cognição situada formam um sistema cognitivo composto que:

Se ocupa da estrutura do conhecimento e suas transformações, oferecendo um quadro teórico e uma proposta metodológica que permite estabelecer conceitos e analisar situações complexas nas quais os indivíduos interagem com o meio e com os artefatos tecnológicos e onde qualquer indivíduo, componente do grupo pode incrementar o seu conhecimento fazendo uso da ajuda de quem sabe mais.

Assim como Fialho (2011) afirma que a cognição distribuída forma um único corpo com a cognição situada, complementando-se pela ação, na busca do aprendizado contextualizado. Cognição situada se faz presente na ação de controle de tráfego aéreo quando em iminente colisão entre aeronaves, buscando a ação, ou seja, a tomada de decisão, levando em consideração o grupo, os artefatos tecnológicos presentes e os agentes com seus valores, cultura e crenças no processo decisório.

## 2.7 Tomada de decisão e processo decisório

Para falar do processo decisório e da tomada de decisão primeiramente abordarei a questão do problema e sua compreensão. O primeiro passo é exigir a representação interna do problema e para concluir a atenção é importante na resolução do problema, pois de acordo com a teoria da cognição situada, devemos enfatizar o contexto na resolução de problemas, uma vez que estes são compreendidos dentro de um ambiente rico, combinado com interações sociais complexas (Matlin, 2004). A propagação do conhecimento, entre diferentes indivíduos, se justifica pelo princípio de que há uma inteligência coletiva, distribuída entre os membros do grupo, na qual a cognição compartilhada e a colaboração são interdependentes. (Fialho, 2011).

A cognição nos leva a algumas modelagens, dentre estas as modelagens baseadas na análise dos protocolos individuais e a modelagem das regras de decisão são interessantes para conceituar tomada de decisão e processo decisório apresentado no estudo de caso da iminente colisão entre aeronaves na percepção do controlador de tráfego aéreo.

A modelagem baseada na análise dos protocolos individuais possui três componentes, os quais são: - O estado da representação e dos conhecimentos sobre a tarefa; - Os processos que modificam o estado da representação mental ou dos conhecimentos sobre a situação; e o processo de decisão e de controle da atividade.

Na modelagem das regras de decisão está definido as regras de raciocínio ou regras de ação para situações específicas. A tomada de decisão é um micro processo que faz parte do sistema cognitivo e mais precisamente no caso em estudo específico da cognição situada ou da perspectiva situacional.

A descoberta de um problema é um componente vital de muitas ocupações, e mesmo assim compreender um problema tem recebido pouca atenção, conforme Matlin (2004). A tomada de decisão é se dá primeiro na descoberta de um problema e por conseguinte na compreensão deste e por fim na resolução do problema pela tomada de decisão.

No contexto da subjetividade, este estudo aponta aquisição de conhecimento pelo controlador de tráfego aéreo enquanto aprendiz e tomado de decisão construtivista. Por conseguinte, faz a comparação dos



processos cognitivos tradicionais para o processo da consciência situacional à tomada de decisão em conflito de tráfego aéreo.

As abordagens de aprendizagem apresentadas no estudo possuem a intenção de caracterizar os processos de aquisição do conhecimento, nas perspectivas de sócio cultural de Vygotsky e construtivista de Piaget, afim de sistematizar o processo de toada de decisão do controlador de trafego aéreo quando em situação de conflito aeronáutico. Ainda, o estudo entende que as abordagens são complementares ao profissional do tráfego aéreo a tomar sua decisão em momentos complexos.

Bock e Gonçalves (2009, p. 144) ressaltam que é necessário superar a dicotomia, indivíduo – sociedade, e “compreender os fenômenos sociais a partir da constituição histórica e social dos indivíduos e de sua subjetividade.” E assim, as autoras identificam como fenômenos sociais o que foi produzido na relação dinâmica entre suas “múltiplas determinações, última instância suas bases objetivas e suas bases subjetivas”.

Para Vygotsky, a aprendizagem se dá pela interação como meio social. O homem por ser sociocultural esses processos estão intrinsecamente ligados, não sendo possível tratá-los de forma separada. Portanto, o homem é um ser singular e ao mesmo tempo dinâmico com objetivo de vida em grupo e por esse motivo aprende, interage e cria valores, conceitos, normas. Portanto, no contexto da tomada de decisão do profissional em tráfego aéreo, este é um sujeito objetivo, subjetivo, singular que deve tomar decisões mecânicas com base em normas e regras preestabelecidas, mas que para tal tem consciência que essas afetaram os membros do grupo que está inserido, por conseguinte a sua decisão pode ocasionar um incidente de tráfego, acidente ou um risco de proximidade entre aeronaves e destas com obstáculos no solo.

Ao perceber um problema e posteriormente solucioná-lo, alguns fatores devem ser considerados ou algumas abordagens de resolução de problemas podem ser analisadas afim de atingir o objetivo da solução do problema, por exemplo, abordagens de analogia na qual buscamos na memória problemas anteriores e semelhantes ao que se apresenta a ser solucionado (Matlin, 2005).

Segundo a autora alguns fatores influenciam a resolução de problemas, que são: processamento *Bottom-up* que dá ênfase a informações como estímulo e processamento *top-down* que dá ênfase

aos conceitos, expectativas e memória adquiridos a partir de experiências anteriores (Matlin 2005, p.245).

Ao descrever o processo de subjetividade do CTA e o quanto suas decisões afetam o fluxo de tráfego aéreo, com base nas teorias cognitivas, segue o caso que será analisado e que será confeccionado o mapa cognitivo da situação.··.

## **2.5 Mapeamento Situacional da iminente colisão entre aeronaves**

Diversas decisões do cotidiano do controlador de tráfego aéreo levam em consideração alguns fatores que nem sempre são simples de serem explicitados, principalmente, quando se tem um valor subjetivo, como as emoções, durante uma tomada de decisão em um momento onde risco está presente. Entretanto, deve haver um mínimo de controle sobre a cadeia de processos decisórios.

Conforme Firmino (2014), independente ao formato organizado, uma quantidade de informação pode conter diversos significados, pois o que um conjunto de dados significa depende de como ele é interpretado”. Portanto, a decisão depende da qualidade e do conjunto de dados identificados por um sistema previamente estabelecido e de como será o tratamento desses dados, porém qual será o valor de cada dado ou como ele interfere no processo decisório.

O mapeamento cognitivo pode ser entendido, segundo Cossete e Audet (1992), como representações gráficas de conjuntos discursivos feitos por um indivíduo com vistas a um objeto em contexto de interações. Pode ser construído de diversas formas na interação com os atores envolvidos em um processo. Como os atores são diferentes e o processo de representação é subjetivo, Roy (1993) conclui que por isso os mapas cognitivos são considerados apenas como uma ferramenta que visa explicitar o conhecimento tácito.

Ao analisar o processo decisório realizado pelo controlador de tráfego aéreo, apontou-se o seguinte esquema (figura 1) de mapeamento situacional, quer dizer a representação gráfica da situação apontando suas interfaces e interações presentes no contexto. Com isso, pode-se entender como foi à dinâmica dos acontecimentos e quem era

responsável por qual informação, além de poder identificar o erro para poder, assim, entender como foi resolvida a situação de risco.

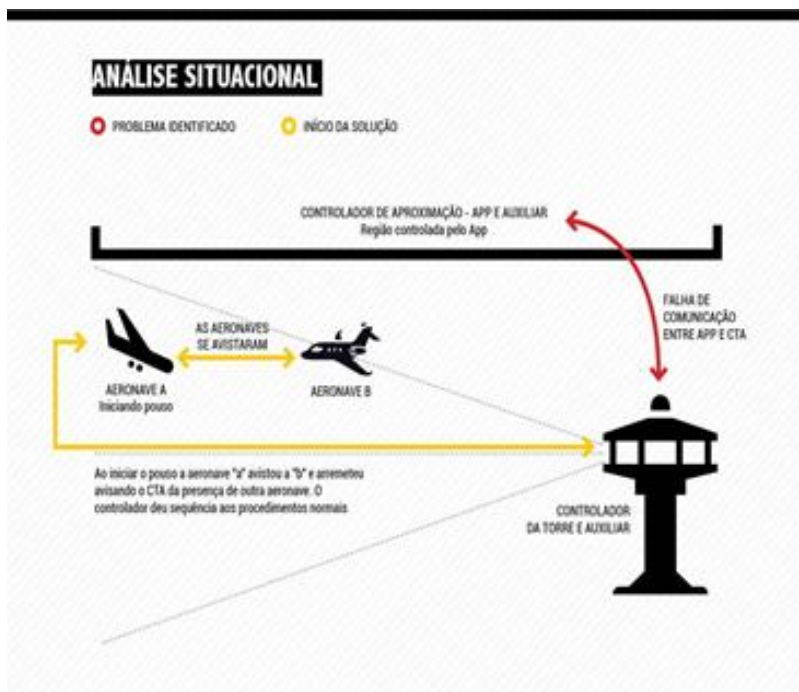
### **2.5.1 Divergências identificadas na situação de conflito aéreo**

A figura a seguir é o mapeamento realizado sobre a situação descrita do estudo do caso em análise. O autor deste estudo é, também, agente e ator do caso em estudo.

Na organização do mapa situacional da iminente colisão entre aeronaves e do mapa sobre os processos cognitivos presentes na tomada de decisão do controlador de tráfego aéreo identificados e descritos no estudo foram identificados os seguintes fatores contribuintes a resolução do conflito:

1. Não cumprimento das normas regulamentares de separação mínima entre aeronaves;
2. Falta de monitoramento da torre de controle dos processos executados pelos pilotos;
3. Falta de coordenação entre os dois órgãos de controle, ou seja, entre torre de controle e controle de aproximação.

**Figura 11.** Mapa situacional do conflito entre aeronaves



Fonte: elaborado pelo autor (2014)

### **Atores envolvidos:**

- Controlador da torre e seu controlador auxiliar;
- Controlador do controle de aproximação (APP) e seu auxiliar;
- Pilotos e auxiliares ou sua tripulação;

Faz parte da normatização dos procedimentos inerentes a constituição de equipes em órgãos de controle de tráfego aéreo que devem sempre trabalhar aos pares e, na medida do possível, sempre um mais experiente nas posições de controle, podendo as posições serem acopladas em virtude do fluxo de tráfego aéreo presente.

### **2.5.2 Percepção do Controlador de Tráfego Aéreo**

Na segunda parte do caso, ou seja, na ocorrência subsequente o controlador do APP tomou a decisão de instruir a aeronave “A” a realizar manobra evasiva. Ao mesmo tempo, avistou a aeronave “B” em mesma altitude e que estava sobre o controle da torre. Nesse momento, o CTA fez uso do seu conhecimento tácito à tomada de decisão, pois utilizou conhecimentos prévios e a imagética para projetar uma possível proximidade entre as aeronaves.

A consciência situacional do operador foi fator relevante a situação, pois esse estava com seu sistema cognitivo ativado, quanto a atenção, percepção, imagética e memória para decidir em questão de segundos o que se deveria fazer. Para isso, ele levou em consideração as normas inerentes à separação mínima entre as aeronaves, conhecimento dos perfis dos procedimentos de tráfego aéreo.

O conhecimento detalhado do que acontece em cada momento de um procedimento IFR (Regras de voo por instrumentos) e na carta deste procedimento, pois há curvas referenciadas em graus e milhas náuticas que devem ser realizadas em um tempo exato. Por exemplo, a cada minuto a aeronave deve curvar a esquerda e interceptar um rumo específico, assim como a outra aeronave também realizou os mesmos procedimentos IFR, o controlador deve ter o conhecimento espacial para indicar onde cada aeronave deve prosseguir e qual o momento exato em graus, milhas náuticas e tempo.

A percepção do CTA deve estar fundamentada em regras, valores, tempos, atitudes, conhecimento até a chegada da tomada de decisão, pois sua instrução, decisão, pode ter consequências gravíssimas, levando inclusive a um abaloamento entre aeronaves, colisão e um acidente aeronáutico com vítimas.

### **2.5.3 Processo decisório**

Como a aeronave “B” estava sob controle do CTA da torre de controle, então o profissional tomou a decisão com base em conhecimentos prévios, sob direção das aeronaves e regras de tráfego aéreo. Sendo assim, cruzou dois tipos de informações em uma coleta de dados (visualização de radar e demais sistemas informacionais que o

CTA tem acesso), principalmente se utilizou da imagética e do conhecimento tácito à tomada de decisão onde os explicitou no momento que instruiu a aeronave “B” para realizar manobra evasiva para evitar a proximidade entre as aeronaves.

### **Sequência dos procedimentos identificados**

Nessa seção segue o relato da sequência dos procedimentos analisados no mapeamento do processo.

1. O Controlador do APP esteve a todo o momento atento sobre a posição de ambas as aeronaves.
2. Visualização na tela radar permitiu a tomada de decisão, pois as aeronaves estavam sob controle de órgão de controle diferentes, torre de controle (TWR) e controle de aproximação (APP).
3. O piloto prosseguiu conforme as instruções emanadas pelo controlador do APP.
4. O controlador assistente do APP entrou em contato com o controlador da torre, informando que havia avistado na tela radar o tráfego de duas aeronaves na mesma altitude.

### **Decisões mapeadas no mapa situacional**

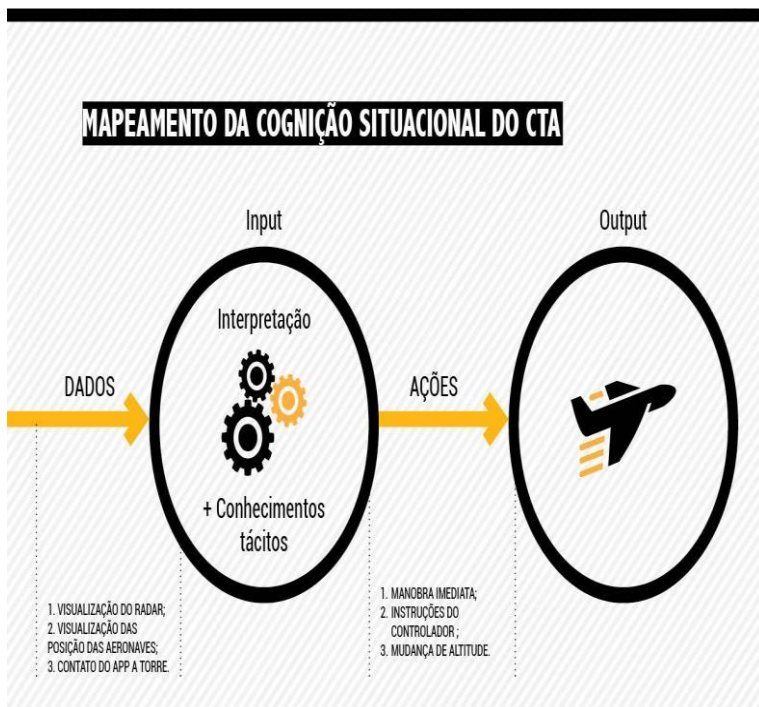
- Decisão do controlador APP em instruir a aeronave ‘B’ que fizesse manobra imediata para evitar colisão ou proximidade entre as aeronaves.
- Decisão do piloto da aeronave “B” em seguir as instruções do controlador do APP sem questionar.
- Decisão do Controlador do APP em questionar o controlador da torre sobre a aeronave “A” e instruir a livrar tanto a altitude quanto o perfil dos procedimentos, pois a aeronave estava ocasionando conflitos de tráfego aéreo.

#### 2.5.4 Análise situacional na perspectiva do CTA

Nesse estudo de caso foi possível identificar os processos, os erros, os atores envolvidos e desenvolver um mapeamento do processo cognitivo situacional do controlador de tráfego aéreo em uma situação de risco, objetivo do estudo proposto. Além disso, é possível compreender e explicitar processos de conhecimento tácitos.

Na figura 12, pode-se visualizar o momento que o controlador de tráfego aéreo percebe as informações contidas em seu mapeamento mental da situação e identifica visualmente na tela do TARIS informações que ativam seu conhecimento prévio e, por conseguinte faz uma projeção espacial da possibilidade de proximidade excessiva entre as aeronaves, tudo se dá em questão de segundos. Na verdade, o que acontece é a visualização, o processamento dos dados, a projeção da situação, aqui a projeção é sempre no sentido de que a proximidade excessiva vai existir e em virtude dessa possibilidade há a tomada de decisão, num processo mental. Sendo assim, esse processo foi identificado como *Input*.

**Figura 12.** Mapa situacional na percepção controlador de tráfego aéreo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

A percepção do CTA aconteceu em segundos, de fato em apenas um segundo. Portanto, é nesse momento que se inicia a explicitação do processo de tomada efetiva de decisão, pois há formalização verbal do processo de *input*, iniciando efetivamente o processo de *output* com a instrução dada a aeronave para tomar uma atitude de voo, procedimento de arremetida e prosseguir em uma direção diferente da que se projetava até aquele momento que evite qualquer possibilidade de que ocorra o fenômeno de proximidade excessiva entre aeronaves ou mesmo uma possível colisão.

A aeronave (piloto) recebeu as informações dos instrumentos (instrumentos de bordo situados na cabine da aeronave), e confirmou visualmente, posteriormente, solicitou à torre de controle a posição da aeronave “A”, momento que se deu início as seqüências do processo



decisório que culminam à tomada de decisão tanto de controladores quanto de pilotos, adicionando ao processo seus conhecimentos tácitos e partiu então à ação efetiva e resolução de um problema de alto risco.

Toda situação se dá em questão de segundos e não mais que um minuto, levando em consideração os processos de realização do procedimento que as aeronaves realizavam. Por outro lado, levando-se em consideração somente o momento do fato ocorrido, o tempo todo gasto, da percepção à tomada de decisão, não se deu em um tempo estimado acima de 10 segundos, isso demonstra a complexidade que é tomar uma decisão em momento de conflito entre aeronaves e como se deve tomar essa decisão, pois há fatores que acarretam na tomada de decisão acertada, como foi o caso. Caso contrário, ter-se-ia um novo comentário nas mídias a ser divulgado.

Análise do fator à tomada de decisão foi que o controlador instruiu o piloto a fazer uma manobra imediata, esse, por conseguinte, seguiu as instruções sem hesitar mudando a sua atitude de voo. Não há tempo no tráfego aéreo a questionamentos: primeiro cumpre-se as instruções, certas ou não, depois do fato estabilizado e que não tenha qualquer perigo, pode-se questionar as decisões tomadas por estes agentes de controle de tráfego aéreo.

Todo o processo aconteceu em contato direto entre o APP, TWR e pilotos. Esse processo de comunicação ocorre por meio de radiotelefonia, comunicação bilateral entre controladores e pilotos e comunicação via telefones com linhas específicas para este fim - chamadas de enlances orais, terra-terra, no caso de órgão de controle com órgão de controle ou terra-ar, como é o caso de controladores e pilotos. Fechando um ciclo de tomada de decisão em uma situação com alto risco.

### 3. MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho, primeiro, realizou-se uma revisão sistemática para identificar como os pesquisadores trabalham com a temática cognição. Para tanto, utilizou a base de dados *Scopus*, com o intuito de obter informações sobre as pesquisas e artigos que abordam a cognição e a cognição situada como temática.

Utilizaram-se diversas combinações de palavras simples e múltiplos e operadores booleanos e tesouros e suas relações. Foi perceptível a falta de literatura sobre o tema em questão. A análise ficou prejudicada, pois poucos trabalhos foram encontrados sobre o assunto em questão, levando o pesquisador a considerar alguns trabalhos com assuntos que se aproximam do tema abordado, ou ainda com alguma relevância entre cognição e controle de tráfego aéreo.

A categoria de pesquisa utilizada para esse estudo foi o estudo. Este pode ser definido como “uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente.” (TRIVIÑOS, 2012, p.133). Portanto, é um estudo qualitativo de uma determinada situação e os dados foram coletados de eventos reais.

Para Yin (2009), estudo de caso é um estudo detalhado buscando fornecer conhecimentos profundos sobre algum tema. Esse tipo de metodologia é caracterizado, também, por ser verticalizado e consiste na observação de um fenômeno delimitado pelo momento e pelo espaço do acontecimento.

Yin (2010), ainda, explica o método de pesquisa estudo de caso de duas maneiras, sendo um:

O estudo de caso é investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

E em segundo lugar:

A investigação do estudo de caso enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições técnicas para orientar a coleta e a análise de dados.

No estudo de caso, o pesquisador deve partir do conhecimento que existe sobre a unidade que deseja estudar e esse conhecimento pode estar em arquivos, publicações e pessoas (TRIVIÑOS, 2006). Portanto, este estudo utilizou-se uma pesquisa qualitativa, exploratória e

descritiva, tendo como amostra da coleta de dados e o estudo de caso. Suas interfaces e sua interpretação sobre o mapa situacional da iminente colisão entre aeronaves e conflito à tomada de decisão dos controladores de tráfego aéreo e pilotos de aeronaves envolvidos no caso relatado.

O caso, a ser mapeado sobre o processo decisório, trata da proximidade entre duas aeronaves que executavam procedimentos distintos. Ou seja, uma aeronave se aproximava para realizar um procedimento para pouso, denominada aeronave A, enquanto uma outra realizava um procedimento regular de verificação dos instrumentos, denominada aeronave B. O termo “instrumentos” utilizado aqui, refere-se aos instrumentos, artefatos tecnológicos e equipamentos, que auxiliam os pilotos a realizarem seus pousos. O procedimento para pouso com o auxílio de artefatos tecnológicos, que ficam localizados em solo, é chamado de cheque de equipamentos.

O voo da aeronave que realizava o procedimento por instrumentos, apenas para verificar as condições de uso e sua aferição quanto sua precisão ou não, estava voando nas proximidades do aeródromo (aeroporto) em baixa altura, sob controle da torre, responsável pelo espaço aéreo sobrevoado. A torre é responsável por um espaço aéreo onde o controlador possa visualizar a “olho nu” as aeronaves, veículos e pessoas sob sua responsabilidade, essa área abrange, aproximadamente, 5 km de raio e 1500 pés de altitude.

Todas as manobras a serem executadas durante a checagem foram previamente coordenadas antes do voo acontecer (procedimentos preestabelecidos e regulamentados no sistema de tráfego aéreo) entre os órgãos envolvidos e entre as pessoas responsáveis por estes órgãos de controle de tráfego aéreo. Nesse momento do procedimento já se verifica, portanto, a atuação do controlador tráfego aéreo.

O voo de cheque, verificação das condições de precisão ou não dos equipamentos, consistiu em aproximações constantes para a pista em uso ou pista para pouso, a fim de checar o equipamento que baliza as aproximações<sup>8</sup> por instrumentos daquele aeroporto (aeródromo). Enquanto a aeronave realizava as aproximações, chegava para o mesmo aeroporto, a aeronave que prosseguia para pouso com horário de chegada à área terminal.

---

<sup>8</sup>Aproximação por instrumentos baseada em auxílio à navegação que não possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (NDB, VDF, VOR, etc.). (ICA 100-37/2013).

A área de controle de aproximação (APP), diferente da área da torre de controle (TWR), controla um espaço compreendido entre um limite vertical (aproximadamente quinze mil pés) e um limite horizontal (aproximadamente 40 km de raio), previamente coordenado com o controle de aproximação, responsável pela área e responsável pelo monitoramento da descida até o aeroporto de destino. Durante a descida da aeronave A, o controle de aproximação coordenou a chegada dessa com a torre de controle do aeroporto, especificando o horário de chegada e se a aeronave que voava nas proximidades do aeroporto não iria interferir na aproximação da aeronave que prosseguia para pouso.

Próximo do início do procedimento de aproximação para pouso, o controle (APP), novamente, contactou a torre para confirmar onde se localizava aeronave que realizava o procedimento de cheque do procedimento de aproximação do aeroporto, e se essa poderia interferir na aproximação da aeronave que prosseguia para pouso sem qualquer transtorno. Quando foi confirmado, pela torre de controle, que não haveria qualquer risco potencial de proximidade entre as aeronaves, o procedimento de aproximação e pouso foi autorizado pelo controle de aproximação (APP) e fez-se a transferência de controle - transferir as comunicações e responsabilidades de um órgão para outro.

O controle de aproximação (APP) transferiu a comunicação<sup>9</sup> da aeronave que prosseguia para o pouso à torre de controle (TWR). A partir daquele momento, ambas as aeronaves estavam em contato de rádio, comunicação bilateral, com o mesmo órgão de controle, a mesma torre de controle.

Ao prosseguir no procedimento de pouso, o piloto da aeronave A, que prosseguia para o pouso, informou que avistara (utilizando equipamento de bordo da aeronave chamada ACAS<sup>10</sup> ou TCAS e não a “olho nu”) outra aeronave abaixo, com distância de aproximadamente 250 m e que, em virtude disto, estava efetuando uma manobra para desviar dessa aeronave.

---

<sup>9</sup>TRANSFERÊNCIA DE CONTROLE: Transferência de responsabilidade para a prestação do serviço de controle de tráfego aéreo

<sup>10</sup>Sistema em aeronave baseado em sinais de transponder do radar secundário de vigilância (SSR) que opera independentemente do equipamento de terra para prover aviso ao piloto sobre possíveis conflitos entre aeronaves equipadas com transponder.

Em seguida, a aeronave B, realizou um procedimento de arremetida e retornou para o início do procedimento de aproximação para pouso. Essa aeronave aguardou orientação do controle de aproximação, pois quando uma aeronave arremete na torre controle ela passa a outro espaço aéreo que está sob responsabilidade do controle de aproximação (APP). Portanto, a aeronave em questão retorna as comunicações bilaterais com o APP e não mais sob responsabilidade da TWR. No caso em estudo a aeronave estava em espera quando foi autorizada a realizar nova aproximação e prosseguir para pouso.

Enquanto aguardava para realizar novamente a aproximação, a aeronave A, que estava em espera, foi instruída a realizar manobra evasiva - manobra para evitar proximidade com a outra aeronave a fim de evitar a proximidade entre elas -, pois havia sido avistada na tela do equipamento TARIS<sup>11</sup>, pelo controlador do controle de aproximação (APP), uma aeronave na mesma altitude e muito próxima.

A torre de controle informou, novamente, que a aeronave B, que realizava o procedimento apenas para sua checagem, iniciou subida sem solicitar sua autorização, tampouco informou sua atitude, causando novamente uma proximidade excessiva com a aeronave que prosseguia para o pouso, motivo de uma manobra evasiva.

### 3.1 Atores

Os atores, no contexto descrito, não terão seus nomes relatados, assim como os das aeronaves e seus tripulantes, pois seus nomes são confidenciais, assim como os nomes dos órgãos de controle de tráfego aéreo envolvidos também.

A escolha foi realizada de forma intencional, pois, como parte integrante do caso, o autor conhece os ATCOs envolvidos. Porém, a escolha dos pilotos foi aleatória e ocorreu em virtude do caso relatado. Eles eram membros reais da tripulação do dia do caso estudado. O dia do caso estudado não será declarado com data específica, será identificado como “dia do acontecimento”.

---

<sup>11</sup>Equipamento repetidor dos sinais do equipamento radar, porém não pode ser utilizado como equipamento para realizar separações de tráfego aéreo em um controle convencional. (Definição do autor).

Quadro 2. Relação de atores envolvidos no estudo de caso

Controlador Torre	Controlador APP	Piloto ACFT A	Piloto ACFT B
1	1	1	1
ATCO Aux. TWR	ATCO Aux. APP	Copiloto	Copiloto
1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

### 3.2 Cenário

O cenário já relata em outro momento neste trabalho, se deu entre uma torre de controle (TWR), um controle de aproximação (APP) - órgão responsável pelas coordenações entre pela torre de controle -, e duas aeronaves, ambas as aeronaves jatos, uma de pequeno porte e a segunda de porte médio, esta transportava passageiros, podendo transportar mais de 100 passageiros por voo, aquela transportava apenas a equipe de bordo.

O espaço aéreo é chamado TMA (vide figura 2), especificamente uma CTR (vide figura 2), cuja responsabilidade de autorizações é do controle de aproximação onde eram realizados procedimentos de aproximação para pouso sob regra de voo por instrumentos (IFR ) conforme representado pela figura 2. O espaço aéreo era classificado como classe “D”, chamado de espaço aéreo controlado, onde todos os movimentos das aeronaves são estabelecidos em procedimentos especificados em cartas de aproximação para pouso segundo regras de voo IFR, podendo completar sob regras de voo visuais quando autorizados pelos controladores do APP. Portanto, qualquer movimento deve ser previamente coordenado e autorizado e qualquer mudança também deve ser solicitada e autorizada pelo controlador de tráfego aéreo.

### 3.3 Delimitação do estudo

A limitação desta pesquisa participante remete-se ao fato de que seu objeto é a situação de iminente colisão entre aeronaves. Portanto, o mapeamento situacional na percepção do CTA (agente) e não o

mapeamento cognitivo da pessoa do Controlador de tráfego aéreo. Como pesquisa participante cabe destacar que o autor deste estudo é também agente e ator do estudo.

A pesquisa foi realizada com base na literatura existente e, a partir dela, foi definido um modelo de perfil de usuário no qual será a modelo base para comparação com o perfil do agente/ator da pesquisa, quer dizer o Controlador de Tráfego aéreo.

Não cabe a esta proposta criar um novo modelo de perfil, assim como validá-lo, mas sim comparar o perfil encontrado nas pesquisas bibliográficas com o identificado dos controladores de tráfego aéreo em fontes de dados específicas da profissão. A proposição de um perfil pode ser realizada em pesquisas futuras por meio da comparação realizada e suas conclusões.

Quanto a delimitação conceitual da proposta o conhecimento abordado é tácito, implícito, explícito e a escolha do método foi o estudo de um caso. O objeto da pesquisa é o indivíduo (controlador de tráfego aéreo), o grupo (equipe de controladores trabalhando síncrono e assincronamente) e o sistema no qual esse ator interfere diretamente para a tomada de decisão.

A coleta de dados se deu no ambiente da torre de controle de aeródromo (TWR) e controle de aproximação (APP) do aeroporto internacional Ministro Victor Konder (SBNF), pois o autor é agente e ator da pesquisa.

Não há uma literatura razoável sobre o controlador de tráfego aéreo e, tão pouco, sobre a relação de cognição situada no controle de tráfego aéreo. Isso exigiu uma construção de processos de comparação entre vários estudos. Por se tratar, o controle de tráfego aéreo, de um ambiente de segurança nacional os dados não são compartilhada para além do ambiente da defesa aérea ou força área brasileira. Portanto, faz-se necessário a omissão de nomes dos órgãos envolvidos, sendo citados apenas genericamente, como ocorre com os nomes dos atores pilotos e controladores participantes do estudo de caso.

#### **4 RESULTADOS DA PESQUISA**

Conforme objetivo traçado, analisar o mapa situacional de uma iminente colisão entre aeronaves na perspectiva do controlador de

tráfego aéreo, considerando os fatores cognitivos que o influenciam à tomada de decisão:

- a) Organizar os mapas da situação de conflito aeronáutico assim como o mapa cognitivo do CTA na tomada de decisão;
- b) Verificar se os pilotos em comando das aeronaves envolvidas no conflito aeronáutico cumprem os procedimentos estabelecidos na ICA;
- c) Identificar se a tomada de decisão do CTA é compatível com as normas estabelecidas pela ICA para situações de incidente ou acidente aeronáutico;
- d) Descrever os processos cognitivos envolvidos quanto os aspectos da percepção do CTA e suas relações à tomada de decisão.

No contexto controle de tráfego aéreo apresentado nesse trabalho foi confeccionado o mapa situacional do iminente conflito aéreo, estudo de caso. Esse mapa demonstra os processos cognitivos do controlador de tráfego aéreo à tomada de decisão. A ação desse agente (CTA) é a tomada de decisão, que afeta, diretamente, os demais atores do processo como pode ser verificado nos dois mapeamentos apresentados.

- Os mapas situacionais construídos proporcionam ao leitor a construção de uma imagem do que realmente aconteceu e, não apenas uma descrição mental do que aconteceu no caso. Isso proporciona melhor contextualização para futuras tomadas de decisões.

- Alguns fatores foram identificados no estudo que remetem a função cognitiva do Controlador de Tráfego Aéreo, são eles: a percepção, os sentidos inerentes à tomada de decisão e a atenção. O estudo identifica fatores externos aos procedimentos técnicos concernentes ao conhecimento tácito da profissão, além da percepção, o mapeamento cognitivo da percepção do controlador.

- O mapeamento descreve didaticamente sem aprofundar sobre a cognição do CTA quando em iminente colisão entre aeronaves, possibilitando colaborar como estudo técnico científico aos profissionais de tráfego aéreo brasileiro.

Dentro do que se propunha o estudo, foi confeccionado e organizado o mapa situacional da iminente colisão aérea, vide (figura 11, p. 67) e o mapa dos processos cognitivos do CTA presentes na situação estudada, vide (figura 12, pag. 71).



No item 2.8 a partir da página 67, onde trata do mapeamento situacional e do mapa cognitivo do controlador de tráfego aéreo, descreve os fatores de erros identificados no estudo, tanto pelos pilotos das aeronaves quanto pelos controladores de tráfego aéreo envolvidos na situação. Descrevendo onde o piloto seguiu as normas regulamentares para situações de iminentes colisões entre aeronaves ou, ainda, tratadas na regulamentação como norma de incidente e acidente aeronáuticos. Esta também é utilizada pelo controlador de tráfego aéreo para a tomada de decisão.

No caso estudado e conforme explicado no item 2.8 deste trabalho foi identificado que o piloto não seguiu as normas regulamentares, as quais são provenientes dos órgãos normalizadores e organizadores do tráfego aéreo brasileiro. Os controladores de tráfego aéreo, por outro lado, seguiram o que preconizava a instrução do comando da aeronáutica, porém somente a aplicação das normas por parte dos atores e agentes envolvidos no caso, demonstrou não ser em suficientes para evitarem uma colisão de tráfego aéreo.

No estudo de caso, ficou evidenciado, por meio do mapa situacional e do mapa cognitivo do controlador de tráfego aéreo, que por se tratar de uma operação não radar e por se utilizar do processo cognitivo imagético, este para sua confecção mental, o CTA necessita de dados fornecidos pelos pilotos. Ocorre que esses podem se equivocar em suas afirmações, direcionando a decisão dos controladores positivamente ou negativamente para evitar a colisão.

Para a tomada de decisão final, o CTA teve auxílio de um equipamento tecnológico que fornece imagens de cada aeronave e de pontos preestabelecidos. Esse equipamento chamado TARIS, embora tal equipamento tivesse sua funcionalidade limitados em virtude fatores técnicos que restringem a capacidade de transmissão das posições das aeronaves em momento real.

A cognição pode ser entendida como solução de problemas e, aprender significa criar representações do mundo, independente e externo, através da assimilação de novas experiências. A literatura cognitiva trata de como o observador processa a informação a partir da imagem da retina, com as categorias de representações já existentes na mente, e como essas categorias são armazenadas na memória. (MAGRO, 1999, KROGH, 1995, p.137).

A palavra cognição significa modo de perceber e interpretar a si mesmo Fialho (2011). Cada indivíduo tem uma forma de análise, ou seja, a cognição é subjetiva, portanto pode-se afirmar que o controlador é um ser subjetivo e este é o cerne do estudo em questão e, portanto, não existe um padrão de interpretação. “O pensar e o sentir constituem o Eu Subjetivo. O dizer e o fazer modelam o Eu Objetivo,” (FIALHO, 2011).

A cognição é o processo de conhecimento que envolve todas as funções psíquicas: atenção, percepção, memória, raciocínio, juízo, imaginação, pensamento e linguagem.

Conforme Fialho (2011, p. 63), o funcionamento cognitivo deve ser considerado como o funcionamento de um sistema e as ciências cognitivas investigam como os indivíduos conhecem ou obtêm conhecimento a respeito do seu mundo e como utilizam esse conhecimento para guiar suas decisões e realizar ações mais eficazes. Psicólogos cognitivistas investigam processos centrais do indivíduo, processos dificilmente observáveis, como: “organização do conhecimento, processamento de informações, aquisição de conceitos, estilos de pensamento, comportamentos relativos à tomada de decisão e resolução de problemas”.

Psicologia cognitiva ou simplesmente cognição de acordo com Matlin (2003, p.15) é a ciência que tenta responder as perguntas sobre a mente. As ciências cognitivas transitam nas áreas disciplinares da própria psicologia, a filosofia, a linguística, a antropologia, a inteligência artificial e a neurociências e mais outras disciplinas tradicionais.

Entre os processos que contribuem com a compreensão da cognição estão a **percepção** e a **memória**, fundamentais em qualquer estudo psicológico ou que busque resultados que envolvam conhecimento e aprendizado ou ainda conhecimentos tácitos ou mesmo conhecimento estratégico. Esses dois processos cognitivos envolvem, rotineiramente, o trabalho do controlador de tráfego aéreo, não somente o processo de trabalho, mas também o processo situacional do agente controlador em ambiente da torre de controle ou controle de aproximação e, está em constante aprendizado, aplicação de conhecimento tácito que necessitam da interface da percepção e da memória à sua tomada de decisão em momentos críticos, principalmente.

A **memória**, segundo Matlin (2003), é um processo de manutenção da informação através do tempo e ela se divide em memória de longo prazo e de curto prazo, cada uma delas com função específica no processo decisório. Memória de trabalho é aquela de “curta duração e imediata, relacionada com o material que processamos em determinado momento”. (MARTLIN, 2003, p. 52).

O CTA faz uso da sua **metacognição** inconscientemente, pois foi treinado para isso, conforme descrição de seu perfil profissional e pessoal. Outro processo importante no desempenho do CTA é a **imagética**, quer dizer, a representação mental das coisas. É a identificação de um arranjo complexo de estímulos sensoriais. Estes são comparados com as informações armazenadas na memória. No contexto de tráfego aéreo, são as normas representadas pelas instruções do comando da aeronáutica ou ainda procedimentos específicos de cada órgão de controle, pois cada órgão possui suas particularidades.

Na descrição do caso em estudo, a imagética é a visão espacial do CTA sobre a posição geográfica das aeronaves, que não estão presentes fisicamente. Ou seja, a percepção de onde se encontram cada aeronave em tempo presente e futuro, realizando uma projeção. Esta é utilizada para que o CTA possa tomar sua decisão de autorizar<sup>12</sup> ou não um procedimento para o avião, ou sobre a regra de voo visual, ou sobre regra de voo por instrumentos, como é demonstrado no relato do caso a ser mapeado.

Conforme ICA 100-12, os critérios gerais para regras de voo visual são:

5.1.1 Exceto quando operando como voo VFR especial, os voos VFR deverão ser conduzidos de forma que as aeronaves voem em condições de visibilidade e distância das nuvens iguais ou superiores àquelas especificadas no quadro da tabela 2.

---

<sup>12</sup> AUTORIZAÇÃO DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: Autorização para que uma aeronave proceda de acordo com as condições especificadas por um órgão de controle de tráfego aéreo. NOTA 1: Por conveniência, a expressão "AUTORIZAÇÃO DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO" é frequentemente abreviada para "AUTORIZAÇÃO", quando usada em contextos apropriados. NOTA 2: O termo "AUTORIZAÇÃO" pode aparecer antecipando palavras, como "táxi", "decolagem", "abandono", "em rota", "aproximação" ou "pouso" para indicar porção particular do voo com a qual a autorização de controle de tráfego aéreo se relaciona. (ICA 100-12/2013).

5.1.2 Não obstante o estabelecido em 5.1.1 anterior, os voos VFR somente serão realizados quando simultânea e continuamente puderem cumprir as seguintes condições:

- a) manter referência com o solo ou água, de modo que as formações meteorológicas abaixo do nível de voo não obstruam mais da metade da área de visão do piloto;
- b) voar abaixo do FL 150; e
- c) voar com velocidade estabelecida no quadro da tabela 2.

5.1.3 Exceto quando autorizado pelo órgão ATC para atender a voo VFR especial, voos VFR não poderão pousar, decolar, entrar na ATZ ou no circuito de tráfego de tal aeródromo se:

- a) o teto for inferior a 450 m (1500 pés); ou
- b) a visibilidade no solo for inferior a 5 km.

No controle de tráfego aéreo brasileiro há duas formas de se controlar esse espaço: a) a primeira chama-se operação radar, onde o controlador faz uso da imagem em uma tela radar, e; b) a segunda, chamasse convencional na qual o controlador faz uso completamente da imagética, pois não faz uso do radar e suas concepções e percepção do tráfego aéreo se forma através de informações via radiotelefonia bidirecional e informações prestadas pelos aeronavegantes (pilotos), como ocorre no caso em estudo. Portanto, a mídia radiotelefonia primordial para a transmissão de conhecimento procedimental de voo.

O reconhecimento do objeto, também é um processo cognitivo, ele nos permite perceber uma forma em um estímulo visual. Porém, no caso objeto desse estudo, esse reconhecimento se dá por meio da **imagética**, uma vez que esse estímulo deixa de ser visual e passar a ser mental, projeção espacial realizada com base no conhecimento tácito, prévio, explícito e adquirido da situação e da sua consciência situacional.

A atenção é um importante fator de influência na memória de trabalho, podendo alterar a percepção e o processamento de dados e a tomada de decisão. A atenção nos permite processar algumas informações de forma mais completa, enquanto outras são ignoradas (exemplos: estresse e a sobrecarga de trabalho). Portanto, para tomada de decisão em algumas situações, o estudo da cognição situada é

importante, como exemplo no conflito entre duas aeronaves com risco de proximidade entre elas, o que pode ocasionar um incidente de tráfego aéreo.

Não somente o conhecimento das regras e normas inerentes é necessário, uma vez que ao se trazer sua experiência, se traz seu conhecimento sociocultural. Algumas vezes, quando se leva em consideração apenas os conhecimentos mecânicos adquiridos (regras e normas) não se identifica a real possibilidade de proximidade entre aeronaves, uma vez que estas cumprem o que preconiza as normas de separação<sup>13</sup> mínima. O setor aéreo brasileiro demonstra ser um grande campo para futuras pesquisas acadêmicas, pois sua literatura ainda é restrita e pouco disseminada o que torna um campo interessante e com possibilidade de sucesso seja na linha de mídias do conhecimento, como gestão do conhecimento e engenharia do conhecimento.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do caso estudado, mapeamento situacional de uma iminente colisão entre aeronaves na perspectiva do controlado de tráfego aéreo, objeto dessa dissertação, são fundamentadas segundo a psicologia cognitiva, mais especificamente, na teoria da cognição situada. Porém, excluiu-se o abrangente tema cognição e pormenorizaram-se alguns processos cognitivos como: atenção, memória e tomada decisão. Para Matlin (2003) entre os processos que contribuem com a compreensão da cognição estão a percepção e a memória, fundamentais em qualquer estudo psicológico ou que busque resultados que envolvam conhecimento e aprendizado.

Os processos cognitivos envolvem, rotineiramente, o trabalho do controlador de tráfego aéreo, não somente o processo de trabalho - turno e funções específicas da atividade do CTA -, mas, também, o processo situacional do agente controlador em ambiente da torre de controle ou controle de aproximação. Nesses ambientes, o CTA encontra-se em constante aprendizado e aplicação de conhecimento tácito, que ne-

---

<sup>13</sup>SEPARAÇÃO: Distância que separa aeronaves, níveis ou rotas. 2.1.157 SEPARAÇÕES CONVENCIONAL: Separação utilizada, quando estiver sendo provido o controle convencional. 2.1.158 SEPARAÇÕES RADAR: Separação utilizada, quando a informação de posição da aeronave é obtida de fonte radar. (ICA 100-37/2013).

cessitam da interface da percepção e da memória à sua tomada de decisão em momentos críticos como, por exemplo, em uma iminente colisão entre aeronaves.

A descrição do mapa situacional permitiu constatar que a situação apresentada e representada teve duração de minutos. Portanto, o tempo é também um fator decisivo para tomada de decisão. A resposta do CTA se deu em segundos, o que potencializa as questões cognitivas do tomador de decisão, um estímulo de ação e reação. Nesse contexto, a decisão do agente deve considerar como fator cognitivo: os procedimentos técnicos (regulamentos); fatores sensíveis, pois interfere diretamente na tomada de decisão do controlador de tráfego aéreo; fatores emocionais, e; fatores externos.

Neste estudo, fatores externos não foram apresentados, uma vez que requer um estudo aprofundado e com procedimentos específicos para aquisição de dados que suportem tais fatores. Porém, não devem de todo serem excluídos da análise do mapa cognitivo do controlador de tráfego aéreo no que tange ao uso da memória e da atenção.

Consta-se no estudo, principalmente, a ausência de procedimentos psicológicos que auxiliem o CTA, assim como a ausência de um profissional da psicologia diretamente no ambiente da torre de controle que possa monitorar as ações e tomadas de decisão do CTA com sua equipe e da equipe com o CTA.

Outro fator constatado na descrição do mapa cognitivo do CTA é a falta de recursos tecnológicos e humanos atualizados e competentes para acompanhamento dinâmico de suporte às decisões de equipe ou pessoal, como forma de prevenir incidentes e acidentes aeronáuticos. O estudo constatou que o sistema de tráfego aéreo é fragilizado pela necessidade de processos dinâmicos psicológicos, como, por exemplo, trabalhos que possam melhorar a tomada de decisão, memória e atenção.

Na descrição histórica da evolução da aviação, desde o 14 bis, passando pelas convenções de aviação civil, estabelecimentos de regras e órgãos reguladores e executores do sistema de aviação. Apresentou-se o sistema de tráfego aéreo brasileiro regulado, gerido e executado pela Força Aérea Brasileira (FAB) e, por meio, da experiência do autor foi identificado a ausência de equipamentos tecnológicos que auxiliem o CTA a tomada de decisão. Há, por exemplo, operação chamada convencional, que requerer desse profissional a imagética, como processo fundamental para se decidir e evitar uma possível colisão entre aeronaves.

Processos como relacionamento entre os membros da equipe são tratados sem prioridade quando merecem serem tratados como fatores principais, pois as condições de humor e bem-estar do profissional interferem diretamente na sua memória e atenção, podendo interferir na tomada de decisão exigida.

O sistema de tráfego aéreo, quanto ao seu fator humano, representado no estudo pelo controlador de tráfego aéreo, exige maior atenção quanto aos processos cognitivos desses profissionais, assim como de artefatos tecnológicos que dão suporte ao profissional, pois do CTA é exigido executar sua tarefa com excelência e de modo que suas decisões sejam as mais assertivas possíveis, uma vez que uma decisão equivocada pode ocasionar danos irreparáveis.

Portanto, este estudo pode ser ponto de partida para pesquisas mais aprofundadas quanto aos fatores cognitivos do profissional de tráfego aéreo e, ainda, um campo vasto, não somente dos fatores apresentados como de outros fatores que podem ser identificados, na perspectiva psicológica como nos demais áreas encontradas na relação dos processos cognitivos e do sistema de aviação civil e de tráfego aéreo.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA Nacional de Aviação Civil – ANAC. Disponível em:< [http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC060\\_1002a.pdf](http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC060_1002a.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ALEXANDRE, Agripa Faria. **Metodologia científica e educação**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2009.

ARTMAN, H.; GARBIS, C. **Situation Awareness as Distributed Cognition** Dpt. Of Communication Studies, Linkoping University, Suécia, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Anuário do Transporte Aéreo 2010. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/anuarios.asp>>. Acesso em: 15 set. 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Concepção Operacional ATM Nacional**. Brasília/DF, 2008.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Decreto nº 6.634, de 30 de abril de 2009. Brasília/QDF, 2009.

BRASIL. Lei no 7.565., de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o **Código Brasileiro de Aeronáutica**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7565.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Diretriz para Implementação de Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) no SISCEAB: DCA 63-3**. [Rio de Janeiro-RJ], 2009.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Estrutura e Atribuições do Subsistema de Segurança do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro: ICA 63-11**. [Rio de Janeiro-RJ], 2009.



\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Investigações de Ocorrências de Tráfego Aéreo: ICA 63-30.** [Rio de Janeiro-RJ], 2012.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Investigação do Aspecto Psicológico nos Incidentes de Tráfego Aéreo: MCA 63-7.** [Rio de Janeiro-RJ], 2008.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil Conduzidas pelo Estado Brasileiro: NSCA 3-13.** [Brasília-DF], 2013.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Manual de Investigação do SIPAER: MCA 3-6. [Brasília-DF], 2011.

CAMPOS, M. de B.; NITZKE, J. A.; LIMA, M. de F. do P. **Teoria de Piaget.** Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~marcia/teopiag.htm>>. Acesso em: 05 out. 2014.

CLANCEY, W. J. **Situated cognition:** on human knowledge and computer representations. Cambridge University Press, 1997. 406p  
Ocorrência de Acidente Aeronáutico ou Incidente Aeronáutico Grave: ICA 63-7. [Rio de Janeiro-RJ], 2010.

CANADÁ. Organização de Aviação Civil Internacional. Serviços de Tráfego Aéreo: Anexo 11. [Montreal],

\_\_\_\_\_. Organização de Aviação Civil Internacional. Investigación de Accidentes Aeronáuticos: Anexo 13. [Montreal].

DEPARTAMENTO de controle do espaço aéreo. Disponível em:< <http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4195>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. Disponível em:<<http://www.infranet.gov.br/houaiss/cgi-bin/houaissnetb.dll/frame>>. Acesso em 04 de maio de 13.

DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. de. **Psicologia na educação**. 2.ed. São Paulo:Cortez, 1994.

DUPUY, J. P. **Nas origens das ciências cognitivas**. Trad. FERREIRA, R.L. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. 228 p.

ENDSLEY, M.R. (1995). **Toward a theory of situation awareness in dynamic systems**. Human Factors, 37 (1) 32-64

FIALHO, F. **Psicologia das Atividades mentais**: Introdução as ciências da cognição. Florianópolis: Editora Insular, 2011.

FORÇA ÁREA BRASILEIRA. Disponível em:<<http://www.fab.mil.br/htm/index.htm>>. Acesso em: 06 out. 2014.

HOUAISS. Disponível em:< <http://www.infranet.gov.br/ouaiss/cgi-bin/houaissnetb.dll/frame>>. Acesso em: 22 abr.16.

HUTCHINS, E. (2000) **Distributed Cognition**. IESBS. University of California, San Diego.

IDEC. As possíveis razões da crise. Disponível em:<[http://www.idec.org.br/cyberativismo/ca/as\\_posiveis\\_razoes\\_da\\_crise.htm](http://www.idec.org.br/cyberativismo/ca/as_posiveis_razoes_da_crise.htm)>. Acesso em: 21 mar 2008.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. Doc. 9.750: Plano Global de Navegação Aérea para os Sistemas CNS/ATM. Montreal, 2006.

KROGH, Von George, ROOS, Johan **Organizational epistemology**. New York: Martin's Press, 1995.

LAVE, J. **Cognition in practice: mind, mathematics, and culture in everyday life**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1988.

LEMOS, Valmir. **História da aviação**: livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2012.

MCKINSEY & COMPANY. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil**: Relatório Consolidado. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 06 out 2014.

MATLIN, Margaret W. **Psicologia cognitiva**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MANUALDOPILOTO.BLOGSPOT.COM. Disponível em:<<http://manualdopiloto.blogspot.com.br/2011/01/espaco-aereo-controlado-divisao.html>>. Acesso em 29 set. 14.

MOURA, Lucia Seidl de.; FERREIRA, Maria Cristina. **Projetos de pesquisa**: elaboração, redação e apresentação. Rio de Janeiro: Eduerj, 2005.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. How it works. Disponível em: <[http://www.icao.int/cgi/goto\\_m.pl?icao/en/howworks.htm](http://www.icao.int/cgi/goto_m.pl?icao/en/howworks.htm)>. Acesso em: 06 out. 2014.

\_\_\_\_\_. The 1919 Paris Convention: The starting point for the regulation of air navigation. Disponível em:<[http://www.icao.int/icao/en/hist/stamps/1919\\_the\\_paris\\_convention.htm](http://www.icao.int/icao/en/hist/stamps/1919_the_paris_convention.htm)>. Acesso em 15 out. 2014.

\_\_\_\_\_. Declaration of global principles for the liberalization of international air transport. Disponível em: <http://www.icao.int/icao/en/atb/epm/Ecp/Declaration.pdf>. Acesso em 15 out. 2014.

\_\_\_\_\_. ICAO Freedoms of the Air. Disponível em: <[http://www.icao.int/icao/en/trivia/freedoms\\_air.htm](http://www.icao.int/icao/en/trivia/freedoms_air.htm)>. Acesso em 16 out. 2014.

PESCUNA, Derna; CASTILHO, Antonio Paulo Ferreira. **Trabalho acadêmico - o que é? Como fazer?:** um guia para sua elaboração. São Paulo: Olho d'Água, 2008.

R PERASSI, T MENEGHEL - **Mídias do conhecimento**. Florianópolis: Pádion, 2011

REGO, T. C. **Vygotsky:** uma perspectiva histórico-cultural da educação. 22.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

TERRA, M. R. **O desenvolvimento humano na teoria de Piaget**. Disponível em: <http://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm>. Acesso em: 13/07/2012.

SILVA, A. M. G. **Sistema de simulação acelerado para análise de fluxo de tráfego aéreo**. São José dos Campos, INPE, 2001.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SIQUEIRA, T. C. B.; DANTAS, A. **Concepções teóricas do desenvolvimento na educação**. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/1258/material/AULA%20INATISTA.pdf>.> Acesso em: 28/06/2012.

SOMMERMAN, Américo. **Inter ou transdisciplinaridade?:** da fragmentação disciplinar ao novo diálogo entre os saberes. São Paulo: Paulus, 2006.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2012.

THE BOMBING War: Europe 1939-1945 (A Guerra de Bombas: Europa 1939 – 1945) por Richard Overy.

UNINOVE. **Conceitos da psicopedagogia e dificuldades de aprendizagem.** Disponível

em:<<http://www.scribd.com/doc/73146321/19/Os-processos-de-assimilacao-e-acomodacao-segundo-Piaget>> Acesso em:05/10/2014

VANZIN, Tarcisio. **TEHCo** – modelo de ambientes hipermídia com tratamento de erros, apoiado na teoria da cognição situada. 2005. 188 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

Yin, Robert K. **Estudo de caso:** Planejamento e métodos. -4.ed.- Porto Alegre. Bookman, 2010.