

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO
DO CONTROLE DE APROXIMAÇÃO
AÉREA (APP) EM SITUAÇÃO REAL**

Cleyton Vieira de Vargas

Porto Alegre, 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DO
CONTROLE DE APROXIMAÇÃO AÉREA
(APP) EM SITUAÇÃO REAL

Cleyton Vieira de Vargas

Orientador: Lia Buarque de Macedo Guimarães, Ph.D.

Banca Examinadora:

Prof. José Orlando Gomes, Dr.

Léria Rosane Holsbach, Dr^a.

Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção como requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Modalidade: Acadêmica

Área de concentração: Gestão de Produção e Ergonomia

Porto Alegre, 2007

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof.^a Lia Buarque de Macedo Guimarães, Ph.D.

Orientadora PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, PhD.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. José Orlando Gomes, Dr.

Escola Politécnica / UFRJ

Léria Rosane Holsbach, Dr.^a

Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre

Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.

PPGEP / UFRGS

“Tudo posso Naquele que me fortalece”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de todos os dias, com saúde e fé, poder buscar e realizar meus sonhos.

Agradeço aos meus pais pelo companheirismo e confiança. Ao meu irmão Clácio, por ter participado do processo de concepção da pesquisa e ter lutado para que ela pudesse ser realizada no APP PA.

A minha irmã e meus amigos pelo apoio.

A minha orientadora Lia, pela confiança e apoio em todos os momentos da pesquisa.

Aos amigos do NDE/LOPP pela convivência e amizade.

Ao doutorando Ângelo Sant'Anna e a professora Márcia Echeveste pela estatística da pesquisa.

Ao amigo Gilson Fonseca, pela participação e incentivo desde a concepção desta proposta de pesquisa até a realização da mesma. Ao bolsista de iniciação científica do NDE/LOPP Tiago Masiero pela ajuda na coleta dos dados.

Aos controladores de tráfego aéreo do APP PA, pela disposição para participar desta pesquisa. Também agradeço a bela receptividade que sempre demonstraram.

Em especial, um agradecimento ao primeiro sargento Elton e ao suboficial Ardan pela grande ajuda, e o incentivo em todas as fases da pesquisa.

Ao comando do APP PA, em nome do Tenente Tedi, pelo apoio incondicional à pesquisa.

Ao DECEA, pela autorização e confiança para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 COMENTÁRIOS INICIAIS	12
1.1 Introdução	12
1.2 Tema e Objetivos.....	15
1.3 Delimitações do Trabalho	15
1.4 Estrutura do Trabalho	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 O Controle de Tráfego Aéreo.....	17
2.1.1 Histórico.....	17
2.1.2 Ministério da Aeronáutica.....	19
2.1.3 A Infraero.....	21
2.1.4 O Controle do Espaço Aéreo.....	22
2.1.5 O Controlador de Tráfego Aéreo.....	24
2.1.5.1 Formação e Treinamento do Controlador de Tráfego Aéreo.....	24
2.1.5.2 A Atividade do Controlador de Tráfego Aéreo	24
2.2 Fatores do Sistema Cognitivo	25
2.3 Subsistemas Cognitivos e suas Implicações no Controle do Tráfego Aéreo.....	27
2.4 Carga Mental de Trabalho.....	32
3 MÉTODO	35

3.1	Delineamento da Pesquisa.....	35
3.1.1	O Campo de Estudo.....	36
3.1.1.1	O Trabalho no APP PA	37
3.1.2	Os Participantes da Pesquisa.....	40
3.1.3	Os Instrumentos.....	40
3.2	Procedimentos	44
3.2.1	Estudo Preliminar	45
3.2.2	Estudo Principal	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1	Descrição dos Cenários.....	49
4.2	Classificação das Cenas	51
4.2.1	Cena Fácil	52
4.2.2	Cena Média	52
4.2.3	Cena Difícil	53
4.2.4	Os Impactos das Características dos Cenários na Classificação das Cenas.....	54
4.3	Razões da Classificação das Cenas	57
4.3.1	Cena Fácil	59
4.3.2	Cena Média	61
4.3.3	Cena Difícil	63
4.3.3.1	Considerações sobre a Complexidade da Cena.....	63
4.4	Priorização dos Fatores Cognitivos	64
4.5	Razões para a Priorização dos Fatores Cognitivos.....	65
4.6	Seleção de Dados.....	68
4.7	Tomada de Decisão.....	68
4.8	Avaliação Subjetiva da Carga de Trabalho - NASA/TLX adaptado.....	74
5	CONCLUSÃO.....	78
5.1	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	81
	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE A TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	86
	APÊNDICE B DIÁRIO DE CAMPO.....	87
	APÊNDICE C ENTREVISTA GERAL ESTUDO PRELIMINAR.....	88
	APÊNDICE D ENTREVISTA GERAL ESTUDO PRINCIPAL.....	89
	APÊNDICE E ENTREVISTA FILMAGEM ESTUDO PRELIMINAR CONTROLADOR – RADAR.....	90

APÊNDICE F ENTREVISTA FILMAGEM ESTUDO PRINCIPAL CONTROLADOR-RADAR.....	91
APÊNDICE G ENTREVISTA FILMAGEM CONTROLADOR – COORDENAÇÃO.....	92
APÊNDICE H CLASSIFICAÇÃO DA CENA (GRAU DE COMPLEXIDADE/GRAU DE GRAVIDADE).....	93
APÊNDICE I CARACTERÍSTICAS DAS CENAS.....	94
APÊNDICE J ESTATÍSTICA DESCRITIVA GRAU DE COMPLEXIDADE.....	96
APÊNDICE K ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) GRAU DE COMPLEXIDADE E GRAVIDADE.....	97
APÊNDICE L TESTE DE CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON.....	99
APÊNDICE M TESTE DE ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS TEMPO CLIMÁTICO E CLASSIFICAÇÃO DA CENA E ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE AERONAVES E CLASSIFICAÇÃO DA CENA.....	100
APÊNDICE N TESTE EXATO DE FISCHER PARA A ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS.....	102
APÊNDICE O ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO.....	103
APÊNDICE P TABELAS RAZÕES PRIORIZAÇÃO DOS FATORES COGNITIVOS..	104
APÊNDICE Q TESTE ESTATÍSTICO CARGA DE TRABALHO.....	107
ANEXO 1 QUESTIONÁRIO CARGA DE TRABALHO NASA-TLX.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Movimento aeronaves rede Infraero.....	12
Figura 2 Áreas de abrangência vigilância CINDACTA(s).....	19
Figura 3 Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e sistemas subordinados....	20
Figura 4 Malha aeroviária nacional.....	22
Figura 5 Aerovias e área terminal.....	23
Figura 6 Fatores cognitivos	26
Figura 7 Modelo mental dos controladores de tráfego aéreo.....	27
Figura 8 Subsistemas cognitivos.....	28
Figura 9 Imagem do radar do APP-PA.....	38
Figura 10 Exemplo de escala contínua para avaliação grau de complexidade e gravidade.....	41
Figura 11 Desenho esquemático da disposição das câmeras na sala de controle APP-PA.....	42
Figura 12 Cronograma da pesquisa.....	45
Figura 13 Gráfico de análise de correspondência entre as variáveis controlador/classificação da cena, número de aeronaves e condições meteorológicas.....	57
Figura 14 Gráfico de análise de correspondência das variáveis controlador, classificação de cena e prioridade.....	65
Figura 15 Carga de trabalho do controlador de trafego aéreo APP PA.....	75
Figura 16 Carga de trabalho do controlador de trafego aéreo TWR PA.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Movimento operacional acumulado da rede Infraero.....	21
Tabela 2 Razões para a classificação do cenário.....	58
Tabela 3 Razões para classificação da cena como fácil (controlador coordenação).....	60
Tabela 4 Razões para classificação da cena como fácil (controlador radar).....	60
Tabela 5 Razões para classificação da cena como fácil (controlador radar e controlador coordenação).....	61
Tabela 6 Razões para classificação da cena como média (controlador coordenação).....	61
Tabela 7 Razões para classificação da cena como média (controlador radar).....	62
Tabela 8 Razões para classificação da cena como média (controlador radar e controlador coordenação).....	63
Tabela 9 Razões para classificação da cena como difícil (controlador radar e controlador coordenação).....	63
Tabela 10 Razões para a priorização dos fatores cognitivos.....	66
Tabela 11 Tomada de decisão – controlador coordenação.....	69
Tabela 12 Tomada de decisão – controlador radar.....	71
Tabela 13 Tomada de decisão cena fácil (controlador coordenação).....	71
Tabela 14 Tomada de decisão cena fácil (controlador radar).....	71
Tabela 15 Tomada de decisão cena fácil (controlador coordenação e radar).....	72
Tabela 16 Tomada de decisão cena média (controlador coordenação).....	73
Tabela 17 Tomada de decisão cena média (controlador radar).....	73
Tabela 18 Tomada de decisão cena média (controlador coordenação e radar).....	73
Tabela 19 Tomada de decisão cena difícil (controlador coordenação e radar).....	74

RESUMO

Esta pesquisa analisou o trabalho dos controladores de tráfego aéreo em diferentes cenários reais, no controle de Aproximação (APP) de tráfego aéreo de Porto Alegre (APP PA). Com base em entrevistas, questionário e filmagens de cenas reais, foram analisadas as percepções de 14 controladores quanto às demandas da profissão; quanto aos fatores cognitivos (conhecimento, estratégia, dinâmica atencional) utilizados para o desempenho da atividade; e quanto à carga de trabalho com base no questionário adaptado do NASA TLX. Os resultados mostram que, entre outras variáveis, a complexidade da tarefa depende das condições meteorológicas, do número e tipo de aeronaves em observação, sendo que os controladores percebem as cenas de forma semelhante, independente do tempo de profissão e de controle no APP PA. Os controladores tomam as decisões de forma coordenada, sendo que a condução de um tráfego aéreo seguro depende da coordenação bem executada.

Palavras-chave: controle de tráfego aéreo, análise ergonômica do trabalho, NASA TLX.

ABSTRACT

This research analyzed the job of the air traffic controllers in different real scenes, at the Terminal Radar Approach Control (TRACON) of the air traffic in Porto Alegre (TRACON PA). Based on interviews, a questionnaire and shootings of real scenes, the perception of 14 controllers were analysed in relation to the demands of their job, in relation to the cognitive factors (knowledge, strategy, attentional dynamic) used for the performance of the activity; and related to the workload based on the adapted questionnaire of NASA TLX. The results show that, among other varieties, the complexity of the task depends on the meteorological conditions and on the number and type of aircrafts observed. The controllers understand the scenes in a similar way, not related on how much time they have working on the job nor working controlling time at TRACON PA. The controllers take the decisions in a coordinated way, because the conduction of the safe air traffic depends on a well done coordination.

Keywords: Air Traffic Control, Work Ergonomic Analyse, NASA TLX.

CAPÍTULO 1

1 COMENTÁRIOS INICIAIS

1.1 Introdução

No Brasil, o tráfego aéreo tem aumentado a cada ano, fazendo com que, em alguns pontos do território nacional, haja excesso de tráfego de aeronaves, com conseqüente congestionamento de aeroportos e aerovias. A figura 1 mostra o aumento do tráfego aéreo no território nacional baseado no número de aeronaves (pousos mais decolagens, não incluídas as aeronaves militares) nos últimos três anos na rede administrada pela Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (Infraero).

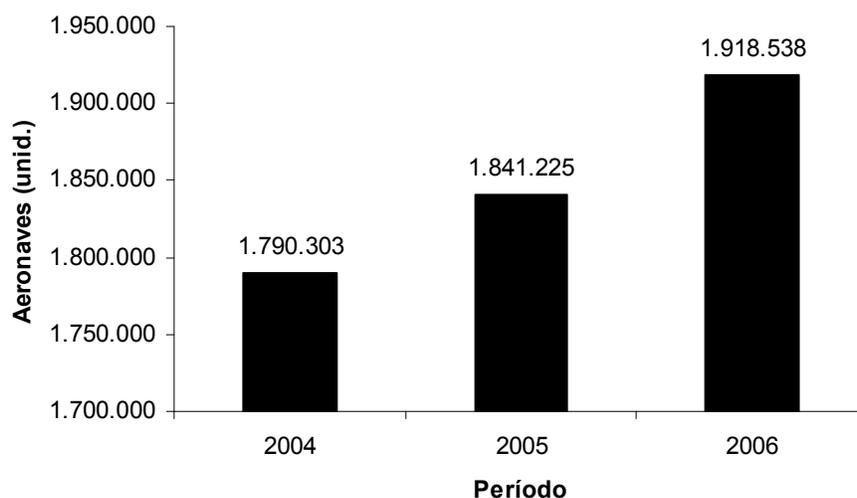


Fig. 1 – Movimento de aeronaves na rede Infraero

Devido a isso, a atividade de controlador de tráfego aéreo tem demandado mais atenção e aplicação do conhecimento adquirido sobre as condições de trabalho com a utilização de

diferentes tecnologias (AIRSAFETYGROUP, 2003). Os controladores de tráfego aéreo estão sujeitos à situação momentânea do tráfego aéreo sendo que, de acordo com a variação do tráfego, aumenta a necessidade de “resolução” rápida de “conflitos”. A variação do fluxo de aeronaves em um mesmo espaço aéreo faz com que o controlador tenha de trabalhar com uma aproximação maior das aeronaves e, em alguns casos, tendo de lidar, ao mesmo tempo, com uma quantidade superior à esperada de aeronaves (EYFERTH *et al.*, 2003).

No ano de 2006, um acidente aéreo de proporções até então nunca vistas no Brasil, trouxe o tema - controle de tráfego aéreo, mais próximo de um grande público que não estava familiarizado com o assunto. O voo 1907 da empresa aérea Gol, um Boeing 737-800 com 149 passageiros e seis tripulantes, colidiu com um jato executivo Legacy, aeronave de pequeno porte produzida pela Embraer, na região da Serra do Cachimbo, no sul do estado do Pará, a uma altitude de 37000 pés.

O jato executivo sofreu apenas danos em sua fuselagem, sendo que o piloto conseguiu pousar a aeronave. Já as pessoas que estavam no Boeing da empresa Gol não tiveram a mesma sorte, pois a aeronave sofreu avarias que impossibilitaram os pilotos de controlá-la, fazendo com que a mesma colidisse contra o solo. Muitos questionamentos em relação a esse fato foram levantados, como por exemplo, procedimentos adotados de acordo com as regras (separação longitudinal e vertical entre aeronaves, plano de voo, fraseologia), comunicação entre os diferentes centros de controle de tráfego aéreo, formação e capacitação do controlador de tráfego aéreo, tecnologia disponível, carga de trabalho a qual os profissionais do setor estão expostos, gestão e constrangimentos do sistema (SENADO FEDERAL, 2007).

Diferentes subsistemas (humano, tecnológico, e de projeto de trabalho) estão atuando conjuntamente durante o controle de tráfego aéreo. Tal controle compreende, no mínimo, a sala de controle, o espaço aéreo e as aeronaves (componentes de subsistema tecnológico), e envolve a equipe de controladores (componentes do subsistema humano), que têm que tomar várias decisões e ações, com base em dados dos equipamentos e informações obtidas junto aos pilotos.

Diferentes situações, muitas vezes complexas, e em sua maioria dinâmicas, exigem esforço cognitivo e habilidade do controlador para mudar, rapidamente, sua estratégia de ação, a fim de se ajustar a cada situação. Esta diversidade de acontecimentos, de diferentes cenários e, principalmente, a complexidade e dinamismo do sistema humano-técnico-trabalho característico do controle de tráfego aéreo, entre outras atividades, é o foco da Engenharia de Sistemas

Cognitivos (ESC). Ela busca uma visão de sistema humano-tecnologia atuando de forma indissociável, como parceiros de igual importância em situações reais de trabalho (HOLLNAGEL; WOODS, 2005) que, como é característico destes sistemas, estão sempre mudando.

Deve-se deixar clara a diferença entre o conceito de Engenharia de Sistemas Cognitivos e a Ergonomia Cognitiva clássica. Muitas vezes, esta última é entendida como o estudo das atividades que envolvem processamento de informação de um indivíduo. No entanto, a atividade cognitiva não pode ser vista em separado, como um pensamento individual. Seja em um cockpit de uma aeronave, em uma sala de cirurgia de um hospital, em um centro de controle de tráfego aéreo, ou numa sala de controle de uma refinaria de petróleo, as atividades envolvem um grupo de profissionais, em um sistema organizacional, e em um contexto institucional no qual, algumas vezes, acabam por moldar e/ou restringir as atividades, por exemplo, promovendo punições ou recompensas, e definindo metas que nem sempre são alcançadas (WOODS *et al.*, 1994).

Portanto, uma atividade cognitiva não pode ser vista como uma atividade de um único indivíduo (como é vista em alguns estudos em ergonomia cognitiva tradicional), pois ela é mais complexa, já que representa uma atividade em que os indivíduos-equipamentos-trabalho interagem entre si e, em geral, está em constante transição e evolução, com novas demandas, novos constrangimentos e novas tecnologias. A incorporação de novas tecnologias de ponta para minimizar incertezas e falhas que geralmente advêm de sistemas complexos, acabam por gerar outros problemas, pois mudam a relação humano/tecnologia/trabalho. Além do mais, nem sempre estas tecnologias são usadas como o projetista concebeu, pois são moldadas pelos usuários para melhor atender às necessidades do trabalho real.

Sob esta ótica, a engenharia de sistemas cognitivos propõe o conceito de resiliência que busca não só abordar o que deveria ter sido feito e explicar o que aconteceu, quando do acontecimento de uma falha (HOLLNAGEL *et al.*, 2006) mas, principalmente, aprender com as quase falhas para entender as variabilidades e os limites do sistema e, assim, prever e preparar para uma ação frente as possíveis falhas. Hollnagel *et al.* (2006) conceituam a engenharia de resiliência como um modelo na gestão de segurança focada em como ajudar as pessoas a fazer frente à complexidade dos sistemas.

As pessoas adaptam suas tarefas para responder a variação das demandas. Dentro desta adaptação entram os fatores cognitivos que estão relacionados com a intenção das pessoas para a

ação. Há três classes de fatores cognitivos: fatores do conhecimento, dinâmica atencional, fatores estratégicos.

Os fatores do conhecimento englobam o modelo mental que a pessoa tem sobre determinada atividade, o quão calibrado é este conhecimento para realização da tarefa, o nível de precisão e o quanto a análise da situação é simplificada. Neste momento há a presença de conflitos como, imperfeição, contradição, domínio incompleto do conhecimento, conflitos que podem levar a falha ou incerteza na execução da tarefa.

A dinâmica atencional engloba a percepção situacional, se o operador se fixa em pontos específicos. Os fatores estratégicos dizem respeito às metas a serem atingidas, à decisão a ser tomada, assim como à determinação de riscos.

1.2 Tema e Objetivos

Esta dissertação aborda o trabalho de controle aéreo, mais especificamente, o trabalho de Controle de Aproximação Aérea (APP), que configura um sistema dinâmico de grande variabilidade de situações, por vezes de alta complexidade, geralmente exigindo do controlador rapidez nas tomadas de decisão.

O objetivo do estudo foi o de acompanhar o dia-a-dia do controlador, a fim de analisar o trabalho de diferentes sujeitos em diferentes cenários reais, o que é uma característica inusitada, pois as publicações sobre o assunto geralmente calcam-se em situações de cenários simulados. Os objetivos específicos do estudo foram: verificar as diferentes percepções do Controlador de Tráfego Aéreo quanto às demandas da profissão; classificar, entre fácil, média, difícil, os diferentes cenários de tráfego aéreo observados; analisar os fatores cognitivos (conhecimento, estratégia, dinâmica atencional) utilizados para o desempenho da atividade; verificar as variáveis envolvidas dentro dos diferentes cenários; avaliar a carga de trabalho dos Controladores de Tráfego Aéreo.

1.3 Delimitações do Trabalho

A pesquisa envolve os controladores de tráfego aéreo que trabalham no centro de aproximação radar APP-PA. Os controladores que trabalham na torre de controle de aeródromo (TWR)

participaram apenas da avaliação da carga de trabalho (questionário adaptado do NASA TLX por Diniz e Guimarães, em DINIZ, 2003). A escolha de realizar a pesquisa no centro de aproximação radar e não na torre de controle, deveu-se ao fato da atividade do controlador em um centro de aproximação ser mais rico, sob o ponto de vista cognitivo. No controle de aproximação, há a vigilância radar, mudanças de altitudes, aeronaves de diferentes performances, isto tudo em um espaço aéreo pequeno, em comparação com a área do espaço aéreo de um Centro de Controle de Área (ACC). O processamento de informações, assim como a tomada de decisão parece ser mais rápido em comparação com os outros (ACC, TWR). Mesmo sendo menor a área de controle de uma TWR (compreendida pela área do aeródromo e suas imediações), não há tantas mudanças de altitude e velocidade, comparado com o APP.

Não foi possível analisar os incidentes aeronáuticos da área de abrangência do controle APP-PA ou ter acesso às estatísticas. Também não foram analisados os recursos e constrangimentos do sistema. A avaliação de carga de trabalho mental, foi baseada apenas na percepção dos controladores por meio da escala multidimensional adaptada do NASA-TLX que relaciona a demanda mental, demanda física, demanda temporal, performance, esforço (físico e mental) nível de frustração, não tendo sido utilizada nenhuma técnica de medição fisiológica como o eletroencefalograma (EEG), eletrooculograma, devido ao alto custo.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi estruturado em quatro capítulos além desta introdução. O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre controle de tráfego aéreo, sendo descritos o cenário do controle de tráfego aéreo no Brasil, histórico e instituições envolvidas. Em seguida, são abordados os aspectos da profissão de controlador de tráfego aéreo, áreas de atuação, competências, treinamento. No mesmo capítulo, também são abordados assuntos relacionados ao controle de tráfego aéreo como, engenharia de sistemas cognitivos, carga mental de trabalho e complexidade do “erro humano”.

No capítulo 3, é apresentado o estudo de caso, sendo descrito o campo de estudo, os participantes da pesquisa, os instrumentos para a coleta de dados e os procedimentos. No capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados obtidos. As conclusões obtidas ao longo da pesquisa e as limitações da mesma são discutidas no capítulo 5.

CAPÍTULO 2

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Controle de Tráfego Aéreo

2.1.1 Histórico

O controle de tráfego aéreo é um serviço prestado pelo Ministério da Aeronáutica do Brasil, com a finalidade de acelerar e manter ordenado e seguro o fluxo de tráfego aéreo (AIRSAFETYGROUP, 2003). O controle e defesa do espaço aéreo nacional estão divididos em seis grandes regiões de informação de voo sob responsabilidade do Ministério da Aeronáutica. Desde sua criação em 1941 o Ministério da Aeronáutica incorporou as estações particulares de apoio de navegação aérea que davam o suporte para a navegação aérea. Os Funcionários dessas estações foram enviados aos Estados Unidos da América para estudo do controle de tráfego aéreo e, no retorno, fundaram o centro de controle de área (ACC) no Rio de Janeiro, no Aeroporto Santos Dumont. Os ACC acompanhavam as aeronaves nas rotas até receberem as mensagens de pouso (AIRSAFETYGROUP, 2003).

O espaço aéreo nacional foi organizado e administrado pelo Ministério da Aeronáutica através da Diretoria de Rotas Aéreas (DR) que deu origem à Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo (DEPV) com serviços específicos de meteorologia, tráfego aéreo, comunicações, informações aeronáuticas e busca e salvamento (AIRSAFETYGROUP, 2003).

A divisão inicial do espaço aéreo brasileiro foi em cinco áreas de controle, enquanto nos EUA, para uma superfície em quilômetros quadrados um pouco maior que a brasileira, foi de vinte e sete áreas de controle. A grande área de abrangência desses centros trouxe uma deficiência quanto à comunicação entre os centros de controle de área e as aeronaves, mas essa dificuldade é amenizada pelo fato de o Brasil, se tratando de um país de clima tropical, possuir um espaço

aéreo com condições meteorológicas favoráveis facilitando a navegação aérea (AIRSAFETYGROUP, 2003).

A partir dos anos cinqüenta, foram criados mais quatro centros de controle de área. Esses centros passaram a usar siglas internacionais de acordo com a OACI (Organização Internacional de Aviação Civil). Em 1969, deu início a idealização de um sistema de controle de área com um programa de telecomunicações homônimo. Esse programa teve como objetivo ajustar às condições brasileiras, tornando o sistema nos locais dotado de órgãos de controle mais eficientes e seguros (AIRSAFETYGROUP, 2003).

A instalação de um sistema de controle de tráfego aéreo e de defesa aérea automatizados, e a incorporação de técnicas digitais possibilitou abandonar os métodos de identificação dos alvos móveis (aeronaves). No início eram requeridas dos aeronavegantes manobras de identificação para que o controlador pudesse identificar os alvos móveis na sua tela. Por meio do computador, são disponibilizadas na tela do radar etiquetas de identificação com caracteres alfanuméricos, além da trajetória futura da aeronave e das três posições anteriores (AIRSAFETYGROUP, 2003).

Na década de setenta foi construído o primeiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA I). Na década de oitenta, o Ministério da aeronáutica decidiu pela ampliação do sistema de controle de tráfego e defesa aérea em âmbito nacional construindo um segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo, continuando com o terceiro na década de noventa (AIRSAFETYGROUP, 2003).

O CINDACTA I localiza-se na cidade de Brasília DF, e é responsável pela área dos estados do sudeste e parte do centro-oeste. O CINDACTA II está localizado em na cidade de Curitiba PR e abrange a área correspondente aos estados do sul e Mato Grosso do Sul. O CINDACTA III abrange a área do Nordeste e o SIVAN a área do Norte e parte de Mato Grosso. A figura 2 mostra as divisões no Mapa do Brasil.

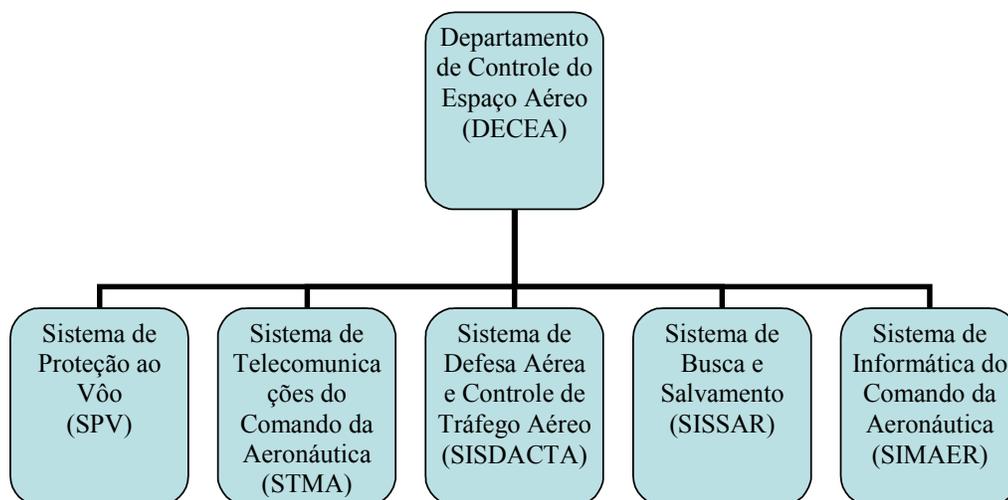


Figura 3: Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e sistemas subordinados.

O D.E.P.V. tem sob sua jurisdição, toda a área territorial do país, além do controle de uma área oceânica que se estende até o meridiano 10° W. Num total de 22 milhões de quilômetros quadrados, o D.E.P.V. atua em seis regiões de informação de voo (FIR). As regiões do sul e sudeste tem intenso movimento de tráfego aéreo e infra-estrutura, no campo da navegação aérea, compatível com as dos países mais desenvolvidos. Em contrapartida, a região da Amazônia, com baixo movimento de tráfego aéreo e infra-estrutura deficiente, só agora começa a dispor de tecnologia para controle do tráfego aéreo, e a área oceânica, cuja infra-estrutura é limitada, não dispõe ainda de tecnologia (O QUE É O DECEA, 2005).

O D.E.P.V. trata também dos assuntos referentes à investigação das irregularidades de tráfego aéreo cometidas por agente civil ou militar. Além disso, atua no sentido de aprimorar o desempenho dos pilotos quanto ao cumprimento das normas e procedimentos de tráfego aéreo; aprimorar o desempenho operacional dos controladores quanto à aplicação dos procedimentos, instruções e fraseologia a serem empregadas na execução dos serviços de tráfego aéreo, visando a padronização na aplicação das normas; aperfeiçoamento dessas normas e procedimentos com o objetivo de manter elevado o nível de segurança de voo.

2.1.3 A Infraero

A Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (Infraero) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Defesa que administra sessenta e seis aeroportos e oitenta e uma unidades de apoio à navegação aérea, além de trinta e dois terminais de logística de carga. Cerca de 330 milhões de pessoas passam por esses aeroportos a cada ano, destes, aproximadamente 83 milhões são passageiros. O número de operações entre pousos e decolagens em 2004 foi em torno de dois milhões. A tabela 1 mostra a movimentação na rede de aeroportos administrados pela Infraero (INFRAERO, 2005).

Tabela 1 Movimento operacional acumulado da Rede Infraero

Movimento Operacional Acumulado da Rede Infraero				
	Jan. à Dez. 2005		Jan. à Dez 2006	
<i>Superintendências</i>	<i>Aeronaves (unid.)</i>	<i>Passageiros (unid.)</i>	<i>Aeronaves (unid.)</i>	<i>Passageiros (unid.)</i>
Norte	111.059	2.968.087	124.704	3.612.514
Centro-Oeste	241.997	12.351.091	244.058	12.784.674
Noroeste	69.841	2.265.952	74.565	2.590.838
Sul	219.372	10.666.894	220.875	11.048.166
Nordeste	161.155	9.364.622	172.693	10.646.764
Leste	404.071	18.457.167	427.810	19.158.675
Sudeste	529.670	34.706.103	533.352	36.001.376
Centro-Leste	104.060	5.298.916	120.481	6.342.369
Total Infraero	1.841.225	96.078.832	1.918.538	102.185.376

Fonte: INFRAERO, 2007.

Nota: Aeronaves: pouso mais decolagem (sem militar).

Passageiros: embarque mais desembarque (mais conexão, sem militar).

A Infraero dispõe de oitenta e uma estações de navegação aérea espalhadas pelo Brasil, prestando serviços de controle aéreo, apoio às aeronaves e informação de vôo. O serviço de gerenciamento do tráfego de controle aéreo tem 13 centros de controle de aproximação (APP), que são responsáveis pelo tráfego aéreo nas fases de subida e descida das aeronaves (INFRAERO, 2005).

O controle de aeródromo é feito por vinte e duas torres de controle, responsáveis pelo gerenciamento dos movimentos aéreos de pouso e decolagem realizados nas proximidades ou nos próprios aeroportos. Estações prestadoras do serviço de informação de vôo em aeródromo (AFIS) ajudam com as informações necessárias para a condução das operações aéreas. Todos

esses serviços têm como mão-de-obra, controladores formados pela Infraero (INFRAERO, 2005).

2.1.4 O Controle do Espaço Aéreo

Os procedimentos de controle têm início na autorização de um plano de vôo para a realização de um vôo controlado. O vôo controlado é a designação do espaço aéreo compreendido pelas aerovias superiores, inferiores e zonas de tráfego de aeródromo (MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, 1999). A figura 4 mostra as aerovias no espaço aéreo nacional.

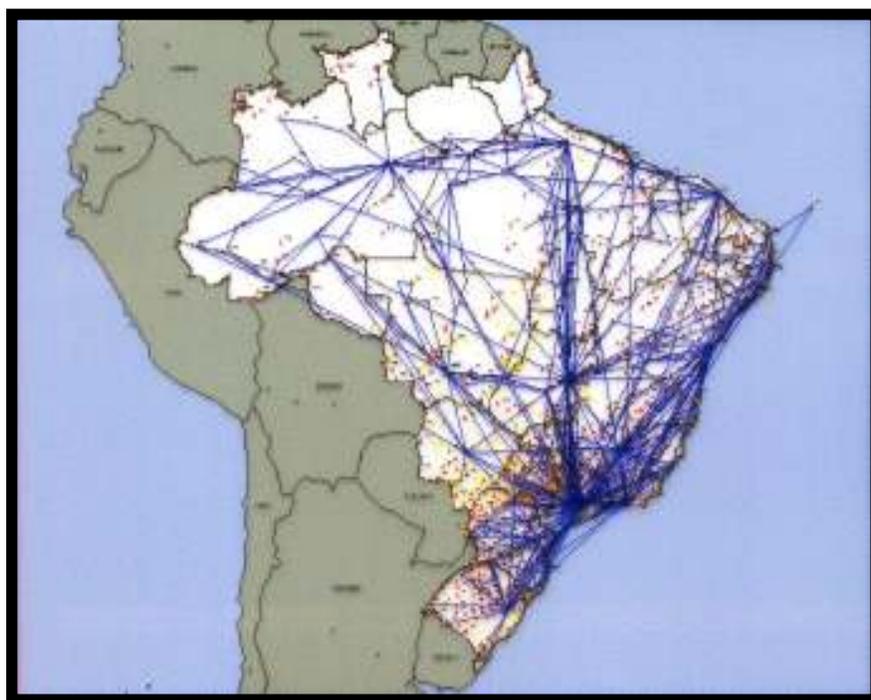


Figura 4 - Malha aeroviária nacional

O plano de vôo é de responsabilidade do serviço de informações da aeronáutica que fiscaliza o correto preenchimento e dá suporte ao piloto, oferecendo, em uma sala localizada em cada aeroporto, informações que podem ser úteis aos pilotos. No plano de vôo vai a identificação da aeronave; regras de vôo e tipos de vôo; números, tipo (s) de aeronave (s); equipamento, aeródromo de partida; velocidade (s) de cruzeiro; nível (is) de cruzeiro; rota que será seguida;

aeródromo de destino e duração total prevista; aeródromo (s) de alternativa; autonomia; número total de pessoas a bordo; equipamento de emergência e de sobrevivência; e outros dados (MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, 1999).

Depois de dada a autorização para decolagem de uma aeronave, a prestação do serviço de tráfego aéreo será fornecida por um controle de aproximação (APP) ou centro de controle de área (ACC) e o serviço de aproximação por um controle de aproximação (APP) ou Torre de Controle de Aeródromo (TWR). A figura 5 mostra as aerovias, área de controle do ACC e a área terminal. A área terminal pode conter mais de um aeroporto e é de responsabilidade do controle de aproximação (APP).

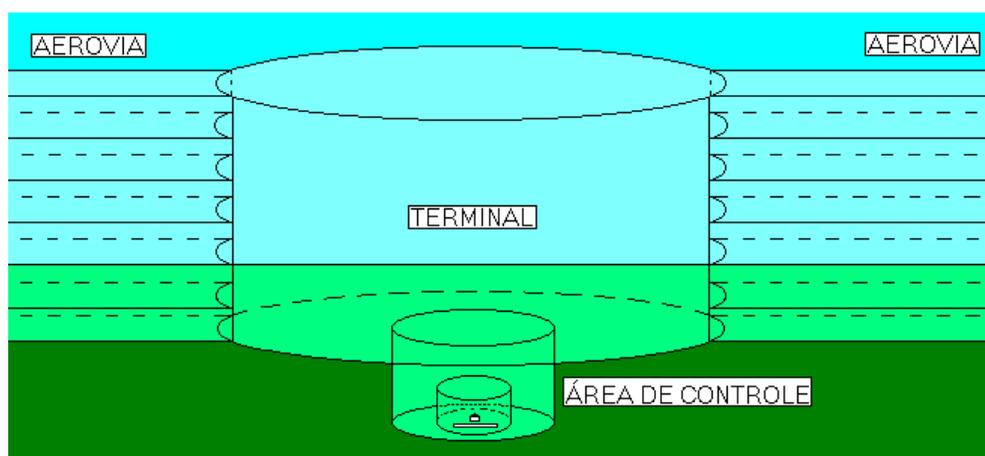


Figura 5: Aerovias e área terminal

O serviço de controle de aeródromo será prestado por uma Torre de Controle de Aeródromo (TWR). Somente um órgão de controle de tráfego aéreo (ACC, APP ou TWR) tem jurisdição sobre um determinado espaço aéreo ficando a este a atribuição dos serviços de informação de voo e de alerta para a aeronave (MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, 1999).

No serviço de controle de aeródromo, as torres de controle organizam o movimento de aeronaves no solo e no espaço aéreo. Também controlam a aproximação das aeronaves do aeroporto e autorizam operações de pouso e decolagem. As torres de controle estão em locais dos aeroportos que permita ampla visão do aeroporto, tanto para organização e monitoramento das aeronaves no

solo, quanto para uma ampla visão das aeronaves que se aproximam do aeroporto numa operação de pouso (O AEROPORTO, 2005).

2.1.5 O Controlador de Tráfego Aéreo

2.1.5.1 Formação e Treinamento do Controlador de Tráfego Aéreo

Em maio de 1944, a Escola Técnica de Aeronáutica em São Paulo formou a primeira turma de sargentos na sub-especialidade de Controle de Vôo. Hoje a formação militar de sargento especialista em controle de tráfego aéreo tem duração de dois anos e visa atender às demandas do controle e defesa do espaço aéreo nacional. A Infraero forma controladores de Tráfego Aéreo que irão atuar na própria instituição. O curso tem duração de um ano, sendo cinquenta por cento teórico e cinquenta por cento prático. É nessa prática que no Brasil, desde 1975, os simuladores destinados ao controle de tráfego aéreo são usados na formação e treinamento dos controladores. O Instituto de Proteção ao Vôo de São José dos Campos (IPV), organização do Comando da Aeronáutica, é o responsável pela formação continuada dos controladores de tráfego aéreo brasileiros e também pela pesquisa e desenvolvimento de soluções relativas ao Sistema de Controle do Espaço Aéreo (FONSECA, 2005).

2.1.5.2 A Atividade do Controlador de Tráfego Aéreo

O trabalho do especialista em controle de tráfego aéreo pode ser feito fazendo uso de radar e consoles de auxílio à navegação e operacionalização do espaço aéreo. Os controladores de tráfego aéreo estão expostos a uma carga de trabalho mental durante a prestação do serviço. Além de lidar com inúmeros conceitos, como por exemplo, velocidade, os controladores de tráfego aéreo têm de observar a separação das aeronaves no espaço aéreo, a fraseologia usada para comunicação, planejar o controle de tráfego em função dos tráfegos existentes (AIRSAFETYGROUP, 2003).

O controlador de tráfego aéreo está sujeito, dentro desse ambiente de operações complexas, a incidentes de tráfego aéreo, como por exemplo, uma quase colisão de aeronaves; um risco de colisão; uma dificuldade grave causada por falha na execução, ou não observância de procedimentos aplicáveis, ou falhas das facilidades e serviços terrestres; irregularidade do Controle do Espaço Aéreo. A quase colisão é quando a condição de aproximação entre aeronaves, ou entre estas e obstáculos na superfície, exigem mudanças bruscas e imediatas de

atitudes de vôo ou de movimento. O risco de colisão é a apreensão quando a projeção da trajetória de uma aeronave indicar a necessidade de uma ação planejada e coordenada, sobre seus movimentos ou atitudes de vôo, que assegurem separações adequadas entre elas ou em relação a obstáculos na superfície (AIRSAFETYGROUP, 2003).

2.2 Fatores do Sistema Cognitivo

Em qualquer trabalho, as atividades estão em constante transição e evolução. Atividades cognitivas e físicas variam com períodos de baixa demanda, para períodos com ocupação máxima onde a performance para execução da tarefa é mais crítica. Em suma, tem se observado que pessoas adaptam suas tarefas continuamente para responder à variação da demanda. Essas situações criam grandes restrições na atividade cognitiva que vão desde pressões, incerteza, até as falhas (WOODS *et al*, 1994).

Os sistemas dinâmicos, como o ambiente de controle de tráfego aéreo, são caracterizados pelo fato de que o estado de um sistema muda independentemente e em consequência de uma ação tomada por alguém, e que várias decisões interdependentes em tempo real são requeridas. Uma característica comum de parte dos sistemas dinâmicos é que eventos acontecem rapidamente, são freqüentemente complexos e consistem em vários componentes que requerem rápida análise e tomada de decisão sob muita pressão por tempo (BANBURY; TREMBLAY, 2004).

Há três classes de fatores cognitivos, segundo Woods (1994) que regem como as pessoas formam a intenção para a ação:

Nos fatores do conhecimento, há implicações cognitivas quanto ao modelo mental que a pessoa tem sobre determinada atividade, calibração do conhecimento para realização da tarefa, conhecimento impreciso ou uma grande simplificação de uma situação que se apresente. Neste momento, há a presença de conflitos, como imperfeição, contradição, domínio incompleto do conhecimento, conflitos que podem levar a falha ou incerteza na execução da tarefa.

No fator da dinâmica atencional, há implicações quanto à diminuição da percepção situacional, ou fixação em pontos específicos. A percepção situacional se caracteriza por uma variedade de atividades de processamento cognitivo que são críticas quanto ao dinamismo, ao evento dirigido, e na prática de atividades múltiplas (SARTER e WOODS, 1995). Endsley (1995) conceitua o

termo como a percepção de elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão do significado deles, e a projeção das posições deles no futuro.

Nos fatores estratégicos, há implicações quanto às metas a serem atingidas e a decisão a ser tomada, assim como na determinação de riscos. Nesses casos, há a presença de conflitos de metas, de limite atencional devido a múltiplos atrativos, e regras que não se aplicam a todos os casos. Basicamente, lida com os dilemas da estratégia adotada para a resolução de um conflito qualquer.

A figura 6 mostra os fatores cognitivos com suas implicações e conflitos.

Fatores Cognitivos	Implicações Cognitivas	Conflitos Presentes
Conhecimento	Conhecimento impreciso, simplificação, calibração do conhecimento, modelo mental	Domínio incompleto do conhecimento, imperfeição, contraditoriedade
Dinâmica Atencional	Percepção situacional, fixação	Limite atencional demandada por múltiplas variáveis
Estratégia	Tomada de decisão, determinação do risco	Conflito de metas, regras que não se aplicam a todos os casos, questões organizacionais

Fonte: (adaptado de Woods et al., 1995)

Figura 6: Fatores Cognitivos

Operadores de sistemas complexos humano-máquina adquirem conhecimento e habilidade durante um longo curso de prática em que vivenciam as demandas do sistema. Uma importante questão é que operadores em sistemas complexos criam um modelo mental, representando o ambiente complexo das suas tarefas (NIESSEN *et al*, 1999).

O objetivo dessa representação é diagnosticar o presente estado do sistema para poder, posteriormente, antecipar os estados futuros e planejar a intervenção (NIESSEN *et al*, 1999). No caso dos controladores de tráfego aéreo, o sistema é dinâmico e o controlador tem de prever, antecipar, as múltiplas situações e lidar com diferentes informações (a do radar, a comunicação com piloto, a da equipe de controle, a de outras aeronaves simultaneamente).

Os componentes principais (módulos) do modelo mental do controlador de tráfego aéreo são (figura 7): a seleção de dados, antecipação, resolução de conflitos, métodos, controle, os quais compostos de muitos processos e três ciclos de processamento de informações, cada uma conectada com cada um dos cinco módulos (NIESSEN *et al*, 1999).

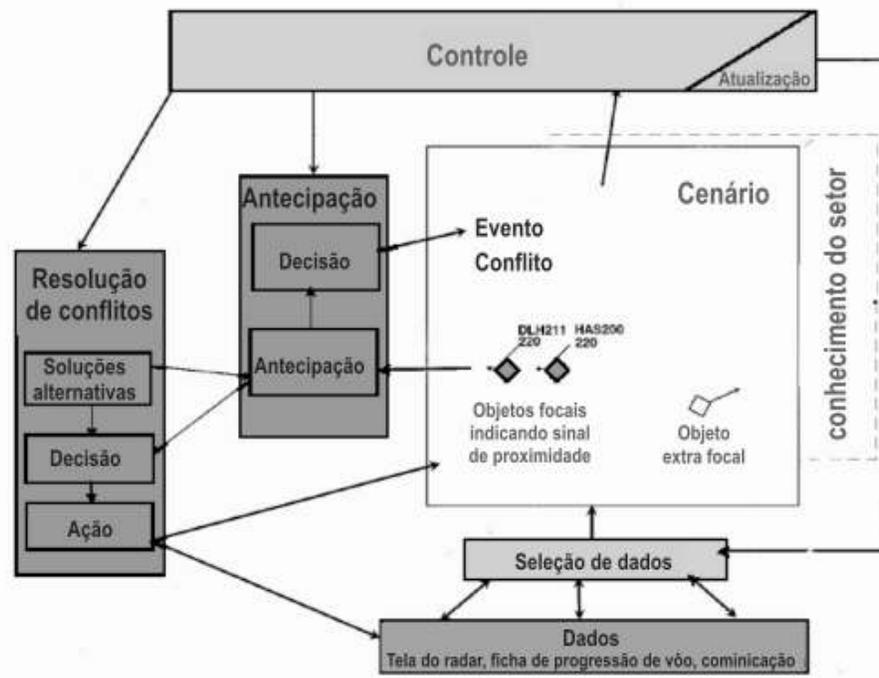


Figura 7: Modelo mental dos controladores de tráfego aéreo

2.3 Subsistemas Cognitivos e suas Implicações no Controle do Tráfego Aéreo

O trabalho do controlador de tráfego aéreo pode ser analisado à luz dos preceitos da Engenharia de Sistemas Cognitivos (ESC). O foco da ESC está em como o homem pode fazer frente e controlar a complexidade de processos e ambientes tecnológicos, inicialmente no contexto do seu trabalho, mas também em todos os outros aspectos da vida diária (HOLLNAGEL; WOODS, 2006).

Em 1981, assim como hoje, há três importantes questões para a engenharia de sistemas cognitivos:

- a) como os sistemas cognitivos fazem frente à complexidade, por exemplo, pelo desenvolvimento de uma descrição apropriada da situação e decisões para alcançar as metas;
- b) como se pode montar um sistema cognitivo relacionado, onde ser humano-máquina são tratados como sistemas cognitivos interagindo;
- c) como o uso de artefatos pode afetar funções específicas do trabalho.

Uma importante premissa para a engenharia de sistema cognitivo é que todo o trabalho é cognitivo. Simplificando, a premissa da engenharia de sistema cognitivo está em como projetar um sistema cognitivo relacionado no qual se possa, efetivamente, controlar as mais diversas situações (HOLLNAGEL; WOODS, 2006). O termo engenharia de sistemas cognitivos foi formulado há mais de vinte anos tendo ainda um grande caminho para sua total compreensão

Baseado em Hollnagel (2002), pode-se depreender que há diferentes subsistemas cognitivos envolvidos no sistema que envolve o tráfego de aeronaves. A figura 8 mostra os diferentes subsistemas cognitivos.

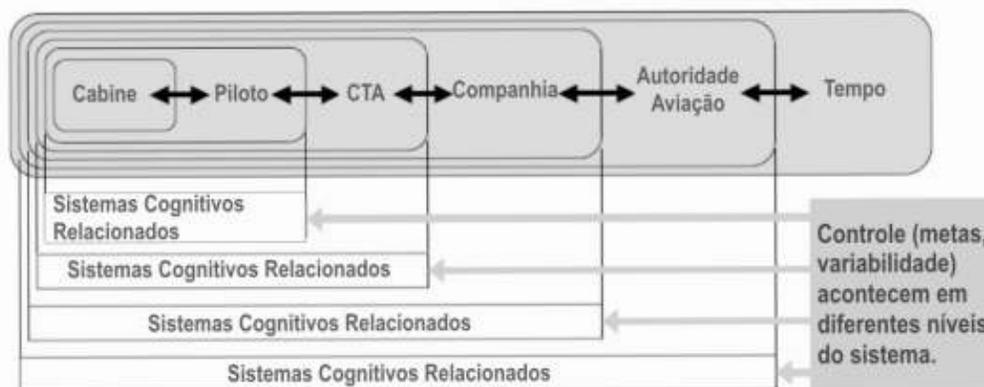


Figura 8: Subsistemas cognitivos

O Cockpit e o piloto representam, num primeiro momento, a fonte de maior dinamicidade dos cenários. Devido as diferentes performances das aeronaves e características de cabine (as diferentes tomadas de decisão dos pilotos) o controlador tem que fazer uso desse conhecimento para poder agir.

As companhias aéreas estão representadas pelos diferentes parâmetros de procedimento adotados. Também, há o fato de aeronaves requererem (indiretamente) preferência na aproximação ou até em manobras de decolagem. Em função da necessidade do uso dos equipamentos de maneira que se tornem economicamente viáveis, a perda de tempo e o conseqüente atraso podem acarretar em prejuízos financeiros para a empresa aérea. Além do atrasado e suas implicações financeiras, quando a aeronave necessita realizar algum procedimento, o qual acarreta em maior tempo de voo, há um gasto maior de combustível.

A autoridade militar, outro subsistema envolvido, colabora na elaboração das normas para o tráfego, gerenciamento e provimento de recursos, financeiros e humanos.

O tempo ou clima é, dentre estes sistemas, o mais sujeito a variações (velocidade do vento, chuva, sol) e, quando há alterações inesperadas, pode influenciar diretamente na segurança da condução do tráfego.

Por fim, o último, e foco do estudo, o **controle de tráfego aéreo** é caracterizado pelos diferentes cenários que mudam a todo instante, sofrendo influências dos diferentes subsistemas cognitivos envolvidos no sistema que envolve o tráfego de aeronaves.

Os subsistemas, empresa aérea, autoridade militar podem ser chamados de (*blunt end*), pois atuam indiretamente no sistema (WOODS; HOLLNAGEL, 2006). Eles provêm os diferentes subsistemas com a tecnologia, política econômica, legisladores, a fim de que o sistema alcance suas metas (GUIMARÃES, 2006). Eles exercem autoridade-responsabilidade sobre os chamados agentes internos ou (*sharp end*).

Os *sharp end* são os que atuam diretamente no sistema. São, nesse caso, os pilotos ou equipe de cabine, e os controladores de tráfego aéreo. Logicamente, há os que viabilizam o funcionamento dos equipamentos dando o suporte técnico para que seja desempenhada a atividade.

Os controladores trabalham para que o sistema funcione de forma produtiva e segura (WOODS; HOLLNAGEL, 2006). Eles têm que ver os conflitos de metas, subtrair os obstáculos, perigos, selecionar os dados que necessitam avaliar e administrar os diferentes comportamentos do sistema. Têm que coordenar as decisões, que devem ser baseadas no conhecimento, e agir de forma a atingir as metas.

O cenário do controlador é dinâmico e complexo. Dentro de um modelo mental da atividade, ele tem que lidar com diferentes cenários, de diferente complexidade, como muitas ou poucas variáveis envolvidas.

As tomadas de decisão dependem de uma boa calibração do conhecimento (WOODS *et al.*, 1994). Atenção no tráfego, na dinâmica do tráfego é primordial para uma boa antecipação para a tomada de decisão. A estratégia é fruto da coordenação, de um conhecimento calibrado e atenção nas diferentes variáveis do sistema. Não menos importante, a estratégia é vista com sucesso sempre que os controladores trabalham de forma coordenada em consonância com as situações de mudança (GUIMARÃES, 2006).

Dentre as falhas de fatores cognitivos estão os do conhecimento, como, por exemplo simplificação exagerada; as rupturas na dinâmica atencional, como, por exemplo, problemas na percepção situacional, fixação; e os dilemas da estratégia adotada para a resolução de um conflito qualquer. Outra classe de fator que deve ser levada em consideração são os recursos e restrições impostas pelo contexto organizacional (WOODS *et al.*, 1994).

Os recursos que os controladores têm para trabalhar são de vital importância para a execução da atividade. São eles: o radar, a estação de trabalho, as comunicações e frequências, auxílios à navegação, entre outras. Motter (2006) verificou, com base na fala dos controladores, que problemas meteorológicos ou falha de equipamentos se traduzem em situações inesperadas e imprevisíveis. Soma-se a isso a diversidade de equipamentos, procedimentos e fraseologia específica que o controlador tem de lidar. Porém, é importante salientar que avaliar os recursos e constrangimentos da atividade do controlador é avaliar a instituição militar. A instituição militar é caracterizada por um formato hierárquico bem vertical, no qual só os oficiais tem o posto de comando. Esta característica de verticalização das organizações ou empresas tendem a dificultar o fluxo de informações, tão importante nos processos decisórios.

A importância de fatores organizacionais na falha dos sistemas pode ser avaliada por o quanto que uma empresa investe em treinamento e prática. Também pressões organizacionais podem exacerbar conflitos entre metas e afetar o critério adotado pelos trabalhadores na escolha de meios para atingir as metas (WOODS *et al.*, 1994). Sistemas complexos são caracterizados, entre outros fatores, por múltiplos conflitos de metas, pressão por resultados. No caso do controle de tráfego aéreo, um exemplo pode ser o fornecimento de informações necessárias para decidir sobre a interrupção, ou não, de um pouso de uma aeronave em um aeroporto que está sob uma

condição meteorológica na qual aumenta o risco de um acidente aeronáutico (HOLLNAGEL, 2002).

Alguns autores pesquisaram sobre as condições e os tipos de “erros” na condução do tráfego aéreo. Stager *et al.* (1989) analisaram relatos feitos durante a investigação das condições que estavam associadas com operações irregulares no controle de tráfego aéreo. Foram investigados 301 operações irregulares no centro de controle de área (ACC) na *Air Traffic Services Branch of Transport Canada*, onde se buscou identificar fatores relacionados aos incidentes no CTA. Essa investigação usou o termo erro operacional ou irregularidade para indicar erro no sistema. Seja um erro operacional ou um erro no sistema, o erro acarretaria numa diminuição da separação das aeronaves ou em uma situação de perigo. Os resultados dessa investigação indicaram que a ocorrência de acidentes não estava relacionada diretamente com altas cargas de trabalho. As irregularidades nas operações eram associadas com condições de moderada à leve de carga de trabalho ou de complexidade normal.

Kinny *et al.* (1977) atribuíram, a mais de 90% dos erros, aos fatores de atenção, julgamento, comunicação. Wiener (1980) e Danaher (1980) relacionaram os erros do sistema a uma divisão em áreas de controle ou vigilância muito extensas. Também relacionaram a carga de trabalho, ao projeto do posto de trabalho, comunicações, procedimentos e ao impacto da automação na performance do sistema.

Assim como nos estudos de Kinny *et al.* (1977) as categorias de erros mais freqüentes citadas no estudo de Stager *et al.* (1989) foram a atenção, julgamento e comunicação. Dentro dessas três categorias, o não reconhecimento de conflito, falta de atenção, desvios dos procedimentos operacionais, falha de coordenação e um julgamento “pobre”, foram os erros mais freqüentes citados. Outro ponto importante nesse estudo foi que mais de 60% dos casos examinados tinham atenção e erro de julgamento como causas de erro.

Hrebec *et al.* (1994) realizaram um estudo, em um simulador de Boeing 747-400, sobre a transmissão de informações de controle de tráfego aéreo para a tripulação de uma aeronave. As tripulações erravam mais em condições de sobrecarga de informações do que em cargas de informações mais moderadas e leves. Mas a carga estava relacionada com a “densidade” da informação transmitida e não com a quantidade. Essa “densidade” de informações estava relacionada à clareza dos “pacotes” de informações que a tripulação recebia e não com a quantidade deles. Este estudo demonstrou que quando há o número de unidades de informações

contidas dentro de um aumento discreto de comunicação, o número de erros que uma tripulação de uma aeronave comete, para cada unidade ou “pacote” de informação, também aumenta.

Seamster *et al.* (1992) analisaram a comunicação dos controladores de tráfego aéreo que atuavam nos centros de controle de área (ACC) nos EUA. O objetivo era reavaliar o programa de treinamento para formação de controladores de tráfego aéreo que trabalhavam em ACC. Essa comunicação foi analisada com base nas diferenças entre o controlador radar e a associação entre a comunicação entre a equipe e o radar, entre o uso dos comandos, conhecimentos, comunicações mais rotineiras e diferenças nas comunicações dos controladores entre condições de carga de trabalho moderada à sobrecarga. A análise mostrou que o nível de experiência e frequências de comunicação do radar associado ao controlador representa uma parte importante da performance da equipe. Também pode ser concluído que um efetivo gerenciamento de recursos de cabine depende em boa parte de uma associação radar, controlador e a comunicação da percepção situacional do controlador, bem como das dúvidas e sugestões relatadas para o planejamento do setor.

Um ponto importante nesses estudos é que se vislumbra a busca de um enfoque mais sistêmico no que tange o “erro”, que é um enfoque da engenharia de sistemas cognitivos, pois os diferentes fatores do sistema, ou subsistemas que compõem os sistemas relacionados, devem ser analisados no conjunto.

2.4 Carga Mental de Trabalho

A necessidade de processar uma grande quantidade de informações durante a realização de uma tarefa pode acarretar em uma sobrecarga mental e conseqüente erro e decréscimo de desempenho. A carga mental é influenciada pelas capacidades individuais, estratégias utilizadas para a realização da tarefa, além dos aspectos físicos e mentais do trabalhador (GUIMARÃES, 2006).

A palavra carga tem sua origem na palavra latina *Carrus* (aquilo que é ou pode ser transportado em carro ou suportado por alguém ou alguma coisa). Carga mental é uma função complexa e pessoal, com características da tarefa e do esforço investido para a realização da mesma que depende de sua motivação e de outros fatores idiossincráticos (CORRÊA, 2003).

Corrêa (2003) pesquisou cerca de 8000 títulos relacionados à sobrecarga mental e pouco mais de 500 títulos relacionados à carga cognitiva (*cognitive workload*) e selecionou cerca de 40 textos. Observou que os principais estudos na área relacionavam-se aos efeitos produzidos pela carga mental sobre indicadores fisiológicos, que estavam associados a métodos subjetivos como o NASA-TLX, principalmente em situação simulada. Notou uma predominância de estudos realizados em laboratório ou estudos em situações muito específicas como aviação civil e militar, sendo que havia poucos estudos relacionando à carga mental com fatores específicos de uma situação real de trabalho.

Motter (2006) realizou um estudo com os controladores do ACC Curitiba com o objetivo de analisar a relação entre a carga mental e a carga física. Participaram da pesquisa 25 controladores com a média de idade de 26 anos. Os resultados apontaram dificuldades organizacionais, sobrecarga cognitiva, constrangimentos posturais e desgaste psíquico. Entre os relatos dos controladores estavam as dificuldades de ascensão profissional, insatisfação salarial e falta de reconhecimento por parte de seus superiores hierárquicos. O estudo mostrou que a sobrecarga mental ocorre, porque o controlador deve gerenciar grande quantidade de informações, memorizar diversos códigos e números, fazer cálculos mentais, a atenção e concentração são intensas e a tomada de decisão deve ser extremamente rápida.

Bruce (1993) concebeu um modelo explanatório de influências que a tarefa de controle de tráfego aéreo tem sobre a pressão do trabalho do controlador. Ele levou em consideração a hora do dia; facilidade de localização; o volume de tráfego; a presença de um controlador no radar ou duas pessoas trabalhando, como uma equipe; questões de comunicação; interação entre computadores; passagem de tráfego de um setor ou centro para outro; os dados nas fichas de progressão (ou *flight strip*, que é uma tira de papel impressa contendo os dados da aeronave, altitude, velocidade, direção), e a performance do controlador baseado na observação da resposta do mesmo às pressões. Os resultados mostraram uma ligação significativa entre a atividade e o volume de tráfego, nível de complexidade do tráfego, configuração do controle (o alto nível de complexidade e volume de tráfego, e a presença de uma equipe estavam associadas com altos níveis da tarefa). Com maior consistência estava a relação causal de complexidade do tráfego aéreo e a atividade. A complexidade do tráfego provou ser um dos principais fatores para predição da relação da pressão sobre a performance dos controladores.

Redding (1992) cita que, em alguns estudos, a relação entre a carga de trabalho dos controladores e a ocorrência de erros são mais frequentemente associados a uma média ou leve carga de trabalho. Em um estudo com 301 operações irregulares no controle de tráfego aéreo do Canadá, foram relacionados cerca de 80% de todos os erros com períodos de carga de trabalho classificados de média para abaixo de média. Fatores como atenção seria uma das grandes fontes de erros, devido ao não-reconhecimento de conflitos e uma falta de atenção geral.

CAPÍTULO 3

3 MÉTODO

3.1 Delineamento da Pesquisa

A investigação sobre o sistema humano-técnico-trabalho em um controle de tráfego aéreo de Aproximação (APP) se caracterizou por uma abordagem quali-quantitativa, fazendo o uso de um estudo de caso como estratégia de pesquisa. Para a pesquisa em campo, adotou-se um tipo de estudo observacional-descritivo (MINAYO, 1997), usando o método etnográfico que é definido por Marshall como “*o ato de observar diretamente o comportamento de um grupo social e de produzir uma descrição escrita disso*” (MARSHALL, 1994, p 158).

A pesquisa qualitativa tem como objetivo a investigação do universo social e de suas inter-relações. No universo investigado, os significados, as crenças, os valores, as aspirações expressas pelos indivíduos refletem a realidade, explicando-a, justificando-a ou questionando-a (MINAYO, 1994). Na abordagem qualitativa o processo de investigação/análise permite a observação-descrição de vários elementos simultaneamente de um pequeno grupo.

A estratégia de estudo de caso investiga fenômenos contemporâneos dentro do contexto da vida real. Como nem sempre há discernimento na vida real entre o contexto e o fenômeno, a investigação de estudo de caso poderá se basear em várias fontes de dados. Essas fontes de dados devem convergir em um mesmo ponto no qual serão confrontados com as proposições teóricas do tema. A principal característica dessa estratégia de pesquisa está na generalização analítica. O pesquisador tenta generalizar um conjunto específico de resultados a alguma teoria mais abrangente (YIN, 2005).

A engenharia de sistemas cognitivos faz o uso da observação de uma situação real para entender como as pessoas se adaptam sob as pressões e demandas do trabalho (WOODS *et al.*

2005 apud GUIMARÃES, 2007). Nesse caso, o objetivo é identificar as demandas cognitivas, a coordenação do trabalho entre os diferentes trabalhadores, assim como outros níveis do sistema (no contexto organizacional) influenciam no trabalho. A autenticidade do que se está observando pode ser obtida pela adoção de métodos etnográficos (GUIMARÃES, 2007).

Segundo Victória (2000), o método de pesquisa etnográfico tem como base relacionar os comportamentos humanos com certo contexto social buscando o conhecimento científico da realidade social. Mesmo havendo controvérsias quanto algumas características da etnografia – segundo Spradly (1979), o fundamental é o registro do conhecimento cultural; para Gumperz (1981), o básico é a investigação detalhada de padrões de interação social; para Lutz (1981) é a análise holística da sociedade – a etnografia se apresenta como um método de investigação no qual se persegue a descrição ou reconstrução, fazendo-se valer de um caráter interpretativo de uma cultura, forma de vida, estrutura social de um grupo específico em que se aprende o modo de vida de seus componentes e suas inter-relações, de modo que possibilite fazer afirmações explícitas acerca disto (GÓMEZ, 1996).

3.1.1 O Campo de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Destacamento de Controle do Espaço Aéreo – DTCEA-PA, mais especificamente no Controle de Aproximação de Porto Alegre – APP-PA. O serviço de controle de aproximação é um serviço radar no qual os controladores de tráfego aéreo mantêm o fluxo ordenado das aeronaves que chegam e saem de uma área terminal. Os APP(s) têm a atribuição de emitir autorizações de tráfego às aeronaves que estiverem voando ou que se propuserem voar dentro da área terminal. O objetivo é manter as separações mínimas estabelecidas entre as aeronaves; disciplinar, acelerar e manter ordenado o fluxo de tráfego aéreo; e orientar e instruir as aeronaves na execução dos procedimentos de espera, chegada e saída, estabelecidas pelo Departamento de Proteção ao Vôo.

Os pilotos em comando das aeronaves estão em constante contato com os controladores de tráfego aéreo do APP. É obrigação dos pilotos manterem escuta permanente com o APP, cumprirem as autorizações de tráfego aéreo emitidas pelo APP, informarem ao APP, independente de solicitação, logo que abandonarem um nível de vôo, atingirem um nível de vôo, iniciarem as fases de um procedimento de aproximação, entrarem em nova fase de um procedimento de saída.

3.1.1.1 O Trabalho no APP PA

Os controladores de tráfego aéreo de um APP realizam vários procedimentos, tanto para as aeronaves que saem, quanto para as aeronaves que chegam. As autorizações de controle de tráfego aéreo para as aeronaves que saem deverão especificar: a direção que as aeronaves deverão manter após as decolagens, bem como as curvas subseqüentes; a trajetória que deverão seguir, antes de tomarem o rumo desejado; o nível de vôo ou a altitude que deverão manter antes de continuarem a subir para o nível de cruzeiro autorizado; a hora, ponto ou velocidade, ou ambos, em que se fará a mudança de nível de vôo; e qualquer outra manobra necessária compatível com a operação segura das aeronaves.

Para as aeronaves que chegam, o APP deverá transmitir as seguintes informações: nível ou altitude autorizada, de acordo com a altitude mínima de setor; proa ou auxílio para o qual a aeronave deverá se dirigir; ajuste de altímetro e nível de transição; pista em uso; procedimento de aproximação por instrumentos a ser executado; informações meteorológicas essenciais atualizadas; estado da pista, quando existirem resíduos de precipitação ou outros perigos temporários; e variações do estado operacional dos auxílios visuais e não visuais essenciais para a aproximação e pouso.

Ao iniciar a aproximação final, o APP deverá transmitir às aeronaves quaisquer das seguintes informações: mudanças significativas na direção e velocidade do vento médio na superfície; a informação mais recente sobre o gradiente de vento e/ou a turbulência na área de aproximação final; a visibilidade existente, representativa da direção e sentido da aproximação e pouso, ou o valor ou valores atuais do alcance visual na pista; ocorrência súbita de perigo (por exemplo: tráfego não autorizado na pista); variações significativas do vento na superfície expresso em valores máximo e mínimo; mudanças significativas no estado da superfície da pista; mudanças do estado operacional dos auxílios visuais e não visuais indispensáveis; mudanças na visibilidade representativa da direção e sentido da aproximação e pouso.

Outro ponto importante dentro das atribuições do controlador de tráfego aéreo em um APP é proporcionar separação vertical ou horizontal aos vôos nos espaços aéreos de sua jurisdição. A separação vertical mínima entre as aeronaves sob controle de um APP será de 300m (1000 pés).

O APP-PA é responsável pelas aeronaves que chegam e saem de sua área terminal que é compreendida por aproximadamente um raio de 100 km. Além de abranger a região metropolitana de Porto Alegre, tem seus limites, ao norte, o município de Caxias do Sul; ao sul, a cidade de Tapes; a leste, a cidade de Taquari; oeste, Osório.

O APP-PA tem seus limites verticais os níveis 25 a 150 (2500 pés a 15000 pés). A partir dessa altitude, a aeronave é de responsabilidade do Controle de Área localizado no CINDACTA II, em Curitiba.

A figura 9 mostra a imagem do radar do Controle de Aproximação de Porto Alegre. A linha contínua que forma um desenho de “gota” corresponde à área que abrange os limites horizontais. As duas áreas tracejadas ao centro, correspondem às pistas de pouso e decolagem, do Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre; e da Base Aérea, em Canoas.

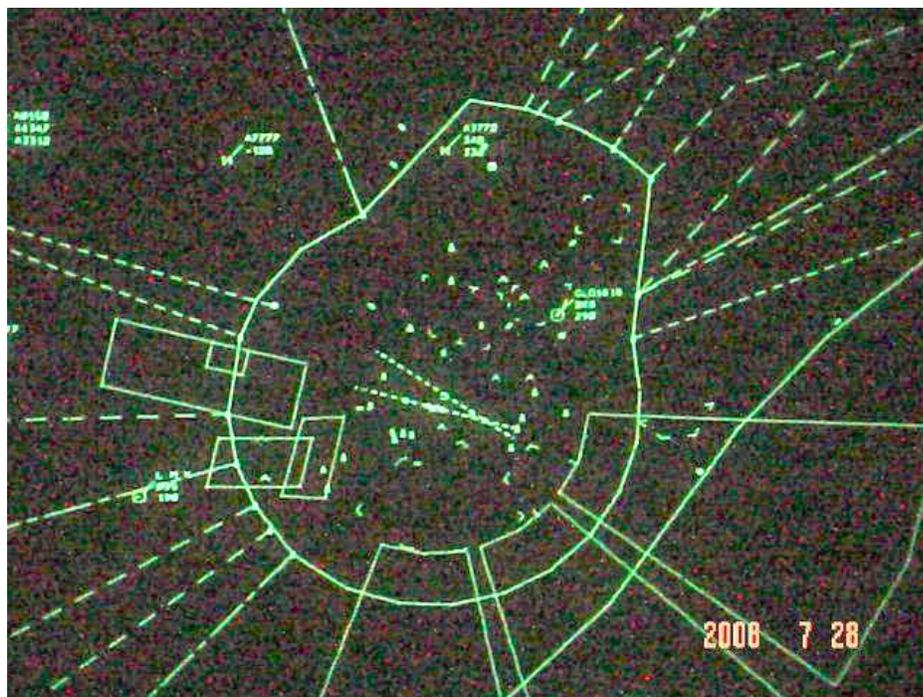


Figura 9 - Imagem do radar do APP-PA

No APP-PA trabalham vinte e seis controladores de tráfego aéreo, muitos formados pela Escola de Especialistas da Aeronáutica, em Guaratinguetá. Atualmente, o tempo de preparação na escola é de dois anos com um estágio de aproximadamente oito meses.

Quando chega um novo controlador para trabalhar no DTCEA PA, ele pode ser designado tanto para o trabalho na TWR PA quanto no APP PA. Para trabalhar no APP PA, o controlador deverá fazer um estágio operacional de três semanas, com aulas, visitas para conhecer equipamentos, conhecer os controladores das TWRs. Ao final das três semanas, o controlador é submetido a uma avaliação sobre a área APP PA (procedimentos, auxílios à navegação, conhecimento da área). Após aprovação, tem início a fase de estágio que é o trabalho de vigilância radar. O estágio é acompanhado por instrutores, e avaliado pelos “avaliadores”, controladores com muita experiência no controle APP PA. Mesmo após a aprovação e apto para controle radar Porto Alegre, o controlador ainda continuará em observação por mais três meses, no mínimo.

O tempo de profissão dos controladores do APP PA varia entre um ano e seis meses até vinte e um anos. Porém, dentro desse tempo de profissão muitos estiveram em outros centros de controle de aproximação (APP), torres de controle de aeródromo (TWR) ou centros de controle de área (ACC).

O regime de trabalho é por escalas de três dias consecutivos, com dois dias de folga. Cada dia de trabalho tem duração de oito horas no qual o controlador trabalha durante duas horas no radar e descansa outras duas horas. No retorno ao console radar fica mais duas horas, descansando, posteriormente, mais duas.

O controle radar é executado por dois controladores de tráfego aéreo divididos nas seguintes tarefas:

O **controlador radar** é responsável pela comunicação com as aeronaves e monitoramento das mesmas no radar. Ele tem como fonte de dados, o radar, controlador coordenador, o piloto, o monitor de velocidade do vento, e indicadores de auxílio à navegação. O radar fornece, num primeiro momento, a altitude (nível de vôo) e a velocidade da aeronave. Com o uso das ferramentas disponíveis no radar, o controlador pode verificar a separação horizontal (distância) entre as aeronaves, e a direção, que se apresenta em forma de radiais (graus).

O **controlador** que fica na **coordenação** é o responsável pelo recebimento das informações do ACC sobre as aeronaves que chegam, informando também as aeronaves que deixam a área terminal do APP. Também mantém a comunicação com a torre de controle de aeródromo de Porto Alegre (TWR PA), torre de Canoas (TWR CO) e torre Caxias (TWR CX), informando

as aeronaves que chegam e autorizando as que partirão. Essas informações são passadas para o controlador que está como controlador radar. Cabe salientar que o operador que fica na coordenação também participa do monitoramento das aeronaves no radar.

A capacitação do controlador é tanto para o trabalho como **controlador radar** quanto para o **controle coordenação**. Muitas vezes, entre um descanso e outro, um controlador trabalha, em um momento, como **controlador radar**, retornando após o descanso para trabalhar na coordenação, como **controlador coordenação**.

3.1.2 Os Participantes da Pesquisa

Participaram da pesquisa **vinte** controladores de tráfego aéreo do APP PA. O critério de inclusão foi “querer participar do processo inteiro de pesquisa”, compreendido pela filmagem, entrevistas, e questionário de carga de trabalho – NASA TLX de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) que o participante assinou quando da sua participação. Desta fase, **quatorze** controladores participaram. Porém, no transcorrer da pesquisa, **cinco** controladores que não participaram das etapas anteriores preencheram o questionário adaptado de carga de trabalho – NASA TLX, e **um** participou da entrevista geral. Como alguns controladores do APP PA não devolveram o questionário adaptado NASA TLX, no final, a amostra foi de *dezessete* questionários. Também, no final da coleta de dados foi permitido, pelo comando do DTCEA PA que fosse aplicado o questionário adaptado de carga de trabalho na TWR PA. Preencheram o questionário *dezessete* controladores da TWR PA.

3.1.3 Os Instrumentos

No desenvolvimento do presente estudo, as informações foram obtidas por meio de observação não-participante e registradas em um diário de campo, segundo o proposto por Taylor e Bogdam (1992). As anotações no diário de campo (Apêndice B) referem-se a cenários concretos, deixando-se margens para comentários e indicação das citações de partes do discurso dos participantes (literais ou resumidas). Elas têm caráter descritivo e não avaliativo, ricas em detalhes e contextualizados, incluindo também o que não foi compreendido e o que surpreendeu, o que é identificado por sublinhado. Assim, as anotações do diário de campo, aos poucos se transformam em descrições, comentários analíticos de interpretação de fatos e comportamentos, marcos e discussões teóricas, reflexões que

ocorreram ao observador. Passam a incluir descrição de pessoas, acontecimentos e conversações, ações, sentimentos, intuições ou hipóteses do pesquisador. A estrutura do cenário é aos poucos descrita detalhadamente, revelando as preferências e os interesses do observador. Para tanto, é preciso escutar, concentrar-se, passar de uma visão ampla para percepção de detalhes e dessa novamente para a visão ampla. Os comentários subjetivos do observador se distinguem dos dados descritos, utilizando-se do código entre parênteses (C. O). Esses comentários se referem também a registros de idéias e interpretações emergentes também de gestos, comunicações não verbais, tom de voz e velocidade dos discursos.

A entrevista semi-estruturada, segundo instrumento utilizado no campo de estudo, é, de acordo com Trivinos (1987), aquela que parte de questionamentos básicos e, de acordo com a espontaneidade do informante que desenvolve a linha de seu pensamento e de suas experiências, oferece amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. As entrevistas foram gravadas sendo, posteriormente, transcritas, conforme conduta ética da Resolução 196/96 e 251/97 (Conselho Nacional de Saúde).

O terceiro instrumento utilizado foi o documento Classificação da Cena (grau de complexidade/grau de gravidade). Neste documento, o participante da pesquisa, após classificar a cena filmada, marca em uma linha de uma escala contínua de 15 cm (fig.10), a sua percepção da complexidade da cena e em uma segunda linha a percepção da gravidade. O uso desse tipo de escala com essa dimensão foi indicado por Stone *et al.* (1974) em virtude de, segundo os autores, proporcionar maior liberdade de expressão para o respondente além de possibilitar melhor riqueza de detalhes nas análises estatísticas.



Figura 10 - Exemplo de escala contínua para avaliação de grau de complexidade e gravidade

O quarto instrumento utilizado foram três câmeras interligadas para captar as imagens dos controladores de tráfego aéreo na execução da atividade. Duas foram câmeras digitais, sendo uma preto e branco com áudio, marca Seco PIB 3,6 microns, e outra colorida, marca HDL 21/22/52 microns, com uma lente de aumento que permite captar imagens com um maior

detalhamento. A terceira câmera é uma VHS que permite a aproximação e afastamento, proporcionando desde uma visão geral da cena, até os detalhes. Também foi usado um *Quad* colorido com entrada para quatro câmeras. Este equipamento permitiu que as imagens das três câmeras fossem compiladas e aparecessem em uma tela dividida em quatro partes, sendo três delas com as imagens das respectivas câmeras.

A figura 11 dá uma idéia de como estavam dispostas as câmeras. A primeira, que era colorida e com lente de aumento, estava afixada em uma parede atrás dos controladores. Esta captava as imagens do radar. A segunda, que estava lateral aos controladores capturava as imagens dos controladores executando a tarefa e mostrando como era utilizada os equipamentos. Através do áudio desta câmera, era possível gravar o que ambos (controlador radar e coordenação) falavam.

Uma terceira câmera foi utilizada para que os dados do radar pudessem ser melhor visualizados (número da aeronave, velocidade, altitude). Esta câmera era manipulada pelo pesquisador, que tinha que ficar em um ponto da sala onde não interferisse no trabalho dos controladores e conseguisse uma aproximação da imagem suficiente para a captação dos dados.

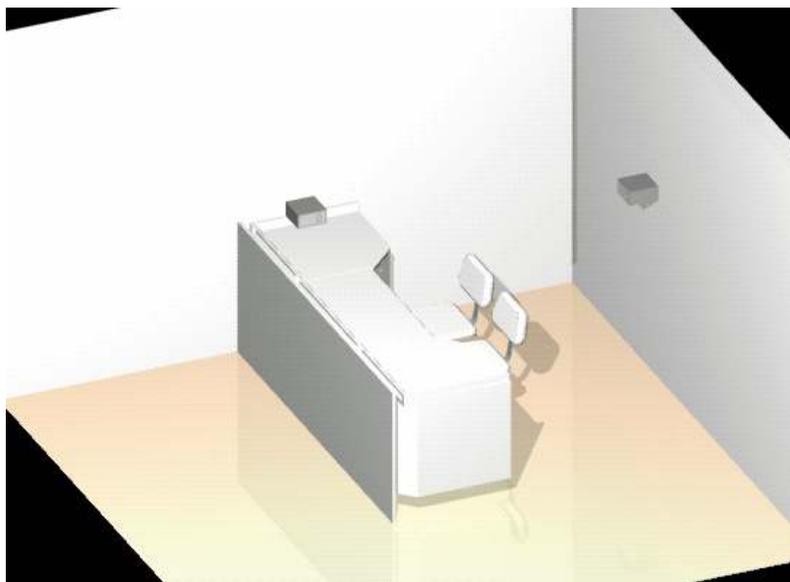


Figura 11 - Desenho esquemático da disposição das câmeras na sala de controle APP-PA

O último instrumento utilizado foi um questionário adaptado do NASA TLX (*National Aeronautics and Space Administration*) por Diniz e Guimarães (DINIZ, 2003) para a avaliação subjetiva da carga de trabalho. O NASA TLX é uma escala multidimensional onde a carga de trabalho mental total é relacionada com seis fatores (LUXIMON E GOONETILLEKE, 2001 *apud* GUIMARÃES, 2006):

Demanda Mental – atividade mental requerida para a realização do trabalho;

Demanda Física – atividade física requerida para a realização do trabalho

Demanda Temporal - nível de pressão imposto para a realização do trabalho;

Performance – nível de satisfação com o desempenho pessoal para a realização do trabalho;

Esforço – o quanto que se tem que trabalhar física e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho;

Nível de Frustração – nível de fatores que inibem a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

O NASA – TLX combina o resultado da classificação dos fatores que mais influenciam a carga de trabalho com os resultados das sub-escalas relativas aos seis fatores. O processo de avaliação se dá, inicialmente, pela comparação aos pares, entre fatores, ou seja, o sujeito respondente escolhe, entre cada par de fatores a ele apresentado, qual a que mais influencia ou contribui para a carga de trabalho. No total, são feitas quinze comparações entre as escalas ($n(n-1)/2$, ou seja, $6(5)/2=15$). O segundo passo requer que o sujeito respondente assinale, em uma escala gráfica discreta de dezoito pontos, o nível de influência ou contribuição de cada fator para a carga de trabalho. A adaptação feita por Diniz e Guimarães foi, além da tradução para o português, justamente a alteração da escala pois, no NASA-TLX adaptado (DINIZ, 2003), o sujeito deve marcar a intensidade do fator em uma escala contínua de 15 cm, conforme preconizado por Stone *at al.* (1974). “Este tipo de escala favorece o poder de discriminação entre os respondentes (o que torna o nível de mensuração melhor) e permite o uso de uma maior gama de técnicas estatísticas” (GUIMARÃES E DINIZ, 2004). O tratamento dos dados do questionário é feito da seguinte maneira: inicialmente, é somado o número de vezes em que cada fator foi escolhido quando da comparação entre outros fatores e o número total de vezes é multiplicado pelo resultado encontrado na escala do nível de

influência ou contribuição de cada fator. Assim, os resultados das multiplicações são somados, resultando num número que será dividido por quinze (que é resultante do somatório das vezes em que cada fator foi escolhido quando da comparação entre os outros fatores) e o resultado dessa divisão é o peso final (*overall workload*) da carga de trabalho percebida (DINIZ, 2003).

3.2 Procedimentos

Primeiramente, em meados de Agosto de 2005, foi feito contato com Destacamento de Controle do Espaço Aéreo em Porto Alegre –RS solicitando autorização para a realização da pesquisa. A informação foi de que deveria ser solicitada essa autorização junto ao CINDACTA II (Centro Integrado em Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo da Segunda Região) que se localiza na cidade de Curitiba – PR. No início de mês de setembro de 2005, tal autorização foi solicitada em um ofício encaminhado ao comandante daquela unidade militar. Em resposta no final do referido mês, o comandante daquela unidade disse concordar com a pesquisa; porém, não competia a ele a autorização da mesma, sendo que deveria solicitar ao DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) a autorização.

Em resposta à solicitação junto ao DECEA, que fora encaminhada no início de mês de outubro de 2005 e recebida no final do mês, o mesmo solicitou um projeto com o intuito de compreender melhor os objetivos da pesquisa, assim como os benefícios ao controle de tráfego aéreo brasileiro. No final de novembro de 2005, foi encaminhado o projeto de pesquisa com os detalhes solicitados pelo DECEA.

No início de março de 2006, obteve-se a resposta com a autorização para o desenvolvimento da pesquisa. A partir desse momento, a coordenação da pesquisa ficou a cargo do CINDACTA II. Houve a necessidade de solicitar uma autorização para o início da pesquisa a qual veio no final do mês de março de 2006.

A partir daí, foram feitas duas visitas ao APP-PA para conhecer as instalações, e tratar das estratégias da pesquisa em campo. Combinou-se que, no início, um militar experiente faria o acompanhamento até que o pesquisador se habituassem às especificidades desse campo de pesquisa.

Em junho de 2006, foram instalados os equipamentos para capturar as imagens do controlador de tráfego aéreo na execução da atividade. Finalizada a instalação dos equipamentos, teve início a investigação.

A figura 12 apresenta o cronograma da pesquisa.

Data	Procedimento
Setembro de 2005	Solicitação de autorização para pesquisa
Março de 2006	Autorização concedida pelo DECEA
Março de 2006	Autorização concedida pelo CINDACTA II
Março à Junho de 2006	Conhecimento e adequação do pesquisador ao campo de pesquisa
Junho à Julho de 2006	Estudo Preliminar
Julho à Novembro de 2006	Estudo Principal

Figura 12 - Cronograma da pesquisa

3.2.1 Estudo Preliminar

O estudo preliminar teve início com uma entrevista semi-estruturada com dois controladores de tráfego aéreo que são responsáveis pela capacitação no APP PA. Essa entrevista (Apêndice C) abordou questões sobre a atividade de controle de tráfego aéreo, especificidades do APP-PA e serviu para a elaboração das entrevistas geral (Apêndice D) e referente à filmagem do controlador - radar (Apêndice E).

Depois de elaboradas as entrevistas, as mesmas foram aplicadas em três controladores de tráfego aéreo com tempos de experiência distintos, tanto de profissão quanto de APP-PA. Uma cena do controlador-radar era captada (duração aproximada de 10 minutos) e após a saída do operador para o descanso, esse era entrevistado sobre a cena. Foi filmada uma cena de cada controlador, sendo que uma cena foi classificada como difícil, outra classificada com fácil, e a outra como média. Isso possibilitou uma análise de controladores com diferente tempo de experiência em cenas com níveis de complexidade diferentes. Também os mesmos responderam à entrevista geral e ao questionário adaptado NASA TLX.

Parecer sobre o Estudo Preliminar

Após a análise e comparação das respostas foram alteradas as entrevistas. Na entrevista referente à filmagem do controlador - radar (Apêndice E), foi retirada uma pergunta referente à complexidade da cena devido a mesma ser repetitiva (pergunta 4), já que, anteriormente, se questionava quanto à dificuldade da cena. A essa mesma entrevista foi acrescido um campo para o controlador preencher, o tempo de APP-PA (Apêndice F). Foi observada uma futura necessidade de diferenciação entre os tempos de profissão e APP-PA.

Também, houve a necessidade de reescrever a pergunta 1 (Apêndice E), de modo que o entrevistado pudesse compreender melhor as informações solicitadas. Com isso, o entrevistado abordou, em ordem cronológica, as informações, assim como foi possível obter mais informações em relação à descrição da cena, seleção de dados e tomada de decisão (Apêndice F).

Quanto à entrevista geral, não houve necessidade de alterações no seu roteiro, apenas foi acrescido um campo para o controlador preencher o tempo de APP-PA. Também houve a necessidade de elaborar um roteiro de entrevista para o controlador que fica na coordenação (Apêndice G), pois até então se imaginava que esse apenas executava uma tarefa mais “burocrática”. Esse roteiro de entrevista foi baseado na entrevista referente à filmagem do operador – radar.

O diário de campo continuou sendo um instrumento para as mais diversas anotações de percepções, tanto do pesquisador, quanto do sujeito participante. Foi observada a necessidade impreterível de escrever no diário de campo as condições climáticas de cada dia de gravação das cenas, assim como a quantidade de aeronaves e se havia ou não aeronave militar (caça) na cena.

O questionário adaptado NASA TLX foi aplicado aos três participantes do estudo preliminar e aproveitado no estudo principal.

3.2.2 Estudo Principal

Após a validação dos instrumentos, foi dada continuidade às observações e filmagens em campo durante o mês de julho e agosto.

O procedimento do estudo principal foi filmar as cenas dos controladores executando a atividade. Quando estavam trabalhando dois participantes da pesquisa, era feita a filmagem e a entrevista com estes controladores (radar e coordenação). Após, era solicitado que os controladores preenchessem o instrumento de pesquisa - classificação da cena (grau de complexidade/grau de gravidade). Caso houvesse só um dos participantes da pesquisa trabalhando, a filmagem era realizada, mas só este controlador participava dos procedimentos de pesquisa.

Ao todo, participaram da pesquisa vinte controladores, com o preenchimento de diferentes instrumentos. Quatorze controladores participaram desde o início da pesquisa das filmagens, entrevistas e do questionário adaptado NASA – TLX. Foram filmadas **trinta e seis** cenas que foram classificadas pelos controladores entre fácil, média e difícil. Destas **trinta e seis** cenas, algumas são apenas com os controladores radar ou com os controladores coordenação e outras com ambos, dando um total de **quarenta e seis** entrevistas sobre a filmagem realizadas e **quarenta e seis** questionários para avaliação de grau de complexidade e gravidade preenchidas. Destes quatorze controladores, onze responderam ao questionário adaptado NASA-TLX e oito à entrevista geral. Os outros seis controladores que, posteriormente, vieram a fazer parte da pesquisa, só aceitaram participar da entrevista geral e preenchimento do questionário adaptado NASA – TLX.

As anotações do diário de campo e das entrevistas foram analisadas a análise de conteúdo, segundo Taylor e Bogdan (1992), que compreende as seguintes etapas:

- a) Pré-análise, que compreende a leitura global dos materiais analisados;
- b) Exploração do material, que inclui a identificação das unidades de registro; organizando-as em esquemas e, a partir daí, classificando em categorias;
- c) Interpretação.

As categorias foram divididas em: cenário, classificação do cenário, razões para a classificação do cenário, priorização dos fatores cognitivos (atenção, estratégia, conhecimento) razões para a priorização dos fatores cognitivos, seleção de dados e tomada de decisão.

Os dados obtidos dos controladores radar e coordenação, tempo de profissão, tempo de APP PA, classificação da cena (fácil, médio e difícil), percepção do grau de complexidade/gravidade das cenas, assim como da avaliação subjetiva da carga de trabalho – com o questionário adaptado NASA TLX, foram submetidos a tratamento estatístico utilizando *software* SPSS v. 11.

O teste U de Mann Whitney, substituto do teste T-Student para duas amostras independentes, foi realizado para verificar a existência de diferença estatística entre os controladores radar e coordenação, no tempo de profissão, tempo de APP PA e percepção do grau de complexidade das cenas. O mesmo teste foi utilizado para verificar a diferença estatística entre os controladores, no que se refere a carga de trabalho e tempo de profissão e APP PA (CAMPOS, 1983).

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar a existência de diferença significativa entre a classificação da cena (fácil, médio e difícil) para o grau de complexidade.

O teste não-paramétrico Kruskal-Wallis foi realizado para verificar a existência de diferença significativa entre os níveis das variáveis, controlador, classificação da cena e fatores cognitivos (atenção, estratégia, conhecimento).

O retorno dos resultados da pesquisa aos participantes foi feito no dia 17 de abril de 2007, em uma reunião na qual os controladores do APP-PA e os da TWR PA puderam questionar o pesquisador sobre os resultados obtidos, assim como dirimir algumas dúvidas do mesmo.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados da análise do trabalho dos controladores do APP/PA em diferentes cenários reais. Primeiramente, são descritos os diferentes cenários observados. Em seguida, os resultados da classificação das cenas, as razões da classificação das cenas, priorização dos fatores cognitivos, razões para a priorização dos fatores cognitivos, seleção de dados, tomada de decisões, avaliação subjetiva da carga de trabalho.

4.1 Descrição dos Cenários

Baseado na filmagem e no diário de campo, as cenas apresentam as seguintes características (Apêndice I):

a) Número de aeronaves: São as aeronaves envolvidas durante o tempo de duração da cena, incluindo as aeronaves militares.

Há uma variação de duas a dez aeronaves envolvidas nos diferentes cenários observados. Esse número de aeronaves representa aquelas em que necessariamente, em algum momento, a presença da mesma colaborou nas decisões de condução do tráfego. Estas aeronaves podem ser desde um monomotor turbo-hélice, um bimotor, um helicóptero, até uma aeronave de grande porte, de transporte de carga ou passageiros, e de alta performance.

b) Aeronaves militares: São as aeronaves de alta performance (caças) que estão envolvidas durante o tempo de duração da cena, excluindo as aeronaves militares de baixa performance.

Há uma variação de uma a três aeronaves militares (caças) envolvidas nos diferentes cenários observados. Do número total de trinta e seis cenas observadas, onze apresentam caças. Os

caças voam tanto individualmente em diferentes direções (para diferentes setores), assim como em formação, reunidos e em mesma direção.

c) Procedimentos: são alguns entre os vários procedimentos que apareceram em algumas cenas. Tem impacto na condução do tráfego e, conseqüentemente, nas decisões do controlador.

Aproximação PAR é uma aproximação de precisão conduzida de acordo com instruções emitidas por um controlador radar, baseada numa apresentação radar de precisão que mostre a posição da aeronave em distância, azimute e elevação. Nesse procedimento, há a necessidade do controlador radar se dedicar especificamente à condução dessa aeronave até sua aproximação final. Das trinta e seis cenas, três tem procedimento PAR.

Aproximação para Circular é um complemento de um procedimento de aproximação por instrumentos que exige que a aeronave execute, com referências visuais, uma manobra para circular o aeródromo e pousar. Muitas aeronaves em treinamento e, muitas vezes, de performance baixa, executam esse procedimento para treino de pouso e decolagem, assim como arremetidas. Das trinta e seis cenas, duas tem procedimento de aproximação para circular.

Aproximação Visual é uma aproximação em vôo por instrumento, quando parte ou a totalidade do procedimento de aproximação por instrumentos não se completa e se realiza com referência visual do solo. Ao todo são trinta e três cenas com a maioria das aeronaves executando procedimento de aproximação visual.

Cruzamento de Aeronaves é quando as aeronaves cruzam um mesmo nível de vôo mantidas as separações mínimas. Podem cruzar um mesmo nível a uma grande separação entre as aeronaves ou em separações mínimas. São dez cenas com cruzamento de aeronaves.

c) Condições meteorológicas: são as condições expressas em termos de visibilidade, distância de nuvens e teto.

Nos cenários, as condições meteorológicas são observadas como: presença de sol, nuvens (nublado), chuva. Essas condições meteorológicas influenciam nas condições de vôo podendo modificar um procedimento que até então era visual (vôo visual), para um vôo por instrumentos.

Outro fator que incorpora as condições meteorológicas é a velocidade do vento no procedimento de aproximação. Um vento de cauda com uma velocidade perto do valor máximo(5 nós) pode fazer com que uma aeronave não consiga prosseguir com o procedimento de aproximação.

Entre as trinta e seis cenas, trinta são em condições de sol, três com presença de nuvens, três com chuva. Quanto à velocidade do vento, em quatro cenas, a velocidade do vento estava perto dos limites mínimos para uma aproximação segura (Velocidade do Vento: alta).

d) Pista em uso: é a pista que está sendo usada para pouso e decolagem. No caso das cenas observadas, esse procedimento se refere apenas à pista do Aeroporto Internacional de Porto Alegre. Neste aeroporto, há apenas uma pista, mas os números 11 e 29 se referem à direção de aproximação e decolagem: pista 11 indica que o sentido para pouso e decolagem das aeronaves é de oeste para leste; pista 29 indica que o sentido para pouso e decolagem das aeronaves é de leste para oeste;

Das trinta e seis cenas, trinta e uma são com pista 11 em uso e quatro cenas com a pista 29 em uso.

e) Serviço radar: Termo utilizado para designar um serviço proporcionado diretamente por meio de informações radar. Na observação das cenas, foi feita a classificação entre controle radar e controle não-radar.

O controle radar é o termo usado para indicar que na provisão do serviço de controle de tráfego aéreo, estão sendo utilizadas, diretamente, informações oriundas do radar. O controle não-radar é quando as informações têm outra fonte que não o radar, no caso o piloto. Das trinta e seis cenas, trinta e três são com controle radar e três, com controle não-radar.

4.2 Classificação das Cenas

Na entrevista baseada na filmagem da cena, o controlador radar e o controlador coordenação classificam a cena entre fácil, média e difícil. Há cenas em que a percepção é apenas a do controlador radar ou só do controlador coordenação. Outras têm a percepção de ambos. Isto é devido ao fato de que quando estavam na estação de trabalho dois participantes da pesquisa, era possível realizar a filmagem de uma cena e entrevistar os dois. Porém, quando era apenas

um dos participantes que estava na console, a filmagem e a entrevista tinham apenas a percepção de um controlador (radar ou coordenação).

4.2.1 **Cena Fácil**

São quinze cenas classificadas como fácil. Destas, três cenas são classificadas apenas pelo controlador coordenação e seis cenas pelo controlador radar. As outras seis cenas são classificadas por ambos, pois naquele momento estavam trabalhando juntos na console.

As três cenas classificadas pelo controlador coordenação têm como características a presença de quatro a cinco aeronaves, sendo que em uma há uma aeronave militar. Em todas as cenas, as condições meteorológicas são com presença de sol, com velocidade do vento baixa ou normal, controle radar, pista 11 em uso, com a maioria ou totalidade realizando procedimento de aproximação visual.

As seis cenas classificadas pelo controlador radar têm como características a presença de três, quatro, e em uma das cenas, nove aeronaves, sendo que nesta última há três aeronaves militares. Em todas as cenas, as condições meteorológicas são com presença de sol, com velocidade do vento baixa ou normal, controle radar, pista 11 em uso, com a maioria ou totalidade realizando procedimento de aproximação visual.

As seis cenas vivenciadas e classificadas por ambos, controlador radar e coordenação têm como características a presença de três, quatro aeronaves, sendo que não há aeronaves militares. Quanto às condições meteorológicas, uma cena apresenta o tempo nublado com velocidade do vento alta, sendo as demais com a presença de sol e com velocidade do vento baixa ou normal. Em uma outra cena há o cruzamento de aeronaves e, numa terceira, a pista em uso é a 29. Em todas as cenas, o controle é radar e com a maioria ou totalidade realizando procedimento de aproximação visual.

4.2.2 **Cena Média**

São dezoito cenas classificadas como média. Destas, cinco cenas são classificadas apenas pelo controlador coordenação e oito cenas pelo controlador radar. As outras cinco cenas são classificadas por ambos, pois naquele momento estavam trabalhando juntos na console.

As cinco cenas classificadas pelo controlador radar têm como características a presença de três, quatro aeronaves e, em uma das cenas, nove aeronaves, sendo que nesta última há três aeronaves militares e em outras três cenas há uma aeronave militar. Em todas as cenas, as condições meteorológicas são com presença de sol, com velocidade do vento baixa ou normal, pista 11 em uso, com a maioria ou totalidade realizando procedimento de aproximação visual. Em duas cenas há o cruzamento de aeronaves e, em uma destas, além do cruzamento de aeronave o controle é não-radar.

As oito cenas classificadas pelo controlador radar têm como características a presença de duas, cinco, seis e até dez aeronaves. Em uma cena, há duas aeronaves militares e em outras duas, há uma. Em uma cena, a condição meteorológica é chuva/nublado e em outra é velocidade do vento alta. Nas demais, há a presença de sol, com velocidade do vento baixa ou normal. Em outras duas cenas, a pista em uso é a 29, e, em uma desta, há uma aproximação para circular. Também há uma cena em que o controle passa de radar para não-radar.

As cinco cenas vivenciadas e classificadas por ambos, controlador radar e coordenação têm como características a presença de duas, três, seis ou sete aeronaves, sendo que não há aeronaves militares. Quanto às condições meteorológicas, uma cena apresenta o tempo chuva/nublado e outras duas cenas, com velocidade do vento alta. Há três cenas com cruzamento de aeronaves: em uma em que apresenta tempo chuva/nublado, e outra com velocidade do vento alta, em uma terceira com sol. Nesta cena com sol, além do cruzamento de aeronaves a pista em uso é a 29. Uma cena apresenta aproximação circular. Em todas as cenas o controle é radar e com a maioria ou totalidade realizando procedimento de aproximação visual.

4.2.3 Cena Difícil

São cinco cenas classificadas como difícil. Destas, uma cena é classificada apenas pelo controlador coordenação e três cenas pelo controlador radar. Uma cena é classificada por ambos, pois naquele momento estavam trabalhando juntos na console.

A cena classificada pelo controlador coordenação tem como característica a presença de cinco aeronaves, sendo duas aeronaves militares. As condições meteorológicas são com presença de sol, com velocidade do vento baixa ou normal. O controle é não-radar, e há cruzamento de

aeronaves. A pista em uso é a 11 e a maioria ou totalidade das aeronaves realiza procedimento de aproximação visual.

As três cenas classificadas pelo controlador radar têm como características a presença de sete, oito, nove aeronaves e em duas cenas, há uma aeronave militar. Nestas duas cenas em que há aeronave militar, as condições meteorológicas são chuva/nublado e em outra nublado. Na cena em que há uma aeronave militar e a condição meteorológica é chuva/nublado há cruzamento de aeronaves. Nas três cenas, a pista em uso é a 11 e o controle é radar.

A cena vivenciada e classificada por ambos, controlador radar e coordenação tem como característica a presença de sete aeronaves, sendo que não há aeronaves militares. Quanto às condições meteorológicas, o tempo é nublado, com velocidade do vento baixa ou normal. A pista em uso é a 11, a operação é radar, e há o cruzamento de aeronaves.

4.2.4 Os Impactos das Características dos Cenários na Classificação das Cenas

Pode-se observar que as cenas apresentam uma grande variabilidade quanto às características. As cenas fáceis se desenvolveram em boas condições meteorológicas, com a pista em uso sendo a 11 e controle radar. Cinquenta por cento das cenas são médias e nelas há uma presença maior de aeronaves militares. Em uma destas cenas médias, o controle é não radar e há diferentes procedimentos para serem executados. As cenas difíceis têm a presença de tempo nublado, aeronaves militares com cruzamentos ou esses fatores com um procedimento não-radar com muito tráfego.

Nos diferentes cenários observados, fatores relacionados ao tempo (sol, nuvens e chuva) mostram que quando somados com um número maior de procedimentos, aumentam a complexidade da cena. A nuvem é um fator fundamental, pois ela altera o comportamento esperado, ou seja, altera o planejamento prévio do controlador, aumentando o nível de complexidade do cenário, já que o fator surpresa aumenta a necessidade de improvisação. Quando na rota das aeronaves há grandes formações de nuvens, aquelas tendem a desviar, pois isto pode acarretar em turbulência (e desconforto para os passageiros). Somado a isto, um grande número de aeronaves tende a convergir para um mesmo ponto. O fator tecnologia (no caso de um controle não-radar) pode influenciar na complexidade da cena, já que a comunicação se dá apenas via frequência, sem visualização radar. Outro problema é a presença de aeronaves militares voando no setor, pois a sua alta performance impacta no

tempo de tomada de decisão do controlador. Estes casos mostram a necessidade do controlador rever as futuras situações do cenário para poder prever os potenciais conflitos (NIESSEN; EYFERTH, 2001).

Ao classificar a cena, após a entrevista relacionada à filmagem da mesma, o controlador preenche uma escala contínua para avaliação de grau de complexidade e gravidade da cena (Classificação da Cena (grau de complexidade / grau de gravidade)).

O teste U de Mann Whitney (Apêndice J) substituto do teste T-Student para duas amostras independentes, pois os dados não apresentam normalidade, foi realizado para verificar se existe diferença estatística entre os controladores radar e coordenação, no tempo de profissão, tempo de APP PA e percepção do grau de complexidade das cenas .

O teste U de Mann Whitney mostra que não existe diferença estatística entre os controladores radar e coordenação quanto ao tempo de profissão, tempo de APP PA e a percepção do grau de complexidade da cena.

Na análise de variância (ANOVA), quanto ao grau de complexidade e gravidade, os resultados mostraram haver diferença significativa entre a classificação da cena (fácil, médio e difícil) para o grau de complexidade. Quanto ao Grau de gravidade, as classificações de cena fácil e médio são similares, e estas diferem significativamente da cena difícil (Apêndice K).

Isto significa que os controladores têm a mesma percepção quanto à complexidade de uma cena fácil média, e difícil. Também o tempo de profissão e tempo de APP PA, não influenciou na classificação das cenas. Quanto ao grau de gravidade, ele foi citado apenas em algumas cenas difíceis. Isto pode ter relação com o fato dos controladores entenderem a gravidade como uma situação de incidente.

O fato de haver diferença significativa entre a classificação da cena (fácil, média, difícil) para o grau de complexidade, mostra que a percepção da complexidade e a classificação da cena seguiram um mesmo comportamento: quanto maior a complexidade, maior a classificação da cena.

É possível observar que existe correlação linear entre a variável **classificação** (fácil, média, difícil) e as variáveis, **número de aeronaves** e **condições meteorológicas**. Para a variável **controlador** não há correlação (Apêndice L).

A partir destas análises, buscou-se avaliar o nível de associação entre as variáveis que apresentaram correlação linear significativa (Apêndice M).

Verifica-se que a *Classificação da Cena* **fácil** está associada significativamente com o nível **sol** da variável *condições meteorológicas*. O nível **difícil** está associado significativamente ao nível **nublado** da variável *condições meteorológicas*.

A *Classificação da Cena* **fácil** está associada significativamente com a variável *número de aeronaves* igual a 4 (quatro). O nível **médio** está associado significativamente ao número de 6 (seis) *aeronaves*. Para o nível **difícil**, da variável *classificação da cena*, apresenta associação com mais de 7 (sete) *aeronaves* (figura 13).

É possível observar (figura 13) que tanto o **controlador coordenação** quanto o **controlador radar** consideram uma cena **fácil** quando há **sol** e 3 e 4 **aeronaves**. O **controlador radar e Coordenação** consideram uma cena **difícil** quando há mais de 7 (sete) **aeronaves** e uma condição meteorológica **nublado**. O **controlador radar** considera uma cena **média** com 5 (cinco) e 6 (seis) **aeronaves**.

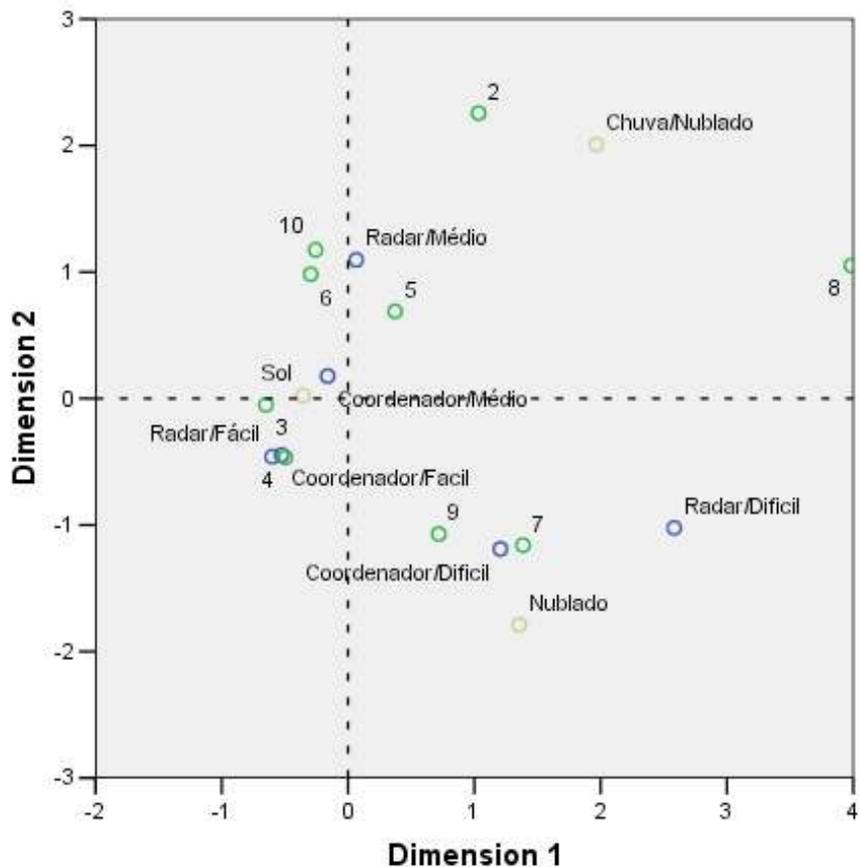


Figura 13 - Gráfico de análise de correspondência entre as variáveis controlador/classificação de cena, número de aeronaves e condição meteorológicas.

4.3 Razões da Classificação das Cenas

Após a classificação da cena, os controladores explicam as razões pelas quais uma cena é fácil, média ou difícil. Para uma melhor compreensão das razões apresentadas pelos controladores, estas estão agrupadas num total de vinte e uma, e colocadas por ordem de menção.

Na tabela 2 estão as razões para as classificações, seguido de um número que representará as mesmas nas tabelas específicas de cada cena.

Tabela 2 - Razões para a Classificação do Cenário

Razões da Classificação do Cenário	Nº
Muita Coordenação	1
Pouca Coordenação	2
Muito Tráfego	3
Pouco Tráfego	4
Cruzamento de Aeronaves	5
S/Cruzamento de Aeronaves	6
C/Conflito de Aeronaves	7
S/Conflito de Aeronaves	8
Possível Conflito de Aeronaves	9
Regras	10
Performance das Aeronaves	11
Padrão de Aproximação das Empresas	12
Tráfego em Diferentes Setores	13
Restrição	14
Operação Não-Radar	15
Mudança Velocidade do Vento	16
Aeronaves Militares	17
Coordenação TWR PA/CO	18
Coordenação TWR PA/ACC	19
Mudança no Cenário	20
Alteração no Sequenciamento	21

As primeiras duas razões se referem ao trabalho de **coordenação** executado pelo controlador coordenação. Em seguida vem a quantidade de **tráfego** e se houve ou não **cruzamento de aeronaves**. O **conflito de aeronaves** é quando em algum ponto do setor duas ou mais aeronaves poderão cruzar um mesmo nível ou chegarem juntas (de acordo com as separações mínimas) a um mesmo ponto, para um mesmo procedimento. A diferença na classificação entre o conflito e o **possível conflito**, é que no possível conflito alguma medida com muita antecedência foi tomada para evitá-lo.

Seguindo a tabela, aparecem as **regras** que são quando todos os procedimentos necessários para a condução da cena estão contemplados nas mesmas. Há uma boa separação entre as aeronaves, o tráfego está sequenciado, e os padrões de aproximação estão dentro das regras. Após, tem a **performance das aeronaves** que são as diferentes velocidades, facilidades ou

dificuldades de manobras das diferentes aeronaves que passam pelo setor do controle de aproximação APP/PA. Também o **padrão de aproximação das empresas** que voam no setor é diferente. Essa diferença pode ser em termos de velocidade desenvolvida no setor, independente da performance da aeronave, e dos procedimentos de segurança mínimos, como por exemplo, a velocidade do vento na aproximação. Todas voam dentro dos limites de segurança; porém, algumas têm esses limites em uma margem muito mais estreita. Estas diferenças acabam por influenciar a estratégia do controlador, já que ele precisa ajustar sua estratégia de ação considerando o padrão das empresas.

O **tráfego em diferentes setores** é quando há aeronaves localizadas em mais de um quadrante da área de abrangência radar. A **restrição** é quando o controlador tem que restringir o voo da aeronave em um nível, devido a um futuro cruzamento ou um conflito.

As razões, **operação** ou controle **não-radar**, **mudança na velocidade do vento**, e **aeronaves militares** foram explicadas no item 4.1. A **coordenação TWR PA/CO** é quando o controlador coordenação tem que coordenar os tráfegos junto com as torres do aeródromo de Porto Alegre e Canoas. Isto acontece, somente, quando há tráfego militar. A **coordenação TWR PA/ACC** é quando o controlador coordenação tem que coordenar os tráfegos que chegam e saem do setor com a torre do aeródromo de Porto Alegre e o centro de controle de área de Curitiba.

A **mudança de cenário** é quando há uma alteração que não é esperada pelo controlador. Como exemplo pode-se citar manobras de aeronaves, alteração de rota em voo, saída ou chegada de mais aeronaves, conflitos inesperados. A **alteração no seqüenciamento** é quando o controlador, que havia planejado, anteriormente, uma seqüência de aproximação das aeronaves, tem que alterar a ordem das aeronaves na aproximação.

4.3.1 Cena Fácil

A tabela 3 mostra as razões pelas quais o controlador coordenação classifica três cenas como fácil.

Tabela 3- Razões para classificação da cena como fácil (Controlador Coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
20	fácil	Cont. Coordenação	10		
30	fácil	Cont. Coordenação	19	10	5
28	fácil	Cont. Coordenação	10	19	1

Para o controlador coordenação, as primeiras razões para as cenas serem fáceis são que durante a condução da cena as regras responderam às demandas para as tomadas de decisão da coordenação. A coordenação entre TWR PA/ACC, uma constante nas diferentes cenas, é considerada tranquila, pois a grande quantidade de coordenação expressa em uma das cenas não dificultou a coordenação entre TWR PA/ACC. Quanto ao cruzamento de aeronave apresentado em uma das cenas, este foi de fácil resolução, devido a decisão tomada ter sido fácil.

A tabela 4 mostra as razões pelas quais o controlador radar classifica seis cenas como fácil.

Tabela 4- Razões para classificação da cena como fácil (Controlador Radar)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
41	fácil	Cont. Radar	6	4	
32	fácil	Cont. Radar	4	8	
10	fácil	Cont. Radar	8	10	
17	fácil	Cont. Radar	9	11	4
27	fácil	Cont. Radar	4	8	
14	fácil	Cont. Radar	10		

Para o controlador radar, as cenas classificadas como fáceis são as que as regras respondem às demandas. Há pouco tráfego, na maioria das cenas. O fato de não haver conflitos ou cruzamentos de aeronaves, ou até haver um possível conflito, como apontado na razão de uma das cenas, não interferiu na classificação. Isto se deve à fácil resolução do cenário.

A tabela 5 mostra as razões pelas quais o controlador radar e o controlador coordenação classificam seis cenas como fácil. O fato de não haver conflito é uma razão colocada por ambos os controladores em três cenas. Mesmo na cena em que houve necessidade de coordenação com a torre de Canoas, devido a alguma aeronave militar, o fato das decisões

poderem ser baseadas nas regras, dá à cena uma característica de resolução fácil. Cabe salientar que havia pouco tráfego de aeronaves na maioria das cenas. Isto foi apontado pelos controladores como um fator importante para a classificação da cena.

Tabela 5 - Razões para classificação da cena como fácil (Cont Radar e Cont Coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
8	fácil	Cont. Coordenação	8	4	
8	fácil	Cont. Radar	11	4	8
11	fácil	Cont. Coordenação	8		
11	fácil	Cont. Radar	8	10	
18	fácil	Cont. Radar	8	4	
18	fácil	Cont. Coordenação	8	4	
25	fácil	Cont. Radar	8	4	
25	fácil	Cont. Coordenação	18	4	10
29	fácil	Cont. Coordenação	19	4	10
29	fácil	Cont. Radar	4	9	10
46	fácil	Cont. Radar	8	4	6
46	fácil	Cont. Coordenação	18	8	4

4.3.2 Cena Média

Para o controlador coordenação o fato de haver conflito em quatro cenas é um fator importante para a classificação da cena como média. Outra razão, é muita coordenação com TWR PA/CO, devido ao tráfego de aeronave militar (tabela 6).

Tabela 6 - Razões para classificação da cena como média (Controlador Coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
21	média	Cont. Coordenação	7	5	17
26	média	Cont. Coordenação	7	17	18
15	média	Cont. Coordenação	15	7	
19	média	Cont. Coordenação	1	18	17
10	média	Cont. Coordenação	18	7	

Para o controlador radar, a presença de conflito, cruzamentos, tráfego em diferentes setores e a performance de aeronaves diferentes, e a presença de aeronaves militares são fatores importantes na classificação da cena como média. É importante frisar que as razões descritas anteriormente apareceram aos pares nas explicações dos controladores, seguido em algumas cenas, de fatores amenizantes, como por exemplo, sem conflito ou a possível conflito. Também há presença das regras, como fator atenuante em duas cenas (tabela 7).

Tabela 7 - Razões para classificação da cena como média (Controlador Radar)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
33	média	Cont. Radar	10	11	9
22	média	Cont. Radar	9	13	11
12	média	Cont. Radar	20	7	
7	média	Cont. Radar	11	21	8
6	média	Cont. Radar	17	11	9
28	média	Cont. Radar	10	1	
45	média	Cont. Radar	13	17	9
13	média	Cont. Radar	3	5	7

Nas cenas em que os controladores classificam como média, em três das cinco cenas, o fato de haver conflito de aeronaves, é citado como a principal razão para a classificação da cena. Na cena 3, o controlador radar tem como a razão dois, para a classificação, o fato de empresas terem seus padrões de aproximação. Como o planejamento do tráfego que chega é feito com antecedência, o controlador coordenador tem que fazer coordenação com o ACC para antever a chegada com separação mínima das aeronaves, sabendo que no final da aproximação há características diferentes. Por isso, ele tem que realizar coordenação, tanto com o ACC quanto com a TWR PA, avisando do tráfego que está chegando (tabela 8).

Tabela 8 - Razões para classificação da cena como média (Cont Radar e Cont Coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3
4	média	Cont. Coordenação	1	19	9
4	média	Cont. Radar	13	11	9
3	média	Cont. Radar	3	12	
3	média	Cont. Coordenação	3	19	
2	média	Cont. Radar	12	13	
2	média	Cont. Coordenação	16	10	
1	média	Cont. Coordenação	5		
1	média	Cont. Radar	5	10	
44	média	Cont. Coordenação	5	19	
44	média	Cont. Radar	5		

4.3.3 Cena Difícil

Nas cenas difíceis, há a combinação de muito tráfego vindo de diferentes setores, podendo estar associado com cruzamento de aeronaves. Também há a combinação de muito tráfego com aeronaves militares, operação não-radar com conflito de aeronaves. Nesse casos, o controlador coordenação tem que realizar muitas coordenações, principalmente num caso de operação não radar, com presença de aeronave militar (tabela 9).

Tabela 9- Razões para classificação da cena como difícil (Cont Radar e Cont Coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Razão 1	Razão 2	Razão 3	Razão 4
16	Difícil	Cont. Coordenação	15	5	7	18
34	Difícil	Cont. Radar	3	11	17	
9	Difícil	Cont. Radar	17	3	13	21
47	Difícil	Cont. Radar	3	13	11	9
43	Difícil	Cont. Radar	5	13	3	9
43	Difícil	Cont. Coordenação	5	1	19	

4.3.3.1 Considerações sobre a Complexidade da Cena

Nas razões apresentadas para a classificação das cenas fáceis estão o pouco tráfego associado à falta de conflitos ou possíveis conflitos. Mesmo que haja variação no número de aeronaves, as situações são de fácil resolução, baseado nas regras.

Nas cenas médias, há uma variação maior das situações, como por exemplo, a presença de conflitos. A presença de aeronaves de diferentes performances, como o tráfego de aeronaves militares, também é apontada como razão para esta classificação.

Nas cenas difíceis, há o aumento do número de tráfego, com cruzamentos, tráfegos de diferentes setores e aeronaves militares, operação-não radar, condições climáticas desfavoráveis. Mesmo estas características do cenário não aparecendo todas de uma única vez, o fato do encontro entre uma situação, como por exemplo, muito tráfego com estes se movendo em diferentes quadrantes do radar, faz com que o controlador tenha que sair de uma visão focal para uma multifocal. O tempo entre a percepção das características do cenário, e a decisão / ação é cada vez menor na proporção da dificuldade que a dificuldade da cena aumenta. De acordo com Endsley (1995), para a percepção situacional, há a necessidade de perceber o estado, a característica, e a dinâmica dos elementos relevantes do ambiente, incluindo um entendimento do significado dos elementos.

4.4 Priorização dos Fatores Cognitivos

A priorização dos fatores cognitivos é realizada baseada na cena vivenciada pelo controlador. Após a classificação da mesma entre fácil, média e difícil é feita a priorização dos fatores cognitivos, atenção, estratégia e conhecimento.

O Teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para verificar se há diferença significativa entre os níveis das variáveis **controlador**, **classificação da cena e fatores cognitivos** mostrou (Apêndice N) que não existe diferença significativa entre **controlador coordenação e radar**. Para a variável **classificação**, os níveis **fácil** e **média** são similares, sendo estes diferente significativamente do nível **difícil**. Para a variável dos Fatores Cognitivos, **atenção**, **estratégia** e **conhecimento** apresentam diferença significativa entre si.

É possível observar que, em uma cena **difícil**, tanto o **controlador coordenador** quanto o **controlador radar** consideram que a **atenção** é mais importante, assim como o **controlador coordenação** em uma cena **média** (figura 14).

O **controlador radar** considera, tanto em uma cena **fácil** quanto em uma cena **média**, que a **estratégia** seja mais importante. O **controlador coordenação** dá mais importância ao **conhecimento**, quando ocorre uma cena **fácil** (figura 14).

Entretanto, estas observações são apenas descritivas, posto que o teste de significância Exato de Fisher não foi significativo, possivelmente devido ao número de observações em cada célula ser menor que cinco observações (Apêndice O).

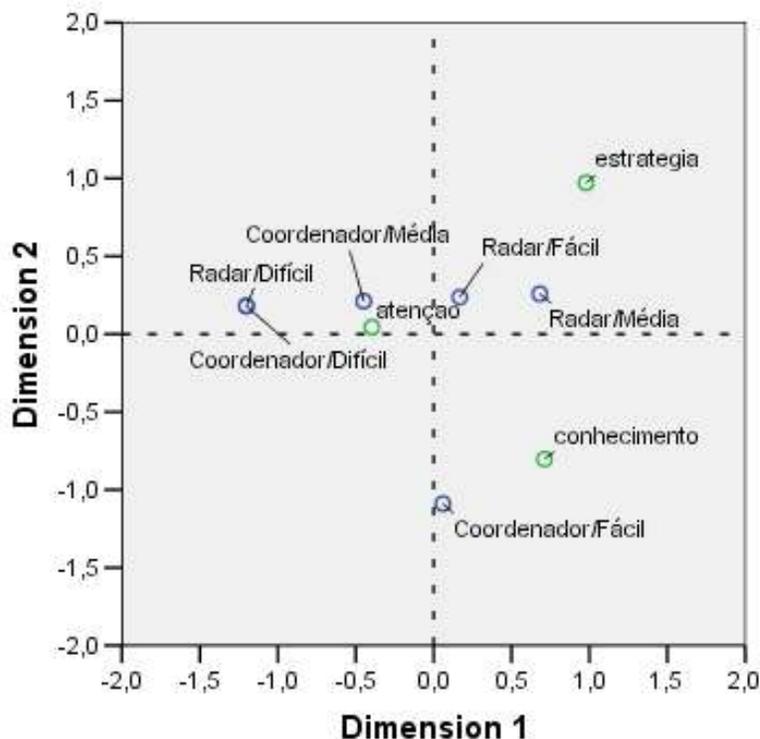


Figura 14 - Gráfico de Análise de Correspondência das variáveis Controlador, Classificação de Cena e Prioridade.

4.5 Razões para a Priorização dos Fatores Cognitivos

As diferentes razões para a priorização dos fatores cognitivos estão listadas na tabela 10. As razões são em número de dezesseis e têm a mesma relação (Razões – N°) da tabela 2, com exceção das razões de n° 17 à 21 que não são contempladas para os fatores cognitivos. Cada uma das razões para priorização dos fatores cognitivos foi explicada no item 4.3.

As tabelas das razões das priorizações dos fatores cognitivos (Apêndice P) foram divididas por classificação da cena (fácil, média e difícil), para controlador coordenação, controlador radar e ambos. Nela há, além da classificação da cena e controlador, a priorização dos fatores cognitivos e razões para classificação dos fatores cognitivos.

Tabela 10 - Razões para a priorização dos fatores cognitivos

Razões Priorização dos Fatores Cognitivos	Nº
Muita Coordenação	1
Pouca Coordenação	2
Muito Tráfego	3
Pouco Tráfego	4
Cruzamento de Aeronaves	5
S/Cruzamento de Aeronaves	6
C/Conflito de Aeronaves	7
S/Conflito de Aeronaves	8
Possível Conflito de Aeronaves	9
Regras	10
Performance das Aeronaves	11
Padrão de Aproximação das Empresas	12
Tráfego em Diferentes Setores	13
Restrição	14
Operação Não-Radar	15
Mudança Velocidade do Vento	16

No caso da atenção como primeiro fator cognitivo, em cenas fáceis, as razões mais citadas pelos controladores são: pouco tráfego, pouca coordenação, sem conflitos, e regras (padrões de aproximação dentro das regras, tráfego seqüenciado, separação segura). Isto pode estar relacionado com o fato de que nessas cenas o controlador atua na vigilância no tráfego aéreo, sem muitas interferências.

No caso da atenção como primeiro fator cognitivo, em cenas médias, as razões mais citadas pelos controladores são: a possibilidade de conflito ou a presença de conflito, cruzamento, muito tráfego que acarreta em muita coordenação, mudança na velocidade do vento que devido ao padrão de aproximação das empresas, pode alterar a seqüência de aproximação. Também é importante salientar que no encontro de aeronaves de diferentes performances, mas que o desenrolar da cena esteja dentro do esperado pelas regras, a atenção ou a vigilância é o principal fator.

Das cinco cenas difíceis, quatro têm atenção como primeiro fator cognitivo. Nesse caso, as razões estão relacionadas à presença de conflito, cruzamento de aeronaves, com controle não radar. Também há a combinação de muito tráfego, com performances de aeronaves diferentes.

No caso da estratégia como primeiro fator cognitivo, em cenas fáceis, o fato de ter que restringir uma aeronave para evitar um conflito faz com que a estratégia seja mais importante que os outros fatores cognitivos. No caso das cenas médias, em um cenário em que há tráfegos em diferentes setores, com aeronaves com performances diferentes, o fato de ter que, novamente, restringir aeronaves para evitar conflitos ou elaborar uma estratégia para que duas ou mais aeronaves cruzem um mesmo nível com separações mínimas de segurança, explica o fato de a estratégia estar como primeiro fator cognitivo.

O conhecimento, como primeiro fator cognitivo, para cenas fáceis, tem como razão preponderante o conhecimento das performances das aeronaves. A esta razão somam-se os fatos de não haver conflito, pouco tráfego, e os padrões de aproximação, separação, seqüenciamento estarem dentro das regras. Este conhecimento das regras também é apontado como uma razão importante.

Para as cenas médias, em que o conhecimento é o primeiro fator cognitivo, a performance também aparece como uma das razões mais importantes. Soma-se a isso, o fato de haver conflito e de ter que restringir alguma aeronave. Nesse caso, o conhecimento das regras ou o fato de ter vivenciado uma situação semelhante é apontado como outra razão para o fator cognitivo como primeiro na priorização.

Nesse conjunto, algumas diferenciações podem ser feitas:

- a) a atenção foi citada em cenas fáceis, como a relação das regras (quase tudo acontecendo dentro do esperado, e baseado nas regras) com a função do controlador, que é vigilância do tráfego aéreo. Nas médias, atentar às possíveis mudanças dos cenários é o ponto mais importante. Há um número maior de tráfego, ou um tráfego menor com aeronaves de performances diferente. As condições climáticas podem também influenciar. Nas situações difíceis a atenção está relacionada ao número elevado de aeronaves, com cruzamentos e ainda algum fator técnico (controle não-radar).

- b) o conhecimento, independente da classificação, está ligado às regras e, principalmente, a conceitos isolados como, por exemplo, a performance das aeronaves. Já a estratégia apareceu quando houve a necessidade de restringir o nível de vôo de uma aeronave e isto bastou para resolver a situação.

4.6 Seleção de Dados

Nas diferentes cenas, com os diferentes graus de complexidade, o controlador radar obtém do radar, primeiramente, as informações de separação vertical, através do nível de vôo que a aeronave está, e a velocidade. Além destas primeiras informações, a distância ou separação vertical é o terceiro item que o radar oferece, assim como a radial na qual a aeronave está voando. No caso das primeiras informações, nível de vôo e velocidade, elas aparecem junto ao ponto que indica a localização da aeronave no radar. Para as outras informações há a necessidade de uso das ferramentas disponíveis na console radar.

No caso do controlador coordenação, a seleção das informações depende do tipo de cenário: se há ou não aeronave militar (seleção de dados da TWR CO), se há ou não aeronave realizando procedimento de pouso ou decolagem no aeródromo de Caxias do Sul (seleção de dados da TWR CX), ou se há ou não aeronave realizando procedimento de pouso ou decolagem no aeródromo de Porto Alegre (seleção de dados da TWR PA). A outra fonte de informação é do ACC de Curitiba, no caso de aeronaves chegando ao setor de vigilância APP PA.

Quanto às informações que tanto o controlador radar quanto o coordenador necessitem, a fonte será ou o radar, no caso do controlador coordenador necessitar de algum dado, ou o próprio colega.

4.7 Tomada de Decisão

Nas tabelas 11 e 12 estão as decisões tomadas pelos controladores coordenação e radar, respectivamente, nos diferentes cenários. Cada tomada de decisão é seguido de um número que a representa nas tabelas específicas de cada cena.

Tabela 11 - Tomada de decisão – controlador coordenação

Tomada de Decisão: Coordenação	Nº
Coordenação ACC	1
Coordenação TWR PA	2
Coordenação TWR CO	3
Coordenação TWR CX	4
Ordem das aeronaves na Aproximação	5
Alteração na Velocidade	6
Alteração no Nível de Voo	7
Alteração da proa	8
Ordem das aeronaves na decolagem	9
Pagar o Tráfego ao Operador	10
Vetoração	11
Hand OFF	12

Na tabela 11, as decisões de **coordenação ACC, TWR PA, TWR CO, TWR CX**, são aquelas em que o controlador coordenação tem que executar devido ao tráfego de aeronaves relacionado a estes centros do controle.

A ordem das **aeronaves na aproximação ou seqüenciamento** é a que o controlador coordenador planeja juntamente com o ACC para que quando as aeronaves cheguem à área de vigilância radar do APP PA, estas já estejam separadas e numa seqüência de aproximação para os diferentes aeródromos. Cabe salientar que o controlador operador participa ou está ciente desta decisão.

Alteração da velocidade, alteração no nível de voo, alteração da proa são decisões que costumam ser feitas pelo controlador radar. Porém, em se tratando de um trabalho de coordenação essas decisões podem ser tomadas em conjunto.

Ordem das aeronaves na decolagem é uma decisão que o controlador coordenação costuma tomar com base nos tráfegos em aproximação ou de saída de um mesmo ou dos diferentes aeródromos envolvidos no cenário. Aqui também é importante salientar que ora a decisão é do controlador coordenador ora é de ambos.

Pagar o tráfego ao operador é quando o controlador coordenador relata a situação do cenário ao controlador radar. Neste relato incluem-se as aeronaves chegando na área do APP PA, aeronaves que irão decolar, nos diferentes setores da área do APP PA.

Vetoração é algo que o controlador coordenação participa, pois quem executa é o controlador radar.

O **Hand OFF** é a passagem de um tráfego de um setor ou controle para o outro. Neste caso o *hand off* é a passagem do tráfego da área do APP PA para a área do ACC Curitiba. É feita via telefone de controlador coordenação para um outro controlador.

Na tabela 12, as decisões do controlador radar, **ordem das aeronaves na aproximação (seqüenciamento), alteração no nível de vôo (separação vertical), alteração na velocidade, alteração na ordem de aproximação**, são de comunicação deste controlador com a aeronave, mas podem ser decisões de ambos controladores.

Ordem das aeronaves na decolagem e alteração na ordem da decolagem podem ser decisões de ambos controladores. A **Alteração de proa** é a alteração na direção segundo a qual é ou deve ser orientado o eixo longitudinal da aeronave. Neste caso, é o controlador radar que informa para a aeronave a proa.

Vetoração é provisão de orientação para a navegação às aeronaves, em forma de rumos. Está é realizada pelo controlador radar.

A **órbita** é quando a aeronave tem que fazer um movimento de 360°, mantendo um nível de vôo recomendado devido a uma espera para aproximação em aeródromo, pouso abortado ou espera para liberação da pista de pouso por fatores meteorológicos. As órbitas estão prescritas nas regras e cabe ao controlador radar indicá-las quando necessário.

Tabela 12 - Tomada de decisão – controlador radar

Tomada de Decisão: radar	Nº
Ordem das aeronaves na Aproximação (sequenciamento)	1
Alteração na Velocidade	2
Alteração no Nível de Vôo (separação vertical)	3
Alteração na ordem de Aproximação	4
Alteração da proa	5
Ordem das aeronaves na decolagem	6
Alteração na ordem da decolagem	7
Vetoração	8
Órbita	9
Restrição no nível de vôo	10

Nas cenas fáceis, a tomada de decisão do controlador coordenação são os *hand off* com o ACC e a ordem de aproximação, assim como as decisões com TWR PA e TWR CO (tabela 13).

Tabela 13 – Tomada de decisão cena fácil (controlador coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
20	fácil	Cont. Coordenação	2	3	1	
30	fácil	Cont. Coordenação	2	5	1	
28	fácil	Cont. Coordenação	12	1	2	5

Nas cenas fáceis, a tomada de decisão do controlador radar são mais relacionadas à ordem de aproximação das aeronaves (seqüenciamento) ou decolagem, e a alteração no nível de vôo devido à necessidade de uma restrição (tabela 14).

Tabela 14 – Tomada de decisão cena fácil (controlador radar)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3
41	fácil	Cont. Radar	1	10	5
32	fácil	Cont. Radar	3	10	
10	fácil	Cont. Radar	1	3	2
17	fácil	Cont. Radar	3	8	6
27	fácil	Cont. Radar	1		
14	fácil	Cont. Radar	1	2	

A tabela 15 mostra a decisão de ambos controladores nas respectivas cenas. Os controladores tomam as decisões em algumas cenas como se estivessem apenas cumprindo o que está prescrito na atividade que ele está desempenhando no momento. Como exemplo disto, a cena oito mostra que a decisão do controlador coordenação é coordenar com o ACC a ordem de aproximação das aeronaves, e transmitir para a TWR PA as aeronaves que estão se aproximando para pouso. O controlador radar apenas informa às aeronaves a ordem na aproximação, quando da chegada delas no setor.

Por outro lado, estas cenas podem ser analisadas como bem coordenadas, pois há por parte dos controladores uma concordância ou comportamento coordenado (WOODS *et al.*, 2005). A cena 18 e 46 são exemplos disto.

Tabela 15 – Tomada de decisão cena fácil (controlador coordenação e radar)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
8	fácil	Cont. Coordenação	1	5	2	
8	fácil	Cont. Radar	1			
11	fácil	Cont. Coordenação	2	1		
11	fácil	Cont. Radar	3	5		
18	fácil	Cont. Radar	1			
18	fácil	Cont. Coordenação	2	9		
25	fácil	Cont. Radar	1	3	5	
25	fácil	Cont. Coordenação	3	2	1	10
29	fácil	Cont. Coordenação	1	5	2	8
29	fácil	Cont. Radar	10	3	5	
46	fácil	Cont. Radar	6	1		
46	fácil	Cont. Coordenação	9	5		

Nas cenas médias, as decisões do controlador coordenação estão relacionadas à execução do que está prescrito como tarefa coordenação, mas há clara participação na tomada de decisão da condução do tráfego. Nas cenas 21, 26, o controlador coordenador participa da tomada de decisão para vetorção e há a necessidade de informar ou “pagar” o tráfego com uma frequência maior (tabela 16).

Tabela 16 – Tomada de decisão cena média (controlador coordenação)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4	Prior. 5
21	média	Cont. Coordenação	5	10	7	2	3
26	média	Cont. Coordenação	3	2	8	11	10
15	média	Cont. Coordenação	10	2	3	4	
19	média	Cont. Coordenação	1	7	6	10	5
10	média	Cont. Coordenação	1	2	3		

A tabela 17 mostra que o controlador radar nas cenas médias toma decisões que exigem maior controle sobre o tráfego, como por exemplo, vetoração, alteração de proa, alterações nas velocidades, separações.

Tabela 17 – Tomada de decisão cena média (controlador radar)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
33	média	Cont. Radar	10	6	3	
22	média	Cont. Radar	1	3	2	
12	média	Cont. Radar	8	3	2	
7	média	Cont. Radar	1	3	5	
6	média	Cont. Radar	3	10	8	
28	média	Cont. Radar	1			
45	média	Cont. Radar	3	10		
13	média	Cont. Radar	1	3	2	8

No caso das cenas médias em que ambos participaram há a necessidade crescente de participação nas tomadas de decisões um do outro. Na cena quatro há a vetoração como um dos pontos de participação dos controladores na tomada de decisão (tabela 18).

Tabela 18 – Tomada de decisão cena média (controlador coordenação e radar)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
4	média	Cont. Coordenação	2	1	10	11
4	média	Cont. Radar	3	2	8	1
3	média	Cont. Radar	1	2		
3	média	Cont. Coordenação	1	5	10	2
2	média	Cont. Radar	1	10	2	
2	média	Cont. Coordenação	2	4		
1	média	Cont. Coordenação	1	2	12	
1	média	Cont. Radar	10	3		
44	média	Cont. Coordenação	1	2		
44	média	Cont. Radar	10	1	3	

Nas cenas difíceis, a tomada de decisão do controlador coordenador envolve maior número de comunicações com os centros de controle (cena 16), pois há maior número de aeronaves envolvidas e conseqüentemente maior necessidades de decisões (cena 43). O controlador radar toma decisões que exigem maior controle sobre o tráfego, num menor tempo, devido à quantidade de tráfego no setor (tabela 19).

Tabela 19 – Tomada de decisão cena difícil (controlador coordenação e radar)

Cena	Classificação	Controlador	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
16	difícil	Cont. Coordenação	3	2	9	10
34	difícil	Cont. Radar	3	1	8	
9	difícil	Cont. Radar	5	8	10	3
43	difícil	Cont. Radar	2	8	3	10
43	difícil	Cont. Coordenação	1	2	11	
47	difícil	Cont. Radar	1	10		

4.8 Avaliação Subjetiva da Carga de Trabalho - NASA/TLX adaptado

A figura 15 e 16 mostram como os controladores do APP PA e TWR PA, respectivamente, percebem a carga de trabalho, conforme resultado dos questionários adaptados NASA TLX. Dezesete controladores de tráfego aéreo, com diferentes tempos de profissão e APP PA e dezessete TWR responderam o questionário. Um gráfico é gerado a partir da tabulação dos dados.

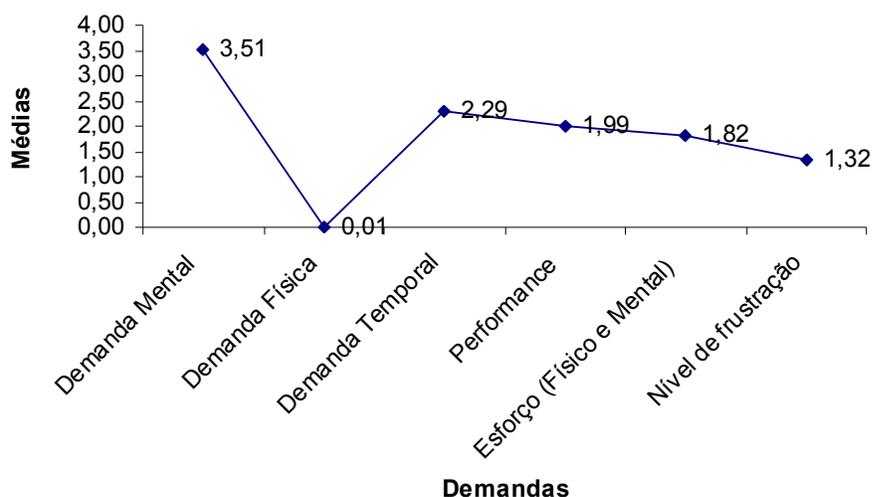


Figura 15 - carga de trabalho do controlador de tráfego aéreo APP PA

A figura 15 e 16 mostram que a carga mental demandada (3,51) tem um impacto maior do que as outras demandas da atividade. A carga física (0,01) é o que menos impacto tem na atividade. O nível de pressão imposto para a realização do trabalho, demanda temporal, (2,29) foi a segunda demanda que mais impacto tem na atividade dos controladores do APP PA.

O fato da demanda mental ser percebida como a maior se deve à característica predominantemente cognitiva da atividade de controle. Quanto à demanda temporal, o fato do controlador de APP estar no caminho entre a aeronave que chega de um ACC em direção a um aeródromo, ou de uma aeronave que deixa um aeródromo em direção a um centro de controle de área, faz com que haja a necessidade de conduzir o tráfego de uma maneira que não gere esperas e descontentamentos, tanto dos colegas (controladores das TWR e/ou ACC) quanto dos pilotos das aeronaves.

O teste U de Mann Whitney para verificar se existe diferença estatística entre os controladores, no que se refere a carga de trabalho e tempo de profissão e APP PA (Apêndice Q) mostrou que não existe diferença estatística entre os controladores do APP PA quanto ao tempo de profissão, tempo de APP e a carga de trabalho.

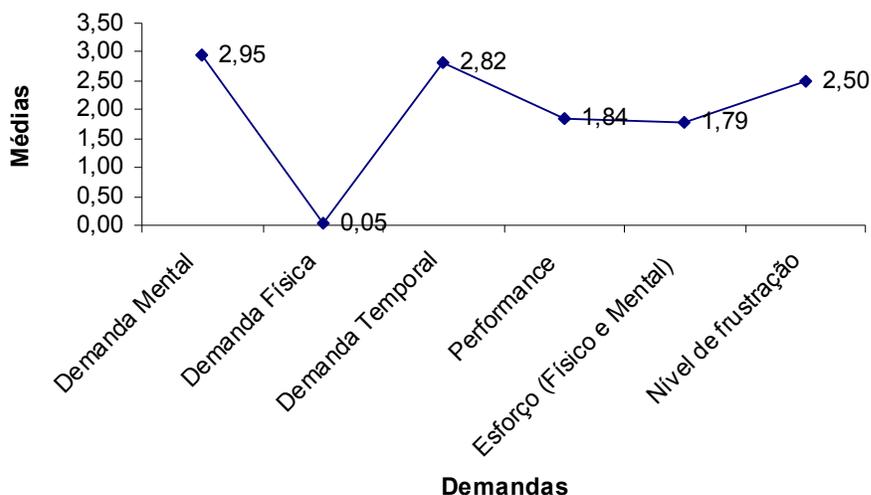


Figura 16 - carga de trabalho do controlador de tráfego aéreo TWR PA

Quanto à demanda física e o esforço (físico e mental), ambos (APP PA e TWR PA) percebem de forma similar. Na diferença entre a percepção dos controladores de APP PA e TWR PA os valores relacionados à demanda mental foram maiores para os controladores do APP PA. Isto pode ser explicado pelo fato do controlador APP trabalhar com radar, e ter que projetar no espaço a localização e performance das diferentes aeronaves.

O controlador de TWR também tem de lidar com os mesmos conceitos; porém, em função das características do trabalho da TWR PA ser de monitoramento do tráfego no pátio (aeródromo) e das aeronaves na parte final da aproximação e início da decolagem, isto faz com que, em comparação com o controlador APP, essa demanda mental seja um pouco menor. O controlador de TWR também monitora aeronaves via frequência no entorno do aeródromo; porém não se pode comparar com a quantidade de aeronaves, a velocidade desenvolvida, mudança de níveis, de um setor de aproximação.

O fato da demanda temporal e nível de frustração apresentar valores maiores para os controladores TWR PA é explicado da seguinte forma pelos controladores da TWR PA:

- a) algumas vezes, os controladores da TWR PA elaboram sua estratégia e tomam a decisão de qual aeronave, e em que ordem, vai decolar, mas a ordem pode ser modificada pelo controlador de APP PA devido, principalmente, a alguma restrição no setor de aproximação. Com isso, o

controlador da TWR PA tem de pensar rapidamente em uma nova estratégia;

- b) os controladores da TWR PA relatam que sua área de controle é muito pequena (área de abrangência do aeródromo e imediações) e isso faz com que tenham pouco tempo para elaborar uma estratégia e tomar uma decisão;
- c) em função do que foi exposto acima, o controlador da TWR é quem primeiro ouve a reclamação dos pilotos, o que ocasiona maior ansiedade tanto para o piloto quanto para o controlador.

Enfim, a justificativa para uma maior demanda temporal na TWR PA é o tempo menor para resolução de problemas, ou seja ter que resolver uma situação mais rapidamente. No que tange a frustração, o problema é que a estratégia assumida pode ser modificada e, portanto, a improvisação é maior, o que exige esforço de imaginação, e pode aumentar a margem de erro (e, conseqüentemente, gerar maior frustração).

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista atingir os objetivos desta dissertação, foi realizada uma análise ergonômica do trabalho, em diferentes cenários reais, com os controladores do controle de tráfego aéreo do centro de controle de aproximação APP PA. O seu desenvolvimento foi motivado pela complexidade que é a atividade de controle de tráfego aéreo e as demandas cognitivas a qual a atividade está exposta.

Primeiramente, foram filmadas diferentes cenas com os controladores (radar e coordenação) na estação de trabalho, executando a atividade. Após, foram entrevistados e solicitados a classificar as cenas (fácil, média, difícil), explicando o por quê. Os resultados mostraram que os controladores têm a mesma percepção quanto à classificação de um cenário, complexidade, independente do tempo de profissão e tempo de APP PA.

Quanto ao grau de complexidade e gravidade, os resultados mostraram haver diferença significativa entre a classificação da cena (fácil, médio e difícil) para o grau de complexidade, tendo apresentado diferença significativa na classificação difícil para o grau de gravidade. Quanto às razões que os levaram a essa classificação, estas parecem seguir a lógica das características do cenário. De acordo com as variáveis envolvidas, parece que a dificuldade da cena aumenta. E essas diferentes variáveis podem explicar sua classificação.

Foi possível observar que tanto o controlador coordenação quanto o controlador radar consideram uma cena fácil quando há sol e três e quatro aeronaves. O controlador radar e coordenação consideram uma cena difícil quando há mais de sete aeronaves e uma condição meteorológica nublado. O controlador radar considera uma cena média com cinco e seis aeronaves

Verificou-se, também, que há diferença significativa entre os níveis das variáveis controlador, classificação da cena e fatores cognitivos. Observou-se que não existe diferença significativa entre controlador coordenação e radar. Para a variável classificação, os níveis fácil e média são similares, sendo estes diferentes significativamente do nível difícil.

Quanto às variáveis dos fatores cognitivos - atenção, estratégia e conhecimento- estes apresentaram diferença significativa entre si. Foi possível observar que em uma cena difícil, tanto o controlador coordenador quanto o controlador radar consideram que a atenção é mais importante, assim como o controlador coordenação em uma cena média.

O controlador radar considera, tanto em uma cena fácil quanto em uma cena média, que a estratégia seja mais importante. O controlador coordenação dá mais importância ao conhecimento, quando ocorre uma cena fácil.

Quando solicitados a explicar os motivos das ordens de priorização dos fatores cognitivos, os controladores relacionaram a atenção em cenas fáceis, pelo fato de suas condutas, nestas cenas, serem mais de vigilância de tráfego aéreo, sem muita interferência. Nas cenas médias, o encontro de aeronaves de diferentes performances, mas que o desenrolar da cena esteja dentro do esperado pelas regras, a atenção ou a vigilância foram os principais fatores. Quanto às cenas difíceis, há a combinação de muito tráfego, com performances de aeronaves diferentes, ou melhor, uma grande variabilidade.

Quanto à estratégia, em cenas fáceis, o fato de ter que restringir uma aeronave para evitar um conflito faz com que a estratégia seja mais importante que os outros fatores cognitivos. No caso das cenas médias, um cenário em que há tráfegos em diferentes setores, com aeronaves de performances diferentes, faz da estratégia o fator cognitivo mais importante.

Para o fator cognitivo do conhecimento, as regras são apontadas como uma razão importante. O fato de ter vivenciado uma situação semelhante com aeronaves de diferentes performances foi apontado como outra razão para este fator cognitivo como primeiro na priorização.

Quanto à carga de trabalho, esta mostrou que a atividade mental requerida para a realização do trabalho tem um impacto maior do que as outras demandas na atividade. A demanda temporal foi outra percepção de impacto na carga de trabalho. Isto se explica em função da atividade complexa, em um ambiente dinâmico, com muitas variáveis e a necessidade de tomadas rápidas de decisão.

Na comparação entre a carga de trabalho do APP e TWR, esta última apresentou uma percepção maior quanto a demanda temporal e nível de frustração. A explicação dada, pelos próprios controladores da TWR, foi de que o tempo para uma tomada de decisão quando da mudança de cenário é menor que em outros centros de controle, pois suas estratégias estão na dependência dos outros centros (liberação para decolagem, prioridade no pouso). Também os controladores que trabalham em torre são os primeiros a ouvir as reclamações dos pilotos.

Os resultados sugerem que a coordenação bem executada faz com que a meta de condução de um tráfego aéreo seguro seja alcançado. O que um não vê o outro parece prever, e a condução das cenas transcorrem com uma sincronia entre os diferentes agentes.

Esses resultados indicam que há a necessidade de maiores pesquisas que busquem o entendimento de como que os controladores constroem esse conhecimento, resolvem conflitos e tomam as decisões. Isto poderá ser aplicado na capacitação e formação dos controladores.

De modo geral, um dos fatores que facilitou o desenvolvimento desta pesquisa foi o fato da participação e interesse dos controladores e chefia na pesquisa. Para a chefia, a pesquisa pode vir a trazer alguma sugestão na capacitação e treinamento dos controladores que chegam ao APP PA. Para os controladores, o fato de estar sendo desenvolvida uma pesquisa em um ambiente de regras rígidas e, muitas vezes, de difícil acesso, em um cenário de pouco conhecimento para quem não vive essa realidade de tráfego aéreo, é encarando como uma forma de valorização do seu trabalho.

Finalmente, cabe salientar que a pesquisa foi conduzida em um momento de grave crise do setor aéreo. O campo de estudo não foi afetado com as paralisações no controle de tráfego aéreo, porém o clima de incertezas, tensões, esteve presente nos últimos dois meses da pesquisa. As percepções de carga de trabalho já haviam sido coletadas antes do início da crise no setor aéreo.

5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

No que se refere ao controle de tráfego aéreo, com a visão da engenharia de sistemas cognitivos, sugere-se:

- a) entender melhor os constrangimentos e recursos do sistema;
- b) compreender o processo de construção de conhecimento dos controladores de tráfego aéreo;
- c) diferenciar o que é um controlador de tráfego aéreo experiente de um novato e relacionar com o comportamento do mesmo dentro do sistema cognitivo;
- d) analisar os diferentes subsistemas cognitivos envolvidos com o subsistema de tráfego aéreo e entender suas relações.

REFERÊNCIAS

AIRSAFETYGROUP. **Segurança de Voo / Sistema e Estrutura: Histórico do Tráfego Aéreo no Brasil**, 2003. Disponível em: <<http://www.airsafetygroup.com.br>> Acesso em: 5 mai. 2005.

AIRSAFETYGROUP. **O Controle de Tráfego Aéreo e a Prevenção de Acidentes Aeronáuticos**, 2003. Disponível em: <<http://www.airsafetygroup.com.br>> Acesso em: 5 mai. 2005.

BANBURY, Simon; TREMBLAY, Sébastien. A Cognitive Approach to Situation Awareness: Theory and Application. In: GARBIS, Christer; ARTMAN, Henrik. **Team Situation Awareness as Communicative Practices**. Hampshire: Ashgate, 2004.

BRUCE, D.S. An Explanatory Model for Influences of Air Traffic Control Task Parameters on Controller Work Pressure. In: **Proceedings of Human Factors Society 37th Annual Meeting**, 1993. 108-112.

CAMPOS, Humberto. **Estatística Experimental Não-Paramétrica**. 4ª ed. São Paulo: USP-ESALQ, 1983

CORRÊA, Fábio de Paula. Carga Mental e Ergonomia. Florianópolis, 2003. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

DANAHER, J. W. Human Error in ATC System Operation. **Human Factors**, v. 22, 535-545, 1980.

DINIZ, R. L. **Avaliação das Demandas Físicas e Mental no Trabalho do Cirurgião em Procedimentos Eletivos**. Porto Alegre, 2003. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ENDSLEY, M. R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. **Human Factors**. 37. vol 1, 32-64, 1995.

EYFERTH, Klaus; NIESSEN, Cornelia; SPAETH, Oliver. A Model of Air Traffic Controllers' Conflict Detection and Conflict Resolution. **Aerospace Science and Technology**, Volume 7, Issue 6, September 2003, pg 409-416.

FONSECA, Gilson. A Construção de Conceitos na Formação dos Controladores de Tráfego Aéreo Utilizando Ambientes Virtuais de Simulação: Uma abordagem construtivista. Mensagem pessoal. Mensagem recebida por: cleytonfisio@yahoo.com.br em 10 mai. 2005.

GÓMEZ, Gregório Rodrigues, FLORES, Javiu Gil, JIMÉNEZ, Eduardo Garcia. **Metodología de la Investigación**. Ediciones Aljibe, Archidona (Málaga), 1996.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. A Complexidade do Erro, “Erro Humano” e Sistemas Complexos. In: _____. **Ergonomia Cognitiva**. 3.ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2006.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. A Engenharia de Sistemas Cognitivos. In: _____. **Ergonomia Cognitiva**. 3.ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2006.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. A Avaliação da Carga de Trabalho Mental. In: _____. **Ergonomia Cognitiva**. 3.ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2006.

HOLLNAGEL, Erik. Cognition as Control: A Pragmatic Approach to the Modelling of Joint Cognitive Systems. Cognition As Control. Department of Computer and Information Science **University of Linköping**, SE – 581-83. Linköping, Sweden, 2002.

HOLLNAGEL, Erik; WOODS, David D. **Joint Cognitive Systems: Foundations of Cognitive Systems Engineering**. Basingstoke: Taylor & Francis, 2005.

HOLLNAGEL, Erik; WOODS, David D; LEVESON, Nancy. **Resilience Engineering: Concepts and Precepts**. Basingstoke: Taylor & Francis, 2006.

HREBEC, D. G.; INFIELD, S.; RHODES, S. A Simulator Study of the Effect of Information Load And Datalink On Crew Error. In: Proceedings of Human Factors Society 33rd Annual Meeting, 1994, Seattle. **Anais**

INFRAERO, 2005. A Infraero e o desafio do novo Brasil. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br>> Acesso em: 8 mai. 2005.

KYNNEY, G. C., SPAHN, M. J., AMATO, R. A. The Human Element In Air traffic Control: Observations and Analyses of the Performance of Controllers and Supervisors in providing ATC Separations Services. **Mc Lean**, 1977.

MARSHALL, Gordon. **The Concise Oxford Dictionary of Sociology**. Oxford: Osford University Press, 1994.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 19.ed. Petrópolis –RJ: Editora Vozes, 1997.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. Ima 100-12: Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo, 1999.

MOTTER, Ana A.; GOTINJO, Leila Amaral. Trabalho em Sistemas Complexos. Carga Mental X Carga Física. In: ABERGO XIV, 2006, Curitiba. **Anais**.

NIESSEN, Cornelia; EYFERTH, Klaus. A Model of The Air Traffic Controller's Picture. **Safety Science**, p. 187-202, 2001.

NIESSEN, Cornelia; EYFERTH, Klaus; BIERWARGEN, T. A Modelling Cognitive Processes of Experienced Air Traffic Controllers. **Ergonomics**, v 42, p. 1507-1520, 1999.

O AEROPORTO, 2005. Disponível em: <<http://www.wikipedia.org>> Acesso em: 10 jul. 2005.

O QUE É O DECEA, 2005. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br>>. Acesso em: 10 jul. 2005.

REDDING, Richard E. Analysis of Operational Errors and Workload in Air Traffic Control. In: **Proceedings of Human Factors Society 36th Annual Meeting**, Virginia, 1992.

SENADO FEDERAL. **Relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito referente ao Relatório Parcial da CPI: Apagão Aéreo (SF)**. Disponível em < <http://www.senado.gov.br/sf/atividade/Comissoes> >. Acesso em 13 set 2007.

SEAMSTER, T.; CANNON, J. R.; PIERCE, R. ; REDDING, R. Analysis Of Em Route Air Traffic Controller Team Communication And Controller Resource Management (CRM). In: **Proceedings of Human Factors Society 36th Annual Meeting**, Virginia, 1992.

STAGER, Paul. Underlying Factors in Air Traffic Control Incidentes. In: **Proceedings of Human Factors Society 33rd Annual Meeting**, Toronto, 1989.

TAYLOR, S.J. e BOGDAN, R. **Introducción a Los Métodos cualitativos de Investigación** España: Paidós, 1992.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. Editora Atlas São Paulo, 1987.

VICTORIA, Ceres G. *et al.* **Pesquisa Qualitativa em Saúde**. Tomo editorial Porto Alegre, 2000.

WIENER, E. L. Midair Collisions: The Accidents, the Systems, and the Realpolitik. **Human Factors**, v. 22, p. 521-533, 1980.

WOODS, David D. et al. **Behind Human Error: Cognitive Systems, Computers, and Hindsight**. Columbus, Ohio: CSERIAC, 1995.

WOODS, D. D.; HOLLNAGEL, E. **Joint Cognitive Systems: Patterns in Cognitive Systems Engineering**. Boca Raton. CRC/Taylor & Francis, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 3. ed, 212 p., 2005.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao assinar este documento, estou consentindo formalmente em ser entrevistado pelo pesquisador Cleyton Vieira de Vargas, aluno do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS. O estudo tem como objetivo compreender como se caracteriza a atuação do controlador de tráfego aéreo à luz da ergonomia cognitiva. As informações coletadas serão utilizadas para proporcionar conhecimento sobre essa atividade, podendo, num futuro, auxiliar nas metodologias de formação dos controladores, bem como indicar aspectos importantes no desenvolvimento de novas ferramentas destinadas à execução das tarefas e design de equipamentos.

Recebi do pesquisador as seguintes orientações:

1. Serei filmado em três momentos distintos no meu posto de trabalho executando minha atividade. Após a filmagem, quando da passagem do posto para o próximo operador, responderei um questionário de carga de trabalho: NASA-TLX.
2. Posteriormente a filmagem, num dia a combinar por mim e pelo pesquisador, será feita uma entrevista gravada. Nessa entrevista, as imagens dos três momentos distintos em que estou executando a atividade serão reproduzidas, sendo que a entrevista será baseada nessas imagens.
3. A entrevista será uma conversa entre o pesquisador e eu, abordando a minha percepção da atividade de controlador de tráfego aéreo, sendo realizada em um lugar isolado, privativo, e ocorrendo a gravação da mesma. Se eu não quiser que a entrevista seja gravada, a mesma será feita através de conversa informal.
4. As informações coletadas durante a entrevista serão utilizadas pelo pesquisador, sendo as mesmas sintetizadas e, depois de transcritas no papel, o pesquisador me entregará para eu corrigir e confirmar o que foi anotado.
5. Terei garantido a confidencialidade referentes a minha pessoa, vinculados às informações da entrevista.
6. A minha participação na pesquisa será voluntária. Concordando ou recusando em participar, não obterei vantagens ou desvantagens ou serei prejudicado. Não serei obrigado a responder todas as perguntas, podendo interromper ou cancelar a entrevista a qualquer momento. Não haverá custos para nenhuma das partes.
7. Tenho garantido pelo pesquisador que as imagens em que estou executando minha atividade serão utilizadas exclusivamente nessa pesquisa. As fitas contendo as imagens ficarão, durante a pesquisa, no APP-PA, sendo, após isso, entregue ao Tenente TEDI para que as mesmas sejam inutilizadas.
8. Necessitando outros esclarecimentos sobre minha participação na pesquisa, ou querendo cancelar a entrevista realizada, entrarei em contato pessoal com o pesquisador ou pelo telefone: (51) 3632 11 06.

Colaborador: _____ Ass.: _____ Data: _____

APÊNDICE B – DIÁRIO DE CAMPO

Diário de Campo

Dia / mês/ ano:

Código:

Horário do início e término da cena:

Dia da semana:

Condições climáticas:

Nº de aeronaves:

Observações:

APENDICE C – ENTREVISTA GERAL ESTUDO PRELIMINAR



Tempo de profissão: _____

ENTREVISTA GERAL

- 1- Quais são as metas da atividade de Controlador de Tráfego Aéreo?
- 2- Quais são os recursos necessários para a execução da atividade?
- 3- Quais são as maiores dificuldades (inclusive os recursos disponíveis ou não) para a execução da atividade?
- 4- Quais são as maiores facilidades (pontos positivos) para a execução da atividade?
- 5- O que é um bom dia de trabalho e um dia ruim de trabalho?
- 6- Qual(is) a(s) diferença(s) entre um Controlador de Tráfego Aéreo experiente e novato? Por que?
- 7- Priorize (1, 2 e 3) o que você acha que mais colabora durante a execução da atividade de Controlador de Tráfego Aéreo.
 a atenção a estratégia o conhecimento
 Por quê?
- 8- Há algo que você gostaria de acrescentar a esta entrevista?

APÊNDICE D – ENTREVISTA GERAL ESTUDO PRINCIPAL



UFRGS \ PPGEPE \ LOPP \ **Pesquisa em Ergonomia**
Praça Argentina, 9 – 2º andar, Porto Alegre – RS – CEP 90040-020
www.ergo.ppep.ufrgs.br



Tempo de profissão: _____ **Tempo de APP- PA:** _____

ENTREVISTA GERAL

- 1- Quais são as metas da atividade de Controlador de Tráfego Aéreo?
- 2- Quais são os recursos necessários para a execução da atividade?
- 3- Quais são as maiores dificuldades (inclusive os recursos disponíveis ou não) para a execução da atividade?
- 4- Quais são as maiores facilidades (pontos positivos) para a execução da atividade?
- 5- O que é um bom dia de trabalho e um dia ruim de trabalho?
- 6- Qual(is) a(s) diferença(s) entre um Controlador de Tráfego Aéreo experiente e novato? Por quê?
- 7- Priorize (1, 2 e 3) o que você acha que mais colabora durante a execução da atividade de Controlador de Tráfego Aéreo.
() a atenção () a estratégia () o conhecimento
Por quê?
- 8- Há algo que você gostaria de acrescentar a esta entrevista?

APÊNDICE E – ENTREVISTA FILMAGEM ESTUDO PRELIMINAR CONTROLADOR – RADAR



Tempo de profissão: _____

ENTREVISTA FILMAGEM

Esta entrevista se refere à filmagem de uma cena de você na sua atividade de Controlador de Tráfego Aéreo. Solicitamos que sua resposta seja a mais detalhada possível.

1- Explique os procedimentos que você adotou durante a cena apresentada.

1.1- Inicie a explicação abordando sua primeira impressão da cena.

2.2- Descreva suas decisões. É importante que você descreva-as na seqüência e explique o porquê de cada uma delas.

2- Que informações você utilizou durante a condução do tráfego aéreo. Por quê?

3- Classifique esse cenário entre fácil, médio ou difícil. Que critérios você utilizou para a sua classificação.

4- Qual o grau de complexidade desse cenário? Por quê?

5- Qual o grau de gravidade desse cenário? Por quê?

6- Priorize (1, 2 e 3) o que você acha que mais colaborou durante a condução do tráfego aéreo.

() a atenção () a estratégia () o conhecimento

Por quê?

7- Há algo que você gostaria de acrescentar a esta entrevista?

APÊNDICE F - ENTREVISTA FILMAGEM ESTUDO PRINCIPAL CONTROLADOR-RADAR



Tempo de profissão: _____ **Tempo de APP- PA:** _____

ENTREVISTA FILMAGEM “Operador Radar”

Esta entrevista se refere à filmagem de uma cena de você na sua atividade de Controlador de Tráfego Aéreo. Solicitamos que sua resposta seja a mais detalhada possível.

1- Explique os procedimentos que você adotou durante a cena apresentada.

1.1- Inicie a explicação abordando sua primeira impressão da cena.

1.2- Descreva suas decisões. É importante que você descreva-as na seqüência e explique o porquê de cada uma delas.

- Seleção de dados: do radar (nº de aeronaves, velocidade, separação, altitude);
Comunicação (piloto, esquerdinha...).
- Decisão tomada, ação executada, alguma solução alternativa?
- Conflitos, resolução dos mesmos, antecipação de situações.

1.3- Após a descrição da sua primeira impressão da cena, continue descrevendo suas decisões a partir do primeiro minuto, segundo minuto ... até o décimo minuto, respectivamente.

2- Que informações (as do radar, as do piloto, as do esquerdinha ...) você utilizou durante a condução do tráfego aéreo. Por quê?

3- Classifique esse cenário entre fácil, médio ou difícil. Que critérios você utilizou para a sua classificação.

4- Qual o grau de gravidade desse cenário? Por quê?

5- Priorize (1, 2 e 3) o que você acha que mais colaborou durante a condução do tráfego aéreo.

() a atenção () a estratégia () o conhecimento

Por quê?

6- Há algo que você gostaria de acrescentar a esta entrevista?

APÊNDICE G – ENTREVISTA FILMAGEM CONTROLADOR – COORDENAÇÃO



Tempo de profissão: _____ **Tempo de APP- PA:** _____

ENTREVISTA FILMAGEM “Esquerdina”

Esta entrevista se refere à filmagem de uma cena de você na sua atividade de Controlador de Tráfego Aéreo. Solicitamos que sua resposta seja a mais detalhada possível.

1- Explique os procedimentos que você adotou durante a cena apresentada.

1.1- Descreva suas decisões. É importante que você descreva-as na seqüência e explique o porquê de cada uma delas.

2- Que informações (as da torre, as do ACC ...) você utilizou durante a condução do tráfego aéreo. Por quê?

3- Classifique esse cenário entre fácil, médio ou difícil. Que critérios você utilizou para a sua classificação.

4- Qual o grau de gravidade desse cenário? Por quê?

5- Priorize (1, 2 e 3) o que você acha que mais colaborou durante a condução do tráfego aéreo.

() a atenção () a estratégia () o conhecimento

Por quê?

6- Há algo que você gostaria de acrescentar a esta entrevista?

APÊNDICE H – CLASSIFICAÇÃO DA CENA (GRAU DE COMPLEXIDADE/GRAU DE GRAVIDADE).



UFRGS \ PPGEPE \ LOPP \ Pesquisa & Ergonomia
Praça Argentina, 9 – 2º andar, Porto Alegre – RS – CEP 90040-020
www.ergo.ppep.ufrgs.br



Cód: _____

Tempo de Profissão: _____ **Tempo de APP-PA:** _____

Operador

Esquerdinha

Classificação da Filmagem: _____

- *Marque na escala qual a sua opinião quanto à situação que você vivenciou nessa passagem pela estação de trabalho.*

1. Grau de Complexidade

Pouco

Muito

Por quê?

2. Grau de Gravidade

Pouco

Muito

Por quê?

APÊNDICE I- CARACTERÍSTICAS DAS CENAS

CENA	Classificação	Controlador	Radar	cond. do tempo	Vel. Do Vento	Caças	Cruzamento	Pista	Complexidade
1	Média	radar	sim	Chuva/nublado	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,76
		Coordenação	sim	Chuva/nublado	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	9,21
2	Média	radar	sim	Sol	Alta	0	Não	Pista 11	9,66
		Coordenação	sim	Sol	Alta	0	Não	Pista 11	4,84
3	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,67
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,18
4	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Sim	Pista 29	6,97
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Sim	Pista 29	9,23
6	Média	radar	não	Sol	Baixa/normal	2	Não	Pista 11	9,42
7	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 29	9,1
8	Fácil	radar	sim	Nublado	Alta	0	Não	Pista 11	0,67
		Coordenação	sim	Nublado	Alta	0	Não	Pista 11	0,04
9	Difícil	radar	sim	Nublado	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	10,92
10	Média	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	3	Não	Pista 11	7,14
	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	3	Não	Pista 11	1,46
11	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 29	1,15
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 29	4,14
12	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Sim	Pista 29	7,61
13	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	10,09
14	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,14
15	Média	Coordenação	não	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	10,28
16	Difícil	Coordenação	não	Sol	Baixa/normal	2	Não	Pista 11	13
17	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	2,85
18	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	0,13
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	2,8
19	Média	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	7,52
20	Fácil	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	0,94
21	Média	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	4,97
22	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,51
25	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	2,91
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	2,91
26	Média	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	8,19
27	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	1,06
28	Média	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	5,09
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	7,19
29	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	3,62
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	2,23
30	Fácil	Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	4,46
32	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	1,04
33	Média	radar	sim	Chuva/nublado	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	10,8
34	Difícil	radar	sim	Chuva/nublado	Baixa/normal	1	Não	Pista 11	14,46
41	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	1,61
43	Difícil	radar	sim	Nublado	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	11,88
		Coordenação	sim	Nublado	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	11,47
44	Média	radar	sim	Sol	Alta	0	Não	Pista 11	7,45
		Coordenação	sim	Sol	Alta	0	Não	Pista 11	6,75
45	Média	radar	sim	Sol	Alta	1	Não	Pista 11	9,27

46	Fácil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	0,87
		Coordenação	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	0,95
47	Difícil	radar	sim	Sol	Baixa/normal	0	Não	Pista 11	12

APÊNDICE J - ESTATÍSTICA DESCRITIVA GRAU DE COMPLEXIDADE

	Controlador	N	Rank médio	Soma dos Ranks	Teste U de Mann-Whitney
Grau de Complexidade	Operador	29	25,59	742,00	0,961
	Coordenação	21	25,38	533,00	
	Total	50			
Tempo de profissão	Operador	29	26,93	781,00	0,398
	Coordenação	21	23,52	494,00	
	Total	50			
Tempo de APP/PA	Operador	29	26,76	776,00	0,456
	Coordenação	21	23,76	499,00	
	Total	50			

Variável de grupo: controlador

APÊNDICE K – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) GRAU DE COMPLEXIDADE E GRAVIDADE

Análise de Variância (ANOVA) quanto ao Grau de Complexidade e Gravidade

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Grau de Complexidade	Between Groups	581,487	2	290,743	79,607	,000
	Within Groups	171,655	47	3,652		
	Total	753,142	49			
Grau de Gravidade	Between Groups	217,268	2	108,634	23,397	,000
	Within Groups	65,004	14	4,643		
	Total	282,272	16			

Grau de Complexidade

Tukey HSD

		Subset for alpha = .05		
Classificação	N	1	2	3
Facil	21	2,2462		
Médio	23		7,4657	
Difícil	6			12,2883
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 11,639.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Grau de Gravidade

Tukey HSD

		Subset for alpha = .05	
Classificação	N	1	2
Facil	7	,5286	
Médio	8	2,2688	
Difícil	2		12,2600
Sig.		,513	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,907.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

APÊNDICE K – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) GRAU DE COMPLEXIDADE E GRAVIDADE

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grau de Complexidade	Equal variances assumed	1,514	,225	,033	48	,974	,03745	1,13498	-2,24458	2,31949
	Equal variances not assumed			,034	46,517	,973	,03745	1,10737	-2,19090	2,26581
Grau de Gravidade	Equal variances assumed	,028	,870	,495	15	,628	1,05000	2,12052	-3,46979	5,56979
	Equal variances not assumed			,481	11,702	,639	1,05000	2,18234	-3,71839	5,81839

APÊNDICE L – TESTE DE CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON

		Classificação	Controlador	Número de Aeronaves	Tempo Climático
CLASSIFICAÇÃO	Pearson Correlation				
	Sig. (2-tailed)				
	N				
CONTROLADOR	Pearson Correlation	-,042			
	Sig. (2-tailed)	,771			
	N	50			
NÚMERO DE AERONAVES	Pearson Correlation	,474(**)	-,137		
	Sig. (2-tailed)	,001	,343		
	N	50	50		
TEMPO CLIMÁTICO	Pearson Correlation	,347(*)	-,100	,066	
	Sig. (2-tailed)	,014	,491	,647	
	N	50	50	50	

APÊNDICE M – TESTE DE ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS TEMPO CLIMÁTICO E CLASSIFICAÇÃO DA CENA E ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE AERONAVES E CLASSIFICAÇÃO DA CENA

		CLASSIFICAÇÃO DA CENA				
			Facil	Médio	Dificil	Total
TEMPO CLIMÁTICO	Sol	Count	19	20	2	41
		Adjusted Residual	2,0	,8	-3,3	
	Nublado	Count	2	0	3	5
		Adjusted Residual	-,1	-2,2	3,5	
	Chuva/Nublado	Count	0	3	1	4
		Adjusted Residual	-1,8	1,2	,8	
Total	Count	21	23	6	50	

Chi-Square Tests	Value	Exact Sig. (2-sided)
Fisher's Exact Test	13,697	,001

a 7 cells (77,8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,48.

APÊNDICE M – TESTE DE ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS TEMPO CLIMÁTICO E CLASSIFICAÇÃO DA CENA E ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE AERONAVES E CLASSIFICAÇÃO DA CENA

		CLASSIFICAÇÃO DA CENA				
		Facil	Médio	Difícil	Total	
NÚMERO DE AERONAVES	2	Count	0	3	0	3
		Adjusted Residual	-1,5	1,9	-,7	
	3	Count	8	5	0	13
		Adjusted Residual	1,7	-,6	-1,5	
	4	Count	11	4	0	15
		Adjusted Residual	2,9	-1,8	-1,7	
	5	Count	1	2	1	4
		Adjusted Residual	-,7	,2	,8	
	6	Count	0	5	0	5
		Adjusted Residual	-2,0	2,6	-,9	
	7	Count	0	2	3	5
		Adjusted Residual	-2,0	-,3	3,5	
	8	Count	0	0	1	1
		Adjusted Residual	-,9	-,9	2,7	
	9	Count	1	1	1	3
		Adjusted Residual	-,3	-,5	1,2	
	10	Count	0	1	0	1
		Adjusted Residual	-,9	1,1	-,4	
Total		Count	21	23	6	50

Chi-Square Tests	Value	Exact Sig. (2-sided)
Fisher's Exact Test	32,289	,000

a 23 cells (85,2%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,12.

b The standardized statistic is 3,316.

APÊNDICE N – TESTE EXATO DE FISCHER PARA A ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS

Teste Exato de Fisher para a Associação entre as variáveis

	Value	df	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,872(a)	10	,672	
Continuity Correction				
Likelihood Ratio	9,992	10	,609	
Fisher's Exact Test	6,558		,817	
Linear-by-Linear Association	2,269(b)	1	,151	,074
N of Valid Cases	46			

a 14 cells (77,8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,26.

b The standardized statistic is -1,506.

APÊNDICE O – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO

Análise de Variância (ANOVA) das variáveis em estudo

		N	Mean Rank	Chi-Square	Sig.
CONTROLADOR	Coordenador	20	25,63	0,916	0,345
	Radar	26	21,87		
CLASSIFICAÇÃO da CENA	Fácil	19	22,39	6,523	0,034
	Média	22	27,32		
	Difícil	5	10,90		
COGNICÃO	Atenção	31	29,85	22,072	0,000
	Estratégia	9	11,06		
	Conhecimento	6	9,33		

Teste Não-paramétrico Kruskal Wallis

Tabela de Associação entre as variáveis Categoria e Fatores Cognitivos

		Cognição			Total	
			Atenção	Conhecimento	Estratégia	
Categoria	Radar/Fácil	Count	7	2	2	11
		Adjusted Residual	-,3	-,1	,6	
	Radar/Média	Count	6	3	3	12
		Adjusted Residual	-1,5	,6	1,4	
	Radar/Difícil	Count	3	0	0	3
		Adjusted Residual	1,2	-,9	-,7	
	Coordenador/Fácil	Count	5	3	0	8
		Adjusted Residual	-,3	1,4	-1,2	
	Coordenador/Média	Count	8	1	1	10
		Adjusted Residual	1,0	-,9	-,3	
	Coordenador/Difícil	Count	2	0	0	2
		Adjusted Residual	1,0	-,7	-,6	
Total		Count	31	9	6	46

APÊNDICE P – TABELAS RAZÕES PRIORIZAÇÃO DOS FATORES COGNITIVOS

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
20	fácil	Cont. Coordenação	conhecimento	atenção	estratégia	11			
30	fácil	Cont. Coordenação	atenção	estratégia	conhecimento	5	2		
28	fácil	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	2	10		

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
41	fácil	Cont. Radar	estratégia	atenção	conhecimento	14	8		
32	fácil	Cont. Radar	conhecimento	atenção	estratégia	11	4	8	
10	fácil	Cont. Radar	igual peso	igual peso	igual peso	3	10		
17	fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	11	9		
27	fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	4	8		
14	fácil	Cont. Radar	conhecimento	estratégia	atenção	11	10		

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
8	Fácil	Cont. Coordenação	conhecimento	atenção	estratégia	2			
8	Fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	11			
11	Fácil	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	8	10		
11	Fácil	Cont. Radar	estratégia	atenção	conhecimento	8	10		
18	Fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	4			
18	Fácil	Cont. Coordenação	conhecimento	atenção	estratégia	2			
25	Fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	10	4		
25	Fácil	Cont. Coordenação	igual peso	igual peso	igual peso	4			
29	Fácil	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	2	10	4	5
29	Fácil	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	4			
46	Fácil	Cont. Radar	atenção	estratégia	conhecimento	4	8	12	
46	Fácil	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	4	2		

APÊNDICE P - TABELAS RAZÕES PRIORIZAÇÃO DOS FATORES COGNITIVOS

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
21	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	7	11		
26	médial	Cont. Coordenação	conhecimento	estratégia	atenção	10	7	11	1
15	médial	Cont. Coordenação	atenção	estratégia	conhecimento	15	7		
19	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	1	3	7	
10	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	9			

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
33	médial	Cont. Radar	conhecimento	atenção	estratégia	11	14	9	
22	médial	Cont. Radar	estratégia	atenção	conhecimento	13	11	12	
12	médial	Cont. Radar	conhecimento	atenção	estratégia	11			
7	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	11	3		
6	médial	Cont. Radar	estratégia	atenção	conhecimento	3	14	11	
28	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	10			
45	médial	Cont. Radar	igual peso	igual peso	igual peso	13	16	3	
13	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	3	5	7	14

APÊNDICE P – TABELAS RAZÕES PRIORIZAÇÃO DOS FATORES COGNITIVOS

			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
4	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	1	11		
4	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	11			
3	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	11	3		
3	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	3			
2	médial	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	12	16		
2	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	16	12	2	
1	médial	Cont. Coordenação	estratégia	atenção	conhecimento	5			
1	médial	Cont. Radar	estratégia	atenção	conhecimento	14			
44	médial	Cont. Coordenação	atenção	conhecimento	estratégia	5	4	10	
44	médial	Cont. Radar	conhecimento	atenção	estratégia	5	10	14	
			Fatores Cognitivos			Razões			
Cena	Classif.	Controlador	1°	2°	3°	Prior. 1	Prior. 2	Prior. 3	Prior. 4
16	dificill	Cont. Coordenação	atenção	estratégia	conhecimento	15	7		
34	dificill	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	3	11		
9	dificill	Cont. Radar	igual peso	igual peso	igual peso	3	11	13	
47	dificill	Cont. Radar	atenção	conhecimento	estratégia	3	11	14	9
43	dificill	Cont. Radar	atenção	estratégia	conhecimento	5	3	13	11
43	dificill	Cont. Coordenação	atenção	estratégia	conhecimento	5	3		

APÊNDICE Q- TESTE ESTATÍSTICO CARGA DE TRABALHO

	Demandas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
APP	Demanda Mental	0,00	5,00	3,51	1,35
	Demanda Física	0,00	0,20	0,01	0,05
	Demanda Temporal	0,00	4,49	2,29	1,15
	Performance	0,00	4,98	1,99	1,61
	Esforço (Físico e Mental)	0,00	4,17	1,82	1,12
	Nível de frustração	0,00	4,39	1,32	1,46
TWR	Demanda Mental	0,74	4,81	2,95	1,28
	Demanda Física	0,00	0,56	0,05	0,14
	Demanda Temporal	0,44	4,53	2,82	1,24
	Performance	0,00	4,47	1,84	1,12
	Esforço (Físico e Mental)	0,00	3,53	1,79	1,01
	Nível de frustração	0,07	5,00	2,50	1,84

Demandas	p
Demanda Mental	0,09
Demanda Física	0,79
Demanda Temporal	0,25
Performance	0,99
Esforço (Físico e Mental)	0,74
Nível de frustração	0,06

Teste U de Mann-Whitney

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO CARGA DE TRABALHO NASA-TLX

Questionário de validação da carga de trabalho

Prezado (a) Sr (a)

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicito, então, que você preencha com sua idade e tempo de trabalho nos quadros abaixo. A seguir, solicito que marque com um **X**, entre os pares relacionados, o fator que mais representa a carga de trabalho durante a realização do seu trabalho (**conforme o Exemplo 1 de preenchimento na página seguinte**). Por fim, solicito que marque com um X, na escala apresentada, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados (**conforme o Exemplo 2 de preenchimento na página seguinte**).

Não escreva seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que está sendo desenvolvido pela sua empresa em parceria com a UFRGS.

Muito obrigado.

Idade

Tempo de
TWR:

Tempo de
profissão:

Tempo de
TWR/PA:

Abaixo seguem dois modelos exemplificando o preenchimento:

EXEMPLO 1

Demanda Mental	x	Demanda Física
Demanda Temporal	x	Demanda Física
Demanda Temporal	x	Nível de Frustração
Demanda Temporal	x	Demanda Mental
Performance	x	Demanda Física
Demanda Temporal	x	Esforço (físico e mental)
Performance	x	Demanda Mental
Nível de Frustração	x	Demanda Física
Performance	x	Nível de Frustração
Nível de Frustração	x	Demanda Mental
Esforço (físico e mental)	x	Demanda Física
Performance	x	Esforço (físico e mental)
Esforço (físico e mental)	x	Demanda Mental
Demanda Temporal	x	Performance
Esforço (físico e mental)	x	Nível de Frustração

EXEMPLO 2

1. Demanda Mental no seu trabalho

Pouco



Muito

- Marque um dos fatores, entre os pares abaixo, que você considera como a fonte mais significativa para a carga de trabalho durante a realização de suas tarefas.

Demanda Mental– atividade **mental** requerida para a realização do trabalho;

Demanda Física – atividade **física** requerida para a realização do trabalho

Demanda Temporal– nível de **pressão** imposto para a realização do trabalho;

Performance – nível de satisfação com o **desempenho pessoal** para a realização do trabalho;

Esforço – o quanto que se tem que trabalhar **física e mentalmente** para atingir um nível desejado de performance ou desempenho;

Nível de Frustração – nível de fatores que **inibem** a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

Demanda Mental	X	Demanda Física
Demanda Temporal	X	Demanda Física
Demanda Temporal	X	Nível de Frustração
Demanda Temporal	X	Demanda Mental
Performance	X	Demanda Física
Demanda Temporal	X	Esforço (Físico e Mental)
Performance	X	Demanda Mental
Nível de Frustração	X	Demanda Física
Performance	X	Nível de Frustração
Nível de Frustração	X	Demanda Mental
Esforço (físico e mental)	X	Demanda Física
Performance	X	Esforço (físico e mental)
Esforço (físico e mental)	X	Demanda Mental
Demanda Temporal	X	Performance
Esforço (físico e mental)	X	Nível de Frustração

- *Marque na escala qual a sua opinião sobre o nível de influência dos fatores abaixo para a realização do seu trabalho.*

1. Demanda Mental no seu trabalho

Pouco Muito

2. Demanda Física no seu trabalho

Pouco Muito

3. Demanda Temporal no seu trabalho

Pouco Muito

4. Performance ou desempenho no seu trabalho

Pouco Muito

5. Esforço (Físico e Mental) no seu trabalho

Pouco Muito

6. Nível de Frustração no seu trabalho

Pouco Muito