

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES**

**REDUÇÃO DO NÚMERO DE APROXIMAÇÕES PERDIDAS EM POUSOS DE
PRECISÃO NO BRASIL**

LUIZ FERNANDO FRANZIN

ORIENTADOR: ADYR DA SILVA, PhD

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA AVIAÇÃO CIVIL

PUBLICAÇÃO: E-TA-010A/2008

BRASÍLIA/DF: AGOSTO/2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES**

**REDUÇÃO DO NÚMERO DE APROXIMAÇÕES PERDIDAS EM POUSOS DE
PRECISÃO NO BRASIL**

LUIZ FERNANDO FRANZIN

**MONOGRAFIA DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO SUBMETIDA AO CENTRO DE
FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM GESTÃO
DA AVIAÇÃO CIVIL.**

APROVADA POR:

**ADYR DA SILVA, PhD (UnB)
(Orientador)**

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, PhD
(Examinador)**

**SÉRGIO BITTENCOURT VARELLA GOMES, PhD
(Examinador)**

BRASÍLIA/DF, 08 DE AGOSTO DE 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

FRANZIN, LUIZ FERNANDO

Redução do Número de Aproximações Perdidas em Pouso de Precisão no Brasil

xiv, 76p., 210x297mm (CEFTRU/UnB, Especialista, Gestão da Aviação Civil, 2008)

Monografia de Especialização – Universidade de Brasília, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes 2008

1. Aviação Civil

2. Tráfego Aéreo,

3. Aproximação de Precisão

4. Aproximação Perdida

5. Side-Step

I. CEFTRU/Unb

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FRANZIN, L. F (2008). Redução do Número de Aproximações Perdidas em Pouso de Precisão no Brasil, Monografia de Especialização, Publicação E-TA 010A/2008, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 76 p.

CESSÃO DE DIREITOS:

NOME DO AUTOR: Luiz Fernando Franzin

TÍTULO DA MONOGRAFIA: Redução do Número de Aproximações Perdidas em Pousos de Precisão no Brasil.

GRAU / ANO: Especialista / 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de especialização e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de especialização pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Luiz Fernando Franzin

AGRADECIMENTOS

A Deus

Minha família, em especial, a minha esposa, a quem dedico esse trabalho.

Professor Adyr da Silva, pela orientação na elaboração desta pesquisa.

Os entrevistados que compartilharam suas experiências dentro do Sistema de Aviação Civil.

Os colegas de turma e de trabalho que contribuíram com opiniões, informações e materiais.

Os funcionários da Coordenação de Aviação Civil do CEFTRU.

INFRAERO que me proporcionou a oportunidade de realizar este curso.

RESUMO

REDUÇÃO DO NÚMERO DE APROXIMAÇÕES PERDIDAS EM POUSOS DE PRECISÃO NO BRASIL

Hoje se tem um grande número de aproximações perdidas, muitas das quais poderiam ser evitadas, inclusive pela efetivação de procedimento alternativo, levando-as a bom termo e, portanto, evitando situações de possível risco, custo adicional, desconforto para o passageiro e maior trabalho para a tripulação.

A pesquisa desenvolvida sobre as causas determinantes de aproximações perdidas permitiu identificar diversos procedimentos para reduzir essa situação inconveniente em aviação. Além de algumas ações relativas ao esforço maior na qualidade da manutenção de equipamentos e aeronaves, treinamento de pilotos, manutenção, atenção às invasões de pista, salientou-se como novidade a adoção de procedimentos alternativos nos aeroportos onde a infra-estrutura assim os comporte.

A adoção desses procedimentos alternativos para aproximação e pouso por instrumentos permite reduzir o número de aproximações perdidas e, juntamente com outras medidas pesquisadas, pode melhorar as condições de gestão da operação aérea da aproximação e pouso em certos aeroportos onde o sistema de pistas e a infra-estrutura possua mais de uma pista.

Esse procedimento, inédito no Brasil, é a principal conclusão deste trabalho e deve ser objeto, na prática, de determinação de sua viabilidade de aplicação, pesquisada, a adaptação à construção aeroportuária e investigadas as regras para emprego com segurança e eficiência com desenho bem determinado. Esse desenvolvimento conduz à condição de poder aplicar, na prática, o procedimento.

Em linhas gerais, foi examinado que a necessidade surge quando, por ocasião da realização de operação de aproximação para pouso de precisão é verificada sua impossibilidade por razões de segurança. Entre as causas que podem originar essas condições adversas, as mais comuns estão ligadas à existência momentânea de obstáculo na pista designada e à súbita deterioração das condições meteorológicas no setor da aproximação.

A manobra consiste na aproximação para pouso de precisão em uma das pistas e pouso em outra pista, paralela ou divergente com pouco ângulo de inclinação, evitando a aproximação perdida.

ABSTRACT

WAYS OF REDUCING NUMBER OF MISSED APPROACHES WHEN OPERATING LANDING IN PRECISION PROCEDURES IN BRAZIL.

Nowadays there are a large number of missed approaches many of which could be avoided. Reasons for missed approach were surveyed and their analysis have determined many of the causes. Possible corrections were object of deep consideration in order to find ways of preventing such inconvenience. Appropriate actions were considered useful enough to be adopted to improve operating conditions.

Findings, as far as practical and efficient measures were reliable, are reported on this paper. Most of measures are related to well known causes and they are interesting and appropriate bur hardly will be innovative. However, new procedures where airports have more than one runway have been object of investigation and considered subject to alternative procedure leading them the possibility of changing runway on final approach when envisioned landing becomes impossible and alternate runway is available. Special conditions to succeed landing in alternate runway and thus to avoid missed approach were determined during this survey. Such procedure so far not allowed in Brazil provides benefits of risk reduction, as well as elimination of additional cost, discomfort to passengers and more work for the crew.

The adoption of this procedure during approach and precision landing on instruments is known as step side approach will contribute to reduce the number of missed approaches and it can improve the management conditions of the airborne operation of approach and landing in some airports where the system of tracks and infrastructure so allow. This procedure, unprecedented in Brazil, should be investigated its feasibility of implementation on precision landing in instrument flight rules operations.

Generally speaking, when the need arises, during the performance of the operation of precision approach to landing is verified its impossibility for security reasons. Among the causes that may lead to such adverse conditions, the most common are linked: the existence of momentary obstacle on the track and called the sudden deterioration of weather conditions in the industry's approach. The effort to search for the solution of the problem affecting the busiest airports in the country has achieved very useful conclusion to be reported in this paper.

Based on the threat it is not possible to hold the aircraft landing properly prepared and the assumption of the existence of appropriate infrastructure to receive it, as it will be possible to transfer safely as the runway for which had already occurred permission to the landing.

In such cases, when there is another track bearing favorable conditions for landing that had not reached the track originally known, there is the operational situation distressing to find that the landing could be achieved by last-minute change in the selection of landing runway, the use of which is available, provided that the change could be made within the limits of minimum security.

The maneuver, whose feasibility should be investigated, part of the scenario in which the stage of approach to landing is underway and is the need not land on the track to which the aircraft was prepared and you can count on appropriate system for clues. What should be done to take the other runway available, free of restrictions concerning the flight and, to complete the landing successfully in basic standards of safety, is the question that is needed and for which the search effort should be directed to the solution of concrete problems concerning Brazilian commercial aviation.

The transfer of maneuver to avoid the missed approach is possible only lost on that premise of another runway available; among them there are slightly different directions or even parallel.

The maneuver is the approach to landing of accuracy on a runway and landing on another runway, parallel with little or divergent angle of inclination, avoiding missed approach.

SUMÁRIO

Capítulo		Página
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	APRESENTAÇÃO	1
1.2	PROBLEMA	4
1.3	JUSTIFICATIVA	4
1.4	HIPÓTESE	5
1.5	OBJETIVO	5
1.5.1	Objetivos Específicos	5
1.6	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
1.7	METODOLOGIA	7
1.8	ESTRUTURA DA PESQUISA	8
2	PROCEDIMENTOS DE APROXIMAÇÃO E POUSO POR INSTRUMENTOS	9
2.1	FUNDAMENTOS INICIAIS	9
2.1.1	A Navegação Aérea	9
2.1.2	A Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro	11
2.1.3	Os Serviços de Tráfego Aéreo	13
2.1.4	As Etapas de um Vôo	14
2.2	CATEGORIAS DE AERONAVES	25
2.3	TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO E POUSO POR INSTRUMENTOS	28
2.4	TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO E POUSO POR INSTRUMENTOS DE PRECISÃO	30
2.5	EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO	36
3	A APROXIMAÇÃO PERDIDA	40
4	IMPACTOS E RISCOS DA APROXIMAÇÃO PERDIDA	48
4.1	OS CUSTOS DA APROXIMAÇÃO PERDIDA	49
4.2	IMPACTO DA APROXIMAÇÃO PERDIDA NOS PASSAGEIROS E TRIPULANTES	52
4.3	DESCONFORTO DOS PASSAGEIROS	53

4.4	REAÇÃO DOS PILOTOS	55
5	ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DO NÚMERO DE APROXIMAÇÕES PERDIDAS	57
5.1	FALHAS TÉCNICAS	57
5.2	TÉCNICAS DE PILOTAGEM	58
5.3	INCURSÃO EM PISTA	59
5.4	FOD	59
5.5	METEOROLOGIA	60
5.6	CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO	60
5.7	PROCEDIMENTOS COM INFRA-ESTRUTURA FAVORÁVEL	62
6	CONCLUSÃO	67
6.1	COMPROVAÇÃO DAS HIPÓTESES	67
6.2	MEDIDAS POSSÍVEIS PARA REDUÇÃO DA APROXIMAÇÃO PERDIDA	67
6.3	SITUAÇÃO RELEVANTE: O SIDE-STEP	68
6.4	ASPECTOS E COMENTÁRIOS FINAIS	69
6.4.1	Consecução dos Objetivos	69
6.4.2	Sucesso da Pesquisa	69
6.5	RECOMENDAÇÕES	70
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
Tabela 2.1	Evolução do Tráfego Aéreo no Brasil	23
Tabela 2.2	Categorias de Aeronaves	27
Tabela 2.3	Mínimos Meteorológicos a Serem Observados	33
Tabela 3.1	Origem das Aproximações Perdidas em Guarulhos	43
Tabela 3.2	Aeroportos Fechados por Meteorologia	45

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
Figura 2.1	Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro	13
Figura 2.2	Torre de Controle de Guarulhos	16
Figura 2.3	TMA-SP	17
Figura 2.4	Centros de Controle de Área (CINDACTA)	18
Figura 2.5	Procedimento de Aproximação SBGL	20
Figura 2.6	Descida CHARLIE 2 RWY 09R ILS – São Paulo/Guarulhos	34
Figura 3.1	Aeronave em Procedimento de Aproximação Perdida	41
Figura 5.1	Aeronave em Aproximação Final em São Paulo/Congonhas RWY 17R	63
Figura 5.2	Aeroporto do Rio de Janeiro/Galeão	64
Figura 5.3	Descida ILS RWY 22R, Sumter, South Carolina	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AD	<i>Aerodrome</i> (Aeródromo)
ALS	<i>Approach Light System</i> (Sistema de Luzes de Aproximação)
APP	<i>Approach Control</i> (Controle de Aproximação)
ARC	<i>Area Chart</i> (Carta de Área)
ATM	<i>Air Traffic Management</i> (Gerenciamento de Tráfego Aéreo)
ATZ	<i>Aerodrome Traffic Zone</i> (Zona de Tráfego de Aeródromo)
CAT	<i>Category</i> (Categoria)
CNS	<i>Communication, Navigation and Surveillance</i> (Comunicação, Navegação e Vigilância)
CTA	<i>Control Area</i> (Área de Controle)
CTR	<i>Control Zone</i> (Zona de Controle)
DA	<i>Decision Altitude</i> (Altitude de Decisão)
D-GPS	GPS Diferencial
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i> (Equipamento Medidor de Distância)
FIR	<i>Flight Information Region</i> (Região de Informação de Voo)
FOD	<i>Foreign Object Debris</i> (Dano Causado por Objeto Estranho)
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Sistema Global de Navegação por Satélite)
GPS	<i>Global Position System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
GRNA	Navegação Aérea de Guarulhos
GS	<i>Glide Slope</i> (Rampa de Planeio)
Hz	Hertz
IAC	<i>Instrument Approach Chart</i> (Carta de Aproximação por Instrumentos)
ICA	Instituto de Cartografia Aeronáutica
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> (Regras de Voo por Instrumentos)
ILS	<i>Instrument Landing System</i> (Sistema de Pouso por Instrumentos)
IM	<i>Inner Marker</i> (Marcador Interno)
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> (Condições Meteorológicas por Instrumentos)
INS	<i>Inertial Navigation System</i> (Sistema de Navegação Inercial)

LLZ	<i>Localizer</i> (Localizador)
MDA	<i>Minimum Descent Altitude</i> (Altitude Mínima de Descida)
MLS	<i>Microwave Landing System</i> (Sistema de Pouso por Microondas)
MM	<i>Middle Marker</i> (Marcador Médio)
NDB	<i>Non-Directional Radio Beacon</i> (Radiofarol Não-Direcional)
NM	<i>Nautical Mile</i> (Milha Náutica)
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
OM	<i>Outer Marker</i> (Marcador Externo)
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i> (Indicador de Trajetória de Aproximação de Precisão)
RNAV	<i>Radio Navigation</i> (Rádio Navegação)
RNP	<i>Required Navigation Performance</i> (Performance de Navegação Requerida)
SID	<i>Standart Instrument Departure</i> (Procedimento de Subida Padrão)
STAR	<i>Standart Instrument Arrival</i> (Chegada Padrão por Instrumentos)
TMA	<i>Terminal Control Area</i> (Área de Controle Terminal)
TWR	<i>Aerodrome Control Tower</i> (Torre de Controle de Aeródromo)
UHF	<i>Ultra High Frequency</i> (Frequência Ultra Alta)
UIR	<i>Upper Flight Information</i> (Região Superior de Informação de Vôo)
UTA	<i>Upper Control Area</i> (Área de Controle Superior)
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> (Regras de Vôo Visual)
VHF	<i>Very High Frequency</i> (Frequência Muito Alta)
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> (Condições Meteorológicas Visuais)
VOR	<i>VHF Omnidirectional Range</i> (Radiofarol Omnidirecional em VHF)

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo reúne todos os elementos essenciais ao trabalho de preparar e executar a pesquisa proposta, incluindo normas, métodos e padrões a serem utilizados.

Esta parte inicial do trabalho contém a descrição dos componentes e contribuintes para o problema a ser enunciado e ter a solução proposta. Ela será construída de modo a facilitar o entendimento e permitir a entrada em setor significativamente especializado da aviação civil, qual sejam a aproximação e o pouso em condições adversas e de precisão, cujo insucesso deve ser evitado pelo uso de recursos tecnológicos. Esse interessante percurso da pesquisa a ser realizada em benefício da segurança e conforto do transporte aéreo tem atrativos para usuários, operadores e gestores do transporte aéreo.

1.1 APRESENTAÇÃO

Esta monografia visa pesquisar novas técnicas, de viabilização alcançável, para obter redução no número de aproximações perdidas nos principais aeroportos brasileiros operando vôos por instrumentos e com infra-estrutura capaz de permitir pousos de precisão. As causas que determinam essa situação inconveniente são múltiplas e serão devidamente identificadas e analisadas.

Para fins deste trabalho de pesquisa, são definidos como principais aeroportos brasileiros aqueles dotados de infra-estrutura capaz de permitir pousos de precisão e, muito particularmente, os que possuem mais de uma pista de pouso e decolagem, as quais são operadas rotineiramente pelo tráfego regular, doméstico e internacional. Nesses aeroportos que possuem mais de uma pista de pouso e decolagem ocorrem, por vezes, certas situações extremamente anômalas quando as aeronaves, nos preparativos finais para o pouso são instruídas a não realizá-lo por motivos supervenientes ao controlador do tráfego aéreo ou quando o piloto em comando decide modificar o procedimento por razões de segurança. Os motivos que dão origem a tais situações são variados e merecem identificação. Os casos mais comuns envolvem interdições momentâneas da pista de pouso.

Caso dos mais interessantes é configurado na ocorrência de interdição da pista para a qual a aeronave estava alinhada para a realização do pouso, quando o aeroporto dispõe de uma segunda pista não abrangida pela interdição, mas não pode ser utilizada devido à

inexistência no Brasil de regras para o re-direcionamento da manobra de pouso. Outras condições determinantes para essa anormalidade que acarreta o controle instruir a não realização do pouso programado e cujos preparativos se finalizam são, em vista preliminar do assunto, entre outros, alguma súbita intromissão na área de segurança da pista de pouso, alguma momentânea impossibilidade operacional ou pela condição meteorológica tornada muito adversa naquele momento da aproximação. De todo modo, sempre que surge alguma situação que deteriore ou ameace a segurança da operação de pouso, o primeiro a detectar a ocorrência, quer seja o avião em comando da aeronave, quer seja o controlador de tráfego aéreo, as medidas corretivas são prontamente adotadas e a não realização do pouso corresponde a retomada do vôo normal com a perda da aproximação para o pouso, daí o nome aproximação perdida, comumente designada no jargão aeronáutico por arremetida.

Ora, uma aproximação perdida exige a retomada do vôo com perda dos procedimentos já realizados, gasto de tempo e outras inconveniências a seguir relatadas. Esse quadro de frustração pelo pouso iminente que é abortado, situação considerada indesejável e deplorável pelos aviadores, a chamada arremetida, pode ter componentes psicológicos para tripulantes e passageiros, mormente associados à grande decepção nos casos em que a outra pista igualmente homologada para a mesma operação poderia acolher o pouso.

Quando o aeroporto está capacitado para receber operações de pouso de precisão, assunto desta pesquisa, ou seja, com visibilidade e altura da camada de nuvens extremamente reduzidas, as condições para a arremetida e nova preparação para pouso passam a ter nível de atenção redobrada e trabalho estressante para a tripulação da cabine de comando. Nessas circunstâncias, as condições emocionais deterioram-se não somente na cabine de comando, mas também na cabine de passageiros. A aproximação por instrumentos cuja percepção muitas vezes não é sequer notada torna-se inquietante para o passageiro.

A preparação e a retomada do vôo, com motores zunindo a pleno, afundamento resultante do recolhimento das superfícies de sustentação aumentadas para voar a velocidades muito baixas para o pouso, os flaps, o ruído da retração do trem de pouso, a mudança brusca de atitude da aeronave, tudo isso simultaneamente e sem explicação imediata do avião em comando, muito ocupado em conduzir a aeronave de acordo com as normas usuais constantes nos manuais de vôo, tudo isso cria ambiente de suspense e desconforto, difícil de explicar pelos comissários de bordo que pressupõem o ocorrido, mas não têm exata

informação do momento. O desconforto aumenta quando, finalmente o piloto desafoga-se das primeiras iniciativas oferece satisfação aos passageiros, pois quem estava preparando-se psicologicamente para finalizar a viagem recebe os efeitos inconvenientes do impacto de ter a obrigação de retomar a fila de aeronaves em procedimentos de aproximação, entrar em processo de espera e realizar novos procedimentos, em geral demorados.

Esse grau máximo de desconforto modificar-se-ia para profunda decepção se os tripulantes, ou eventualmente os passageiros, soubessem que outras iniciativas poderiam ter sido adotadas, ou até mesmo, outra pista poderia ter sido utilizada, caso existissem meios de designá-la para a aproximação que foi perdida. Para os passageiros restaria muita irritação e indignação ao tomar conhecimento do fato de que tal não ocorreu por não emprego de procedimento cuja tecnologia de operações, a ser utilizada, permitiria a chegada como prevista.

Pesquisar essas técnicas operacionais é o objetivo desse trabalho. Conclusões satisfatórias e pragmáticas terão efeito benéfico e quase imediato para sanar situações da operação indesejada de arremetida. O quadro adverso e as necessidades aqui relatadas são completamente reais.

Existe espaço para essa pesquisa no campo da evolução da aviação civil brasileira e os resultados e conclusões, mesmo que parciais, serão meritórios e lançam luzes sobre aspectos até aqui inéditos na cultura aeronáutica nacional.

A premissa desse trabalho é a existência de possíveis ações capazes de reduzir as aproximações perdidas atuando sobre suas causas identificadas. Entre estas, alternativa para o pouso de precisão em curso de preparação merecerá destaque especial na pesquisa, a plena utilização da infra-estrutura disponível, pois isto significa o aproveitamento de sistema de pistas e infra-estrutura que criem condições de viabilidade para alternativas válidas. Logo, conforme a definição de principais aeroportos brasileiros, o universo dos aeroportos objeto dessa premissa é constituído por seletos grupo, o qual corresponde àquelas unidades de intenso tráfego. Eles têm dotação de infra-estrutura e sistema de pistas, instalados ou planejados que poderão atender a essa premissa. Neles, as pistas são paralelas e relativamente próximas ou têm cabeceiras divergentes formando ângulo suave, em princípio menor que 50 graus. Esse grupo é constituído por Guarulhos, Congonhas,

Galeão e Belém. A eles poderão somar-se os que têm pistas de táxi preparada e autorizada para pouso eventual como Porto Alegre, Belo Horizonte/Confins, Campinas/Viracopos, Campo Grande, Goiânia, Londrina, Rio de Janeiro/Galeão e Brasília (somente para pista de táxi). Natal e Brasília estão excluídas por terem pistas paralelas distanciadas, ou seja, afastadas mais de 760 metros, permitindo operações simultâneas de pousos e decolagens. Esta configuração torna muito reduzida a aplicabilidade de novo procedimento, em estudo, que evite a ocorrência de aproximações perdidas.

1.2 PROBLEMA

Que iniciativas e técnicas devem ser adotadas para melhorar a operação de aproximação por instrumentos com pouso de precisão nos principais aeroportos brasileiros, a fim de diminuir o número de aproximações perdidas?

1.3 JUSTIFICATIVA

A aproximação perdida, ao exigir que a aeronave efetue novo procedimento de aproximação e pouso, acarreta significativo número de inconvenientes, afetando o fluxo de tráfego aéreo, o aumento no tempo de vôo, desconforto para os passageiros, grande atenção das tripulações, ações alternativas e atenção especial do controle de tráfego aéreo e aumento de custos para as empresas operadoras. Ela ocorre em quantidade inquietante nos principais aeroportos brasileiros e seus efeitos são bastante prejudiciais ao transporte aéreo.

Desse modo, a aproximação perdida é acontecimento que deve ser evitado ao máximo. Para tanto, devem ser analisadas as circunstâncias nas quais a adoção de procedimentos específicos poderia reduzir essa ocorrência indesejável. Isto significa a existência de indicações, a serem avaliadas, de que poderia ser evitado grande número de aproximações perdidas. Elas ocorrem em maior frequência do que é divulgado, em volume que pode ser estimado em uma arremetida para 800 pousos, segundo dados estatísticos da GRNA, no ano de 2007. Essas situações, por sua importância e repercussão para a realização do transporte aéreo exige e justifica pesquisa dos meios que permitam a desejada redução do número de ocorrências. O caso de Guarulhos é sintomático e bem representativo porque ele é o mais movimentado e importante aeroporto servindo à aviação comercial brasileira.

Mesmo naquelas situações em que o fator meteorológico é determinante para causar uma aproximação perdida, é importante examinar se e como a adoção de procedimentos alternativos, inexistentes nas normas vigentes no país, poderiam ser introduzidos nas regras e padrões de aviação, em caráter oficial, de modo a modificar a trajetória e a operação da aeronave em aproximação, permitindo o pouso.

Como toda aproximação perdida e outras manobras à baixa altura, que exigem muita cautela, tanto por parte dos controladores de tráfego aéreo, como dos pilotos, certos procedimentos, entre eles a inclusão da modificação da trajetória entre os meios possíveis para evitar a aproximação perdida, exigem cuidados especiais, mas merecem ser pesquisados.

1.4 HIPÓTESE

1ª. É possível obter dos diversos agentes operacionais da aviação civil brasileira a adoção de medidas contribuintes para redução das aproximações perdidas em pousos de precisão.

2ª. É possível o desenvolvimento e a aplicação a aeroportos brasileiros selecionados de procedimentos novos e providos de adequada tecnologia de operações para realizar aproximação por instrumentos e pouso de precisão.

1.5 OBJETIVO

Pesquisar e viabilizar medidas técnicas e gerenciais a serem adotadas para obtenção de menores índices de aproximação perdida em pousos por instrumentos de precisão nos principais aeroportos brasileiros, incluindo, entre elas, procedimentos operacionais.

1.5.1 Objetivos Específicos

1º. Identificar os fatores relevantes que contribuem ou interferem nas aproximações perdidas em pousos de precisão.

2º. Ressaltar os possíveis riscos e efeitos adversos na ocorrência de aproximação perdida.

3°. Pesquisar os requisitos mínimos de segurança para efetuar procedimento de aproximação por instrumentos que reduza o número de aproximações perdidas.

1.6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa tem, por sua natureza técnica e operacional, características de trabalho interdisciplinar a ser desenvolvido. Por essa razão, aliada à praticabilidade e praticidade dos resultados a obter, o campo de suporte teórico ao desenvolvimento da pesquisa tem natureza eclética. Isto significa que o apoio teórico será fornecido pela literatura técnica disponível. Ela é, de certo modo, abundante no que diz respeito à operação de aeronaves e de aeroportos, mas escassa no que respeita ao objetivo propriamente dito da pesquisa.

Desse modo, o embasamento aeronáutico global tem fundamento nos compêndios bem conhecidos, como os clássicos da literatura aeronáutica, Horojeff, Doganis, Silva e outros, os quais são apresentados nas referências bibliográficas.

Os dados relativos aos aspectos psicológicos, comportamental e econômico serão buscados em livros versando genericamente sobre esses campos do conhecimento por não existir edição de trabalhos teóricos aplicados ao voo.

No que respeita ao principal aspecto da pesquisa, o de operação, secundado pelo de segurança, publicações técnicas editadas pela OACI e outras entidades do metiê aeronáutico serão extremamente valiosas. Muito especialmente as publicações versando sobre a tecnologia atual em termos de operações aéreas, como sobre o CNS/ATM, assunto, que engloba também a tecnologia do futuro. A documentação apresentada na parte relativa a referências bibliográficas inclui também diversificada quantidade de títulos sobre normas, diretrizes e recomendações aeronáuticas, de origem no exterior ou mesmo nacionais.

Finalmente, provendo embasamento precioso, surgem como disponíveis, os conjuntos de regras relativas ao tráfego aéreo, onde o âmago do problema está inserido, as quais deverão ser respeitadas ou, quando muito, ser objeto de recomendação de modificação ou de substituição. Paralelamente, serão considerados critérios de segurança de voo, grande parte deles originados da documentação técnica fornecida pelos fabricantes de aeronaves.

A bibliografia técnica e adequadamente selecionada será resumida ao final do trabalho. Graças a sua revisão é possível conhecer em detalhes os meios, procedimentos e recursos técnicos disponíveis, ou que o possam sê-los, relacionados ao problema e sua solução.

1.7 METODOLOGIA

A abordagem adotada para a realização da pesquisa é a hipotética dedutiva utilizando procedimentos de observação indireta.

Inicialmente será realizada pesquisa temática para obtenção de documentação de referência de todos os modos disponíveis incluindo livros, documentos técnicos, arquivos, registros e informações relacionadas ao tema da pesquisa. Revisão bibliográfica com direcionamento ao problema permite identificar a aplicabilidade de conceitos. A revisão será executada após a coleta e reunião da bibliografia disponível com a posterior leitura e destaque dos pontos de interesse para a pesquisa os quais serão examinados mais profundamente para seleção e embasamento do trabalho de pesquisa.

Será procedida a análise dos diversos tipos de equipamentos de auxílio à navegação aérea e de procedimentos de aproximação e pouso. Serão identificadas as vantagens e desvantagens de cada um e também a perspectiva de novos equipamentos, mais modernos.

Análise das aproximações perdidas, incluindo custos, riscos e efeitos sobre passageiros e tripulantes é importante nessa fase. Será feito levantamento no aeroporto de São Paulo/Guarulhos de todas as aproximações perdidas, suas causas e as devidas análises. Os custos, riscos e efeitos sobre os passageiros e tripulantes serão estudados cuidadosamente e serão realizadas entrevistas com usuários da aviação civil na medida do possível.

Análise de alternativas para a redução do número de aproximações perdidas é fase subsequente. Em função de suas causas, serão analisadas as possíveis medidas para sua diminuição. Dentre as medidas possíveis, será proposta a adoção de medidas que sejam vantajosas para a operação e que mantenham o nível desejado de segurança.

Conclusão. Nessa parte ocorrerá a avaliação final da pesquisa. As hipóteses serão comprovadas ou rejeitadas. Haverá relacionamento com os objetivos propostos e será feita,

por via da análise, comentário sobre os resultados das deduções possíveis. A análise permitirá concluir e recomendar sobre o melhor procedimento a adotar e, finalmente, referendá-lo pela identificação de similares em outros países, caso existam.

1.8 ESTRUTURA DA PESQUISA

As etapas de trabalho para atingir o objetivo do estudo são resumidas a seguir.

Etapa 1 – Revisão bibliográfica;

Etapa 2 – Procedimentos de aproximação por instrumentos e pouso de precisão;

Etapa 3 – Causas e efeitos das aproximações perdidas;

Etapa 4 – Riscos e impactos da aproximação perdida;

Etapa 5 - Custos da aproximação perdida;

Etapa 6 - Impacto nos passageiros e tripulantes;

Etapa 7 – Alternativas para redução do número de aproximações perdidas; e

Etapa 8 – Conclusão.

2 PROCEDIMENTOS DE APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS E POUSO DE PRECISÃO.

Este capítulo é fundamental à pesquisa por permitir o entendimento do ambiente e das condições da realização das operações por instrumentos de aproximação e pouso. Ele tem natureza predominantemente conceitual e visa obter conhecimento sobre o tráfego aéreo e o funcionamento da atividade de controle do espaço aéreo. Dele constam como partes intrínsecas os diversos fatores contribuintes para o eficiente ordenamento do tráfego, além da infra-estrutura e dos meios utilizados para conduzir aeronaves desde o início do voo até o segmento final constituído pela aproximação e pouso.

2.1 FUNDAMENTOS INICIAIS

Para alcançar o nível de conhecimento técnico adequado à análise da problemática da aproximação perdida é fundamental a identificação do ambiente em que o assunto será tratado. Isto significa prover explicação dos conceitos de navegação aérea, da circulação aérea, do controle do espaço aéreo e dos demais elementos e fatores relacionados diretamente ao trabalho de pesquisa.

2.1.1 A Navegação Aérea

Para atingir a determinado aeroporto e prestar serviço de transporte aéreo, as aeronaves necessitam deslocar-se e aproximar-se do destino. Essa movimentação exige a apreciação dos conceitos relacionados à navegação aérea, à aproximação e ao pouso.

Segundo Manoel Agostinho Monteiro (2007), Navegação é a ciência cujo estudo permite ao homem conduzir com habilidade, um engenho dirigível, em qualquer direção sobre a superfície da Terra.

Navegação aérea é a maneira de conduzir com habilidade e segurança, de um lugar para outro, um dirigível, isto é, uma aeronave, seja avião ou helicóptero, através do espaço, podendo a qualquer momento, determinar o local onde se encontra.

Conclui-se, com isso, que navegar é ter pleno conhecimento de causa, para fazê-la com arte e consciência.

Dentre os métodos mais comuns de navegação aérea, podemos destacar:

Navegação visual ou contato: é a técnica que consiste em conduzir com habilidade e segurança a aeronave, através do espaço com a observação de pontos significativos que sirvam como referência. São pontos de referências as cidades, aeródromos, rodovias, ferrovias, rios, pontes, lagos, ou seja, qualquer acidente ou referência visual ou construção visível em vôo.

Navegação Estimada: é a técnica de conduzir a aeronave de um lugar para outro seguindo o resultado de cálculos pré-determinados para a seqüência da viagem, ou seja, a partir do último ponto conhecido, obter novos dados para o próximo ponto ou posição.

Navegação Radiogoniométrica: é a técnica de orientação e de poder determinar, na superfície da Terra, o ponto de onde se encontra a aeronave, por meio da utilização das ondas de rádio. Os sinais de rádio empregados são, em geral, originados em equipamentos específicos de fins aeronáuticos, podendo, eventualmente serem utilizados os emitidos por outras estações transmissoras como as navais, satélites, rádio difusoras e outras transmissões comerciais.

Navegação eletrônica: é a técnica de conduzir e posicionar uma aeronave sobre a superfície da Terra, por meio de informações advindas de equipamentos eletrônicos (VOR, NDB, DME e ILS) que fornecem dados bastante precisos para o desenvolvimento de uma perfeita navegação.

Navegação astronômica ou celestial: é a técnica de navegar, com dados obtidos por meio de observações de corpos celestes. Os cálculos são feitos por intermédio de tabelas próprias e o resultado levado para um instrumento chamado Sextante, através do qual se fazem visadas para os astros ou corpos celestiais determinados. Com o advento da eletrônica e satélites, este método está quase em desuso.

Navegação por satélite: é o sistema mundial de determinação de posição de naves e aeronaves pela utilização de satélites artificiais que giram em torno da Terra em vários sentidos e em altitudes determinadas. O primeiro sistema, o GPS, foi implantado inicialmente para fins militares e posteriormente passou a ter seu uso liberado para fins civis. Outro sistema global, o Galileu está em início de operação experimental. Além desses sistemas, outros como o Copas e o Sarsat operam para fins aeronáuticos visando o serviço de busca e salvamento.

Então, mesmo em condições meteorológicas que não permitam que o piloto mantenha contato visual com o solo, obtendo referências, a navegação aérea é feita com segurança, baseada em sistemas situados no solo ou no espaço, conjugados com instrumentos a bordo da aeronave, com perfeição e precisão, permitindo que a aeronave voe numa noite escura ou dentro de nuvens.

2.1.2 Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro.

O espaço aéreo sob jurisdição do Brasil, no interior do qual o fenômeno da aproximação perdida ocorre, divide-se em:

- a) Espaço Aéreo Inferior – que tem como limites o solo ou a água até 24.500 pés (inclusive) de altitude.
- b) Espaço Aéreo Superior – que tem como limite inferior 24.500 pés (exclusive) e dotado de limite superior tão acima da viabilidade de atingi-lo que pode ser considerado como de topo ilimitado.

Os limites laterais das rotas que podem ser seguidas estão especificados nas cartas de rádio navegação (ERC – En Route Chart)

Por outro lado, para fins de prestação de serviços, o espaço aéreo está classificado em:

- a) Espaço Aéreo Controlado:
 - ATZ – Zona de Tráfego de Aeródromo
 - CTR – Zona de Controle de Tráfego
 - TMA – Área de Controle Terminal

- CTA – Área de Controle
- UTA – Área de Controle Superior

b) Espaço Aéreo Não Controlado:

- FIR – Região de Informação de Vôo
- UIR – Região Superior de Informação de Vôo

c) Espaço Aéreo Condicionado, de dimensões definidas:

- Áreas Proibidas – o vôo é proibido
- Áreas Restritas – o vôo só pode ser realizado sob condições pré-estabelecidas
- Áreas Perigosas – onde existem riscos, potenciais ou reais, para a navegação aérea

As ATZ e as CTR têm configuração variável e são particularmente importantes, pois, os segmentos do vôo a menor altitude, como as aproximações aos aeroportos ocorrem nesse espaço aéreo. O limite vertical inferior é o solo ou a água. As ATZ e as CTR constam nos Manuais de Áreas Terminais, nas ARC e nas ERC oficialmente editadas e publicadas. A ATZ envolve o circuito de tráfego e as áreas de manobra de um aeródromo e visa estabelecer espaço aéreo controlado para o tráfego de aeródromo em condições visuais, ou seja, segundo as regras VFR. Já a CTR é o espaço aéreo que envolve as trajetórias de aproximação e saída por instrumentos de um aeródromo, utilizado em IMC. Visa estabelecer um espaço aéreo controlado para a proteção da aeronave que está executando aproximação ou subida IFR de um aeródromo.

As TMA também têm configuração variável e constam da ARC (Carta de Área). Estabelecido na confluência de rotas e envolve os procedimentos de chegada e saída de um ou mais aeródromos. Visa suplementar uma ou mais CTR e estabelecer um espaço aéreo controlado adicional para as aproximações e saídas de um ou mais aeródromos.

As CTA compreendem as aerovias inferiores e outras porções do espaço aéreo inferior que venham a ser definidas nas ERC.

As aerovias (AWY) são verdadeiras auto-estradas do espaço, portanto, áreas controladas dispostas em corredor e providas de auxílios à navegação aérea, demarcatórios e balizadores das mesmas.

As UTA compreendem as aerovias superiores e outras porções do espaço aéreo superior que venham a ser definidas nas ERC.

As FIR e UIR têm limites semelhantes às CTA e UTA.

A Figura 2.1 ilustra todos os conceitos apresentados e permite visualizar o domínio dos diferentes segmentos controlados do espaço aéreo.

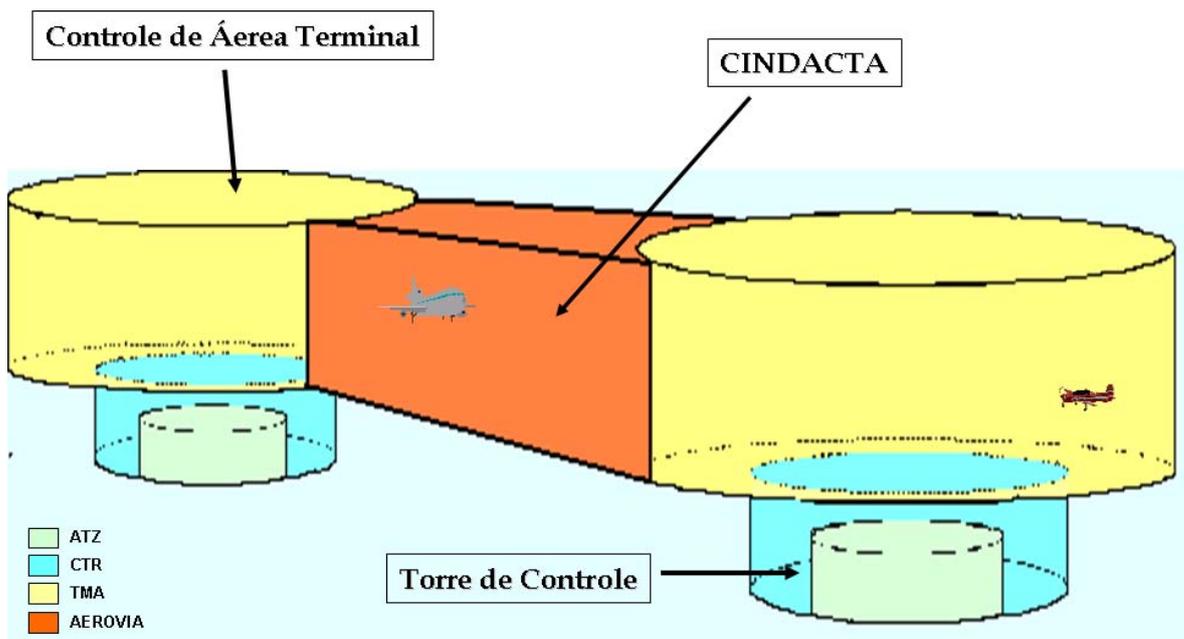


Figura 2.1 - Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro

Fonte: CEFTRU/UnB

2.1.3 Os Serviços de Tráfego Aéreo

Os serviços de tráfego aéreo são organizados de modo a conduzir as aeronaves, em princípio sob o regime de autorizações, fazendo fluir o tráfego de saídas, cruzeiros e

chegadas. O controle destas últimas engloba as aproximações aos aeroportos e afetam diretamente ao estudo em curso.

Os principais serviços são:

- a) Serviço de Controle de Tráfego Aéreo, compreendendo o Serviço de Controle de Área, o Serviço de Controle de Aproximação e o Serviço de Controle de Aeródromo;
- b) Serviço de Informação de Vôo; e
- c) Serviço de Alerta.

São prestados, respectivamente, com as seguintes finalidades:

- a) Prevenir colisões entre aeronaves em vôo, entre aeronaves e obstáculos na área de manobras e ainda acelerar e manter ordenado o fluxo de tráfego aéreo;
- b) Dar orientações e informações úteis para a condução segura e eficiente dos vôos; e
- c) Notificar aos órgãos apropriados a respeito de aeronaves que necessitem de ajuda de Busca e Salvamento.

2.1.4 Etapas de um Vôo

Considerando que a maioria dos vôos comerciais é processada em condições IFR, independentemente das condições meteorológicas, e por aeronaves a jato ou turbo hélices, é importante identificar as diversas etapas que precedem às tarefas inerentes à aproximação para o pouso. Assim, pode-se considerar que um vôo apresenta esquematicamente as seguintes etapas:

- a) Planejamento:

Trata-se inicialmente da preparação do respectivo Plano de Vôo com todos os dados relativos à aeronave e ao vôo pretendido, como aeroportos de partida, destino e alternativa, hora proposta de decolagem, altitude e rotas pretendidas e demais informações relevantes, o qual é entregue na Sala AIS, onde é prestada toda assistência e comunicadas todas as informações aeronáuticas relevantes e necessárias ao vôo. Em seguida são transmitidos os dados desse Plano de Vôo aos órgãos de controle de tráfego aéreo envolvidos com o vôo.

Antes de decolar, enquanto o passageiro ainda está no saguão de embarque, os pilotos das aeronaves comerciais já estão à bordo, entregues ao minucioso trabalho de planejamento detalhado da navegação e preparação do voo.

Já ocupando seus postos, os pilotos recebem o resumo das informações do DOV – Despachante Operacional de Voo – contendo as últimas informações relativas ao voo. Este personagem já se inteirou antecipadamente das condições essenciais de rota e das áreas terminais para proceder ao briefing com precisão aeronáutica. Assim, é calculada a quantidade necessária de combustível, o peso de decolagem, dados de meteorologia dos aeroportos envolvidos no voo e em rota, procedimento alternativo em caso de emergência, velocidade e altitude em voo de cruzeiro, peso e balanceamento da aeronave, número de pessoas a bordo e demais informações relevantes para o voo.

Todos os cálculos são efetuados baseados em gráficos constantes no manual de operações da aeronave e levam em consideração o comprimento da pista, a direção e a velocidade do vento, a aclividade/declividade da pista, as manobras após a decolagem, a altitude do aeroporto, a pressão atmosférica, a temperatura, ou seja, tudo o que pode interferir no desempenho da aeronave durante a decolagem e durante as outras fases do voo.

b) Acionamento dos motores e taxiamento

Após a aprovação do Plano de Voo pelos órgãos de tráfego aéreo, antes de iniciar-se a movimentação da aeronave, deve-se solicitar ao controle de solo, se ativado, ou à torre de controle autorização para acionamento dos motores e para o início do deslocamento no solo (táxi). O acompanhamento é efetuado até uma posição próxima à cabeceira de decolagem.

c) Decolagem

A torre fornece a autorização para a decolagem, controla essa operação e após a conclusão da mesma libera a aeronave para o controle seguinte, de hierarquia maior, em geral o controle da área terminal. As pessoas pouco familiarizadas com a aviação têm a impressão que a interlocutora da aeronave é sempre a torre e, também, que com ela os pilotos falam desde o aeroporto de decolagem e até mesmo durante todo o voo, o que não é exato.



Figura 2.2 - Torre de Controle de Guarulhos

Fonte: Jetphotos.net

d) Saída da Terminal

Após a subida inicial, a saída da Terminal é desenvolvida por um procedimento de subida (SID) especificado pelo APP. Faz-se o trajeto desde a decolagem da pista, em regime ascendente, até algum ponto convenientemente designado ou diretamente para o início da aerovia ou rota a ser voada.

A Figura 2.3 TMA São Paulo caracteriza bem o modelo de área terminal. No caso, trata-se da mais movimentada e melhor equipada do país sendo, portanto, o melhor exemplo ilustrativo desse segmento do sistema de controle de tráfego. Podem ser notados pela ilustração os principais componentes do espaço aéreo como algumas das aerovias que partem e chegam à área com rumos e níveis mínimos de vôo, os pontos referenciais denominados fixos de posição com as correspondentes designações, os diferentes tipos de equipamento de auxílio à navegação com as respectivas frequências, as proas a serem voadas expressas em graus de direção, limites das áreas controladas e

e) Vôo em cruzeiro

Deixando a área Terminal, a aeronave passa a ser monitorada pelo ACC. Nesse trecho se atinge a altitude e velocidade de cruzeiro até a proximidade da área Terminal onde se localiza o aeródromo de destino.

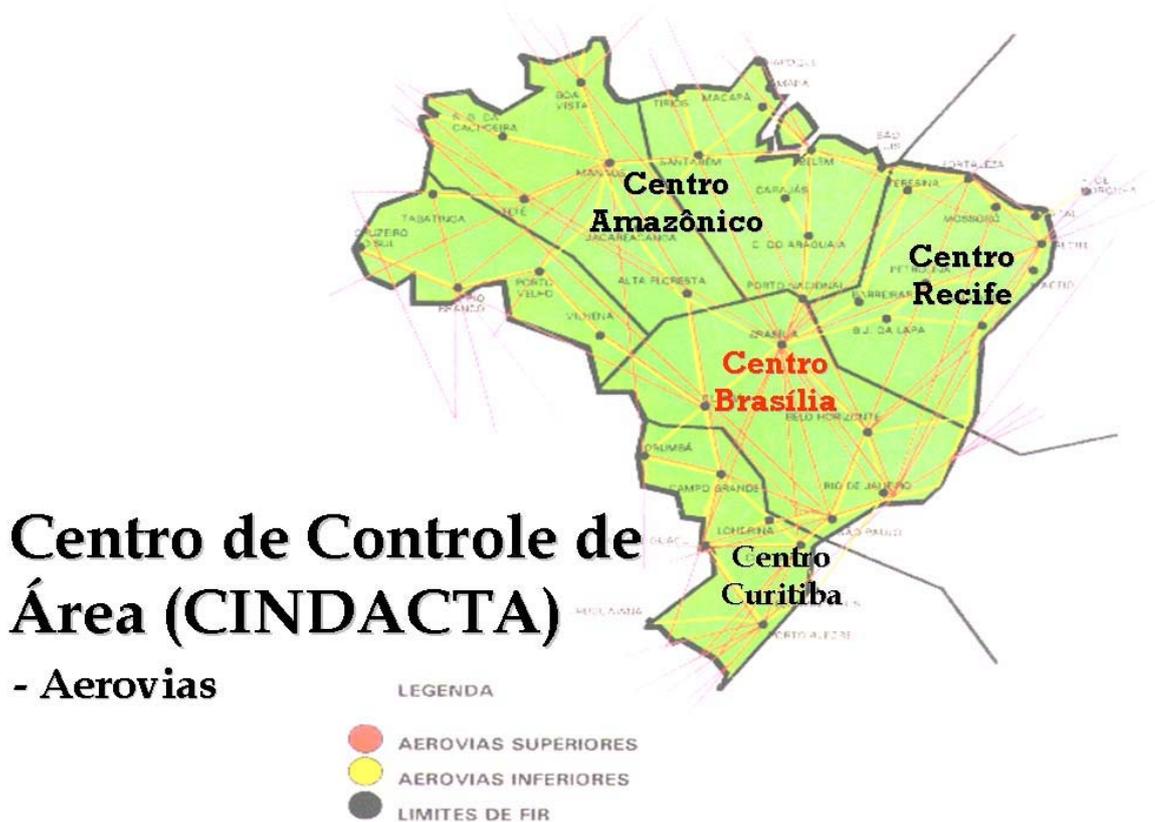


Figura 2.4 - Centros de Controle de Área (CINDACTA)

Fonte: Arquivo GRNA

f) Entrada na Área Terminal

Compreende a fase em que a aeronave inicia o seu procedimento de aproximação, em geral ao abandonar seu nível de vôo de cruzeiro, afastando-se da aerovia e voltando ao controle de um APP. Este define o procedimento a ser cumprido desde a aerovia até o início de um procedimento de aproximação e pouso (IAC) orientando por sucessivas autorizações as manobras encadeadas para atingir o aeródromo de destino.

A descida de uma aeronave, especialmente nas TMA mais movimentadas e nas horas de maior tráfego, é bem mais complicada do que a subida. Nas subidas, as aeronaves se destinam a pontos diferentes e os órgãos de controle fazem-nas subir em proas divergentes

e, quando necessário, com restrições de altitude. Assim, elas saem das TMA em diferentes altitudes e com proas de suas respectivas aerovias e destinos.

No pouso todas as aeronaves que estão chegando convergem para um único ponto, o aeroporto de destino, e é necessário orientá-las de modo que mantenham entre si a devida separação. Por esse motivo, as TMA mais movimentadas têm várias áreas de espera, sobre as quais as aeronaves aguardam sua vez de realizar a aproximação e o correspondente pouso.

Por analogia, pode-se dizer que as aeronaves decolam em “leque” e pousam em “funil”. Cabe ao APP a segura separação vertical e horizontal entre todas as aeronaves evoluindo na área sob sua jurisdição.

As áreas de espera estão necessariamente situadas sobre auxílios de navegação aérea, instrumentos que balizam esse procedimento de espera. Quando o tráfego é intenso, as aeronaves são acumuladas sobre essas áreas de espera, em altitudes diferentes e realizam manobras com o formato de elipse orbitando em torno do mesmo ponto, por isso denominado de órbita de espera. Quando a que está mais baixa deixa a órbita para iniciar o procedimento de descida, aproximação e pouso, as que estão acima vão descendo gradativamente, uma a uma, para altitudes inferiores, até que chegue sua vez. É a chamada “prateleira”.

g) Aproximação Final

Ao penetrar na área terminal cuja configuração foi apresentada anteriormente na Figura 2.3, a aeronave é instruída a seguir procedimentos bem definidos e antecipadamente autorizados pelo controle de tráfego aéreo. Direção, altura e velocidade são parâmetros de voo definidos pelas cartas aeronáuticas para a aproximação por instrumentos, cuja realização é determinada pelo controle de tráfego aéreo. A Figura 2.5 a seguir apresenta com clareza uma aproximação por instrumentos típica. A trajetória a ser seguida é apresentada em dois planos, ou seja, em planta e em perfil. Por ela verifica-se claramente que há mudança dos parâmetros de voo em diversos pontos de referência, o que exige permanente trabalho de preparação para cada alteração de segmento.

RIO DE JANEIRO / GALEÃO-ANTÔNIO CARLOS JOBIM, INTL RJ-BRASIL

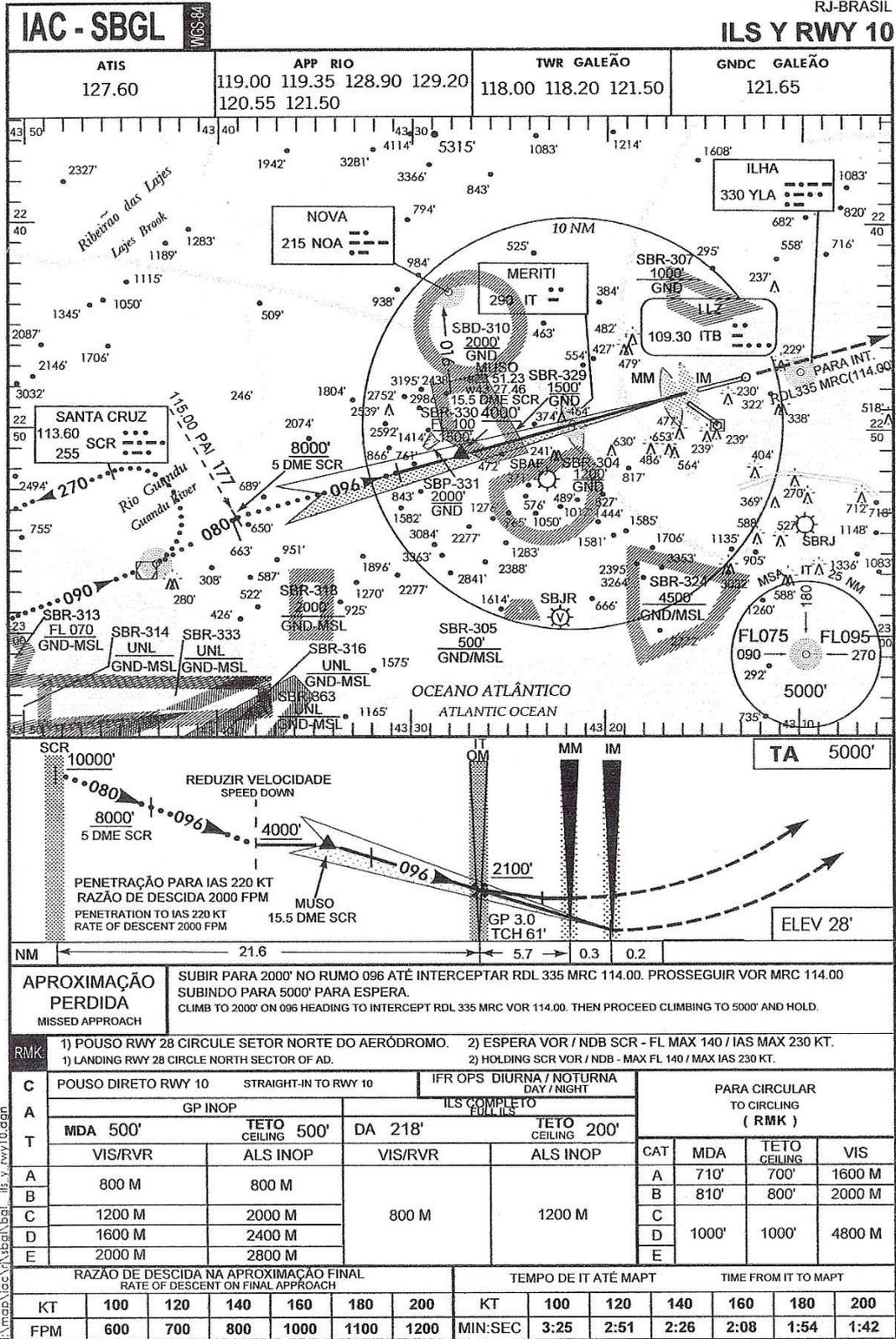


Figura 2.5 - Procedimento de Aproximação SBGL

Fonte: AIP Brasil MAP

Esses segmentos conjugados compõem a aproximação e pouso, objeto deste trabalho de pesquisa. Durante esses procedimentos há variação de direção, altura e velocidade sincronizadas até o pouso exigindo intenso trabalho de cabine de pilotagem.

Quando a aeronave atinge posição e momento de início, o APP autoriza o procedimento em que a aeronave passa por um ponto estabelecido para obter o alinhamento com a pista de pouso e a partir do qual, com o auxílio de equipamentos eletrônicos específicos, busca manter a trajetória de planeio até o toque na pista. A partir do ponto em que a aeronave está estabilizada no procedimento de aproximação o controle de aproximação transfere o acompanhamento da aeronave para a torre que a conduz até o pouso e a subsequente desocupação da pista.

Os procedimentos de aproximação e pouso por instrumentos permitem que aeronaves efetuem a aproximação e pouso com referências aos instrumentos de bordo e de terra. Eles são parte essencial e final do vôo por instrumentos. (Plínio Jr.)

h) Pouso e Táxi

Já com o controle da torre, a aeronave pouso e tem a informação do trajeto a ser seguido até a sua posição de parada no pátio.

É importante ressaltar que todas as aeronaves recebem os serviços de tráfego aéreo durante todas as fases do vôo.

A evolução da aviação obrigou estudos para incorporar avanços tecnológicos à infraestrutura aeroportuária e ao tráfego aéreo. Não seria possível em dias atuais que as aeronaves decolassem, voassem e pousassem somente em condições meteorológicas visuais (VMC) sem o apoio de auxílios precisos de navegação e procedimentos bem determinados. Seria o caos.

O avanço tecnológico da infra-estrutura aeroportuária e de controle de tráfego faz-se necessário para acompanhar a evolução das aeronaves. À medida que as aeronaves incorporam novas tecnologias, a infra-estrutura as deve acompanhar. É a necessidade de fazer voar mais aeronaves com a mesma segurança. A capacidade dos aeroportos não pode ser impactada pela falta ou obsolescência de procedimentos de pouso por instrumentos. O

avião é o meio de transporte mais rápido e seguro. Essas características não podem ser impactadas por atraso tecnológico qualquer, principalmente a falta de procedimentos por instrumentos para o pouso e a decolagem.

No caso do procedimento de aproximação e pouso por instrumentos, para cada pista, há vários procedimentos, indicando os rumos e altitudes que o piloto deve tomar até chegar próximo à pista e pousar. Todas as operações aéreas são executadas de uma forma padrão, de modo que o fluxo de tráfego aéreo torne-se rápido, seguro e organizado.

Os procedimentos de aproximação e de pouso por instrumentos, como também, os de decolagem são elaborados e exaustivamente verificados e calibrados, de modo a permitir que as aeronaves que os realizem estejam separadas de qualquer obstáculo existente. Cabe aos órgãos de controle de tráfego aéreo prover a separação entre as aeronaves.

Os critérios para elaboração de procedimentos de aproximação por instrumentos foram desenvolvidos, inicialmente pela Divisão de Operações da OACI em 1949 e divulgados em 1951.

Nos primórdios do vôo por instrumentos, os equipamentos disponíveis, tanto na infraestrutura no solo quanto a bordo das aeronaves eram limitados. Trabalhava-se com baixas frequências sujeitas a interferências atmosféricas e das condições topográficas. Após diversas modificações, em função das evoluções tecnológicas atingiu-se aos níveis atuais e a correspondente evolução dos padrões e procedimentos. Foram realizadas várias inserções e emendas, ao documento original e ele passou a constituir o Documento 611/3 – OACI, 3.^a Edição, 1971 até o presente usado como referencial em todo o mundo.

Com o foco em segurança e tomando os benefícios da continuada evolução tecnológica, as pesquisas, debates e deliberações no seio da Comissão de Navegação Aérea da OACI levaram à criação do PAINEL SOBRE SEPARAÇÃO DE OBSTÁCULOS (OBSTACLE CLEARANCE PANEL – OCP), com a finalidade de estudar novos critérios para a elaboração de procedimentos, atualizando-os de forma a adequá-los às características de desempenho das aeronaves subsônicas multi-reatoras e ao desenvolvimento técnico dos auxílios-rádio à navegação. É interessante notar o relevante papel dessa Comissão, a de maior visibilidade na estrutura da Organização por ocupar-se dos princípios fundamentais

de circulação aérea à luz dos princípios de segurança, eficiência e economia etc. Embora as decisões, regras e recomendações digam respeito estatutariamente à aviação internacional, a maioria dos países signatários da convenção da OACI, inclusive o Brasil, adota internamente o conjunto normativo aprovado e atualizado efetivando-o legalmente.

Os procedimentos de aproximação por instrumentos têm sido elaborados com base nos critérios específicos da OACI. O uso de tais critérios tem se revelado, ao longo dos anos, satisfatório para as operações nos aeródromos brasileiros vis a vis aos níveis de tráfego e da complexidade da rede de aeroportos e da malha das empresas aéreas.

No entanto, nos últimos anos, a crescente densidade do tráfego aéreo como demonstram as estatísticas da ANAC, a sofisticação das aeronaves, os novos e melhores recursos de infraestrutura e a própria dinâmica operacional dos aeródromos públicos têm determinado a necessidade de se rever alguns dos procedimentos, adequando-os à realidade das modernas aeronaves, com características operacionais mais flexíveis, de modo a permitir utilização mais racional do espaço aéreo e dos aeródromos, a par de maior índice de segurança.

Tabela 2.1 - Evolução do Tráfego Aéreo no Brasil

ANO	MOVIMENTO ANUAL DE AERONAVES (mil)		
	DOMÉSTICO	INTERNACIONAL	TOTAL
2003	1 649	116	1 765
2004	1 656	124	1 790
2005	1 699	142	1 841
2006	1 782	137	1 919
2007	1 884	158	2 042

Fonte: INFRAERO

Como pode ser observado pela tabela acima, foi ultrapassada a cifra de dois milhões de pousos e decolagens da aviação comercial brasileira em 2007. Isto corresponde a mais de um milhão de pousos, a quase totalidade em IFR, independentemente se IMC ou VMC. É normal que a aviação comercial voe IFR.

O total observado e condição justificam que cuidados especiais sejam adotados para evitar a aproximação perdida, em especial quando se trata de pouso de precisão. Com isso, faz-se

de fundamental importância, no estudo da adoção de meios para reduzir o número de aproximações perdidas, a análise das causas que podem dar origem a essa situação adversa. Essa apreciação será realizada adiante.

Segundo Heitor Bottura, os procedimentos de aproximação por instrumentos têm por finalidade o estabelecimento de padrão de uma série de manobras pré-determinadas que, em condições de voo por instrumentos, permite a uma aeronave completar, ordenadamente, todas as fases de aproximação até o pouso ou até um ponto a partir do qual possa prosseguir com referências visuais e pousar.

Cada procedimento dessa natureza está consubstanciado numa IAC (Carta de Aproximação por Instrumentos), editada pela autoridade aeronáutica brasileira competente para regular o tráfego aéreo. Tal publicação padronizada e ao abrigo das regras em vigor descreve as velocidades e razões de descida a serem obedecidas, contendo, além disso, todas as informações relacionadas com as trajetórias horizontal e vertical que a aeronave deverá seguir, orientada por um ou mais auxílios-rádio, como também a indicação das alturas de segurança a serem obedecidas durante todo o circuito a ser percorrido.

Cada aeródromo público aberto a operações por instrumentos possui em geral várias cartas de aproximação por instrumentos em função de setores de aproximação, dos auxílios eletrônicos que poderão ser utilizados, número de pistas e suas respectivas cabeceiras. Aeródromos internacionais possuem documentos auxiliares contendo informações importantes. São Paulo/Guarulhos possui 26 cartas de aproximação por instrumentos, São Paulo/Congonhas 20, Belém também 20, Rio de Janeiro/Galeão 18, Brasília 17, Porto Alegre 15, Campo Grande 11 e Belo Horizonte/Confins e Campinas 7, e assim por diante, todas em função das necessidades do tráfego. As cifras mostram a magnitude e complexidade técnica da elaboração, teste e atualização desse grande conjunto de IAC aplicado ao Brasil.

Cada procedimento compreende, em princípio, cinco segmentos distintos, a saber: de chegada, incluindo a interceptação do auxílio eletrônico básico; inicial, correspondente ao ajustamento e acomodação da aeronave ao circuito que irá percorrer em termos de direção e altura padronizadas; intermediário, quando são realizadas as manobras preparatórias ao enquadramento da pista; final, quando ocorre o alinhamento com a direção de pouso e a descida atinge os níveis mínimos de segurança de tal modo que o pouso pode ser

garantido; finalmente, é prevista a manobra a realizar quando as condições de segurança se deterioram e o avião em comando verifica a impossibilidade de realizar o pouso e decide reganhar altura devendo, nesse caso, seguir o procedimento já previsto para essa eventualidade denominado de aproximação perdida.

Todos os pousos são realizados, com a pista avistada pelos pilotos realizando a aproximação, sendo excetuados apenas os procedimentos de pouso de precisão automático, ou seja, sem o piloto estar em contato visual com a pista, ainda não adotado no Brasil. O elevado custo e a reduzida quantidade de horas de interdição da pista por razões meteorológicas não indicam viabilidade dessa adoção no país. Desse modo, deve ser considerada, complementarmente ao procedimento em si, em espaço adjacente ao aeródromo, área destinada à eventual circulação se as condições de visibilidade o permitam. Isto para o caso de, após a obtenção de condições visuais seja indicada a necessidade ou conveniência de modificar as condições de pouso por fatores diversos que poderão ocorrer. Esse procedimento de circulação posterior complementa cada procedimento individual, onde é exigido que a aeronave execute, com referências visuais, a manobra para circular e pousar.

Fatores importantes que devem ser considerados na elaboração de procedimentos por instrumentos são as categorias das aeronaves, peso e velocidade, o comprimento da pista, a distância de obstáculos e a capacidade de reganhar altura.

2.2 CATEGORIAS DE AERONAVES

Nesta parte do trabalho inicia-se a pesquisa com o objetivo de atingir os fundamentos essenciais da fase final da aproximação para pouso em condições de instrumentos, ou seja, completa ou quase incompleta referência com o solo. Partindo-se da premissa de que no Brasil não vigoram procedimentos que autorizem o pouso sem contato visual, a transição da condição “sem visibilidade” para a “com visibilidade”, imprescindível à aterrissagem, é fator crucial e crítico afetando a maior parte dos vôos da aviação comercial. São minoria as operações em céu claro, as realizadas no popularmente alcunhado “céu de brigadeiro”.

A construção dos procedimentos de aproximação para o pouso, em especial na determinação dos parâmetros de vôo nos casos de aproximação perdida exige cuidadosa

análise. A responsabilidade e as medidas de segurança a adotar fazem dessa elaboração serviço de alta especialidade que é realizado pela autoridade aeronáutica. Os procedimentos são, pela mesma autoridade, efetivados e publicados. Neles deve ser bem especificado o limite mínimo para ocorrer a transição do estado “sem visibilidade” para o de “com visibilidade”. Nesse particular duas referências são fundamentais: o avistamento da pista pelos pilotos em operação e os modernos instrumentos meteorológicos. Estes, quando disponíveis nos aeroportos, indicam com precisão, referidas à pista de pouso, as distâncias da visibilidade e do limite da camada de nuvens. Na etapa de aproximação, a determinação de velocidade, razão de descida e condições de potência para retomada do vôo nos casos de aproximação perdida são fundamentais. No entanto, esses parâmetros dependem de cada aeronave e, de modo a não tratá-las individualmente, criando dispersão pouco exequível, é necessário grupá-las tão homoganeamente quanto possível.

A classificação é a maneira prática de tratamento homogêneo dada às aeronaves para efeito de elaboração e de execução de procedimentos de aproximação por instrumentos, visando universalizar a aplicação de critérios para análise e dada a diversificação dos tipos e modelos das aeronaves. Assim é necessário grupá-las tendo a velocidade de aproximação, isto é, quando a aeronave já está configurada e preparada para o pouso, como referencial relevante.

A importância assumida pela categorização das aeronaves na elaboração e execução dos procedimentos exige dos aeronavegantes e órgãos dos serviços de tráfego aéreo uma cuidadosa verificação dos quadros da IAC referentes às categorias e dos respectivos mínimos meteorológicos para pouso.

As diferentes performances das aeronaves têm efeito direto no espaço aéreo e visibilidades necessárias à execução de determinadas manobras, tais como: circuito de tráfego de aeródromo, curvas durante a execução do procedimento de aproximação perdida, descida na aproximação final, manobras para pouso, procedimentos de reversão e outros associados. Sendo a velocidade o elemento mais importante no desempenho das aeronaves, este foi tomado como determinador das diversas categorias, para efeito de elaboração e execução dos procedimentos de aproximação por instrumentos, tomando-se como referência a velocidade de aproximação para o pouso, a qual foi definida por razões de segurança com o valor de 1,3 da velocidade de perda (STALL), considerada a aeronave na

configuração de pouso e no peso máximo permitido. Tais categorias serão referidas neste documento e nos procedimentos, pelas letras que as designam, a saber:

Tabela 2.2 – Categorias de Aeronaves

Categoria	Velocidade (Kt) de Aproximação
A	< 91
B	91/120
C	121/140
D	141/165
E	166/210

Fonte: ICA 100-12

Caberá ao piloto em comando da aeronave a responsabilidade pelo enquadramento na categorização da aeronave e o conseqüente emprego dos parâmetros contidos nas tabelas inerentes aos procedimentos a realizar. Os manuais de operação das aeronaves são as fontes primárias para determinação das velocidades de manobra, segundo as quais será definida a categoria a ser enquadrada a aeronave.

Os valores de teto e visibilidade publicados para cada procedimento padronizado serão função da velocidade de aproximação. Por regra, são adotados os mais baixos possíveis. Eles são calculados para atender as exigências de aproximação e pouso seguros, em função das diversas categorias de aeronaves e dos tipos de auxílio rádio empregados. Cabe à autoridade aeronáutica, com a responsabilidade técnica e operacional, formular padrões e executar a função de controle de tráfego aéreo, diretamente ou por delegação, ou seja, tudo o que se refere a instalações, auxílios à navegação e tráfego aéreo, meteorologia, comunicações, informações aeronáuticas, cartas e mapas para a navegação aérea, estabelecer e oficializar os mínimos meteorológicos de visibilidade e teto para os procedimentos de aproximação e pouso por instrumentos. (Plínio Jr.)

É interessante notar que os valores mínimos de teto e visibilidade poderão ser específicos para cada categoria de aeronave ou poderão ser comuns a mais de uma categoria.

O cálculo das áreas de proteção dos diversos segmentos de um procedimento de aproximação por instrumentos leva em consideração, entre outros, o parâmetro básico que é representado pela velocidade da aeronave em cada segmento. Assim, para que a segurança da aeronave não seja afetada, durante a sua execução, é imprescindível que os pilotos executem os diversos segmentos do procedimento de acordo com os limites de velocidades previstas.

Identificado o fator crítico da transição do estado de visibilidade da aproximação para o pouso, deve-se examinar o quadro dos auxílios eletrônicos de apoio a cada aeroporto, os quais variam de acordo com a disponibilidade da infra-estrutura local. Em função do nível tecnológico aplicado, pode-se dispor de técnicas que devem ser analisadas.

2.3 TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO E POUSO POR INSTRUMENTOS

Como comentado anteriormente e tomando-se como ilustração os elementos contidos na Figura 2.5, a aproximação e pouso por instrumentos são manobras bem definidas em termos de seqüência, trajetória, altura, velocidade e razão de descida. Todo esse processo tem um auxílio eletrônico básico como referência para as diversas posições a serem assumidas pela aeronave. Conhecer esses diversos auxílios eletrônicos é fundamental para conhecer a natureza da aproximação. Certos procedimentos utilizam mais de um, não raro diversos, equipamentos de auxílio eletrônico. A pesquisa sobre os mais empregados é relatada a seguir, pois é necessária à continuidade de tratamento do assunto objeto deste trabalho.

Os principais procedimentos de aproximação e pouso por instrumentos utilizados no Brasil são classificados em função do auxílio eletrônico básico, de balizamento ou de referência, para a aproximação empregada para ser o ponto focal do procedimento e referencial das manobras. Os principais procedimentos técnicos estão associados ao tipo de equipamento em que se apóiam e são os seguintes:

- **NDB**

Foi o mais importante auxílio-rádio nos primórdios da aviação mundial. O Non-Directional-Beacon (NDB) é ainda utilizado em muitos países, balizando aerovias, determinando pontos de referência em áreas terminais ou propiciando execução de

aproximações por instrumentos, além de proporcionar orientação à navegação marítima costeira. A quantidade deles funcionando no Brasil aproxima-se de um milhar, sendo a base de procedimento nos rincões mais distantes por ser de baixo custo e pouca tecnologia, o que se reflete em pouca precisão.

Conhecido como rádio-farol, consiste de um transmissor no solo emitindo ondas eletromagnéticas não direcionais que, ao serem captadas por receptores de bordo dotados de antenas direcionais, propiciam a informação de direção do sinal recebido. Seu alcance, função da potência de transmissão e da topografia é, em geral de poucas dezenas de quilômetros, podendo em condições muito especiais como instalado no mar, em ilhas ou embarcações, atingir quase 300 km se for de grande potência de transmissão.

As marcações proporcionadas pelo NDB são pouco precisas, principalmente no período crepuscular (efeito noturno) e em vôo próximo a formações meteorológicas. A estação NDB poderá estar posicionada nas proximidades de aeródromos ou pontos específicos ao longo das rotas ou fora delas.

As emissoras comerciais de rádio difusão AM, existente aos milhares no Brasil, quando equipadas com transmissores de média ou elevada potência, em geral acima de 50 kW na antena, também prestam grande auxílio à navegação, na determinação de localidades e posições adrede selecionadas. Seja qual for o tipo de estação sintonizada pelos receptores de bordo, NDB ou comercial, o navegante deverá conferir o prefixo, para ter certeza se aquela é ou não a estação desejada. O NDB opera normalmente entre as frequências de 200 e 400 kHz.

- VOR

O VHF Omni-Directional Range (VOR) é importante no auxílio ao piloto na determinação de posição, na orientação em rota e na execução de procedimentos de aproximação. É de alcance muito superior, em geral mais do que o dobro, do que os NDB e não sofre interferências indesejáveis, salvo a poluição do espectro nas grandes concentrações urbanas. Compõe-se de uma unidade transmissora no solo, que emite ondas de rádio, em forma de propagação direta e outra receptora a bordo. A finalidade é medir a diferença de fase de um sinal de referência e de um sinal variável, emitidos pela transmissora. A

diferença de fase, convertida em medida angular, a partir do Norte Magnético (sinal de referência) é denominada de radial.

O VOR pode ser utilizado para conseguir separação entre aeronaves, exigindo-se que elas voem para a estação ou desta forma se afastem numa determinada radial. Quando uma aeronave voa para a estação numa radial qualquer, mantendo seu curso inalterado, após o bloqueio passa a voar na radial oposta, visto que cada radial tem origem na estação. Toda estação VOR está relacionada com o norte magnético do local onde está instalada. Dessa forma, a radial tem o valor magnético correspondendo uma unidade para cada grau dos 360 de uma rosa-dos-ventos.

Ao contrário do NDB, o VOR não sofre influência de perturbações atmosféricas, oferecendo marcações seguras e precisas. O alcance depende da linha de visada da aeronave e, como tal, da altura do vôo em que se encontrar. Em condições normais, os de elevada potência podem atingir mais de 200 NM quando a mais de 6.000 metros acima da estação. Opera normalmente entre as frequências de 108 e 118 MHz.

- DME

O Distance Measuring Equipment (DME) é o par por excelência do VOR. Fornece a distância da aeronave até a sua antena transmissora. Consiste em equipamento interrogador de bordo e estação respondedora de solo. Opera emitindo pares de pulsos eletrônicos à razão de 30 por segundo da aeronave para a estação de solo. Esta responde aos pares de pulsos iguais aos recebidos, mas numa frequência diferente. O equipamento de bordo mede o tempo de resposta transformando-o em milhas náuticas de distância entre a aeronave e a estação em solo. Cada DME pode responder simultaneamente a até 100 aeronaves.

2.4 TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO E POUSO POR INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

A evolução tecnológica permitiu o emprego de métodos mais avançados e precisos para a realização de procedimentos de aproximação e pouso, os quais empregam combinação de auxílios eletrônicos de elevada frequência como base de referência, os quais são dotados de grande grau de acuidade e precisão na emissão dos sinais a serem captados pelas aeronaves. Com isso, são obtidas posições com desvios considerados insignificantes,

medidos por alguns metros nos três planos do deslocamento da aeronave em vôo. A recepção desses sinais eletromagnéticos, seu processamento e adequada representação visual nos instrumentos de bordo permitem correções de muito pequena amplitude para manter a aeronave exatamente no percurso previamente padronizado. Assim a aeronave pode ser conduzida até o pouso com elevado nível de qualidade e precisão cujos fatores determinantes são a qualidade dos equipamentos de solo e dos de bordo, o treinamento da tripulação e a intenção de realizar pousos automáticos ou quase automáticos. O sistema de aproximação de precisão, tanto da rampa eletrônica de planeio, quanto do sinal localizador de direção, proporciona à aeronave, equipada com o correspondente instrumento de bordo, orientação segura de alinhamento e ângulo de descida, quando na aproximação para pouso. Isto significa suavidade de correções redundando em conforto.

- ILS

Segundo Pedro Antonio Coutinho (1994), o Instrument Landing System (ILS) é um equipamento de precisão empregado eficientemente nos principais aeroportos do mundo. Proporciona, à aeronave equipada com o correspondente instrumento de bordo, orientação segura de alinhamento e ângulo de descida quando na aproximação final para uma pista de pouso. Assegura que a aeronave possa pousar com baixas condições de visibilidade e teto, inferiores às utilizáveis com qualquer outro auxílio-rádio e, normalmente, é constituído pelos seguintes componentes eletrônicos:

- a) Localizador (LLZ): Componente eletrônico composto por sinal direcional de grande precisão, décimo de grau, que proporciona orientação de curso (rumo) para a pista, com a qual está alinhado, com alcance em torno de 45 km a 2000 pés de altura. O transmissor do LLZ, situado além da cabeceira oposta a do pouso, emite sinais-rádio direcionais em VHF, modulados em 90 Hz e 150 Hz, cujo sinal indica ao piloto o curso coincidente com o prolongamento do eixo da pista.
- b) Superfície Eletrônica de Planeio (GS): Componente eletrônico que fornece sinal de elevada precisão indicando o ângulo de penetração do vôo, ou seja, a orientação vertical conjugada com a distância formando a rampa de planeio que corresponde à trajetória descendente da aeronave nas aproximações de precisão por instrumentos. O transmissor do GS, localizado num ponto a aproximadamente 300 metros da cabeceira da pista e a 150 metros do eixo da pista, transmite em UHF um preciso feixe de sinais-

rádio formando, para a trajetória ideal de descida, um ângulo de 3° com a horizontal, permitindo ao piloto manter a aeronave numa adequada trajetória de descida.

- c) Marcador Externo (OM): Radiofarol marcador, instalado no ponto correspondente à altitude de interceptação da trajetória de planeio, ajustado para transmitir tom de 400 Hz que é recebido, auditiva e visualmente a bordo. O transmissor é localizado entre 7,5 km (4NM) e 13 km (7NM) da cabeceira, no prolongamento do eixo da pista.
- d) Marcador Médio (MM): Radiofarol marcador que define o ponto ao longo da trajetória de planeio de aproximação, em geral instalado no ponto correspondente à DA dos procedimentos de precisão ILS CAT I, ajustado para transmitir tom de 1300 Hz que é recebido, auditiva e visualmente a bordo.
- e) Marcador Interno (IM): Radiofarol marcador usado em um ILS CAT II, localizado entre o marcador médio e a cabeceira da pista, indicando ao piloto, auditiva e visualmente, que ele se encontra na DA dessa categoria, 30 metros (100 pés) acima da elevação da zona de ponto de toque.

Também complementam o conjunto os seguintes componentes visuais:

- a) sistema de luzes de aproximação (ALS): constituído por conjunto de luzes alinhadas para fornecer indicação perceptível, mesmo sem obter referência nítida com o solo, do alinhamento e distância da aeronave em relação à pista. É muito útil em casos de mau tempo e baixa visibilidade.
- b) luzes de cabeceira de pista: luzes verdes fixas, instaladas simetricamente à esquerda e à direita da pista, identificando a cabeceira da pista.
- c) luzes de fim de pista: luzes vermelhas fixas, instaladas simetricamente à esquerda e à direita da pista, identificando o final da pista.
- d) luzes de balizamento lateral de pista: luzes aeronáuticas de superfície dispostas ao longo da pista, indicando sua direção e limites laterais. Estão normalmente espaçadas a cada 60 metros.

O PAPI, embora não seja integrante do ILS, é um importante auxílio que usa luzes em cor vermelha e branca para definir visualmente a rampa ideal de aproximação final para determinada pista. Ele auxilia a indicação principal, a rampa eletrônica de precisão do ILS, pois esta permite que a aeronave esteja exatamente alinhada com a pista de pouso.

Em função do grau de precisão dos equipamentos de solo, de bordo e da habilitação dos pilotos, o ILS é classificado em 5 categorias (CAT I, II, III-A, III-B e III-C). Na Tabela 2.3 estão mostrados os limites mínimos de operação por categoria de ILS. Quanto maior a sofisticação dos componentes envolvidos, tanto os de solo quanto os da aeronave e, também, do credenciamento da tripulação para o nível pretendido, mais apta estará a operação para ser executada na categoria superior, situação crítica nos casos de nevoeiro e de chuva contínua de base muito próxima ao solo.

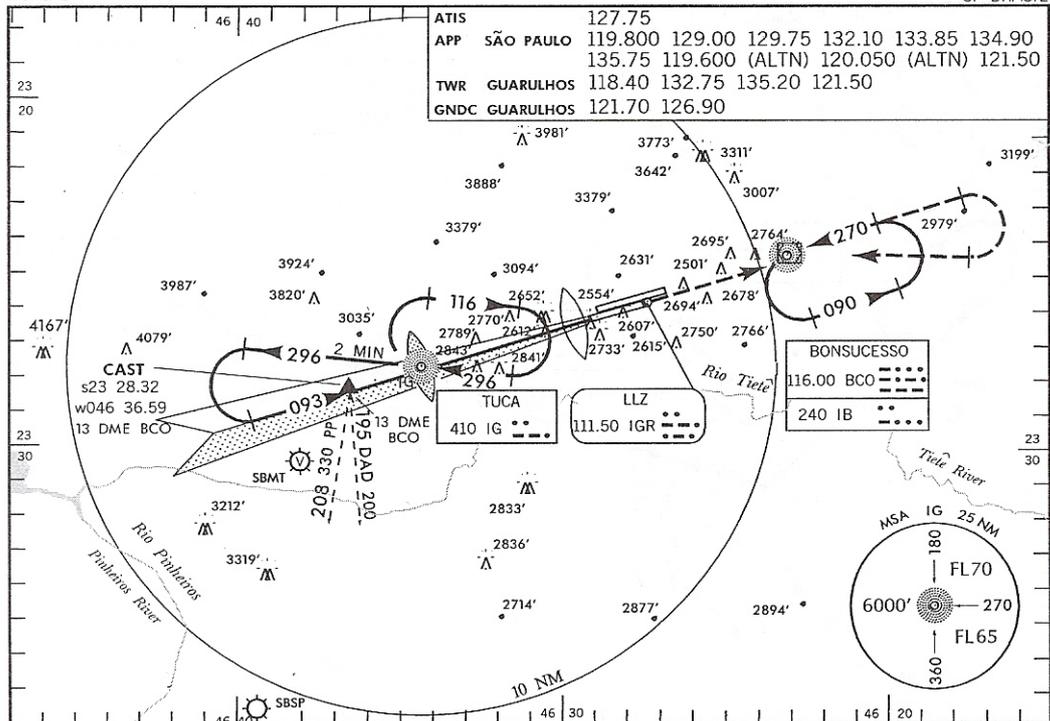
Tabela 2.3 - Mínimos Meteorológicos a Serem Observados

CATEGORIA	VISIBILIDADE (metros)	TETO (metros)
CAT I	800	60
CAT II	400	30
CAT III – A	200	Zero
CAT III – B	50	Zero
CAT III – C	Zero	Zero

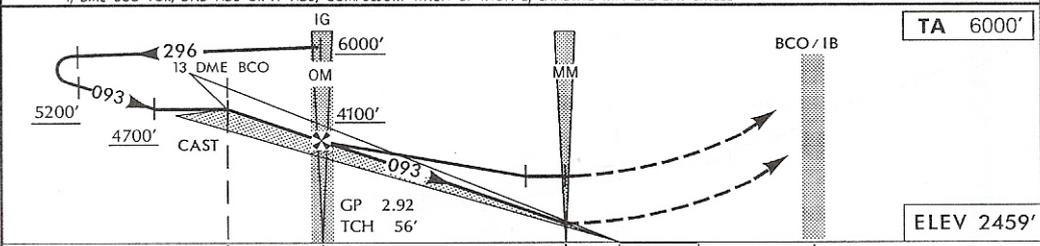
Fonte: Anexo XIV (OACI, 2003)

A seguir é apresentado exemplo típico de carta de aproximação por instrumentos empregando o equipamento ILS, aplicado à pista 09 direita do aeroporto de Guarulhos. Nela podem ser observados: trajetória a seguir, altitudes a manter, órgãos de tráfego envolvidos, frequência das comunicações, instruções para o caso de aproximação perdida, mínimos meteorológicos permissíveis, enfim, todos os elementos e meios necessários a operar a aeronave de modo a conduzi-la a pouso seguro e eficiente em condições meteorológicas adversas.

A Figura a seguir é clara e auto-explicativa para ser consultada e executada sem hesitações ou dúvidas pelos pilotos operando da cabine de comando da aeronave, os quais deverão manter permanente comunicação bi-lateral via rádio com os órgãos de controle de tráfego da jurisdição. O procedimento em vigor é atualizado sempre que ocorrem alterações das informações nele contidas. Ele é consultado pelos pilotos na preparação para a descida e as instruções de execução são conciliadas e refinadas pelo controle de tráfego em função dos movimentos ocorrendo na área terminal.



1) DME VOR, BCO, NDB DAD OU NDB PP COMPULSORIO QUANDO GP INOP. 2) POUSO RWY 27L/27R CIRCULO SETOR SUL DO AERODROMO.
 1) DME BCO VOR, DAD NDB OR PP NDB, COMPULSORY WHEN GP INOP. 2) LANDING RWY 27L/27R CIRCLE SOUTH SECTOR OF AERODROME.



APROXIMAÇÃO PERDIDA: SUBIR PARA 6000' NO RUMO 093. A 6000' APROAR VOR BCO OU NDB IB PARA ESPERA.
 MISSED APPROACH: CLIMB TO 6000' ON HEADING 093. AT 6000' HEAD TO BCO VOR OR IB NDB FOR HOLDING.

C	POUSO DIRETO RWY 09R		STRAIGHT-IN TO RWY 09R		IFR OPS DIURNA/NOTURNA DAY/NIGHT		PARA CIRCULAR (VER RMK) TO CIRCLING (SEE RMK)					
	GP INOP		TETO CEILING 700'		ILS COMPLETO FULL ILS							
A	MDA 3100'		TETO CEILING 700'		DA 2660'		TETO CEILING 200'					
T	VIS ALS INOP		VIS ALS		VIS ALS INOP		VIS/RVR ALS		CAT	MDA	TETO CEILING	VIS
A	1600 M		800 M		1200 M		800/550 M		A	3100'	700'	1600 M
B									B			
C	2800 M		2000 M						C			3600 M
D	3200 M		2400 M						D			4000 M
E	3600 M		2800 M						E			

RAZÃO DE DESCIDA NA APROXIMAÇÃO FINAL RATE OF DESCENT ON FINAL APPROACH							TEMPO DE IG ATÉ MAPT TIME FROM IG TO MAPT						
KT	90	110	130	150	170	190	KT	90	110	130	150	170	190
FPM	600	700	800	900	1050	1150	MIN:SEC	2:59	2:26	2:04	1:47	1:35	1:25

11 MAY 06 MODIFICAÇÕES/CHANGES: FREQ.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - COMAER - BRASIL

DESCIDA APPROACH **CHARLIE 2** SÃO PAULO/GUARULHOS - GOV. ANDRÉ FRANCO MONTORO, INTL RWY 09R ILS

Figura 2.6 – Descida CHARLIE 2 RWY 09R ILS – São Paulo/Guarulhos

Fonte: AIP Brasil - MAP

- GNSS (Global Navigation Satellite System)

O GNSS, ou Sistema Global de Navegação por Satélite, tem sido empregado como meio suplementar de navegação aérea e em curto prazo como elemento essencial da navegação e do controle de tráfego. Entre as várias constelações de satélites oferecendo serviço destacam-se os sistemas GPS norte americano e o Galileu da União Européia. Ambos são caracterizados pelo emprego de satélites como elemento fundamental de emissão de sinais de rádio que possibilitam a seleção dos melhores em termos de recepção. Os sinais são processados pelo equipamento de bordo para identificar o posicionamento e altura da aeronave. O conceito de navegação GNSS, baseia-se no contínuo conhecimento da posição espacial de cada satélite.

O GPS de uso corrente proporciona precisão horizontal de 100 metros, com 95% de probabilidade (95% do tempo) e de 300 metros com 99,99% de probabilidade. Isto sem a utilização de técnicas disponíveis destinadas a aumentar a precisão. O conceito de estendido do GPS permite aumentar essa precisão em dez vezes, a ser propiciado pela instalação no aeroporto de estação georeferenciada transmitindo correção permanente do sinal por comparação entre a posição real já conhecida e a posição calculada em função dos satélites, em geral de alguns metros. Muito mais moderna, a constelação Galileu dispensa essa parafernália, obtendo diretamente essa mesma precisão.

O GPS foi desenvolvido, inicialmente, para uso militar pelos americanos e hoje está disponível para a navegação aérea mundial para ser utilizado na execução dos procedimentos de não-precisão. Para os de precisão, depende de que o aeródromo de destino possua instalação georeferenciada com transmissão para calibração contínua do equipamento de bordo e o aeródromo de alternativa possua procedimento de aproximação convencional publicado e em vigor.

O Galileu oferece a possibilidade de aproximação para pouso por instrumentos similar aos convencionais ILS, sem a necessidade de instalar uma infra-estrutura de navegação na pista de pouso. Além disso, os dados disponíveis na cabine são os mesmos que os do ILS, assim não há problemas de familiarização para os pilotos e também custos adicionais de treinamento.

Outra técnica alternativa a ser empregada é a LPV, Performance de Localizador com Orientação Vertical, onde um receptor especial de navegação por satélites fornece ao piloto orientação lateral, melhorando as funções do Localizador, complementado por rádio farol guiando a aeronave para a linha central da pista. Outra opção é o EGNOS, Serviço Europeu Complementar Geoestacionário de Navegação. Trata-se de programa conjunto da Agência Espacial Européia e do Eurocontrol constituído por rede de mais de quatorze elementos em toda a Europa que coletam, gravam corrigem e melhoram os dados do Sistema de Posicionamento Global (GPS) americano. Os sinais modificados são então retransmitidos via satélites geoestacionários para os receptores dos usuários, oferecendo assim precisão posicional melhor do que dois metros. Além disso, o EGNOS oferece garantia sobre a qualidade desses sinais, o que o atual GPS, não fornece.

Quando se analisa a navegação aérea por satélite, deve-se abordar o CNS/ATM. A sigla significa Communication Navigation Surveillance/Air Traffic Management (Comunicação Navegação Vigilância/Gerenciamento de Tráfego Aéreo) e resume todas as transformações nestes segmentos de aviação que estão em fase de implantação, programada desde 1998 para conclusão em 2012, naturalmente com os atrasos decorrentes das carências de investimento e de nivelamento tecnológico ocorrendo no Brasil e em diversos outros países.

2.5 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE APROXIMAÇÃO

O tráfego aéreo mundial vem crescendo em ritmo muito maior do que a economia mundial. Este quadro torna-se perturbador ao ser projetado o tráfego previsto para os próximos anos. Vislumbrando isso e com problemas de infra-estrutura localizados, a OACI estuda soluções com novas tecnologias para resolver problemas de congestionamento de rotas, com diminuição dos gabaritos atuais determinados por razões de segurança, permitindo que aeronaves tenham capacidade de navegar sem depender de sistemas de terra e de se comunicar tão intensamente com os órgãos de controle.

Os sistemas hoje utilizados usam a concepção da tecnologia de 1946 baseada na interação do Homem e sistemas de apoio em terra, com limitações de custo para implantação e manutenção da imensa rede de facilitação aeronáutica. A possibilidade de ocorrência de erro humano na interação e interpretação dos sistemas e o custo do desenvolvimento

tecnológico limitam grandes mudanças. Para o CNS/ATM não há fronteiras, pois a tecnologia hoje utilizada e banalizada assegura a mudança de conceitos a custos acessíveis. Tendo como foco, a navegação aérea, podemos afirmar que toda a rede de auxílios à navegação utilizados hoje tem uma concepção antiga e um custo de manutenção muito alto. Esses auxílios convencionais (NDB, VOR e DME) têm fatores que restringem sua operação como a topografia nas proximidades dos transmissores e exigem equipes de manutenção em terra e a inspeção em vôo para checar a precisão e confiabilidade das estações.

Os sistemas RNAV como Ômega, Loran e INS permitiram por longos anos à aeronave voar em regiões desprovidas de auxílios convencionais à navegação, como por exemplo, sobre oceanos ou rotas diretas de longo curso. Destes sistemas, ainda é usada a navegação inercial que não depende de sinais externos. No final de 1998 foi desativado o sistema Ômega, como desativado já havia sido o Loran, pois a manutenção das estações de terra era muito cara e o GPS já estava sendo mais difundido, além deste ter um custo de manutenção bem menor, aliado a uma precisão na determinação da posição muito maior.

O conceito aplicado aos novos sistemas de navegação é fundamentado no GNSS, sistema que deve garantir:

- **Integridade:** Que é a imunidade a interferências externas, diminuindo a possibilidade de interferências aleatórias de outros equipamentos que podem atingir o padrão de transmissão dos dados para cálculo de posição;
- **Precisão:** O GNSS deve garantir erro dentro de faixa que permita sua utilização nas fases de procedimento de subida (SID), rota (navegação em cruzeiro), procedimentos de terminal (STAR) e aproximação (IAL);
- **Disponibilidade:** Para que cumpra as especificações da OACI, o GNSS deve ter cobertura mundial e os sinais disponíveis em tempo integral. Assim, as constelações devem ser projetadas de modo a não deixar nenhuma região sem sinais de navegação;
- **Continuidade:** Devido aos investimentos dos órgãos públicos e privados necessários à implantação e utilização desse sistema, deve ser garantida a sua continuidade em médio prazo, além de não comprometer a estrutura para manutenção e operação de tráfego aéreo.

Alguns conceitos de navegação hoje utilizados tendem a desaparecer e as formas de navegação, incluindo o segmento da aproximação, mudarão gradualmente. Com o GNSS dispõe-se de notável precisão, sem fatores de interferência, disponível em todos os pontos do globo terrestre. Nesse cenário deixará de ser necessário manter a dispendiosa rede de auxílios convencionais à navegação. Assim, a aviação acostumada a voar de forma angular, com radiais de aproximação e afastamento e cursos magnéticos passará a navegar linearmente, isto é, quando em uma rota, poderemos manter trajetórias paralelas à planejada, já que estas rotas consideram a navegação ponto a ponto e não a interceptação de radiais magnéticas.

A precisão dos sistemas de navegação levará a uma situação em que não será mais necessária a separação de 760 metros entre cabeceiras para a realização de aproximações simultâneas. A restrição passa a ser apenas relativa à categoria de esteira de turbulência da aeronave que vier à frente, tudo isso resultando num ganho de produtividade dos aeroportos com redução considerável nos custos.

Com o novo conceito de RNP a divisão entre sistemas de aproximação de precisão e não-precisão dependerá do erro máximo projetado do equipamento de bordo. Hoje relativamente poucos aeroportos operam com os sistemas de aproximação de precisão ILS e sua variante em desativação MLS. Estes sistemas apresentam exigências técnicas e custos de investimento que inviabilizam sua instalação na maioria dos aeroportos. Somente pistas de grande movimento e com predisposição a perturbações meteorológica justificam a instalação. Os procedimentos de aproximação de não-precisão têm um custo menor, porém os gabaritos de construção dos perfis de procedimentos exigem uma separação de obstáculos maior. A imprecisão eleva os limites mínimos de teto e visibilidade dos procedimentos e muita vez conduz a cursos de aproximação final deslocados do eixo da pista. O piloto pode avistar a pista, mas não pode pousar em segurança.

A concepção da operação no GNSS é de forma a permitir que, sem nenhum auxílio externo, além dos sinais de constelação, as aeronaves possam executar procedimentos de aproximação, com a vantagem de poder adotar certa flexibilidade de trajetória.

Em geral os procedimentos GNSS têm o segmento de aproximação alinhado com o eixo da pista e o ponto de arremetida situa-se sobre a cabeceira da pista em uso; isso permite que a MDA seja mais baixa mesmo para os procedimentos de não-precisão. Normalmente é possível construir aproximações para todas as cabeceiras do aeroporto a um custo muito mais baixo de implantação e manutenção.

Passo seguinte é o conceito de D-GPS (GPS Diferencial) que é uma estação instalada nas proximidades do aeroporto. Este equipamento permite que as pequenas oscilações de sinal e os erros de sistema sejam identificados e, com isso, ter-se a correção computada e transmitida em tempo real às aeronaves para correção dos sinais em seu equipamento de bordo de modo a atingir a precisão de fração de metro.

As aproximações denominadas zero – zero, isto é, teto e visibilidade nulos, que só são possíveis de execução em poucas cabeceiras de pista de pouso no mundo equipadas com ILS CAT III-C, tornar-se-ão viáveis em grande número de aeroportos com o emprego do GPS. A grande vantagem é que uma única estação D-GPS pode servir a todos os aeroportos num raio de trinta milhas náuticas. Por exemplo, uma estação em São Paulo atenderia às quatro cabeceiras de Guarulhos, às quatro cabeceiras de Congonhas e às duas do Campo de Marte, e dependendo da sua instalação, pode também atender Campinas, Jundiaí, São José dos Campos e demais pistas da Terminal São Paulo. Estes aeroportos teriam aproximações de precisão por um custo muito baixo.

No entanto, o máximo dos ganhos virá com o sistema Galileu, o qual, por concepção, não depende desse equipamento auxiliar para aumento de precisão. Por concepção ele pode obter o mesmo resultado tornando a operação dos procedimentos de precisão mais simples e econômica. São a aproximação e a navegação do futuro antecipadas para o presente pela evolução da tecnologia aplicada. Sem nenhuma sombra de dúvida essa tecnologia deverá contribuir para a redução do número de aproximações perdidas, componente da primeira hipótese de trabalho, a qual necessita análise, a começar pela identificação das causas dessa anomalia indesejável.

Preliminarmente deve ser notado que nem toda aproximação para pouso é concluída com êxito, ou seja, não é atingido o objetivo de pousar a aeronave com segurança. Quando, por algum motivo, a aproximação para pouso não pode ser concluída, temos a chamada aproximação perdida, em linguagem aeronáutica denominada arremetida.

Segundo Plínio Júnior, a aproximação perdida é a fase de um procedimento de aproximação por instrumentos que deverá ser executada pela aeronave, caso não seja estabelecida a referência visual dentro dos limites estabelecidos para continuar a aproximação e pousar.

Existem diversas causas que podem levar a aeronave a executar um procedimento de aproximação perdida. A pesquisa aos registros aeronáuticos para o presente trabalho revelou a grande diversidade delas, tais como:

- Falha ou inoperância dos instrumentos de terra que permitem a aproximação por instrumentos e pouso, tais como o ILS, VOR e NDB;
- Controle de tráfego aéreo: aeronave em emergência com prioridade para pouso, velocidade e altitude inadequada por falta de um correto monitoramento do controlador de tráfego aéreo, falta de suficiente separação entre duas aeronaves na aproximação final e outras vinculadas à movimentação na área de controle do aeródromo;
- Incursão em pista: viatura, animal ou pessoas na pista impedindo o pouso e outras causas que caracterizem o surgimento de algum obstáculo;
- Aeronave desestabilizada na aproximação final: aeronaves com altitude, alinhamento ou velocidade inadequada, não permitindo a continuidade da aproximação com segurança;
- Condições meteorológicas adversas: turbulência, tesoura de vento (wind-shear), nevoeiro, chuva, vento de cauda ou de través além dos limites estabelecidos pelo fabricante da aeronave e outras de natureza semelhante;
- Problemas técnicos das aeronaves: pane hidráulica, flap, trem de pouso, reverso e outras relativas ao estado de aeronavegabilidade da aeronave;

- FOD: peças de aeronaves e outros objetos perigosos à operação de pouso, como balões, pipas e pássaros, que possam causar danos à aeronave pousando;
- Falha de comunicação: indisponibilidade intermitente ou contínua no equipamento de comunicação via rádio da aeronave ou da torre de controle, não permitindo que haja a devida autorização e instruções para finalizar a aproximação e o pouso; e
- Decisão do piloto: quando o piloto, autoridade máxima a bordo, julgar que há qualquer risco, tais como velocidade ou altitude inadequada, aeronave não estabilizada no procedimento de aproximação ou qualquer fato de natureza semelhante onde a critério do piloto haja a arremetida.

Toda aproximação perdida é indesejável e, portanto, deve ser evitada com o emprego dos meios operacionais e tecnológicos disponíveis até o limite da segurança.



Figura 3.1 - Aeronave em Procedimento de Aproximação Perdida

Fonte: Airliners.Net

A aproximação final é fase crítica do voo, onde, proporcionalmente ao total das estatísticas publicadas, grande porcentagem dos incidentes e a acidentes ocorrem. Não é de se esperar,

em condições normais, que numa fase tão crítica do voo a aproximação perdida venha ocorrer. Todo o possível deve ser feito para que não haja a aproximação perdida.

Existem casos onde a aproximação perdida é praticamente inevitável. São os casos de condições meteorológicas adversas, falhas mecânicas e incursão em pista. No entanto, quando o fator determinante da aproximação perdida pode ser prevenido, como é a falta de suficiente separação entre duas aeronaves na aproximação final, iniciativas para redução dos fatores contribuintes podem e devem ser adotadas.

No ano de 2006, segundo dados estatísticos levantados junto à GRNA, houve 143 aproximações perdidas no aeroporto de Guarulhos, sendo que 82 delas foram determinadas por motivos operacionais, cuja análise deve ser aprofundada para identificação da possibilidade de terem sido evitadas caso existissem meios, procedimentos ou equipamentos adequados. Portanto, há indícios de que pelo menos 57,34 % das aproximações perdidas poderiam ter sido evitadas. Em 2007, o número de aproximações perdidas aumentou para 175, sendo que 84 delas, ou 48% podem ser candidatas ao universo das que poderiam ter sido evitadas.

O Quadro a seguir, ao detalhar as causas do insucesso das aproximações, constitui base interessante de análise. Das condições de que se revestiram essas operações não levadas a termo surgirão elementos identificadores de como as causas poderiam ter sido removidas e como poderão ser removidas no futuro. Isto significa pesquisar todos os elementos contribuintes.

Tabela 3.1 - Origem das Aproximações Perdidas em Guarulhos

MOTIVO	ANO	
	2006	2007
Falha do ILS	11 (7,7%)	08 (4,6%)
Controle de Tráfego Aéreo	15 (10,5%)	27 (15,4%)
Incurção em Pista	03 (2,1%)	07 (4,0%)
Aeronave Desestabilizada (altitude, alinhamento ou velocidade inadequada)	60 (41,9%)	66 (37,8%)
Condições Meteorológicas Adversas (chuva, nevoeiro ou turbulência)	44 (30,8%)	48 (27,4%)
Problemas Técnicos da Aeronave	06 (4,2%)	11 (6,3%)
FOD	01 (0,7%)	05 (2,8%)
Falha de Comunicação	02 (1,4%)	01 (0,6%)
Iniciativa do Piloto	01 (0,7%)	02 (1,1%)
Total	143 (100%)	175 (100%)

Fonte: Resumo estatístico anual da GRNA

Pesquisa realizada em 2008 através de entrevistas com controladores de tráfego aéreo atuando no controle de tráfego aéreo desse mesmo Aeroporto de Guarulhos e aviadores nele operando tornaram possível afirmar que muitas aproximações perdidas poderiam ter sido evitadas. É frustrante para o controlador e para o piloto em comando deixar de concluir sua aproximação quando existe pista de pouso adjacente preparada, disponível e pronta para receber a aeronave em procedimento de pouso enquanto a que foi designada tornou-se interdita momentaneamente. Interdições provocadas por invasão de viaturas de serviço é outra causa de remoção possível. A existência de outra pista disponível que poderia ser utilizada agrava a frustração.

Guarulhos é caso emblemático neste trabalho por representar o aeroporto mais movimentado do país e onde ocorreu o maior número de aproximações perdidas nos últimos anos, não obstante possuir duas pistas paralelas.

As falhas dos instrumentos de terra que permitem a aproximação e pouso por instrumentos têm solução pela dotação de equipamentos redundantes, além da melhor e mais eficiente manutenção desses equipamentos, os quais devem ser verificados e calibrados com grande frequência ou mesmo continuamente. É necessário em muitos casos que esses equipamentos sejam revitalizados ou até substituídos por equipamentos mais modernos,

com menor custo e maior facilidade de manutenção. Em especial abandonando os mais antigos e analógicos.

O controle de tráfego aéreo precisa ser ajustado ao vigoroso crescimento da demanda por transporte aéreo, ampliando-se na mesma proporção. Isto significa quantidade maior de equipamentos modernos e com redundância, tecnologia no estado da arte, gerenciamento competente e dinâmico, controladores de tráfego aéreo com efetivos compatíveis com o volume de tráfego e bem treinados na sua formação e nos cursos de aperfeiçoamento. Entretanto, o problema comprovadamente brasileiro exposto pela mídia, é mal que atinge outros países conforme vinculado em diversas publicações da OACI que se desdobra para corrigir essas deficiências e obter a plena implantação do sistema CNS/ATM, pelo menos no que tange ao tráfego internacional

Os espaços aéreos e a navegação aérea precisam ser revistos de forma a atender à atual e crescente demanda da aviação civil e comercial. As previsões de crescimento acentuado revelam dificuldades gigantescas em dotar a infra-estrutura de meios compatíveis com o volume de tráfego esperado em curto e médio prazo. Esse cenário pouco otimista encarece a necessidade de adoção de medidas eficientes, em especial de gerenciamento, para combater causas da anomalia em estudo, a aproximação perdida.

Outra causa significativa da aproximação perdida é a determinada por aeronaves que chegam desestabilizadas na aproximação final, normalmente, por falta de exato ou tempestivo cumprimento do piloto em comando das normas e procedimentos constantes nos manuais de operação da aeronave. Esse fato pode ser melhorado com treinamento continuado dos pilotos enfatizando padronização e aplicação de perícia e capricho nas manobras de aproximação final. Embora essa constatação tenha conotação desagradável, ela esta respaldada nos números da pesquisa realizada. As empresas aéreas têm programas de treinamento sempre visando maior segurança das operações e a extrapolação dos resultados de Guarulhos para todo o Brasil amplia a importância do treinamento na remoção ou redução desse fator negativo causando perdas de aproximação.

O grupo consistindo na meteorologia, como regra geral, somente tem solução com o pouso automático ou, se eventualmente, outra cabeceira de pista tenha condições menos desfavoráveis e o teto permita circular o aeródromo, situação possível de acontecer, mas de

probabilidade praticamente nula. O pouso automático é descartado no Brasil devido ao quadro geral de pouca adversidade climática, como pode ser observado na Tabela a seguir contendo o número de horas em que os aeroportos submetidos às piores condições meteorológicas, em geral causadas por nevoeiro, estiveram abaixo dos mínimos meteorológicos para pouso.

Tabela 3.2 - Aeroportos Fechados por Meteorologia

AEROPORTO	TOTAIS EM 2006	TOTAIS 2007
GUARULHOS	74h18min	50h28min
VIRACOPOS	10h28min	15h57min
CONGONHAS	23h43min	22h27min

Fonte: INFRAERO

O grupo das falhas mecânicas tem origem na manutenção das aeronaves. As empresas têm operado suas frotas com elevadíssimo nível de confiabilidade o que significa tempo médio entre falhas muito longo, indicando bom nível de manutenção. Esse fator de aproximações perdidas é pouco expressivo o que não impede de ser melhorado. Entretanto essa situação está diretamente ligada às condições de aeronavegabilidade que são controladas e fiscalizadas pela agência reguladora.

O FOD é tema de fóruns e debates entre empresas aéreas e a área de operações das administrações aeroportuárias. Segundo a GROG, Gerência de Operações de Guarulhos, quatro vistorias completas diárias são realizadas em todo o sistema de pistas de pouso e de táxi, a fim de evitar FOD.

As empresas aéreas podem contribuir para o menor número de ocorrências com melhor manutenção das aeronaves e atenção dos mecânicos, que por vezes, se esquecem de procedimentos básicos de segurança, permitindo que a aeronave opere com peças soltas ou mal fixadas. Isto sem falar dos baloeiros, delinquentes cometendo crime aeronáutico que necessita ser severamente coibido.

Percentual não desprezível corresponde às falhas de comunicação entre o piloto da aeronave em aproximação final e a torre de controle. Elas ocorrem por falha eventual nos equipamentos de transmissão e recepção de ambas as partes. Melhor manutenção desses

equipamentos diminuiria ou extinguiria esse problema. A substituição dos equipamentos obsoletos ou analógicos da infra-estrutura e a obrigatoriedade de redundância dos mesmos eliminariam fonte conhecida de falhas.

Nos locais de maior concentração urbana como São Paulo, não é incomum que haja dificuldade de comunicação devido às invasões de faixa e interferências externas de rádios comerciais e sistemas particulares de comunicação sem homologação ou autorização pela autoridade reguladora detentora do poder de fiscalização. Esse problema afetando as comunicações aeronáuticas só será sanado com maior fiscalização visando despoluir o espectro eletromagnético nessas localidades.

Quando o piloto decide que não deve continuar o procedimento de aproximação e pouso nada pode ser feito. É decisão baseada no julgamento onde entram em jogo as circunstâncias da operação, o fator psicológico ou intuição relacionada com a segurança e baseados na experiência ou até na inexperiência do piloto.

Em resumo, diversos dos fatores que originam aproximações perdidas podem ser controlados em maior ou menor extensão. Vários desses fatores podem, em princípio, ter sua influência reduzida caso a pista de pouso não destinada ao vôo em questão estivesse disponível para alternar o pouso. Isto se afigura particularmente viável e deve ser examinado nos casos em que ocorre:

1. Condições assimétricas de meteorologia afetando as pistas de pouso;
2. Identificação de FOD na pista no momento do pouso;
3. Falha do VOR, NDB ou ILS;
4. Opção do controlador de tráfego em caso de pista ainda não desimpedida pela aeronave que pousou anteriormente;
5. Desestabilização da aeronave quando a outra pista permite margem de manobra para ajustamento ao procedimento de enquadramento para o pouso; e
6. Incursão de viatura de serviço em algum ponto da faixa de segurança da pista designada para a operação de pouso.

Os fatores acima, acarretando aproximação perdida, justificam por si sós que sejam objeto de pesquisa particular com fins de identificar que medidas podem ser adotadas para reduzi-

las, dado que as causas são bem conhecidas pela análise realizada, o que será levado a efeito adiante.

A aproximação perdida é seguida do procedimento denominado de arremetida pelo qual o piloto emprenha-se em restituir à aeronave perfil de vôo de melhor manobrabilidade. A baixa velocidade necessária ao pouso, quando a aeronave desacelera até atingir a velocidade nula no solo, faz com que o projetista pesquise as menores velocidades com segurança para aproximação. Recursos especiais são utilizados. Trem de pouso em baixo, slots e flaps estendidos criando superfícies de sustentação adicionais, maior potência aplicada, ângulo de ataque elevado e outros artifícios levam a aeronave a operar em condições críticas ou subcríticas nas velocidades mais baixas possíveis. Retomar a configuração de vôo requer habilidade de pilotagem e muita potência dos motores para ganhar altura e seguir procedimentos adequados ao perfil seguro de trajetória.

A aproximação perdida sempre é uma manobra crítica. Embora o procedimento seja previsto, sempre há apreensão, pois a expectativa é de que o pouso iria concretizar-se. A manobra é crítica, pois a aeronave está numa velocidade de pré-stall e a aproximação perdida é como se fosse uma decolagem, porém com a aeronave já voando. A aeronave está totalmente configurada para pouso e iniciar uma aproximação perdida requer mudança brusca na atitude do vôo e configuração, exigindo muita atenção e cuidado da tripulação.

Iniciar a aproximação perdida é uma decisão muito difícil, embora o piloto em comando deva estar sempre pronto para iniciá-la. Não se pode prever quando haverá a necessidade de realizar a manobra exigida pela aproximação perdida.

Assim, é prática obrigatória, durante a preparação para a descida e aproximação, a realização de procedimento de cabine onde são revistos os procedimentos a seguir e as possíveis falhas ou emergências que poderão ocorrer e as medidas preventivas ou corretivas que deverão ser adotadas. Entre elas, consta o procedimento no caso de aproximação perdida. Essa prática deu origem a técnicas modernas de coordenação de cabine.

Embora seja assim prevista, a aproximação perdida nunca é desejável. Os motivos que levam um piloto a iniciar manobra decorrente de aproximação perdida é que são preocupantes. Realizada de acordo com o disposto nos manuais de operações editados pelo

fabricante, respeitadas as instruções do controle de tráfego e obedecidas as regras estipuladas pelas companhias aéreas, a manobra é segura, malgrado seja inquietante para tripulantes e passageiros. Estes últimos somente serão cientificados após certo lapso de tempo, quando as ações de reorganização do controle de vôo tenham sido adotadas e a aeronave esteja estabilizada em novo curso. É quando o piloto em comando tem condições de dar conhecimento à tripulação e passageiros do ocorrido, de suas causas e das ações para atingir novamente a fase final do vôo e o desejado pouso.

Segundo Plínio Jr.(2007), durante uma aproximação para o pouso ocorre o maior risco de conflito de tráfego aéreo. O piloto em comando deverá estar atento aos diversos instrumentos na cabine de comando, isto é, com a atenção dividida entre uma série de procedimentos com o planeio da aeronave transformado subitamente em subida e ainda entender-se com o controle de tráfego. Torna-se necessário que lhe seja dada prioridade para acomodação no fluxo de aeronaves efetuando procedimento para pouso, além de cuidado especial, pois arremeter exige mudança brusca de atitude da aeronave, requerendo diversos comandos, a fim de vencer a inércia, tais como: o recolhimento do trem de pouso, o aumento de potência, posicionamento adequado das superfícies aerodinâmicas e outras intervenções comandadas da cabine de pilotagem.

A manobra em si não é arriscada, mas é extremamente cuidadosa. O risco virá de fatores adversos ou fora de controle. Efeito adverso importante é o efeito sobre o papel dessa aeronave específica sobre a malha aérea ao retardar a partida para o próximo vôo e a retenção dos passageiros que irão realizar conexões com outros vôos retardando-os igualmente. As repercussões desses efeitos em cascata têm aspectos financeiros que merecem ser examinados.

4.1 OS CUSTOS DA APROXIMAÇÃO PERDIDA

A aproximação perdida é parte do procedimento de aproximação e pouso que as empresas aéreas desejam que nunca aconteça. Acarreta custo adicional e não programado à operação dessa aeronave em particular e à malha aérea da empresa em geral. Outro motivo adicional para que ele seja evitado, além do demérito na imagem da empresa, são os riscos de demanda jurídica sob a égide da responsabilidade civil ou do código de defesa do consumidor.

Toda empresa que fabrica um produto tem um Departamento de Produção. No ramo da aviação civil comercial, a descrição do produto e o Departamento de Produção não são tão evidentes. O produto pode ser caracterizado como algo extremamente perecível, chamado “assentos x quilômetros oferecidos”.

A maior parte da responsabilidade pela produção segura e eficiente do produto está em mãos dos Departamentos ou Diretorias de Operações e de Tráfego. Assim sendo, podemos comparar esses executivos ao Gerente de Produção de uma empresa convencional. No caso de grandes empresas, onde existem diversas fábricas produzindo, cada uma delas tem um Gerente de Produção responsável, que se reporta ao Gerente Geral de Produção.

Numa empresa de transporte aéreo também há várias unidades produtivas espalhadas pelo território nacional que são suas aeronaves efetuando vários vôos. Os Gerentes de Produção dessas unidades são os Comandantes das aeronaves que estão executando esses vôos.

No caso das empresas aéreas, para os Gerentes de Produção ou comandantes estas responsabilidades são:

- A segurança do vôo;
- A administração da tripulação e seu vôo;
- O gerenciamento da produção, ou seja, a utilização eficiente de procedimentos e processos em sua aeronave; e
- O controle de custos onde eles têm grande atuação.

Basicamente os custos de uma empresa de transporte aéreo são: combustível; arrendamentos; taxas de pouso, decolagem e navegação; manutenção; comunicações; tripulantes técnicos e comerciais; seguros; depreciação de aeronaves e equipamentos; publicidade; administração; e atendimentos ao passageiro.

O combustível é responsável por 23% e 35% desse custo e é o item individual de maior participação no custo total, em especial pela trajetória ascendente e aleatória do preço do petróleo e derivados, sobre os quais não se pode ter o controle senão parcialmente.

Para melhorar o resultado econômico de uma empresa e contribuir para garantir maior lucro é preciso os melhores esforços profissionais num programa de gerenciamento do uso de combustível. As empresas aéreas mantêm um alto controle sobre os gastos de combustível não medindo esforços para a redução do seu consumo.

Há controle de custos de combustível por procedimentos de táxi, decolagem, subida, cruzeiro, descida e aproximação e pouso. Não é de se esperar nesse quadro geral de economia gastos adicionais com aproximações perdidas.

O custo direto é inicialmente tratado. Há um gasto de aproximadamente 700 kg de combustível numa aproximação perdida. Isso, por si só, equivale à receita auferida com a venda do serviço a diversos passageiros a bordo.

Todavia, outras danosas conseqüências acompanham o fato. A aeronave que realiza uma aproximação perdida atrasa o seu pouso em aproximadamente 10 minutos, tempo mínimo se obtiver prioridade, para realizar novo procedimento com uma nova aproximação e pouso. Em condições normais pode ocorrer demora maior multiplicando os custos.

Em qualquer situação haverá perturbação do fluxo e possível congestionamento do tráfego aéreo. Isso significa atraso nas possíveis conexões, atraso nos vôos que evoluem no espaço aéreo no momento da aproximação perdida, enfim, há um efeito cascata indesejável.

Segundo Adyr da Silva, o papel da infra-estrutura aeroportuária é fundamental no âmbito da aviação civil. Deverão ser adotadas a curto e longo prazo medidas específicas para que a aviação civil encontre sua destinação histórica de mola propulsora do progresso nacional e fator de fundamental união, cooperação e paz no campo internacional. Para tanto, a infra-estrutura aeroportuária deve acompanhar o desenvolvimento da aviação civil sob pena de impactar seu crescimento.

4.2 IMPACTO DA APROXIMAÇÃO PERDIDA NOS PASSAGEIROS E TRIPULANTES

Sempre há uma apreensão muito grande dos passageiros e tripulantes com relação à aproximação perdida. Os tripulantes, muito especialmente os pilotos, são treinados sistemática e exaustivamente para as manobras decorrentes do procedimento de aproximação perdida. Porém, os passageiros não o são.

Dos vários motivos que podem levar à aproximação perdida, boa parte deles pode ser imaginada e de fato são incluídas em programas de treinamento empregando simuladores de vôo. Entretanto, cada situação na vida real tem contorno bem definido e o inesperado é parte do cotidiano em aviação. O treinamento prepara o aviador para enfrentar esse inesperado, mas cada arremetida é cercada de fatores gerando problemas a resolver dentro das regras preconizadas pelo fabricante da aeronave expressas no manual de operações, refinadas pelas normas da empresa e, ainda, submeter-se aos padrões das regras de tráfego aéreo completadas pelas instruções dos controladores de tráfego do momento.

Como pode ser verificado, o treinamento deve ser exaustivo e cotidiano em continuado programa e rotina repetitiva a que deve ser submetido o piloto, por toda a vida profissional, com carga aumentada quando muda o tipo de aeronave que vai operar ou mesmo de empregador. Tudo isso para prepará-lo para atuar corretamente e com ênfase na preparação para enfrentar emergências e situações anormais. Esta última é como pode ser classificada a arremetida ou aproximação perdida, que em geral, não chega a constituir situação de emergência.

Os demais tripulantes não aviadores são igualmente treinados para conduzir-se aos passageiros em situações igualmente de emergência ou anormais. Como não tem decisões a tomar sobre a condução do vôo, o treinamento é concentrado no dever funcional mais importante e essencial, o qual consiste em controlar a cabine de passageiros em situações de emergência ou anormais, orientando e auxiliando os passageiros no que for necessário para manter a calma e a ordem em seu interior. Uma arremetida não é situação para a qual os tripulantes não estejam preparados. Entretanto, até receber a informações e instruções do comandante da aeronave o estado de espírito não permanece muito confortável e sobrecarrega o estado de atenção normalmente exigido para as operações de aproximação e

pouso. Aumenta o quadro de incerteza a necessidade de atender e informar os passageiros do ocorrido e do encaminhamento para o desejado pouso no destino previsto que pode ser alterado ou retardado. Conhecedor das condições operacionais, o tripulante de cabine preocupa-se em inteirar-se da não ocorrência de alguma emergência, conhecer as manobras subseqüentes para retornar ao fluxo de aeronaves e a respeito da autonomia da aeronave para continuar a operação.

Informar e orientar aos passageiros são as artes do ofício que devem ser desempenhadas pela tripulação, comandante e comissários, com serenidade e firmeza, pois para o passageiro, sempre há a desconfiança de que algo ruim aconteceu ou pode estar por acontecer. É fundamental que a tripulação seja muito clara e objetiva ao prestar informações sobre as causas que levaram a aeronave a executar a aproximação perdida. O pânico a bordo deve ser evitado. Todos os procedimentos específicos para a situação devem ser adotados. Não pode haver falhas.

4.3 DESCONFORTO DOS PASSAGEIROS

As pesquisas informais realizadas junto às principais empresas de transporte aéreo revelaram perfil do passageiro de grande interesse psicológico. A consideração inicial é levar em conta que a minoria dos passageiros tem cultura aeronáutica suficiente para entender o voo, suas diversas fases e manobras, a função da tripulação e o mínimo de noções sobre o tráfego aéreo. A grande maioria necessita do transporte aéreo, onde o ambiente não familiar não permite nem ao menos fazer funcionar o imaginário individual ou de grupo. Isso, traduzido em condição mental significa tensão e preocupação, ainda que controladas, o que é conseqüência natural da condição cultural da maioria dos usuários do transporte aéreo.

A ansiedade é parte integrante desse estado de espírito, muitas vezes dando margem à inquietude agravando a tensão. Nos casos mais agudos o passageiro recorre a tranqüilizantes e até mesmo a ingestão de bebidas alcoólicas como relaxante. Estatística aproximada, obtida a partir de pesquisa de trabalhos anteriores do CEFTRU, indica que, grosso modo, os passageiros podem ser grupados em:

- Familiarização com o voo encarando-o com naturalidade 10%

- Familiarização, mas embarcando com apreensão 8%
- Não familiarizados, porém sem preocupações 21%
- Não familiarização e sem preocupação se estiver tudo calmo 32%
- Preocupação quaisquer que sejam as condições de vôo 18%
- Angústia controlada com risco de externá-la em situação adversa 11%

Pelo visto, o estado psicológico geral não é generalizadamente desfavorável, mas requer cuidado no trato. A maioria suporta bem a permanência a bordo. Entretanto, mesmo certa parcela de pessoas acostumadas a viajar rotineiramente sente-se desconfortável a bordo. O grupo dos estressados sob controle pode disparar suas emoções criando embaraço para controle, podendo contaminar parte daqueles classificados como preocupados ou aqueles despreocupados se tudo estiver bem. Esse quadro geral, mesmo que possa conter erros sazonais ou correntes oferece clara indicação da sensibilidade de grande parte dos passageiros a anormalidades como turbulência pior do que moderada, manobras bruscas, súbita perda de altitude e quebra da rotina do funcionamento dos equipamentos de bordo. A manobra associada à aproximação perdida produz alguns desses efeitos indesejáveis pelo passageiro que valoriza o conforto e a normalidade.

Inicialmente é manobra razoavelmente brusca pela rápida mudança de atitude do avião, afundamento pelo recolhimento de superfícies de sustentação, realização de curva em geral à esquerda, completa modificação de expectativas centradas na realização do pouso e final da viagem para a maioria dos passageiros. Cria-se ambiente de inquietação, o qual atinge o ápice rapidamente e vai declinar lentamente quando, momentos após, for divulgada a informação sobre o ocorrido. Entra em cena a capacidade de comunicação do comandante e da chefia dos comissários de serviço em transmitir informação convincente e assegurar serenidade a bordo.

O impacto psicológico causado pela aproximação perdida não é agradável, mesmo que a aeronave circule e pouso de imediato, o que nem sempre é possível nos aeroportos mais movimentados, pois sua entrada no fluxo com prioridade, como nos casos de declarado estado de emergência por escassez de combustível, pode acarretar a arremetida de outra ou de outras aeronaves em preparativos para o pouso, embora em altitude mais elevada seja o procedimento mais suave.

O resumo, no âmbito do comportamento do passageiro é inquestionável. Permanecerá o estado de desconforto por algum tempo, mesmo após o pouso no destino. A análise das conseqüências negativas inicia-se com aquelas relativas ao próprio passageiro incluindo o desconforto, sensação embora rápida de viver situação de risco, atraso na chegada e outras de natureza negativa associadas às já mencionadas. Para a empresa operadora da aeronave restará, além dos custos que podem tornar um vôo lucrativo em deficitário pelo aumento de custos, repercussões sobre a imagem e comentários desfavoráveis no mercado. Para a aviação civil como um todo e seus gestores, restará a responsabilidade de avaliar cada evento dessa natureza e constatar as deficiências, muitas vezes de natureza grave, como as causas listadas anteriormente, as quais necessitam correção.

4.4 REAÇÃO DOS PILOTOS

No que respeita aos pilotos e à tripulação como um todo, deve-se notar que o serviço é realizado no regime de turno com limitações de tempo e número de etapas estabelecidas em lei. Assim, o aumento da jornada programada devido ao procedimento de aproximação perdida, mesmo sem necessidade de seguir para aeroporto alternativo, pode representar sobrecarga que irá conduzir ao alcance antecipado do limite das horas de trabalho antes do programado. Isto é fator perturbador da escala de serviço impactando sobre a malha aérea em execução. Novos transtornos e custos são daí decorrentes, com mais perturbações aos usuários provocados pelos inerentes atrasos, trocas de aeronaves ou de tripulação, enfim, caos a administrar.

A sensação da arremetida tem esse componente negativo para os pilotos. Como já descrito anteriormente que cada comandante é um gestor de unidade produtiva, a decisão de arremeter deve afetar o empenho em participar ajustadamente à grande cadeia produtiva da empresa. Pior ainda, se o piloto tiver de adotar essa decisão com freqüência, pois os fatores contribuintes são geralmente variáveis aleatórias e como tal fora de seu controle, certamente não será olhado com muito boa vontade no meio aeronáutico. Psicologicamente falando e por todos os demais fatores, econômicos, conforto e atenção aos passageiros tratados como seus convidados a bordo, a decisão é amarga e tomada em última instância, sempre pelos mandamentos da segurança de vôo. Isto tudo para não repetir a análise da sobrecarga operacional, já anteriormente identificada, no esforço de cabine dessa operação.

Resumidamente, pode-se afirmar que pesa sobre a pilotagem, quando da realização da arremetida, nas condições deste trabalho de pesquisa versando sobre a aproximação perdida em aproximação para pouso de precisão, a responsabilidade e a atitude de apreensão diante da meteorologia adversa, decepção pelo insucesso da manobra e a complicação dos procedimentos da arremetida. Além disso, a ação de reorganizar o vôo e a dificuldade de reposicionar-se na prioridade de pouso, o combustível remanescente após o gasto de retomada do vôo em baixa altitude e, o pior, a possível ida para outro aeroporto alternativo prejudicando passageiros e a malha de vôo da empresa.

Essa frustração é agravada pelo fato de não existir nas normas e padrões brasileiros nenhum tipo de respaldo para alterar procedimentos já iniciados, em especial na fase final da aproximação com o enquadramento da pista já efetuado. Essa situação é digna de ser analisada quando forem examinadas as principais causas das aproximações perdidas.

Essas razões mais do que justificam o empenho em reduzir esse efeito adverso, muito perturbador do funcionamento do transporte aéreo e combater com objetividade as causas que o produzem, eliminando-as ou ao menos as mitigando. Isto será feito a seguir.

5 ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DO NÚMERO DE APROXIMAÇÕES PERDIDAS.

Como descrito nos capítulos anteriores, a aproximação perdida é indesejável e abominável. Muitas das aproximações perdidas podem e devem ser evitadas, tendo em vista, como já analisado anteriormente, os riscos, os custos e a apreensão causada nos tripulantes e passageiros.

A aproximação perdida requer que a aeronave refaça todo o procedimento de aproximação e pouso. Há prejuízos à empresa aérea e também ao tráfego aéreo.

Em geral, as aproximações perdidas advindas de condições meteorológicas adversas dificilmente podem ser evitadas. Chuva forte, turbulência e nevoeiro, normalmente, predominam em todo o aeroporto e tem duração relativamente grande, salvo nas assimetrias. Isto é, condições meteorológicas diferenciadas em cada cabeceira podem criar situação não permitindo que o piloto tenha qualquer alternativa senão a arremetida em uma dada cabeceira, mas possa utilizar a outra cabeceira ou a outra pista adjacente.

A seguir serão analisadas as situações de aproximações perdidas.

5.1 FALHAS TÉCNICAS

As aproximações perdidas provenientes de falhas técnicas das aeronaves, surgidas de última hora, tal como o não baixamento e/ou travamento do trem de pouso ou mau funcionamento do flap, bem como falha dos instrumentos de pouso de terra não podem ser evitadas. Isso se analisado o fato no momento, porém medidas profiláticas podem ser tomadas.

As falhas dos instrumentos de terra que permitem a aproximação e pouso por instrumentos têm solução na melhor e mais eficiente manutenção desses equipamentos. Esses equipamentos devem ser checados e calibrados constantemente.

É necessário que esses equipamentos sejam revigorados e até substituídos por equipamentos mais modernos, com menor custo de manutenção e maior facilidade de manutenção.

As falhas de comunicação entre o piloto da aeronave em aproximação final e a TWR ocorrem por falha eventual nos equipamentos de transmissão e recepção de ambas as partes. Melhor manutenção desses equipamentos diminuiria ou extingiria esse problema.

Nos dias atuais, não é incomum que haja dificuldade de comunicação devido às interferências externas de rádios comerciais não homologadas pela autoridade competente, problema que só será sanado com maior fiscalização e critérios para homologação dessas rádios.

5.2 TÉCNICAS DE PILOTAGEM

Observa-se um grande número de aproximações perdidas, 39% do total registrado em Guarulhos em 2007, devido à condição de aeronave desestabilizada na aproximação final (vide Tabela 3.1). As aeronaves chegam desestabilizadas na aproximação final, normalmente, por falta de rigor no cumprimento pelo piloto em comando das normas e procedimentos constantes nos manuais de operação da aeronave. Esse fato pode ser melhorado com treinamento exaustivo dos pilotos. As empresas aéreas têm programas de treinamento sempre visando maior segurança das operações. Esses programas devem ser contínuos e sempre aprimorados, acompanhados de verificação realística e sem corporativismo.

Quando o piloto decide, por intuição, que não deve continuar o procedimento de aproximação e pouso, nada pode ser feito. É um fator psicológico ou um sentimento baseado na experiência ou até na in experiência do piloto.

5.3 INCURSÃO EM PISTA

Quanto às incursões em pistas, elas decorrem de falta de obediência a programas de treinamento do pessoal de terra, do efetivo do aeroporto ou de órgãos de fiscalização específica, como a Polícia Federal e outros como a manutenção, com acesso ao lado ar do

aeroporto. Constante vigilância da torre de controle coordenando os deslocamentos e as ações disciplinadas desses agentes podem impedir aproximações perdidas por eles causadas. Nesse caso ocorre o desrespeito à autoridade aeroportuária que deve conduzir e coordenar todas as ações dentro da área aeroportuária.

Os controladores de tráfego aéreo devem estar atentos às suas instruções evitando emitir autorizações indevidas de ingresso na área de manobras. O isolamento da área de manobras deve ser eficiente, evitando qualquer tipo de invasão.

5.4 FOD

O programa de vistoria constante por parte da administração aeroportuária e eficiente manutenção das aeronaves pelas empresas aéreas podem evitar as aproximações perdidas originadas por FOD.

O FOD é tema de fóruns e debates entre empresas aéreas e área de operações das administrações aeroportuárias. Para obter redução significativa ou mesmo eliminação eventual deve ser objeto de campanha enérgica e continuada, punindo os negligentes infratores que, por omissão, atentam contra a segurança de vôo.

Segundo a Gerência de Operações de Guarulhos, são realizadas quatro vistorias completas diárias em todo o sistema de pistas e nos pátios de estacionamento de aeronaves, a fim de evitar FOD.

Maior atenção dos mecânicos que, por vezes, negligenciam e esquecem-se de procedimentos básicos de segurança, permitindo que a aeronave opere com peças soltas ou mal fixadas, ou deixam resíduos ou ferramentas nas áreas de manutenção, podem contribuir positivamente.

5.5 METEOROLOGIA

Normalmente, as aproximações perdidas advindas de fatores meteorológicos são inevitáveis. As condições meteorológicas reinantes, atingem, via de regra, todas as

cabeceiras. Algumas exceções podem permitir que a aeronave circule e pouse na pista oposta ou na outra pista do aeroporto.

Podemos encontrar situações de chuva numa cabeceira e sem chuva em outra cabeceira disponível. É o único caso em que a arremetida pode ser evitada. A possibilidade de alternar a aproximação para outra pista onde a visibilidade seja melhor, caso houvesse padronização de procedimento permitindo essa manobra, seria a maneira de reduzir o número de aproximações perdidas nas condições de pouso de precisão.

5.6 CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

Já no âmbito do controle de tráfego aéreo muito pode ser feito no intuito de evitar uma aproximação perdida. O controle de tráfego aéreo necessita de meios adequados às operações que conduz. Isto significa melhores equipamentos com substituição aos antigos ou analógicos, obtenção de redundância de equipamentos e sistemas, melhor dotação de meios de manutenção e introdução de moderna tecnologia, em particular pela implantação do sistema CNS/ATM. Além dessas medidas, os controladores de tráfego aéreo necessitam de melhor treinamento, quer seja na sua formação ou nos cursos de aperfeiçoamento, muito particularmente na proficiência da comunicação em inglês, língua oficial da aviação internacional, cujo desentendimento de instruções é causa de arremetidas.

Os espaços aéreos e a navegação aérea podem ser objeto de atualização tecnológica, bem como, adequados de forma a atender à atual e crescente demanda da aviação comercial. A implantação das técnicas preconizadas pelo sistema CNS/ATM tem condições de introduzir benefícios consideráveis que redundarão em melhor eficiência operacional.

Medida que pode ser tomada é a redução da separação entre as aeronaves na aproximação final. Isso seria acompanhado por instruções operacionais das empresas aos pilotos para liberação da pista de modo mais rápido e, também, por obras nos aeroportos construindo saídas rápidas para as pistas, medida de investimento reduzido e grande impacto na eficiência operacional. A padronização da manobra de alternar para a pista adjacente livre faria com que a aeronave para pouso não ficasse impedida devido à aeronave precedente estar ainda na pista.

Nos aeroportos que operam por instrumentos existem procedimentos de aproximação e pouso convencionais e de precisão. Há recursos suficientes para que alternativas mais ousadas possam ser adotadas, sem infringir os mandamentos de segurança, como medidas para se evitar uma aproximação perdida.

Existem casos em que a aeronave faz a aproximação para uma determinada pista, mas que por motivos adversos, o pouso não pode ser completado nessa pista. Inicialmente o piloto está preparado para pousar na pista para a qual o procedimento de aproximação e pouso está sendo realizado, mas se por algum motivo, ocorrer o impedimento de completar o procedimento e o pouso, é preferível uma manobra que permita o pouso na pista paralela ou adjacente do que ocorrer a aproximação perdida. Isso, naturalmente, desde que haja condições técnicas para tal e que a segurança não seja afetada.

Potencialmente existe alternativa para não perder a oportunidade de pouso surgida no último instante. O piloto pode, mediante coordenação com o controle de tráfego aéreo utilizar o recurso de alternar para a pista disponível evitando a aproximação perdida.

O Controle de Tráfego aéreo tem como propósito primeiro a prevenção de colisões entre aeronaves e entre aeronaves e obstáculos. Adicionalmente, tem a função de promover um fluxo de tráfego aéreo rápido e eficiente. Com esse propósito pode coordenar a mudança de pista desde que esse procedimento seja considerado regular.

5.7 PROCEDIMENTO COM INFRA-ESTRUTURA FAVORÁVEL

Certos aeroportos têm condições favoráveis de infra-estrutura dispondo de mais de uma pista de pouso. Além disso, outros podem utilizar eventualmente a pista de táxi, sob certas condições de segurança, como pista alternativa de pouso. Esta última situação não será tratada nesta pesquisa por exigir medidas antecipadas e de programação específica para esse tipo de operação.

A existência de duas pistas de pouso cria alternativa possível de seleção que deve, em condições normais, ser decidida antes do início da aproximação. Quando as condições meteorológicas são favoráveis e havendo razões que recomendem, a mudança na decisão, de comum acordo entre controlador e aviador é possível sem grande dificuldade.

Entretanto, quando as condições meteorológicas ou de tráfego determinam a execução de determinado procedimento de aproximação, as condições para mudança de pista de pouso podem ou não ser favoráveis. No Brasil, mesmo que elas sejam favoráveis, não são viáveis por não existir norma regulamentar que assim o permita, condição que inibe ao controlador sugerir essa mudança, ou mesmo concordar com a mesma se solicitada pelo avião.

Quando ocorrer a iminência da perda da aproximação seria de bom alvitre examinar, com a rapidez que tal decisão e o momento exigem, a viabilidade de mudança de pista e agir imediatamente, sem as inibições decorrentes da manobra não ser padronizada, certo de que é lícita e apropriada para evitar a aproximação perdida.

Por definição, essa manobra batizada em inglês como side-step é o complemento de um procedimento de aproximação por instrumentos por ILS que exige que a aeronave execute, com referências visuais, manobra para deslocar a aproximação final para outra pista de pouso, paralela ou quase paralela, adjacente à originalmente prevista para o pouso.

Existem aeroportos onde existem pistas paralelas e somente procedimento de pouso com a utilização do ILS para uma única pista. Nesses casos, ocorrendo a interdição momentânea da pista cujos preparativos foram feitos, não serão raros os pilotos que preferam realizar esse procedimento de side-step com pouso na pista paralela. É o caso específico do aeroporto de São Paulo/Congonhas. Essa manobra deve ser executada com referências visuais e é perfeitamente segura.

Exemplo: Autorizada a aproximação ILS para a pista 17R, tornando-se esta interditada por variada razão, o side-step para a pista 17L evitaria os inconvenientes da arremetida e tentativa de novo pouso, o que nem sempre lhe será garantido devido ao acúmulo usual de tráfego e a perda do slot programado.

Os mínimos meteorológicos devem ser baseados num procedimento de não precisão, não sendo menores que os mínimos meteorológicos para o procedimento de precisão e, normalmente, são menores que os mínimos meteorológicos para circular. Esses mínimos deverão ser estabelecidos pelo órgão regulador. A Figura a seguir ilustra o alinhamento com a pista 17R e a outra pista à esquerda, a 17L para a qual poderia, caso necessário, ser desviada a aeronave para realizar o pouso com segurança e evitando a arremetida.



Figura 5.1 - Aeronave em Aproximação Final em São Paulo/Congonhas Pista 17R

Fonte: Rafael Henrique Capelli

Aeroportos brasileiros com pistas paralelas em condições inquestionáveis de adotarem o procedimento de aproximação e pouso por instrumentos com a utilização do ILS e manobra de side-step são:

- São Paulo/Congonhas: 218,38m (distância entre as pistas);
- São Paulo/Guarulhos: 374,97m (distância entre as pistas).

Alguns aeroportos brasileiros com pistas paralelas, mas distantes, não têm condições de adotarem tal procedimento. O fato das pistas serem distantes umas das outras torna a manobra de side-step inviável. Nesse caso são possíveis as operações de pousos e decolagens simultâneas e não existe qualquer vantagem operacional de utilização da manobra de side-step. Esses aeroportos são:

- Brasília com afastamento de 1802,28m;

- Natal com distância de 796,63m.

O aeroporto do Rio de Janeiro/Santos Dumont, embora possua pistas paralelas, ainda não possui equipamento ILS completo e por essa razão não tem essa potencialidade.

Certos aeroportos, embora não possuam pistas paralelas, possuem um sistema de pistas de cabeceiras adjacentes, onde pode ter viabilizada a adoção da manobra de side-step. Eles são os seguintes:

- Rio de Janeiro/Galeão;
- Belém.

A Figura a seguir ilustra a configuração do sistema de pistas do Galeão, podendo ser observada localização das duas cabeceiras das pistas, 10 e 15, ambas dotadas de equipamento e procedimento de descida ILS. Elas estão situadas ao alto e à esquerda da fotografia, onde pode ser constatado que a proximidade das mesmas indica que a possibilidade de mudança com segurança para a outra pista como alternativa é viável e tem ocorrido em situações especiais.



Figura 5.2 - Aeroporto do Rio de Janeiro/Galeão

Fonte: Airliners.Net

A seguir, na Figura 5.3, é apresentado exemplo de carta de aproximação por instrumentos empregando o equipamento ILS, aplicado à pista 22R com side-step para a pista 22L, do aeroporto de Sumter, na Carolina do Sul, Estados Unidos.

Nela podem ser observados: trajetória a seguir, altitudes a manter, órgãos de tráfego envolvidos, frequência das comunicações, instruções para o caso de aproximação perdida, mínimos meteorológicos permissíveis, enfim, todos os elementos e meios necessários a operar a aeronave de modo a conduzi-la para realizar pouso seguro e eficiente em condições meteorológicas adversas, tanto na pista para o qual o procedimento é realizado, como para a pista paralela.

O procedimento com manobra de side-step pode ser realizado como recurso de última hora, bem como, já previamente coordenado com os órgãos de controle de tráfego aéreo.

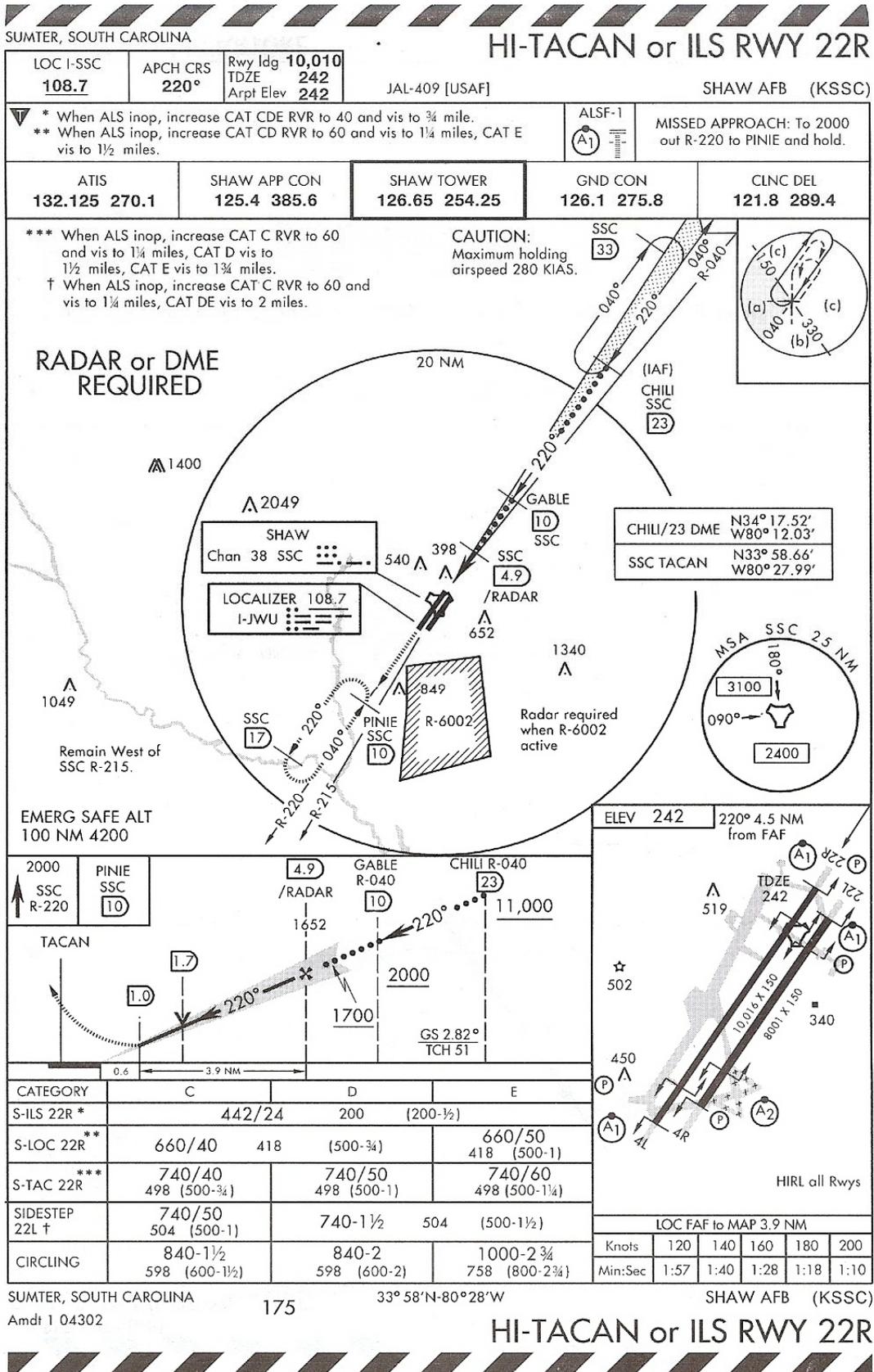


Figura 5.3 – Descida ILS RWY 22R, Sumter, South Carolina

Fonte: DoD

6 CONCLUSÃO

Nesta parte final do trabalho notam-se, resumidamente, dois fatos marcantes, ou seja, a aceitação das hipóteses de trabalho e conclusões objetivas e pragmáticas as quais são viáveis de adoção.

6.1 COMPROVAÇÃO DAS HIPÓTESES

A primeira hipótese de trabalho estabelecia a premissa de que: É possível obter dos diversos agentes operacionais da aviação civil brasileira a adoção de medidas contribuintes para redução das aproximações perdidas em pousos de precisão. Verifica-se da análise do capítulo precedente que medidas objetivas podem ser adotadas pelos diversos intervenientes no processo de modo a reduzir ou eliminar as causas das aproximações perdidas, tendo como estudo de caso o Aeroporto de Guarulhos como base estatística e a extrapolação para os demais aeroportos do Brasil operando pousos de precisão com pistas adjacentes. Assim, a primeira hipótese não foi rejeitada.

A segunda hipótese de trabalho foi constituída pela premissa: É possível o desenvolvimento e a aplicação a aeroportos brasileiros selecionados de procedimentos novos e providos de adequada tecnologia de operações para realizar aproximação por instrumentos e pouso de precisão. Afirmação mostrada possível ao longo do trabalho e claramente no capítulo anterior. Essa hipótese também não foi rejeitada.

6.2 MEDIDAS POSSÍVEIS PARA REDUÇÃO DA APROXIMAÇÃO PERDIDA

Como medidas para a redução do número de aproximações perdidas são, sem sombra de dúvida, adotáveis, elas serão a seguir recapituladas, pois já foram demonstradas como viáveis nos capítulos anteriores:

- Eficiente manutenção das aeronaves. A agência reguladora deve proceder à rígida fiscalização sobre as companhias aéreas e seus equipamentos de bordo.
- A autoridade reguladora deve atuar sobre os requisitos de dotação, operação e manutenção dos equipamentos de controle de tráfego aéreo, providenciar a

substituição de equipamentos obsoletos, provendo as instalações de equipamentos digitais e de atualizada tecnologia.

- A agência reguladora de telecomunicações deve prover rígida fiscalização sobre rádios comerciais, evitando rádios clandestinas ou rádios que operem fora dos parâmetros oficiais e os que afetam as comunicações ou interferem nos equipamentos de ILS.
- Os pilotos devem estar sempre em constante processo de atualização e aprimoramento. Treinar todas as situações possíveis relacionadas com pouso de precisão, fundamental para que o fator surpresa não os alcance desprevenidos.
- Os controladores de tráfego aéreo, o efetivo aeroportuário e o pessoal com acesso ao lado ar do aeroporto, sejam das empresas aéreas ou de operações da empresa administradora do aeroporto, devem passar por intensos treinamentos a fim de evitarem as ocorrências de incursão em pistas. O isolamento da área de manobras deve ser eficiente, evitando qualquer tipo de invasão.
- As aproximações perdidas originadas por FOD podem ser evitadas por constante e rigoroso programa de vistoria do sistema de pistas. As empresas aéreas devem contribuir fazendo melhor e mais atento serviço de manutenção de aeronaves.
- Os fatores meteorológicos não podem ser modificados a mercê do Homem a fim de que aproximações perdidas sejam evitadas. Entretanto, em algumas situações específicas, o treinamento do piloto pode evitar uma aproximação perdida.
- A autoridade reguladora deve cuidar dos requisitos de formação e aperfeiçoamento dos controladores de tráfego aéreo, além do uso do espaço aéreo, a fim de, mantendo o nível de segurança das operações aéreas, evitar grande número de aproximações perdidas, devendo adequar o gerenciamento do tráfego aéreo
- Por fim, a autoridade aeronáutica deve estudar, analisar e implantar novos procedimentos de aproximação e pouso de precisão, providos de tecnologia nova, a fim de reduzir o número de aproximações perdidas.

6.3 SITUAÇÃO RELEVANTE: O SIDE STEP

A adoção do procedimento de aproximação e pouso por instrumentos com o recurso de side-step diminuirá o número de aproximações perdidas. A adoção dessa técnica implicará

na redução dos riscos, dos custos e da apreensão e desconforto dos tripulantes e passageiros produzidos pela perda da aproximação.

Para os aeroportos onde é viável a adoção do procedimento ILS com manobra de side-step é recomendado que a autoridade reguladora de tráfego aéreo viabilize o procedimento, estabelecendo mínimos meteorológicos e publicando as devidas IAC.

A autoridade reguladora do transporte aéreo deve atuar junto às empresas aéreas para que o procedimento seja adotado amplamente, inserido nos manuais de operações das aeronaves, permitindo assim, a diminuição do número de aproximações perdidas em aeroportos brasileiros com procedimentos de aproximação e pouso de precisão onde o sistema de pistas e infra-estrutura assim o permita.

6.4 ASPECTOS E COMENTÁRIOS FINAIS

6.4.1 Consecução dos objetivos

Com a realização da pesquisa foi conseguido obter teoricamente a comprovação da viabilidade de procedimento brasileiro de aproximação e pouso por instrumentos de precisão com manobra de transferência da pista para pouso para a outra pista disponível, evitando a aproximação perdida e todas as suas conseqüências indesejáveis.

Foram identificados todos os fatores que contribuem para a aproximação perdida, os riscos e os seus efeitos adversos.

Foi pesquisada com usuários que é possível a manobra de side-step mantendo os requisitos mínimos de segurança, mostrando o quão vantajoso é a utilização de tal manobra na redução do número de aproximações perdidas.

6.4.2 Sucesso da Pesquisa

Tendo em vista o propósito de buscar soluções para a diminuição do número de aproximações perdidas e seus efeitos indesejáveis, pode-se concluir que foi obtido êxito na proposta de trabalho. Um novo procedimento de pouso poderá ser aplicado, com a grande

vantagem de ter baixo custo de implantação e de grande vantagem para a aviação comercial brasileira.

6.5 RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista o sucesso da aplicação do procedimento de aproximação e pouso por instrumentos de precisão com manobra de side-step em aeroportos estrangeiros e a viabilidade de aplicação às aeronaves em operação no Brasil, bem como, a existência de aeroportos com a devida infra-estrutura e a manutenção da segurança para operar essa manobra, é recomendado que a autoridade reguladora do tráfego aéreo viabilize estudos para implantação nos devidos aeroportos, contribuindo para a diminuição do número de aproximações perdidas e incremento do nível de eficiência e regularidade da aviação civil brasileira.

GLOSSÁRIO

Aerovia - Área de Controle, ou parte dela, disposta em forma de corredor.

Altitude de decisão – Altitude especificada em uma aproximação de precisão, na qual deve ser iniciado um procedimento de aproximação perdida, caso não seja estabelecida a referência visual exigida para continuar a aproximação e pousar.

NOTA: a referência visual exigida significa aquela parte dos auxílios visuais ou da área de aproximação, que tenha estado à vista durante tempo suficiente para permitir que o piloto faça uma avaliação da posição da aeronave e seu deslocamento, em relação à trajetória de vôo desejada.

Altitude mínima de descida - Altitude especificada em uma aproximação que não seja de precisão ou em uma aproximação para circular, abaixo da qual a descida não pode ser efetuada sem referência visual.

Altura de cruzamento da cabeceira da pista – Altura da trajetória de planeio de um ILS , estabelecida num procedimento de precisão sobre a cabeceira da pista.

Aproximação de não-precisão – Aproximação por instrumentos baseada em auxílio à navegação que não possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (NDB e VOR).

Aproximação de precisão – Aproximação por instrumentos baseada em auxílio à navegação que possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (ILS ou PAR).

Aproximação PAR – Aproximação de precisão conduzida de acordo com instruções emitidas por m controlador, baseada numa apresentação radar de precisão que mostre a posição da aeronave em distância, azimute e elevação.

Aproximação para Circular – 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.

Aproximação por Instrumentos – Aproximação na qual o procedimento é executado com referências a instrumentos.

Aproximação visual – Aproximação em vôo IFR, quando parte ou totalidade do procedimento de aproximação por instrumentos não se completa e se realiza com referência visual com o solo.

Área de Manobras – Parte do aeródromo destinada ao pouso, decolagem e táxi de aeronaves, excluídos os pátios.

Condições Meteorológicas de Vôo por Instrumentos – Condições meteorológicas expressas em termos de visibilidade, distância de nuvens e teto, inferiores aos mínimos especificados para o vôo visual.

Condições meteorológicas de vôo visual – Condições meteorológicas, expressas em termos de visibilidade, distância de nuvens e teto, iguais ou superiores aos mínimos especificados para o vôo visual.

Espera – Manobra predeterminada que mantém a aeronave dentro de um espaço aéreo especificado, enquanto aguarda autorização posterior.

Mínimo IFR para pouso – Valores mínimos de teto e visibilidade especificados em um procedimento de aproximação por instrumentos, com a finalidade de indicar ao piloto as condições mínimas exigidas para que uma aproximação e um pouso possam ser executados com segurança. Serão especificados por categoria de aeronave, podendo ocorrer, em um mesmo procedimento, mínimos iguais para mais de uma categoria de aeronave.

Ponto de Início de Aproximação Perdida – Ponto prescrito em cada procedimento de aproximação por instrumentos, no qual o procedimento de aproximação perdida deve ser iniciado, caso não se tenha estabelecido referências visuais que permitam continuar a aproximação e efetuar o pouso.

Proa – Direção segundo a qual é ou deve ser orientado o eixo longitudinal da aeronave.

Trajetória de Planeio – Perfil de descida determinado para orientação vertical durante uma aproximação final.

Referência Visual – A referência visual significa aquela parte dos auxílios visuais da área do aeródromo que deve estar á vista durante o tempo suficiente para permitir que o piloto faça uma avaliação da posição da aeronave e seu deslocamento, em relação à trajetória de vôo desejada.

Regras de Vôo Visual – Vôo visual é aquele em que a aeronave mantém, durante todo o tempo de vôo, separação das nuvens e outras formações meteorológicas, seguindo normas estabelecidas, a saber:

- a) separação vertical de 1.000 pés (300 metros) com as nuvens.
- b) separação lateral de 1.500 metros com as nuvens.
- c) separação longitudinal de 5.000 metros com as nuvens
- d) enxergar mais da metade do solo.

Um aeródromo estará operando VFR quando a visibilidade e o teto forem iguais ou maiores que 5 km e 1500 pés (450 metros) respectivamente.

No vôo VFR caberá ao piloto em comando de uma aeronave providenciar a separação em relação aos obstáculos e demais aeronaves, por meio do uso da visão.

Segmento de Aproximação Final – Segmento de um procedimento de aproximação por instrumentos, compreendido entre um fixo ou ponto de aproximação final e o ponto de início de aproximação perdida, onde o alinhamento e descida para pouso são executados.

Segmento de Aproximação Inicial – Segmento de um procedimento de aproximação por instrumentos, compreendido entre um fixo de aproximação inicial e um fixo de aproximação intermediária, ou entre um fixo de aproximação inicial e um fixo de aproximação final nos procedimentos que não disponham do segmento de aproximação intermediária.

Segmento de Aproximação Intermediária – Segmento de um procedimento de aproximação por instrumentos, compreendido entre o fixo de aproximação intermediária e o fixo de aproximação final.

Separação – Distância que separa aeronaves, níveis ou rotas.

Teto – Altura, acima do solo ou água, da base da mais baixa camada de nuvens, abaixo de 6000m (20000 pés) que cobre mais da metade do céu.

Trajatória de Planeio – Perfil de descida determinado para orientação vertical durante uma aproximação final.

Visibilidade – Capacidade de se avistar e identificar, de dia, objetos proeminentes não iluminados e, à noite, objetos proeminentes iluminados, de acordo com as condições atmosféricas e expressa em unidades de distância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. (2002). Sistema de Aproximação por Instrumentos Categoria II (ICA 100-16). Rio de Janeiro.

*ASHFORD, Norman Airport Operations – Second Edition – H.P. Martin Stanton, Clifton A. Moore. McGraw – Hill, Inc, 1977

MONTEIRO, Manoel Agostinho (2007). Nova Síntese da Navegação Aérea. Primeira Parte. 10.^a Edição.

HORONJEFF, Robert; McKervey, Francis X. (1962). Planning and Design Airports. Third Edition. McGraw-Hill Book Company,. Aeronáutica. Rio de Janeiro. 1985.

CRUZADO, Marcos Garcia Planejamento de Aeroportos. Fundación Aena

COMISSÃO DE ESTUDOS E COORDENAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA. (1985). Rio de Janeiro. Equipamentos de Auxílio à Navegação e ao Pouso.

LIMA JÚNIOR, Plínio de Oliveira. Regulamentos de Tráfego Aéreo. (2007). Vôo por Instrumentos. 16.^a Edição. Editora ASA.

LIMA JÚNIOR, Plínio de Oliveira. (2007). Regulamentos de Tráfego Aéreo. Vôo Visual. 32.^a Edição. Editora ASA.

BOTTURA, Heitor. (1989). Curso Prático de Vôo por Instrumentos. 2^a Edição. Só-texto Ltda.

PESSOA, Lenildo Tabosa. (1990). Não faça Vôo Cego. 3^a Edição. Cristina Publicidade Aérea.

COUTINHO, Pedro Antônio. (1994). ILS – Instrument Landing System (Sistema de Aproximação por Instrumentos). 4^a Edição. Compset

FONSECA, Jairo Simon da e Martins, Gilberto de Andrade. (1996). Curso de Estatística. 6 Edição. Editora Atlas.

DA SILVA, Adyr. (1990). Aeroportos em Desenvolvimento. 1^a Edição. Instituto Histórico Cultural da Aeronáutica. Belo Horizonte. Vila Rica.

Field, A., International Air Traffic Control, Pergamon Press, UK, 1985.

OACI, Aerodromes. Anexo XIV, Montreal, 2003.

Boeing Commercial Airplane Company. (1986). Flight Crew Training Manual – Boeing 737

DIRETORIA DE ENGENHARIA E OPERAÇÕES DA VASP. (1983). Anotações para um Vôo Econômico.

BASTOS, Cel. Av. Eric de Azevedo. Diretor do ICA Ofício n. 12/SOC4/213, 21 de janeiro de 2007.

<http://www.faa.gov/library/manuals>

www.aisweb.aer.mil.br

www.ipem.sp.gov.br

www.defenselink.mil