

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA**



**INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS**

MCA 3-6

MANUAL DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

2017

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**



**INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS**

MCA 3-6

MANUAL DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

2017



**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**

PORTEARIA CENIPA N° 17/DOP-SDINV-SERF, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2017.

Aprova a reedição do MCA 3-6, que dispõe sobre o Manual de Investigação do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

O CHEFE DO CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS, no uso da atribuição que lhe confere o Art. 3º, § 1º, do Decreto no 87.249, de 07 de junho de 1982 que dispõe sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e dá outras providências, resolve:

Art. 1º Aprovar a reedição do MCA 3-6 “Manual de Investigação do SIPAER”.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º Revoga-se a Portaria CENIPA nº 001/DAC, de 30 de agosto de 2011, publicada no Boletim Interno Ostensivo nº 37, de 8 de setembro de 2011.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Frederico Alberto Marcondes Felipe".
Brig Ar FREDERICO ALBERTO MARCONDES FELIPE
Chefe do CENIPA



SUMÁRIO

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES	5
1.1 FINALIDADE	5
1.2 OBJETIVO	5
1.3 AMPARO LEGAL	5
1.4 ÂMBITO	6
2 SIGLAS	7
3 CONCEITUAÇÕES.....	13
4 APLICAÇÃO DO ANEXO 13 À CONVENÇÃO DE CHICAGO	24
5 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL À INVESTIGAÇÃO DO SIPAER.....	25
6 ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER	34
6.1 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS	34
6.2 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL.....	35
6.3 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL	35
7 PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO.....	37
7.1 COLETA DE DADOS	37
7.2 ANÁLISE DOS DADOS	39
7.3 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	39
8 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS E DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS.....	40
8.1 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS	40
8.2 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS	47
9 AÇÃO INICIAL	52
9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	52
9.2 MEDIDAS DE PREVENÇÃO A LESÕES OU DOENÇAS DECORRENTES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	52
9.3 MATERIAL A SER UTILIZADO NA AÇÃO INICIAL	54
9.4 RECUPERAÇÃO DE DESTROÇOS	57
9.5 RESTOS HUMANOS	57
9.6 TÉCNICAS DE AÇÃO INICIAL NO LOCAL DO ACIDENTE	58
9.7 DANOS A TERCEIROS.....	191
9.8 IMPRENSA	191
9.9 ORIENTAÇÕES FINAIS.....	192
10 TÉCNICAS DE ENTREVISTA	193
10.1 A IMPORTÂNCIA DA ENTREVISTA NA INVESTIGAÇÃO DO SIPAER	193
10.2 PRINCÍPIOS	194
10.3 O ENTREVISTADOR	195
10.4 A TESTEMUNHA	196
10.5 A ENTREVISTA IDEAL.....	199
10.6 FASES DA ENTREVISTA	200
11 COMPOSIÇÃO DE COMISSÕES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS	203
11.1 COMPOSIÇÃO DE COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS COMPLEXAS	203

11.2 COMPOSIÇÃO DE COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS NÃO COMPLEXAS	206
12 INVESTIGAÇÃO PÓS-CAMPO.....	207
12.1 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS	207
12.2 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL	216
12.3 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL.....	249
13 REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO.....	282
14 APLICAÇÃO DE AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS	283
15 FORMULAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA.....	284
15.1 EMISSÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	284
15.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA.....	285
15.3 CUIDADOS AO REDIGIR UMA RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA.....	286
15.4 DESTINATÁRIOS DAS RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	287
16 REDAÇÃO DE RELATÓRIO FINAL E DE RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO	289
16.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	289
16.2 CONVENÇÕES ADOTADAS PELO SIPAER PARA A REDAÇÃO DE RELATÓRIOS FINAIS	289
16.3 FORMATAÇÃO DOS RELATÓRIOS	292
16.4 RELATÓRIO FINAL.....	295
16.5 RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO	327
16.6 RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO INTERROMPIDA	333
17 DISPOSIÇÕES FINAIS.....	336
REFERÊNCIAS	337
ANEXO A - FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIA AERONÁUTICA	340
ANEXO B - FASES DE OPERAÇÃO	341
ANEXO C - TIPOS DE OCORRÊNCIA	358
ANEXO D - FATORES CONTRIBUINTES	381
ANEXO E - EVENTOS.....	390
ANEXO F - KIT DE INVESTIGAÇÃO	489
ANEXO G - GUIA BÁSICO PARA ENTREVISTA	490
ANEXO H - SUGESTÕES DE TÓPICOS A SEREM ABORDADOS NOS ROTEIROS DE ENTREVISTAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS - ASPECTO PSICOLÓGICO.....	491
ANEXO I - CHECKLIST PARA O REGISTRO DE IMAGENS	495

PREFÁCIO

Desde o início da aventura humana no céu, medidas preventivas e de gerenciamento dos riscos tem sido adotadas com a finalidade de tornar os voos mais seguros.

Uma das formas de aprimorar a segurança dos voos é a investigação dos acidentes aeronáuticos a qual evoluiu de uma postura meramente inquisitiva e pautada na punição para a busca pela identificação de fatores contribuintes, de modo a eliminar perigos ou mitigar seus riscos.

No Brasil, as investigações de ocorrências aeronáuticas são conduzidas no âmbito do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), que detém a competência legal para a realização de tais investigações, com único objetivo de reduzir a sua probabilidade de recorrência.

Com o passar dos anos, o crescente aumento do nível de complexidade das operações aéreas tem exigido dos investigadores do SIPAER um conhecimento cada vez mais amplo sobre os vários aspectos relacionados à atividade aérea e, também, sobre os procedimentos necessários para uma correta condução das atividades de Ação Inicial no sítio de destroços. Assim, os investigadores carecem de um guia que oriente suas ações, notadamente nos eventos catastróficos, quando situações de toda ordem acabam por impactar, direta ou indiretamente, na qualidade do seu trabalho.

A investigação de um acidente aeronáutico envolve uma equipe multidisciplinar de especialistas nas mais diversas áreas do conhecimento humano. Como figura central desta equipe, o Investigador-Encarregado (IIC - “*Investigator in Charge*”), necessita ter conhecimentos básicos relativos às áreas de cada especialista envolvido, a fim de harmonizar os trabalhos e, assim, relacionar corretamente cada aspecto considerado pelos membros da Comissão de Investigação de Acidentes Aeronáuticos.

Com este Manual, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) pretende reunir as orientações, como órgão central do SIPAER, para uma apurada condução dos procedimentos de investigação das ocorrências aeronáuticas que lhes competem.

Não há pretensão de se esgotar o assunto com este Manual, sendo incentivada a colaboração de todos os membros do SIPAER para a inclusão de novos temas, bem como, para o seu aprimoramento.

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

Orientar a metodologia e os procedimentos para a investigação de ocorrências aeronáuticas de interesse do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER).

1.2 OBJETIVO

Estabelecer uma orientação prática que permita aos investigadores a gestão dos processos de investigação de ocorrências aeronáuticas no âmbito do SIPAER.

1.3 AMPARO LEGAL

1.3.1 O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos integra a infraestrutura aeronáutica, conforme o disposto no artigo 25 da Lei no 7.565, de 19 de dezembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA).

1.3.2 Compete ao SIPAER: “planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos”, nos termos do artigo 86 do CBA.

1.3.3 Este manual é aprovado pela Autoridade Aeronáutica, de acordo com a competência estabelecida por meio do § 3º do artigo 1º, artigo 12, do inciso V do artigo 25 e § 2º do artigo 25 do CBA, combinado com o inciso II do artigo 18 e com o parágrafo único do artigo 18 da Lei Complementar nº 97/99, sendo aqui representada pelo Chefe do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

1.3.4 O Decreto nº 87.249/82, que regulamenta o SIPAER, em seu artigo 1º, § 1º, define as atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos como sendo “as que envolvem as tarefas realizadas com a finalidade de evitar perdas de vidas e de material decorrentes de acidentes aeronáuticos”.

1.4 ÂMBITO

O presente manual, emitido considerando-se a responsabilidade estabelecida pelo disposto no artigo nº 87 do CBA, aplica-se:

- a) aos Serviços Regionais de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA);
- b) às organizações do Comando da Aeronáutica qualificadas como Comando Investigador, nos termos da NSCA 3-6 "Investigação de Ocorrências Aeronáuticas com Aeronaves Militares";
- c) ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e demais organizações que compõem o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB);
- d) à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- e) aos fabricantes de aeronaves, motores e componentes;
- f) aos proprietários, operadores ou exploradores de aeronaves;
- g) aos operadores de aeródromo;
- h) aos órgãos governamentais proprietários ou operadores de aeronaves;
- i) às organizações prestadoras de serviço de manutenção de aeronaves, motores e componentes; e
- j) às organizações de natureza civil provedoras de serviço de controle de tráfego aéreo.

2 SIGLAS

AAM	Aeronaves de Asa Fixa Motorizadas
ACAS	<i>Airborne Collision Avoidance System</i> - Sistema anticolisão de bordo
ADC	<i>Aerodrome Chart</i> - Carta de aeródromo
ADFR	<i>Automatic Deployable Flight Recorder</i> - Gravador de voo de separação automática
ADI	<i>Attitude Director Indication</i> - Diretor de Indicação de Atitude
ADREP	<i>Accident/Incident Data Report</i> - Relatório de Acidentes/Incidentes à ICAO
AFCS	<i>Automatic Flight Control System</i> - Sistema Automático de Controle de Voo
AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i> - Manual de Voo de Aeronave
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i> - Publicação de Informações Aeronáuticas
AIR	<i>Airborne Image Recorder</i> - Gravador de Imagens de Bordo
AIREP	<i>Air-Report</i> - Aeronotificação
AIRPROX	Proximidade Entre Aeronaves
AIS	<i>Aeronautical Information Service</i> - Serviços de Informação Aeronáutica
ALA	<i>Approach and Land Accidents</i> - Acidentes de Aproximação e Pouso
ALS	<i>Approach Lighting System</i> - Sistema de Luzes de Aproximação
AMM	<i>Aircraft Maintenance Manual</i> - Manual de Manutenção de Aeronave
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AOA	<i>Angle of Attack Indicator</i> - Indicador de Ângulo de Ataque
AOC	<i>Aerodrome Obstacle Chart</i> - Carta de Obstáculo de Aeródromo
APA	Divisão de Propulsão do DCTA
APU	<i>Auxiliary Power Unit</i> - Unidade Auxiliar de Energia
ASEGCEA	Assessoria de Segurança Operacional do Controle do Espaço
ASV	Agente de Segurança de Voo
ATC	<i>Air Traffic Control</i> - Controle de Tráfego Aéreo
ATM	<i>Air Traffic Management</i> - Gerência de Tráfego Aéreo
ATS	<i>Air Traffic Services</i> - Serviços de Tráfego Aéreo
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile</i>
BLL	Balões
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAM	<i>Cockpit Area Microphone</i> - Microfone de Área de Cabine
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CCI	Cadeia de Comando de Investigação
CCW	<i>Counterclockwise</i> - Sentido Horário
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

CFIT	<i>Controlled Flight Into Terrain</i> - Voo Controlado Contra o Terreno
CG	Centro de Gravidade
CGT	Cartografia
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CI	Comando Investigador
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CIV	Caderneta Individual de Voo
CM	Certificado de Matrícula
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CNFH	Comissão Nacional de Fadiga Humana
CNS	<i>Communications, Navigation and Surveillance</i> - Comunicações, Navegação e Vigilância
COMAER	Comando da Aeronáutica
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i> - Tubo de Raios Catódicos
CSMU	<i>Crash Survivable Memory Unit</i> - Unidade de Memória Resistente a Impacto
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> - Gravador de Voz de Cabine
DA	Diretrizes de Aeronavegabilidade
DAR	<i>Direct Access Recorder</i> - Gravador de Acesso Direto
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DCU	<i>Data Collection Unit</i> - Unidade Coletora de Dados
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DETRAN	Departamento de Trânsito
DIRMAB	Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico
DOV	Despachante Operacional de Voo
DPAA	Divisão de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
EC-AA	Elemento Certificado-Atividades Aeroportuárias
ECC	<i>Engine Control Computer</i> - Computador de Controle do Motor
EC-CEA	Elemento Certificado - Controle do Espaço Aéreo
EC-FHM	Elemento Certificado - Fator Humano Médico
EC-FHP	Elemento Certificado - Fator Humano Psicológico
EC-FM	Elemento Certificado - Fator Material
EC-MA	Elemento Certificado - Manutenção de Aeronaves
EEC	<i>Electronic Engine Controls</i> - Controle Eletrônico do Motor
EGT	<i>Exhaust Gas Temperature</i> - Temperatura dos Gases de Exaustão
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> - Transmissor Localizador de Emergência
EMS	Estação Meteorológica de Superfície

ENRC	<i>En Route Chart</i> - Carta de Rota
EO	Especificações Operativas
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
EPR	<i>Engine Pressure Ratio</i> - Razão de Pressão do Motor
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
FADEC	<i>Full Authority Digital Electronic Control</i> - Comando Digital Eletrônico de Controle
FDAU	<i>Flight Data Acquisition Unit</i> - Unidade de Aquisição de Dados
FDR	<i>Flight Data Recorder</i> - Gravador de Dados de Voo
FHA	<i>Functional Hazard Assessment</i> - Avaliação de Riscos Funcionais
FIAM	Ficha de Inspeção Anual de Manutenção
FIEV	Ficha de Instrumentos de Equipamentos de Voo
FMS	<i>Flight Management System</i> - Sistema de Gerenciamento de Voo
FOD	<i>Foreign Object Damage</i> - Danos Causados por Objeto Estranho
FPS	Frames Por Segundo
FTA	<i>Fault Tree Analyses</i> - Árvore de Análise de Falhas
GE	General Eletric
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
GPWS	<i>Ground Proximity Warning System</i> - Sistema de Alarme de Proximidade com o Solo
GYROSIN	Bússola remota
HBV	Horário Brasileiro de Verão
HEL	Helicópteros
HSI	<i>Horizontal Situation Indicator</i> - Indicador de Situação Horizontal
IAC	<i>Instrument Approach Chart</i> - Carta de Aproximação por Instrumentos
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> - Organização de Aviação Civil Internacional
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IGE	Voo pairado dentro do efeito solo
IIC	<i>Investigator In Charge</i> - Investigador-Encarregado
ILS	<i>Instrument Landing System</i> - Sistema de Pouso por Instrumentos
IMA	Instrução do Ministério da Aeronáutica
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo por Instrumentos
IML	Instituto Médico Legal

INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IS	Instrução Suplementar
LED	<i>Light Emitting Diode</i> - Diodo Emissor de Luz
LEL	<i>Lower Explosive Limit</i> - Limite Inferior de Explosão
LF-ULB	<i>Low Frequency Underwater Locator Beacon</i> - Localizador Beacon Subaquático de Baixa Frequência
LMT	<i>Local Mean Time</i> - Hora Média Local
LTE	<i>Loss of Tail Rotor Effectiveness</i> - Perda de Efetividade do Rotor de Cauda
MEL	<i>Minimum Equipment List</i> - Lista de Equipamentos Mínimos
MET	Meteorologia Aeronáutica
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Boletim Meteorológico de Localidade
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MGO	Manual Geral de Operações
MGSO	Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional
MIL	<i>Military</i> - Militar
MMEL	<i>Master Minimum Equipment List</i> - Lista Máster de Equipamentos Mínimos
MOA	Manual de Operações do Aeroporto
MPD	<i>Maintenance Planning Document</i> - Documentação de Planejamento da Manutenção
MRBR	<i>Maintenace Review Board Report</i>
MSL	<i>Mean sea level</i> - Nível Médio do Mar
NDB	<i>Non-Directional Beacon</i> - Radiofarol Não Direcional
NIL	<i>None or I have nothing to send</i> - Nada ou nada tenho a transmitir-lhe
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i> - Aviso aos Aeronavegantes
NOTAR	<i>No Tail Rotor</i> - Aeronaves de asas rotativas sem rotor de cauda
NOTOC	<i>Notification To Captain</i> - Notificação ao Comandante
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
NVM	<i>Non-Volatile Memory</i> - Memória Não Volátil
OCS	Oficial de Comunicação Social
OEI	<i>One Engine Inoperative</i> - Voo com um Motor Inoperante
OGE	<i>Out Ground Effect</i> - Voo pairado fora de efeito solo
OM	Organização Militar
OSV	Oficial de Segurança de Voo
PA	Piloto Automático
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i> - Indicador de trajetória de aproximação de Precisão
PDC	<i>Aircraft Parking / Docking Chart</i> - Carta de Estacionamento de Aeronave

PDD	Ponto de Decisão de Decolagem
PDP	Ponto de Decisão de Pouso
PEAA	Plano de Emergência Aeronáutica em Aeródromo
PFD	<i>Primary Flight Display</i>
PGRF	Programa de Gerenciamento do Risco da Fauna
PIO	<i>Pilot Induced Oscilation</i> - Oscilação Induzida por Piloto
PLN	Planadores
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PN	<i>Part Number</i> - Número da peça
POH	<i>Pilot's Operating Handbook</i> - Manual de Operação do Piloto
PPAA	Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.
PPI	<i>Plan Position Indicator</i> - Indicador de Posição no Plano
PRI	Categoria de registro de aeronave Privada-Instrução
PSAC	Provedor de Serviço da Aviação Civil
PSI	<i>Pound Force Per Square Inch</i> - Libras Força por polegada quadrada
PSNA	Provedor de Serviço de Navegação Aérea
QAR	<i>Quick Access Recorder</i> - Gravador de Acesso Rápido
QNH	Pressão reduzida ao nível do mar pelo gradiente vertical da atmosfera padrão
RADAR	<i>Radio Detection And Ranging</i> - Detecção e Telemetria por Rádio
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RCC	<i>Rescue Coordination Centre</i> - Centro de coordenação de salvamento
RESA	<i>Runway End Safety Area</i> - Área de Segurança de Final de Pista
RF	Relatório Final
RFS	Relatório Final Simplificado
RICEA	Relatório de Investigação do Controle do Espaço Aéreo
RMI	<i>Radio Magnetic Indicator</i> - Indicador radio magnético
RMK	<i>Remark</i> - Observação
ROTAER	Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
RPA	<i>Remote Piloted Aircraft</i> - Aeronave Remotamente Pilotada
RPM	Rotações Por Minuto
RS	Recomendação de Segurança
RVR	<i>Runway Visual Range</i> - Alcance Visual da Pista
SAE	Categoria de registro de aeronave de Serviço Aéreo Especializado Público
SALVAERO	Salvamento Aeronáutico
SAR	<i>Search And Rescue</i> - Busca e Salvamento

SEGCEA	Subsistema de Segurança do Controle do Espaço Aéreo
SEGVOO	Sistema de Segurança de Voo
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SID	<i>Standard Instrument Departure</i> - Procedimento Padrão de Saída
SIGMET	<i>Significant Meteorological Information</i> - Informações Meteorológicas Significativas
SIGRA	Sistema Integrado de Gerenciamento de Risco Aviário
SIPACEA	Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes/Incidentes do Controle do Espaço Aéreo
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SISCEAB	Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
SN	<i>Serial Number</i> - Número de Série
SOP	<i>Standart Operational Procedures</i> - Procedimentos Operacionais Padrão
SPECI	Informe Meteorológico Aeronáutico Especial Selecionado
STAR	<i>Standard Instrument Arrival</i> - Procedimento Padrão de Chegada
STOL	<i>Short Take-Off and Landing</i> - Decolagem e Pouso Curtos
TAWS	<i>Terrain Awareness Warning System</i> - Sistema de alerta de conscientização do terreno
TCAS	<i>Traffic Collision Avoidance System</i> - Sistema de Prevenção de Colisão em Voo
TPP	Categoria de registro de aeronave de Serviço Aéreo Privado
TPX	Categoria de registro de aeronave de Transporte Aéreo Público não Regular
TR	Unidades Transformadoras Retificadoras
TWR	<i>Aerodrome control tower or aerodrome control</i> - Torre de controle de aeródromo ou controle de aeródromo
UEL	<i>Upper Explosive Limit</i> - Limite Superior de Explosão
ULB	<i>Underwater Locator Beacon</i> - Localizador Beacon Subaquático
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VAC	<i>Visual Approach Chart</i> - Carta de Aproximação Visual
VASIS	<i>Visual Approach Slope Indicator System</i> - Sistema Indicador da Rampa de Aproximação Visual
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VLJ	<i>Very Light Jet</i> - Aeronave jato muito leve
VNE	<i>Velocity Not to Exceed</i> - Velocidade a não exceder
VOR	<i>VHF Omnidirectional Radio Range</i> - Auxílio à navegação baseado em VHF
V _{REF}	<i>Minimum Final Approach Speed</i> - Velocidade de cruzamento da cabeceira
VVI	<i>Vertical Velocity Indicator</i> - Indicador de Velocidade Vertical
WGS-84	<i>World Geodetic System-84</i>

3 CONCEITUAÇÕES

Com o objetivo de orientar este Manual, além dos termos e expressões já consagrados, estão descritas as definições de interesse do SIPAER, em consonância com os documentos da *International Civil Aviation Organization* (ICAO) e dos diversos órgãos que compõem a infraestrutura aeronáutica brasileira conforme estabelecido no Código Brasileiro de Aeronáutica.

3.1 AÇÃO CORRETIVA/PREVENTIVA

Medida de caráter corretivo ou preventivo adotada visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição insegura latente ou de falha ativa.

3.2 AÇÃO INICIAL

Medidas preliminares, normalmente realizadas no local de uma ocorrência aeronáutica, de acordo com técnicas específicas, e por pessoal qualificado e credenciado, tendo por objetivo, entre outros: a coleta e/ou confirmação de dados, a preservação de indícios, a verificação inicial de danos causados à aeronave, ou pela aeronave, e o levantamento de outras informações necessárias ao processo de investigação.

3.3 ACCIDENT/INCIDENT DATA REPORTING (ADREP)

Reporte elaborado pelo CENIPA sobre a investigação de acidente aeronáutico ou incidente aeronáutico grave, padronizado conforme o *ADREP MANUAL* da ICAO, a ser encaminhado àquela Organização, nos termos do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional.

3.4 ACIDENTE AERONÁUTICO

Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave tripulada, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado ou; no caso de uma aeronave não tripulada, toda ocorrência havida entre o momento que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado e, durante os quais, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

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

NOTA 1 - Exceção será feita quando as lesões, ou óbito, resultarem de causas naturais, forem autoinfligidas ou infligidas por terceiros, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes.

NOTA 2 - As lesões decorrentes de um Acidente Aeronáutico que resultem óbito em até 30 dias após a data da ocorrência são consideradas lesões fatais.

- b) a aeronave tenha falha estrutural ou dano que:
 - afete a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; ou
 - normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado.

NOTA 3 - Exceção será feita para falha ou danos quando limitados a um único motor (incluindo carenagens ou acessórios), para danos limitados às hélices, às pontas de asa, às antenas, aos *probes*, aletas, aos pneus, aos freios, às rodas, às carenagens do trem, aos painéis, às portas do trem de pouso, aos para-brisas, aos amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave, ou danos menores às pás do rotor principal e de cauda, ao trem de pouso, e aqueles danos resultantes de colisão com granizo ou ave (incluindo perfurações no radome).

NOTA 4 - O Adendo E do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional apresenta uma lista de danos que podem ser considerados exemplos de acidentes aeronáuticos. Uma tradução livre desta lista encontra-se no Anexo B desta Norma.

- c) a aeronave seja considerada desaparecida ou esteja em local inacessível.

NOTA 5 - Uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem suspensas e os destroços não forem encontrados.

3.5 AERONAVE

Todo aparelho capaz de prover sustentação na atmosfera por meio de reações aerodinâmicas exceto as reações do ar contra a superfície terrestre.

3.6 AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (RPA)

Aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota, utilizada com propósitos não recreativos.

3.7 ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

Campos de atuação dos investigadores do SIPAER destinados ao exercício das atividades de investigação de ocorrências aeronáuticas de acordo com suas respectivas qualificações e competências; quer sejam: área de investigação dos Fatores Humanos, área de investigação do Fator Material e área de investigação do Fator Operacional.

3.8 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao complexo biopsicossocial do ser humano, nos seus aspectos médico e psicológico.

3.9 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados às condições de aeronavegabilidade das aeronaves, nos seus aspectos relativos ao projeto, fabricação e manuseio do material.

3.10 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao desempenho técnico do ser humano, à infraestrutura aeroportuária, à infraestrutura de tráfego aéreo e demais elementos relacionados ao ambiente operacional.

No que diz respeito ao desempenho técnico do ser humano, busca-se averiguar os aspectos de operação das aeronaves, manutenção das aeronaves e a prestação de serviços de tráfego aéreo.

3.11 COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO

Equipe de pessoas designadas em caráter temporário, com atuação multidisciplinar, lideradas e supervisionadas pelo Investigador-Encarregado, de acordo com suas qualificações técnico-profissionais, para cumprir tarefas técnicas de interesse exclusivo da investigação para fins de prevenção, devendo ser adequado às características de cada ocorrência.

3.12 ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

Fatos, condições e situações observadas e consideradas como de interesse para avaliação e análise em uma investigação de uma ocorrência aeronáutica.

3.13 ELO-SIPAER

Órgão, setor ou cargo, dentro da estrutura das organizações, que tem a responsabilidade no trato dos assuntos de segurança de voo no âmbito do SIPAER.

3.14 ESTADO DA OCORRÊNCIA

País em cujo território o acidente ou incidente ocorreu.

3.15 ESTADO DE FABRICAÇÃO

País que tem jurisdição sobre a organização responsável pela montagem final da aeronave.

3.16 ESTADO DE PROJETO

País que tem jurisdição sobre a organização responsável pelo projeto da aeronave.

3.17 ESTADO DE REGISTRO

País no qual a aeronave está registrada (matriculada).

NOTA - No caso do registro de aeronaves de uma agência de operação internacional em uma base não nacional, os Estados que constituem a agência são solidariamente obrigados a assumir as obrigações que, nos termos da Convenção de Chicago, atribuem a um Estado de registro. Veja, a este respeito, a Resolução do Conselho, de 14 de dezembro de 1967, sobre nacionalidade e registro de aeronaves operadas por agências operacionais internacionais, que podem ser encontradas em Política e Material de Orientação sobre o Regulamento Econômico de Transporte Aéreo Internacional (Doc 9587).

3.18 ESTADO DO OPERADOR

País no qual se encontra a sede principal do operador ou, não havendo uma sede, aquele no qual o operador possui residência permanente.

3.19 EVIDÊNCIA

Para fins de investigação SIPAER, evidências são elementos utilizados para suportar a confirmação ou a negação de uma determinada hipótese.

3.20 FATOR CONTRIBUINTE

Ação, omissão, evento, condição ou a combinação destes, que se eliminados, evitados ou ausentes, poderiam ter reduzido a probabilidade de uma ocorrência aeronáutica, ou mitigado a severidade das consequências da ocorrência aeronáutica. A identificação do fator contribuinte não implica presunção de culpa ou responsabilidade civil ou criminal.

3.21 FATORES HUMANOS

Fatores Humanos diz respeito às pessoas em suas condições de vida e de trabalho; à sua relação com as máquinas, com procedimentos e com o meio relacionado a elas; e também, sobre as suas relações com outras pessoas.

Trata da adaptação do ambiente de trabalho às características, habilidades e limitações das pessoas, com vistas ao seu desempenho eficiente, eficaz, confortável e seguro das suas tarefas.

3.22 INCIDENTE AERONÁUTICO

Uma ocorrência aeronáutica, não classificada como um acidente, associada à operação de uma aeronave, que afete ou possa afetar a segurança da operação.

NOTA 1 - Os tipos de incidentes que são de interesse principal à ICAO para estudos de prevenção de acidentes estão listados no Adendo C do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional. Uma tradução livre desta lista encontra-se na NSCA 3-6 e NSCA 3-13.

3.23 INCIDENTE AERONÁUTICO GRAVE

Incidente aeronáutico envolvendo circunstâncias que indiquem que houve elevado risco de acidente relacionado à operação de uma aeronave que, no caso de aeronave tripulada, ocorre entre o momento em que uma pessoa nela embarca, com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado; ou, no caso de uma aeronave não tripulada, ocorre entre o momento em que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado.

NOTA 1 - A diferença entre o incidente grave e o acidente está apenas nas consequências.

NOTA 2 - O Adendo C do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional apresenta uma lista de situações que podem ser consideradas exemplos de incidentes aeronáuticos graves. Essa lista encontra-se transcrita, em anexo, na NSCA 3-6 e NSCA 3-13.

3.24 INCIDENTE DE TRÁFEGO AÉREO

Toda ocorrência, envolvendo tráfego aéreo, que constitua risco para as aeronaves, relacionada com:

- a) facilidades - situação em que a condição anormal de alguma instalação de infraestrutura de navegação aérea tenha causado dificuldades operacionais;
- b) procedimentos - situação em que houve dificuldades operacionais por procedimentos falhos, ou pelo não cumprimento dos procedimentos aplicáveis; e
- c) proximidade entre aeronaves (AIRPROX) - situação em que a distância entre aeronaves, bem como suas posições relativas e velocidades foram tais que a segurança tenha sido comprometida.

NOTA 1 -Em função do nível de comprometimento da segurança o Incidente de Tráfego Aéreo é classificado como: Risco Crítico ou Risco Potencial.

3.25 INDÍCIO

Para fins de investigação SIPAER, indício é uma circunstância ou condição verificada que, tendo relação com um fato, permite inferir a possibilidade de existência de outros fatos, possibilitando a construção de hipóteses.

3.26 INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA

De acordo com o CBA, a infraestrutura aeronáutica constitui-se do conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio à navegação aérea, para promover-lhe a segurança, regularidade e eficiência, compreendendo:

- a) o sistema Aeroportuário;
- b) o sistema de Proteção ao Voo;
- c) o sistema de Segurança de Voo;
- d) o sistema de Registro Aeronáutico Brasileiro;
- e) o sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos;
- f) o sistema de Facilitação, Segurança e Coordenação do Transporte Aéreo;
- g) o sistema de Formação e Adestramento de Pessoal destinado à navegação aérea e à infraestrutura aeronáutica;
- h) o sistema de Indústria Aeronáutica;
- i) o sistema de Serviços Auxiliares; e
- j) o Sistema de Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica.

3.27 INVESTIGAÇÃO SIPAER

Processo referente a uma ocorrência aeronáutica, conduzido com o propósito de prevenir acidentes e que compreende a coleta e a análise das informações, a elaboração de conclusões, incluindo a identificação dos fatores contribuintes e, quando apropriado, a emissão de recomendações de segurança.

3.28 INVESTIGADOR-ENCARREGADO - INVESTIGATOR-IN-CHARGE (IIC)

Profissional credenciado pelo SIPAER e formalmente designado pelo Estado, em função de suas qualificações, como o responsável pela organização, realização e controle da investigação de uma ocorrência aeronáutica.

3.29 LAUDO TÉCNICO

Documento destinado a registrar os resultados provenientes de exames, testes e análises realizados em item ou material aeronáutico que possa ter contribuído para uma ocorrência aeronáutica.

3.30 LESÕES GRAVES

Lesões resultantes de uma ocorrência aeronáutica que caracterizam um acidente aeronáutico, e que:

- a) requeiram hospitalização por mais de 48 horas, no período de sete dias, a partir da data da ocorrência; ou
- b) resultem em fratura de qualquer osso (exceto fraturas simples dos dedos das mãos, dedos dos pés e nariz); ou
- c) envolvam lacerações que causem hemorragia severa, danos a nervos, músculos ou tendões; ou
- d) envolvam lesões a qualquer órgão interno; ou
- e) envolvam queimaduras de segundo ou terceiro graus, ou qualquer queimadura que afete mais de 5% da superfície corporal do indivíduo; ou
- f) envolvam exposição a substâncias infecciosas ou ferimentos por radiação.

3.31 MOTOR À TURBINA

Motor aeronáutico cujo funcionamento se dá através de uma turbina a gases. Os motores à turbina dividem-se, basicamente, em três diferentes tipos:

- a) motor turboélice - Motor projetado para acionar uma hélice responsável pela propulsão do avião. A participação dos gases de escapamento nessa propulsão, quando existe, é meramente residual;
- b) motor turboeixo - Motor projetado para acionar o rotor de uma aeronave de asas rotativas. Os gases de escapamento não têm nenhuma participação na propulsão; e
- c) motor turbojato ou motor à reação - Motor projetado para aviões e que utiliza a expansão dos gases para propulsionar o avião. Inclui os motores denominados turbofan.

3.32 MOTOR CONVENCIONAL

Motor aeronáutico no qual pistões, que se movem dentro de cilindros, acionam um eixo de manivelas que, diretamente ou através de uma caixa de redução, aciona uma hélice (aviões) ou um rotor (aeronave de asas rotativas).

3.33 OCORRÊNCIA AERONÁUTICA

Qualquer evento envolvendo aeronave que poderá ser classificado como acidente aeronáutico, incidente aeronáutico grave, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo, permitindo ao SIPAER a adoção dos procedimentos pertinentes.

3.34 OCORRÊNCIA AERONÁUTICA COMPLEXA

Ocorrência aeronáutica que resulte na perda significativa de vidas, que envolva questões de segurança do transporte aéreo público, ou que seja de interesse público.

3.35 OCORRÊNCIA ANORMAL

Circunstância que não se configura uma ocorrência aeronáutica e que não afeta a segurança da operação na qual a aeronave, seus sistemas, equipamentos ou componentes não funcionam, ou não são operados de acordo com as condições previstas, exigindo a adoção de medidas técnicas corretivas.

A ocorrência anormal não é investigada pelo SIPAER.

3.36 OCORRÊNCIA DE SOLO

Ocorrência, envolvendo aeronave no solo, da qual resulte dano à aeronave ou lesão à pessoa(s), sendo o(s) fato(s) motivador(es) diretamente relacionado(s) aos serviços de rampa, aí incluídos os de apoio e infraestrutura aeroportuários; e não tenha(m) tido qualquer contribuição da movimentação da aeronave por meios próprios ou da operação de qualquer um de seus sistemas, não estando relacionado à operação da aeronave.

3.37 OCORRÊNCIA DE TRÁFEGO AÉREO

Circunstância em que ocorreu uma situação de anormalidade na prestação do *Air Traffic Service* (ATS - Serviço de Tráfego Aéreo), considerando as normas e os procedimentos aplicáveis aos *Air Navigation Services* (ANS - Serviços de Navegação Aérea), exigindo a adoção de medidas mitigadoras para manutenção do Nível Aceitável de Desempenho da Segurança Operacional (NADSO).

3.38 OPERADOR DE AERÓDROMO

Operador de aeródromo ou operador aeroportuário significa a pessoa jurídica que tenha recebido, por órgão competente, a outorga de exploração da infraestrutura aeroportuária.

Ou, no caso de operador de aeródromo militar, Organização Militar responsável por manter e administrar a infraestrutura aeroportuária de um aeródromo militar.

3.39 OPERADOR DE AERONAVE

Pessoa, organização ou empresa envolvida ou que se proponha a se envolver em uma operação de aeronave.

Ou, no caso de operador militar, Organização Militar que emprega uma aeronave para o cumprimento de sua missão conforme diretrizes, regulamentos ou regimentos aplicáveis.

3.40 PROPOSTA DE RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

Medida que o SERIPA ou um Elo-SIPAER propõe ao CENIPA, para análise, visando à emissão de uma Recomendação de Segurança.

3.41 PROVEDOR DE SERVIÇO DA AVIAÇÃO CIVIL (PSAC)

Toda pessoa natural ou jurídica responsável pela prestação de serviços relacionados à aviação civil e objeto de regulação da Agência Nacional de Aviação Civil.

3.42 PROVEDOR DE SERVIÇO DE NAVEGAÇÃO AÉREA (PSNA)

Órgão operacional provedor de um, ou mais, dos serviços prestados pelo SISCEAB. Por convenção, no Brasil, tal serviço é conhecido como “Controle do Espaço Aéreo”, abrangendo as áreas de Tráfego Aéreo, de Informações Aeronáuticas; de Comunicações, Navegação e Vigilância; de Meteorologia Aeronáutica; e de Busca e Salvamento.

NOTA: Esta definição de PSNA não contempla os serviços prestados exclusivamente à Circulação Operacional Militar (COM).

3.43 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção.

3.44 REGISTRO DE INVESTIGAÇÃO DO CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (RICEA)

Documento padronizado, de acesso restrito, resultante da coleta e da análise de fatos, dados e circunstâncias relacionadas a um Incidente de Tráfego Aéreo.

3.45 RELATÓRIO FINAL

Documento formal, destinado a divulgar a conclusão oficial do SIPAER, fundamentado nos elementos de investigação, na análise, na conclusão e nas Recomendações de Segurança relativas a uma ocorrência aeronáutica, visando, exclusivamente, à prevenção de novas ocorrências.

3.46 RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

Modelo de Relatório Final utilizado em casos específicos definidos em normas.

3.47 REPORTE PRELIMINAR (PRELIMINARY REPORT)

Comunicação utilizada para a divulgação imediata dos dados obtidos durante os estágios iniciais da investigação.

3.48 REPRESENTANTE ACREDITADO

Pessoa designada por um Estado, com base nas suas qualificações, para participar em uma investigação conduzida por outro Estado. Quando o Estado possuir uma autoridade de investigação de acidentes aeronáuticos, o representante acreditado será, normalmente, designado por esta autoridade.

3.49 RISCO CRÍTICO

Condição na qual não ocorreu um acidente devido ao acaso ou a uma ação evasiva em que as proximidades, vertical e horizontal, entre as aeronaves tenha sido inferior a 500 pés (150 m).

NOTA 1 - Quando uma Ocorrência ATS for classificada como Incidente de Tráfego Aéreo e não se enquadrar na condição acima, o reporte de Perigo de Colisão, efetuado por um dos pilotos envolvidos, após análise dos dados disponíveis, poderá levar o incidente à classificação de Risco Crítico.

NOTA 2 - O Incidente de Tráfego Aéreo, Risco Crítico, é classificado pelo CENIPA como Incidente Aeronáutico Grave

3.50 RISCO POTENCIAL

Condição na qual a proximidade entre aeronaves, ou entre aeronaves e obstáculos, tenha resultado em separação menor que o mínimo estabelecido pelas Normas vigentes sem, contudo, atingir a condição de Risco Crítico.

NOTA - Quando as informações disponíveis não permitirem a determinação do nível de comprometimento da segurança dos tráfegos envolvidos em um incidente de tráfego aéreo, o mesmo será classificado como Risco Potencial

3.51 SEGURANÇA DE VOO OU SEGURANÇA OPERACIONAL (SAFETY)

Estado no qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduz e se mantém em um nível aceitável, ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gestão de riscos.

3.52 SERVIÇO DE RAMPA (GROUND HANDLING)

Serviços necessários a uma aeronave durante a chegada e a partida de um aeródromo, excluindo os serviços de tráfego aéreo.

3.53 SERVIÇO REGIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (SERIPA)

Organizações encarregadas de planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a investigação e a prevenção de ocorrências aeronáuticas, nas suas respectivas áreas de atuação.

Distribuídos regionalmente pelo território brasileiro, os SERIPA são subordinados, técnica e operacionalmente, ao CENIPA.

3.54 SISTEMA DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO (SISCEAB)

Sistema instituído com a finalidade de dotar o Comando da Aeronáutica de uma estrutura capaz de integrar os Órgãos e Sistemas que participam do controle da circulação Aérea Nacional, no limite das suas respectivas atribuições.

4 APLICAÇÃO DO ANEXO 13 À CONVENÇÃO DE CHICAGO

A Convenção de Aviação Civil Internacional, promulgada no Brasil pelo decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946, também conhecida como Convenção de Chicago, e que regula a atividade internacional de transporte aéreo de natureza civil, foi referendada no Brasil e integra o ordenamento jurídico brasileiro.

A Convenção está estruturada num corpo principal, com um total de 96 artigos, que traçam os parâmetros gerais de regulação entre os Estados signatários. A obrigatoriedade da investigação de um acidente aeronáutico decorre, inicialmente, do disposto no artigo 26 do decreto nº 21.713, que estabelece:

Artigo 26

Investigação de acidentes

No caso em que uma aeronave de um Estado Contratante sofra algum acidente em território de outro Estado Contratante, acarretando morte ou ferimentos graves, ou indicando sérios defeitos técnicos na aeronave ou nas facilidades de navegação aérea, o Estado onde tiver ocorrido o acidente procederá a um inquérito sobre as circunstâncias que provocaram o acidente, de conformidade, dentro do permitido por suas próprias leis com o procedimento que possa ser recomendado nas circunstâncias pela Organização Internacional de Aviação Civil. Será oferecido ao Estado de registro da aeronave a oportunidade de designar observadores para assistirem as investigações, e o Estado onde se esteja processando o inquérito transmitirá ao outro Estado as informações e conclusões apuradas.

Além do corpo principal da Convenção, existem 19 anexos que trazem as Normas e Práticas Recomendadas “*Standards and Recommended Practices*” (SARPs) emanadas da ICAO. O Anexo13, especificamente, trata da atividade de investigação de acidentes. Nele estão contidas as ações atribuídas aos países que conduzem investigações, bem como os direitos dos demais países em relação a estas.

5 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL À INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

No Brasil, a legislação primária que trata de toda a matéria aeronáutica é a Lei nº 7.565 (Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA).

A seguir, são apresentados os dispositivos de interesse para o SIPAER, com destaque para os pontos focalizados neste Capítulo, a começar pelo artigo 1º, no qual o Código prevê a aplicação de tratados internacionais e de legislação complementar no âmbito do Direito Aeronáutico.

Código Brasileiro de Aeronáutica

TÍTULO I

Introdução

CAPÍTULO I

Disposições Gerais

Art. 1º O Direito Aeronáutico é regulado pelos Tratados, Convenções e Atos Internacionais de que o Brasil seja parte, por este Código e pela legislação complementar.

§ 1º Os Tratados, Convenções e Atos Internacionais, celebrados por delegação do Poder Executivo e aprovados pelo Congresso Nacional, vigoram a partir da data neles prevista para esse efeito, após o depósito ou troca das respectivas ratificações, podendo, mediante cláusula expressa, autorizar a aplicação provisória de suas disposições pelas autoridades aeronáuticas, nos limites de suas atribuições, a partir da assinatura (artigos 14, 204 a 214).

§ 2º Este Código se aplica a nacionais e estrangeiros, em todo o Território Nacional, assim como, no exterior, até onde for admitida a sua extraterritorialidade.

§ 3º A legislação complementar é formada pela regulamentação prevista neste Código, pelas leis especiais, decretos e normas sobre matéria aeronáutica (artigo 12).

Art. 2º Para os efeitos deste Código consideram-se autoridades aeronáuticas competentes as do Ministério da Aeronáutica, conforme as atribuições definidas nos respectivos regulamentos.

Desta maneira, o CBA contempla a observância da Convenção de Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago), além de inserir, no contexto da legislação complementar, as normas emitidas pelo Comando da Aeronáutica (as NSCA).

Mais adiante, no artigo 12, o CBA apresenta o escopo de atuação do Comando da Aeronáutica no tocante à aviação. É necessário considerar que, com a criação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), algumas das competências outrora atribuídas ao COMAER, hoje estão a cargo daquela Agência. Entretanto, o COMAER ainda subsiste como Autoridade Aeronáutica competente, nos termos do artigo 12 do CBA, no que concerne ao SIPAER e ao Sistema de Controle do Espaço Aéreo (SISCEAB).

TÍTULO II

Do Espaço Aéreo e seu Uso para Fins Aeronáuticos

CAPÍTULO I

Do Espaço Aéreo Brasileiro

Art. 11. O Brasil exerce completa e exclusiva soberania sobre o espaço aéreo acima de seu território e mar territorial.

Art. 12. Ressalvadas as atribuições específicas, fixadas em lei, submetem-se às normas (artigo 1º, § 3º), orientação, coordenação, controle e fiscalização do Ministério da Aeronáutica:

I - a navegação aérea;

II - o tráfego aéreo;

III - a infra-estrutura aeronáutica;

IV - a aeronave;

V - a tripulação;

VI - os serviços, direta ou indiretamente relacionados ao voo.

Mais à frente, no artigo 25, o CBA apresenta o SIPAER como um dos elementos que constituem a infraestrutura aeronáutica:

“Art. 25. Constitui infra-estrutura aeronáutica o conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio à navegação aérea, para promover-lhe a segurança, regularidade e eficiência, compreendendo:

...

V - o sistema de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos (artigos 86 a 93);

...

§ 2º Para os efeitos deste artigo, sistema é o conjunto de órgãos e elementos relacionados entre si por finalidade específica, ou por interesse de coordenação, orientação técnica e normativa, não implicando em subordinação hierárquica.

Por fim, o Código descreve o SIPAER a partir do artigo 86:

CAPÍTULO VI

(Redação dada pela Lei nº 12.970, de 2014)

SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS - SIPAER

Seção I

Da Investigação Sipaer

Art. 86. Compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes Aeronáuticos.

§ 1º (Vetado).

§ 2º A investigação de quaisquer outros acidentes relacionados com a infra-estrutura aeronáutica, desde que não envolva aeronaves, não está abrangida nas atribuições próprias da Comissão de Investigação de Acidentes Aeronáuticos.

§ 3º (Vetado).

§ 4º (Vetado).

§ 5º (Vetado).

§ 6º (Vetado).

Art. 86-A. A investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos tem por objetivo único a prevenção de outros acidentes e incidentes por meio da identificação dos fatores que tenham contribuído, direta ou indiretamente, para a ocorrência e da emissão de recomendações de segurança operacional. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014)

Parágrafo único. Em qualquer fase da investigação, poderão ser emitidas recomendações de segurança operacional. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 87. A prevenção de acidentes aeronáuticos é da responsabilidade de todas as pessoas, naturais ou jurídicas, envolvidas com a fabricação, manutenção, operação e circulação de aeronaves, bem assim com as atividades de apoio da infra-estrutura aeronáutica no território brasileiro.

Art. 88. Toda pessoa que tiver conhecimento de qualquer acidente de aviação ou da existência de restos ou despojos de aeronave tem o dever de comunicá-lo à autoridade pública mais próxima e pelo meio mais rápido.

Parágrafo único. A autoridade pública que tiver conhecimento do fato ou nele intervier, comunicá-lo-á imediatamente, sob pena de responsabilidade por negligência, à autoridade aeronáutica mais próxima do acidente.

Art. 88-A. A investigação Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER englobará práticas, técnicas, processos, procedimentos e métodos empregados para a identificação de atos, condições ou circunstâncias que, isolada ou conjuntamente, representem risco à integridade de pessoas, aeronaves e outros bens, unicamente em proveito da prevenção de acidentes aeronáuticos, incidentes aeronáuticos e ocorrências de solo. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 1º A investigação Sipaer deverá considerar fatos, hipóteses e precedentes conhecidos na identificação dos possíveis fatores contribuintes para a ocorrência ou o agravamento das consequências de acidentes aeronáuticos, incidentes aeronáuticos e ocorrências de solo. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 2º A autoridade de investigação Sipaer poderá decidir por não proceder à investigação Sipaer ou interrompê-la, se já em andamento, nos casos em que for constatado ato ilícito doloso relacionado à causalidade do sinistro e em que a investigação não trouxer proveito à prevenção de novos acidentes ou incidentes aeronáuticos, sem prejuízo da comunicação à autoridade policial competente. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-B. A investigação Sipaer de um determinado acidente, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo deverá desenvolver-se de forma independente de quaisquer outras investigações sobre o mesmo evento, sendo vedada a participação nestas de qualquer pessoa que esteja participando ou tenha participado da primeira. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-C. A investigação Sipaer não impedirá a instauração nem suprirá a necessidade de outras investigações, inclusive para fins de prevenção, e, em razão de objetivar a preservação de vidas humanas, por intermédio da segurança do transporte aéreo, terá precedência sobre os procedimentos concomitantes ou não das demais investigações no tocante ao acesso e à guarda de itens de interesse da investigação. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-D. Se, no curso de investigação Sipaer, forem encontrados indícios de crime, relacionados ou não à cadeia de eventos do acidente, far-se-á a comunicação à autoridade policial competente. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-E. Mediante pedido da autoridade policial ou judicial, a autoridade de investigação Sipaer colocará especialistas à disposição para os exames necessários às diligências sobre o acidente aeronáutico com aeronave civil, desde que: (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

I - não exista, no quadro de pessoal do órgão solicitante, técnico capacitado ou equipamento apropriado para os exames requeridos; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

II - a autoridade solicitante discrimine os exames a serem feitos; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

III - exista, no quadro de pessoal da autoridade de investigação Sipaer, técnico capacitado e equipamento apropriado para os exames requeridos; e (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

IV - a entidade solicitante custeie todas as despesas decorrentes da solicitação. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Parágrafo único. O pessoal colocado à disposição pela autoridade de investigação Sipaer não poderá ter participado da investigação Sipaer do mesmo acidente. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Seção II

Da Competência para a Investigação Sipaer

Art. 88-F. A investigação de acidente com aeronave de Força Armada será conduzida pelo respectivo Comando Militar e, no caso de aeronave militar estrangeira, pelo Comando da Aeronáutica ou conforme os acordos vigentes. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-G. A investigação Sipaer de acidente com aeronave civil será conduzida pela autoridade de investigação Sipaer, a qual decidirá sobre a composição da comissão de investigação Sipaer, cuja presidência caberá a profissional habilitado e com credencial Sipaer válida. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 1º A autoridade de investigação Sipaer requisitará dos órgãos e entidades competentes, com precedência sobre outras requisições, os laudos, autos de exames, inclusive autópsias, e cópias de outros documentos de interesse para a investigação Sipaer. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 2º À comissão de investigação Sipaer, nos limites estabelecidos pela autoridade de investigação Sipaer, ficará assegurado o acesso à aeronave accidentada, a seus destroços e a coisas que por ela eram transportadas, bem como a dependências, equipamentos, documentos e quaisquer outros elementos necessários à investigação, onde se encontrarem. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 3º A responsabilidade pela inobservância do disposto nos §§ 1º e 2º deste artigo será apurada mediante processo administrativo disciplinar, se do fato não resultar crime. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 4º Caberá, nos casos urgentes, a busca e apreensão, por meio do órgão de representação judicial da União, aplicando-se a Lei nº 5.869, de 11 de janeiro de 1973 - Código de Processo Civil. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 5º Em caso de acidente aeronáutico, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo com aeronave civil, a autoridade de investigação Sipaer terá prioridade no embarque em aeronaves civis brasileiras empregadas no transporte aéreo público. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 6º No intuito de prover celeridade à investigação Sipaer, a prioridade prevista no § 5º deste artigo será exercida mediante a apresentação de credencial emitida pela autoridade de investigação Sipaer, no aeroporto de embarque, ao representante da empresa requisitada. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-H. A investigação Sipaer de acidente aeronáutico será concluída com a emissão do relatório final, documento que representa o pronunciamento da autoridade de investigação Sipaer sobre os possíveis fatores contribuintes de determinado acidente aeronáutico e apresenta recomendações unicamente em proveito da segurança operacional da atividade aérea. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Parágrafo único. O relatório final de acidente com aeronave de Força Armada será aprovado pelo comandante do respectivo Comando Militar. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Seção III

Do Sigilo Profissional e da Proteção à Informação

(Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-I. São fontes Sipaer: (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

I - gravações das comunicações entre os órgãos de controle de tráfego aéreo e suas transcrições; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

II - gravações das conversas na cabine de pilotagem e suas transcrições; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

III - dados dos sistemas de notificação voluntária de ocorrências; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

IV - gravações das comunicações entre a aeronave e os órgãos de controle de tráfego aéreo e suas transcrições; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

V - gravações dos dados de voo e os gráficos e parâmetros deles extraídos ou transcritos ou extraídos e transcritos; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

VI - dados dos sistemas automáticos e manuais de coleta de dados; e (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

VII - demais registros usados nas atividades Sipaer, incluindo os de investigação. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 1º Em proveito da investigação Sipaer, a autoridade de investigação Sipaer terá precedência no acesso e na custódia das fontes citadas no caput. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 2º A fonte de informações de que trata o inciso III do caput e as análises e conclusões da investigação Sipaer não serão utilizadas para fins probatórios nos processos judiciais e procedimentos administrativos e somente serão fornecidas mediante requisição judicial, observado o art. 88-K desta Lei. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 3º Toda informação prestada em proveito de investigação Sipaer e de outras atividades afetas ao Sipaer será espontânea e baseada na garantia legal de seu exclusivo uso para fins de prevenção. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014)

§ 4º Salvo em proveito de investigação Sipaer e de outras atividades de prevenção, será vedado ao profissional do Sipaer revelar suas fontes e respectivos conteúdos, aplicando-se lhe o disposto no art. 207 do Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 - Código de Processo Penal, e no art. 406 da Lei nº 5.869, de 11 de janeiro de 1973 - Código de Processo Civil. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-J. As fontes e informações Sipaer que tiverem seu uso permitido em inquérito ou em processo judicial ou procedimento administrativo estarão protegidas pelo sigilo processual. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-K. Para o uso das fontes Sipaer como prova, nos casos permitidos por esta Lei, o juiz decidirá após oitiva do representante judicial da autoridade Sipaer, que deverá se pronunciar no prazo de 72 (setenta e duas) horas. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-L. A autoridade Sipaer, ou a quem esta delegar, poderá decidir sobre a conveniência de divulgar, sem prejuízo à prevenção de acidentes e às previsões legais, informações relativas às investigações Sipaer em andamento e às respectivas fontes Sipaer. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Seção IV

Do Acesso aos Destroços de Aeronave

(Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-M. A aeronave civil envolvida em acidente, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo poderá ser interditada pela autoridade de investigação Sipaer, observando-se que: (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

I - o auto de interdição será assinado pela autoridade de investigação Sipaer e, se possível, pelo operador da aeronave ou seu representante; (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

II - mediante autorização da autoridade de investigação Sipaer, a aeronave interditada poderá funcionar para efeito de manutenção; e (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

III - o operador permanecerá responsável pelo adimplemento de quaisquer obrigações que incidam sobre a aeronave. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-N. Exceto para efeito de salvar vidas, preservação da segurança das pessoas ou preservação de evidências, nenhuma aeronave accidentada, seus destroços ou coisas que por ela eram transportadas podem ser vasculhados ou removidos, a não ser com a autorização da autoridade de investigação Sipaer, que deterá a guarda dos itens de interesse para a investigação até a sua liberação nos termos desta Lei. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-O. A autoridade policial competente deve isolar e preservar o local do acidente ou incidente aéreo, inclusive a aeronave accidentada e seus destroços, para a coleta de provas, até a liberação da aeronave ou dos destroços tanto pelas autoridades aeronáuticas quanto por eventuais agentes de perícia criminal responsáveis pelas respectivas investigações. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-P. Em coordenação com a autoridade de investigação Sipaer, ficará assegurado a outros órgãos, inclusive da autoridade de aviação civil e da polícia judiciária, o acesso à aeronave accidentada, aos seus destroços ou a coisas que por ela eram transportadas, somente podendo haver manipulação ou retenção de quaisquer objetos do acidente com anuêncio da autoridade de investigação Sipaer. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-Q. O dever de remoção de aeronave envolvida em acidente, de destroços e de bens transportados, em qualquer parte, será do explorador da aeronave, que arcará com as despesas decorrentes. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 1º Nos aeródromos públicos, caso o explorador não providencie tempestivamente a remoção da aeronave ou dos seus destroços, caberá à administração do aeródromo fazê-lo, imputando-se àquele a indenização das despesas. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 2º Visando à proteção do meio ambiente, à segurança, à saúde e à preservação de propriedade pública e privada, o explorador da aeronave acidentada deverá providenciar e custear a higienização do local, dos bens e dos destroços quando, pelo lugar ou estado em que se encontrarem, não puderem ser removidos. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 3º Será proibida a venda dos destroços, partes, peças, componentes e motores antes de eles terem sido liberados pela autoridade de investigação Sipaer e, se houver, pelo responsável pela investigação policial, depois de observadas as demais exigências legais e regulamentares. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 88-R. Os interessados na custódia dos destroços deverão habilitar-se perante a autoridade de investigação Sipaer, do início da investigação Sipaer até 90 (noventa) dias após a sua conclusão, por meio de pedido ao juiz da causa, que julgará sobre seu cabimento e interesse. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 1º Caso mais de um interessado habilite-se na forma do caput, os destroços serão encaminhados àquele que primeiro se habilitou, sendo todos os juízos habilitados notificados da decisão de custódia, por meio de comunicação oficial da autoridade de investigação Sipaer. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 2º Os custos de transporte dos destroços ficarão a cargo do interessado, que deverá prover o transporte em até 90 (noventa) dias do deferimento de sua custódia, e, se esgotado tal prazo, o próximo interessado, na ordem de preferência, será chamado. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 3º Esgotados os interessados habilitados, sem realizarem a retirada dos destroços, no prazo previsto no § 2º, ou se não houver interessado habilitado, o proprietário da aeronave acidentada, consignado no Registro Aeronáutico Brasileiro, será notificado, por meio de carta com aviso de recebimento, para proceder, em 90 (noventa) dias da notificação, à retirada dos destroços. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 4º Não sendo encontrado o proprietário, havendo recusa da carta com aviso de recebimento ou retornando esta sem a assinatura do notificado ou de seu representante legal, a autoridade de investigação Sipaer publicará edital, na imprensa oficial e no sítio oficial do órgão na rede mundial de computadores, internet, estabelecendo o prazo de 90 (noventa) dias para o proprietário proceder à retirada dos destroços, sob seus ônus e responsabilidade. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014)

§ 5º Esgotados os prazos de retirada dos destroços pelo proprietário, nos termos dos §§ 1º a 4º, os itens poderão ser utilizados para a instrução ou destruídos pela autoridade de investigação Sipaer, sendo que, no último caso, os resíduos poderão ser alienados como sucata. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

§ 6º Para a aferição do cumprimento do prazo de manifestação de interesse e da ordem de preferência, será considerada a data de ingresso do pedido judicial no protocolo da autoridade de investigação Sipaer. (Incluído pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 89. (Revogado pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 90. Sempre que forem acionados os serviços de emergência de aeroporto para a prestação de socorro, o custo das despesas decorrentes será indenizado pelo explorador da aeronave socorrida.

Art. 91. (Revogado pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 92. (Revogado pela Lei nº 12.970, de 2014).

Art. 93. A correspondência transportada por aeronave acidentada deverá ser entregue, o mais rápido possível, à entidade responsável pelo serviço postal, que fará a devida comunicação à autoridade aduaneira mais próxima, no caso de remessas postais internacionais.

Durante a Ação Inicial no local da ocorrência, especialmente no caso de acidentes de grande repercussão, é possível o surgimento de problemas decorrentes da falta de coordenação com as demais autoridades. É importante ter em mente que cada instituição tem o seu papel e o seu momento de prioridade. Assim, e de acordo com os artigos 88-C, 88-G, §1º e 88-I §1º transcrito acima, a prioridade da Aeronáutica no local do acidente, após a remoção dos sobreviventes está assegurada.

Uma vez mais, é importante salientar que o CBA se constitui na base de sustentação das NSCA no âmbito do SIPAER. Nas Normas estão contidas as operacionalizações das competências dispostas na lei, sendo estas a documentação básica para o trabalho de prevenção de acidentes, aí incluída a atividade de investigação.

6 ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

Com a finalidade de organizar o processo de investigação do SIPAER, permitindo que todos os aspectos envolvidos em uma ocorrência aeronáutica sejam explorados de forma abrangente e pelos profissionais mais indicados para cada área de atuação, a investigação de ocorrências aeronáuticas é dividida em três áreas básicas que buscam estudar os principais “pilares” da atividade aérea; quer sejam: o Homem, o Meio e a Máquina.

Assim, a investigação SIPAER é dividida em três áreas de atuação destinadas ao exercício das atividades de investigação de ocorrências aeronáuticas de acordo com suas respectivas qualificações e competências; quer sejam: área de investigação dos Fatores Humanos, área de investigação do Fator Material e área de investigação do Fator Operacional.

6.1 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao complexo biopsicossocial do ser humano, nos seus aspectos médico e psicológico.

As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA como Elemento Certificado-Fator Humano Médico (EC-FHM) e Elemento Certificado-Fator Humano Psicológico (EC-FHP).

No que diz respeito ao aspecto médico, busca-se explorar as informações de todas as questões relacionadas à fisiologia dos envolvidos na ocorrência aeronáutica, tais como carga de trabalho, necropsia, presença de álcool e drogas, incapacidade física, deficiência de desempenho por fadiga, medicamentos e outros; condições médicas associadas à ocorrência aeronáutica, orientação espacial, hipóxia, hiperventilação e outras.

No que diz respeito ao aspecto psicológico, busca-se explorar a inter-relação dos condicionantes individuais, psicossociais, organizacionais e sociotécnicos do desempenho humano que possam ter contribuído para a ocorrência aeronáutica.

Os condicionantes individuais constituem as características e processos típicos da natureza humana tais como atitudes, motivação, percepção, memória, atenção, estado emocional e processo decisório.

Os condicionantes psicossociais são aqueles que se estabelecem na interação do indivíduo com o ambiente de trabalho e fora dele, tais como comunicação, relações interpessoais, dinâmica da equipe, influências externas e cultura do grupo de trabalho.

Os condicionantes organizacionais e sociotécnicos referem-se ao contexto em que o indivíduo desempenha as suas tarefas, incluindo variáveis como capacitação e treinamento, a organização do trabalho, as características da tarefa, as condições físicas do trabalho, o clima e a cultura organizacional, os processos organizacionais e de gestão de pessoas e os sistemas de apoio. Além disso, as características dos processos de trabalho e sua relação com tecnologias e contexto social existente.

Essa classificação dos condicionantes do desempenho implica, ainda, considerar que eles só podem ser objetivamente analisados levando-se em conta o contexto social, cultural e sistêmico em que ocorrem.

6.2 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados às condições de aeronavegabilidade das aeronaves, nos seus aspectos relativos ao projeto, fabricação e manuseio do material.

As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA como Elemento Certificado-Fator Material (EC-FM)

Busca-se explorar as informações relacionadas ao projeto da aeronave, fabricação e manuseio do material por meio da realização de exames de partes da aeronave, em oficina ou laboratório, a fim de pesquisar a origem de falhas identificadas. Realizam-se pesquisas de ocorrências similares junto ao fabricante e às autoridades certificadoras. Avalia-se o processo de certificação, fabricação e manuseio da aeronave ou de suas partes.

6.3 ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao desempenho técnico do ser humano, à infraestrutura aeroportuária, à infraestrutura de tráfego aéreo e demais elementos relacionados ao ambiente operacional.

As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA, sendo eles: Oficial/Agente de Segurança de Voo (OSV/ASV), Elemento Certificado-Manutenção de Aeronaves (EC-MA), Elemento Certificado-Controle do Espaço Aéreo (EC-CEA) e Elemento Certificado-Atividades Aeroportuárias (EC-AA)

6.3.1 DESEMPENHOS TÉCNICOS DO SER HUMANO.

Ao explorar os fatores contribuintes relacionados ao desempenho técnico do ser humano na atividade aérea, busca-se verificar os seguintes aspectos:

- a) operação da aeronave;

Nesse aspecto, buscam-se explorar as informações relacionadas à aplicação dos procedimentos previstos em manuais e regulamentos, da formação teórica e prática, rotinas operacionais, procedimentos de pré-voo da aeronave, utilização de equipamento individual, uso dos comandos, *briefing*, cálculos operacionais, interpretação das indicações dos instrumentos, coordenação de cabine, treinamento, transição entre aeronaves, qualificação para o tipo de voo, experiência na aeronave e no tipo de voo, doutrina de cabine, despacho da aeronave, comunicações com órgãos ATS, navegação, disciplina de voo, avaliação das condições meteorológicas, observância das capacidades e limites de operação da aeronave, impacto e destroços, fogo, gravadores de voo, etc.

- b) manutenção da aeronave;

Nesse aspecto, buscam-se explorar as informações relacionadas à correta realização de serviços em células de aeronaves; serviços em partes, acessórios ou sistemas eletromecânicos, pesquisa de panes, a desativação de alguns equipamentos/sistemas de acordo com o estabelecido em uma MEL aprovada, a manutenção preventiva de aeronaves, serviços em motores, hélices ou em qualquer parte ou acessório associado ao grupo motopropulsor, a manutenção

preventiva de aeronaves e de aviônicos, serviços em equipamentos e sistemas eletrônicos de aeronaves, instrumentos de voo, de motores e de navegação e em partes elétricas de outros sistemas da aeronave, etc.

- c) prestação de serviço de tráfego aéreo;

Nesse aspecto, busca-se explorar a eficiência e eficácia do serviço de tráfego aéreo, especialmente em uma ocorrência envolvendo proximidade entre aeronaves em voo (Risco Potencial ou Risco Crítico) ou na área de manobra. Devem-se buscar informações, dentre outras, a quantidade de pessoal ATS, incluindo o número adequado, as qualificações (certificados) e supervisão, a adequação dos procedimentos e práticas adotadas, incluindo a aplicação de mínimos de separação, emissão de alertas de presença de obstáculos em aeródromo (viaturas, pessoal, fauna), etc.

6.3.2 INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA.

Ao investigar os fatores contribuintes relacionados à infraestrutura aeroportuária, buscam-se explorar as informações relacionadas às características físicas do aeródromo, quais sejam: as pistas de pouso e decolagem, acostamentos de pista de pouso e decolagem, área de giro de pista de pouso e decolagem, faixas de pista de pouso e decolagem, áreas de segurança de fim de pista (RESA), zonas desimpedidas (*clearways*), zonas de parada (*stopways*), área de operação de rádio altímetro, pistas de táxi, acostamentos de pistas de táxi, faixas de pista de táxi, baías de espera, posições de espera de pista de pouso e decolagem, posições intermediárias de espera e posições de espera em vias de serviço, pátios de aeronaves, posição isolada de estacionamento de aeronave, isolamento da área de manobras e da pista de pouso, risco da fauna, etc.

6.3.3 INFRAESTRUTURA DE TRÁFEGO AÉREO.

Ao investigar os fatores contribuintes relacionados à infraestrutura de tráfego aéreo, buscam-se explorar as informações relacionadas ao suporte à prestação de serviço de controle de tráfego aéreo, quais sejam: as questões relacionadas à visibilidade a partir da torre de controle, adequação das instalações de órgãos de ATS, adequação dos equipamentos (incluindo sistemas de vigilância ATS), auxílios à navegação (NDB, VOR, ILS, etc.), publicações de cartas de aeródromo e de rotas (ADC, AOC, IAC, PDC, SID, STAR, VAC, ENRC), etc.

6.3.4 OUTROS ELEMENTOS RELACIONADOS AO AMBIENTE OPERACIONAL.

Assim como a infraestrutura aeroportuária e a infraestrutura de tráfego aéreo, existem outros elementos relacionados ao ambiente operacional que necessitam ser explorados, tais como: condições meteorológicas e investigações relacionadas a fauna.

7 PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

A investigação de acidente é um processo sistemático por meio do qual todos os possíveis fatores contribuintes para uma ocorrência aeronáutica são pesquisados e avaliados, até que os fatores prováveis são elencados como contribuintes para a ocorrência.

Embora muitos acidentes pareçam semelhantes a outros, essa percepção pode ser enganosa. Portanto, é imperativo aos investigadores manter a mente aberta de modo a não se concentrar em um único aspecto em detrimento de outros.

Como os acidentes são pouco frequentes, os investigadores devem aproveitar todas as oportunidades para obter conhecimentos com organizações militares, fabricantes de aeronaves, empresas aéreas e outros investigadores de acidentes, a fim de reter o aprendizado e praticar os melhores métodos de investigação. Em caso de uma ocorrência aeronáutica complexa, esses conhecimentos serão úteis para os investigadores determinarem, de forma eficiente, os seus fatores contribuintes.

A investigação de acidentes consiste em três fases:

- a) coleta de dados,
- b) análise dos dados, e
- c) apresentação dos resultados.



Figura 1 - Processo de investigação.

7.1 COLETA DE DADOS

A fase inicial do processo de investigação deve se concentrar na definição e obtenção de dados relevantes para o acidente. Em particular, deve ser dada grande prioridade para dados altamente perecíveis, os quais, normalmente, somente estarão disponíveis nas primeiras horas após a ocorrência aeronáutica.

A coleta de dados, muitas vezes, torna-se um processo contínuo à medida que mais se conhece os eventos envolvidos no acidente. Portanto, os dados recolhidos no início da investigação podem ser combinados com outros dados coletados em fases posteriores como uma forma de reafirmar ou validar possíveis fatores contribuintes não identificados no início da investigação.

A título de exemplo, alguns tipos de dados a serem coletados, imediatamente após a ocorrência, são:

- a) dados básicos do acidente,
- b) dados meteorológicos,
- c) dados técnicos, e
- d) dados de Fatores Humanos.

7.1.1 DADOS BÁSICOS DO ACIDENTE.

Informações importantes devem ser colhidas para facilitar a coleta de dados meteorológicos, da performance da aeronave e os dados de controle de tráfego aéreo. As fontes primárias de tais informações serão obtidas a partir de planos de voo, Serviços de Tráfego Aéreo (ATS), dados de RADAR, navegação e cartas topográficas.

Os dados recolhidos devem incluir:

- a) data da ocorrência;
- b) hora da ocorrência (UTC e LMT);
- c) local da ocorrência;
 - localização geral;
 - coordenada geográfica;
 - elevação e topografia;
- d) a origem do voo;
- e) a altitude de cruzeiro ou nível de voo;
- f) local de destino e/ou de poucos intermediários (com ETAs e ETDs); e
- g) plotes de RADAR.

7.1.2 DADOS METEOROLÓGICOS.

A previsão e as condições climáticas locais podem ter uma importância significativa nas condições de voo e no desempenho da aeronave. Isto incluirá as condições atmosféricas, sol (ou lua), vento e quaisquer considerações incomuns, como cinzas vulcânicas, fumaça, *windshear*, ilusões visuais, congelamento, juntamente com condições que possam ter afetado o perfil de decolagem ou de aterrissagem.

7.1.3 DADOS TÉCNICOS.

Esses dados são obtidos a partir da investigação no local da ocorrência aeronáutica ou em dispositivos de gravação de dados de bordo (CVR, FDR, memórias não voláteis, etc.) e em análise laboratorial de componentes de aeronaves. Essas informações podem fornecer uma base para a reconstituição do voo por meio de simulação.

Outros indícios podem ser descobertos a partir dos registros de manutenção e da pesquisa por ocorrências similares.

7.1.4 DADOS DE FATORES HUMANOS.

Os dados de Fatores Humanos devem trazer informações que permitirão construir um cenário com base em eventos significativos que podem ter ocorrido antes (pré-condições) e durante a ocorrência.

Essas informações devem se basear em dados de ordem biológicas, fisiológicas, individuais, psicossociais e organizacionais, o que permitirá melhor entendimento de como os vários componentes sistêmicos interagiram e interferiram no desempenho dos profissionais envolvidos na ocorrência.

Esse dados podem ser obtidos por meio do levantamento do histórico de inspeções de saúde realizadas; de exames toxicológicos; de documentações pertinentes; de entrevistas com os envolvidos diretos (quando possível) e indiretos na ocorrência; dentre outros meios que a situação favorecer.

As entrevistas devem ser realizadas o mais rapidamente possível, enquanto as lembranças das testemunhas são claras e não estão contaminadas por conversas com outras pessoas.

Os resultados das autópsias e a reconstituição das ações da tripulação por meio das gravações de voz do *cockpit* e das gravações do controle de tráfego aéreo podem fornecer indicadores para as ações da tripulação, bem como para comportamentos e dinâmicas estabelecidas por eles durante o voo.

7.2 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados pode ser realizada em paralelo com a coleta de dados. Muitas vezes, a análise de dados inicia perguntas adicionais que requerem maior coleta de dados, simulações ou pesquisas.

Raramente, as análises serão resultantes de um fator isolado. Discussões regulares entre os vários membros da equipe de investigação são necessárias, a fim de coletar e processar todos os dados relevantes.

7.3 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A apresentação dos resultados da investigação à sociedade será realizada por meio dos Relatórios Finais que devem ser confeccionados conforme os protocolos contidos nas normas do SIPAER, de acordo com os modelos definidos pelo CENIPA e nos formatos descritos neste manual.

8 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS E DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

É essencial que a magnitude das tarefas e o âmbito da investigação sejam avaliados em um estágio inicial, de modo que o tamanho da equipe de investigação possa ser planejado, e as expertises adequadas possam ser requisitadas para a investigação. Para atingir seu objetivo, a investigação deve ser devidamente organizada, efetivada, coordenada e supervisionada por pessoal técnico qualificado.

Com base na avaliação das informações contidas na notificação ou quaisquer outras informações disponíveis, a organização encarregada da investigação deve primeiro decidir sobre o tipo e o alcance da investigação e nomear o Investigador-Encarregado. O Investigador-Encarregado, em seguida, torna-se diretamente responsável pela organização da equipe de investigação e pela atribuição de responsabilidades aos seus membros.

Ao longo da investigação, o Investigador-Encarregado irá gerenciar o andamento da investigação.

O Investigador-Encarregado deve avaliar as evidências e tomar decisões que irão direcionar a extensão e a profundidade da investigação. Deve-se reconhecer que a profundidade vai depender da natureza da ocorrência e, também, da disponibilidade de recursos para a investigação.

Semelhanças entre as ocorrências podem levar os incautos a chegarem a conclusões prematuras. É imperativo que cada investigação seja abordada individualmente em função das circunstâncias da ocorrência. Com base nas evidências descobertas por meio da Ação Inicial, pode ser possível eliminar certos nexos causais, porém, nesta fase, não se deve chegar a conclusões. À medida que a investigação progride, a necessidade de estudos extensos em uma ou mais áreas específicas pode tornar-se uma realidade.

Note-se que esta afirmação anterior, não pretende passar a impressão de que amplos estudos técnicos precisam ser executados em qualquer investigação ou que toda investigação deva abranger todos os aspectos da operação de uma aeronave.

8.1 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS

Acidentes que resultem na perda de uma grande quantidade de vidas, que envolvam questões de segurança do transporte aéreo público, ou que sejam do interesse público podem demandar um maior esforço para que todos os elementos envolvidos na ocorrência sejam explorados.

A investigação de um acidente de maior complexidade normalmente requer uma equipe considerável de investigadores para cobrir todos os aspectos da ocorrência. Essa equipe deve ser conduzida por um Investigador-Encarregado que tenha um profundo conhecimento da legislação nacional e dos regulamentos aplicáveis, uma sólida compreensão das normas internacionais, das práticas recomendadas, das diretrizes e protocolos de investigação e experiência na realização de investigações de acidentes envolvendo aeronaves de grande porte.

O Investigador-Encarregado será o responsável pela gestão e condução de todos os processos da investigação desde o seu início, até a apresentação do relatório final para a aprovação do CENIPA.

A abrangência e o escopo da investigação, bem como, o tamanho e a organização da equipe de investigação deve basear-se nas circunstâncias do acidente. A esse respeito, o Investigador-Encarregado deve considerar a criação de grupos de trabalho, se necessário, para cobrir as diversas áreas da investigação. A quantidade de grupos e o número de membros alocados para cada grupo dependerá do tipo e da complexidade do acidente.

Normalmente, o Investigador-Encarregado conduzirá os vários grupos de trabalho. Os grupos podem ser constituídos, quando apropriado, de outros investigadores das autoridades de investigação dos demais Estados envolvidos na ocorrência, bem como, por técnicos do operador, do fabricante da aeronave e/ou do motor e das agências de regulação da aviação civil, que podem contribuir com sua experiência para a investigação.

É recomendado que os representantes acreditados não sejam alocados a um grupo de trabalho em particular, pois essa participação pode afetar negativamente a sua disponibilidade para as responsabilidades inerentes à sua função como representantes de seus Estados.

O Capítulo 5 do Anexo 13 da ICAO detalha as responsabilidades e os direitos dos Estados envolvidos em uma investigação. Em resumo, os membros dos Estados participantes de um grupo de investigação podem, normalmente, ter acesso a toda a informação relevante, às descobertas no curso da investigação e podem acompanhar a investigação até que o relatório final seja concluído. Os demais especialistas devem, normalmente, ter acesso às informações necessárias para que possam prestar assessoramento na sua área de especialização.

Um acidente de grande complexidade é sempre um evento significativo que pode pôr à prova a competência da autoridade de investigação.

A credibilidade da autoridade responsável pela investigação, da investigação em si, do relatório e das recomendações dependerão da independência e da capacidade de comunicar as informações da investigação em momento oportuno para as entidades que tenham interesse nos resultados, incluindo as entidades externas, como: os sobreviventes, os familiares das vítimas e os meios de comunicação.

Nenhuma informação deve ser divulgada sem a aprovação do CENIPA, uma vez que se devem observar a Seção III do Capítulo IV do CBA que trata do “Sigilo Profissional e da Proteção à Informação”. Na maioria das situações, o Investigador-Encarregado poderá ser delegado para essa função.

8.1.1 ASPECTOS DA RESPOSTA À NOTIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS

A notificação imediata de acidentes para a autoridade (nacional/internacional) de investigação de acidentes é essencial, pois o bom andamento de uma investigação requer a chegada rápida dos investigadores no local do acidente. Qualquer atraso na sua chegada pode resultar na deterioração ou desaparecimento de evidências perencíveis, deslocamento ou manuseio inadequado dos destroços, a corrosão dos destroços, e desfiguração das marcas no solo.

Para o caso de um acidente de grande complexidade, as dificuldades de comunicação e tempos de viagem prolongados podem atrasar a chegada de representantes acreditados, consultores, operadores e fabricantes ao local do acidente. Além disso, a perda de

contato com entidades durante a viagem pode adiar desnecessariamente a formação da equipe de investigação e o início da fase de campo da investigação.

Neste sentido, um representante acreditado deve fornecer ao Investigador-Encarregado as suas informações de contato em rota e as informações de um contato fixo para o período de viagem.

8.1.2 ACESSO À DOCUMENTAÇÃO

Desde a fase inicial da investigação, é importante garantir o acesso aos documentos operacionais e de manutenção da aeronave acidentada e todos os outros documentos relevantes para a ocorrência.

Os documentos necessários para a investigação dependerão da natureza do acidente. O investigador deve decidir, o mais rapidamente possível, quais os documentos que precisam ser obtidos e deve assegurar que as organizações envolvidas sejam contatadas e convidadas a apresentar os documentos.

Operador, oficinas de manutenção, órgãos prestadores de serviços de tráfego aéreo, prestadores de serviços aeroportuários, autoridades da aviação civil e os serviços meteorológicos são exemplos de organizações que devem ser informadas, logo que possível, da necessidade de apresentarem os documentos necessários para a investigação.

Normalmente, o Investigador-Encarregado ou um representante entrará em contato com tais organizações por telefone, por e-mail ou qualquer outro meio adequado para assegurar o acesso aos documentos necessários e às gravações.

O investigador deve lembrar aos representantes credenciados, ao operador e aos fabricantes que os documentos solicitados são necessários urgentemente. Estes documentos podem ser fornecidos eletronicamente via e-mail ou, em alternativa, pode ser transportado para o local do acidente como bagagem pessoal a bordo de aeronaves.

Se julgar pertinente, o Investigador-Encarregado poderá enviar uma equipe para agilizar a retirada de toda a documentação necessária.

8.1.3 ASPECTOS DA AÇÃO INICIAL DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS

A responsabilidade pela realização da Ação Inicial de uma ocorrência aeronáutica será do CENIPA, SERIPA, Organização Militar (OM) ou Elo-SIPAER, conforme estabelecido nas NSCA 3-6 e NSCA 3-13.

Ao chegar ao local da ocorrência, os investigadores devem se reunir com líderes das equipes de combate a incêndio e resgate, da polícia, da defesa civil e de outros órgãos relacionados, para que sejam estabelecidas as competências, os procedimentos a serem adotados e as prioridades. Na maioria dos casos, o investigador será a única pessoa na área com conhecimento das legislações que versam sobre as responsabilidades e competências do investigador do SIPAER na área dos destroços. Para tanto, é importante tomar conhecimento da legislação descrita no Capítulo 5, a fim de assessorar/orientar as autoridades policiais presentes no local.

Muitos problemas na Ação Inicial são decorrentes da falta de coordenação. Todas as organizações envolvidas, como Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícias têm sua

prioridade. Mas a Lei Federal nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986 diz, em seu artigo 86: “compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos planejar, orientar, coordenar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos.” Mais adiante, no artigo 89, dispõe: “exceto para efeito de salvar vidas, nenhuma aeronave acidentada, seus restos ou coisas que por ela eram transportadas, podem ser vasculhados ou removidos, a não ser em presença ou com autorização de autoridade aeronáutica.”

Assim, a prioridade do investigador no local do acidente, após a remoção dos sobreviventes está assegurada por lei. Converse com as autoridades locais para evitar desentendimentos posteriores.

O coordenador da segurança do sítio de destroços (que deverá ser, preferencialmente, uma autoridade policial) em nome do investigador no comando da Ação Inicial, deve avaliar as circunstâncias da ocorrência, a geografia e os limites do site, os riscos existentes e os requisitos para garantir a segurança do *site*. Quando estiver pronto para assumir o controle, o coordenador da segurança deve estabelecer os limites do local, a segurança e os procedimentos de controle de acesso.

O atendimento aos sobreviventes é a prioridade maior e fica a cargo das equipes de salvamento. Na medida do possível essas equipes devem atuar sem destruir as evidências materiais, nem aumentar os danos já existentes. Para isso, elas devem ter recebido uma orientação prévia.

As pessoas encarregadas da retirada das vítimas devem registrar suas observações sobre posição e número dos assentos onde estavam os sobreviventes ou vítimas.

Em acidentes com fatalidades, geralmente existe uma grande pressa em retirar os corpos. Esta pressa pode causar enormes transtornos para o resto da investigação. Nesse caso, oriente sua equipe para registrar a posição dos corpos antes de retirá-los ou que faça a retirada de forma cautelosa para evitar a destruição das evidências materiais. Coordene com as autoridades médicas ou peça ao médico de sua equipe que o faça para a obtenção da cópia do atestado de óbito e dos exames de dosagem de álcool, drogas ou inalação de fumaça.

8.1.3.1 Constituição da Equipe de Ação Inicial

O tamanho e a organização da equipe de Ação Inicial devem ter, como base, as circunstâncias do acidente e a complexidade da investigação. O Investigador-Encarregado deve verificar:

- a) os requisitos de conhecimento para a condução da investigação;
- b) a experiência disponível;
- c) as lacunas de especialização; e
- d) como preencher tais lacunas.

A maioria dessas lacunas de especialização pode ser preenchida com o auxílio de investigadores das autoridades de investigação dos demais Estados envolvidos na ocorrência, por técnicos do operador envolvido na ocorrência e do fabricante. O número de grupos e o número de pessoal alocado para cada grupo irá depender do tipo e complexidade do acidente. O Investigador-Encarregado deve nomear um responsável por liderar cada grupo de investigação.

Os grupos de investigação podem ser organizados, dentro das respectivas áreas, da seguinte forma:

- a) grupos da área de investigação dos fatores humanos:
 - aspectos médicos;
 - aspectos psicológicos;
 - responsáveis em colher dados de testemunhas;
 - capacidade de sobrevivência e de segurança da cabine/resistência ao impacto.
- b) grupos da área de investigação do fator material:
 - projeto;
 - estruturas;
 - sistemas; e
 - motores.
- c) grupos da área de investigação do fator operacional:
 - operações;
 - registros e manutenção;
 - dados do sítio de destroços;
 - performance da aeronave;
 - análise de fotos e vídeos;
 - gravadores de voo;
 - meteorologia e Serviços de Tráfego Aéreo; e
 - infraestrutura aeroportuária.

Enquanto se desenvolvem as ações de salvamento, estabeleça uma base de operações. Muitas pessoas vão precisar fazer contato com o Investigador-Encarregado para obter informações sobre o acidente, assim como serão necessários meios de comunicação para solicitar apoio para o levantamento de dados. Se o Investigador-Encarregado for direto para o local dos destroços, estes contatos serão dificultados.

Escolha, como base, um local próximo à cena do acidente, aonde se possa trabalhar, guardar seu equipamento e comunicar-se com pessoas e entidades não presentes e que necessitem ser contatadas. A sugestão é um hotel com sala para reuniões, telefone e *internet*.

Para gerir eficazmente a investigação, o Investigador-Encarregado deve ser mantido informado sobre o andamento da investigação. Neste sentido, a comunicação aberta entre todos os membros da equipe é fundamental. Para atingir este objetivo, o Investigador-Encarregado deve considerar o seguinte:

- a) o mais cedo possível, depois de chegar ao local do acidente, ele deve realizar uma reunião organizacional. Durante esta reunião, o Investigador-Encarregado deverá atribuir responsabilidades aos grupos de investigação;
- b) deve verificar se a equipe está preparada para permanecer no local, se há apoio necessário (alimentação, água, hospedagem, transporte, primeiros socorros etc.);
- c) diariamente, realizar reuniões da equipe ao final do dia. O objetivo destas reuniões deve ser o de determinar o progresso e o status da investigação, para identificar as questões estratégicas que afetem a investigação e para

- identificar eventuais problemas de segurança significativos;
- d) nas reuniões de pôr do sol, o chefe de cada grupo de investigação deve relatar o trabalho concluído, as informações factuais levantadas, trabalhos não terminados e quaisquer problemas de segurança identificados; e
 - e) estabelecer o plano de investigação para o dia seguinte.

Logo depois de um acidente aeronáutico é comum que uma multidão de curiosos corra para o local. Muitas vezes as pessoas saqueiam peças da aeronave e pertences das vítimas.

Estes itens podem fazer falta na investigação. Tome providências para evitar que isto ocorra. Deve-se pedir apoio à autoridade policial da área, no sentido de assegurar que os destroços fiquem protegidos.

Outra preocupação é a proteção contra mau tempo. A água da chuva pode penetrar nos tanques e prejudicar a análise posterior do combustível ou ainda desmanchar as marcas de fogo. Sempre que possível, uma proteção com lona ou similar deve ser colocada sobre as partes de interesse à investigação.

Antes de finalizar todos os trabalhos no local da ocorrência, o investigador responsável deve certificar-se do seguinte:

- a) os chefes dos grupos de investigação devem recolher cópias de todas as fotos e relatórios elaborados por membros da equipe, preparar as notas de campo (*field notes*) do grupo sobre o trabalho concluído e o trabalho que ainda precisa ser feito. Recolher os arquivos de todos os documentos, gravações e componentes selecionados para análise em laboratório;
- b) revisar os *field notes* de cada grupo e examinar o estado das listas de verificação e dos planos de investigação para a fase pós-campo, incluindo as tarefas e prazos requeridos;
- c) atualizar o plano de investigação, incluindo as tarefas de investigação concluídas e o trabalho de investigação restante;
- d) realizar uma reunião final da equipe atribuindo tarefas e prazos aos chefes dos grupos de investigação;
- e) assegurar que todos os destroços de interesse tenham sido removidos do local e que todos os destroços não necessários para a investigação sejam destinados à autoridade policial responsável pela investigação criminal (quando aplicável) ou devolvidos aos legítimos proprietários; e
- f) transferir a responsabilidade do local do acidente para a autoridade local competente ou ao proprietário da aeronave para a remoção dos destroços.

8.1.4 ASPECTOS DA INVESTIGAÇÃO PÓS-CAMPO DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS

Após a Ação Inicial, o trabalho de investigação prosseguirá e o Investigador-Encarregado deverá trabalhar com afinco para manter e gerenciar o andamento da investigação.

Em geral, esta fase envolve a coleta contínua e a validação das evidências; consulta aos dados de empresas, aeronaves, instalações, regulações e outros registros; o exame em laboratório dos destroços selecionados; o ensaio dos componentes e sistemas selecionados; a leitura e a análise das gravações; a realização de outras entrevistas; a determinação da sequência dos eventos; a análise de todas as informações da investigação; e a conclusão de relatórios técnicos dos grupos, se houver.

Via de regra, toda ocorrência aeronáutica de grandes proporções acarreta investigações criminais paralelas. Nesses casos, especial atenção deverá ser dada por ocasião da realização de ensaios destrutivos em componentes e/ou sistemas da aeronave, uma vez que estes podem ser de interesse da autoridade policial responsável pela investigação criminal. Sendo a única oportunidade de se realizar tais testes, as autoridades policiais devem ser informadas e convidadas a acompanharem os trabalhos dos técnicos.

De maneira similar, valendo-se da precedência de investigação (conforme o Art. 88-C do CBA), o contato com as autoridades policiais poderá trazer novas informações factuais úteis para a fundamentação das análises e conclusões da investigação SIPAER.

Esta etapa da investigação pode levar muitos meses, dependendo do tamanho e da complexidade dos aspectos envolvidos. É sempre um desafio garantir que a investigação continue a progredir após a Ação Inicial, geralmente porque os membros da equipe de investigação não permanecem reunidos centralmente e a experiência sobre o assunto já não estará prontamente disponível.

Como resultado, os encarregados de cada fator e o Investigador-Encarregado terão que aumentar seus esforços para manter a comunicação com os membros da equipe e garantir que as tarefas de investigação sejam concluídas a tempo. O Investigador-Encarregado deve convocar reuniões regulares para orientação da equipe e convocar reuniões adicionais para questões importantes ou para questões que possam exigir alguma alteração no plano de investigação.

É prudente que o Investigador-Encarregado convoque uma reunião de planejamento logo após o retorno da equipe da cena do acidente. A reunião deve ser composta pelos encarregados de cada área de investigação e deve prever uma discussão no âmbito da investigação, atendimento às demandas primárias, bem como o agendamento de futuras ações de investigação.

8.1.5 ASPECTOS DA PUBLICAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE OCORRÊNCIAS COMPLEXAS

A comunicação oportuna e eficaz das informações relativas à investigação (informações preliminares, outros relatórios, declarações provisórias, relatórios finais e recomendações de segurança) é importante para garantir que todos os envolvidos na ocorrência (familiares, operadores, etc.) sejam mantidos informados do andamento da investigação e das possíveis deficiências descobertas.

Recomenda-se que o Investigador-Encarregado realize uma coletiva de imprensa no primeiro momento que dispuser de informações preliminares suficientes para informar as circunstâncias em que o acidente ocorreu. Nesse momento, não se deve expor qualquer tipo de análise ou conclusão, mesmo que preliminarmente, mas, sim ater-se aos fatos. Tal recomendação visa a evitar especulações e a divulgação de falsas informações que poderão ser prejudiciais aos envolvidos, aos familiares das vítimas e ao andamento da investigação.

A publicação do relatório final da investigação, incluindo as suas recomendações, será o catalisador para evitar novas ocorrências. Portanto, o relatório final deve estabelecer em detalhe o que aconteceu, como aconteceu e por que isso aconteceu.

8.2 INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

A investigação de incidentes e de acidentes pode ser conduzida por um único investigador, às vezes, assistido por outro investigador. Em tais situações, o Investigador-Encarregado terá a responsabilidade pela notificação/confirmação da ocorrência, pela organização e realização da investigação, atuando de acordo com sua experiência. Dependendo das circunstâncias da ocorrência, outros especialistas (como os serviços de tráfego aéreo, de performance da aeronave, gravadores, fator material ou fatores humanos) podem ser incluídos na equipe de investigação.

Quando há uma ocorrência em um campo de pouso, provavelmente haverá uma pressão significativa para remover os destroços para que as operações normais sejam retomadas. Na mesma linha, incidentes que ocorrem em voo ou em área de manobras do aeroporto, podem resultar em uma pressão significativa para mover a aeronave e devolvê-la às operações normais. Em ambas as situações, a principal preocupação para a investigação deve ser o potencial de perda de evidências. A este respeito, o investigador pode priorizar o levantamento de dados do sítio de destroços e/ou da aeronave antes de sua remoção.

No caso de incidentes em que haja pouco ou nenhum dano, provavelmente haverá uma pressão significativa para retornar a aeronave para as operações normais, e a remoção de um gravador pode atrasar o retorno de uma aeronave ao voo. Assim, o investigador deverá priorizar suas ações de forma a garantir que as gravações de voo serão devidamente protegidas, determinar se as gravações são necessárias para as investigações e, se necessário, fazer o *download* das gravações.

8.2.1 ASPECTOS DA RESPOSTA À NOTIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

A incerteza sobre as circunstâncias das ocorrências e uma percepção de que elas podem ser eventos de baixa relevância, frequentemente levam a atrasos e a notificações incompletas. Tais atrasos geralmente levam à perda de evidências perecíveis.

Para tanto, os investigadores deverão entrar em contato imediato com a fonte da informação para garantir que todas as informações necessárias sejam prestadas e para determinar quais ações já foram tomadas em resposta à ocorrência.

O investigador deve notificar o CENIPA e outras organizações que possam estar envolvidas (como SALVAERO, CCI de organizações militares e/ou órgãos ATS).

Informar ao operador sobre a sua responsabilidade de proteger o sítio da ocorrência (aeronave, destroços e outros equipamentos envolvidos) para garantir a sua conservação, bem como, a necessidade de preservar e fotografar qualquer evidência perecível.

Garantir toda a documentação/registros associados à ocorrência, e obter os nomes e informações de todos aqueles que podem ter envolvimento no voo da ocorrência ou de todas as testemunhas oculares.

8.2.2 ACESSO À DOCUMENTAÇÃO

Desde a fase inicial da investigação, é importante garantir os documentos operacionais e de manutenção da aeronave da ocorrência, bem como todos os outros documentos relevantes. O investigador deve decidir, o mais rapidamente possível, quais os documentos que precisam ser obtidos e entrar em contato com as organizações para recolher tais documentos.

Operador, oficinas de manutenção, órgãos prestadores de serviços de tráfego aéreo, prestadores de serviços aeroportuários, autoridades da aviação civil, e os serviços meteorológicos são exemplos de organizações que devem ser informadas, logo que possível, da necessidade de apresentarem os documentos necessários para a investigação.

Normalmente, o Investigador-Encarregado ou um representante entrará em contato com tais organizações por telefone, por e-mail ou qualquer outro meio adequado para assegurar o acesso aos documentos necessários e às gravações.

Gravadores de voo são uma importante fonte de informação factual para as investigações e, antes de exigir que um FDR ou CVR seja removido de uma aeronave, as seguintes condições devem ser consideradas com cuidado:

- a) os dados gravados são vitais ou úteis para a investigação?
- b) os dados podem ser obtidos a partir de outras fontes?
- c) é possível obter uma cópia dos dados sem a remoção do gravador da aeronave (via QAR, por exemplo)?
- d) se uma cópia de gravações não puder ser obtida no local da aeronave, qual o período de tempo em que a aeronave poderá permanecer com o gravador indisponível?

Nota. O Anexo 6 da ICAO estabelece que "registradores de voo não devem ser desligados durante o voo". Além disso, as listas de equipamentos mínimos das aeronaves normalmente não permitem que uma aeronave voe com um gravador de voo removido ou desativado, após um período determinado de tempo.

8.2.3 ASPECTOS DA AÇÃO INICIAL DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

A responsabilidade pela realização da Ação Inicial de uma ocorrência aeronáutica será do CENIPA, SERIPA, Organização Militar (OM) ou Elo-SIPAER, conforme estabelecido nas NSCA 3-6 e NSCA 3-13.

Muitas vezes, o investigador só conseguirá atingir a cena do acidente horas após e até mesmo no dia seguinte, devido à localização dos destroços. Desse modo, recomenda-se que o investigador requeira as seguintes tarefas básicas a quem já está no sítio do acidente:

- a) cobertura fotográfica dos destroços e marcas deixadas pelo impacto;
- b) preservação dos destroços para evitar perdas ou outros danos não relacionados ao acidente;
- c) localização e preservação de qualquer parte da aeronave que esteja distante dos destroços principais, registrando e medindo as distâncias a partir da concentração dos destroços; e
- d) identificação com nome, endereço e telefone de todas as testemunhas visuais ou pessoas que tenham realizado qualquer tipo de registro (fotografia ou vídeo) no sítio de acidente.

Ao chegar ao local da ocorrência, os investigadores devem se reunir com líderes das equipes de combate a incêndio e resgate, da polícia, da defesa civil e de outros órgãos relacionados, a respeito dos procedimentos a serem adotados e das suas prioridades. Na maioria dos casos, o investigador será a única pessoa na área com conhecimento das legislações que versam sobre as responsabilidades e competências do investigador do SIPAER na área dos destroços. Para tanto, é importante tomar conhecimento da legislação descrita no Capítulo 5, a fim de assessorar/orientar as autoridades policiais presentes no local.

O investigador deve avaliar as circunstâncias da ocorrência, a geografia, as condições e os limites do sítio, os riscos existentes e os requisitos para garantir a segurança. O investigador deve estabelecer limites do local, segurança e procedimentos de controle de acesso. É prudente solicitar apoio de autoridades policiais locais para garantir o isolamento do local do acidente. Isso permite, ao investigador, concentrar-se em outros assuntos relativos à coleta de dados.

O atendimento aos sobreviventes é a prioridade maior e fica a cargo das equipes de salvamento. Na medida do possível essas equipes devem atuar sem destruir as evidências materiais, nem aumentar os danos já existentes. Para isso, elas devem ter recebido uma orientação prévia.

As pessoas encarregadas da retirada das vítimas devem registrar suas observações sobre posição e número dos assentos onde estavam os sobreviventes ou vítimas.

Em acidentes com fatalidades, geralmente existe uma grande pressa em retirar os corpos. Esta pressa pode causar enormes transtornos para o resto da investigação. Nesse caso, oriente a equipe de resgate para registrar a posição dos corpos antes de retirá-los ou que

faça a retirada de forma cautelosa para evitar a destruição das evidências materiais. Coordene com as autoridades médicas, ou peça ao médico de sua equipe que o faça para a obtenção da cópia do atestado de óbito e dos exames de dosagem de álcool, drogas ou inalação de fumaça.

O investigador deverá preparar-se para as seguintes ações que poderão ser necessárias no local da ocorrência:

- a) localizar os gravadores de voo;
- b) fotografar e gravar vídeos das partes perecíveis e importantes;
- c) recolher evidências e anotações da tripulação;
- d) identificar e fotografar componentes em seus lugares originais;
- e) montar o croqui de distribuição de destroços;
- f) localizar os componentes principais e iniciar buscas por componentes em falta;
- g) avaliar os padrões de falhas gerais (asas, fuselagem e empenagem); e
- h) documentar o ponto de impacto inicial no solo e o caminho seguinte da aeronave.

O investigador também deverá considerar as seguintes atividades:

- a) entrevistar os membros da tripulação da aeronave;
- b) entrevistar testemunhas oculares, incluindo as autoridades locais e os socorristas;
- c) realizar exames preliminares de sistemas, estruturas, motor(es), e hélice(s);
- d) enviar gravadores de voo para um centro de leitura, e efetuar uma avaliação inicial das gravações; e
- e) enviar peças e componentes da aeronave para análises laboratoriais.

Antes de deixar o local da ocorrência, o investigador deve assegurar-se que:

- a) todos os destroços de interesse da investigação foram recolhidos do sítio e preservados da maneira adequada;
- b) todos os destroços não necessários para o investigação foram devolvidos aos legítimos proprietários; e
- c) a responsabilidade pelo local do acidente foi passada para a autoridade local competente ou o proprietário da aeronave.

Para evitar deixar o local da ocorrência sem ter registrado informações essenciais, o investigador deve utilizar um *Checklist* de Ação Inicial.

8.2.4 ASPECTOS DA INVESTIGAÇÃO PÓS-CAMPO DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

Após a Ação Inicial, o trabalho de investigação prosseguirá e o Investigador-Encarregado deverá trabalhar com afinco para manter e gerenciar o andamento da investigação.

Em geral, esta fase envolve a coleta contínua e a validação das evidências; consulta aos dados de empresas, aeronaves, instalações, regulações e outros registros; o exame em laboratório dos destroços selecionados; o ensaio dos componentes e sistemas selecionados; a leitura e a análise das gravações; a realização de outras entrevistas; a determinação da sequência de eventos; a análise de todas as informações da investigação e conclusão de relatórios técnicos e de grupo, se houver. Esta fase pode levar alguns meses, dependendo do tamanho e da complexidade da investigação.

8.2.5 ASPECTOS DA PUBLICAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE OCORRÊNCIAS NÃO COMPLEXAS

A publicação do relatório final da investigação, incluindo as suas recomendações, será o catalisador para evitar novas ocorrências. Portanto, o relatório final deve estabelecer em detalhe o que aconteceu, como aconteceu e por que isso aconteceu.

Para a publicação de relatórios de ocorrências, as quais, o tipo de operação seja de menor complexidade, o CENIPA desenvolveu o Relatório Final Simplificado que contém o histórico do voo, informações sobre as deficiências constatadas pela investigação, a análise, os resultados, os fatores contribuintes e as recomendações de segurança para que as ações preventivas sejam adequadamente implementadas.

9 AÇÃO INICIAL

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O investigador deve tentar “ver” todas as evidências no sítio ou ao redor dele e coletar o máximo de informações disponíveis para, tão logo possível, desenvolver um plano geral da investigação a ser realizado. O objetivo não é solucionar a investigação de imediato, na verdade este tipo de atitude é contraprodutiva e bem característica no caso de investigadores com pouca experiência.

Deve-se ressaltar que o objetivo dos investigadores, nesta fase, nunca será o de realizar qualquer tipo de análise ou estabelecer conclusões sobre as causas do acidente.

Existe a necessidade de uma prévia coordenação com outros órgãos como: autoridade policial local, corpo de bombeiros local, defesa civil, autoridade de aviação civil, fabricante da aeronave, operador da aeronave e outros, conforme a necessidade.

Logo após o acidente, a prioridade será a de permitir que as equipes de emergência prestem o socorro aos sobreviventes e evitem o agravamento das suas consequências. Somente após a área ter sido liberada pelas equipes de emergência e haver a confirmação de que o local não representa riscos à condução dos trabalhos pelos investigadores, os destroços poderão ser acessados.

Muitas pessoas estarão dispostas a ajudar. Deve-se fazer o possível para coordenar os trabalhos de todos os envolvidos e permitir o acesso somente de pessoas envolvidas com a Ação Inicial.

Para proceder à Ação Inicial, o investigador deverá contar com equipamentos que lhes permitam examinar os destroços, localizar os pontos de impacto, identificar partes, verificar a distribuição de peças e registrar suas observações.

9.2 MEDIDAS DE PREVENÇÃO A LESÕES OU DOENÇAS DECORRENTES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Antes de iniciar qualquer procedimento de investigação junto ao local do acidente, o Investigador-Encarregado (IIC) deve colher todas as informações possíveis junto ao operador da aeronave relativas à presença de materiais ou substâncias que possam oferecer perigo à saúde humana, tanto as transportadas como carga, quanto as presentes nos sistemas da aeronave.

Ao tomar conhecimento da possível presença de material explosivo, material radioativo, substâncias tóxicas, cargas biológicas de risco à saúde humana ou qualquer outro tipo de carga perigosa, o Investigador-Encarregado deverá interromper de imediato quaisquer procedimentos de investigação, eventualmente iniciados, e comunicar ao CENIPA.

Ao ser informado, o CENIPA estabelecerá contato com as secretarias de defesa civil, secretarias de segurança pública ou órgãos da vigilância sanitária, a fim de solicitar procedimentos de descontaminação de substâncias tóxicas, neutralização de explosivos ou descontaminação biológica e/ou estabelecerá contato com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a fim de prover apoio à equipe de investigação em casos de suspeita de vazamento de material radioativo a bordo de aeronave envolvida em ocorrência aeronáutica.

Independentemente do conhecimento da existência de material ou substância potencialmente nociva à saúde humana, toda a equipe de investigadores deve utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) básicos, tais como máscaras, luvas e óculos de proteção, dentre outros que deverão estar presentes no *kit* de investigação.

Os restos mortais, bem como o material oriundo de exumação, somente devem ser recolhidos ou movimentados pela autoridade competente para tal.

A realização de necropsia em tripulante falecido em acidente aeronáutico será conduzida por instituto médico-legal ou preposto do local, podendo ser acompanhada por médico componente da Comissão de Investigação, a fim de orientar os interesses específicos da investigação do acidente aeronáutico, resguardados os procedimentos legais e os cuidados técnicos pertinentes ao procedimento.

Os investigadores deverão observar os procedimentos pertinentes, com relação aos perigos do sítio do acidente, à utilização de Equipamentos de Proteção Individual, aos cuidados com substâncias contaminantes nocivas à saúde, ao revezamento de investigadores e repouso adequado.

Os investigadores deverão adotar precauções com cargas perigosas, conforme disposto em regulamentos e instruções da ANAC, que tratam do transporte de artigos perigosos em aeronaves civis.

Os investigadores deverão tomar conhecimento dos regulamentos e instruções da ANAC, que tratam das orientações quanto aos procedimentos para a expedição e transporte de substâncias biológicas e infectantes em aeronaves civis e tomar conhecimento dos regulamentos e instruções da ANAC, que tratam das normas para o transporte de cadáveres em aeronaves civis.

Todos os investigadores militares deverão ser submetidos às inspeções de saúde regulares previstas na ICA 160-01 (Instruções Reguladoras das Inspeções de Saúde) da Diretoria de Saúde da Aeronáutica, a fim de terem avaliadas as suas condições psicofísicas e seguir o calendário de vacinação de rotina para adultos, no mínimo, conforme o disposto abaixo:

VACINAS	POSOLOGIA
Difteria / Tétano (Dupla Adultos)	Após vacinação básica, manter uma dose a cada 10 anos.
Gripe (Vaxigrip)	Uma dose anual.
Pneumocócica (Pneumo23)	Repetir a cada cinco anos.
Hepatite B	Vacinação básica três doses (00-03-180) dias.
Hepatite A	Doses: 1 ^a e 2 ^a com intervalo de 30 dias e a 3 ^a , de seis meses a um ano após a 1 ^a dose.
Varicela	Duas doses com intervalo de 4 a 8 semanas.
Febre Amarela	Dose única.

9.3 MATERIAL A SER UTILIZADO NA AÇÃO INICIAL

O material necessário para a realização de uma Ação Inicial dependerá das circunstâncias, do local da ocorrência e do tipo de aeronave. O equipamento poderá ser transportado em uma valise grande, numa bolsa ou em uma mochila, conforme as características do terreno.

Duas boas regras a serem observadas:

- a) traga tudo o que precisar; e
- b) esteja preparado para carregar tudo o que trouxer.

Uma lista com sugestões de itens para um *kit* de investigação pode ser encontrada no Anexo F deste manual.

Importante, também, utilizar um *checklist* para evitar que algum procedimento deixe de ser executado ou algum item deixe de ser observado, durante a condução da Ação Inicial. Recomenda-se ter este manual à disposição para consulta de alguma informação específica.

9.3.1 ITENS DE SOBREVIVÊNCIA

Deve-se levar documento de identificação, credencial SIPAER, cartão de crédito, cheques, dinheiro e roupas adequadas ao clima do local e em quantidade suficiente para passar mais de três dias pelo menos.

As roupas para trabalhar na área dos destroços devem ser adequadas às condições meteorológicas e ao tipo de terreno. Tenha sempre Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para si e para sua equipe. É possível que durante a Ação Inicial seja necessário adquirir mais EPIs para outros envolvidos.

De acordo com a dimensão e o local da ocorrência, deve-se tentar para a necessidade de protetor solar, repelente de insetos, roupas de proteção contra contaminação química e bacteriológica e um kit básico de primeiros socorros.

Esteja preparado para gastos com mão de obra, compra de material ou aluguel de carros ou de equipamentos.

9.3.2 ITENS DE PLOTAGEM

Leve consigo material necessário para a confecção do croqui dos destroços e do perfil do voo da aeronave (bússola, GPS, trena, prancheta, lápis, caneta, papel quadriculado, etc.).

Lembre-se que, a trajetória do deslocamento, o ponto de primeiro impacto e o ponto de parada da aeronave, bem como alturas, ângulos, inclinações, distâncias, marcas no terreno, na vegetação ou em edificações são informações fundamentais para a compreensão da dinâmica do acidente.

Não menos importante é determinar com a maior precisão possível, os horários em que os eventos se sucederam.

9.3.3 ITENS PARA ENTREVISTA

O uso de papel e caneta é trivial, entretanto alguns investigadores fazem uso de gravador. Se preferir utilizá-lo, cheque as condições e a quantidade de fitas/memória disponível e carga das baterias, bem como consulte o entrevistado sobre a gravação, pois é necessária a anuência deste.

Uma orientação mais pormenorizada sobre técnicas de entrevista será tratada no Capítulo 10 deste Manual.

9.3.4 ITENS PARA COLETA DE AMOSTRAS

9.3.4.1 Coleta de amostras de combustível.

Os itens utilizados para a coleta de evidências devem estar previamente limpos e etiquetados com informações sobre o tipo de material obtido. Recomenda-se que esta etiqueta já esteja impressa e devidamente aplicada nos frascos, de forma a facilitar o preenchimento no momento de coleta. Levar sobressalentes.

ETIQUETA DE DADOS	
Matrícula da Aeronave	
Histórico	
Local da coleta	
Tipo de combustível	
Data/hora do acidente	
Data/hora da coleta	
Condições da coleta	
Outros dados	

Figura 2 - Padrão de etiqueta de dados com as informações necessárias para o controle das amostras.

Para a coleta de amostras de combustível, devem-se utilizar seringas com capacidade superior a 100ml, mangueira (plástica ou silicone do tipo usado em hospitais), frascos de vidro escuro, com 1L (um litro) de capacidade, fechado com batoque, tampa plástica, acondicionada em Envelope de Segurança e armazenada em lugar arejado, sem incidência direta de luz e suficientemente distante de fontes de calor.

O Envelope de Segurança deve ser confeccionado com três películas de polietileno, duas de baixa densidade e uma de alta densidade, dispostas alternadamente, coextrusado, com as seguintes dimensões: 260 mm de largura, 360 mm de comprimento e 0,075 mm de espessura das paredes.

O Envelope de Segurança deve possibilitar a verificação de evidência de violação e o sistema de fechamento dos envelopes deve ser resistente a resfriamento, exposição a calor e solventes.



Figura 3 - Exemplo de frasco para amostra de combustível, envelope de segurança, batoque de fechamento e lacre.

9.3.4.2 Coleta de amostras de material orgânico (possível colisão com fauna).

Recomenda-se que o *kit* de coleta de amostras seja composto de:

- a) um par de luvas em látex;
- b) um *swab* (cotonete para coleta de amostra úmida);
- c) um porta-*swab* (caixa de papelão para acondicionamento do *swab*);
- d) álcool *swab* (lenço umedecido em álcool 70% para coleta de amostras ressecadas);
 - alternativamente, pode ser utilizado tubo com álcool. Todavia, é necessário estar seguro de que não ocorrerão vazamentos.
- e) um envelope de papel pequeno (acondicionamento de amostra seca); e
- f) um envelope de papel médio (embalagem externa de cada amostra coletada).

O conteúdo de conjunto e a descrição de procedimentos de coleta podem ser acessados no *site* do CENIPA, se necessário.

9.3.5 EQUIPAMENTO FOTOGRÁFICO

O apoio de um especialista em fotografia auxilia muito o trabalho do investigador, portanto, se possível, tenha um profissional lhe acompanhando sempre.

Caso não disponha do auxílio de um profissional, utilize um equipamento que saiba operar. Portanto, conheça bem a câmera que está em seu *kit*. Tenha sempre pilhas ou baterias reservas para o funcionamento da câmera e não se esqueça de verificar a disponibilidade de memória para uma grande quantidade de fotos (maiores detalhes em 0).

9.3.6 FORMULÁRIOS

Compor um *kit* de investigação com alguns formulários poderá facilitar bastante o trabalho de campo.

Procure levar um formulário de ação inicial, em branco, e preencher com os dados disponíveis, mas sem se ater em análises. Lembre-se: nessa fase, estão sendo levantados os dados e poderá ser necessário rever várias informações importantes para a Comissão de Investigação.

Leve no *kit* também, os formulários de Inventário e de Termo de Transferência de acordo com o estabelecido na NSCA 3-6 ou NSCA 3-13. Esta tarefa é delegada ao investigador que procede à Ação Inicial.

9.3.7 DADOS TÉCNICOS

A utilização de dados relativos à aeronave acidentada como figuras (ou maquetes) que mostram sua forma e as disposições dos instrumentos, comandos e superfícies de comandos, auxiliam na confecção do croqui e na identificação das partes.

9.4 RECUPERAÇÃO DE DESTROÇOS

Algumas vezes, os destroços estarão em local inacessível, como debaixo d'água ou no cume de uma montanha. Estabeleça as próximas ações baseado no seguinte:

- a) destroços submersos: se você não sabe onde os destroços estão, a sua localização poder ser muito difícil e cara. Deve-se avaliar se os custos de localização e recuperação dos destroços valem à pena para a investigação. Se você sabe onde estão os destroços, o custo da recuperação dependerá da profundidade. Normalmente não se consegue recuperar tudo. Deve-se decidir que partes da aeronave interessam e se concentrar nestas. Como regra, os destroços submersos no mar devem ser lavados com água doce e preservados contra corrosão (mais detalhes em 9.6.7.2); e
- b) locais inacessíveis: algumas vezes, os únicos destroços recuperados serão aqueles trazidos por helicóptero ou por equipe de resgate. Se for o caso, a equipe deve ser orientada detalhadamente sobre o que se pretende pesquisar.

9.5 RESTOS HUMANOS

Enquanto isso for um problema, não se aprofunde no levantamento das informações técnicas até que seja resolvido. Identificar onde os restos foram encontrados pode auxiliar ao patologista na identificação dos corpos.

9.6 TÉCNICAS DE AÇÃO INICIAL NO LOCAL DO ACIDENTE

É importante que a equipe de investigadores se atentem para o levantamento de todos os dados possíveis e necessários durante uma Ação Inicial.

Alguns dos métodos de coleta de dados, aqui ilustrados, poderão não ser executados na sua totalidade, durante a atividade em campo. Para a sua conclusão, por vezes, será necessário algum trabalho adicional ou análise posterior, no entanto, o conhecimento de tais métodos permitirá, ao investigador, vislumbrar a possibilidade de preservar evidências para a utilização na atividade pós-campo.

O conhecimento de métodos de coleta de dados é fundamental para que o investigador execute uma consistente reunião de evidências que lhes permitirão executar análises abrangentes, sob a óptica de todos os fatores envolvidos, e a fundamentar suas conclusões.

Para tanto, a preservação das evidências passa a ser uma prioridade inicial e, assim, observa-se três erros comuns em um investigador novato ou mal preparado:

- a) abandonar o sítio do acidente sem verificar as informações colhidas pelas primeiras pessoas que alcançaram o crash site e os destroços (geralmente o Corpo de Bombeiros);
- b) tentar “solucionar” o acidente no primeiro momento analisando detalhadamente uma superfície fraturada ou algum outro detalhe ainda obscuro e ignorar o restante dos destroços e o sítio como um todo; e
- c) prematuramente movimentar ou deixar que qualquer parte dos destroços seja descaracterizada sem a completa documentação fotográfica.

9.6.1 INFORMAÇÕES INICIAIS

É provável que você não seja a primeira pessoa a chegar ao local. Procure obter informações, se for o caso, com pessoas que chegaram antes de você, do tipo: modelo de aeronave, quantas pessoas envolvidas, quantas vítimas fatais, se as vítimas foram removidas, qual é a carga, o que foi feito com os destroços para se extinguir o fogo etc.

Procure saber se os destroços foram movimentados e se houve acesso de pessoas aos mesmos.

9.6.2 REUNIÃO INICIAL

Realize uma reunião inicial e descubra o que você tem disponível para lhe ajudar: pessoal, viaturas, helicópteros, meios de comunicação etc. Estabeleça regras para a investigação como, por exemplo: quem é o coordenador, tarefas de cada pessoa, acesso aos destroços, relação com a imprensa etc. Oriente sua equipe para que os destroços não sejam movimentados até que tudo esteja registrado.

9.6.3 REGRAS DE SEGURANÇA

Uma regra é fundamental na investigação de um acidente: NÃO SE MACHUCAR! As coisas já vão bastante mal e não se precisa de vítimas adicionais. O acidente já se consumou, portanto não há pressa.

Os destroços são bastante perigosos: metal retorcido, por exemplo, costuma causar ferimentos nos investigadores. Aqui alguns perigos que você pode antecipar:

- a) químicos: combustível, fluido hidráulico, oxigênio líquido, hidrazina;
- b) vasos pressurizados: acumuladores hidráulicos, amortecedores, pneus, extintores, tanques de combustível pressurizados;
- c) mecânicos: molas, portas de trem de pouso, paraquedas de arrasto;
- d) pirotécnicos: assentos ejetáveis, munição, equipamento de sobrevivência.
- e) higiene: restos humanos; há sérios riscos de transmissão de doenças enquanto se mexe nos destroços. O investigador deve estar protegido com luvas e máscaras; e
- f) diversos: radioatividade, vapores resultantes da queima de material composto.

Se existe presente algum perigo conhecido, tal como munição, hidrazina ou cargas perigosas, adote procedimentos para neutralizar o perigo antes de iniciar a investigação.

9.6.4 CAMINHADA INICIAL PELOS DESTROÇOS

A primeira tarefa do investigador ao chegar ao sítio é conduzir o *walkthrough inspection*.

Caso o investigador tenha a possibilidade de ser apoiado por um helicóptero, ele deve solicitar a possibilidade de circular os destroços em diferentes altitudes e também no perfil e trajetória de voo da aeronave acidentada até o ponto de impacto. Esta é uma excelente oportunidade para uma cobertura fotográfica aérea e para começar a entender o perfil final do voo e a energia dissipada no momento do impacto.

Mesmo que não haja muito tempo disponível, a caminhada proporcionará uma boa perspectiva sobre o acidente e facilitará futuras discussões. Não se detenha em analisar nenhuma parte detalhadamente. Apenas procure ter uma visão geral da distribuição dos destroços e dos danos sofridos.

Procure a primeira peça na sequência de destroços; geralmente é a mais importante. O investigador deve iniciar no ponto final de impacto e caminhar pela trilha dos destroços até o ponto inicial. Se alguma parte ou peça for suspeita de separação da aeronave antes ou depois do impacto, o investigador deverá fazer o caminho inverso com a finalidade de encontrar as partes separadas.

Não movimente os destroços e nem tente encaixar as peças danificadas.

Registre por meio de anotações e fotos todas as marcas expostas no solo e destroços. Após isso, recomenda-se iniciar os seguintes procedimentos:

- a) localize todos os maiores componentes da aeronave antes de qualquer tipo de remoção por parte de curiosos;
- b) identifique cuidadosamente por meio das etiquetas todas as partes da aeronave;
- c) tome cuidado para não mover ou remover qualquer parte dos destroços a não ser que seja absolutamente necessário. Todos os outros profissionais trabalhando no sítio devem ser devidamente orientados;
- d) se existir a informação de que um gravador de dados de voo está entre os destroços, localize o mesmo o mais rápido possível. Antes de remover o gravador de dados documente sua posição em relação aos destroços e fotografe suas condições. Quando possível, remova o gravador de dados com o suporte técnico do operador da aeronave e do fabricante para evitar a possibilidade da perda dos dados; e
- e) fique atento a substâncias ou objetos que não façam parte da aeronave, como: penas ou outras partes de animais e ferramentas que não são comumente encontradas em destroços. Objetos estranhos podem indicar fatores contribuintes para perda de controle da aeronave ou anormalidades (ingestão de fauna ou danos por objetos estranhos).

9.6.5 EXAME INICIAL DOS DESTROÇOS E EVIDÊNCIAS

O exame inicial dos destroços deve estar limitado a procurar indicações óbvias e claras de condições anormais. Para tanto, recomenda-se que os investigadores utilizem o método dos “quatro pontos”.

Este método consiste em procurar a cauda, asas e nariz da aeronave, para o caso de aviões de asa fixa. No caso de aeronaves de asas rotativas é fundamental encontrar todas as pás do rotor principal e de cauda, *boom* de cauda e fuselagem.

Complementando a procura das partes, é necessário encontrar as superfícies de comando primárias e secundárias da aeronave. Caso a aeronave esteja carregando cargas externas, elas podem não ter sido alijadas antes do impacto e devem fazer parte dos itens a serem procurados e inventariados.

Uma boa técnica de manter o controle das peças inventariadas é levar para o sítio do acidente um desenho ou figura da aeronave acidentada com as quatro vistas e fazer anotações, à medida que as partes forem encontradas. Com as várias partes encontradas e anotadas no desenho, as áreas não sombreadas deverão ser procuradas no sítio do acidente.

Uma área maior pode ser coberta com uma equipe espalhada no terreno, distribuindo-se no sentido de dispersão dos destroços e, deste modo, formando-se opiniões independentes de vários pontos de vista.

Uma aeronave, quando impacta contra o solo, deixa marcas e pode formar padrões distintos nos destroços. As marcas no solo podem indicar o padrão do deslocamento do voo, altitude, energia e velocidade da aeronave antes do impacto.

Geralmente, um buraco profundo no solo indica alto ângulo de impacto com alta velocidade e energia, um buraco raso com partes espalhadas pode indicar alto ângulo e baixa velocidade. É importante que o investigador observe características do terreno afetado pelo impacto (duro, mole, seco, molhado, etc.), buscando marcas do primeiro impacto com o solo e verificando, por meio de um exame preliminar, a caracterização das marcas no terreno (maiores detalhes em 9.6.9.1.3).

Identificar qual parte da aeronave colidiu primeiro contra o solo é fundamental. É necessário realizar a documentação fotográfica o mais breve possível com a finalidade de evitar a perda da configuração das marcas com a chuva, por exemplo.

Em caso de fogo em voo ou no solo, evidências de fauna podem ser detectadas pelo cheiro característico. Penas e materiais orgânicos recentemente queimados podem ser detectados pelo olfato, antes mesmo de evidências físicas serem encontradas.

A identificação de espécie e quantidade de fauna ingerida auxilia futuras ações de gerenciamento do risco da fauna e permite verificar se o critério de certificação da aeronave foi atingido. Como podem estar envolvidas condições ambientais, os atrativos de fauna na região onde ocorreu a ingestão também devem ser investigados.



Figura 4 - Exemplo de aeronave com colisão múltipla com fauna (aves).

Um método útil à identificação de múltiplos pontos de impacto com fauna na aeronave (ou motores) inclui o uso da luz ultravioleta.

9.6.6 PRESERVAÇÃO E COLETA DE MATERIAIS PERECÍVEIS

Logo após o impacto e a chegada dos investigadores e curiosos, as evidências iniciam o processo natural de desaparecimento.

Quando os ocupantes de uma aeronave estão em uma situação clara de óbito, os corpos não devem ser removidos até serem fotografados, mesmo que esta tarefa seja realizada pelo pessoal do resgate ou Corpo de Bombeiros. Todos os esforços devem ser envidados para registrar as vítimas quanto à condição do corpo, posição e localização dentro dos destroços. Isso pode ser fundamental para determinar quem estava operando a aeronave e quem estava na condição de passageiro.

Todas as evidências materiais devem ser protegidas de futuros danos. As bordas das superfícies quebradas devem ser cobertas e também deve-se evitar o contato com contaminantes como óleo lubrificante, combustível e outras partes. Não lave, limpe, escove ou junte as partes que pareçam se encaixar, isto pode destruir as marcas que serão fundamentais para exames laboratoriais futuros. De modo similar, marcas deixadas por animais colididos devem ser protegidas e todas as possíveis evidências de colisão com fauna, disponíveis no sítio de destroços devem ser coletadas.

Uma completa verificação deve ser feita em todos os controles, seletores, *switches*, e punhos na área do *cockpit*. Observe uma leitura não perturbada dos instrumentos e indicadores da aeronave. Não movimente ou mude os controles, seletores ou qualquer outro componente que possa fornecer qualquer indicação da posição dos controles e comandos de voo, potência dos motores, configuração da aeronave ou ação da tripulação antes do acidente. Fotografe e registre todas as evidências exaustivamente.

Caso ocorra a necessidade de remover os destroços ou partes dele para a desobstrução de pistas de pouso, pistas de táxi, rodovias e vias de acesso, antes que uma detalhada investigação possa ser conduzida, recomenda-se fazer uma documentação fotográfica. Tal tarefa pode ser realizada preparando-se um acurado diagrama de distribuição dos destroços juntamente com uma completa cobertura fotográfica.

Todos os aspectos da cena do acidente devem ser registrados de forma documental com o máximo de detalhes nas áreas que podem sofrer qualquer tipo de alteração. Ao se movimentar os destroços, todo esforço e atenção devem ser empregados na prevenção de possíveis danos ou perda de evidências. Qualquer alteração que afete os destroços originais durante a remoção deve ser documentada para auxiliar em futuras análises.

Ao iniciar a caminhada pelos destroços, o investigador deve estar alerta para as substâncias que devem ser coletadas para uma análise laboratorial. Essas substâncias são fluidos (combustível, óleo lubrificante e fluido hidráulico); gases (oxigênio, agente extintor de incêndio) ou sólidos (resíduos de fogo, peças de metal partidas e amostras do solo contaminados, pelos, tecidos e partes de animais). Quando a necessidade de recolher uma amostra for identificada pelo investigador, poderá ser necessário decidir entre perturbar ou preservar uma evidência. O ponto de decisão é o investigador ter a plena consciência dos prós e contras de uma imediata coleta de amostras ou deixar as mesmas para um momento posterior.

Algumas sugestões são oferecidas ao investigador para preservar as evidências em situações descritas acima:

- a) amostras - recolha amostras de combustível, óleo e fluido hidráulico, use frascos esterilizados e recolha amostras dos drenos de combustível, da linha ou do tanque; identifique os frascos. Em caso de suspeita de contaminação no local, recolha uma amostra do solo e mande para análise junto com o combustível. Em caso de suspeita de contaminação no abastecimento, recolha uma amostra do caminhão ou tanque de abastecimento. Verifique se havia combustível nos tanques;
- b) marcas de padrão do fogo - a maioria dos padrões de fogo pós-accidente não se altera, contudo, padrões de fuligem e de descoloração podem ser alterados devido à umidade durante a noite, a chuva e o vento. Ao iniciar a caminhada pelos destroços, a equipe de investigadores deve observar qualquer tipo de marcas de padrão de queima no solo e também as indicações de fogo em voo. Elas apresentam características diferentes e serão comentadas adiante (item 9.6.13). Isto não significa que os investigadores devem ficar imersos apenas dentro da área dos destroços. Eles devem procurar por evidências claras (peças de destroços queimadas que estão localizadas fora da área de fogo em solo), por padrões incomuns de fuligem ou depósitos de metais fundidos que caracterizam fogo em voo. O objetivo não é provar que existiu o fogo em voo ou determinar suas fontes, e sim efetuar uma simples avaliação das áreas que necessitarão de uma futura análise laboratorial;
- c) possíveis marcas de sangue, penas, pêlos, tecidos - procurar por padrões fora da normalidade em relação à área ao redor que possam ser material de origem orgânica, coletando todas as evidências disponíveis (esta confirmação só será obtida posteriormente ao exame laboratorial). Cuidado especial é requerido, pois as evidências de colisões com fauna podem ser mínimas, devendo ser coletadas de acordo com o protocolo específico. Os melhores resultados são obtidos de amostras ressecadas (ver item 9.6.6.2);
- d) bulbos de lâmpadas - numerosos pequenos bulbos e seus conjuntos podem ser encontrados na caminhada pelos destroços e cada um deles deve ser identificado, marcado e removido para análise em laboratório. Outro objetivo da remoção dos bulbos é evitar uma inadvertida destruição dos mesmos pelos profissionais de resgate que circulam no meio dos destroços. Será útil na realização de uma análise comparativa em laboratório um número tão grande de lâmpadas quanto possível, portanto, retirar o máximo de lâmpadas dos destroços é fundamental. O exame de qualquer lâmpada disponível ajudará a determinar se a energia elétrica estava em um determinado sistema no momento do impacto. Se o filamento estava quente, ele vai esticar e distorcer substancialmente, porém sem se quebrar. Se o filamento estava frio no impacto, ele vai quebrar, mas não vai falsear a informação, mantendo em pequenos trechos sua forma e padrão original;
- e) desative e recolha o *Emergency Locator Transmitter* (ELT) e o CVR, apesar de não serem perecíveis, exigem análise em laboratório;
- f) cole os papéis soltos, mapas e cartas antes que sejam levados pelo vento ou destruídos pela chuva, documentos da aeronave, de sua carga e dos tripulantes, também devem ser coletados de imediato;

- g) verifique evidência de gelo na estrutura e no carburador, se for o caso;
- h) a posição dos interruptores e leitura dos instrumentos são perecíveis porque as pessoas mexem nos interruptores e mudam a leitura. Faça uma cobertura completa do *cockpit* antes que alguma pessoa tenha acesso;
- i) a posição das superfícies de controle e estabilizadores pode ser mudada durante a investigação, fotografe os atuadores hidráulicos das superfícies de comando e do trem de pouso, de preferência com uma régua para mostrar a sua extensão;
- j) marcas no solo são importantes, principalmente se você tenciona fazer cálculos sobre ângulo de impacto e distância de desaceleração, portanto, meça e fotografe;
- k) em acidentes de pouso ou decolagem, a condição da pista pode ser importante, assim como marcas de derrapagem e das hélices; e
- l) testemunhas - contate as testemunhas visuais do acidente tão logo seja possível. Obtenha nome, endereço, telefone das mesmas para futuras entrevistas. Tenha em mente que uma entrevista com uma testemunha na cena de um acidente é quase inviável. Estabeleça uma relação de diálogo com essas pessoas para futuras interações se necessário. É importante ter em mente que com o passar dos dias as impressões das testemunhas poderão ser alteradas.

9.6.6.1 Cuidados especiais a serem tomados para a coleta de combustível:

A amostra de combustível deve ser coletada, de cada tanque que contenha o combustível utilizado pela aeronave, em frasco de vidro escuro, com 1L (um litro) de capacidade, fechada com batoque, tampa plástica, acondicionada em Envelope de Segurança e armazenada em lugar arejado, sem incidência direta de luz e suficientemente distante de fontes de calor (conforme item 9.3.4.1).

Se houver combustível suficiente, lavar o frasco da amostra de combustível por duas vezes, agitando-o com um pequeno volume (aproximadamente 200 ml) do combustível a ser coletado e, em seguida, descartar o volume usado para lavagem do frasco.

Exceto se a quantidade de combustível não permitir, coletar aproximadamente um litro do combustível a ser usado como amostra e acondicioná-la conforme descrito no item a seguir.

O frasco deve ser acondicionado dentro de um envelope de segurança com uma etiqueta contendo os seguintes dados:

- matrícula da aeronave;
- pequeno histórico do acidente/incidente;
- local da coleta (ex: tanque principal esquerdo);
- tipo de combustível;
- data/hora do acidente e da coleta;
- condições da coleta (vazamento de combustível, do próprio tanque, da tubulação do motor, etc.); e
- outros dados julgados significativos para a realização da análise.

O Envelope de Segurança deve possibilitar a verificação de evidência de violação e o sistema de fechamento dos envelopes deve ser resistente a resfriamento, exposição a calor e solventes.

A solicitação de análise será dirigida ao DCTA, coordenada pela DPAA do DCTA e realizada pela Divisão de Propulsão (APA) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE).

9.6.6.2 Cuidados especiais a serem tomados para a coleta de material biológico provenientes de colisão com fauna

Evite contaminação própria e das amostras utilizando o par de luvas descartáveis de cada kit. O material do kit deve ser utilizado somente uma vez, pois, em colisões múltiplas, mais de uma espécie de fauna pode estar envolvida em diferentes partes da aeronave. O uso de proteção individual adicional (máscaras, óculos, etc.) é estimulado, pois o material biológico é potencialmente nocivo.

Nunca corte penas, arranque-as de asas, dorso, peito e cauda. Nunca utilize alvejantes e fitas adesivas nas amostras. A água pode ser utilizada como último recurso, desde que a amostra esteja seca no momento da embalagem para transporte.

9.6.6.2.1 Animais inteiros

Fotografe as partes disponíveis do animal, especialmente a cabeça. Se for ave, fotografe: bico, patas, dorso e ventre, partes que tenham penas de coloração diferente da predominante - sempre utilize objeto como referência de tamanho.

9.6.6.2.2 Resíduos biológicos

Resíduos secos, que estejam decalcados em partes absorventes da aeronave (estofamento de assentos, etc.), devem ser coletados por meio de recorte na área dos indícios. Caso estes resíduos estejam em peças de menor tamanho, deve-se reservar a peça para coletar amostras posteriormente em laboratório, transportando-as, após secagem. Resíduos em peças de maior tamanho podem ser coletados por raspagem do material biológico, com estilete ou canivete limpo, de modo que os pedaços caiam diretamente dentro do envelope, evitando contaminação. Caso não seja possível efetuar raspagem, por dificuldade de acesso, o material biológico pode ser coletado com uso do lenço umedecido na ponta do swab. Tenha cuidado para não tocar nas amostras até o seu acondicionamento no porta-swab, preferencialmente, após a secagem. Fragmentos de tecido biológico com um centímetro quadrado de área são suficientes para identificação, bastando acondicioná-los no lenço umedecido.

Eventualmente, o material orgânico oriundo de fauna pode estar em partes de cadáveres humanos, como na eventual colisão de ave contra o rosto do piloto. Nestes casos, a coleta é dificultada, mas deve ser realizada, uma vez que a análise genética possibilitará tal distinção posteriormente.

9.6.6.2.3 Acondicionamento e transporte do material

Os indícios devem estar secos antes de serem acondicionados para o transporte, evitando a formação de bolor que destrói o material de interesse. A secagem das amostras, preferencialmente, deve ser feita ao abrigo de luz solar em temperatura ambiente de 25°C.

9.6.6.2.4 Observações

A data da coleta de amostras deve ser registrada em cada kit, a fim de permitir conhecer o tempo decorrido entre a ocorrência e a coleta de amostras.

Os materiais utilizados na coleta de amostras devem ser descartados em conformidade com a legislação em vigor.

As amostras coletadas devem ser enviadas ao CENIPA para a possível identificação de espécies.

9.6.6.3 Cuidados especiais a serem tomados na coleta de partes da aeronave para análise laboratorial

Após se verificar alguns tipos de falhas estruturais, como elas se comportam até a falha final e suas características básicas, é extremamente importante para o investigador saber manusear e tratar os materiais e estruturas suspeitas de ser o resultado de circunstâncias incomuns e anômalas e que deverão ser analisadas em laboratório por especialistas. Qualquer evidência suspeita por menor que seja não deve ser negligenciada pelo investigador. Todas as peças ou itens que serão removidos de um *crash site* devem ser cuidadosamente selados em recipientes totalmente limpos, marcados e datados.

Recomenda-se que tão logo a falha ocorra, seja feita a proteção adequada da fratura e a coleta das primeiras evidências. A proteção das fraturas em materiais e estruturas que serão analisadas em laboratório pode ser feita das seguintes maneiras:

- a) verniz;
- b) esmalte de unha (incolor); e
- c) óleo anticorrosivo.

As amostras com resíduos de corrosão devem ser cobertas com algodão para a preservação de material para futuras análises. Amostras contaminadas com líquidos, pó de extintor etc., devem ser lavadas com água, acetona ou álcool e secas com ar comprimido e, após, serem devidamente embaladas.

9.6.7 GRAVADORES DE DADOS E VOZ

Os investigadores poderão encontrar uma larga variedade de equipamentos modernos que tem a capacidade de armazenar dados, desde simples câmeras portáteis carregadas pelas tripulações e passageiros até os *Flight Data Recorder* (FDR), os quais atendem a requisitos de sobrevivência, e as *Non-Volatile Memory* (NVM), que podem ser encontradas em instrumentos de voo, de navegação ou componentes eletrônicos do motor. Cada um destes equipamentos pode conter dados armazenados que auxiliarão os investigadores se corretamente recuperados e analisados.

O termo "gravadores de voo" engloba vários tipos de gravadores que podem ser instalados em aeronaves para fins de complementação de investigação de acidentes e incidentes. A ICAO recomenda que gravadores de voo integrem as funções normalmente associadas a um *Flight Data Recorder* (FDR) e a um *Cockpit Voice Recorder* (CVR). No entanto, muitas aeronaves também possuem outros tipos de equipamentos com capacidade de gravação que não cumprem requisitos de certificação de sobrevivência da Autoridade de Aviação Civil e são

usados rotineiramente para o acompanhamento das operações aéreas diárias, como, por exemplo: *Global Positioning System (GPS)* portátil, FADEC, DCU, EEC. Estes equipamentos possuem a capacidade NVM (*Non-Volatile Memory*) e podem ser muito úteis para os investigadores no decorrer de uma investigação.

Já, o FDR e o CVR são equipamentos mandatórios (em conformidade com legislações específicas) que fazem parte do processo de investigação de acidentes. No sentido de um uso eficiente, esses equipamentos necessitam ser adequadamente mantidos e documentados. Após a ocorrência aeronáutica, os gravadores necessitam ser localizados rapidamente e transportados de forma adequada ao Laboratório. Seus conteúdos precisam ser analisados por pessoal qualificado aliado às informações recolhidas na Ação Inicial e levantamentos preliminares do investigador.

A inclusão de programas de coleta de dados de voo tem sido um passo importantíssimo na prevenção de acidentes. Paralelamente, os avanços tecnológicos estão modificando continuamente as aeronaves, o que remete à possibilidade de elevar ainda mais a confiabilidade e exatidão das informações associadas ao voo. Neste contexto, a investigação e suas técnicas devem acompanhar constantemente toda a evolução tecnológica das aeronaves e seus assessórios.

A combinação de gravadores, ou seja, gravadores que registram diferentes tipos de informações (dados e voz) em uma mesma unidade, também está se tornando cada vez mais comum. Os gravadores de voo que cumprem requisitos de sobrevivência são projetados para suportar forças de alto impacto, incêndios de curta e longa duração, perfurações e condições ambientais adversas. De modo geral, o fogo é a causa mais comum para que a mídia de gravação não sobreviva a um acidente.

Em um sentido mais específico, os gravadores de voo podem ser divididos da seguinte maneira:

- a) Flight Data Recorder (FDR) - É um equipamento com características de sobrevivência que regista parâmetros de dados de voo e dos sistemas de uma aeronave. Os parâmetros podem ser dedicados exclusivamente ao FDR, e em aeronaves mais modernas, estes também podem ser comutados e utilizados para a operação de outros equipamentos embarcados, como o QAR;
- b) Cockpit Voice Recorder (CVR) - É um equipamento com características de sobrevivência para a gravação do áudio interno no ambiente do *cockpit*, comunicações bilaterais entre a tripulação e o controle de tráfego aéreo, por meio do *Cockpit Area Microphone (CAM)*, *boom microphones*, *Public Address System (PA)* e radio - ATC e outras aeronaves;
- c) Airborne Image Recorder (AIR) - É um sistema com características de sobrevivência que se destina a captar e gravar imagens dentro do *cockpit* (Figura 5). A gravação de imagens ainda não é exigida por qualquer Estado como requisito de certificação. No entanto, vários acidentes têm destacado os benefícios potenciais dessa capacidade no futuro. O termo gravação de “vídeo” foi deliberadamente substituído por gravação de “imagem” para reforçar que a gravação de imagens é uma função independente e que a razão de quadros necessários para imagens em uma investigação de acidentes é muito menor do que uma típica gravação padrão em vídeo de 30 quadros/segundo. O número de 5 quadros/segundo já é considerado

adequado para capturar um movimento e dessa maneira um maior tempo de gravação pretere maiores razões de quadro/segundo em equipamentos deste tipo;



Figura 5 - Imagem de um *Airborne Image Recorder* (AIR)

- d) Data Link Recording - É um equipamento com características de sobrevivência que registra mensagens digitais transmitidas entre a aeronave e o solo. Este equipamento de comunicação substitui muitas das tradicionais mensagens de intercâmbio de voz entre uma aeronave e o controle de tráfego aéreo. *Data Link Recording* proporciona mensagens gravadas com um tempo de duração aproximado à de um CVR;
- e) Combined Recorder ("combi") - É um equipamento com característica de sobrevivência que registra mais de uma função em uma única caixa. Normalmente, uma combinação incorpora as funções de FDR e CVR, mas também pode acomodar *Image* e *Data Link Recorder*, conforme aplicável. Por questões de redundância, a maioria dos Estados exige pelo menos duas caixas instaladas em qualquer aeronave comercial de grande porte se um gravador combinado é utilizado; e
- f) Quick and Direct Access Recorder (QAR/DAR) - É um equipamento sem características de sobrevivência para a gravação de dados e parâmetros de voo que geralmente contém um tempo de gravação maior que um FDR, possui uma memória removível para a facilidade de obtenção dos dados de voo ou uma opção de *download* sem fio. O QAR e DAR podem registrar um fluxo de dados idênticos ao do FDR, e em alguns casos, recebem diferentes fluxos de dados que podem capturar parâmetros adicionais
- g) Automatic Deployable Flight Recorder (ADFR) - É um equipamento (*combi*, com capacidades mínimas de 25h de dados de voo e de voz) que é separado (ejetado) da aeronave em circunstâncias em que a aeronave tem danos estruturais severos, e/ou quando a aeronave imerge na água por mais de dois metros. Após a ejeção, o equipamento passa a flutuar devido às suas características. Ademais, o gravador detém um *Emergency Locator Transmitter* (ELT), facilitando sua localização uma vez que o equipamento

estará afastado da aeronave e permanecerá na superfície da água.

Cabe ressaltar que a característica primária do propósito de um FDR associa-se à investigação de acidentes. Não obstante, várias companhias aéreas utilizam o FDR ou um QAR (ou equipamentos semelhantes) para monitoramento rotineiro de voo para prevenção de acidentes.

Certas técnicas são usadas para cada tipo de equipamento e, com isso, faz-se necessário uma aproximação do contato por parte do investigador junto ao fabricante do equipamento para que a integridade dos equipamentos e as memórias não voláteis sejam preservadas no momento do manuseio e remoção do sítio do acidente. O investigador deve ter em mente que os dados recuperados em laboratório específico podem ser eletronicamente reforçados e filtrados, sons podem ser analisados através de suas frequências e anomalias eletrônicas podem ser corrigidas.

Para que não ocorra a perda de dados, algumas precauções devem ser tomadas no sítio do acidente e no transporte dos gravadores, quais sejam:

- a) *Magnetic Recording Tape* - Pouco utilizada nos dias atuais, a superfície de gravação de uma fita magnética está sujeita à corrosão e oxidação quando exposta a determinados elementos. Uma fita magnética não pode ser considerada inútil se ela estiver partida, mesmo que em pequenos pedaços. A remontagem da mesma deve ser realizada em condições especiais, preferencialmente em laboratórios qualificados. “Nunca” use fita adesiva plástica para recondicionar uma fita magnética, pois uma futura análise pode ser prejudicada pelos componentes químicos do adesivo. Fitas devem ser armazenadas para transporte em carretel ou quando em pequenos pedaços em sacolas desmagnetizadas permitindo que os pedaços permaneçam em uma condição original e plana. Ressalta-se, ainda a importância de não expor os gravadores de fita magnética em equipamentos de Raio X, a exemplo os utilizados em aeroportos, já que esses equipamentos podem danificar os dados contidos no gravador;
- b) Folhas de Aço Inoxidável e de Alumínio - Embora muito mais resistente à corrosão, igual cuidado deve ser tomado pelo investigador para manter a condição de integridade das folhas de aço inoxidável e alumínio. A folha quando encontrada fora da caixa do gravador geralmente apresentará a condição de amassada ou dobrada. Nenhuma tentativa de esticar uma folha deve ser tentada até que a mesma chegue ao laboratório para análise. Ao contrário das fitas magnéticas e dos microcircuitos eletrônicos, a velocidade de gravação da folha de aço e alumínio é extremamente lenta e, muitas vezes, toda a sequência de um acidente pode estar contida em apenas um pequeno pedaço de alumínio, por isso até mesmo o menor dos pedaços de uma folha de aço inoxidável e alumínio deve ser enviado para análise;
- c) *Fire Damage* - Na maioria das situações com a presença de fogo, os dados dos gravadores de voo não estarão disponíveis e preservados, independentemente do tipo de gravador de dados utilizado na aeronave acidentada, isso devido aos requisitos de certificação dos equipamentos que são considerados bem conservativos. Existe a possibilidade remota de os danos causados pelo calor de um fogo intenso inutilizarem dados gravados, mas esta situação só poderá ser atestada em exame laboratorial.

Componentes de um gravador de dados afetado por calor intenso devem ser armazenados e transportados em recipientes livres de qualquer outro tipo de elemento químico contaminante; e

- d) Imersão em água - quando imersa em água e especialmente logo após a sua emersão da água, será iniciado o processo de corrosão rápida assim que o equipamento estiver exposto ao contato com o oxigênio. Neste contexto, a manutenção do gravador dentro da água, ou, ao menos, em umidade, é fundamental até a chegada ao laboratório para análise e separação do fluido (vide detalhadamente em “recuperação da água” a seguir).

Gravadores de voo com capacidade de sobrevivência são normalmente instalados próximos à cauda das aeronaves (tanto em áreas pressurizadas como não pressurizadas), onde eles são menos suscetíveis a danos físicos em caso de impacto ou desaceleração brusca. No caso do *Combined Recorder*, é recomendado que os dois gravadores estejam instalados separadamente na aeronave, ou seja, um na cauda e um outro nariz da aeronave. Embora o nariz da aeronave seja uma área de mais hostilidade em termos de destruição em caso de impacto, ele também representa uma distância mais curta para os microfones do *cockpit*, e assim, melhora a possibilidade de captação acústica final (milissegundos) que pode ser crucial para uma investigação. Gravadores de voo devem receber a energia elétrica do barramento elétrico que proporciona a maior confiabilidade para a sua operação, ou seja, sem comprometer seu funcionamento mesmo que haja uma requisição adicional para satisfazer outras cargas elétricas essenciais ou de emergência.

9.6.7.1 Localização e recuperação do gravador de voo

Após um acidente catastrófico com uma aeronave, a recuperação dos gravadores de voo pode ser uma tarefa de difícil execução para o investigador de campo. Algumas orientações provenientes do operador e do fabricante da aeronave sobre o que procurar podem ser necessárias para ajudar a localizar os gravadores. O aspecto familiar do equipamento regido por diretrizes gerais pode ser alterado durante um acidente envolvendo fogo e impacto, de modo que os dispositivos não são imediatamente reconhecíveis. Mesmo os gravadores sendo testados sob normas rigorosas de sobrevivência, eles não são indestrutíveis. As circunstâncias de um acidente podem ultrapassar as limitações do *design* e comprometer a capacidade de gravação e armazenamento de dados do equipamento. Por exemplo, se houver um acidente com intenso fogo após o impacto, a característica de cor da caixa do gravador (normalmente laranja ou vermelha) pode ser escurecida. Em alguns casos, o ambiente que protege a memória de dados (CSMU - *Crash Survivable Memory Unit*) pode ter sido corrompido, expondo a memória (*tape or solid state memory*) a um ambiente adverso e hostil, conforme a Figura 6.



Figura 6 - Placa de memória de gravação danificada após fogo intenso.

Cuidados devem ser tomados para evitar danos maiores a esses componentes delicados. Todos os pedaços de fita, placas eletrônicas ou *chips* presentes na proximidade do gravador devem ser coletados e embalados em um saco eletrostático, se disponível. É importante observar a localização dos gravadores de voo e documentar as condições a que estavam sujeitos no local do acidente para uma análise futura (a exemplo, estimativa de intensidade e tempo de exposição ao fogo).

Mesmo em situações em que o gravador não tenha danos aparentes, é importante que ele seja encaminhado no menor prazo praticável ao CENIPA. Tal celeridade decorre do fato de que as análises provenientes dos gravadores podem requerer novas buscas no local do acidente (uma vez que as evidências podem ser alteradas), bem como resultar em recomendações de segurança urgentes.

Uma vez definida a necessidade do envio de gravadores para Autoridades de Investigação estrangeiras, a escolha do órgão apropriado será estabelecida por critérios estabelecidos em NSCA.

9.6.7.2 Recuperação da água

Se os destroços da aeronave estiverem localizados debaixo da água, equipamentos especiais poderão ser necessários para identificar e recuperar os gravadores. O FDR e o CVR são equipados com um ULB (*Underwater Locator Beacon*), comumente referido como um "*pinger*". Em contato com a umidade este dispositivo irá ativar e enviar um sinal sonar de aproximadamente 30 dias, na maioria dos equipamentos e 3 meses, em alguns equipamentos mais modernos. Este dispositivo não é projetado para operar após um impacto sobre a terra, seu funcionamento somente é efetivo quando submerso na água.

Caso o FDR e CVR estejam debaixo d'água, é necessário recuperar e transportá-los de forma adequada para mitigar maiores danos ao equipamento. Uma vez localizados e recuperados os gravadores, se possível, devem ser lavados em água doce (destilada ou desionizada). Eles devem ser transportados até o laboratório de degravação em embalagens totalmente lacradas e submersos em água doce (ou água do próprio sítio, se a água doce não estiver disponível). Os gravadores devem ser mantidos na água em todos os momentos após a

sua recuperação dos destroços, para evitar a possibilidade de ocorrer uma rápida oxidação que pode danificar os dados gravados. A parte superior da embalagem deve ser selada com silicone durante o transporte, que minimiza a exposição ao ar, conforme Figura 7.



Figura 7 - FDR recuperado do mar.

Nos casos em que a aeronave acidentada estiver equipada com um ADFR, ele deverá estar flutuando e poderá ser encontrado por meio da emissão de seu ELT (o que irá auxiliar, ainda, a localização da própria aeronave submersa).

Destaca-se que a aeronave pode possuir em sua fuselagem um *Low Frequency Underwater Locator Beacon* (LF-ULB), o qual opera com frequência de 8,8 kHz. Neste sentido, recomenda-se que as buscas sejam realizadas pela frequência de 8,8 kHz (~ 12NM de alcance e bateria com duração de 90 dias) para localização do ADFR e, em um segundo momento, de 37,5 kHz (~2,5NM de alcance) para a localização do gravador de voo instalado na fuselagem.

Dependendo da profundidade dos destroços da aeronave, poderá haver a necessidade de a equipe de Ação Inicial lançar mão de apoio do Comando da Marinha, ou mesmo contratar empresa especializada no resgate submerso em grandes profundidades

9.6.7.3 Procedimentos recomendados no sítio de destroços

Recomendam-se algumas práticas a serem adotadas por um investigador de campo que pode encontrar a possibilidade de enfrentar um acidente onde seja fundamental a correta recuperação dos gravadores de voo (FDR / CVR) para o sucesso de uma investigação. Os passos e cuidados descritos aplicam-se também para qualquer equipamento que possua NVM embarcados em uma aeronave acidentada.

9.6.7.3.1 Para FDR recomenda-se:

- a) após a notificação de um acidente ou incidente em que um FDR esteja instalado na aeronave, o investigador deve considerar se o FDR pode conter informações relevantes para a investigação, tendo em vista que o FDR pode gravar em geral um mínimo de 25 horas de informações de voo;
- b) informações preliminares do acidente deverão ser enviadas pelo investigador de campo para o especialista que fará a leitura dos dados contidos no FDR, o mais rapidamente possível. Especificamente, as seguintes informações são necessárias para facilitar a leitura dos dados:
 - descrição do evento (fase do voo e tipo de evento);
 - tipo e modelo de aeronave;
 - itinerário de voo;
 - número de voos após o evento, caso o gravador não tenha sido removido imediatamente;
 - ajuste de altímetro local no momento do acidente/incidente;
 - elevação do terreno no sítio do acidente/incidente;
 - local da decolagem anterior, pista que era utilizada e elevação do campo;
 - ajuste de altímetro no momento da decolagem;
 - visibilidade e teto estimado no local do evento;
 - hora da última decolagem (*UTC - Universal Time Coordinated*);
 - hora do acidente/incidente (*UTC*); e
 - condições do local do acidente/incidente que podem ter causado danos ao gravador (duração do fogo, tipo de combustível, etc.).
- c) características e informações sobre o gravador de dados devem ser enviadas ao especialista que fará a leitura dos dados contidos no FDR, o mais rapidamente possível. Essas informações podem ser obtidas do operador da aeronave ou do fabricante da aeronave. Como regra geral, essas informações encontram-se na documentação conhecida como *Data Frame Layout* do FDR, que fica de posse do operador da aeronave. Tal documento permite a validação dos dados da aeronave que foram armazenados pelo gravador. Especificamente, as seguintes informações são necessárias para facilitar a leitura de dados:
 - modelo, fabricante do FDR (i.e. *Fairchild - L3, Honeywell, Sundstrand, Allied Signal, Universal Avionics, Penny Giles*, etc.);
 - *Part Number (PN)* e *Serial Number (SN)* do FDR;
 - fabricante, modelo, PN e SN do *Flight Data Acquisition Unit (FDAU)*;
 - parâmetros gravados;
 - palavra(s) e localização do(s) bit(s) de cada parâmetro (Obtida no *Data Frame* do FDR);
 - algoritmo de conversão para cada parâmetro gravado (Obtido no *Data Frame* do FDR);
 - gama de parâmetros (Obtido no *Data Frame* do FDR);
 - proprietário original / histórico de atualizações do equipamento; e
 - operador da aeronave e registros de manutenção do equipamento.
- d) se houver algum dano visível para o ULB (*Underwater Locator Beacon*) ou "pinger", ele deve ser removido, por especialistas, antes do envio para o laboratório;

- e) a unidade FDR não deverá ser adulterada ou aberta e a memória de gravação (módulo de fita ou memória sólida) não deverá ser removida até chegar ao laboratório de degravação;
- f) os dados de um FDR não podem ser lidos ou baixados no sítio do acidente, somente em um laboratório credenciado para a tarefa;
- g) o FDR deverá ser enviado para a sede do laboratório de forma segura, ou seja, acondicionado dentro de uma caixa resistente, envolto em espuma ou qualquer tipo de plástico bolha;
- h) se o FDR for recuperado da água, ele deve ser imediatamente embalado em um recipiente contendo água (fresca, se possível) e enviado ao laboratório nesta condição; e
- i) caso o FDR seja enviado ao laboratório a bordo de uma aeronave comercial, o comandante da aeronave deve ser notificado e coordenações serão necessárias para ser evitado que o FDR passe por equipamentos escaneadores dos aeroportos, no caso dos gravadores do tipo fita magnética.

9.6.7.3.2 Para CVR recomenda-se:

- a) após a notificação de um acidente ou incidente em que um CVR esteja instalado na aeronave, o investigador deve se assegurar que o disjuntor do CVR foi retirado o mais rapidamente possível;
- b) o investigador deve analisar se o CVR pode conter informações relevantes para a investigação, levando em consideração que o CVR pode conter gravações de 30 minutos até 2 horas de duração. É possível que os eventos de um acidente ou incidente sejam sob-regravados quando a energia for aplicada às aeronaves por um longo período de tempo após um evento (através da bateria da aeronave ou uma fonte externa). No entanto, algumas aeronaves possuem a característica de *automatic shutoff logic* que remove a energia para o CVR (mesmo se a aeronave estiver sendo energizada);
- c) a degravação de um CVR não pode ser realizada no sítio do acidente, somente em um laboratório credenciado para a tarefa;
- d) a caixa do CVR não deve ser aberta e a mídia de gravação não deve ser removida (isto é, a fita ou o módulo de memória) até chegar ao laboratório credenciado para a tarefa;
- e) o CVR deve ser enviado para a sede do laboratório de forma segura, ou seja, acondicionado dentro de uma caixa resistente, envolto em espuma ou qualquer tipo de plástico tipo bolha;
- f) se o CVR for recuperado da água, ele deve ser imediatamente embalado em um recipiente contendo água (fresca, se possível) e enviado ao laboratório nesta condição; e
- g) caso o CVR seja enviado ao laboratório a bordo de uma aeronave comercial, o comandante da aeronave deve ser notificado, e coordenações serão necessárias para ser evitado que o CVR passe por equipamentos escaneadores dos aeroportos, no caso dos gravadores do tipo fita magnética.

9.6.7.4 Processamento de Leitura e Análise de dados de Gravadores de Voo

Para o processamento da leitura e análise dos dados dos gravadores de voo, as seguintes fases do processo são seguidas:

- a) avaliação - análise técnica sobre as condições de integridade do gravador e da memória;
- b) obtenção ou extração de dados
 - obtenção - processo para se obter os dados brutos do gravador de voo sem que haja a necessidade de uma intervenção técnica na estrutura física do gravador ou em nível de componente, ou seja, procedimento técnico com a utilização de meios convencionais
 - extração - processo para se obter os dados brutos do gravador de voo, com a necessidade de uma intervenção técnica na estrutura física do gravador (utilização de meios técnicos não convencionais, podendo chegar ao nível de componente eletrônico);
- c) leitura - processo que consiste na verificação de compatibilidade dos dados brutos obtidos/extraídos com os dispositivos de saída disponíveis e na conversão dos mesmos em formatos apropriados;
- d) validação - processo de verificação da correspondência dos dados gravados em relação aos protocolos estabelecidos pelos fabricantes da aeronave e do gravador de voo. A validação é necessariamente realizada por meio de documento do fabricante da aeronave (*Data Frame Layout*, *Data Layout*, *Data Script*, *Data Map*, dentre outros nomes possíveis). Em resumo, é a conversão do dado bruto em unidade de engenharia;
- e) análise - processo de esclarecimento e interpretação de dados validados, parcialmente validados ou não validados;
- f) animação - processo de virtualização em um ambiente de realidade aumentada, onde podem ser incluídos modelos de aeronaves, aeroportos, terrenos, etc.; e
- g) expedição de dados e equipamento - devolução do(s) gravador (es) e/ou entrega dos dados ao IIC, proprietário ou preposto legal.

9.6.8 FOTOGRAFIAS

Algumas regras básicas como não fotografar contra a luz, utilizar sempre o flash, manter a lente da câmera limpa, a utilização de ASA adequada para o local, ou observar a resolução mais conveniente devem ser consideradas.

Identifique os filmes, colocando na primeira foto de cada filme a identificação da aeronave e data do acidente, e as fotos subsequentes identificando as peças e partes em uma folha de controle ou renomeando os arquivos no próprio equipamento.

Para realizar o levantamento fotográfico do acidente, recomenda-se a seguinte sequência:

- a) evidências perecíveis: indícios que podem mudar ou desaparecer se não forem fotografadas imediatamente como a presença de gelo em superfícies aerodinâmicas, leitura dos instrumentos, posição dos interruptores, de controles de voo e do motor;
- b) vistas aéreas: logo que possível, antes de os investigadores mudarem a posição dos destroços e com pessoas nas fotos para que se tenha uma noção de escala;
- c) vista geral dos destroços: Uma sugestão é fotografar os destroços de oito pontos diferentes, defasados em 45 graus (caso os destroços estejam concentrados), conforme a Figura 8. Se espalhados por uma longa distância, tente uma série de fotos ao longo dos destroços de modo que se possa fazer uma montagem; e
- d) elementos significativos: marcas de impacto no solo ou com fios de alta tensão, gradiente de terreno, crateras, documentos, manuais abertos, lista de verificações, etc.; e
- e) cada ponto de impacto com fauna deve ser fotografado, antes da coleta de cada amostra. A facilidade em identificar um ponto de impacto não deve impedir o investigador de procurar por outros pontos na seção frontal da aeronave. Caso haja partes de animais no local, fotografias devem ser tiradas em fundo contrastante, de acordo com guia fotográfico específico.

Utilize um saco de plástico e elástico para proteger a câmera em tempo de chuva.

Obtenha cópia das fotos e de filmagens feitas por testemunhas.

Inicie os registros fotográficos a partir das evidências que podem ser modificadas com o tempo como, por exemplo: a posição dos corpos das vítimas, indicações dos instrumentos no painel, posição de switches e outras partes que, eventualmente necessitem ser movimentadas ou que possam ser descaracterizadas com o passar do tempo.

Sempre que possível, tente obter fotografias aérea da cena do acidente antes que este seja alterado.

Busque obter uma visão geral da cena. Use um método ordenado de documentar a cena geral acidente. Em um acidente, é interessante fotografar os destroços a partir dos oito pontos cardinais. Se isso não for possível, como ocorre quando os destroços estão distribuídos

por uma área muito grande ou mata fechada, comece em uma extremidade e tome uma série de fotografias sobrepostas ao longo da trilha de destroços.

Fotografar a remoção, abertura ou cortes em pedaços dos destroços. Estas imagens são úteis para documentar as alterações que os destroços sofrem durante a investigação. Da mesma forma, fotografar as etapas de uma reconstrução dos destroços.

Tome *close-ups* de evidências significativas.

Se for o caso, usar a câmera para mostrar a vista das testemunhas do acidente, sempre registrando qual a testemunha, sua localização e a direção da visada.

Se os destroços estão concentrados em uma área pequena e podem ser vistos a partir de um único ponto, deve-se fazer a cobertura fotográfica de todos os pontos cardinais e intermediários. Recomenda-se que o fotógrafo esteja à mesma distância do centro dos destroços para cada fotografia, conforme a Figura 8.

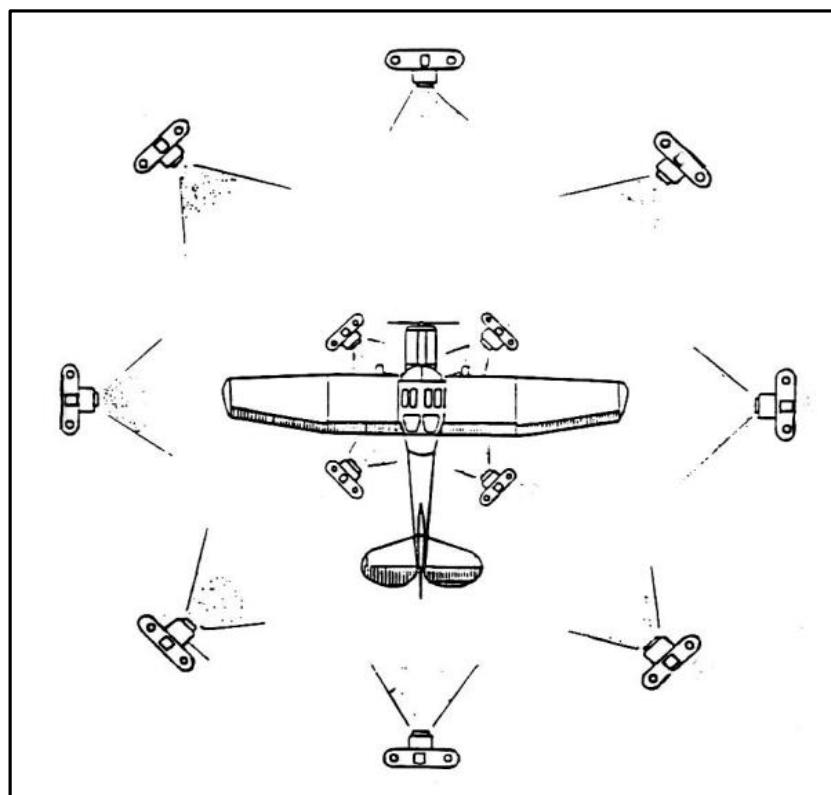


Figura 8 - Padrão recomendado de cobertura fotográfica de destroços concentrados

Se os destroços estão espalhados em uma grande área, pode não ser prático fotografar toda a cena. Neste caso, deve-se fotografar cada porção significativa ou grupo de peças dos destroços. Como técnica básica, recomenda-se registrar uma fotografia de cada ponto cardinal dos destroços, para então, haver uma maior aproximação para captura dos detalhes (fotos que ilustrem os danos aos componentes, superfícies de fratura, e observações de testemunhas). O fotógrafo ou o investigador “nunca” deverão tentar remontar peças quebradas, pois isso pode destruir a superfície da fratura e perturbar as evidências da causa da falha. Quando os destroços forem removidos do local do acidente, deve-se certificar de que tudo que era necessário já foi documentado. Sempre que os componentes forem desmontados ou cortados, recomenda-se o processo de registro em vídeo, se possível.

Use a câmera para fotografar documentos importantes que, por algum motivo, podem não estar disponíveis para inclusão no relatório.

O segredo para um bom registro de um acidente é tirar muitas fotos. Se houver mais de um fotógrafo, discuta as prioridades e atribua áreas aos investigadores para evitar a duplicação ou omissão dos registros. Deve-se identificar os autores das fotos a fim de solucionar dúvidas que possam surgir durante a análise das imagens.

O Anexo F traz um *checklist* do registro de imagens que pode ser usado pelo investigador durante as atividades de campo.

Lembre-se que a melhor câmera é a que você sabe operar em todas as suas possibilidades. Procure estudar as funcionalidades e treinar a utilização da câmera fotográfica do *kit* de investigação. Experimente fazer fotos de peças pequenas (como uma moeda, por exemplo) e faça testes em vários tipos de exposição e de luminosidade.

É essencial que todas as fotografias sejam identificadas por data, fotógrafo e assunto. Isto significa que cada fotógrafo deve manter um registro fotográfico de quadro-a-quadro. Uma opção é salvá-las em arquivos discriminados por data e renomeá-las de acordo com a cena que se pretende ilustrar.

Infelizmente, a câmera oferece uma visão muito estreita do mundo. Quanto mais próxima a fotografia, menos área circundante será incluída, e a imagem se tornará "fora de contexto". É importante explicar a alguém que não vê como a pequena área fotografada se encaixa no todo. Uma técnica é sempre começar as fotos de um ponto distante seguido por um ponto médio e, então, o *close-up*. Os dois pontos anteriores são feitos para colocar o *close-up* no contexto e ajudar o espectador a entender toda a cena. Considere que parte do valor de uma fotografia é explicar o acidente para as pessoas que não estavam lá.

Como regra, deve-se evitar fazer fotografia à noite a menos que não haja alternativa. Nenhuma quantidade de luz artificial pode igualar ou mesmo se aproximar da luz solar. A saída de luz de qualquer unidade de flash reduz rapidamente com a distância.

Para um resultado de qualidade, o investigador deve considerar cinco variáveis: composição, iluminação, foco da lente, abertura da lente e velocidade do obturador. A familiaridade com o equipamento fotográfico é essencial e a prática em condições adversas é recomendável.

Composição é o arranjo fundamental na fotografia. Uma efetiva composição requer que o objeto a ser registrado preencha o quadro da foto o mais próximo possível. Deve-se remover detalhes irrelevantes e distrações (isso nem sempre é possível nas fotografias de um acidente). Para contornar este problema, recomenda-se fotografar cada peça e os outros elementos como foram encontrados. Em seguida, movimenta-se o objeto fotografado para onde ele possa ser fotografado sem um fundo de distorção. Cabe, neste momento, a inclusão de uma régua, fita métrica ou um objeto comum de tamanho conhecido, como um lápis, no quadro da foto para transmitir a sensação de dimensão do objeto que foi fotografado.

Deve-se registrar cada fotografia em vários ângulos diferentes para garantir que elas contenham todas as informações necessárias. As câmeras digitais tem uma vantagem enorme aqui; elas permitem que o investigador reveja as fotografias imediatamente para

verificar se contém as informações desejadas e se as mesmas dispõem de qualidade técnica suficiente.

A próxima consideração é quanto à iluminação. A melhor luz para fotografar os destroços é a difusa, suave e uniforme. Um dia nublado é, geralmente, perfeito. Sombras podem obscurecer detalhes e a luz difusa não causará brilho excessivo por meio do reflexo em superfícies metálicas. Essas condições podem não estar presentes no local do acidente porém, o investigador pode controlar a luz de outras maneiras. Se um pequeno pedaço da fuselagem está sob um sol brilhante, fotografá-lo como está não será um grande problema, desde que o investigador use o *flash* adequado para preencher todas as sombras. A Figura 9 e a Figura 10 ilustram o efeito do *flash* de preenchimento.



Figura 9 - Fotografia com sombras devido ao uso apenas da luz natural.



Figura 10 - Fotografia ilustrando o uso do *flash* para reduzir áreas de sombra

9.6.9 MAPEAMENTO DOS DESTROÇOS

Esteja certo de que você tem a aeronave completa. Isto parece simples, mas pode não ser. Partes faltando podem significar danos estruturais. Também procure por peças que não deveriam estar nos destroços, tais como ferramentas (F.O.D.) ou partes de outra aeronave, que podem indicar uma colisão.

Uma parte que esteja faltando pode ter relação direta com a causa raiz de um acidente, como no caso de perda de superfícies aerodinâmicas em voo.

9.6.9.1 A distribuição dos destroços.

Embora todo acidente aeronáutico apresente características diferentes, existem certos aspectos, padrões e elementos que se repetem como marcas de impacto e distribuição dos destroços. Impactos dinâmicos e distribuição de destroços são influenciados primariamente pela velocidade da aeronave e seu ângulo de impacto. A velocidade da aeronave geralmente determina o grau de destruição nos destroços, e o ângulo de impacto determina como os destroços serão distribuídos.

9.6.9.1.1 Influência do terreno.

Ao tratar da influência do terreno em um acidente o investigador terá que observar características de ângulo de inclinação do terreno. Obviamente que existe uma grande diferença nos efeitos do impacto de uma aeronave entre um campo plano congelado e uma floresta tropical com grandes árvores, para um mesmo ângulo e velocidade.

Teoricamente, pode-se observar o impacto como um problema de desaceleração e absorção de energia e, por exemplo, calcular-se a velocidade de impacto em função da distância das várias partes da aeronave espalhadas. Infelizmente, todo esse cálculo requer uma estimativa de retardamento de terreno (para não se mencionar ângulo do terreno) e não existe nenhuma maneira precisa de efetuar tal avaliação em campo. O que pode ser feito e será mostrado mais à frente é determinar a atitude, a velocidade e o ângulo de impacto.

9.6.9.1.2 Impacto na água.

Impactos na água são mensurados primariamente em função da velocidade da aeronave. Se a aeronave desenvolve grande velocidade, a água passa a ser considerada um objeto sólido e a aeronave poderá se partir em várias partes como em um impacto contra o solo, porém, em outro extremo, se a aeronave realizou um pouso bem sucedido, ela provavelmente afundará mantendo quase toda a sua integridade.

Durante o impacto na água, existe a condição do ângulo de impacto da aeronave mas, isto está relacionado com a ação das ondas na superfície da água. Se a água estiver absolutamente calma, o ângulo de impacto poderá ser determinado por meio do exame dos destroços. Caso a superfície da água sofra a ação de grandes ondas, a possibilidade de determinação do ângulo de impacto ficará reduzida.

Em geral, a distribuição dos destroços no fundo do mar, lago ou rio não trará muitas informações para o investigador a não ser no caso de falha estrutural em voo. A distribuição de destroços na água pode ser descaracterizada pela profundidade, correntes, tendência de várias partes da aeronave a flutuar ou afundar de diferentes maneiras.

9.6.9.1.3 Impacto no solo.

Todos os impactos no solo em acidentes aeronáuticos podem ser caracterizados em cinco diferentes tipos:

- a) alta velocidade e grande ângulo: também conhecido como *Smoking Hole*. A aeronave impacta contra o solo com grande ângulo de ataque e grande velocidade. Dependendo das características físicas do terreno, o impacto da aeronave provoca um grande buraco que abrigará quase toda a fuselagem da aeronave, com exceção das asas. A parte frontal da aeronave estará coberta por detritos de toda a aeronave. Outras partes da aeronave ficarão distribuídas ao redor da cratera de maneira randômica, sendo que a maior parte dos destroços fora da cratera estará no sentido de deslocamento horizontal da aeronave;
- b) alta velocidade e pequeno ângulo: os destroços são espalhados por longa distância e, dependendo da velocidade, podem ficar espalhados por quilômetros de distância a partir do primeiro impacto. Após o primeiro impacto, que fica sempre bem caracterizado, os destroços ficam espalhados de forma cônica. Normalmente, os motores, que possuem maior massa, são encontrados fora de suas naceles e bem afastados da marca do primeiro impacto. O padrão de distribuição dos destroços pode ser modificado devido ao vento local que pode movimentar partes leves. A linha formada pelo primeiro impacto e os motores deve ser considerada a mais confiável para se determinar a real condição de dispersão dos destroços e o sentido de deslocamento da aeronave;
- c) baixa velocidade e grande ângulo: este tipo de característica é comum para aviação geral. O impacto provoca uma cratera rasa e por muitas vezes os destroços são encontrados concentrados e quase intactos. Nas aeronaves da aviação geral, a parte de trás da fuselagem conectada à empennagem, normalmente, apresenta características frágeis. Dependendo do ângulo do impacto e da geometria da aeronave a cauda poderá ser encontrada sobre a aeronave ou sob a maior parte dos destroços. Esta característica é um bom indício para se determinar se o ângulo de impacto foi maior ou menor de 45 graus, respectivamente;
- d) baixa velocidade e pequeno ângulo: a aeronave atinge o solo com baixo ângulo, sobe e atinge novamente o terreno por diversas vezes. Nesse processo, asas e motores podem se separar da estrutura da aeronave. Cada uma das marcas de impacto e a distância entre elas podem ser usadas para se determinar a velocidade da aeronave e as desacelerações verticais e longitudinais sentidas durante a sequência do impacto. Esta é uma característica de ALA (*Approach and Land Accidents*); e
- e) stall e parafusos: usualmente é característica de uma aeronave sem controle e não é comum o primeiro impacto não ser realizado com o nariz da aeronave contra o solo. Neste tipo de impacto é rotineiro encontrar-se torções na seção da fuselagem, longarinas e asas da aeronave que caracterizam o sentido do giro da aeronave antes do impacto.

9.6.9.1.4 Determinação da atitude.

Aconselha-se, primeiramente, o cheque e a verificação das marcas deixadas no solo. Os ângulos de atitude, rolamento e guinada podem ser mensuráveis por meio das marcas deixadas no solo. Em seguida, avaliar a parte da frente dos destroços. Em baixas velocidades de impacto, a atitude é frequentemente percebida pela observação do nariz da aeronave. Esta afirmação não funciona muito bem para altas velocidades de impacto, embora possa ser uma técnica alternativa.

Em altas velocidades e altos ângulos de impacto, todos os instrumentos de voo do painel poderão estar dobrados para cima e para um dos lados de maneira idêntica. A direção da força aplicada nos instrumentos estará correlacionada com a atitude e o rolamento no momento do impacto. Outra opção está no *attitude indicator*. Se houver força suficiente para marcar os giros direcionais, será possível determinar uma condição de atitude da aeronave no momento do impacto por meio das marcas deixadas neste tipo de instrumento.

9.6.9.1.5 Determinação da velocidade.

Na tentativa de determinação da velocidade no trabalho de campo, recomenda-se iniciar pelo velocímetro da aeronave. Muitas aeronaves utilizam um instrumento de engrenagens que, frequentemente, deixa marcas de impacto se a desaceleração for suficientemente alta. Caso necessário, remova o instrumento para análise laboratorial com utilização de luz negra, conforme mostrado na Figura 11.



Figura 11 - Análise por meio da aplicação de luz negra em um *airspeed indicator* evidenciando marcas em seu mostrador.

Verifique a configuração da aeronave e assuma que a menor velocidade possível para aquela configuração e peso seria a de *stall* e a maior velocidade possível seria o limite do fabricante para aquela configuração. A correta velocidade estará em algum ponto entre as duas limítrofes. Verifique a correta velocidade para a fase do e faça o cálculo em função dos três valores encontrados. O uso das informações de ATC RADAR e comunicações com órgãos de controle podem delimitar ainda mais os valores estabelecidos anteriormente. Caso a aeronave

seja equipada com gravadores de dados, este parâmetro (velocidade) fará parte dos dados gravados no equipamento.

O próximo passo será verificar se existe alguma filmagem ou gravação de qualquer tipo da aeronave no momento do impacto. Havendo algum vídeo (câmera de segurança ou outra qualquer), é indispensável que o investigador verifique a sincronização do horário do registro das imagens em relação ao horário oficial UTC. Para a sincronização, o investigador poderá filmar um aparelho GPS (com relógio em hora UTC sincronizado), utilizando a mesma câmera que registrou a ocorrência, de modo a permitir uma posterior comparação entre os horários mostrados no equipamento de filmagem em relação ao aparelho GPS. Se o acesso à câmera não permitir a utilização desse método, o investigador poderá posicionar o GPS ao lado da tela do monitor da referida câmera e fazer uma filmagem que mostre a diferença entre os relógios.

Essa sincronização é de fundamental importância para que se possibilite uma fiel comparação do posicionamento da aeronave em relação aos registros de RADAR, ao papo rádio, à outras filmagens, bem como, para cálculos de performance da aeronave.

Se o investigador possuir um vídeo gerado por uma câmera fixa (como, por exemplo, uma câmera de segurança), será possível calcular a velocidade da aeronave com base na variação da sua posição em relação aos *frames* do filme. A precisão desse cálculo irá variar em função do ângulo da trajetória da aeronave em relação à linha de visada da câmera (quanto mais próximo de 90°, maior a precisão), da qualidade da imagem (resolução, e distância da aeronave em relação à câmera) e da precisão das medições feitas a partir das imagens.

Para tanto, é necessário conhecer o comprimento da aeronave (L) e a taxa de *Frames Por Segundo* (FPS) do filme.

Utilizando-se um *software* para edição de imagens, deve-se isolar dois *frames* selecionados com base na sequência cronológica do vídeo e dispor, paralelamente, um em relação ao outro. Feito isso, deve-se medir a dimensão da aeronave apresentada na imagem e o deslocamento da aeronave em relação aos dois *frames*, conforme a Figura 12.

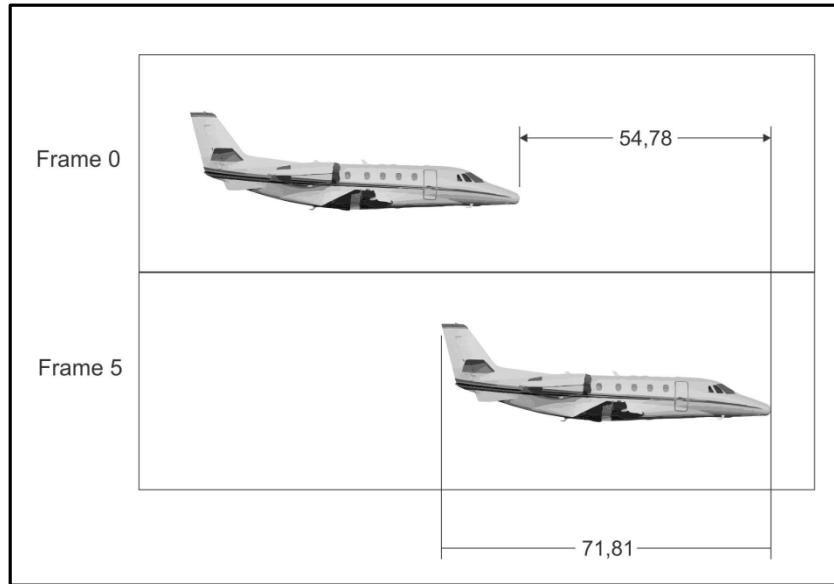


Figura 12 - Ilustração de medições do comprimento da aeronave e de deslocamento com base em dois *frames*

Onde:

- ΔF = intervalo de *frames* da cena;
- D_i = distância percorrida pela aeronave na imagem;
- FPS = taxa de *frames* por segundo;
- L = comprimento da aeronave (em metros); e
- L_i = comprimento da aeronave na imagem.

De posse desses valores, aplica-se a seguinte fórmula:

$$V = \frac{L \times D_i \times FPS}{L_i \times \Delta F}$$

Para o exemplo da Figura 12 onde:

- $\Delta F = 5$
- $D_i = 54,78$
- FPS = 30
- $L = 16m$
- $L_i = 71,81$

Chega-se a uma velocidade de 73,23 m/s que correspondem a 142,35 kt.

Se as imagens forem geradas a partir de uma câmera que não seja fixa, o método de cálculo da velocidade mais adequado será a partir de medições de referências no terreno (visíveis nas imagens) e da medição do tempo que a aeronave gasta para percorrer tais pontos de referência.

9.6.9.1.6 Determinação do ângulo de impacto.

Uma das maneiras para começar a determinação do ângulo de impacto é considerar que o voo nivelado corresponde a zero grau (0), uma trajetória de voo subindo é negativa (-) e uma trajetória de voo descendente é positiva (+). Um ângulo do terreno nivelado é considerado zero grau (0), enquanto um acente é positivo (+) e um declive é negativo (-). Assim, o ângulo de impacto torna-se a soma algébrica do ângulo da trajetória do voo e o ângulo do terreno. Isso estará correto se o ângulo da fuselagem da aeronave corresponder ao ângulo da trajetória de voo. Isso provavelmente será verdadeiro, ou próximo o suficiente disso, na maioria dos impactos, mas não (por exemplo) para uma aeronave que voa em direção ao solo com uma condição de *stall* de nariz alto.

O ângulo de arfagem está, na maioria dos casos, relacionado à velocidade e pode ser estimado se a velocidade da aeronave é conhecida. Assim, será possível adicionar todos os ângulos algebricamente e determinar o ângulo de impacto.

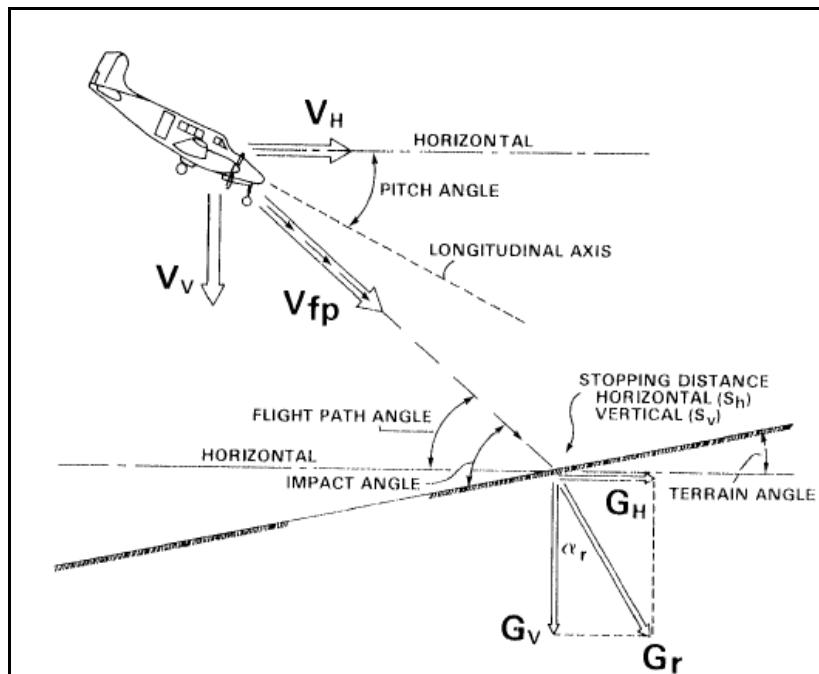


Figura 13 - Principais parâmetros para a determinação da atitude da velocidade e do ângulo de impacto.

O ângulo de impacto também pode ser determinado por meio da primeira marca de impacto no terreno, ou seja, a inclinação da primeira marca deixada no terreno em relação ao nível médio do terreno corresponderá, aproximadamente, ao ângulo de impacto da aeronave. Outra maneira de obter o ângulo de impacto é procurar por algum obstáculo (talvez uma árvore) atingido pela aeronave antes do impacto no solo. Medindo-se a distância dos destroços no solo e a altura do obstáculo atingido é possível determinar o ângulo de impacto.

9.6.9.2 Diagramas de destroços.

Após o estudo inicial da cena geral do acidente e, tendo sido realizada toda a cobertura fotográfica documental, a etapa seguinte a ser seguida pelo investigador é a de desenhar a distribuição dos destroços. Em termos simples e gerais, isto é feito por meio da medição das distâncias e dos posicionamentos dos destroços principais e das peças dispersas, incluindo o conteúdo da aeronave, os sobreviventes, as vítimas e todas as marcas de impacto no terreno e, desse modo, gravar essas informações em um gráfico para uma escala adequada.

Selecione o tipo de diagrama que melhor se adequar à distribuição dos destroços. Um diagrama de destroços deve conter as seguintes informações: referências de localização (como rodovias, prédios, etc.), orientação (proa), norte magnético, escala, elevações (incluindo contornos), marcas de impacto, proa de impacto, localização dos restos mortais, posição final dos componentes principais, áreas queimadas, danos a prédios ou edificações, e localização das testemunhas.

Procure inicialmente por soluções simples. Uma boa foto aérea vertical pode servir como um diagrama, particularmente se você tiver incluído uma referência de tamanho para servir a medidas futuras (Figura 14).



Figura 14 - Exemplo de fotografia aérea obtida após um acidente.

De qualquer forma, uma foto serve para aumentar a precisão de um diagrama, qualquer que seja o tipo. Depois, lembre-se que a precisão relativa é mais importante que a precisão absoluta, ou seja, não é mais importante a latitude e a longitude da asa esquerda, mas sim a sua posição em relação à asa direita. Faça um diagrama simples.

Enquanto em acidentes de pequenas proporções, a elaboração de um gráfico de distribuição de destroços é uma tarefa considerada relativamente simples, a elaboração de um gráfico em um acidente complexo, deve levar o investigador a solicitar os serviços de um perito qualificado (em acidentes de grandes proporções).

Caso os destroços encontrem-se espalhados por mais de um quilômetro, aconselha-se utilizar uma carta topográfica da área com a adequação de escala relacionada à dispersão dos destroços. Se os destroços estiverem localizados em locais urbanizados

(aeroportos, cidades e áreas residenciais, etc.) não desperdice tempo tentando desenhar aquilo que já foi mapeado por outra pessoa, apenas utilize o que já foi feito e trabalhe as informações coletadas sobre o mapeamento que já está disponível.

Os itens a serem incluídos por um investigador em um diagrama de destroços, além de localização das partes significativas das aeronaves, características de superfície e marcas de referência são:

- a) norte magnético;
- b) escala utilizada;
- c) trajetória de voo;
- d) ponto inicial de contato;
- e) localização dos principais componentes;
- f) eixo de dispersão dos destroços;
- g) localização de tripulantes, passageiros e vítimas;
- h) localização do padrão de fogo;
- i) localização das testemunhas;
- j) vento predominante;
- k) posição do sol e elevação do terreno;
- l) localização dos auxílios à navegação ou aeroportos;
- m) levantamento geodésico padrão (WGS-84 / *World Geodetic System-84*).

Tente ser o mais exato possível na diagramação porém, não se atenha a detalhes, como por exemplo, a uma latitude/longitude de uma asa esquerda, pois o que mais importa é sua posição em relação à asa direita. Existem vários métodos de diagramar destroços, porém os mais simples e utilizados por investigadores renomados são os seguintes:

9.6.9.2.1 Grid System.

Este tipo de sistema é aconselhável para destroços compactados e em locais que representem dificuldades de locomoção devido ao terreno e vegetação. Ele também é utilizado para destroços submersos. É necessário que cada quadrante do sistema seja devidamente identificado como mostrado na Figura 15.

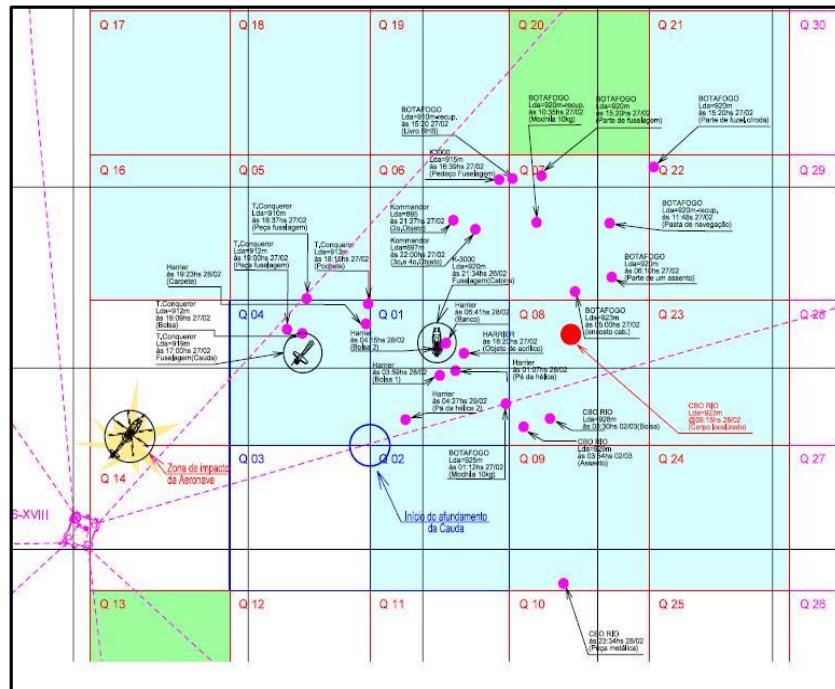
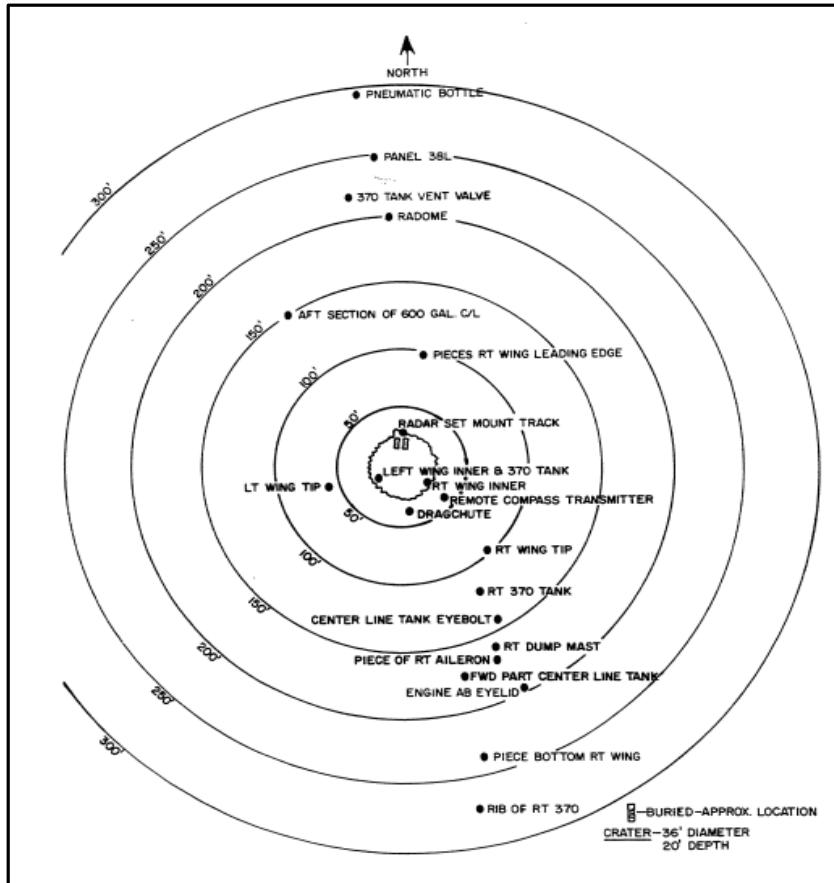


Figura 15 - Exemplo de Grid System.

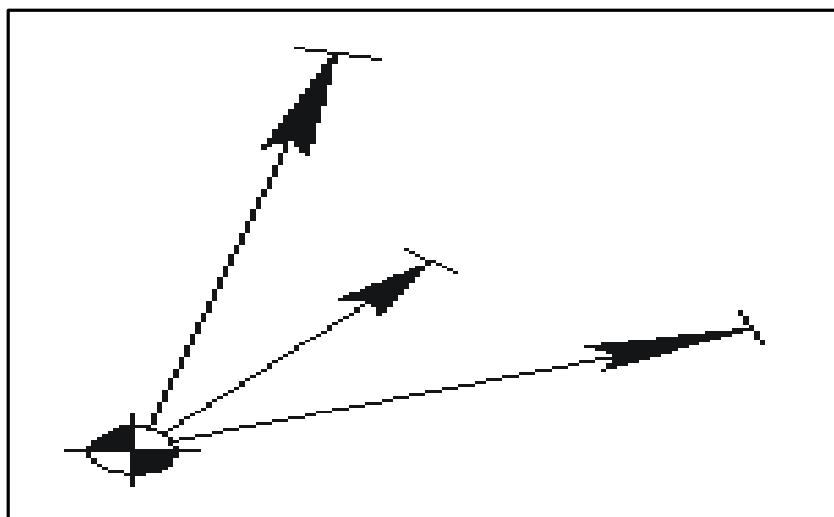
9.6.9.2.2 Polar System.

Este sistema é recomendado para locais onde não exista referências marcantes no terreno, assim, a referência passa a ser a própria aeronave. Estabeleça um polo no centro dos destroços e desenvolva círculos concêntricos a partir do polo, marcando-se a distância entre as linhas estabelecidas. Neste sistema é importante deixar evidente a distância entre a maior peça dos destroços e o polo preestabelecido (Figura 16).

Figura 16 - Exemplo de *Polar System*.

9.6.9.2.3 Single Point System.

Este sistema é idêntico ao *Polar System*, exceto pelo fato de poder ter como referência inicial tanto o primeiro ponto de impacto ou a maior concentração dos destroços. As linhas devem se estender através dos destroços em formato triangular, e os destroços serão representados por direção e distância do ponto de impacto ou concentração dos destroços, de acordo com a Figura 17.

Figura 17 - Exemplo de *Single Point System*.

9.6.9.2.4 Base Line System.

Este é o sistema mais comum e mais simples de ser utilizado pelo investigador de campo. Inicie estabelecendo um ponto de referência que mais tarde poderá ser identificado em um mapa. Recomenda-se estabelecer o ponto de referência a partir do ponto de impacto e utilizar marcações de equipamento GPS para plotar os demais destroços e pontos significativos. Utilize marcas de no máximo 15 metros do ponto de referência e simultaneamente estabeleça a proa de deslocamento e o Norte magnético com a finalidade de orientação do diagrama. A maneira mais acurada de se verificar a direção de deslocamento da aeronave antes do impacto é determinar a linha que une o primeiro ponto de impacto e a peça mais pesada dos destroços (geralmente o grupo motopropulsor), porém esta linha não necessariamente deverá ser o eixo de seu diagrama de dispersão (Figura 18).

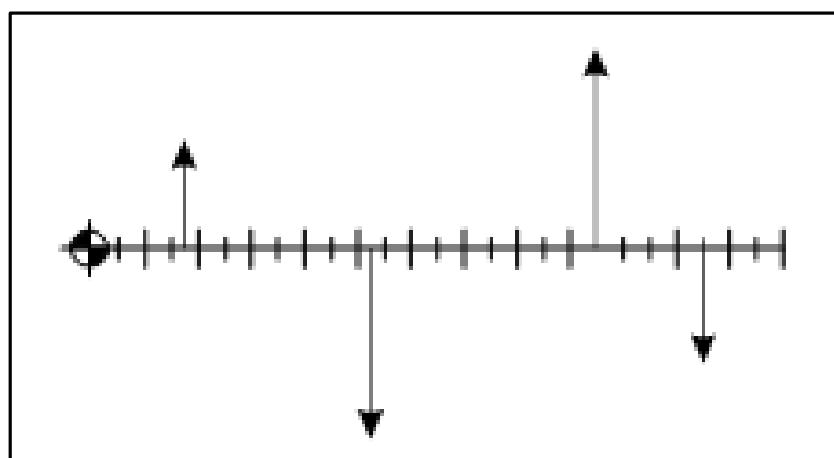


Figura 18 - Base Line System.

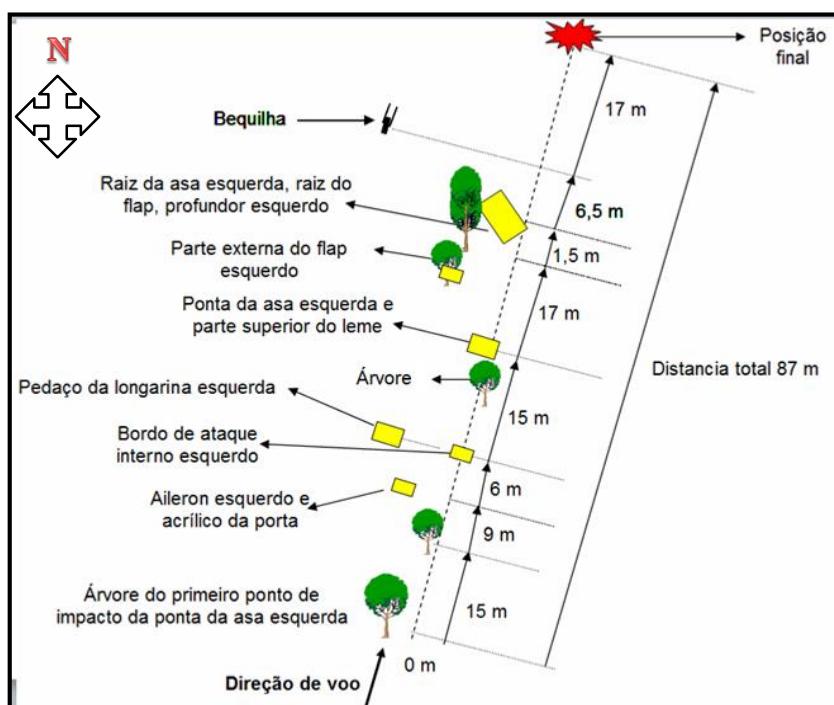


Figura 19 - Exemplo de Base Line System.

9.6.10 COLETA DE EVIDÊNCIAS EM DESTROÇOS DE AERONAVES DE ASA FIXA

Uma aeronave que impacta contra o solo deixa marcas e pode formar distintos padrões nos destroços. As marcas no solo podem indicar o padrão do deslocamento do voo, atitude, energia e velocidade da aeronave antes do impacto. É importante que o investigador observe características do terreno afetado pelo impacto (duro, mole, seco, molhado etc.). Encontrar marcas do primeiro impacto com o solo, verificar por meio de um exame preliminar a caracterização das cicatrizes, para saber qual parte da aeronave colidiu primeiro contra o solo. É fundamental, também, realizar a documentação fotográfica o mais breve possível com a finalidade de evitar a perda da configuração das marcas com a chuva, por exemplo.

9.6.10.1 Danos externos.

As primeiras e mais claras evidências na cena de um acidente são os danos externos visíveis e se esses danos têm consistência com o tipo de impacto ou falhas preexistentes antes do impacto contra o solo. Danos causados por impactos deixarão marcas de amassamento nas carenagens e nacelle do motor ou fratura dos acessórios, enquanto uma falha catastrófica, em voo, de um compressor ou turbina pode causar perfurações na nacelle do motor com ejeção de material sólido e penetrações em estruturas adjacentes. Essas indicações são de caráter inicial e geral, e nenhuma conclusão deve ser elaborada nesta fase da investigação.

9.6.10.2 Motores convencionais.

Na determinação da falha ou mau funcionamento de um motor a pistão, qualquer evidência oriunda de testemunhas oculares deve ser considerada, a fim de auxiliar na determinação do tipo de falha. Os seguintes sintomas mais comuns de mau funcionamento de motores convencionais e suas causas são listados abaixo. O fato de vários desses sintomas serem semelhantes deve elevar o nível de atenção do investigador para a possibilidade de erros durante a atribuição e a determinação de fatores causais, caso um exame físico cuidadoso não seja executado em oficina homologada ou laboratório.

9.6.10.2.1 Congelamento do carburador.

Este fenômeno ocorre com mais frequência em motores convencionais de pequeno porte em relação a motores convencionais de maior porte os quais, geralmente, possuem um sistema injetor que diminui a probabilidade de formação da crosta de gelo no sistema de admissão. O congelamento do carburador (*Carburetor Icing*) é geralmente caracterizado por uma diminuição gradual de potência, variação de RPM, funcionamento áspero e intermitente do motor, fumaça preta no escapamento (com mistura rica). Em alguns motores, o congelamento do carburador irá ocorrer quando a umidade relativa do ar for bastante elevada (acima de 60%) com tempo bom, ensolarado e, muitas vezes, quente (15/20°C - 60/70°F), conforme o gráfico da Figura 20.

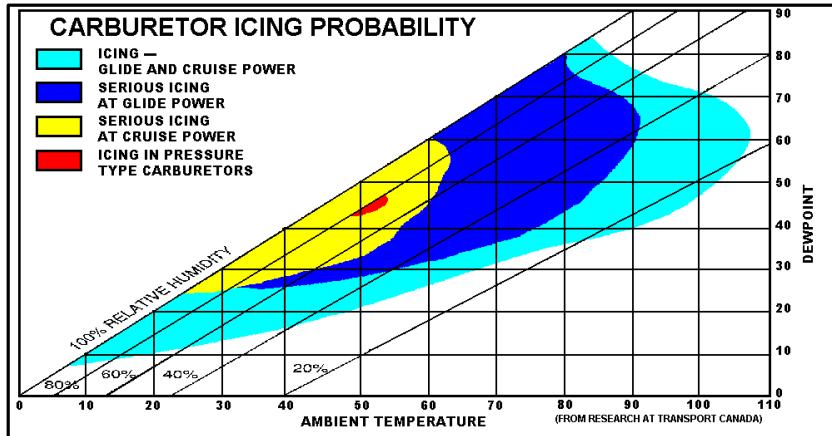


Figura 20 - Probabilidade de ocorrência do fenômeno de congelamento do carburador, com temperatura e ponto de orvalho demonstrado em *Fahrenheit*.

Deve-se ter em mente que as condições de gelo na fuselagem não precisam estar presentes para que ocorra gelo no carburador. Os investigadores devem estudar a meteorologia, as condições de voo e comparar estas condições com as suas descobertas nos destroços para poder observar um panorama amplo do que está sendo investigado.

9.6.10.2.2 Falhas de Ignição.

Falhas de ignição são muitas vezes indicadas por uma operação intermitente do motor. Cablagem elétrica, magnetos (e seus componentes) e interruptores do *cockpit* são todos os pontos importantes de avaliação por parte do investigador. As velas de ignição podem ser muito reveladoras e podem indicar outros problemas, tais como: mistura incorreta de combustível (operação incorreta) ou depósito anormal de chumbo (combustível contaminado ou de baixa qualidade). O investigador deve verificar se o tipo de vela de ignição é adequado ao motor e se estão devidamente ajustados nos cilindros. Ele também deve verificar se o combustível está adequado e compatível para o tipo de motor (gasolina / querosene / etanol).

9.6.10.2.3 Falha de alimentação do motor.

É caracterizado, muitas vezes, pela variação anormal de potência do motor. Em certas ocasiões, dependendo do tipo de carburador ou sistema de injeção de combustível, pode não haver avisos perceptíveis para a tripulação, exceto um desgaste silencioso e prematuro do motor. Em aeronaves multimotoras, especialmente quando voando por instrumentos ou durante a noite, e em que a rotação das hélices está constante, a falha pode ser difícil de ser detectada. Os indicadores de pressão e fluxo de combustível fornecem as indicações mais confiáveis de falha de alimentação que pode gerar uma perda de potência do motor.

O investigador deve estar atento para gravar todas as configurações das válvulas de combustível como encontradas nos destroços independentemente de considerá-las relevantes ou não. Válvulas controladas eletricamente normalmente são indicações confiáveis do último ajuste antes do impacto. Cabos ou hastes de válvulas de combustível podem se mover durante o impacto ou durante tentativas de resgate e salvamento. Assim, esse tipo de controle deve ser visto com desconfiança pelo investigador.

Uma inspeção nos tanques de combustível, linhas de alimentação e válvulas de combustível são essenciais para garantir que a obstruções, vazamentos, escoriações, perfurações ou tanques corroídos não existiam antes do acidente.

O investigador deve verificar o último reabastecimento e inspecionar os documentos relevantes relacionados ao combustível. Registrar qualquer objeto estranho na câmara de combustível, evidências de água e as configurações corretas de mistura e controles de aceleração do motor encontrada nos destroços.

9.6.10.2.4 Lubrificação.

Na maioria dos casos, ficará óbvio para o investigador se a falta de lubrificação teve influência direta em uma falha do motor, mas em alguns motores, a pressão de óleo do motor pode ser utilizada também para outros fins, tais como: alimentação dos sistemas de servo, aquecimento de carburadores, alimentação do controle de sistemas das hélices e, também, do reservatório para o motor. Deve-se examinar qualquer tipo de sujeira que possa obstruir a passagem do óleo, tubos soltos e vazamentos.

A quantidade correta e o tipo do óleo devem ser observados. Todos os filtros de óleo devem ser examinados com grande cuidado e, se necessário, analisados quimicamente em laboratório. A análise química é uma técnica utilizada para controlar e detectar falhas passivas, divergências de especificação ou falha iminente.

Uma análise dos teores de metais e de contaminação no pré e pós-accidente das amostras do óleo coletadas podem indicar a causa ou a sequência de desenvolvimento da falha dos componentes do motor.

9.6.10.2.5 Integridade mecânica.

Com exceção dos motores convencionais (a pistão) muito pequenos e simples, é recomendado que os exames das documentações de *overhaul* sejam realizados e utilizados como base da investigação dos motores. O fabricante deve ser consultado numa fase inicial, pois a sua experiência e conhecimento de possíveis defeitos e falhas é imprescindível para o sucesso da investigação. O investigador deve ser suficientemente qualificado para supervisionar a investigação documental do motor. Caso isso não seja possível deverá, obrigatoriamente, solicitar o suporte de técnicos. Qualquer suspeita de fraturas ou falhas devem sempre ser examinadas por um perito em análise de falhas ou por um metalúrgico qualificado.

Fadiga, por exemplo, é o tipo mais comum de falha em bielas, dentes de engrenagens, eixos, cilindros, pistões, virabrequins e é geralmente bem evidente na superfície de uma fratura.

9.6.10.2.6 Indicações de alta potência em motores convencionais:

- a) eixo de manivelas (virabrequim):
 - deformação por torção;
 - eixo quebrado;
 - marcas de estrias;
- b) danos significativos de integridade;
- c) quebra de dentes de engrenagens;
- d) partes rotativas com roçamento;
- e) braçadeira de contrapeso deslocada;
- f) danos significativos nos pistões; e

- g) tubos de escape dobrados (calor).

9.6.10.2.7 Indicações de baixa potência em motores convencionais:

- a) eixo de manivelas (virabrequim):
 - ausência de danos por torção;
 - empenado pelo impacto, mas não seccionado;
- b) pouco ou nenhum dano interno por rotação:
 - na caixa de redução;
 - na caixa de acessórios; e
 - pistões do *supercharger*;
- c) cisalhamento (fratura) dos tubos de escape.

9.6.10.3 Hélices.

O exame das hélices pode produzir valiosas informações, tais como:

- a) revelar se o motor desenvolvia potência no momento do impacto;
- b) determinar a RPM do motor (em alguns casos);
- c) verificar o ângulo da pá da hélice; e
- d) determinar a velocidade da aeronave em relação ao solo (em alguns casos).

O primeiro passo será encontrar todas as pás de hélice e analisá-las, especialmente quanto à integridade das marcas deixadas, nelas e por elas. Se qualquer parte da pá estiver faltando, as fraturas de uma porção recuperada devem ser examinadas com uma lupa para determinar se a ruptura ocorreu em voo ou no momento do impacto. As evidências de falhas por fadiga ou por tensão devem ser cuidadosamente analisadas em laboratório.

O próximo passo é determinar se a hélice estava girando no momento do impacto. As características mais comuns que evidenciam esta situação são:

- a) pás curvadas em uma direção oposta ao sentido de rotação da hélice;
- b) marcas e arranhões na parte da frente das pás (é quase impossível produzir uma marca ou arranhão que fique exatamente perpendicular às bordas da pá, a menos que a pá esteja em movimento no momento do impacto);
- c) dobras semelhantes nas pontas de todas as pás de uma hélice (é quase impossível produzir danos nas pontas de todas as pás de uma maneira similar, a menos que a hélice esteja em alta rotação no momento do impacto);
- d) dentes na ponta das pás; e
- e) danos ao eixo de torção da hélice;



Figura 21 - Pá de hélice curvada para frente como resultado de alta RPM durante um impacto com baixo ângulo em terreno macio.

É importante lembrar que uma hélice terá alta probabilidade de estar rotacionando no momento do impacto mesmo que o motor tenha falhado ou parado, a hélice estará em uma condição de *windmill* com RPM suficiente para produzir indicações de rotação. As exceções acontecem quando:

- a) a hélice estiver embandeirada. Se isso ocorreu, a hélice não mostrará sinais de rotação;
- b) a hélice não estiver embandeirada, mas estiver completamente parada devido a qualquer falha interna do motor ou um *stall* aerodinâmico da hélice; e
- c) quando uma hélice que, por projeto, não apresente a condição de embandeiramento, deve-se esperar que ela esteja girando no momento do impacto. Ao se encontrar evidências de rotação, neste tipo de hélice, não significará muito para o investigador, porém, não se encontrando absolutamente nenhuma evidência de rotação o investigador deve suspeitar de uma falha interna substancial do motor.

O investigador em campo deve tratar com grande reserva o dano ou distorção observado em pás de uma hélice. É muito fácil chegar a uma conclusão precipitada de que um motor estava com potência quando a hélice apresenta pás muito dobradas ou danificadas. Outras evidências associadas ao exame das pás de hélice são necessárias para correlacioná-las a uma possível falha do motor.

Muitos textos sobre o assunto sugerem que se as pontas das pás de hélice estão dobradas para trás, a RPM era baixa e se elas estão dobradas para frente, a RPM era alta. O que realmente acontece é que as pontas das pás quando atingem o solo podem dobrar tanto para frente quanto para trás, dependendo da relação entre a RPM da hélice e a velocidade de deslocamento longitudinal da aeronave.

Se a RPM é alta em relação à velocidade de deslocamento da aeronave, a força dominante que tende a dobrar a pá corresponderá ao vetor de ângulo de passo da pá e tenderá a dobrá-la para frente. Por outro lado, se a RPM é baixa em relação à velocidade de deslocamento para frente, então a força dominante na pá corresponderá ao vetor oposto à velocidade de deslocamento e isso tenderá a dobrar a ponta da pá para trás. Portanto, o dobramento da ponta de uma pá não é uma medição direta da RPM.

A RPM pode ser alta, mas se a velocidade para frente também for alta, as pontas das pás tenderão a dobrar para trás. Se as pontas estiverem dobradas para frente, ficará claro que a RPM era suficientemente alta em relação à velocidade de deslocamento à frente e que a hélice estava sendo rotacionada sob certa força propulsiva do motor.

Outras considerações a ter em mente em relação a esse fenômeno:

- a) ele ocorre somente nas pontas das pás. A pá dobrada a partir de sua metade, para frente ou para trás, não é uma indicação de RPM alta ou baixa;
- b) ele ocorre em todas as pás. Se apenas uma pá estiver dobrada, o dobramento foi causado pelo impacto, e não pela rotação; e
- c) só ocorre em baixos ângulos de impacto (cinco graus ou menos).

Como precaução contra a perda de evidências importantes, é uma boa prática determinar a posição da haste da pá em relação ao cubo da hélice. Além disso, muitos fatores devem ser levados em consideração, e cada acidente deve ser avaliado por suas características específicas, ou seja, o ângulo de impacto, a natureza do solo, a velocidade de impacto, o material da hélice (liga de alumínio, aço ou madeira), a fase de operação. Em suma, a avaliação de uma hélice e seus componentes não é suficiente, por si só, para determinar se o motor estava desenvolvendo potência ou não no momento do impacto.

As pás de uma hélice compõem uma parte da cadeia de evidências que, quando combinada com outras, podem levar a conclusões mais sólidas sobre a potência que o motor desenvolvia no momento do impacto.

As pás de madeira que sofrem alta carga de energia não se quebrar totalmente e suas peças serão espalhadas a uma distância considerável em ambos os lados do caminho percorrido pela aeronave.

Deve-se ter em mente que a constatação da falta de potência de um motor no momento do impacto, como aquele evidenciado por uma hélice, não implica necessariamente uma falha deste motor, uma vez que o piloto pode ter efetuado o corte antes do impacto.

9.6.10.3.1 Determinação da RPM ou velocidade no impacto contra o solo.

O espaçamento das marcas das pás de uma hélice no solo, mostrado na Figura 22 pode fornecer evidências úteis. Particularmente, se a velocidade no solo da aeronave no momento do impacto é conhecida (ou estimada).

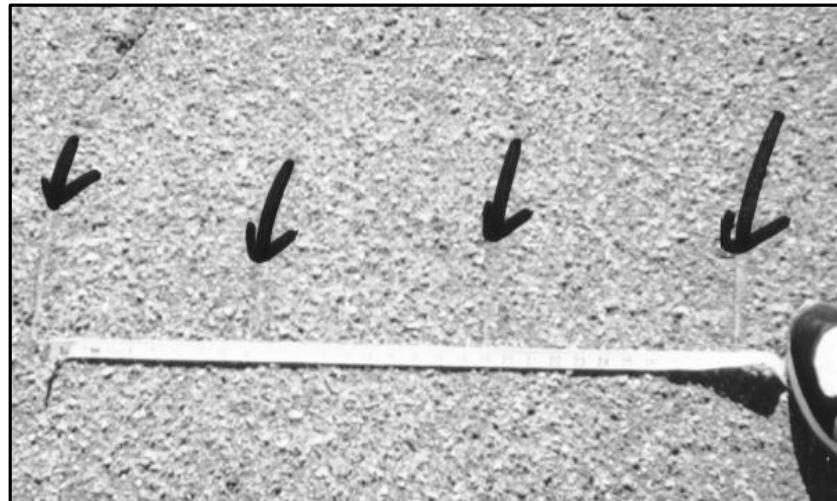


Figura 22 - Marcas de hélice deixadas na pista.

As seguintes fórmulas podem ser usadas para determinar, aproximadamente, a velocidade da hélice, em rotações por minuto (RPM), no momento do impacto com o solo:

$$RPM = \frac{Vkt \times 101,3}{D \times N} \quad \text{ou} \quad RPM = \frac{Vmph \times 88}{D \times N}$$

Onde: D = Distância em pés (ft) entre as marcas;

N = Número de pás;

V = Velocidade no solo.

9.6.10.3.2 Falhas de hélices em voo.

Falhas de pá em voo, geralmente, ocorrem como resultado de trincas por fadiga. Essas falhas caracterizam-se por excessiva vibração. Por vezes, o motor é arrancado de suas fixações ou a sua caixa de redução é severamente danificada. A falha de uma hélice em voo pode não ter origem nas pás, mas sim, em seus mecanismos. Um exame cuidadoso de seus componentes (óleo do eixo, contrapesos e redução) é essencial.

Durante a operação, as hélices, frequentemente, se deparam com condições suscetíveis à FOD. Pequenos impactos com pedras, arranhões e danos simples podem introduzir estresse às pás em situação que, deixada sem vigilância pela equipe de manutenção, pode resultar em trincas de fadiga. Dependendo da flexão dinâmica da hélice, simples rasuras geradas por um objeto podem introduzir marcas nas pás com profundidade suficiente para induzir a fadiga.

Todas as combinações de motores e propulsores têm regimes operacionais que apresentam vibrações harmônicas. A ressonância é uma vibração excessiva causada por uma relação harmônica.

Os manuais de operação das aeronaves podem identificar essas áreas de RPM ou valores de torque os quais se deve evitar o uso prolongado. A falha por fadiga, geralmente, é o resultado normal de ressonância, exemplificada na Figura 23.



Figura 23 - Hélice com marcas de praia (*beach marks*) como resultado de falha por fadiga de ressonância.

Ao contrário do FOD, que induz e deixa marcas de fadiga, a ressonância, normalmente, não demonstra uma origem relacionada à fadiga ou a danos preexistentes. A falha por ressonância afetará todas as pás de forma semelhante, embora uma pá, geralmente, falhe antes das demais que compõem o conjunto.

9.6.10.3.3 Características visuais de hélices acidentadas.



Figura 24 - Hélice metálica após o impacto (*windmilling*).

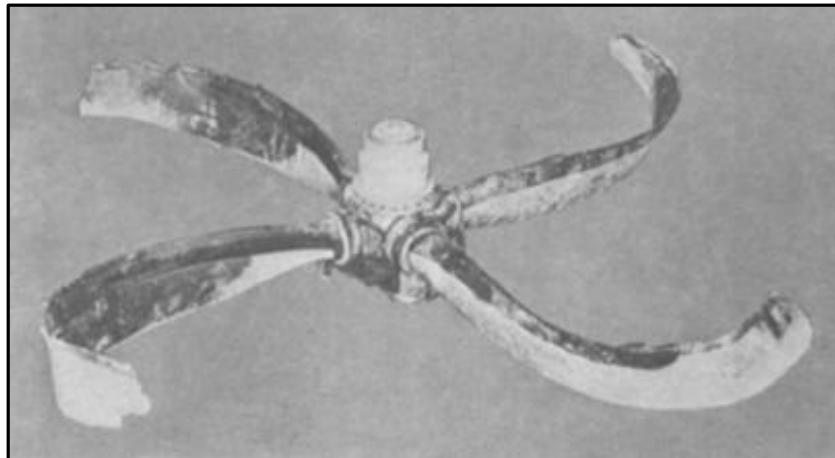


Figura 25 - Hélice metálica após o impacto (baixa potência).



Figura 26 - Hélice metálica após o impacto (baixa potência).

9.6.10.4 Motores a turbina.

Uma investigação do sistema motopropulsor engloba o motor, combustível, sistema de lubrificação, hélices e seus componentes, reversores (conforme o caso), suportes do motor, fixação à estrutura da fuselagem, parede de fogo (*firewalls*), capotas, caixa de engrenagens auxiliares e sistema antigelo.

Uma coleta cuidadosa de amostras de todos os fluidos da aeronave precisa ser realizada o mais rápido possível, pois estes podem ser contaminados ou perdidos. Na maioria dos casos, a desmontagem de qualquer motor não será possível no local do acidente. Na verdade, com modernos e complexos motores isto é o que pode acontecer de mais indesejável. Isso só deve ser tentado quando absolutamente necessário. Apenas um exame superficial deve ser efetuado no sitio de destroços dedicando-se atenção especial aos itens de controle do motor e de alimentação do combustível.

Fotografias de marcas no solo, das *blades/propellers* e dos escapamentos de motores a jato podem dar informações sobre as condições de operação do motor no momento do impacto contra o solo. Estas informações podem ser facilmente descaracterizadas ou perdidas se não forem rapidamente documentadas. É muito útil e extremamente necessária, no caso de motores modernos e complexos, a presença de pessoal qualificado do fabricante do motor em um sítio de destroços.

É importante considerar qualquer anomalia no sistema de propulsão de uma aeronave e qual influência esta condição possa ter tido sobre as ações tomadas pela tripulação. Mesmo sem evidências específicas de mau funcionamento, o exame do sistema propulsor é, muitas vezes, significativo ao se estabelecer os fatores globais de impacto contra o solo como velocidade e ângulo de impacto. Na maioria dos casos, um investigador de motores bem treinado será capaz de determinar tanto a condição de operação dos motores no pré-impacto, bem como as circunstâncias de atitude da aeronave no momento do impacto contra o solo.

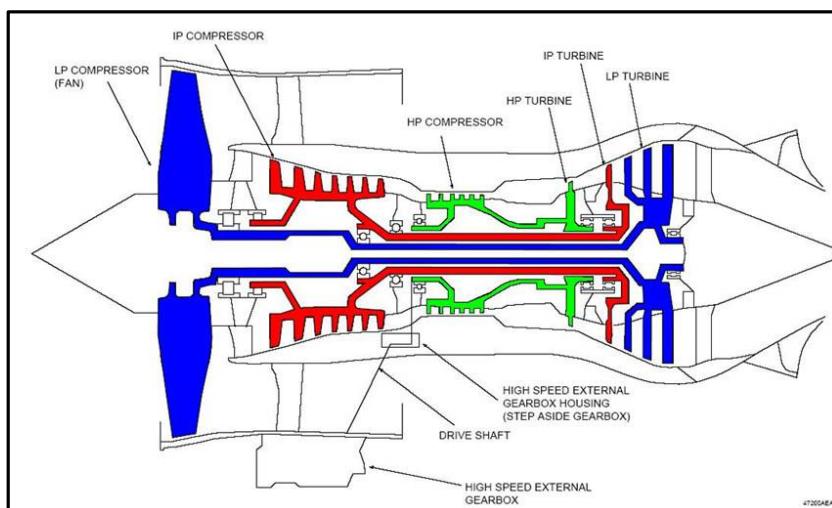


Figura 27 - Típico motor moderno utilizado na aviação comercial de grande porte.

9.6.10.4.1 Determinação de potência no impacto.

É importante determinar se o motor estava desenvolvendo potência ao atingir o solo. Isso nem sempre é de fácil determinação e não há fórmulas simples ou rápidas disponíveis para verificar esta condição no sítio de destroços. O investigador deve avaliar as evidências visíveis na parte dianteira e traseira do motor. Assim, se existir evidências de danos de alta rotação, tanto nos estágios frontais quanto nos estágios intermediários (ligados por um mesmo eixo), isso pode ser uma indicação de que havia grande quantidade de energia sendo desenvolvida pelo motor no momento do impacto.

Ao encontrar evidências de danos de baixa rotação no momento do impacto, o investigador não deve tratar isso como um resultado definitivo sem, antes, realizar um exame mais aprofundado, confrontando com outras evidências encontradas nos destroços.

Em alguns casos, o fato de os motores estarem desenvolvendo potência ou não no momento do impacto é fácil de ser determinado. A Figura 28 mostra um *fan* com alto grau de energia rotacional no momento do impacto (completa destruição das *blades*).



Figura 28 - Danos ao *fan* em alta rotação.

A Figura 29 caracteriza um *fan* sem potência no impacto, mas, possivelmente, girando na condição de *windmill* (bom estado de preservação das *blades*).



Figura 29 - Danos ao *fan* em baixa rotação.

Já a Figura 30 ilustra um *fan* que experimentou danos em alta rotação e danos subsequentes em baixa rotação durante o mesmo impacto (maior parte das *blades* destruídas por danos em alta rotação, porém as restantes apresentam marcas de impacto em baixa rotação).

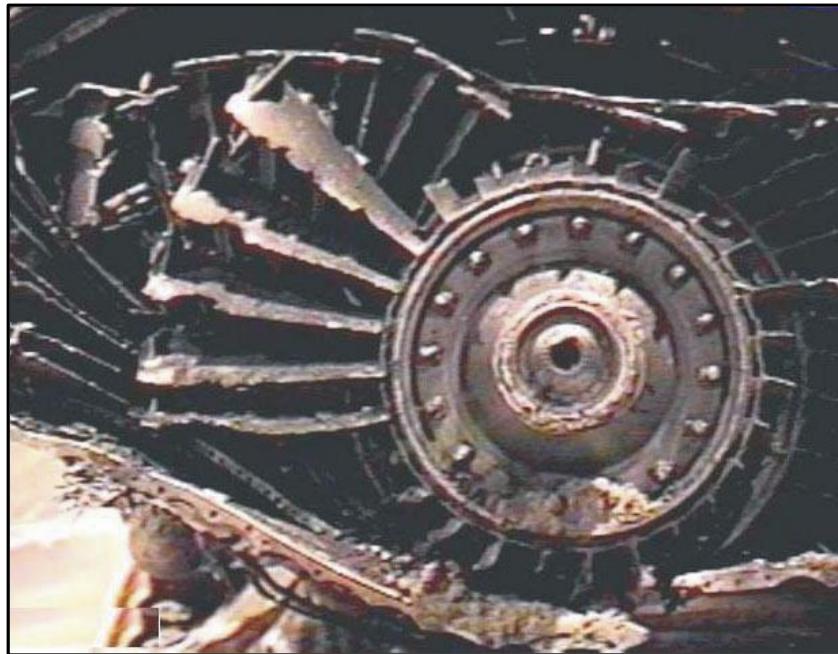


Figura 30 - Danos em baixa rotação sobrepostos aos danos em alta rotação.

Estas fotografias são exemplos de condições evidentes. Em alguns casos, mas particularmente, na ausência de uma tripulação sobrevivente ou de indicações de potência do motor nos gravadores de dados de voo, vários fatores devem ser levados em conta e examinados antes que uma avaliação definitiva possa ser feita.

Há ocasiões em que o invólucro do motor não foi danificado e não existe nenhuma distorção das *blades* do *fan* para ajudar o investigador. A falta de danos visuais nas *blades* do *fan* não significam evidências imediatas de baixa potência. As circunstâncias da queda da aeronave, as ações da tripulação até o momento do impacto, a posição das *blades* variáveis, a velocidade de impacto e a natureza do terreno de impacto ou água também devem ser consideradas.

Os exemplos anteriores de impressões de danos com alta e baixa velocidade não se aplicam necessariamente ao impacto na água. Nesta condição forças hidráulicas uniformes são aplicadas no estágio frontal do motor. Se a velocidade de rotação for alta, então o motor tenderá a bombear a água e isto vai gerar significativas forças de flexão de contrarrotação, resultando em fraturas completas de, praticamente, todas as *blades* em local próximo de suas raízes. Este efeito é semelhante a um impacto de alta rotação contra o solo.

No caso de baixa rotação em um impacto na água, onde a água é forçada para dentro da entrada do motor, a força hidráulica atuará na face frontal do disco, forçando-o para trás em um modo de fácil flexão. Esta força de flexão tenderá a dobrar as *blades* no sentido perpendicular à força imposta pela água. Dependendo do formato das *blades*, incluindo torção, bem como características significativas de rigidez, a força hidráulica pode deixar as *blades* com uma deformação chamada "*Z*"-*Bend*, mostrada na Figura 31.

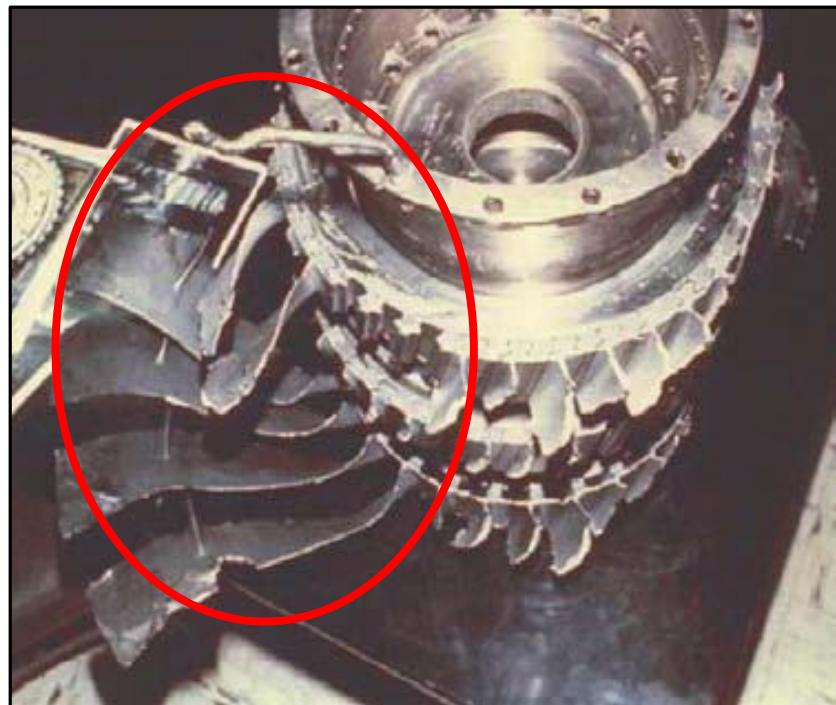


Figura 31 - *Blades com características de deformação “Z”- Bend.*

Também, deve-se considerar que essa mesma força hidráulica age contra a fuselagem e carenagens dos motores. Para a maioria dos impactos frontais, a grande área da face da carenagem absorve o impacto, ficando totalmente retorcida. Na maioria das vezes, a forma final de uma carenagem danificada será semelhante a um *pretzel* torcido, conforme a Figura 32.



Figura 32 - Carenagem deformada (*pretzel shape*) pelo impacto frontal contra a água. Nota-se que o corpo do motor foi arrancado pela força hidráulica.

A evidência que estará mais facilmente acessível para o investigador é o dano gerado pela rotação do *fan*, que pode ser considerado mais ou menos proporcional à velocidade de rotação do motor no momento do impacto. Um fator que faz com que os danos causados pela rotação, muitas vezes, se transforme em uma evidência enganosa é a relação entre rotação e a potência. A relação entre estes dois parâmetros não é linear, e a diferença em porcentagem

entre o rotor em *flight idle* e *maximum thrust* é relativamente pequena. Nos modernos motores, a condição *flight idle* é de cerca de 60% RPM, então a energia rotacional é suficiente para causar pesados danos rotacionais no momento do impacto, mesmo sem estar desenvolvendo potência.

Existem outras técnicas que podem auxiliar o investigador na avaliação da disponibilidade de potência no impacto. Se o motor estava funcionando no momento do impacto, alguma sujeira (porção de terra) ou de madeira pode ser ingerida mais profundamente no motor. Se a porção de terra estiver endurecida ou a madeira estiver queimada, uma suposição que o motor estava trabalhando no momento do impacto seria razoável. O investigador também deve reunir toda a informação disponível por meio da análise dos controles do motor, instrumentos e acessórios que podem dar indicações da condição do motor no momento do impacto. Os manetes do motor são, muitas vezes, deslocados pelas forças de impacto, mas as marcas de impacto sobre o pedestal podem ajudar na determinação da sua posição original.

Os instrumentos eletromecânicos do motor no *cockpit* podem fornecer evidências sobre o desempenho do motor no momento do impacto. Os modernos motores possuem *electronic thrust control* que utilizam memórias NVM (*Non-Volatile Memory*) no ECC (*Engine Control Computer*) que podem preservar os dados de desempenho do motor. Podem também ser analisadas em laboratório as *variable inlet*, *stator guide vanes*, *bleed valves*, válvulas de combustível, as bombas hidráulicas e os geradores.

9.6.10.4.2 Tipos de falha do motor a turbina.

Em quase todos os casos de falha do motor não associados com a falta de combustível, há relação de causa-efeito entre a causa inicial e o dano secundário ao motor, ou seja, se o compressor é significativamente afetado, então a eficiência do motor e o *Exhaust Gas Temperature* (EGT) serão afetados também.

A *higher speed turbine* é muito importante para câmara de combustão. Se essa turbina é significativamente afetada, a chama poderá migrar de volta para fora do queimador e começar a derreter o *low speed turbine stage*. Por outro lado, se o *low speed compressor* ou *fan* é significativamente afetado, a chama pode migrar de volta para a *high speed turbine* e derreter as pontas das *blades* desses estágios.

Assim, se houver sinais de superaquecimento eles podem ser encontrados nos estágios da turbina, observando-se os compressores como causa raiz. Caso a tripulação tome uma ação no sentido de interromper o funcionamento do motor, as evidências de um superaquecimento poderão ser mascaradas.

Em alguns casos, o dano iniciado nas seções de baixa ou alta pressão da turbina reduz as respectivas compressões, resultando em uma diferença na velocidade entre as seções de compressor e, portanto, iniciando um *stall/surge* que pode ser ouvido e visto por testemunhas, conforme Figura 33. Um *stall/surge* também pode ocorrer se os danos se iniciarem no compressor ou no *fan*, desde que os danos afetem a aerodinâmica interna do fluxo de ar no motor.

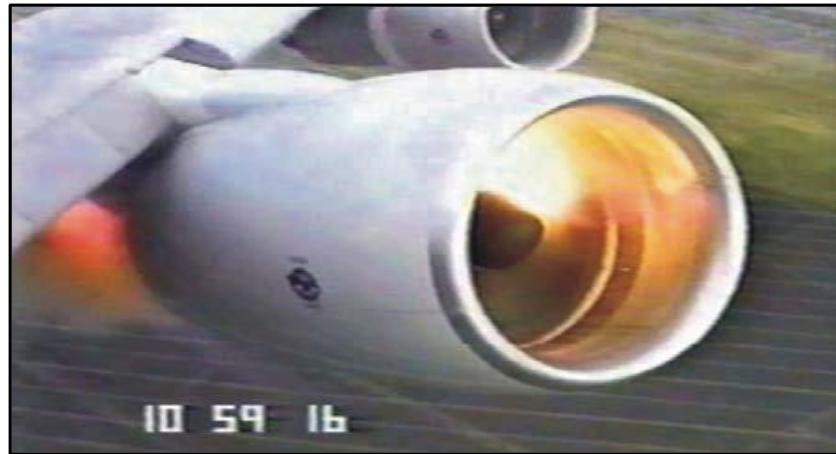


Figura 33 - Motor com características de *stall/surge*.

9.6.10.4.3 *Uncontained rotor disk failure*.

Uncontained rotor disk failure em um grande motor a turbina é um das falhas com mais energia e potencialmente catastróficas de todo o sistema de propulsão de uma aeronave. É importante que seja reconhecida pelo investigador simplesmente pelos danos causados por impacto. As três figuras a seguir ilustram evidências clássicas de um *uncontained rotor disk failure*.



Figura 34 - Típico *uncontained rotor disk failure* com fragmentos de compressor.

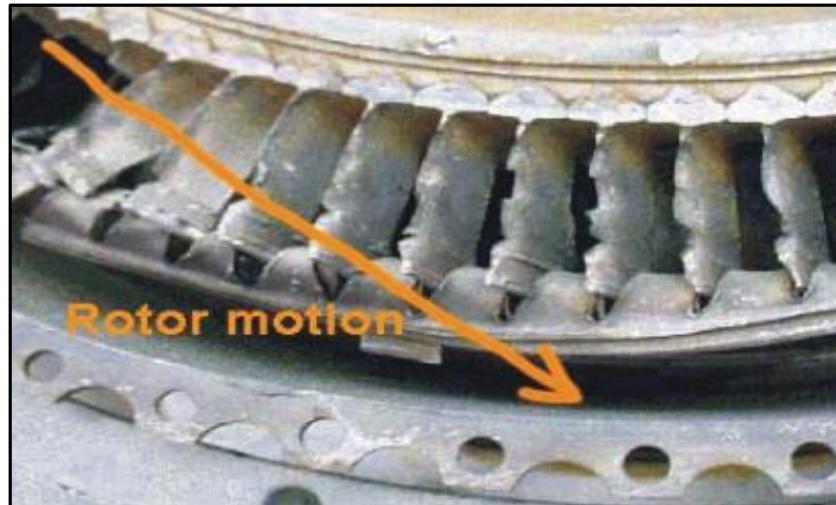


Figura 35 - Padrão de trajetória de um *uncontained rotor disk fragment*.

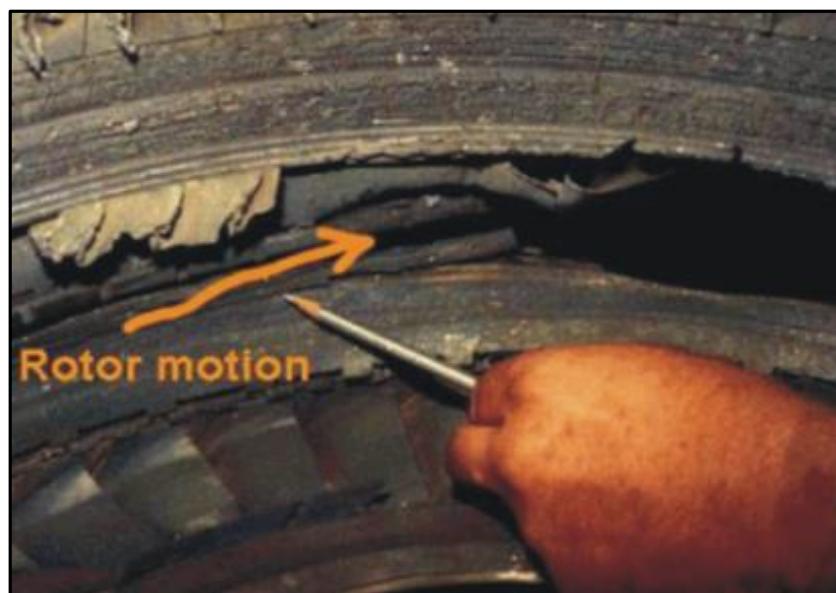


Figura 36 - Típico buraco de penetração de um *uncontained rotor disk fragment*.

Uma vez que os fragmentos são inicialmente lançados em movimento tangencial nas partes internas do motor, o buraco resultante aparecerá em forma de lágrima. Como o propósito da investigação é também avaliar todas as condições perigosas para os passageiros, é importante incluir na documentação da investigação as trajetórias dos fragmentos contidos no motor que podem ter afetado a cabine ou os sistemas da aeronave. Isso pode ser feito por cordas ou fitas passadas entre os furos das carenagens do motor e os orifícios correspondentes em outras partes da aeronave, de acordo com a Figura 37.

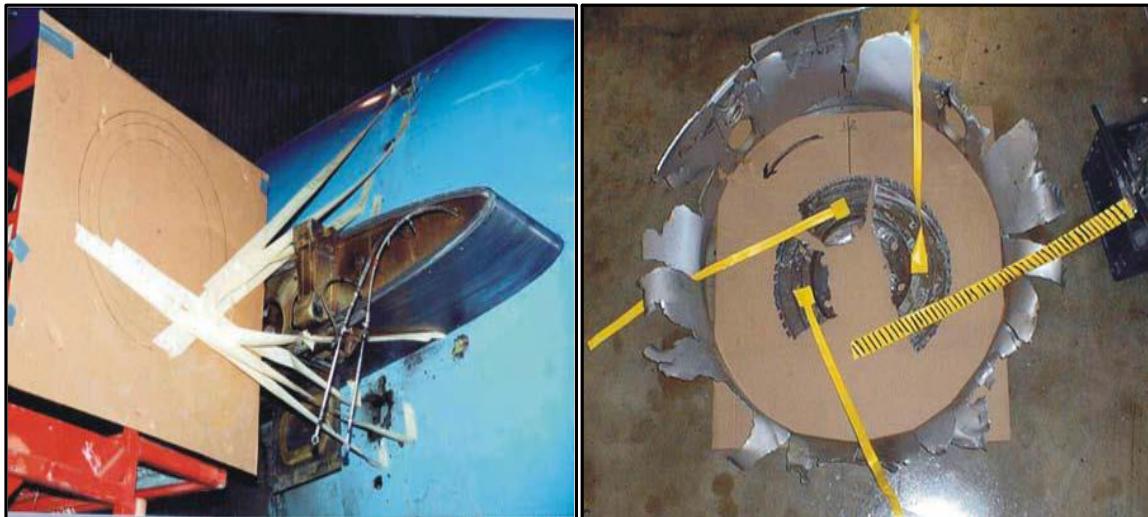


Figura 37 - Trajetória de penetração dos fragmentos de um *uncontained rotor disk failure*.

9.6.10.4.4 Foreing Object Damage (FOD).

Se ingeridos por um motor, os objetos podem passar facilmente através dos estágios do compressor de baixa pressão sem causar muitos danos. No entanto, quando os objetos entram na turbina de alta pressão, acabam, muitas vezes, impactados contra as diversas partes do motor devido à sua alta velocidade.

Pequenos objetos ingeridos geram poucos efeitos nocivos ao motor, exceto nos casos raros em que pontas das *blades* na parte detrás do compressor são severamente danificadas. Além disso, se as marcas menores deixadas nas *blades* não são detectadas e reparadas ao longo do ciclo de operação do motor é possível que pequenas fraturas por fadiga se desenvolvam até liberar partículas maiores que possam causar uma falha catastrófica do motor.

Quando a ingestão de objetos estranhos atinge mais de um motor, normalmente as consequências são mais críticas. As fontes de objetos que podem atingir mais de um motor são: gelo, cinzas vulcânicas/poeira, aves e animais terrestres (durante decolagens e pousos).

Ingestão de gelo: A lista de referência rápida abaixo é uma excelente ferramenta que pode ser usada pelo investigador de campo no caso de suspeita de ingestão de gelo.

- danos progressivos ou randômicos em *blades* consecutivas
- extremidades abauladas, curvadas com mossas ou torcidas
- ondulações no bordo de ataque das *blades*
- nenhuma evidência de penas ou tufo de material orgânico
- nenhum cheiro incomum no duto de descarga do *fan* (carne queimada)
- possíveis dentes nos bordos de ataque das *blades*

Ignore *blades* rasgadas ou com dobras pontiagudas (aspecto de torção por alicate)

A Figura 38 ilustra a característica dos danos causados por gelo nas *blades*.



Figura 38 - Típico dano nas blades de um motor causado por gelo.



Figura 39 - Mossas no isolamento acústico devido ao gelo liberado pelo fan.

Aves e outros animais: caracterizada por danos em várias *blades* e estágios do motor (*soft-object cascade damage*). Este tipo de ingestão deve ser investigado para determinar a quantidade de pontos de impacto na seção frontal do motor, bem como para identificar se os limites certificados do mesmo foram ultrapassados. Caso não tenham sido ultrapassados, a informação serve para comparar os resultados do evento aos resultados esperados no processo de certificação.



Figura 40 - Danos em várias blades por ingestão de ave.



Figura 41 - Danos causados por ingestão de ave.

O *checklist* a seguir é uma referência rápida a ser utilizada pelo investigador.

- danos progressivos em *blades* consecutivas;
- extremidades abauladas, curvadas com mossas ou torcidas;
- tufo de penas e/ou pele preso em fendas atrás do *fan*;
- penas ou manchas de coloração diferente em dutos do motor, incluindo *bleeds*;
- cheiro incomum no duto de descarga do *fan*; e
- marcas de impacto nos bordos de ataque das asas ou no trem de pouso.
- Ignore *blades* rasgadas ou com dobras

Cinzas vulcânicas / Ingestão de poeira: a ingestão de pequenas partículas associadas com cinzas vulcânicas ou poeira pode produzir danos diferentes nos modernos motores de alta performance.

Os efeitos da erosão nas *blades* do motor, normalmente, não representam uma grave ameaça à segurança do voo. No entanto, os efeitos mais graves ocorrem tipicamente nas seções mais quentes do motor, ou seja, nas *inlet nozzle vanes* da entrada da turbina. Isso porque, nos motores modernos, em voo de cruzeiro, as temperaturas de entrada da turbina são próximas daquelas de derretimento das concentrações de poeira que, posteriormente, podem aderir à estreita passagem de ar gerada pelas *nozzle guide vanes*, conforme mostra a Figura 42.



Figura 42 - Poeira vulcânica derretida e aderida nas partes quentes do motor.

Qualquer alteração no fluxo de ar nesse ponto crítico do motor é muito sensível a ponto de afetar a estabilidade da potência gerada pelo motor, sem causar extrapolações dos limites de temperatura.

9.6.10.4.5 Outras falhas de motor.

Falhas catastróficas em uma turbina podem ser produzidas por fratura do seu eixo em altas temperaturas, ilustrada na Figura 43.



Figura 43 - Eixo de uma turbina fraturado por *internal overtemperature*.

Menos comuns, mas com maior potencial catastrófico são as *rotor disk fractures* ou *high pressure case fractures* entre o compressor e a turbina, ilustrado na Figura 44.



Figura 44 - Características de *high pressure case fracture*.

Ainda menos comuns em acidentes, são os problemas relacionados ao sistema de lubrificação que, na maioria das vezes, são identificados pelas tripulações que executam o corte do motor sem que isso afete a segurança do voo.

As falhas nos acessórios dos motores são cada vez menos frequentes. Exemplos de falhas graves nos acessórios de um motor envolvem falhas de engrenagens que desativam as funções de controle do fornecimento de combustível e óleo ao motor e, no caso ainda mais raro, a interrupção total do sistema de controle de combustível. Se qualquer um desses sistemas for suspeito em um acidente, recomenda-se solicitar o suporte da *expertise* do fabricante.

Existem inúmeras avarias que podem resultar em uma perda de potência ou outros sintomas que requeiram uma ação de corte do motor por parte da tripulação. É altamente recomendável que todos os indícios de falhas de um motor encontrados no local do acidente sejam confirmados, removendo-se o motor para um lugar onde haja ferramental adequado para uma desmontagem. No entanto, normalmente não é necessário realizar uma pesquisa ou averiguação mais profunda no local da ocorrência, a menos que uma evidência positiva de avaria do motor seja determinada durante a ação inicial.

	Separação do motor	Dano severo	Surge	Ingestão de fauna / FOD	Travamento	Apagamento	Controle de combustível	Fogo	Fogo no escapamento	Partida quente	Gelo	Uso inadvertido do reverso	Vazamento de combustível
Estampido (<i>bang</i>)	O	X	X	O	O						O		
Aviso de fogo	O	O		O				X					
Chama visível	O	O	O	O				O	X	O			
Vibração			X	O	X	O					X	X	
Guinada	O	O	O	O	O	O	O					X	
Alta temperatura de exaustão de gases		X	X	O	O		X		O	X	O		
Mudança de N ₁	X	X	O	O	X	X	X						X
Mudança de N ₂	X	X	O	O	X	X	X						X
Mudança no fluxo de combustível	X	O	O		O	X	O	O					X
Mudança na indicação de óleo	X	O	O		O	X		O				X	
Dano visível (carenagem do motor)	X	X						O				X	
Fumaça / odor na cabine (<i>bleed air</i>)		O		O	O								
Razão de pressão do motor (mudança)	X	X	X	O	X	X	X						X

Figura 45 - Sintomas de mau funcionamento em turbinas a gás (X = sintoma muito provável, O = sintoma possível, Campos em branco = sintoma improvável).

9.6.10.4.6 Fogo no motor.

Fogo nos motores, que não sejam as combustões de titânio, normalmente, ocorre no espaço entre o motor e a sua nacelle, onde um número variado de fontes de combustível e ignição estão presentes (Figura 46).

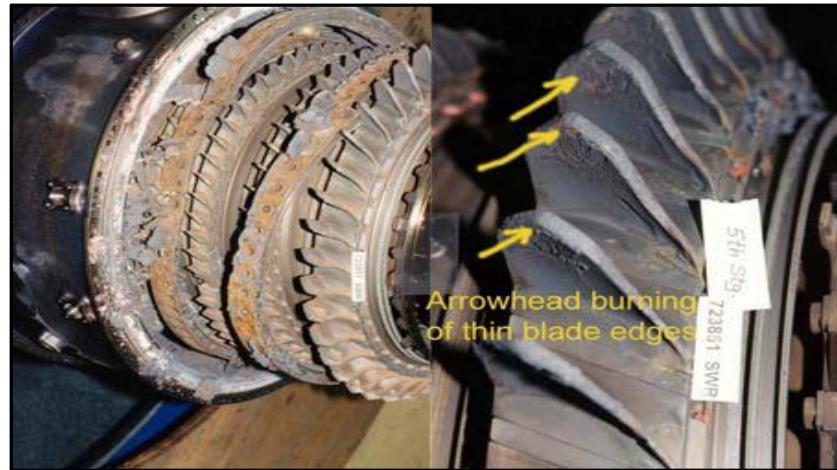


Figura 46 - Características de danos por combustão do titânio (nota-se o aspecto pontiagudo nas *blades* afetadas).

Alguns sistemas das aeronaves podem estar associados ao fogo, como, por exemplo, o sistema hidráulico e seus fluidos. Se um incêndio do motor está sendo investigado, todas as linhas de combustível ao redor do motor devem ser verificadas quanto aos vazamentos e se eles contribuíram para o evento. *Bleed air leaks* podem desencadear superaquecimento da nacelle ou até mesmo alarme de fogo. O investigador deve verificar se a tripulação identificou corretamente o tipo de aviso, e se ela reagiu em conformidade com os procedimentos previstos.

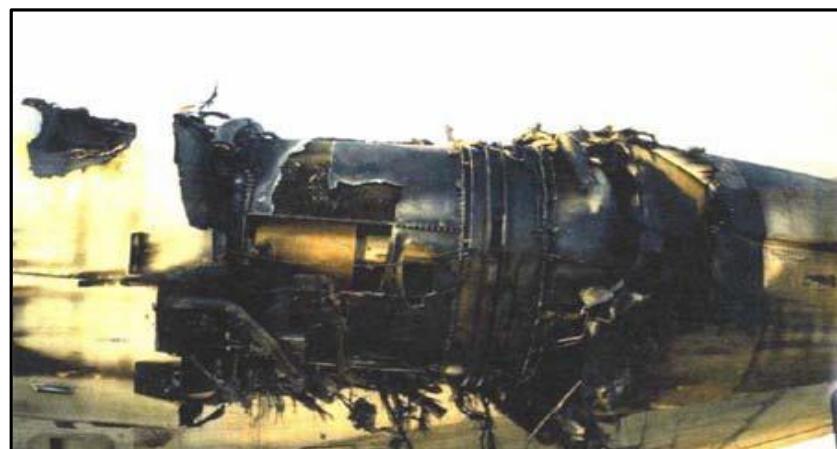


Figura 47 - Características de fogo na nacelle de um motor.

9.6.10.4.7 Fogo no escapamento.

O fogo no escapamento ocorre quando o combustível que forma poças nas carcaças das turbinas e escapamentos, durante a partida ou corte, inflama-se. Isso pode resultar em um jato de fogo visível na parte traseira do motor, que podem ter dezenas de metros de comprimento. Há relatos de passageiros que iniciaram evacuações de emergência nesses casos, sem comando das tripulações, ocasionando lesões graves.

No caso de fogo no escapamento, é normal não haver indicação de uma discrepância para a tripulação até que uma fonte externa como a torre de controle chame a atenção da tripulação para o problema.

9.6.10.4.8 Apagamento do motor (*flame out*).

A causa predominante de *flame out* em voo de modernos motores é o mau funcionamento ou falha no fornecimento de combustível oriundo do controle regulador. Se o controle regulador de combustível ou as bombas são suspeitos, e as suas condições permitirem, recomenda-se que os testes de equipamento sejam realizados em bancada, como melhor método de determinar a possível causa da avaria.

O sistema de reacendimento (*relight system*) também deve ser examinado. O investigador deve sempre ter em mente, também, que um *flame out* pode ser causado por um gerenciamento inadequado do sistema de combustível, ou seja, o fechamento errado de uma válvula de combustível deixando uma válvula de combustível aberta para um tanque vazio. Todas essas questões devem ser examinadas e eliminadas antes de se concluir que o motor falhou.

9.6.10.4.9 Efetividade dos sistemas de extinção de fogo.

Em várias investigações de acidentes, muitas testemunhas visuais afirmam ter observado que as aeronaves estavam em chamas antes do impacto. A ocorrência real de fogo no motor em voo é bem menor que a relatada por testemunhas, e relativamente rara. A maioria dos incêndios que são observados por meio de relatos de testemunhas tem a origem em *flashes* ou labaredas causadas por *stall* de compressor. A maioria das tripulações envolvidas neste tipo de evento relatou que incêndios em motores são decorrentes de grandes avarias mecânicas seguidas da perda de propulsão em razão de grande liberação de combustível dentro da seção quente do motor.

A maioria dos incêndios em motores pode ser controlado ou extinto em voo. O mais importante para o investigador é determinar se o fluxo de combustível dos tanques para os motores, que normalmente se faz em baixa pressão, foi corretamente e rapidamente interrompido. A atuação do sistema de extinção de fogo depende em grande parte da tarefa realizada de forma rápida e na correta sequência pela tripulação.

Técnicas especiais, realizadas em laboratório, podem ser necessárias após um acidente, com incêndio de grandes proporções, para determinar se a garrafa de extinção de incêndio foi operada corretamente. O investigador deve verificar se o *second shot system* foi acionado ou descarregado para todos os motores envolvidos na condição de fogo no acidente.

Outro método que pode ser aplicado, se as circunstâncias permitirem, é realizar uma análise eletroquímica, em laboratório, dentro dos tubos de descarga; ou *spray* para averiguar se o produto químico de extinção passou através do sistema. Sistemas de alerta e extinção de incêndios em motores estão se tornando cada vez mais complexos e o suporte especializado do fabricante pode ser essencial para uma investigação bem sucedida.

9.6.10.5 Instrumentos de cabine.

É possível obter uma grande quantidade de informações úteis por meio dos instrumentos de uma aeronave acidentada, porém o investigador poderá se deparar com dois problemas gerais ao buscar tais informações nos instrumentos de cabine. O primeiro é que os instrumentos de cabine podem somente revelar o que aconteceu no instante do impacto, quando na verdade, o investigador busca as informações que realmente revelem o que aconteceu antes

do impacto. O segundo problema é que quanto mais sofisticada é a aeronave acidentada mais difícil se torna para o investigador a coleta de informações desse tipo.

Para enfrentar tal situação em um sítio de acidente, o investigador deve conhecer as características dos principais instrumentos e técnicas de como coletar e preservar as informações fornecidas por eles.

9.6.10.5.1 Como manusear um instrumento.

Qualquer movimento desnecessário na área da cabine de uma aeronave acidentada deve ser evitado a fim de reduzir a possibilidade de destruição de informações que são de extrema importância em uma ação inicial. Esse cuidado torna-se mais importante quando os instrumentos da cabine ficarem sujeitos a um intenso fogo após o impacto. A fase de ação inicial poderá ser a única oportunidade de se determinar as condições dos sistemas, dos motores e comandos aplicados à aeronave.

Antes de remover instrumentos e componentes da cabine, obrigatoriamente, deve-se registrar todas as marcas e posições dos *switches*, pois uma vez removidos, as marcas deixadas pelo acidente podem ser perdidas.

Caso os componentes não tenham sido expostos ao fogo, eles deverão ser identificados, protegidos e removidos o mais rápido possível para uma futura análise fora do sítio do acidente. A principal precaução a ser tomada pelo investigador é anotar qualquer tipo de leitura possível e proteger a face e os ponteiros dos instrumentos de um possível dano.

Em caso de fogo após o impacto, recomenda-se não remover os instrumentos até uma análise mais acurada de um especialista.

Existem vários métodos que podem ser empregados para determinar as leituras dos instrumentos no momento do impacto ou a perda de sinais. Eles podem ser:

- a) informação visual do instrumento;
- b) exame microscópico do mostrador e do ponteiro para evidenciar as marcas de impacto;
- c) exame interno nas engrenagens e nos mecanismos operacionais em busca de evidências de marcas de impacto ou travamento; e
- d) leitura elétrica sincronizada.

Sempre que possível, recomenda-se que todos os métodos sejam utilizados para correlacionar as informações coletadas.

9.6.10.5.2 Técnicas de investigação.

A primeira e mais simples ação a ser realizada pelo investigador ao examinar um instrumento é observar a face do seu mostrador. Caso seja possível efetuar uma leitura e validá-la, por comparação com outras evidências, não haverá melhor maneira de se efetuar uma análise. Entretanto, se o ponteiro do instrumento não for encontrado, algumas técnicas podem ser úteis para a leitura do instrumento:

Shadowing - A razão pela qual o ponteiro foi perdido é usualmente pela destruição do vidro que precede a face do instrumento no impacto. Quando pedaços do vidro quebrado atingem a face do instrumento deixam marcas espalhadas, exceto, na região em que se encontrava o próprio ponteiro no momento do impacto da aeronave. Uma pertinente e simples técnica a ser utilizada nesse processo é cortar um pedaço de papel na forma e tamanho do ponteiro e tentar encaixá-lo na face do instrumento sem cobrir nenhuma marca deixada pelos pedaços de vidro. Isto poderá fornecer uma leitura direta acurada da posição do ponteiro no momento do impacto.

Needle Post - Neste caso, o primeiro passo da técnica é examinar o local em que o ponteiro estava encaixado na face do instrumento. Tente encaixar o ponteiro, ou outro similar, em uma posição, de modo que haja a menor resistência possível. Esta provavelmente foi a última leitura do ponteiro antes do impacto. Outra possibilidade é observar se o ponto (pino) que fixa o ponteiro à face do instrumento está dobrado. Se isso for detectável, a dobra poderá apontar para a última leitura do ponteiro.

Counterweight Impact - A ponta de um ponteiro, normalmente, não deixa marcas na face de um instrumento quando são impactados um contra o outro, porém, a base do ponteiro, que possui um pequeno contrapeso que possui massa suficiente para deixar uma marca. Esta marca terá a forma de um pequeno semicírculo em distância simétrica do ponto de fixação do ponteiro na face do instrumento. O lado oposto ao semicírculo poderá proporcionar uma leitura aproximada do instrumento.

Lubber Line Instruments - Instrumentos móveis que possuem cartão circular e que passam por um ponto fixo, geralmente no topo do instrumento, apresentam boa característica de leitura. Exemplos desses instrumentos são o RMI (*Radio Magnetic Indicator*) e o cartão de proa do HSI (*Horizontal Situation Indicator*). Após um impacto, os cartões não apresentam tendências de mudança e proporcionam uma leitura confiável do número que estará no topo do instrumento.

9.6.10.5.3 Utilização de luz ultravioleta.

A maioria dos instrumentos analógicos utilizados em aeronaves modernas possui mostradores e ponteiros pintados com material fluorescente. Nesses casos, o uso de luz ultravioleta (luz negra) pode revelar a posição do ponteiro no momento do impacto, caso este tenha entrado em contato com o mostrador (Figura 11).

Vale salientar, ainda, que a luz negra pode ser utilizada também para leitura do conteúdo de documentos queimados por calor excessivo.

9.6.10.5.4 Danos causados no impacto.

A reação dos instrumentos está intimamente ligada a forças de impacto sobre ele e pode variar dependendo da sua natureza. As informações mais acuradas que podem ser recuperadas de um instrumento, após um acidente, são aquelas geradas por um impacto frontal, suficiente para destruir o instrumento, ou seja, a validação das informações observadas é proporcional aos danos causados pelo impacto.

As informações que podem gerar dúvidas ao investigador são aquelas recuperadas de impactos leves e múltiplos. Todas as informações devem ser analisadas, e as

evidências comparadas com outras informações já conhecidas, ou com condições suspeitas no momento do impacto.

Normalmente, se a desaceleração aplicada a um instrumento é suficiente para sobrepor o torque do instrumento e mudar a sua indicação, os danos causados deixarão marcas no mostrador ou no mecanismo interno e refletirão as condições do momento da aplicação da alta carga “G”.

À exceção de instrumentos que funcionam com um conjunto de engrenagens ou dispositivo de retenção, tais como potenciômetros, o ponteiro do instrumento pode modificar-se de sua posição real quando é atingido por um objeto estranho, mas deve-se considerar que a mudança pode ser pequena e ainda oferecer informações para o investigador.

Caso os sinais de indicação, para alguns instrumentos, sejam perdidos antes do impacto, estes podem retornar às condições ambientais, ou a zero, dependendo do projeto individual de cada instrumento.

9.6.10.5.5 A força “G” nos instrumentos.

Se o sinal de entrada é perdido antes da captura em instrumentos que não empregam um conjunto de engrenagens no seu projeto, mas que normalmente mantêm as últimas indicações, as seguintes reações podem ser observadas:

- a) se o impacto da força “G” ocorrer em ângulo reto em relação à apresentação do ponteiro, o mesmo raramente será deslocado em um ângulo superior a 90 graus;
- b) forças de impacto que ocorram em outros ângulos, normalmente, não têm energia suficiente para alterar a condição original de um ponteiro, e na condição da aplicação da força no mesmo plano do ponteiro nenhuma mudança ocorrerá;
- c) qualquer movimento circular sobre o eixo do ponteiro pode resultar em grandes mudanças na posição original do ponteiro;
- d) os instrumentos que empregam um conjunto de engrenagens ou outro tipo de restrição normalmente mantêm as condições existentes no momento da perda do sinal de entrada; e
- e) a maioria dos mostradores dos instrumentos possui sua face pintada na cor negra e quando em contato com um ponteiro podem deixar um ponto brilhante que marcará última indicação do ponteiro.

Os ponteiros normalmente não têm massa suficiente para cortar ou fazer uma marca completa no mostrador, no entanto, ponteiros que utilizam contrapesos para equilíbrio podem deixar uma marca mais clara no mostrador do instrumento.

Deve-se tomar muito cuidado quando a sombra do ponteiro completo é notável. Essa sombra do ponteiro pode ser o resultado da exposição à luz solar direta quando a aeronave fica estacionada. Estas sombras são frequentemente observadas na posição de parada do ponteiro (zero) ou nas condições existentes no momento da desenergização da aeronave.

A maioria das marcas ou riscos encontrados em um mostrador pode ser resultado de vidro quebrado. Uma análise mais pontual no sítio do acidente pode revelar, muitas vezes,

que a área não marcada no mostrador foi protegida pelo ponteiro e revelará uma condição confiável de posição do ponteiro no momento do impacto. Um exame mais detalhado no mostrador com a ampliação de uma lupa pode revelar pigmentos de tinta do ponteiro no mostrador e deixar indicações claras para o investigador.

Se múltiplas marcas de impacto na face do mostrador de um instrumento forem observadas, o investigador deve preocupar-se em determinar qual foi a primeira que ocorreu. As demais poderão ser descartadas, por não serem confiáveis. Alguns instrumentos possuem molas de retenção que tendem a retornar o ponteiro para o zero, após a perda do sinal de entrada.

Alguns mostradores de instrumentos são montados com parafusos que atravessam a face do mostrador. Observe a parte de trás do ponteiro para evidenciar o contato do ponteiro com a cabeça do parafuso. Se o risco estiver presente, o ponteiro deve ter passado sobre o parafuso. A ausência de uma marca de risco não significa que o ponteiro não tenha passado sobre o parafuso, uma vez que o ponteiro pode não ter sido suficientemente distorcido de modo a ter o contato com a cabeça do parafuso.

9.6.10.5.6 Tipos de instrumentos.

Existem inúmeros tipos de instrumentos empregados nas aeronaves que operam ao redor do mundo, no entanto um entendimento geral de cada tipo de instrumento é necessário para situar o investigador na aplicação da técnica correta a ser utilizada durante a análise.

Geared Instruments - São tipos de instrumento que possuem mecanismos de engrenagens que permitem uma leitura confiável após uma falha de alimentação ou destruição por impacto. Internamente, esses tipos de instrumentos possuem índices e escalas que proporcionam ajuste (zero) e calibração. Se um impacto for severo o suficiente para travar as engrenagens, a leitura poderá ser feita pela contagem dos dentes das engrenagens e proceder-se à comparação com as engrenagens de outro instrumento do mesmo tipo não danificado.

Zero-Reading Instruments - Alguns instrumentos têm a característica de retornar sua indicação para zero assim que a energia de alimentação é perdida ou interrompida. Uma leitura a zero em um instrumento, após um impacto, não significa que o instrumento indicava zero no momento do impacto. Caso o investigador consiga obter qualquer tipo de leitura nesse tipo de instrumento ele deve considerar como valor mínimo, ou seja, a leitura real será pelo menos a de valor mínimo ou superior, nunca inferior. (Ex. tacômetros).

Syncro Repeaters - Instrumentos deste tipo meramente repetem a leitura de algum sistema da aeronave. Eles têm a capacidade de reter a leitura em um impacto se forem do tipo repetidor servo motor. Existem três métodos gerais de análise em instrumentos deste tipo. O primeiro é o de avaliar o próprio corpo do instrumento. O segundo é o de avaliar o sensor que transmitiu a informação ao instrumento e poder comparar se as informações são compatíveis. O terceiro e último exige a presença de um técnico, pois deverá ser usado um teste de sincronismo que serve para ajustar e calibrar o instrumento com os sensores alimentadores. (Ex. indicadores de pressão de óleo do motor).

Meter Movements - Alguns instrumentos são do tipo *D'Arsonval Meter Movement* ou *Wheatstone Bridge Circuit*, extremamente delicados e, quando a energia de alimentação é interrompida, os indicadores ficam livres para se moverem em qualquer direção. Por isso não são considerados confiáveis em uma investigação. (ex: *glideslope*, *bank turn* e *pitching steering bars*).

Tape Instruments - Alguns mostradores de instrumentos são compostos por uma estreita fita que se move verticalmente por meio de uma linha calibrada. As fitas são muito sensíveis e delicadas, porém as engrenagens e pinhões que atuam na fita não o são. Assim sendo, mesmo em uma fita queimada após um acidente é possível obter uma leitura comparando as engrenagens e pinhões com um instrumento não danificado.

Digital Instruments (Geared) - Este tipo de instrumento apresenta um mostrador mecânico de rodas numeradas, como as de um odômetro de veículo automotivo. A leitura após um impacto é fácil e confiável, pois raramente as rodas numeradas são destruídas em um acidente, porém se a leitura dos números não é possível, existe a possibilidade de recolher o instrumento para um laboratório e examinar o dispositivo mecânico interno (dentes e engrenagens) e comparar com outro instrumento não danificado. (ex: *fuel quantity indicators*, horímetro).

Digital Instruments (Electronic) - Instrumentos eletrônicos e também aqueles que têm incorporados em seu corpo LED (*Light Emitting Diode*) ou cristal líquido não permitem qualquer tipo de leitura de seus mostradores após um impacto, a menos que aqueles incorporem em seu projeto uma memória NVM (*Non-Volatile Memory*). (ex: PFD - *Primary Flight Displays* e GPS - *Global Positioning System*).

CRT Displays - São instrumentos eletrônicos que incorporam em seus mostradores a tecnologia CRT (*Cathode Ray Tube*) e apresentam as mesmas características e dificuldades de leitura imediata após um impacto de um *Digital Instrument*. Eles são essencialmente monitores de computadores, e se houver qualquer possibilidade de leitura, ela estará armazenada no dispositivo NVM do equipamento.

9.6.10.5.7 Instrumentos diversos.

Altímetros - O altímetro de uma aeronave pode usualmente ser lido com bastante precisão após um impacto. A indicação da *Kollsman window* ou *altimeter setting dial*, frequentemente, resiste a um impacto e pode responder algumas perguntas para o investigador de campo, como, por exemplo, se o altímetro estava ajustado na correta pressão barométrica no momento do impacto. Já, o RADAR altímetro apresenta características ligeiramente diferentes, por ser um instrumento com engrenagens sincronizadas, entretanto é de fácil leitura para o investigador. O RADAR altímetro possui uma lâmpada de aviso que reflete a altitude atual em relação à *warning altitude* selecionada pelo piloto e, dependendo do tipo de bulbo (com filamento) aplicado nesta lâmpada, pode-se determinar se no momento do impacto a luz estava acesa ou não.

Angle of Attack Indicator (AOA) - O instrumento que mensura o *AOA* está conectado ao *AOA sensor* através de um mecanismo sincronizado. Apesar disso, as leituras feitas no *AOA indicator* devem ser tratadas como suspeitas, uma vez que a posição dos sensores pode mudar por ocasião de um impacto e desaceleração brusca.

Airspeed Indicators or Machmeters - Este tipo de instrumento possui mecanismo de engrenagens e por isso proporciona fácil leitura após um impacto. Alguns *airspeed indicators* mais antigos apresentam um tambor rotativo como mostrador da velocidade e possuem uma excelente característica de leitura direta para o investigador. Além de fazer a leitura direta do instrumento, o investigador deve observar a periferia do instrumento, por exemplo, as marcações de limite de número *Mach* e o ajuste realizado pelo piloto no “*speed*

bug". Algumas aeronaves incorporam o *mechanical digital groundspeed* ou *true airspeed indicator* que também podem ser lidos com facilidade.

Vertical Velocity Indicator (VVI) - Este é um instrumento de mecanismo de engrenagens de acessível leitura, no entanto deve se considerar a característica de retardo, por construção, desse tipo de instrumento. Por vezes, as informações fornecidas por um VVI podem não ser as mais acuradas.

Tacômetro- A maioria desses instrumentos é de mecanismo de engrenagens e apresenta a tendência de retornar ao zero quando são desenergizados. Qualquer leitura realizada neste tipo de instrumento deve ser tratada como valor mínimo. Existe ainda outro tipo de instrumento recebe um sinal elétrico do gerador de tacômetro e opera de forma independente do sistema elétrico da aeronave. Tacômetros são normalmente carregados por mola e tendem a voltar para a posição zero com muita rapidez após a perda de sinal de entrada, a menos que ocorra um travamento.

Gyroscopic Instruments - Esses tipos de instrumentos incluem o *turn and bank indicator*, *attitude director indication* (ADI) e o *directional gyro* e possuem a característica peculiar de movimento livre em um ou mais planos por parte de seus giroscópios平衡ados. Se o impacto é suficientemente severo para travar os balancins contra os giroscópios, a leitura direta do instrumento pode ser acurada. O investigador deve ter em mente que uma força aplicada contra um giroscópio causa uma precessão de 90 graus na direção da força aplicada. Isso ocorre antes da captura da informação final e pode gerar uma leitura totalmente errônea para o investigador. Em pequenas aeronaves, alguns desses instrumentos, quando sofrem a força de impacto, fazem com que sua face seja esmagada contra o giroscópio e podem deixar marcas de impacto que são consideradas confiáveis.

Fuel Gauges - Aeronaves antigas utilizam boias em seus tanques de combustível que acionam um circuito de resistência nos indicadores dos instrumentos, retornam a zero quando são desenergizados e suas leituras devem ser consideradas como valor mínimo. Aeronaves mais modernas possuem circuitos de capacidade que medem a densidade do combustível e acionam um potenciômetro que leva a informação ao instrumento que retém a última informação em caso de desenergização. Caso a leitura não seja possível no instrumento, o investigador pode utilizar as informações de uma leitura no potenciômetro, que são consideradas confiáveis. Algumas aeronaves ainda possuem totalizadores de combustível que podem obter informações elétricas dos manômetros (não dos tanques), ou mecânicas, quando o total de combustível a bordo é ajustado pelo piloto e, mecanicamente, abatido em função do fluxo de combustível para o motor.

Position Indicators (landing gear and flaps) - A maioria desses indicadores é conhecida como "selsyn indicators" (*Up*, *Intermediate*, *Down*) e não são confiáveis, porque após um impacto e uma desaceleração brusca pode mascarar uma posição real. Já o indicador de *flaps* pode fornecer uma leitura real e confiável, pois é um instrumento com mecanismo de engrenagens.

Course Indicators (localizer and glide slope) - São instrumentos do tipo *meter movements* e não fornecem qualquer informação confiável após um impacto.

Engine Pressure Ratio (EPR) - São do tipo *synchro repeaters* e oferecem leitura ao investigador.

Fuel Flow - São também *synchro repeaters*. Caso o impacto seja severo ao ponto de destruir totalmente o instrumento, existe a possibilidade de leitura do próprio transmissor do *fuel flow*.

Temperature Indicators - Geralmente são do tipo *galvanic meter movement* que usam termopares como fonte de informação. Raramente produzem uma leitura confiável após um impacto.

Pressure Indicators - Geralmente são do tipo *synchro repeaters* e podem fornecer boa leitura ao investigador.

Eletrical Indicators - Na sua maioria são do tipo *galvanic meter movement* e não fornecem leitura adequada.

Switches - A leitura dos *switches* que possuem guarda é considerada confiável e a dos que não possuem pode ser considerada acurada, porém deve-se confrontar com outras informações. Embora a massa de um *switch knob* não seja suficiente para superar a resistência interna do seu mecanismo, itens soltos dentro de um *cockpit* podem mudar a posição original de um *switch* no momento de um impacto.

Levers - Os manetes que se movem para frente e para trás e não possuem dispositivo de trava ou dentes são, geralmente, (dependendo de sua massa) encontradas em uma posição toda a frente após um impacto. Isso inclui *throttles*, *power levers*, *propeller controls* e *carb heat controls*. Nesse caso recomenda-se a comparação da informação com outras evidências para validar a leitura. As que possuem travas ou dentes podem ser consideradas confiáveis. Isso inclui *landing gear*, *flaps* e *spoilers/airbrake levers*.

Circuit Breaker - Pode ser considerado um tipo de *switch*. Raramente a força de um impacto faz saltar um *circuit breaker*, no entanto o calor de um fogo subsequente pode mascarar a posição original no momento do impacto.

9.6.10.6 Análise de bulbos.

Após um acidente aeronáutico é possível examinar os bulbos de lâmpadas e determinar se elas estavam acessas ou apagadas no momento do impacto. Essa técnica teve início na década de 50, nos Estados Unidos e foi desenvolvida para a investigação de acidentes envolvendo veículos automotivos.

Uma análise das lâmpadas anunciadoras de um painel de instrumentos de uma aeronave pode levar à determinação do estado ("on" ou "off") de cada lâmpada imediatamente antes do impacto. Esta análise é complexa e pode ser fundamental na determinação dos fatores contribuintes em um acidente.

A informação extraída de uma investigação de bulbos pode ser usada para inferir:

- a) parâmetros de operação da aeronave antes do impacto; e
- b) apreciação qualitativa da severidade do impacto.

As três fases da investigação desse tipo são:

- c) procura detalhada no sítio por lâmpadas e removê-las com extremo cuidado da aeronave accidentada;
- d) análise com uma lupa, no local do acidente, para determinar a natureza e a extensão da deformação do filamento; e
- e) análise detalhada por um laboratório especializado.

9.6.10.6.1 Tipos de bulbos.

O tipo mais comum de uso corrente na aviação tem um filamento helicoidal simples e duas posições de apoio e pode ser exemplificado como tipos 327 e 313 *bulbs*. O tipo 327, fabricado pela *General Electric Corporation*, é usado na maioria dos painéis anunciantes das aeronaves, conforme Figura 48.

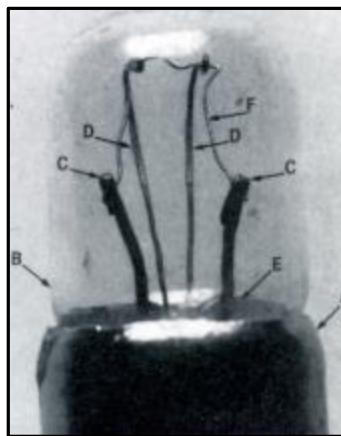


Figura 48 - Bulbo GE-327 com filamento helicoidal simples mostrando as partes internas (A- base, B- glass envelope, C- contact posts, D- support posts, E- glass bead, F- filament).

Diferenças nos processos de concepção e fabricação, bem como na configuração do bulbo, podem produzir características específicas de danos causados pelo impacto, mas o princípio fundamental de investigação pode, também, ser usado na análise dos bulbos que não os GE-327. O material de incandescência usado no filamento dos principais fabricantes é formado por 99,98% de tungstênio.

Com poucas exceções, a maioria dos bulbos utilizados em aviação utiliza 28 Volt DC como energia alimentadora e o comportamento de um filamento sob forças de desaceleração será completamente diferente se a energia elétrica estiver sendo aplicada ou não no momento do impacto. Com a tensão aplicada, o filamento estará quente e relativamente dúctil, sem tensão aplicada, o filamento permanecerá frio e relativamente frágil. De acordo com as forças de inércia, portanto, um filamento quente pode deformar-se permanentemente ao passo que um filamento frio geralmente não.

A deformação “fria” de um filamento, quando suas curvas permanecem com as características helicoidais é definida como *general deformation*. Já na deformação “quente”, existe o desenrolar das voltas individuais do filamento e é definida como *local deformation* (alongamento).

Quando um filamento quente estica violentamente durante a sequência de um impacto, duas ou mais peças podem se tocar causando um curto-círcito, que muitas vezes provoca a “queima” do filamento, conforme ilustrado na Figura 49.

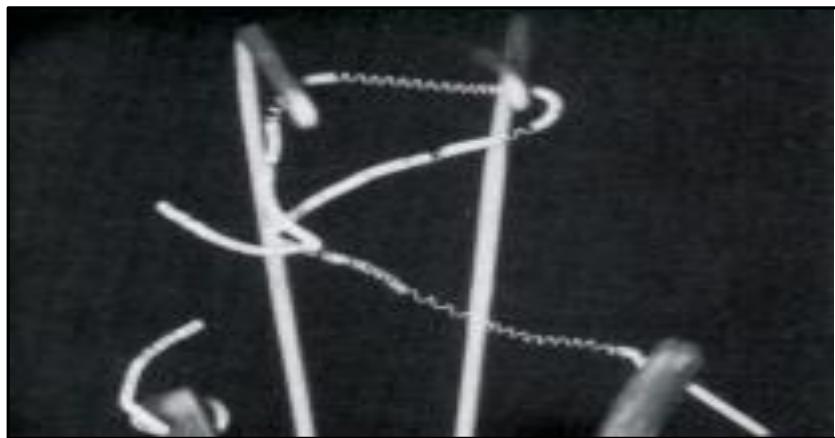


Figura 49 - Filamento que sofreu um curto-círcito com evidências de deformação local e generalizada.

Uma falha no sistema elétrico, não necessariamente relacionada ao impacto, pode ser experimentada em qualquer momento e também pode causar a queima do filamento. Um queima desta natureza (alta tensão) não apresenta deformação do filamento e, sim, fraturas em um ou ambos *contact posts*. Uma queima de tensão normal aplicada, sem relação com o impacto no acidente, pode ser resultado de sobreaquecimento local devido ao envelhecimento do filamento.

9.6.10.6.2 Força “G” x Tempo.

Em um acidente, a energia cinética da aeronave é reduzida a zero por uma combinação de desacelerações ou forças "G" que atuam durante um período de tempo. A primeira pode atingir picos elevadíssimos na casa dos milhares e também pode variar de uma fração de um milissegundo até vários segundos, conforme o gráfico da Figura 50. É prática comum entre os investigadores referir-se a um nível médio de força "G" atuando em uma aeronave durante a sequência do acidente, mas os níveis locais de força "G" a que são submetidos os instrumentos de um painel de uma aeronave, normalmente, são diferentes dessa média. São essas forças "G" locais que afetam definitivamente a condição dos bulbos.

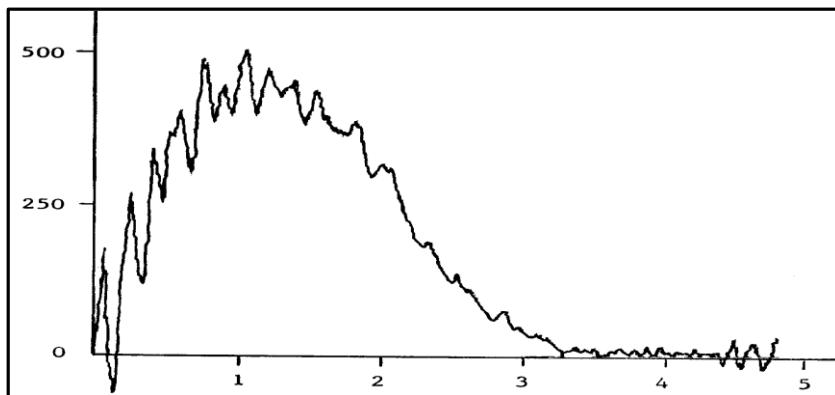


Figura 50 - Relação entre força “G” e tempo em um típico impacto, em que o eixo X mostra a quantidade de força “G” e o eixo Y o tempo em milissegundos.

Alguns testes têm revelado que o bulbo GE-327 requer aproximadamente 50 mseg para perder a incandescência total a partir do momento em que a tensão é aplicada (ou removida). Por comparação, o GE-313 requer aproximadamente 50 mseg para incandescer e 100mseg para perder esta condição. Quando a sequência de impacto da aeronave é de menor duração do que nestes tempos, um "falso" sinal é impossível, mas quando o impacto é de longa duração, um "falso" sinal pode ser gerado. Falhas de longa duração são geralmente em níveis mais baixos de força “G”, mas as forças de impacto instantâneas no painel de instrumentos são capazes de causar danos aos bulbos e geralmente ocorrem no início de uma única sequência de impactos, portanto a possibilidade de uma leitura falsa é reduzida. Indicações falsas são mais prováveis de ocorrer no caso de impactos múltiplos, por exemplo, em árvores, cercas, torre de eletricidade.

9.6.10.6.3 Técnicas de investigação dos bulbos.

Caso haja a necessidade de fotografar os filamentos dos bulbos, é recomendado usar o método de iluminar o bulbo por trás usando um escudo transparente para neutralizar a luz e eliminar reflexos.

A primeira avaliação do investigador é determinar se o fio estava esticado, dobrado ou fraturado. Se não for possível a leitura direta das informações, recomenda-se a técnica de comparação, ou seja, compare o bulbo envolvido no acidente com um modelo igual e novo. É possível, ainda, comparar um bulbo com outro do mesmo tipo e que tenha sido exposto às mesmas forças durante o impacto, localizando os *spare bulbs* (muitas aeronaves possuem este tipo de reposição). Alternativamente, o investigador pode examinar, por comparação simples, os bulbos dos sistemas que, notadamente, estejam em uma condição “off” no momento do impacto.

Algumas questões devem ser consideradas pelo investigador:

Curvatura do fio - o fio de um bulbo “frio” pode apresentar algumas deflexões (dobras) menores devido à sua massa e às forças de impacto. Essas deflexões, normalmente, ocorrem nos pontos de suporte do fio ou na porção do fio que não apresenta a forma helicoidal. Por esse motivo, o método de comparação é indicado. O investigador pode determinar, como regra, que nos menores bulbos é menos provável que esse tipo de deformação ocorra.

Extensão do filamento - a maneira pela qual um filamento “quente” se alonga depende, de certa maneira, de como o filamento foi orientado pelas forças de impacto, ou seja, um filamento “quente” pode ser alongado para cima, para baixo e lateralmente. A maioria das aeronaves possui pares de lâmpadas anunciantoras para cada indicador, por isso recomenda-se a comparação entre elas para a determinação do tipo de alongamento sofrido pelos filamentos.

Idade do filamento - se um bulbo passou muitas horas aceso, o filamento estará mais frágil quando “frio” e mais dúctil quando “quente”. Este não é um problema para as luzes do sistema de alarme que, geralmente, estão na maioria das vezes na condição “off”. No entanto, fica por vezes impossível a determinação da condição de um filamento por meio de uma leitura direta, e um exame em laboratório é recomendado, conforme as Figura 51 e a Figura 52

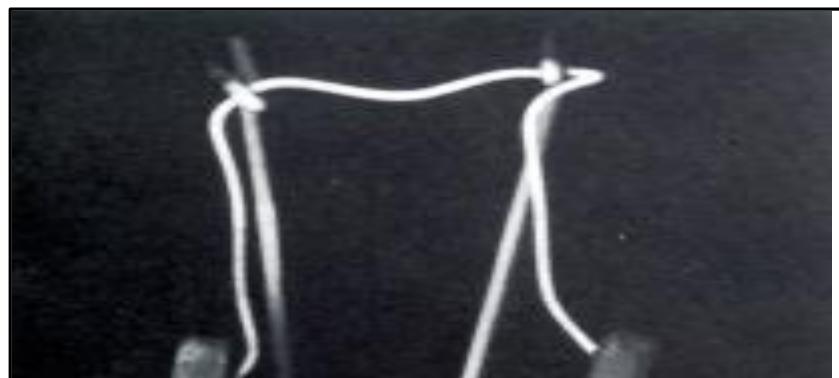


Figura 51 - Filamento novo sem sinais de deformação.



Figura 52 - Filamento com 144 horas de idade, sem sinais de alongamento, mas com uma fratura na condição “off” (frio). Os parâmetros de testes aplicados nas duas figuras foram: 3000 G, 1mseg e 0 Volt DC.

Forças de impacto - geralmente, o alongamento de um filamento necessita de alta foça “G”. Além disso, é concebível que um sistema de alarme possa falhar ou ser danificado no início da sequência de um acidente e deixe o bulbo em uma condição “off” antes das forças de impacto atuarem no filamento, podendo mascarar a leitura.

Condição do filamento - o comportamento de um filamento “quente” não é exatamente previsível. O filamento pode, por exemplo, alongar-se de tal maneira que pode entrar em contato com o bulbo e deixar uma marca de queima, ou pode derreter o vidro e ficar com partículas granulares de vidro em seu corpo. Além disso, a posição dos suportes do filamento pode ser alterada por vibração durante o impacto e apresentar características de

dobras. No caso de um filamento “frio”, o comportamento de quebra em um impacto é completamente previsível.

9.6.10.7 Colisão em voo.

A colisão em voo, também conhecida ou *Mid-Air Collision*, é ainda um dos tipos mais clássicos de acidentes que continuam a desafiar os investigadores. Embora tenha havido grandes avanços nas tecnologias embarcadas que reduziram, drasticamente, o potencial para esses tipos de acidentes, eles ainda não são totalmente evitados e, certamente, os investigadores continuarão enfrentando investigações deste tipo de acidente por bons longos anos.

Historicamente, muitas investigações de colisões em voo, que ocorreram em condições visuais, foram concluídas como algo do tipo "incapacidade de ver e evitar" por parte de ambas as tripulações. No entanto, análises mais aprofundadas dos fatos dos acidentes podem apresentar resultados completamente diferentes nas conclusões.

Abarcando-se uma coleção cuidadosa de evidências factuais e, em seguida, analisando sistematicamente os dados, um investigador, pode determinar os ângulos relativos entre as aeronaves. Uma vez estabelecida esta informação, o investigador pode calcular com precisão o que cada tripulante pode ter visto a partir de seu *cockpit*. Estas informações também fornecem uma base científica para as medidas mitigadoras no incremento da segurança de voo.

As colisões em voo podem ser divididas, classicamente, em dois tipos:

Colisão entre aeronaves associadas: neste tipo de colisão as duas aeronaves estavam voando próximas uma da outra e suas tripulações tinham total e absoluto conhecimento desse fato. Esta classificação é dada, principalmente, em voos tipicamente militares, voos de formação e manobras de combate. Esse tipo de colisão ocorre por uma má técnica de pilotagem ou por falhas em procedimentos operacionais e, nesses casos, o investigador pode direcionar o seu esforço de pesquisa a ambas as áreas.

Colisão entre aeronaves não associadas: ela ocorre quando duas aeronaves não estão voando intencionalmente próximas uma da outra e suas tripulações não estão esperando uma aproximação ou avistamento imediato. Neste tipo de investigação, a prioridade é verificar os dados do controle de tráfego aéreo e informações RADAR; e, em segundo, verificar o FDR e o CVR das aeronaves, se for o caso. A terceira ação está relacionada com as testemunhas visuais. O problema a ser enfrentado pelo investigador com as testemunhas é que pouco se observa antes de um impacto entre duas aeronaves e a imagem que quase sempre fica gravada na mente de quem observou uma colisão em voo é a cena dramática dos destroços no ar e o som que a precede. Estas informações pouco interessarão ao investigador de campo.

As técnicas de investigação associadas a uma colisão em voo não necessitam de muita discussão teórica. O que precisa ser entendido pelo investigador é a interação física e a aerodinâmica que envolveu as duas aeronaves antes do exato momento do impacto. O investigador precisa descrever, no caso de uma colisão entre aeronaves não associadas, a geometria da colisão, ou seja, determinar as atitudes das duas aeronaves, suas velocidades relativas, suas direções e qual o plano geométrico da colisão.

9.6.10.7.1 Geometria da colisão em voo.

A maior parte da geometria de uma colisão em voo pode ser determinada pela análise dos destroços espalhados no solo e deixados pelas aeronaves envolvidas no evento.

Caso o investigador disponha dos dados RADAR do ATC, isso pode ser muito útil na determinação das direções de aproximação das duas aeronaves e limitar o trabalho do investigador a algumas partes dos destroços. Se, pelo menos, uma das aeronaves estiver equipada com FDR, será possível determinar a atitude desta aeronave e ajudar o investigador na determinação da atitude relativa da outra aeronave por meio do exame dos destroços.

Quando duas aeronaves colidem no ar, sempre haverá transferência de pintura entre elas, conforme a Figura 53.



Figura 53 - Superfície vertical de uma fuselagem fotografada de lado. Observam-se marcas de arranhões, na cor azul, em linha reta, e o pequeno ângulo formado com o eixo longitudinal da aeronave, mostrando um pequeno movimento relativo vertical durante a colisão.

Caso uma delas seja equipada com hélices, elas poderão deixar marcas características e equidistantes na outra aeronave Figura 54.



Figura 54 - Marcas equidistantes deixadas por uma hélice na asa de outra aeronave no momento da colisão em voo.

Para um aprofundamento maior do estudo da geometria de uma colisão em voo, é necessário o entendimento de alguns fatores que sempre vão estar presentes nesse tipo de investigação:

- Velocidade Vetorial - Quando duas aeronaves estão em curso de colisão e as duas aeronaves têm velocidades vetoriais constantes (velocidade horizontal, vertical e proa constantes), cada aeronave terá uma posição relativa constante em relação à outra (Figura 55).

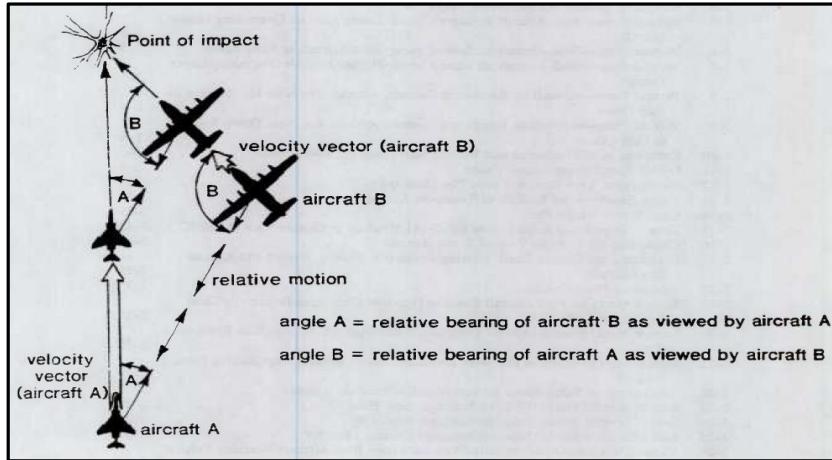


Figura 55 - Velocidade vetorial e posição relativa constante em uma colisão em voo.

Na figura acima a velocidade da aeronave A é duas vezes a velocidade da aeronave B, porém as aeronaves estão orientadas de maneira que suas posições relativas permaneçam constantes.

- Plano de Colisão - Existem três possibilidades de planos de colisão quando duas aeronaves se aproximam para uma colisão entre aeronaves não associadas:

- a) horizontal - todo o movimento relativo é realizado no mesmo plano horizontal, ou seja, as aeronaves estão voando no mesmo nível e com mesma velocidade vertical. Esse tipo pode ser subdividido em três categorias:

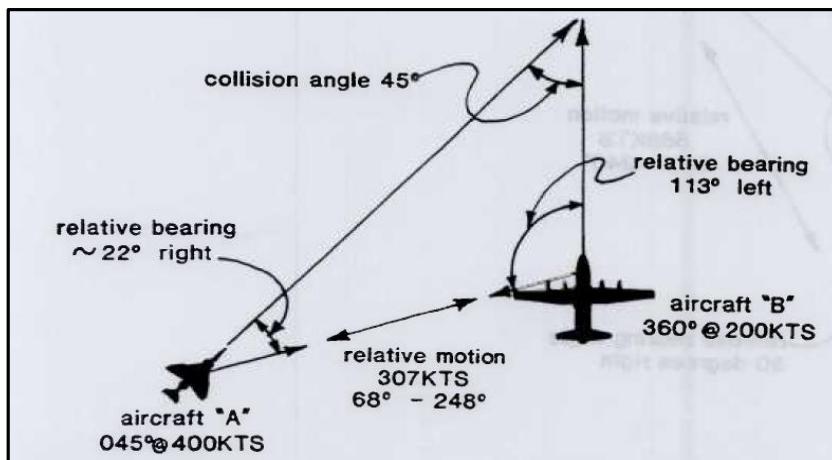


Figura 56 - Plano horizontal com ângulo de colisão menor que 90 graus.

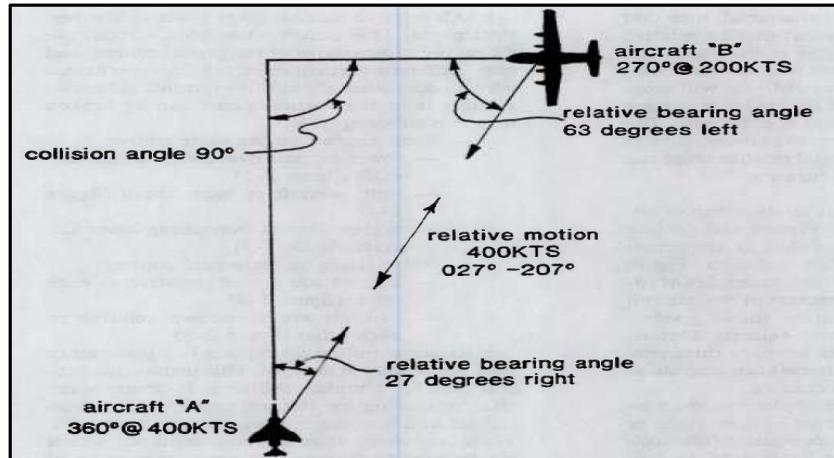


Figura 57 - Plano horizontal com ângulo de colisão igual a 90 graus.

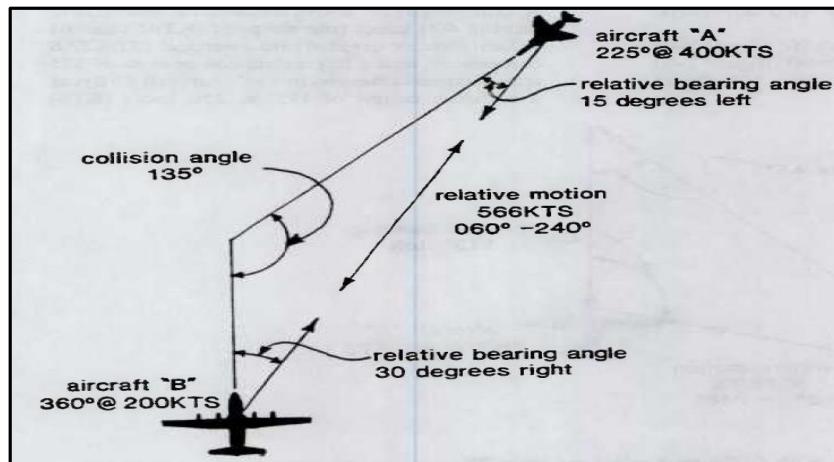


Figura 58 - Plano horizontal com ângulo de colisão maior que 90 graus.

- b) Vertical - Todo o movimento relativo é realizado no mesmo plano vertical, ou seja, as duas aeronaves estão voando no mesmo curso ou em cursos recíprocos.
 - mesmo curso:

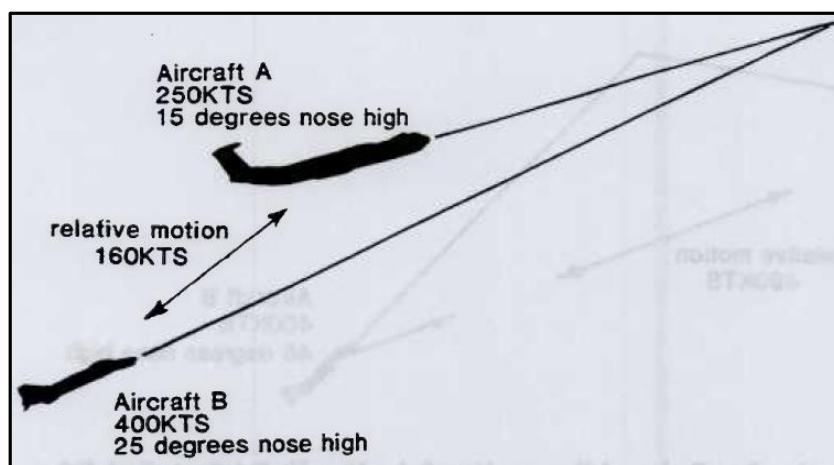


Figura 59 - Ambas as aeronaves no mesmo curso, porém a aeronave mais baixa em maior velocidade.

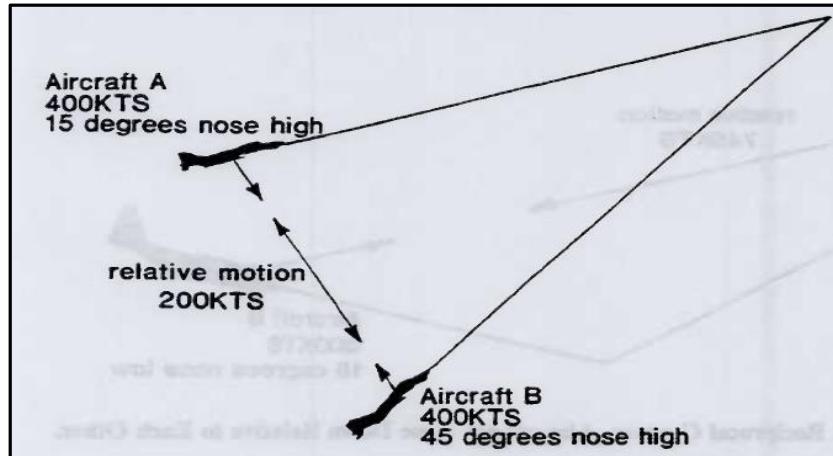


Figura 60 - Ambas as aeronaves no mesmo curso e a mesma velocidade.

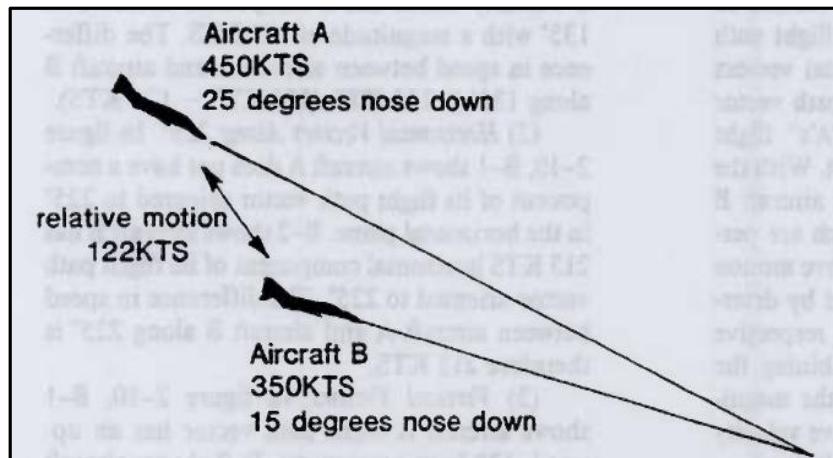


Figura 61 - Ambas as aeronaves no mesmo curso, porém a aeronave mais alta com maior velocidade.

- cursos recíprocos:

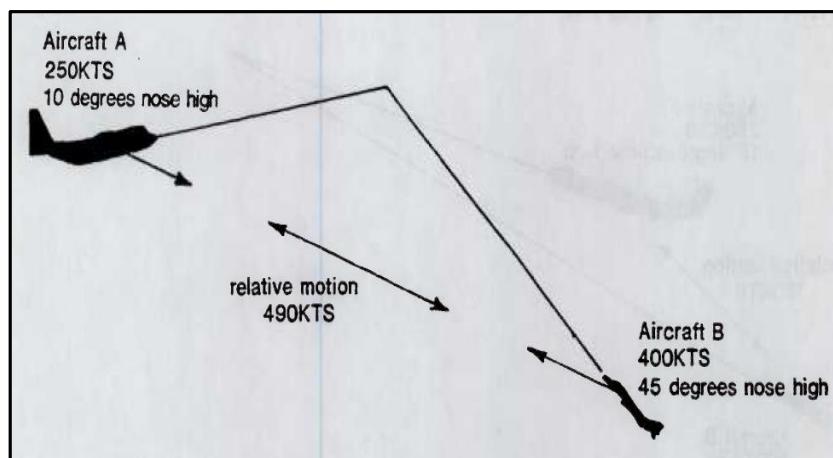


Figura 62 - As duas aeronaves com “pitch up”.

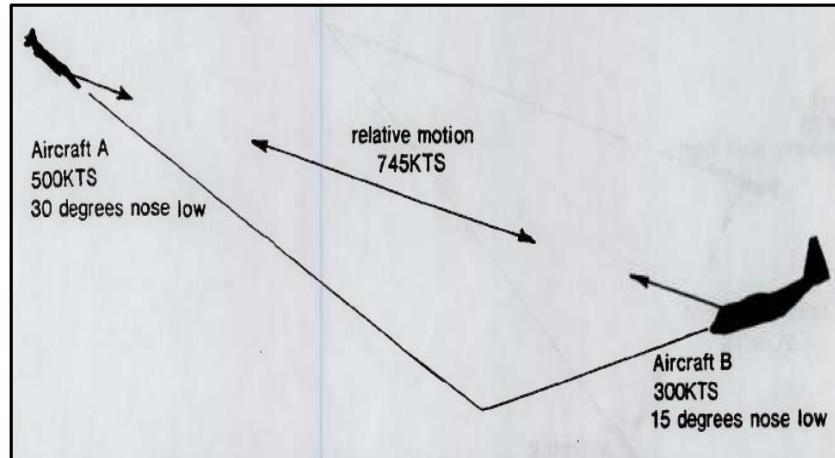


Figura 63 - As duas aeronaves com “pitch down”.

- c) combinação entre planos horizontal e vertical - este é o caso mais comum de colisão em voo. Ela ocorre quando a posição relativa (ou aproximação) se dá com a simultaneidade de movimento, horizontal e vertical, caracterizada pela diferença entre velocidade vertical e proa das aeronaves. Existem vários métodos trigonométricos para determinar o movimento relativo de duas aeronaves em curso de colisão, desde que seja conhecido o vetor de voo. A Figura 64 mostra um desses métodos que pode ser utilizado pelo investigador.

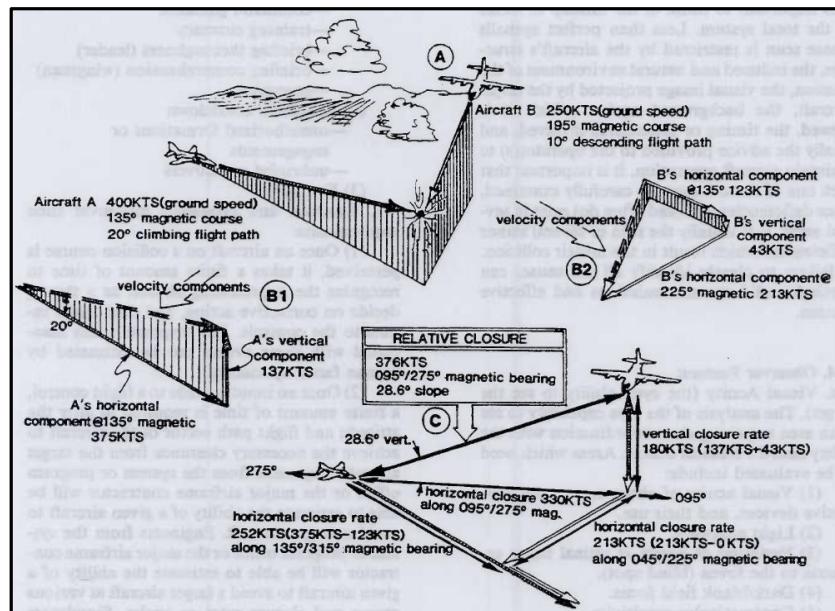


Figura 64 - Combinação entre eixos Horizontal e Vertical para duas aeronaves.

Na Figura 64, foram usados valores ilustrativos para realizar uma análise da geometria de uma colisão em voo.

- A aeronave “A” está com 20 graus de *pitch up* subindo a uma velocidade de 400kt (*groundspeed*). Ela apresenta um vetor de velocidade vertical de 137kt e um vetor de velocidade horizontal de 375kt, mantendo uma proa magnética de 135 graus.

- Aeronave “B” está no curso de colisão de 195 graus desenvolvendo uma velocidade de 250kt (*groundspeed*) com *pitch down* de 10 graus, uma componente vertical de 43kt.

Com as trajetórias de voo das aeronaves “A” e “B”, separadas em componentes que são perpendiculares entre si, o movimento relativo e a razão de aproximação entre elas podem ser calculados de acordo com a figura acima.

9.6.10.7.2 Análise de evidências de colisão em voo.

Algumas técnicas básicas podem ser empregadas pelo investigador de campo ao deparar-se com uma colisão em voo. Recomenda-se iniciar o trabalho fazendo medições das marcas mais superficiais deixadas nas fuselagens e asas. Caso uma das aeronaves deixe marcas de hélice na outra, o mensuramento entre as marcas pode ser relevante, desde que seja assumido que a hélice que impactou com a outra aeronave estava em condições normais de operação e na RPM correta no momento do impacto. Este cálculo, já observado anteriormente, pode determinar a velocidade de colisão de uma das aeronaves.

Uma série de riscos paralelos na fuselagem de uma das aeronaves poderá ser oriunda de uma linha de rebites da outra aeronave. A parte da aeronave que deixou as marcas sobre a outra apresentará uma linha de rebites com espaçamento igual ou superior das marcas encontradas na aeronave “carimbada”. O exame de uma aeronave idêntica sem ter sofrido qualquer tipo de dano pode ser útil neste momento. Caso o espaçamento da linha de rebite da aeronave seja maior que a distância deixada pelas marcas na outra aeronave, gire a marca deixada até uma aproximação que se encaixe com a linha de rebite que impactou a outra aeronave. Isso pode determinar o ângulo de impacto de uma das aeronaves com relação à outra.

Aeronaves que colidem uma contra as outras deixam marcas que refletem o movimento relativo de ambas. Se uma aeronave “A” está voando para o norte e colide com uma aeronave “B”, que está voando para oeste, “A” apresentará danos que refletem a força de uma posição 45 graus à direita do seu nariz em direção a uma posição de 45 graus para trás de sua asa esquerda, e “B” terá danos complementares da esquerda de seu nariz para a parte de trás de sua asa direita, conforme a Figura 65.

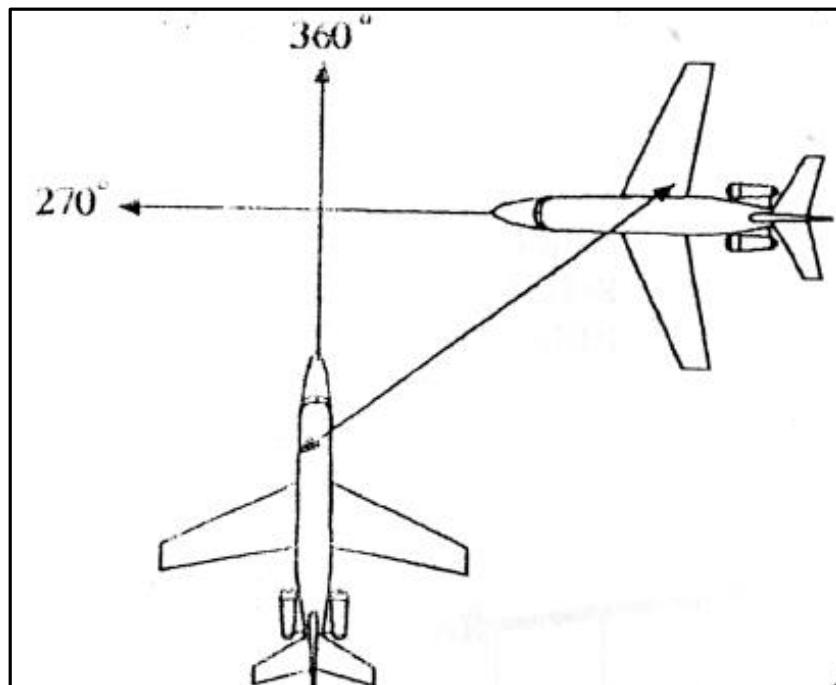


Figura 65 - Direção esperada dos danos após o impacto.

Caso a colisão em voo ocorra, primariamente, no plano horizontal ou vertical, é possível estabelecer algumas regras gerais sobre os danos causados. Para efeito de entendimento e simplificação todos os danos serão considerados como marcas, por exemplo: marcas de tinta, transferência de material e deformação da estrutura de metal.

Para melhor visualização da dinâmica da colisão que seja utilizado um par de miniaturas de aeronaves em que serão desenhadas todas as marcas encontradas nos destroços e, após isso, tentar encaixá-las em um único bloco posicionando as miniaturas em uma posição em que as marcas desenhadas se encontrem.

Plano Horizontal:

Se as marcas nas aeronaves apresentarem direções opostas em relação aos seus eixos longitudinais, cada marca de risco terá sido feita na direção da frente para trás (Figura 65).

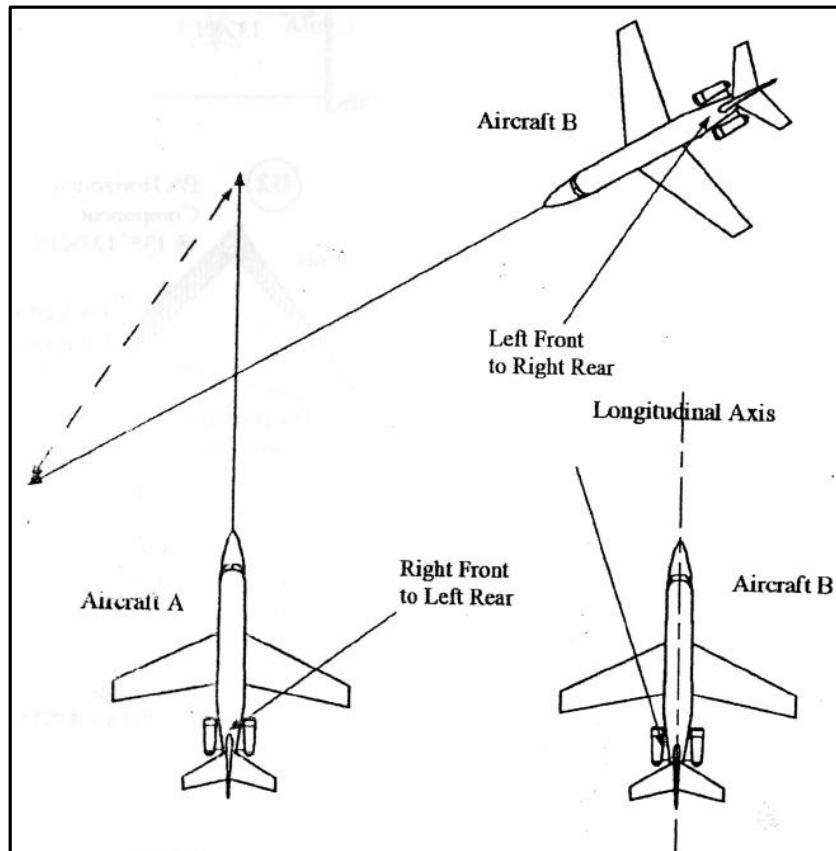


Figura 66 - Direção esperada dos danos após o impacto.

Se as marcas deixadas nas aeronaves apresentarem mesma direção em relação aos seus eixos longitudinais, representará que uma aeronave ultrapassou a outra. A aeronave com marcas no sentido de trás para frente foi a mais lenta e o oposto é verdadeiro para a outra aeronave. O maior ângulo entre o eixo longitudinal e as marcas deixadas indica o rumo da aeronave mais lenta no momento do impacto. O menor ângulo entre o eixo longitudinal e as marcas indica o rumo relativo no impacto para a aeronave mais rápida (Figura 67).

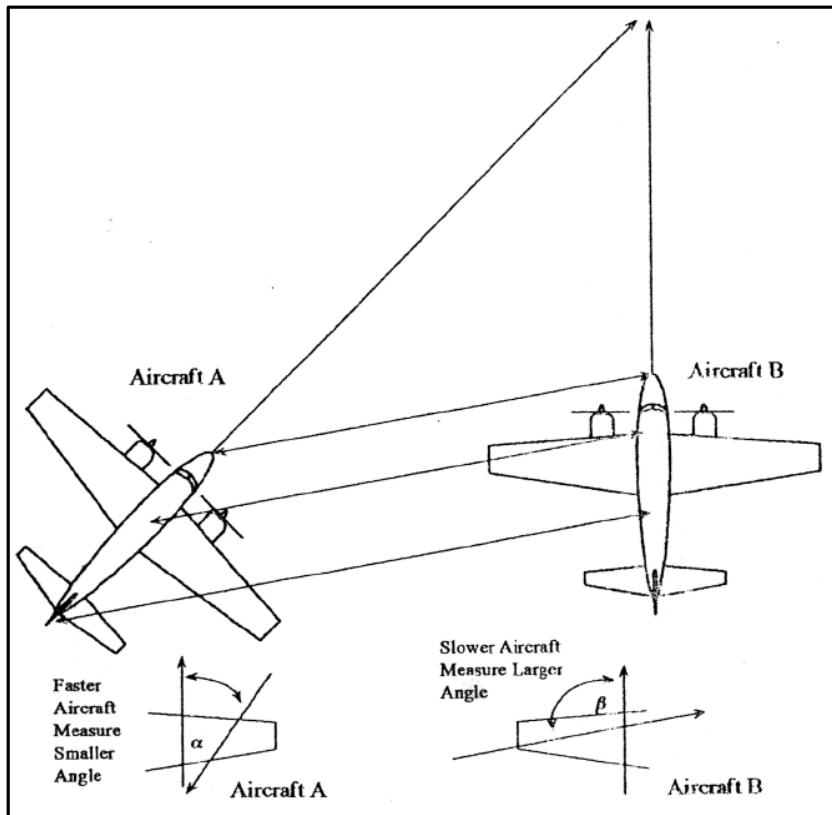


Figura 67 - Marcas inclinadas deixadas com aeronaves na mesma direção.

Caso os ângulos deixados nas marcas de ambas as aeronaves forem iguais, pode-se concluir que suas velocidades de deslocamento eram próximas (Figura 68).

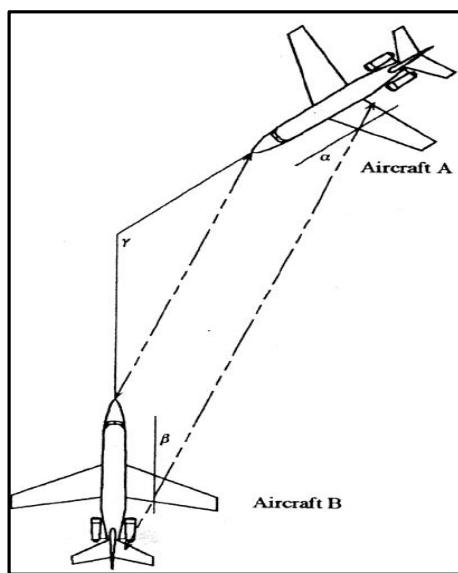


Figura 68 - Marcas deixadas com mesmo ângulo.

Se a soma dos ângulos de rumo relativo é menor que 90 graus, o ângulo de colisão foi maior que 90 graus; e se a soma, maior que 90 graus, o ângulo de colisão foi menor que 90 graus (Figura 69).

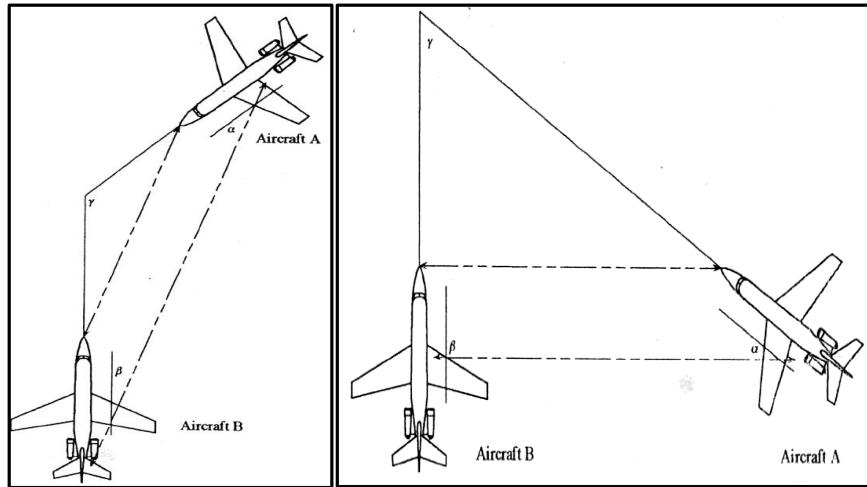


Figura 69 - O ângulo de impacto é igual a 180 graus menos a soma dos ângulos de colisão de cada aeronave.

Plano Vertical:

Se as marcas deixadas nas aeronaves estiverem na mesma direção significa que a colisão foi frontal.

Se as marcas deixadas nas aeronaves têm um aspecto de deslocamento da frente para trás, o menor ângulo entre as marcas e o eixo longitudinal indica o rumo relativo para cada aeronave.

Se as marcas deixadas tem um aspecto de baixo para cima indicam que as aeronaves colidiram em *nose up*, e marcas deixadas de cima para baixo indicam que colidiram em *nose down* (Figura 70).

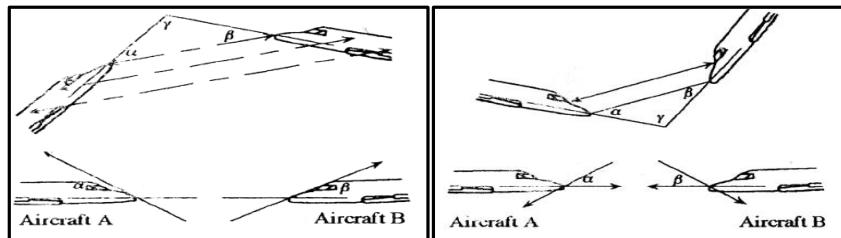


Figura 70 - Marcas deixadas (na mesma direção) de colisão no plano vertical.

Se as marcas deixadas nas aeronaves estiverem na direção oposta significa que uma aeronave ultrapassou a outra durante a colisão. A determinação da aeronave mais rápida, mais lenta e o rumo relativo delas é a mesma para uma colisão no plano horizontal (Figura 71).

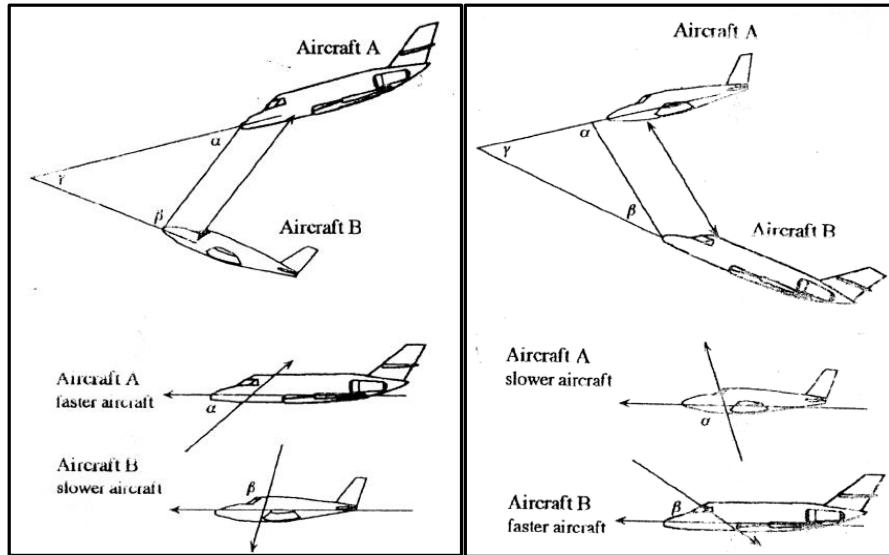


Figura 71 - Marcas deixadas (na direção oposta) de colisão no plano vertical.

9.6.10.8 Pneus e investigação em pistas de pouso.

Os pneus são rigorosamente exigidos em apenas dois momentos de um voo. Suas falhas são observadas, frequentemente, em acidentes envolvendo pousos e decolagens abortadas e torna-se quase impossível analisar isoladamente o comportamento de um pneu sem relacioná-lo com outros fatores como: rodas, sistema de freios, *antiskid system*, condições meteorológicas, dispositivos relacionados à sustentação (*flap*), dispositivos relacionados ao arrasto (*power reversing systems* e *ground spoiler*) e outros.

Uma investigação de pneus certamente se estenderá para fora do ambiente de um sítio de destroços, entretanto algumas características e técnicas devem ser conhecidas pelo investigador de campo para dar suporte e continuidade a uma investigação, longe dos destroços.

9.6.10.8.1 Técnicas de investigação.

A falha de um pneu em alta velocidade pode implicar um evento violento e explosivo. Partes de um pneu podem ser lançadas contra as asas ou a fuselagem de uma aeronave com força suficiente para ultrapassar a resistência das estruturas e causar danos graves. Em razão das forças e da velocidade envolvidas nesse tipo de evento, um pneu pode ser esfacelado em muitos pedaços levando a uma condição de irreversibilidade para o controle da aeronave, como foi o acidente envolvendo o Concorde em 25 de julho de 2000 na França (Figura 72). Apesar de ter havido uma colisão com um FOD que se encontrava na pista, o dano causado a um dos pneus levou a aeronave a uma condição de não controlabilidade parcial para total.

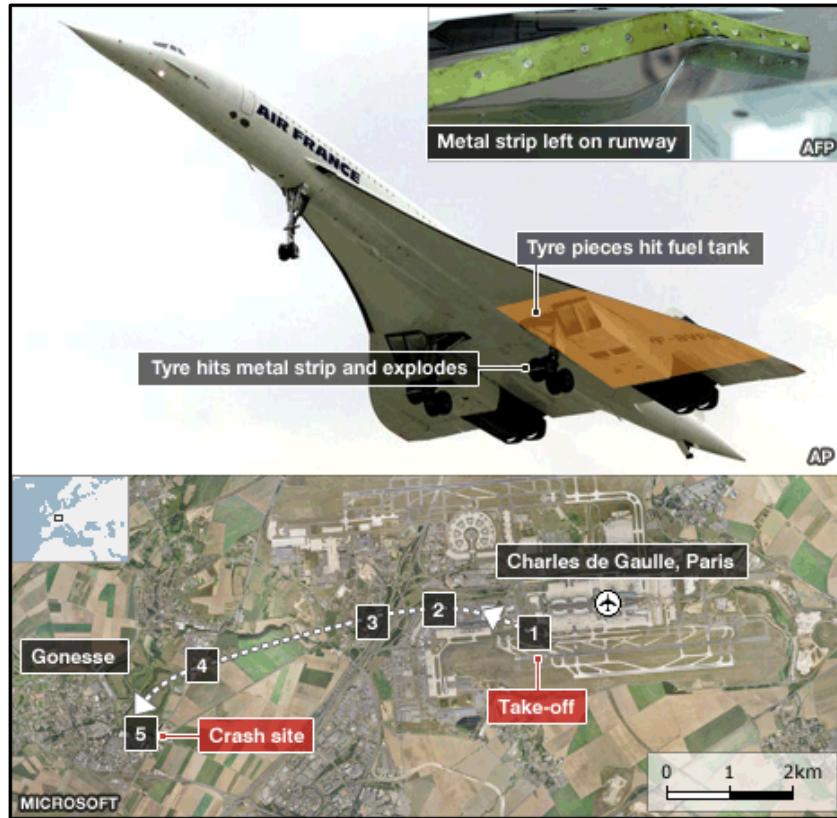


Figura 72 - Acidente com o Concorde em 2000, França.

A primeira atitude do investigador neste tipo de evento é determinar o ponto inicial da falha. Ele poderá ser encontrado por meio de linhas impressas deixadas sobre uma pista de decolagem, com a mudança abrupta da marca de roolamento no piso para uma oscilação desta marca, com indicações de contato da borda da roda marcando a pista.

Caso a aeronave esteja equipada com FDR/CVR, o ponto de falha poderá ser capturado por ambos gravadores. Caso não tenha este recurso, o investigador poderá partir da premissa que a falha tenha ocorrido um pouco antes do ponto em que fora encontrado o primeiro pedaço de pneu.

O próximo passo a ser realizado é recolher todas as partes possíveis do pneu que falhou, uma vez que a remontagem dele pelo fabricante ou especialista pode gerar evidências do que possa ter ocorrido. Além disso, existem padrões comuns de falhas em pneus que podem ser observados por um investigador de campo.

Examine os pneus para identificar um desgaste excessivo (além das marcas previstas pelo fabricante). Excepcionalmente, procure por cortes profundos e áreas em que a banda de rodagem foi fisicamente arrancada do pneu. O padrão de falha em um pneu por dano físico apresenta marcas na forma de "X" ou "Y" na banda de rodagem ou parede lateral.

É possível que a banda de rodagem se separe tanto de um pneu novo quanto de um pneu recauchutado. Se isso acontecer, a banda de rodagem pode ser encontrada separada em dois ou três pedaços grandes, como acontece com lascas de pneus de caminhões jogados nas laterais das rodovias. Caso a banda de rodagem não seja lançada, ela manterá a carcaça e irá se separar em pedaços menores. Para descobrir a razão pela qual a banda de rodagem tenha

se separado do pneu exigirá uma análise técnica por especialistas em pneus (recomenda-se o fabricante).

Se o pneu foi severamente aquecido devido ao travamento dos freios, as evidências serão bolhas e marcas de borracha derretida encontradas na chamada “zona de talão” onde acontece o contato do pneu com a roda. Um superaquecimento severo pode derreter os *fusible plugs* dos pneus.

Se os pneus apresentam problemas crônicos de esvaziamento, as evidências, normalmente, aparecem como distorção, deterioração e enrugamento da linha interna do pneu.

Uma derrapagem deixa marcas ovaladas e planas no pneu, e a superfície do pneu fica claramente desgastada. Já a derrapagem por aquaplanagem também pode deixar uma área ovalada, mas a superfície terá um aspecto empolado ou espumante.

9.6.10.8.2 Evidências nas pistas de pouso.

Ao se investigar um acidente que tenha ocorrido em um pouso ou em uma decolagem rejeitada, a sequência de eventos pode ser recuperada ao observarem-se as marcas deixadas em uma pista. O ponto de toque de uma pista com uso contínuo e pesado é contaminado por borracha e a determinação de qual marca pertence à aeronave que se está investigando é muito difícil, para não dizer impossível. O conhecimento da distância entre as pernas de trem de pouso principal e o *design* da banda de rodagem dos pneus pode ajudar o investigador a determinar quais marcas serão úteis na investigação.

Supondo-se que as marcas deixadas sobre a pista foram identificadas, podem-se obter muitas informações ao analisá-las corretamente. Em um pouso suave, essas marcas de derrapagem devem começar a partir do ponto de toque e ampliar-se até a largura da banda de rodagem ao longo de uma distância considerável. Se essa distância for encurtada significativamente (em comparação com as marcas / faixas geradas por outras aeronaves), isto sugere que houve uma alta razão de afundamento antes do impacto. De fato, se a velocidade de deslocamento é conhecida, alguns cálculos aproximados da razão de afundamento são possíveis, por comparação da média aplicada por outras aeronaves do mesmo tipo. Durante o tempo em que levou a aeronave para ir do ponto de toque inicial até uma banda de rodagem cheia (por assim dizer), a aeronave deve ter percorrido uma distância igual à extensão das pernas do trem mais a compressão do pneu.

A extensão de uma perna de trem de pouso é de fácil determinação e a compressão de um pneu pode ser estimada medindo-se a diferença entre as distâncias do eixo para o solo e do eixo para o topo da banda de rodagem do pneu em outra aeronave do mesmo tipo. Caso um pneu falhe no momento do toque com a superfície da pista, isto deixará uma marca distinta, particularmente se o pneu estiver ainda derrapando. Esta marca será seguida por vestígios deixados pelos aros da roda do seu primeiro contato com a superfície da pista.

9.6.10.8.3 Hidroplanagem.

Todo pneu, independentemente do *design* da sua banda de rodagem, sofrerá hidroplanagem na água (ou qualquer outro líquido) quando a pressão dinâmica da água for suficientemente elevada para levantar o pneu da pista. O *design* de uma banda de rodagem cria canais que desviam a água para longe do piso e costumam ser eficazes quando a lâmina de água sobre a pista apresenta certa profundidade (espessura), que se pode chamar de hidroplanagem

parcial, mas a hidroplanagem final ocorrerá quando a aeronave estiver a uma considerável velocidade.

Tipos de hidroplanagem:

Hidroplanagem dinâmica - hidroplanagem dinâmica é causada pelo acúmulo de pressão hidrodinâmico na área de contato entre o pneu e o pavimento. A pressão cria uma força ascendente que efetivamente tira o pneu para fora da superfície. Quando há separação completa entre pneus e pavimento, a condição é chamada de hidroplanagem dinâmica total, e paralisa a rotação das rodas. Quando o pneu está rolando livremente, a dada velocidade fixa em uma pista seca, o atrito com o solo gera um momento e oferece resistência à rotação da roda. A introdução de água na pista leva à hidroplanagem dinâmica.

Uma profunda lâmina de fluido na pista cria arrasto adicional sob o pneu e alto padrão de pulverização é produzido. Quanto maior a velocidade da aeronave, menor será a pulverização de fluido levantada pelo pneu, diminuindo e achatando a cunha de água por trás da camada externa que penetrará na área de contato com a superfície da pista, produzindo uma força de sustentação hidrodinâmica no pneu chamada de hidroplanagem dinâmica parcial, conforme a Figura 73.

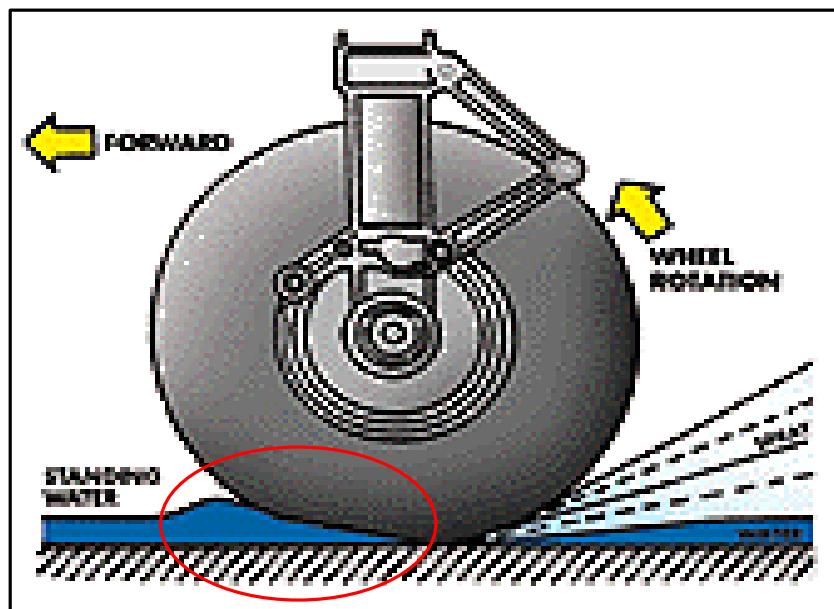


Figura 73 - Hidroplanagem dinâmica parcial.

Com o aumento de velocidade, o padrão de pulverização torna-se ainda mais achatado, e a cunha de fluido penetra ainda mais na área de contato entre o pneu e a superfície, até que se completa a separação total entre o pneu e a superfície, chamada de hidroplanagem dinâmica total e ilustrada pela Figura 74. O atrito com o solo é reduzido, progressivamente, juntamente com a rotação da roda e, obviamente, nenhuma ação de frenagem estará disponível.

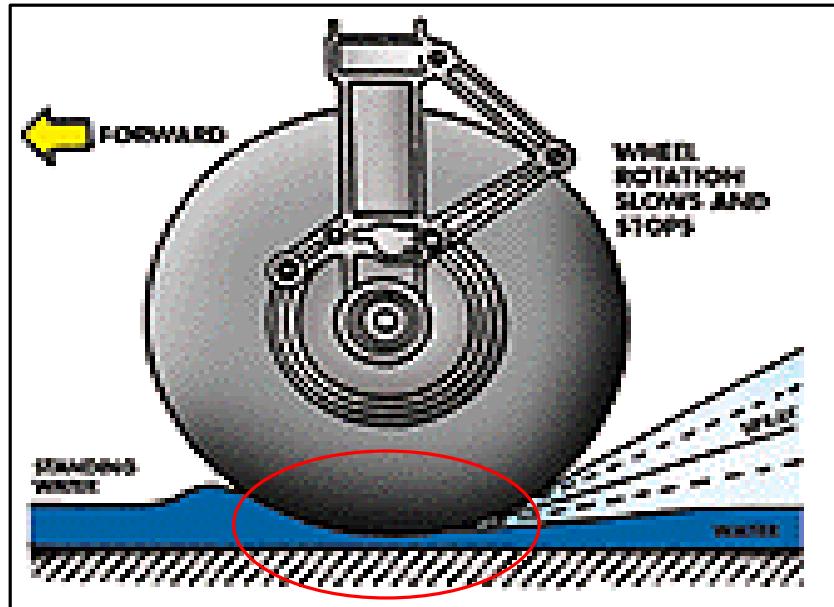


Figura 74 - Hidroplanagem dinâmica total.

A velocidade aproximada de uma hidroplanagem dinâmica total pode ser calculada da seguinte maneira:

$$V_h = 9\sqrt{P}$$

Onde, a V_h é a velocidade de hidroplanagem (*knots*) e P é a pressão do pneu (lb/in^2).

A hidroplanagem dinâmica total, geralmente, não ocorre a menos que uma chuva intensa esteja em andamento sobre a pista, ou seja, muito recente. Além disso, outra característica marcante de aquaplanagem dinâmica é que, mesmo sem a capacidade de frenagem, a roda acabará parando de girar. Isso anula todas as tentativas de recuperação da frenagem até que a aeronave reduza a velocidade. A não rotação da roda cria uma onda de água na frente do pneu que resiste à condição de afunilamento, e a condição de hidroplanagem dinâmica permanecerá até que a velocidade reduza para:

$$V_h = 7.7\sqrt{P}$$

Hidroplanagem viscosa - hidroplanagem viscosa é mais comum do que a hidroplanagem dinâmica e pode ocorrer em velocidades mais baixas e água com profundidades menores do que a aquaplanagem dinâmica. Além disso, pode ocorrer quando a superfície do pavimento está lubrificada com uma fina película de água. O pneu é incapaz de penetrar totalmente nesta película e o contato com o pavimento é parcialmente perdido, conforme a Figura 75. A hidroplanagem viscosa ocorre muitas vezes em um pavimento de pista lisa ou quando depósitos de borracha estão presentes, geralmente em uma área de toque da pista de pouso.

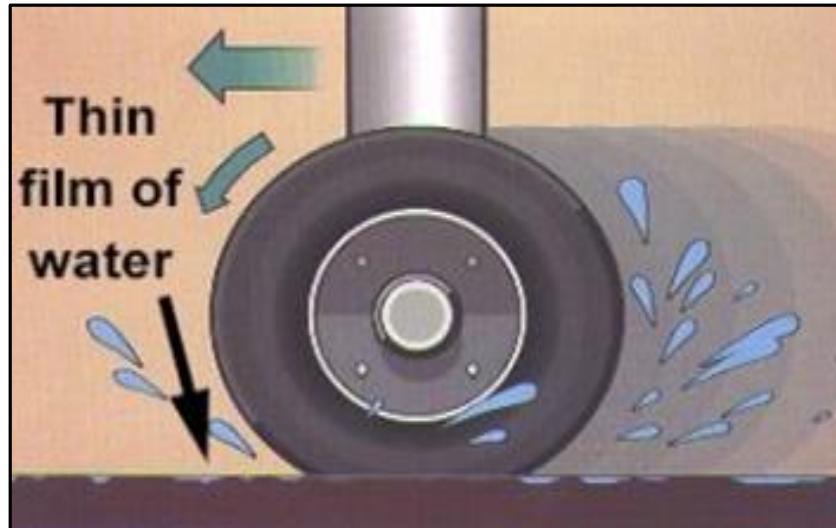


Figura 75 - Hidroplanagem viscosa.

Hidroplanagem por borracha revertida - Essa condição ocorre quando o calor que é gerado durante uma derrapagem com a roda travada transforma a água sob o pneu em vapor, revertendo o processo de vulcanização da borracha.

Manchas brancas na pista são evidências de que este tipo de hidroplanagem ocorreu devido à "limpeza a vapor" na superfície da pista, como mostra a Figura 76.



Figura 76 - Hidroplanagem de borracha revertida.

Um exame visual do pneu da aeronave acidentada poderá indicar uma condição de borracha amolecida na forma elíptica e mudança de coloração, conforme Figura 77.



Figura 77 - Pneu caracterizado por hidroplanagem de borracha revertida.

9.6.10.8.4 Coeficiente de atrito (μ).

Como já mencionado anteriormente, a força de frenagem que faz uma aeronave desacelerar em uma pista está diretamente relacionada ao atrito dos pneus com a superfície plana da pista. O coeficiente de atrito (μ) é a relação que existe entre a força deslizante entre duas superfícies e a força para mantê-las juntas, que, neste caso, é o peso da aeronave.

A menos que uma hidroplanagem ocorra, o *design* da banda de rodagem de um pneu não é tão significativo para o cálculo do coeficiente de atrito, porém o estado da superfície de uma pista é extremamente relevante. Além disso, outros fatores como tipo de superfície, depósitos de borracha e contaminantes (água, gelo e neve) devem ser considerados.

Um típico coeficiente de atrito (μ) pode ser medido por meio de um veículo rebocado (ou montado) chamado de *Mu-meter Trailer ou Skiddometer Trailer* e este pode variar de um mínimo de 0.05 para o gelo a 0 grau Celsius até um máximo de 0.75 para o concreto seco (Figura 78).

Test equipment	Test tire						
	Type	Pressure (kPa)	Test speed (km/h)	Test water depth (mm)	Design objective for new surface	Maintenance planning level	Minimum friction level
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Mu-meter Trailer	A	70	65	1.0	0.72	0.52	0.42
	A	70	95	1.0	0.66	0.38	0.26
Skiddometer Trailer	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Surface Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Runway Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.54	0.41
TATRA Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.76	0.57	0.48
	B	210	95	1.0	0.67	0.52	0.42
GripTester Trailer	C	140	65	1.0	0.74	0.53	0.43
	C	140	95	1.0	0.64	0.36	0.24

Figura 78 - Níveis de atrito para pistas em operação.

9.6.10.8.5 Cálculo de distância de parada.

Assumindo-se uma aceleração uniforme (ou desaceleração), a distância requerida para parar uma aeronave pode ser determinada usando-se a fórmula de aceleração linear.

$$S = \frac{V \times V}{2a} \quad (1)$$

onde:

- S = distância (*feet*)
- V = velocidade inicial em ft/seg (*knots* x 1.689)
- a = razão de aceleração (fps²)

Aceleração é determinada por:

$$a = \frac{F}{m} \quad (2)$$

onde:

- F = força de aceleração ou desaceleração
- m = massa

Desde que a massa (m) seja igual ao peso (W) dividido pela força da gravidade (g), a equação acima se transforma em:

$$a = \frac{F \times g}{W} \quad (3)$$

A força de desaceleração é o produto da força normal (ou peso no trem de pouso) e o coeficiente de atrito (μ)

$$F = \mu \times N \text{ ou } F = \mu \times W \quad (4)$$

Substituindo essa fórmula na equação (3), obtém-se:

$$a = \mu \times g \quad (5)$$

Nota-se que o peso da aeronave não está mais presente na equação acima. Enquanto o peso aumenta a massa que deve ser freada, ele também aumenta a força de frenagem para pará-la na mesma quantidade. Na verdade, o peso ainda está lá, pois influencia diretamente a velocidade. Substituindo a equação (4) na (1):

$$S = \frac{V \times V}{2 \mu g}$$

Assumindo-se que "g" é igual a 32 fps²:

$$D = \frac{(1.689 \times V)^2}{64\mu}$$

Existem alguns erros inerentes aos cálculos acima. Primeiro, porque se acolhe uma aceleração uniforme que pode ser real ou não. Segundo, pode-se assumir que a velocidade

de início de frenagem era conhecida. A menos que haja um FDR (*Flight Data Recorder*) instalado na aeronave accidentada, este cálculo deve ser considerado por estimativa e a solução da equação pode apresentar uma pequena gama de diferentes velocidades.

9.6.11 COLETA DE EVIDÊNCIAS EM DESTROÇOS DE AERONAVES DE ASA ROTATIVA

Os acidentes de helicóptero, em geral, ocorrem com baixa velocidade, se comparados com os acidentes envolvendo aviões. Em consequência, dificilmente um cenário de destruição total é encontrado, situação comum em acidentes com aviões. Os impactos de helicópteros podem ocorrer tanto com grandes, quanto com pequenos ângulos e as regras de distribuição de destroços são muito similares às aplicáveis às aeronaves de asas fixas, exceto uma: se um avião estava intacto no momento do acidente, o investigador poderá localizar todas as suas partes a partir do ponto de impacto. Em helicópteros nem sempre essa afirmação é verdadeira, pois as pás do rotor principal podem ser arremessadas a grandes distâncias e em qualquer direção após o impacto. Um diagrama de destroços preciso pode ajudar a determinar a sequência de falha das pás do rotor e determinar se as mesmas falharam antes do impacto ou não.

Alguns helicópteros possuem características particulares, por esse motivo o investigador não deve fazer suposições sobre um determinado helicóptero em investigação. É necessário que ele conheça como funcionam os controles da aeronave investigada. O investigador também precisa saber qual o sentido de rotação dos rotores principal e de cauda, bem como de todos os eixos de acionamento do motor e dos rotores.

No caso de helicópteros com mais de um motor, é importante que se conheça como a potência dos motores é combinada. Algumas aeronaves possuem gravadores de vibração em seus componentes dinâmicos para auxílio nos serviços de manutenção. Essas gravações podem ser úteis para o investigador, pois podem indicar falha ou fadiga desses componentes. Como regra geral, considera-se que dispositivos instalados na extremidade traseira de um helicóptero estão lá para corrigir alguma deficiência aerodinâmica ou mecânica do projeto e, por isso, merecem especial atenção.

O processo de certificação de helicópteros é dinâmico e evolui à medida que as aeronaves também evoluem, resultando em atualizações frequentes dos requisitos de certificação. Por esse motivo, o investigador precisa considerar os requisitos em uso na época em que a aeronave foi certificada.

Os elementos estruturais do helicóptero são submetidos a *stress* e repetidas cargas aerodinâmicas, devendo ser inspecionados quanto a sua integridade. Sendo assim, os seguintes componentes devem ser analisados: pás de rotor e seus elementos de fixação; cubos (hubs) dos rotores; rolamentos e amortecedores (*dampers*) do rotor principal; componentes e barras dos sistemas de controles de voo, servos e pratos misturadores (*swashplate*); estrutura de suporte do rotor; e a fuselagem em geral, incluindo estabilizadores, superfícies auxiliares e trens de pouso.

9.6.11.1 Efeitos Aeromecânicos em helicópteros

Assim como as características de projeto, para que o investigador seja capaz de interpretar corretamente todos os fenômenos que possam estar envolvidos em um acidente envolvendo helicópteros, há a necessidade de se conhecer os efeitos aeromecânicos aos quais os helicópteros são submetidos. Tais efeitos, se não forem compreendidos, podem levar o investigador a conclusões equivocadas.

9.6.11.1.1 Ressonância Solo

Ressonância solo é a combinação destrutiva e autoexcitada entre o movimento de avanço e recuo das pás e o helicóptero em contato com o solo. O movimento oscilatório de avanço-recuo das pás do rotor principal coalesce com algum dos modos de vibração da fuselagem, vibrando lateral e longitudinalmente. O rotor principal atua como um pêndulo e o movimento fora de fase das pás leva o CG para longe do mastro em uma espiral divergente, criando vibração na estrutura da aeronave.

Inicialmente, a ressonância solo pode ser reconhecida por meio de uma vibração lenta na fuselagem que aumenta gradativamente a sua amplitude. Se nenhuma atitude corretiva for tomada nos estados iniciais, o grau de vibração aumenta rapidamente, podendo levar à destruição da aeronave.

Ressonância solo está intimamente ligada ao sistema de amortecimento das articulações de avanço e recuo e dos amortecedores dos trens de pouso. As condições mais críticas para ocorrer uma ressonância solo são estas: na iminência da decolagem vertical ou, no pouso, momentos antes do peso do helicóptero ser sustentado pelos trens de pouso. Nesses estágios, os trens de pouso estão totalmente distendidos e tem sua capacidade de amortecimento diminuída. Tem influência, ainda, o tipo do terreno e solos macios (areia e grama) os quais tendem a amortecer as oscilações, enquanto pistas asfaltadas e pátios de concreto tendem a aumentar a amplitude da vibração.

Caso o piloto perceba sintomas de ressonância solo com RPM baixa, deverá fechar rapidamente o manete e cortar o motor. Caso haja rotação suficiente para decolar o piloto deverá fazê-lo imediatamente e, posteriormente, pousar em uma superfície macia.

Ficar muito tempo na condição de “leve nos esquis” durante o pouso do helicóptero pode facilitar o surgimento de ressonância solo. Por outro lado, poucos muito bruscos também podem desalinhar as pás e iniciar esse processo. O mesmo ocorre quando uma decolagem vertical é realizada com muita suavidade e tempo excessivo de exposição na condição de “leve nos esquis”. Ademais, um solavanco lateral durante o pouso pode desalinhar as pás e induzir uma ressonância solo. A relação piloto-aeronave pode intensificar a situação se os *inputs* de comando estiverem dessincronizados com as oscilações ressonantes.

Helicópteros são projetados para prover amortecimento mútuo entre o rotor principal e o trem de pouso. Qualquer coisa que perturbe esse amortecimento mútuo pode excitar uma ressonância solo. As estruturas e/ou pneus do trem de pouso principal e os amortecedores de avanço e recuo das pás do rotor principal devem ter seus requisitos de aeronaveabilidade mantidos nos mais altos padrões. Diferencial de pressão entre os pneus ou estruturas dos trens de pouso, bem como amortecedores não correspondentes ou fora do ajuste, podem exacerbar a vibração criada por uma pás fora de fase com as demais pás do rotor principal. O movimento fora de fase das pás em avanço e recuo pode ocorrer se os amortecedores não

forem devidamente combinados ou manutenidos. Além disso, pás desbalanceadas ou fora do plano de rotação também ajudam a criar frequências de excitação e vibrações que podem levar a condição de ressonância solo.

A liberdade de movimento das pás em torno da articulação de avanço-recuo requer um dispositivo de amortecimento para cada pá, a fim de absorver energia do movimento angular entre elas no plano de rotação, prevenindo, assim, oscilações excessivas e desbalanceamento geométrico. Mau funcionamento dos amortecedores durante poucos e decolagens pode resultar em interrupção do deslocamento angular da pá, mudança no CG e falha estrutural. Mau funcionamento em voo normalmente passa despercebido, exceto por leve aumento de vibração na estrutura da aeronave. Amortecedores de avanço e recuo atuam normalmente por fricção, por elastômero ou hidráulicamente. Os de atuação hidráulica e por fricção permitem excursões muito grandes das pás, enquanto os de elastômero não permitem um passeio da pá muito além do recomendado e, por isso, proporcionam maior resistência à ressonância solo.

Um fenômeno similar à ressonância solo pode ocorrer em voo, particularmente em rotores rígidos (*hingeless* e *bearingless*), devido à combinação entre a flexibilidades das pás e da superfície de fixação das mesmas no cubo do rotor. As mesmas considerações sobre ressonância solo se aplicam à ressonância ar, exceto pela substituição das variáveis do trem de pouso pelas variáveis da superfície de fixação das pás no cubo do rotor. Ressonância ar tem ocorrido durante condições de voo próximas às de máximo desempenho, como voo com carga externa, por exemplo.

9.6.11.1.2 Rolamento Dinâmico

O rolamento dinâmico ocorre tipicamente quando o ângulo de rolamento crítico é excedido. Esse ângulo, também conhecido como ângulo de rolamento dinâmico, é definido como a inclinação máxima além da qual a autoridade de comando do piloto não é capaz de contrariar a velocidade angular em torno de um ponto de pivô. Este ângulo pode ser de apenas 7° e varia de acordo com a razão de rolamento, o peso e a tração do rotor principal.

Durante decolagens e poucos, uma das partes do trem de pouso pode atuar como pivô, favorecendo o surgimento de um momento de rolamento sobre o ponto de contato com a superfície. O peso da aeronave se opõe ao momento de rolamento, como podemos observar na Figura 79, situação “c”. Essa força de oposição, no entanto, se torna menos eficaz à medida que a aeronave rola progressivamente para ângulos mais acentuados. O helicóptero alcança valores de inclinação tais que tornam o rolamento irreversível.

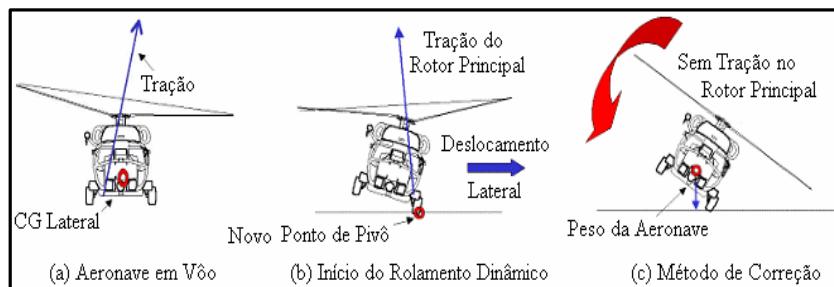


Figura 79 - Rolamento dinâmico.

As principais causas de rolamento dinâmico são *inputs* de controle inapropriados e falhas na adoção de medidas corretivas, por parte dos pilotos. Movimentos laterais de cíclico ou derrapagem da aeronave resultam em uma componente lateral de tração.

Essa componente lateral de tração tende a mover lateralmente o helicóptero ou a incliná-lo em torno de um ponto de pivô. Esse ponto de pivô, essencial para que haja o rolamento dinâmico, normalmente é o trem de pouso. O momento de rolagem pode ocorrer em decolagens com cíclico lateral excessivo. Pode ocorrer também quando o trem de pouso encontra algum tipo de restrição ao seu movimento, como: quando está enterrado na areia, lama, asfalto defeituoso (macio); quando há algum ponto de amarração (estaqueamento) não retirado; e quando ocorre impacto do trem de pouso com o solo, ou algum objeto, durante deslocamentos laterais próximos ao voo pairado. A sequência de eventos de um rolamento dinâmico pode levar menos de dois segundos desde o início do rolamento até o impacto das pás do rotor com a superfície.

Rolamento dinâmico ocorre tanto em terrenos inclinados e não preparados, quanto em superfícies planas e preparadas. Alguns fatores físicos, como razão do rolamento, CG lateral, peso, tração do rotor de cauda, vento cruzado, vento de cauda, tipo de superfície e características do rotor principal, influenciam no rolamento dinâmico. Operações a bordo de navios e plataformas, particularmente se a área de pouso/decolagem estiver em movimento, podem contribuir para ocorrências com rolamento dinâmico. A perda de referências visuais também contribui para esse tipo de evento.

O CG lateral varia de acordo com a acomodação e/ou movimentação de passageiros, tripulantes e carga no interior da cabine. Outro fator que influencia diretamente o CG lateral é o consumo de combustível. Quando essas cargas apresentam distribuição assimétrica, o helicóptero tende a rolar para o lado mais pesado.

A tendência de translação (*translating tendency*) e o momento rotacional produzidos pelo rotor de cauda contribuem para a tendência de rolamento dinâmico na direção do empuxo antitorque. Durante o voo pairado, um helicóptero convencional tende a derrapar na mesma direção da força antitorque, é a chamada tendência de translação ou *translating tendency*. Como os rotores de cauda normalmente são instalados acima do CG, a tração desenvolvida por eles também gera um momento de rolamento em torno do CG do helicóptero. *Inputs* de controle contrariando a *translating tendency* e o momento rotacional levam o trem de pouso do lado oposto ao da força de tração antitorque a ficar em uma posição mais baixa durante o voo pairado, limitando a autoridade de atuação no comando cíclico ao início de um rolamento dinâmico.

Sendo assim, em helicópteros *Counterclockwise* (CCW), um movimento de rolamento para a direita será agravado pela tração do rotor de cauda. Por outro lado, um movimento de rolamento para a esquerda será menos crítico, uma vez que a tração do rotor de cauda atua no sentido de desacelerar o rolamento e, portanto, terá um ângulo de rolamento crítico menor.

Todos os tipos de rotor principal estão sujeitos a sofrer rolamento dinâmico, porém os semirrígidos são os mais suscetíveis a esse fenômeno. Movimentos laterais no cíclico de um conjunto semirrígido alteram o plano de rotação do disco rotor e do vetor tração; a fuselagem é persuadida pelo vetor sustentação a se mover, acompanhando o movimento do disco rotor e tendendo a se alinhar novamente. Entretanto, com a superfície impedindo o movimento da fuselagem, o trem de pouso pode agir como um ponto de pivô, favorecendo a

condição de rolamento dinâmico. Os rotores totalmente articulados e os rotores rígidos são mais sensíveis aos *inputs* de cíclico. Por um lado essa característica favorece o rolamento dinâmico, mas por outro permite que o piloto aja rapidamente nos comandos, opondo-se à situação indesejada.

Operações em terreno inclinado representam a maioria dos acidentes com rolamento dinâmico. Duas condições críticas devem ser observadas durante este procedimento: a distância do rotor com relação ao solo (embarque e desembarque) e a perda de autoridade de comando quando o cíclico atingir seus batentes.

Durante os poucos, o helicóptero pode derrapar, dependendo da inclinação e características do terreno, e entrar em rolamento dinâmico. É também possível que ocorra um rolamento dinâmico durante uma decolagem em terreno inclinado, se houver aplicação inadequada do comando cíclico.

A decolagem para o pairado a partir de um terreno inclinado é a condição mais perigosa. A técnica usual é deslocar o cíclico lateralmente na direção da parte mais alta do solo, enquanto o coletivo é aplicado para cima. Isso deve ser realizado suavemente à medida que o piloto busca uma atitude nivelada antes de levantar totalmente o trem de pouso do solo. Contudo, um problema pode ocorrer quando essa técnica não é corretamente utilizada. Por exemplo, se o coletivo é puxado rapidamente antes da aeronave sair totalmente do solo, um excessivo momento de rolamento se verifica. Em outras palavras, se a aeronave não estiver estabilizada antes de sair do solo, um efeito ricochete pode ocorrer à medida que o ponto de pivô move-se rapidamente do pneu ou do esqui de volta para o CG da aeronave. Devido à inércia, esta mudança pode aumentar em cinco vezes o momento de controle, tornando a aeronave completamente instável. O resultado final pode ser catastrófico.

A ação dos ventos cruzados na fuselagem pode contribuir para um rolamento dinâmico, uma vez que *inputs* de controle muito rápidos nos pedais, para contrariar efeitos de vento de cauda, podem favorecer o surgimento desse efeito.

9.6.11.1.3 Efeito Solo

Comparando-se com o desempenho requerido para o voo pairado fora de efeito solo (*Out Ground Effect - OGE*), o voo pairado dentro do efeito solo (IGE) apresenta ganhos significativos na produção de sustentação e na redução de potência requerida, com o mesmo peso bruto, quando pairando a uma distância aproximada de um disco rotor, ou menos, acima do solo.

Próximo à superfície pode ser que não exista qualquer fluxo na direção vertical. Assim sendo, a velocidade induzida no rotor é reduzida e a pressão abaixo do disco rotor é aumentada. A consequência é a diminuição da potência, devido à diminuição da velocidade induzida, mantendo-se, porém, a mesma sustentação. Em outras palavras, o que ocorre é que a potência induzida utilizada para manter o voo pairado (sustentação = peso) dentro do efeito solo é menor do que a necessária para pairar fora do efeito solo.

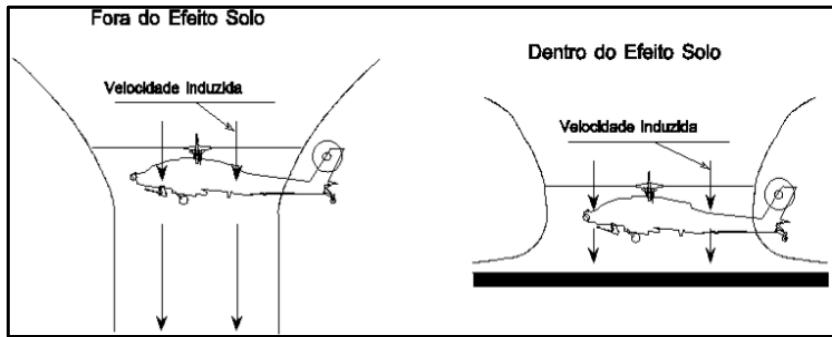


Figura 80 - Influência do efeito solo.

Em decolagens partindo do voo pairado IGE, à medida que a velocidade à frente aumenta, os benefícios do efeito solo diminuem até que seja atingida a velocidade de sustentação translacional. Diferentemente do efeito solo em aeronaves de asas fixas, o efeito solo em helicópteros desaparece em valores de velocidade relativamente baixos. O efeito solo tem a sua eficácia máxima quando operando em condições de ausência de vento, e sobre superfícies firmes e lisas. Grama alta, terreno irregular, proximidade com edificações e superfícies aquáticas causam alterações no fluxo de ar, resultando em recirculação e aumentando a incidência de vórtices de ponta de pás.

Superfícies irregulares podem ser encontradas durante as seguintes operações: transporte de cargas externas; içamentos com guincho; poucos e decolagens em plataformas, prédios (helipontos elevados), terreno inclinado e áreas restritas.

É possível que em uma aproximação ou voo pairado sobre uma superfície irregular, parte do disco rotor permaneça dentro do efeito solo, enquanto outra parte estará fora do efeito solo. Essa situação pode gerar momentos de *pitch* ou *roll* na aeronave, devido à assimetria na sustentação produzida pelo disco rotor.

9.6.11.1.4 Perda de Efetividade no Rotor de Cauda (*Loss of Tail Rotor Effectiveness - LTE*)

A perda de efetividade no rotor de cauda, ou guinada inesperada, é um fenômeno aerodinâmico crítico que ocorre a baixa velocidade. Esse fenômeno não cessa por conta própria e, se não for corrigido, pode causar perda de controle da aeronave. A perda de efetividade do rotor de cauda não está relacionada com falhas de equipamento ou manutenção, podendo ocorrer em todos os helicópteros com um rotor principal e um de cauda.

O rotor de cauda não estola, mas torna-se ineficiente e não produz quantidade de tração necessária para impedir a guinada. A perda de efetividade é geralmente causada por incidência de ventos laterais com a aeronave desenvolvendo velocidades inferiores a 30 kt. Limitações da tração disponível no rotor de cauda podem ter como causa também um ajuste incorreto de “rigagem” (ajuste dos cabos ou hastes de comando).

A tração requerida no rotor de cauda varia, dependendo do lado em que o vento estiver incidindo. Para um helicóptero com sentido de rotação CCW, ventos laterais de esquerda reduzem a eficiência do rotor de cauda e criam tendência de guinada à direita. Os ventos laterais causam os seguintes efeitos no voo de um rotor CCW, de acordo com o ângulo de incidência:

- com ventos relativos de 120° a 240°, o helicóptero apresenta instabilidade direcional, ou seja, não tende a aproar o vento;
- ventos relativos de 210° a 330° podem ser favoráveis ao desenvolvimento de estado de anéis de *vortex* no rotor de cauda. Nessa condição o rotor de cauda opera dentro da própria esteira de ar turbilhonado, criando variações na tração; e
- ventos relativos de 285° a 315°, levam o ar turbilhonado do rotor principal em direção ao rotor de cauda, criando extrema turbulência.

Alguns fatores interferem na severidade da perda de eficiência do rotor de cauda, quais sejam:

- peso bruto e altitude-densidade: o aumento desses fatores diminui a margem entre a máxima potência disponível e a potência necessária para o pairado.
- baixa velocidade indicada: abaixo de 30 kt, a potência requerida no rotor de cauda fica próxima de 100%. Ademais, em velocidades abaixo da sustentação translacional, é necessário aumento significativo de tração no rotor principal para a manutenção da altura em relação ao solo, diminuindo ainda mais a margem entre potência disponível e necessária para o pairado.
- altura do pairado: pairado OGE requer maiores valores de potência e torque, diminuindo a margem entre potência disponível e necessária para o pairado.
- queda de RPM do rotor principal: aplicações rápidas de potência podem causar uma queda momentânea de RPM do rotor principal. Qualquer diminuição na RPM do rotor principal causará diminuição correspondente na RPM e na tração do rotor de cauda.

Em aproximações com vento de cauda, ao perder sustentação translacional, o aumento súbito na potência necessária para manter o pairado pode exceder a capacidade anti-torque do rotor de cauda, principalmente com peso e altitude elevados. Se uma porção considerável de pedal for requerida para manter uma determinada fase do voo, como um pairado OGE, por exemplo, pode não haver curso de pedal suficiente para contrariar o torque do rotor principal e uma guinada inadvertida pode ocorrer. Uma redução no passo coletivo é recomendada para controlar a perda de efetividade do rotor de cauda. Se os controles não forem reestabelecidos, e a altitude permitir, uma autorrotação pode ser a melhor solução.

9.6.11.1.5 Pilot Induced Oscillation - PIO

A PIO é um fenômeno da relação piloto-aeronave, resultando em uma resposta dinâmica do helicóptero diferente da esperada pelo piloto. O movimento adverso causado pela PIO pode aumentar rapidamente a sua magnitude e, se não corrigido, pode causar perda de controle ou destruição do helicóptero. Essa condição é favorecida quando há folga excessiva na alavanca do coletivo, acentuando a reação biodinâmica no braço do piloto.

PIO de coletivo, em voo, podem gerar instabilidade e resultar em *mast bumping* ou *tailboom strike*. As acelerações da aeronave no braço do piloto ampliam as acelerações verticais. Além disso, o retardamento entre o *input* do piloto e a resposta da aeronave pode levar a uma condição de amplitude de comando maior que a necessária. Quando o helicóptero começa a reagir à série de *inputs*, o piloto pode querer corrigir comandando o coletivo no sentido oposto e sair de sintonia com os verdadeiros movimentos da aeronave. Esse fenômeno pode ocorrer em qualquer fase do voo, do pairado ao voo à frente em altas velocidades, e normalmente é originado pela reação do piloto a eventos externos como rajadas de vento ou manobras de desvio de aves.

Uma condição que pode prejudicar a recuperação das oscilações induzidas no coletivo é a indisponibilidade, ou seleção inadequada, de referências visuais no terreno, necessárias para evitar e corrigir o fenômeno.

As oscilações induzidas no coletivo podem ocorrer também com o helicóptero no solo, iniciando-se com oscilação vertical da aeronave e agravando-se pela interação com o piloto. Na tentativa de parar a oscilação com o coletivo, particularmente se há pouca ou nenhuma fricção no comando, o braço do piloto move-se em direção oposta à fuselagem. A oscilação pode aumentar rapidamente em amplitude e induzir a ressonância solo.

Cargas externas podem levar o helicóptero a oscilar longitudinalmente no pairado e no voo à frente, podendo contribuir para o surgimento de oscilação catastrófica no cíclico. Os efeitos de uma carga externa pendurada dependem da estabilidade da carga, frequência do movimento de pêndulo, atraso de fase e reação do piloto, sendo normalmente maiores em movimentos laterais. Reações fora de fase por parte do piloto podem resultar em oscilações sustentadas ou incontroláveis, causando a necessidade de alijamento da carga, sobrecarga da aeronave ou perda de controle. Em acidentes com carga externa, considere sempre a possibilidade de PIO e investigue o sistema de alijamento da carga.

9.6.11.1.6 Sustentação Translacional

Sustentação translacional é a sustentação adicional obtida com a mesma potência do pairado após o incremento da velocidade à frente. Em baixas velocidades, a sustentação translacional é praticamente imperceptível ao piloto. Aproximadamente na faixa de 5 a 7 kt, os vórtices à frente do helicóptero movem-se para dentro do disco rotor, estabelecendo uma componente para baixo. Sem uma mudança no passo ou na potência, o rotor não é capaz de acelerar o ar induzido como faz no pairado, portanto gera menor valor de sustentação e o helicóptero, suavemente, perde altura. Assim que atinge a faixa de 12 a 16 kt, a sustentação translacional começa a se manifestar por meio de leve vibração. Nessa velocidade, o rotor sai da região de vórtice e adentra o ar não perturbado. A mudança no fluxo de ar através do rotor faz aumentar o ângulo de ataque das pás e, consequentemente, a sustentação. O helicóptero atinge a chamada velocidade de sustentação translacional. O nariz apresenta tendência de *pitch*

up. Se não houver atuação nos comandos, o helicóptero iniciará uma subida, daí o termo sustentação translacional.

Durante aproximações para o pairado ou para pouso corrido, o helicóptero está voando inicialmente em ar não turbilhonado até atingir a faixa de velocidade de 16 a 12 kt, quando o helicóptero entra no ar perturbado e perde sustentação translacional. Nesse ponto, a razão de descida aumenta, a menos que seja aplicada potência para compensar a diminuição na sustentação translacional. O piloto deverá atuar nos pedais para modificar a tração no rotor de cauda, compensando o incremento da potência.

9.6.11.1.7 *Stall de Vortex*

Um helicóptero em voo pairado fora do efeito solo produz sustentação igual ao seu peso. Para tanto, nas pontas das pás são formados anéis de vórtice descendentes em forma de espiral. Além disso, em descidas lentas na vertical ou com pouca velocidade à frente, surge uma pequena região em que o fluxo de ar é ascendente, próximo da raiz das pás. Se a alavanca de controle do coletivo for comandada para baixo, a sustentação diminui e atinge um valor inferior ao peso da aeronave. O helicóptero inicia uma descida, buscando equilíbrio entre peso e sustentação. Com razões de descida baixas ou moderadas, o fluxo ascendente de ar diminui o ângulo de ataque e aumenta os valores de sustentação nas seções intermediárias e externas das pás, mantendo o helicóptero em uma razão de descida constante. Vórtices de ponta de pá consomem potência do motor, mas não geram sustentação. Enquanto esses anéis de vórtice são relativamente pequenos, o impacto sobre a sustentação gerada pelo rotor principal é quase nulo, impondo, apenas, uma diminuição na sua eficiência. Conforme a razão de descida aumenta, o ângulo de ataque nas seções internas das pás atinge valores muito altos, podendo levar ao *stall* dessa parte do disco rotor. Anéis de vórtice secundários se formam próximo da raiz das pás, na intersecção do fluxo de ar ascendente com o fluxo descendente de ar induzido.

Se a razão de descida continua a aumentar, os anéis formados são cada vez maiores e as pás do rotor ficam cada vez mais perto desses anéis de vórtice descendentes (ar turbilhonado abaixo do helicóptero), até que o helicóptero atinge um ponto em que a maior parte da potência gerada pelo motor estará sendo desperdiçada para acelerar os anéis de vórtice. Na prática o helicóptero estará voando dentro de sua esteira de *downwash*, ou seja, em ar turbilhonado. A seção interna do disco rotor estará “estolada”. Os sintomas sentidos pela tripulação são aumento da vibração, movimentos de *pitch* e *roll* e o aumento da razão de descida, mesmo com aplicação de coletivo para cima.

Aumentar o passo coletivo fortalece a ação dos vórtices de ponta de pá e diminui o ângulo de ataque e a sustentação nas seções externas do disco rotor. A área “estolada” na seção interna aumenta. A diminuição do passo coletivo já não é mais efetiva neste ponto. A consequência será o aumento da condição de *stall* na seção interna do disco rotor e a diminuição do coeficiente de sustentação na ponta das pás. O helicóptero entrou em *stall de vortex* ou estado de anéis de vórtice.

Stall de vortex é a fase do voo descendente caracterizada pelo escoamento de ar instável através das pás do rotor. Ocorre quando o helicóptero está em velocidade inferior à de sustentação translacional, com razão de descida igual a aproximadamente $\frac{1}{4}$ da velocidade do *downwash* e comando de passo coletivo parcialmente aplicado. Nesse ponto da descida, os anéis de ponta de pá se formam exatamente abaixo do rotor e o helicóptero começa a apresentar vibração e oscilações não comandadas de *pitch* e *roll*. Variações extremas de vibração e do fluxo de ar começam a surgir quando a razão de descida é igual à metade da velocidade do ar

induzido. A região interna do disco rotor possui um fluxo de ar ascendente, enquanto a região externa possui fluxo de ar descendente. Os anéis de vórtice nas duas regiões aumentam e se aproximam do centro do raio da pá, anulando-se e gerando um fluxo de ar resultante através das pás igual a zero.

Os efeitos do *vortex* atingem seu pico quando a razão de descida atinge valores aproximadamente iguais a $\frac{3}{4}$ da velocidade induzida, provocando fortes vibrações e oscilações não comandadas de *pitch* e *roll*, podendo chegar à perda de controle da aeronave. Quando a razão de descida atinge $\frac{5}{4}$ do *downwash*, os anéis de *vortex* passam a se formar acima da aeronave e os efeitos do *stall* de *vortex* desaparecem.

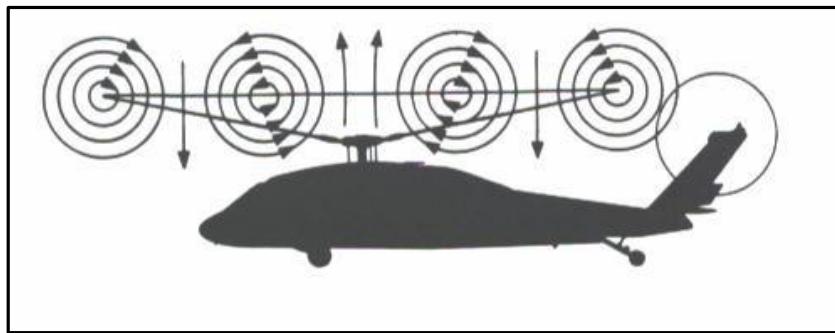


Figura 81 - Estado de anéis de *vortex*.

Acidentes com *stall* de *vortex* são mais frequentes durante aproximações e poucos. Aproximações com grande ângulo, em grandes altitudes e com vento de cauda são fatores que contribuem para esse tipo de acidente. Além desses, outros fatores contribuem para *stall* de *vortex*: remoção da aeronave líder em poucos e decolagens durante voos de formatura, vento de cauda em operações com carga externa, tentativas de pairar fora do efeito solo acima do teto de pairado OGE e manter o pairado fora do efeito solo sem controlar efetivamente a altitude.

Após entrar em uma autorrotação normal, com coletivo em baixo, a razão de descida é muito alta para o desenvolvimento de um estado de *vortex*. Ademais, entrar em autorrotação é uma das técnicas de recuperação de *stall* de *vortex*. Entretanto, o estado de *vortex* pode ocorrer durante *flares* muito rápidos na fase final de uma autorrotação ou durante manobras que exijam paradas bruscas.

Algumas escolas de pilotos de helicóptero realizam treinamento de *Settling With Power*, termo utilizado por operadores para descrever a condição de voo em que o helicóptero “afunda” mesmo com a potência toda aplicada, equivalente ao *stall* com motor dos aviões. A técnica de recuperação ensinada é a de reduzir o passo coletivo e levar o cílico à frente para aumentar a velocidade e sair da região de ar turbilhonado. Se houver altitude suficiente, pode-se também entrar em autorrotação. Nota-se que, de maneira geral, os alunos tendem a iniciar a recuperação atuando no comando coletivo para cima, a fim de tentar diminuir a razão de descida, antes de levar o cílico à frente. Essa tendência é ainda maior quando o helicóptero encontra-se próximo ao solo. É importante saber que essa atitude por parte do piloto irá causar o efeito contrário ao esperado por ele, pois aumentará a área “estolada” na seção interna do disco rotor, aumentando também a razão de descida da aeronave.

9.6.11.1.8 Autorrotação

Autorrotação é o estado de operação do rotor no qual não existe, ou existe apenas parcialmente, potência líquida envolvida. Nessa condição de voo, a potência requerida para girar o rotor advém da energia potencial gravitacional “perdida” que é utilizada para manter a energia cinética de rotação das pás. O fluxo de ar através do rotor principal em voo autorrotativo apresenta-se de baixo para cima, sentido contrário ao fluxo em voo com potência.

A autorrotação ocorre mecanicamente, por intermédio da unidade de roda livre, a qual permite que o rotor principal continue girando ainda que o motor não esteja funcionando. Geralmente, a roda livre é considerada parte integrante da transmissão.

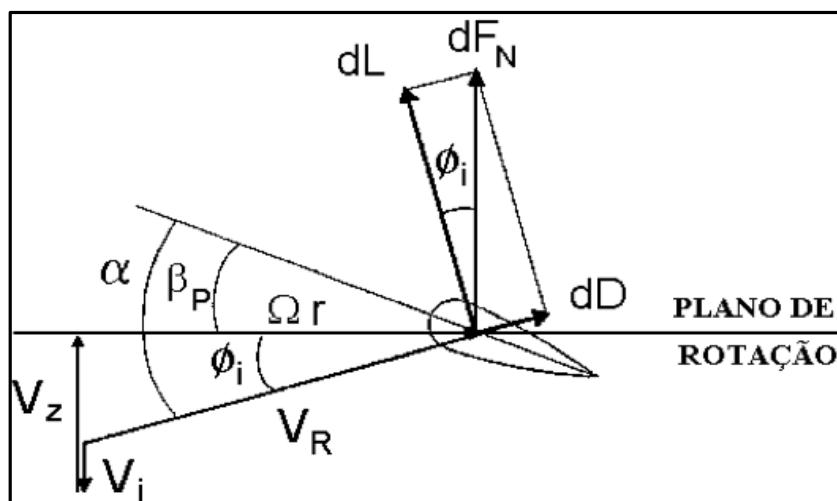


Figura 82 - Elemento de pá em autorrotação.

A razão mais comum para uma autorrotação é a falha de um motor, mas outras emergências também podem causar essa necessidade, tais como: falhas do rotor de cauda e diminuição de potência disponível.

Em falhas súbitas do motor, o tempo de reação do piloto é um fator significante para evitar a queda acentuada de RPM do rotor principal. Baixar o coletivo rapidamente permitirá ao piloto manter a RPM do rotor principal em valores compatíveis com os do voo controlado. De maneira geral, caso a alavanca do coletivo não seja comandada para baixo, o rotor começará a se alimentar da sua própria energia, desacelerando-se. Se o passo coletivo continuar elevado, a rápida desaceleração do rotor diminuirá a ação da força centrífuga, podendo chegar a ponto das pás atingirem um ângulo de cone tal que se torne impossível recuperar a RPM do rotor.

O vento relativo nas pás em autorrotação proporciona altos valores de AOA *inboard* e valores inferiores de AOA *outboard*. O vetor sustentação tem componente à frente maior próximo do cubo do rotor e componente vertical maior na região da ponta das pás. Essas características geram as forças necessárias para a manutenção do voo em autorrotação e criam regiões distintas no disco rotor, denominadas zona autorrotativa, zona antirrotativa e zona “estolada”.

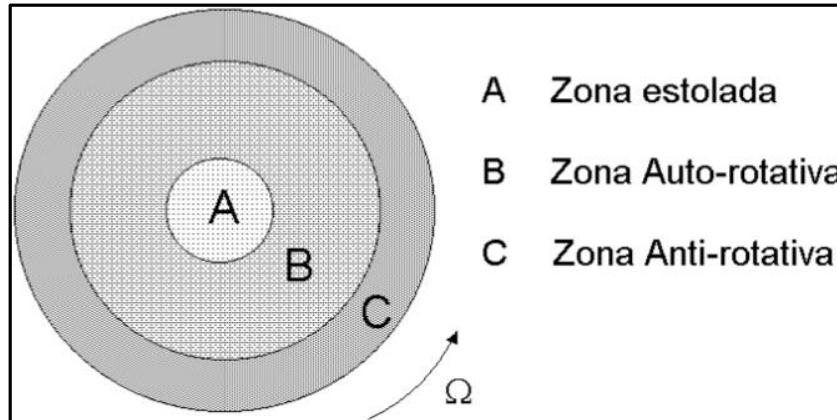


Figura 83 - Zonas características do rotor em autorrotação.

Além de sua própria inércia, outros fatores podem influenciar na razão de diminuição da RPM do rotor principal em casos de falha do motor, são eles: condições de voo que requeiram muita aplicação de passo coletivo (baixa velocidade e pairado); elevada altitude-densidade; altos valores de razão de subida (*full power climb*); elevadas inclinações do disco rotor e transporte de cargas externas.

Rotores com baixa inércia tendem a diminuir a RPM mais rapidamente, reduzindo o tempo de reação do piloto. Rotores de inércia alta proporcionam mais tempo ao piloto para adoção de medidas apropriadas ao estabelecimento do regime autorrotativo. Em compensação, rotores de baixa inércia podem ganhar rotação (serem acelerados) mais rapidamente que os de alta inércia.

A razão de descida em autorrotação é determinada, principalmente, pela velocidade à frente, porém outros fatores também afetam a razão de descida em autorrotação, quais sejam: altitude; peso bruto; e potência necessária para girar o rotor de cauda, a transmissão e os acessórios acionados por ela.

Os últimos 100 a 75ft da manobra são críticos, por serem o momento em que há a transição da descida em autorrotação para o pouso sem potência. Durante essa fase, denominada *flare*, o fluxo de ar através do rotor é revertido e a energia acumulada é trocada por sustentação para diminuir a velocidade à frente e a razão de descida. Diferentes helicópteros exigem diferentes técnicas de atuação nos comandos para estabelecer o *flare*. Abaixo de 45 kt, o *flare* não é efetivo na diminuição da razão de descida. A desaceleração deve continuar até pouco antes do toque no solo, atingindo os menores valores de velocidade à frente e razão de afundamento possíveis para a situação em questão. Dependendo das características do terreno, o helicóptero pode sofrer uma desaceleração rápida após o toque. Comandar o coletivo bruscamente para baixo logo após o toque pode travar o trem de pouso e provocar capotamento do helicóptero.

9.6.11.1.9 Efeito Disc Loading ou Carga no Disco

A distribuição da tração por área nas pás é chamada de carga no disco. Observa-se que, para a mesma tração, há necessidade de mais potência quanto maior for a carga no disco. Durante os primórdios do desenvolvimento do helicóptero, os motores existentes à época eram muito pesados, impondo várias limitações quanto à potência gerada e ao seu peso. Desta feita, os projetistas procuravam minimizar a potência requerida com a diminuição da carga do disco, ou seja, aumentando a área do disco rotor. Atualmente, com o surgimento de motores mais

leves, tornou-se possível enfatizar o *design* compacto dos rotores, aumentando a carga no disco e diminuindo peso estrutural dos helicópteros.

Deve-se ter cuidado ao relacionar razão de descida alta com *disc loading*. Muitos textos atestam que os efeitos iniciais de um *stall de vortex* surgem ao atingir valores de razão de descida da ordem de 300ft/min, ou $\frac{1}{4}$ da velocidade induzida no pairado. Este valor é baseado em um helicóptero com leve carga no disco (aproximadamente 2lb/ft²), operando ao nível do mar. Para um helicóptero com *disc loading* de 10lb/ft², operando ao nível do mar, o valor correspondente a $\frac{1}{4}$ da velocidade induzida no pairado seria algo em torno de 685ft/min. Em altitudes elevadas, a quantidade de ar induzido necessária ao rotor para gerar a mesma tração produzida ao nível do mar é maior.

Nota-se que rotores com maior carga no disco possuem valores maiores de velocidade induzida, aumentando a razão de descida necessária para gerar *stall de vortex*. Projetistas, frequentemente, atrasam o surgimento dos efeitos de *stall de vortex* aumentando a carga no disco e, consequentemente, a velocidade induzida através do rotor.

9.6.11.1.10 Inércia do Rotor Principal

Rotores de alta inércia, com elevado momento angular, tendem a variar menos a RPM em operação normal. Em emergência, a queda de RPM é mais lenta tornando mais fácil a entrada em autorrotação e a execução do *flare*. Nesses rotores, o cubo e as pás são mais robustos, inferindo em valores mais elevados de peso bruto. Contudo, rotores de alta inércia podem ser mais perigosos quanto à queda acentuada de RPM, no sentido em que demoram mais para “reacelerar”.

Rotores de inércia baixa, com menores valores de momento angular, perdem e ganham rotação rapidamente tanto com variações de potência e de ângulo de passo quanto com a influência de rajadas de vento. Rotores de baixa inércia normalmente possuem pás e cubo mais leves, o que diminui o custo. Também são mais manobráveis e possuem resposta mais rápida às entradas de comando do piloto, se comparados com os de alta inércia.

Dada uma altitude, a inércia do rotor é um fator primordial na determinação do diagrama altura x velocidade do helicóptero. Tipicamente, a corrida de decolagem de um helicóptero equipado com rotor de baixa inércia estende-se de zero a aproximadamente 45 - 50 kt. Para um rotor de inércia elevada, a subida normalmente começa após a obtenção da sustentação translacional, aproximadamente 15 a 20 kt. A área do diagrama altura x velocidade que representa as condições de voo a serem evitadas é maior para os rotores com baixa inércia.

A fuselagem ou o tamanho do rotor nem sempre indicam a inércia do sistema. A inércia do rotor é um parâmetro que o projetista pode controlar. Rotores de inércia rotacional elevada são preferíveis quanto a razão da diminuição de RPM. Entretanto, rotores de baixa inércia comportam-se melhor em termos de aumento da rotação durante o *flare*.

9.6.11.1.11 *Stall* nas Pás

Para gerar sustentação similar à da pá que avança, em um ambiente de vento relativo de menor velocidade, a pá que recua opera com valores maiores de ângulo de ataque. À medida que o passo da pá ou a velocidade à frente aumenta, a porção “estolada” do disco rotor torna-se maior, progredindo da raiz para a ponta da pá. Como os momentos de *pitch* são retransmitidos ao cubo do rotor, vibrações, aspereza e oscilação poderão surgir nos comandos de voo. Quando aproximadamente 15% do rotor estiverem “estolado”, o helicóptero poderá apresentar as seguintes tendências: atitude de *pitch up*, rolamento para o lado da pá que recua e forte vibração. Se o *stall* for severo, a tendência de *pitch up* pode tornar-se incontrolável, havendo perda parcial ou total de controle.

O *stall* da pá que avança ocorre em condições de voo similares às condições favoráveis ao *stall* da pá que recua, quais sejam: elevados valores de velocidade, de altitude-densidade e de peso bruto. Valores elevados de número Mach na ponta da pá que avança geram efeitos de compressibilidade devido à formação de ondas de choque em suas superfícies, as quais deslocam o centro de pressão para trás. Aumentos acentuados no arrasto associados às ondas de choque produzem fluxo de ar turbulento. O nariz do helicóptero apresenta tendência de *pitch down* e o helicóptero tende a rolar na direção da pá que avança. Em certas condições, o helicóptero pode sofrer danos estruturais. Alguns projetos de pá contrariam a tendência do *stall* na pá que avança por meio de enflechamento da porção externa para trás ou por meio de torção geométrica, para reduzir o ângulo de ataque na ponta das pás.

9.6.11.1.12 *Mast Bumping* ou Batida da Canga no Mastro

A batida da canga no mastro é um fenômeno que ocorre unicamente em helicópteros equipados com rotores semirrígidos e, frequentemente, é iniciado por atuação inapropriada por parte do piloto no comando cíclico em condição de voo com fator de carga abaixo de 0,5g. O *mast bumping* pode ter efeitos catastróficos se o ângulo de batimento das pás do rotor principal exceder o seu limite de projeto (aproximadamente 12°). Nesses casos, pode haver deformação do mastro e surgimento de força suficiente para separá-lo do rotor.

Os momentos gerados pelas forças aerodinâmicas no cubo de um rotor semirrígido sob condições de voo normal mantém a fuselagem alinhada com o disco rotor. Movimentos bruscos de cíclico em voo reto e nivelado ou ao final de uma subida podem colocar o helicóptero em uma condição de voo com fator de carga abaixo de 1G ou até mesmo negativos.

A tração do rotor principal semirrígido em voo com fator de carga baixo é significativamente reduzida, a ponto de a atuação lateral do cíclico ter pouca ou nenhuma eficiência. Dessa feita, o rotor de cauda, normalmente instalado acima do CG da aeronave, gera momento de rolagem para o lado de sua tração. Em rotores CCW, por exemplo, há muito pouca tração do lado esquerdo para contrariar o momento de rolagem para direita gerado pelo rotor de cauda. A tração do rotor de cauda também gera um momento de derrapagem para a esquerda.

Em um voo com fator de carga baixo, o rotor principal ainda responde aos *inputs* de cíclico, mas, por não estar mais produzindo tração efetiva, a resposta não é transmitida a fuselagem. Se o piloto tentar corrigir o momento de rolagem à direita com comando de cíclico à esquerda, o que é perfeitamente factível, o ângulo de batimento das pás pode aumentar o suficiente para permitir a batida da canga no mastro. Devido às oscilações imprevisíveis de um sistema que sofre separação do rotor, essa condição pode provocar *inflight break up* na

fuselagem. Tipicamente, a seção do mastro que sofre falha devido a *mast bumping* apresenta deformação com aparência oval ou retangular na região de fratura.

Em inclinações próximas a 90º o rotor pode perder, inadvertidamente, a sua atuação devido à incapacidade do piloto em manter suficiente fator de carga (acima de 0,5g) durante o voo. O ângulo de batimento combinado com *input* lateral de cílico pode causar *mast bumping*, resultando em falha do mastro. Ângulo de batimento excessivo, durante uma recuperação de atitudes de grande inclinação, também pode causar um choque entre as pás e a fuselagem.

Comandos abruptos de *pitch* e *roll* podem deslocar o disco rotor mais rápido que a capacidade de resposta da fuselagem, levando ao *mast bumping*. Comandos bruscos podem resultar da influência de algum fator externo que exija a realização de manobras para desvio, como aves e obstáculos.

Com altas velocidades de voo à frente, em alguns modelos de helicóptero, os efeitos de *stall* na pá que recua podem progredir para *blowback* do rotor principal e excessivo ângulo de batimento, resultando em *mast bumping* ou contato das pás com a fuselagem. *Blowback* nada mais é que a inclinação do disco rotor para trás, devido ao aumento da sustentação em sua região que avança. Velocidade lateral excessiva também contribui para a batida da canga no mastro.

Valores muito baixos de RPM do rotor principal, a ponto de tornar irrecuperável a RPM normal, resultarão em menos força centrífuga nas pás. As pás necessitam da força centrífuga para vencer as forças aerodinâmicas e a tendência de enflechamento (cone). Rotação muito baixa pode causar *flapping* excessivo e, independentemente do vento relativo, levar ao *mast bumping*.

Falhas mecânicas podem gerar movimentos bruscos nos eixos de arfagem, rolamento e guinada levando ao *mast bumping*. A reação do piloto à falha repentina de motor, à mudança brusca de CG longitudinal e à perda de tração ou componente do rotor de cauda podem inclinar o disco rotor além de seus limites, levando ao *mast bumping*.

Outras condições de voo que podem iniciar um *input* abrupto de comando e levar a condição de *mast bumping* são: turbulência, rajada de vento e voos laterais próximos da velocidade máxima permitida em manual.

Mast bumping não catastrófico pode ocorrer em partidas e corte do motor sob condições de vento muito fortes, durante pouso e decolagem em terreno inclinado e durante o cheque de comandos no solo.

9.6.11.1.13 Centro de Gravidade - CG

O controle de peso e balanceamento é responsabilidade do operador. O manual da aeronave possui instruções de carregamento. Operar acima do peso máximo compromete a integridade estrutural e afeta o desempenho do helicóptero. Em determinadas condições de voo, o helicóptero pode não possuir capacidade de voar com o peso máximo de decolagem descrito no manual. Alguns centímetros na distribuição da carga podem causar mudanças significativas no CG da aeronave, influenciando na pilotagem. Helicópteros possuem um peso máximo por área no piso, que é limitado pela estrutura da aeronave, e alguns possuem a capacidade de operar com cargas externas, aumentando o peso máximo de operação.

O passeio do CG em um helicóptero equipado com rotor rígido é amplo. Em helicópteros com rotor totalmente articulado, o passeio do CG é menor, mas não tão restrito como nos rotores semirrígidos, os quais possuem um passeio de CG bastante pequeno. Esses rotores possuem o passeio de CG longitudinal maior que o passeio de CG lateral.

O CG é afetado pela distribuição da tripulação, passageiros, carga e pelo consumo de combustível durante o voo. O movimento de pessoas e cargas durante o voo certamente modificará o CG da aeronave, podendo levá-lo além dos limites estabelecidos pelo fabricante. Em operações de içamento com guincho, *fast rope* e rapel podem surgir problemas na manutenção do CG lateral devido ao acúmulo de pessoas/peso em um dos lados do helicóptero. Durante a decolagem vertical para o pairado, o piloto deverá avaliar o CG lateral da aeronave e a amplitude de comando cíclico disponível. Nos acidentes em que o helicóptero estava realizando içamentos com guincho, infiltração com rapel, ou *fast rope*, o investigador deverá verificar a exata posição do CG lateral no momento do acidente.

Operar acima do peso máximo pode resultar em deformação estrutural ou falha, bem como submeter o helicóptero a fatores de carga excessivos. Rajadas de vento e turbulência também podem causar danos estruturais. Por outro lado, operar abaixo do peso mínimo também pode afetar a pilotagem e impedir a manutenção da RPM recomendada durante autorrotação. Os registros de peso e balanceamento possuem vários dados, incluindo uma lista completa dos opcionais instalados no helicóptero.

Um carregamento inadequado ou mal distribuído, também diminui a manobrabilidade da aeronave. O comando cíclico é menos efetivo na direção oposta à posição do CG. Quando o CG encontra-se exatamente na vertical do mastro, o helicóptero tende a manter o nariz na posição horizontal. Se o CG se desloca para frente do mastro, o nariz da aeronave tende a baixar. Um piloto muito pesado ou a ausência de peso na região atrás do mastro podem levar o CG à frente. Em altas velocidades, essa situação pode ser indesejada, levando o helicóptero a aumentar cada vez mais a sua velocidade. Se os tanques de combustível forem localizados atrás do mastro, o peso na região traseira da aeronave irá diminuir à medida que o combustível for consumido, levando o CG ainda mais à frente e restringindo ainda mais a autoridade de comando cíclico para trás. O CG à frente pode atingir um valor tal que, mesmo atuando no cíclico totalmente para trás, seja impossível parar a aeronave. Se essa situação ocorrer durante uma autorrotação, o piloto pode não dispor de autoridade de comando cíclico suficiente para realizar o *flare* com segurança, o que limitaria a posição do CG longitudinal durante o processo de certificação. Ventos fortes podem mascarar uma situação de CG à frente, por isso, é essencial avaliar a direção e intensidade do vento e sua relação com a autoridade de comando cíclico para trás.

Se o CG estiver muito atrás do mastro, o nariz tenderá a subir. Uma condição exagerada de CG à ré pode impossibilitar a manutenção de determinada velocidade à frente, devido às restrições na autoridade de comando cíclico para manter uma atitude de *nose down*.

9.6.11.2 Desempenho dos helicópteros

O desempenho dos helicópteros envolve, principalmente, sua capacidade, ou não, de manter o voo pairado, o qual requer mais potência que qualquer outro regime de voo e é significativamente influenciado pela altitude-densidade. Nas cartas de desempenho, os fabricantes preveem determinadas condições tanto para o helicóptero quanto para o piloto, quais sejam: condições normais de operação da aeronave e habilidade mediana do piloto.

Capacidade mediana de habilidade significa que o piloto é capaz de realizar cada tarefa afeta ao voo corretamente e em tempo apropriado. Nem todas as cartas dependem da habilidade do piloto, cálculos de autonomia, VNE, potência disponível, entre outras não dependem da atuação do piloto. Os fabricantes não testam os helicópteros em todas as situações definidas nas cartas de desempenho, alguns dados são obtidos por meio de interpolações matemáticas. As autoridades certificadoras são responsáveis por realizar testes de verificação dos dados de desempenho.

O manual de um determinado helicóptero é único e contém informações específicas sobre a aeronave, equipamentos instalados, peso e balanceamento. Normalmente, há um capítulo dedicado aos limites, incluindo limitações requeridas por regulamento e qualquer outro limite que o fabricante julgar necessário para a segurança das operações.

Alguns dados de desempenho que podem ser úteis em uma investigação:

- a) gráficos de potência;
- b) gráficos de desempenho no pairado IGE e OGE: helicópteros mono e multimotor possuem esses gráficos, que, geralmente, incluem os efeitos de vento relativo;
- c) gráficos de decolagem, pouso e subida: perfis de decolagem e pouso, curva do homem morto, velocidades de autorrotação, distâncias de decolagem e pouso para obstáculos acima de 50ft, e qualquer outro dado aplicável ao helicóptero; e
- d) gráficos de velocidade calibrada: relação entre a velocidade calibrada e a velocidade indicada, considerando erro de instrumento nulo.

O desempenho da aeronave pode variar bastante durante um voo curto, devido a grandes alterações no peso, altitude e características do pairado. Isso pode gerar a necessidade de recalcular os dados de desempenho da aeronave durante o voo, considerando as mudanças ocorridas na missão. Registros de alteração no perfil da missão e cálculos de desempenho são essenciais para um voo seguro e devem ser considerados em investigação de acidentes.

9.6.11.2.1 Efeitos da altitude-densidade

Altitude-densidade é a altitude na atmosfera padrão correspondente a um determinado valor de densidade do ar que afeta o desempenho operacional do helicóptero. Assim, a maioria dos gráficos e cálculos constantes dos manuais de voo dos helicópteros é baseada nos efeitos da altitude-densidade.

À medida que a altitude aumenta, a potência requerida para pairar aumenta. O ar torna-se mais rarefeito e o ângulo de ataque das pás aumenta, bem como o arrasto, para fornecer a mesma sustentação encontrada em altitudes mais baixas. Com maiores ângulos de ataque, o *downwash* do rotor também é maior. Diagramas altura x velocidade são afetados pelas mudanças na altitude de densidade. Com o aumento da altitude, os valores mínimos de altura e velocidade aumentam no joelho do gráfico (ponto 2 da Figura 85).

Todos os motores possuem uma determinada altitude acima da qual a produção de potência diminui. Motores a turbina normalmente atingem altitudes de densidade mais elevadas que os motores a pistão, entretanto também possuem um limite. A partir do teto operacional, ambos os tipos de motor serão incapazes de manter 100% de potência, podendo afetar a RPM do rotor. O gráfico da Figura 84 ilustra a diferença de potência disponível ao nível do mar e em elevada altitude para um dado motor.

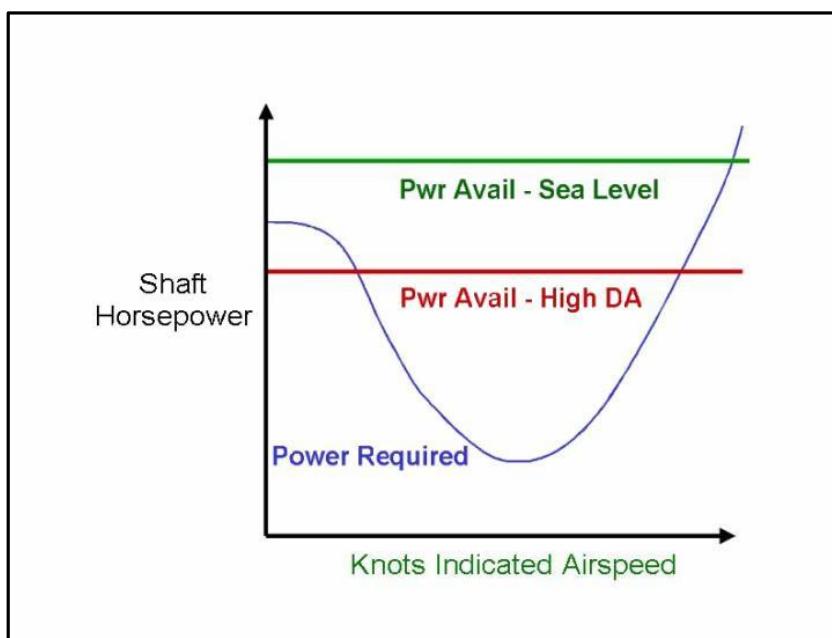


Figura 84 - Curva de potência disponível.

Em elevadas altitudes-densidade, rotores de cauda precisam de mais potência para produzir tração suficiente para contrariar o torque do rotor principal. Para alguns helicópteros, o aumento da potência requerida pelo rotor de cauda pode afetar o desempenho da aeronave. Quando operando em elevadas altitudes, o efeito antitorque máximo produzido pelo rotor de cauda pode ser insuficiente para contrariar o torque do rotor principal, mesmo que o peso esteja dentro dos limites. Alguns helicópteros tem o seu teto operacional definido com base na capacidade antitorque do rotor de cauda.

A pressão parcial em elevadas altitudes-densidade pode afetar o funcionamento de alguns sistemas da aeronave. Por exemplo, pode ser requerida a utilização de bombas

elétricas de combustível acima de determinadas altitudes para prover pressão de combustível necessária ao funcionamento da bomba do motor.

9.6.11.2.2 Diagrama Altura x Velocidade ou “Curva do Homem Morto”

O diagrama altura x velocidade é comumente conhecido como Curva do Homem Morto. Ele define um envelope de velocidade e altura sobre o solo a partir das quais o fabricante não garante a realização de um pouso seguro após a perda de um motor. O diagrama é fonte importantíssima de informação de desempenho para operação segura da aeronave.

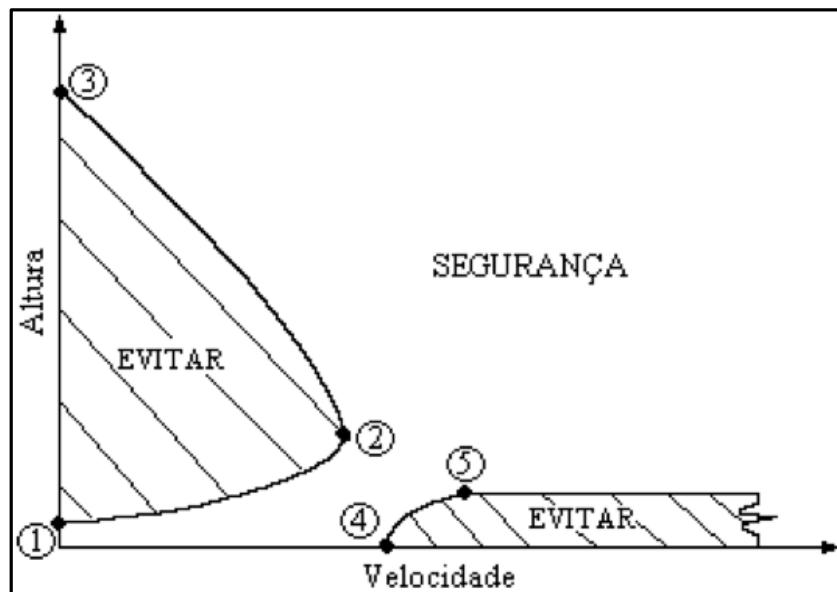


Figura 85 - Curva do homem morto.

Falhas de motor na área sombreada significam risco de danos severos ao helicóptero e lesões graves aos seus ocupantes. Se uma autorrotação for iniciada em condições de elevada altitude e baixa velocidade, pode-se esperar grandes cargas de impacto vertical. Caso iniciada com baixa altitude e elevada velocidade, pode-se esperar fortes forças de impacto horizontal.

As áreas sombreadas do diagrama são separadas por um corredor de decolagem, desenhandos um caminho livre em relação às áreas a serem evitadas, com uma margem de, pelo menos, 5 kt, o que permite um perfil seguro de decolagem.

9.6.11.2.3 Voo com um Motor Inoperante (*One Engine Inoperative - OEI*)

No caso de falha em um dos motores, durante uma fase crítica do voo, o principal determinante para um pouso com sucesso é a quantidade de potência disponível no motor remanescente. O helicóptero está particularmente vulnerável em condições de voo com alta potência, como voo pairado, poucos e decolagens. Peso da aeronave, CG e altitude-densidade são fatores a serem considerados.

Os requisitos de certificação do FAA (*Federal Aviation Administration*) estabelecem categorias para operação de transporte de passageiros com helicópteros, são as Categorias A e B. A Categoria A requer que o helicóptero tenha a capacidade de permanecer voando mesmo após a ocorrência de falha em um dos motores, subindo com razão mínima de 100ft/min. Dessa forma, apenas os helicópteros multimotores podem ser classificados como

Categoria A, sendo todos os helicópteros monomotores abrangidos pela Categoria B. O gráfico abaixo ilustra a classificação de helicópteros nas duas categorias de certificação, levando em consideração o número de passageiros a bordo e o peso de decolagem.

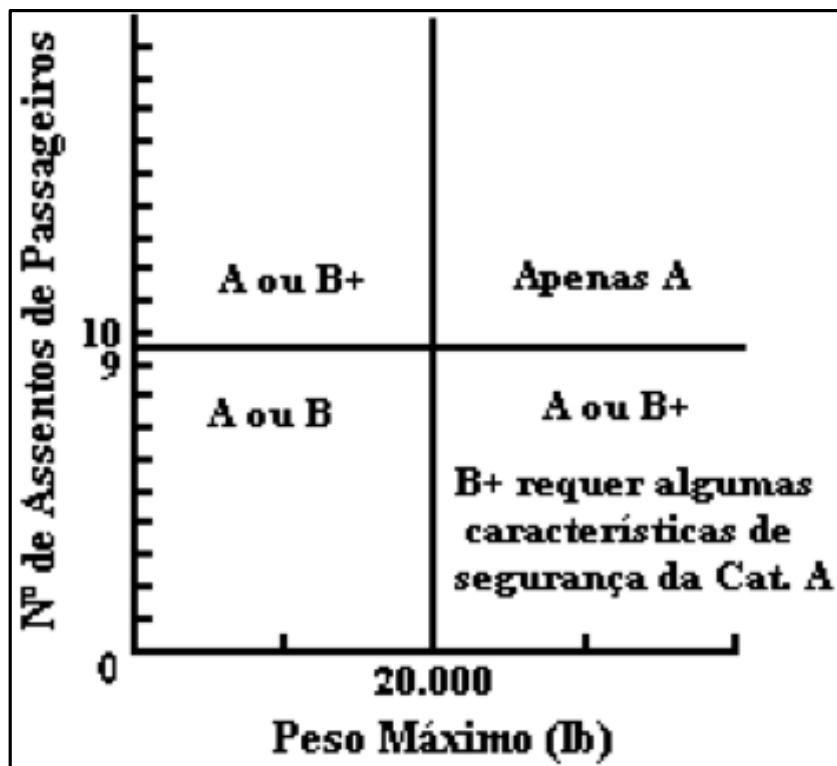


Figura 86 - Tabela de certificação Categorias A e B.

De maneira geral, helicópteros Categoria A possuem autorização para operar sobre grandes cidades, enquanto, em alguns países, helicópteros Categoria B têm a sua operação restrita nessas regiões. Em operações Categoria A, a partir de um heliponto pontual, o conceito de um motor inoperante limita ainda mais o peso de decolagem, de forma que se uma falha ocorrer até o ponto de decisão de decolagem (PDD), um pouso deverá ser realizado no mesmo ponto de partida. Por esta razão, o perfil de decolagem deve ser realizado ligeiramente para trás, até que seja atingido o PDD, para que o piloto possa observar o ponto de pouso durante todo o procedimento. Se o motor falhar após o PDD, a decolagem poderá ser continuada com segurança.

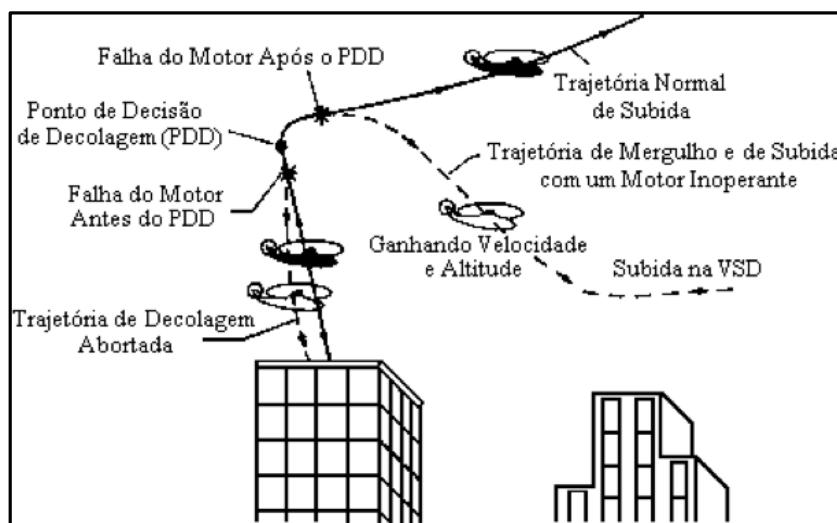


Figura 87 - Decolagem Categoria A de heliponto elevado [14].

O pouso Categoria A é estabelecido de maneira a garantir que, mesmo com falha em um dos motores, o helicóptero seja capaz de pousar em segurança ou arremeter, adotando razão de subida semelhante à prevista para a decolagem Categoria A. O conceito de ponto de decisão de pouso (PDP) consiste no ponto de confirmação do pouso. No caso de uma falha de motor antes do PDP, o piloto pode optar por pousar ou iniciar uma arremetida. Após o PDP, o helicóptero não possui mais energia para arremeter antes do contato com o solo, e o pouso torna-se inevitável. Helicópteros Categoria B não possuem a opção da arremetida em caso de falha de um dos motores.

9.6.11.3 Rotor Principal.

Frequentemente, fabricantes identificam as pás e seus componentes por cores. Por exemplo, a pá azul é identificada por uma fita azul, assim como seus links de mudança de passo, amortecedores, articulações, etc. Isso pode facilitar a localização de peças e reconstrução da aeronave após um acidente.

Observe o sentido de rotação das pás. A estrutura das pás de um rotor deve suportar, não apenas as forças aerodinâmicas em sua superfície, mas também as forças de inércia, centrífuga, de Coriolis e vibrações decorrentes de seu movimento. Localize as pás e registre os seus danos. Fotografe as fraturas e possíveis falhas, procure por marcas de pintura ou de metal que indiquem contato das pás com alguma outra superfície da aeronave ou obstáculo. Pás ainda conectadas ao cubo do rotor e apresentando marcas e danos na direção vertical, podem ser um indício de baixa RPM do rotor principal no momento do impacto.

Se as pás estiverem quebradas e as fraturas indicarem falha no sentido do plano de rotação, pode ser que essa falha tenha ocorrido com alta RPM. Procure danos no terreno que possam corroborar com essa suspeita. Não raramente, o cubo do rotor continua girando permitindo que as pás se choquem contra terreno, uma a uma. Dessa forma as pás serão encontradas todas empilhadas.

Em casos de autorrotação, as pás estarão girando livremente, sem receber, portanto, impulso da transmissão, o que ocasiona danos diferentes ao cubo do rotor. Em acidentes com autorrotação, as pás são, geralmente, encontradas próximas aos destroços.

Quando uma das pás é encontrada isolada dos destroços, pode significar que ela tenha se quebrado ou se desprendido em voo. Fraturas irregulares nas pás são típicas de fraturas por impacto. Fraturas lisas, associadas ao fato de a pá, ou parte dela, ter sido encontrada distante dos destroços, indicam a possibilidade de uma falha em voo, anterior ao impacto do helicóptero contra o solo.

Movimentos rápidos de rolagem ou arfagem podem modificar o plano do rotor principal mais rapidamente que a fuselagem pode responder (*mast bumping*), levando ao contato das pás do rotor principal com a mesma. Esta condição pode ser causada por fatores externos como meteorologia ou pela própria ação do piloto, na tentativa de desviar de obstáculos em sua trajetória, tais como o terreno, fios, aves e outros animais.

A perda de parte de uma pá, por menor que seja, pode ocasionar vibrações graves a ponto de desencadear um processo de *in-flight breakup*, levando a aeronave a se partir em voo. Com uma pá a menos, as pás remanescentes do rotor principal certamente terão um

comportamento imprevisível em relação ao plano de rotação. O desbalanceamento dinâmico do rotor irá gerar movimentos de *flapping* divergentes nas pás restantes. Em rotores com múltiplas pás, a perda de uma delas pode, inclusive, gerar a parada total das pás remanescentes, com rolamento invertido do helicóptero devido ao momento de peso da transmissão. A perda de uma pá em um rotor bipá pode ocasionar a perda do conjunto da transmissão em voo. Considere, ainda, a possibilidade de alguma outra peça da aeronave ter se desprendido em voo e se chocado com um dos rotores, dando início à sequência de eventos do acidente.

Alguns helicópteros possuem pás com pressurização interna de gás inerte como modo de alerta para possíveis rachaduras, verifique se o helicóptero acidentado possuía esse sistema e se ele foi corretamente checado e utilizado antes do voo.

Verifique se as pás do helicóptero possuíam *trim tabs*. *Trim tabs* são superfícies aerodinâmicas instaladas no bordo de fuga de algumas pás para auxiliar no balanceamento dinâmico das mesmas. Caso o helicóptero os possua, examine se eles estão presentes e se possuem algum indício de falha, descolamento ou fratura. Falhas nesses dispositivos podem gerar desbalanceamento e vibrações excessivas em voo.

Verifique, também, os pesos que são utilizados para o balanceamento dinâmico das pás. Dispositivos de metal na ponta das pás são utilizados para verificação do plano de rotação das mesmas durante o seu balanceamento. Caso eles estejam instalados, verifique-os e certifique-se de que contribuíram ou não para o acidente. Pode haver bordas de poliuretano ou peças protetoras no bordo de ataque das pás, o descolamento dessas peças ou bordas, em voo, pode gerar vibração excessiva.

Os controles de voo são, normalmente, fixados ao conjunto do rotor principal. Procure por danos no *swashplate*, nos links de comando de passo, nas articulações das pás e amortecedores, rolamentos ou outros componentes compósitos com funções similares. Procure por sinais de fadiga. Examine a barra estabilizadora, se houver. Procure por indícios de movimentos extremos das pás em uma determinada direção.

9.6.11.4 Rotor de Cauda e Tail Boom.

Indicações de giro de cauda no ponto de impacto podem ser indício de uma possível falha no sistema do rotor de cauda.

Verifique se houve separação do *tail boom*. Caso positivo, observe as características da fratura para identificar se foi por tração ou torção. Examine o interior do cone de cauda e procure por sinais de contato dos eixos de acionamento do rotor de cauda com a fuselagem. Examine as conexões e os rolamentos dos eixos de acionamento do rotor de cauda, procurando por sinais de deformação e/ou fadiga.

Em caso de separação do rotor de cauda, verifique a presença dos parafusos que fixam os links de mudança de passo. Caso um desses parafusos se solte em voo, há possibilidade de haver assimetria de sustentação entre as pás do rotor de cauda, favorecendo uma colisão entre este e a empunhadura vertical.

A maioria dos helicópteros possui estabilizadores horizontais. Alguns são montados no *tail boom*, outros no *vertical fin*. Os estabilizadores podem ser fixos ou variáveis, estando os estabilizadores variáveis conectados aos controles de voo (cíclico e/ou coletivo) ou até mesmo controlados automaticamente pelos sensores de velocidade do AFCS (*Automatic Flight Control System*).

A eficiência aerodinâmica dos estabilizadores aumenta com o incremento da velocidade. Se um dos estabilizadores se perder em voo com velocidade à frente, a sua efetividade aerodinâmica será extinta e o helicóptero sofrerá um momento de *nose down*. Se o piloto tender a atuar no cíclico para trás (contrariando o *nose down*), a probabilidade de as pás do rotor principal se chocarem com o *tail boom* aumentará consideravelmente. Neste caso, é importante tentar determinar a condição de operação, a posição (correta ou não) do estabilizador e o funcionamento de seu respectivo mecanismo de controle, se houver.

A estrutura de fixação do rotor de cauda deve ser tal que suporte as cargas de aceleração linear e angular em voo. Verifique a estrutura de fixação. Há helicópteros que possuem dispositivos antitorque alternativos como jatos de ar (helicópteros tipo NOTAR). Esses equipamentos possuem algumas vantagens e limitações que deverão ser estudadas pelo investigador.

Determine o sentido de rotação das pás do rotor de cauda. Geralmente, a pá que avança se move na direção oposta ao fluxo de ar do rotor principal, a fim de maximizar o fluxo de ar pelo rotor de cauda. Rotores de cauda nos quais a pá mais próxima do rotor principal sobe, aliviam a instabilidade associada à formação de anéis de vórtice em voo lateral. Entretanto, para diminuir vibrações e ruídos, alguns helicópteros possuem sentido de rotação do rotor de cauda no qual a pá mais próxima do rotor principal desce. Uma desvantagem desses rotores de cauda é a incapacidade de manter o voo lateral com velocidades moderadas para o lado da pá do rotor principal que recua. O sentido de rotação das pás de um *fenestron* é tão importante quanto o de um rotor de cauda convencional.

Registre os danos às pás do rotor de cauda. Fraturas planas podem sugerir uma falha por fadiga. Procure por evidências que possam indicar impacto de outras partes do helicóptero, cargas externas ou FOD com o rotor de cauda. Impactos do rotor de cauda com a água não deixarão, necessariamente, marcas uniformes nas pás. Evidências que sugerem que o

rotor não estava girando no momento do impacto podem ser indício de falha nos eixos de acionamento do rotor de cauda. Assim, verifique-os quanto à integridade e conexões.

Investigue o mecanismo de mudança de passo do rotor de cauda, seus rolamentos e controles. Uma falha mecânica em um dos controles do rotor de cauda (como a ruptura de uma haste ou cabo de controle) vai limitar, ou até mesmo impedir, a mudança do passo. Procure por objetos soltos na cabine. Se alojados atrás dos pedais, eles podem restringir a aplicação dos comandos por parte do piloto e limitar o passo das pás do rotor de cauda, degradando o controle antitorque. O nível dessa degradação depende da amplitude do bloqueio dos pedais. Telefones celulares, *tablets*, GPS portáteis, joelheiras, canetas e pastas de procedimentos, são alguns exemplos de objetos comuns nas cabines que podem limitar os comandos de voo.

As caixas de transmissão traseira são, normalmente, parafusadas à estrutura do cone de cauda. A falha de um componente de fixação ou parafuso em voo pode proporcionar o desprendimento da caixa. O longo braço de momento dos cones de cauda e a perda da massa da caixa de redução vão resultar em mudança do CG e um momento de *pitch down* do nariz. O piloto provavelmente irá atuar nos comandos de modo a contrariar essa tendência de *nose down* e, se o fizer exageradamente, pode haver choque das pás do rotor principal com o *tailboom*.

Verifique se as caixas de redução estão em seu devido local de fixação no *tail boom*. Vibrações excessivas no rotor de cauda ou desbalanceamento podem deslocar as caixas de sua posição original. A maioria dessas caixas possui visores de nível de óleo. Verifique o nível de óleo existente nas caixas. Marcas e manchas de óleo na empunagem podem ajudar a definir se a caixa estava vazando óleo durante o voo.



Figura 88 - Caixa de engrenagem com indício de vazamento.



Figura 89 - Visor de nível de óleo da caixa de 42º do Bell 205.

Procure evidências de colisão das pás do rotor (*blade strike*) com a fuselagem. Há algumas situações em que a possibilidade de um choque entre as pás do rotor principal e o *tail boom* é maior, quais sejam:

- a) a diminuição da RPM do rotor principal para valores abaixo do mínimo requerido para o voo controlado;
- b) valores elevados de ângulo de batimento das pás;
- c) manobras com fator de carga menor que 1 “g”; ou
- d) uma combinação entre essas situações.



Figura 90 - Exemplo de choque entre as pás do rotor principal e o *tail boom*.

9.6.11.5 Trens de Pouso.

A maior parte das cargas impostas ao trem de pouso de um helicóptero é concentrada em sua parte traseira. Em helicópteros com trem de pouso tipo esqui, essas cargas concentram-se no crossover tube traseiro e, em aeronaves com trem de pouso tipo roda, as maiores cargas concentram-se nas rodas do trem de pouso traseiro ou principal. Se o helicóptero for equipado com esquis, verifique o tipo do esqui. Alguns esquis possuem amortecedores a fim de diminuir as vibrações. Verifique se o esqui sofreu algum tipo de deformação, eles são projetados para se abrirem (deformarem-se para fora) em caso de impactos ou pousos bruscos, a fim de absorverem energia.

Terrenos macios podem impedir que o esqui se abra, mesmo em condições de pouso brusco ou impacto. Deformações do esqui para dentro podem indicar impacto em curva (desnívelado de asa) para o lado do esqui deformado.

Algumas aeronaves podem, opcionalmente, possuir esquis mais altos, isso ajuda a manter um valor elevado de CG vertical, prevenir impacto do rotor de cauda com o solo, facilitar a instalação de acessórios externos e o embarque de cargas e passageiros.

Para aeronaves com trem de pouso tipo roda, calibragens dos pneus acima ou abaixo do ideal, bem como a presença de óleo no piso, podem contribuir para a ressonância solo. Este tipo de aeronave está mais suscetível a acidentes com capotamento. Nesses casos, um travamento inadvertido de uma das rodas durante um pouso ou decolagem pode ter contribuição significante. Verifique as condições gerais dos trens de pouso e de seus acessórios como flutuadores, bequilhas e *steerings* (se for o caso). Eles podem ter algum tipo de contribuição se funcionarem mal ou soltarem-se em voo. Se houve pouso na água, é imprescindível checar o correto funcionamento dos flutuadores.

9.6.11.6 Motores.

Helicópteros podem ser equipados com motores a pistão ou com motores turboeixo. A maioria das aeronaves de médio e grande porte utiliza turboeixos, por fornecerem maiores valores de torque. Motores a pistão têm, por característica, maior oscilação nos valores de torque fornecidos. Governadores são mais comuns em helicópteros equipados com turboeixos, mas estão presentes em alguns modelos com motores a pistão também. Tanto motores turboeixos quanto motores a pistão podem possuir um FADEC (*Full Authority Digital Electronic Control*).

Examine os montantes do motor procurando por indícios de falha anteriores ao impacto ou parada brusca (falhas súbitas). Verifique, também, as entradas de ar. O bloqueio dessas pode produzir uma falha do motor. Muitos helicópteros possuem separadores de partícula para proteger os motores de ingestão de areia e outros *debris*; verifique-os. Voos pairados prolongados sobre água salgada podem provocar acúmulo de sal no rotor e no compressor do motor, causando diminuição de desempenho.

Muitos helicópteros possuem detectores de partículas metálicas nas caixas de transmissão principal e traseira e na caixa de redução do motor. Examine os *plugs* desses detectores para certificar-se de que não havia contaminação de partículas ferromagnéticas no óleo.

9.6.11.6.1 Motor Turboeixo.

Quando o ângulo de passo das pás do rotor é alterado, o arrasto nessas pás também se altera. Em consequência, a velocidade de rotação do conjunto é afetada, tendendo a diminuir com o incremento de ângulo de passo e a aumentar com a sua diminuição. O governador realiza todos os ajustes necessários para manter a RPM do rotor constante durante o voo, sem que seja necessária qualquer atuação no manete de vazão de combustível por parte do piloto. Se o governador falhar, o piloto deverá atuar manualmente nesse manete, a fim de realizar as compensações necessárias para manter a RPM do rotor constante.

O avanço na utilização de materiais compostos e controles eletrônicos aumenta os efeitos nocivos caso a aeronave seja atingida por um raio. Nessas situações, os equipamentos eletrônicos podem falhar mesmo que a estrutura não sofra danos aparentes. Além disso, outros componentes eletrônicos como antenas, RADAR, sistemas de áudio e vídeo, situados a menos de 0,5 m do FADEC, podem influenciar no seu funcionamento.

Verifique se o motor possui uma turbina livre para prover torque à transmissão ou se a turbina é diretamente conectada ao compressor e transmissão pelo mesmo eixo. Turbinas livres têm baixa inércia e, no caso de parada brusca da transmissão, podem não apresentar torções muito acentuadas em seu eixo até a transmissão.

9.6.11.6.2 Motores a Pistão.

Por operarem em valores muito baixos de velocidade à frente, a maioria dos motores a pistão é equipada com *cooling fans* para manter a refrigeração adequada. Alguns desses *fans* são acionados pelo motor, outros pela transmissão. *Fans* com sinais de rotação no momento do impacto indicarão que seu respectivo mecanismo acionador (motor ou transmissão) estava funcionando no momento do acidente.

A umidade atmosférica, mesmo em ar limpo e temperaturas acima de zero, pode resultar em acúmulo de gelo, facilmente capaz de causar uma falha do motor, é o chamado *carburettor icing* (congelamento do carburador).

Congelamento do carburador é consideravelmente mais crítico em helicópteros do que em aeronaves de asa fixa. Em aviões, as hélices vão atuar como um eixo (*flywheel*) e auxiliar a manter o motor funcionando, ainda que asperamente. Isso permitirá ao piloto ativar o mecanismo de aquecimento do carburador e evitar uma falha do motor. Nos helicópteros, o efeito *flywheel* das hélices não ocorre e o piloto não receberá avisos de aspereza do motor acerca de uma possível falha iminente. Quando o piloto se der conta de uma diminuição de potência decorrente de um congelamento do carburador, pode ser tarde demais para uma reação efetiva.

É muito difícil detectar evidências de congelamento do carburador por que o calor do motor provavelmente irá derreter todo o gelo acumulado no carburador antes que o investigador tenha acesso à aeronave. Reconstituir as condições atmosféricas em que o helicóptero operava poderá ser o único recurso disponível ao investigador.

De todos os fenômenos causadores de congelamento do carburador em helicópteros, o *refrigeration icing* é o mais sério. O efeito de vaporização do combustível, depois que ele é introduzido no sistema de admissão, e a diminuição de pressão no venturi causam uma queda acentuada de temperatura no carburador, podendo atingir o ponto de congelamento ou valores abaixo deste. Isso pode formar gelo nas superfícies internas do

carburador, incluindo a válvula do acelerador. Esse fenômeno pode afetar o fluxo de ar, bloqueando os tubos do *manifold*. Dessa forma, a mistura ar - combustível pode ser alterada e interferir no fluxo de combustível. Pode afetar, ainda, a quantidade de mistura que flui para cada um dos cilindros, alterando a distribuição do combustível. É possível que ocorra *refrigeration ice* durante uma descida em autorrotação ou com manete em *idle*, com temperaturas acima de 34° C e umidade relativa do ar abaixo de 30%. Em regime de cruzeiro, pode ocorrer com temperaturas acima de 17° C e umidade relativa do ar acima de 60%.

Alguns motores a pistão incorporam sistema automático de aquecimento do carburador quando o controle do comando coletivo encontra-se abaixo de determinado valor. Alguns fabricantes recomendam deixar o sistema de aquecimento funcionando durante todo o voo. Motores que injetam o combustível diretamente na entrada do *manifold* apresentam tendência menor ao congelamento do carburador.

9.6.11.7 Transmissão.

A principal função da transmissão é reduzir a RPM de saída do motor para a RPM projetada para o rotor principal. Deve-se suspeitar de uma falha da transmissão sempre que houver pouco ou nenhum dano rotacional às pás de um rotor principal que sofreu forte impacto. A transmissão transfere potência do motor para o rotor principal, rotor de cauda e outros sistemas como o hidráulico, elétrico e freio rotor. As transmissões são normalmente lubrificadas por óleo de sua própria estrutura e possuem *plugs* de detecção de partículas metálicas (*chip detectors*). Nos helicópteros com motores na horizontal, a transmissão tem que mudar o eixo de rotação do horizontal para o vertical. Uma falha na transmissão pode ser pontual, mas sempre terá consequências catastróficas.

Como todo componente rotativo, a lubrificação da transmissão é essencial e deve ser verificada. Diante disso, pode ser necessário levar a transmissão para uma análise mais detalhada, em laboratório. No passado, transmissões falhavam internamente por causa de lubrificação inadequada e procedimentos de manutenção inadequados. O desenvolvimento levou ao isolamento da fuselagem, do rotor e da transmissão, resultando em diminuição da vibração e maior confiabilidade do sistema.

Transmissões são geralmente robustas. A transmissão pode até ter suas engrenagens expostas em impactos severos, porém os dentes dessas engrenagens terão sofridos danos pequenos. Qualquer dano aos dentes das engrenagens da transmissão deverá ser analisado cuidadosamente, uma vez que há grande possibilidade de esse dano ter se manifestado antes do acidente e não em decorrência do impacto. Já houve casos em que falhas nos rolamentos de geradores e bombas hidráulicas resultaram em falha da transmissão, embora seus eixos de acionamento não tenham sofrido cisalhamento. Portanto, onde houver acessórios acionados por eixos, inspecione ambos: engrenagem e eixo.

A transmissão principal dos helicópteros é fixada por montantes, normalmente em número de três, sendo dois dianteiros e um traseiro. Os montantes possuem amortecedores e elastômeros a fim de diminuir a vibração. Alguns helicópteros possuem um dispositivo limitador dos movimentos da transmissão que consiste em um pino de arrasto (*spike*) que se estende para baixo até uma placa no deck da transmissão. Vibrações fora de fase entre a fuselagem e a transmissão poderão ocasionar o contato do *spike* com o deck da transmissão, esse fenômeno é conhecido como *spike knock* e pode levar a falha dos montantes. Quando em voo, esse tipo de falha gera consequências catastróficas, levando à separação dos montantes.

Em helicópteros com transmissão mais rígida, de quatro ou mais montantes, a primeira indicação de *spike knock* ao piloto será uma vibração lateral excessiva.

Alguns helicópteros possuem mecanismos de proteção para evitar sobretorque na transmissão. É importante verificar se esse sistema funcionava corretamente, se foi acionado de alguma maneira e, caso positivo, se atuou corretamente. Este recurso pode levar a uma redução de RPM em situações de aplicação excessiva de torque.

Verifique se havia um governador de RPM do rotor e se o mesmo funcionava corretamente. Também conhecido como compensador de queda de RPM, o governador pode ser deliberadamente desligado em alguns modelos de helicóptero a fim de produzir potência maior que a máxima permitida. Analise o painel de instrumentos e as luzes de baixa RPM do rotor. Eles podem conter indícios de um acidente com perda de rotação.

Alguns modelos são equipados com sistemas de freio na transmissão do rotor principal para auxiliar na parada das pás no corte dos motores. Se esses mecanismos forem acionados em voo, podem gerar desaceleração do conjunto rotativo a ponto de impossibilitar a manutenção da sustentação mínima necessária. Inspecione o freio rotor procurando por indícios de superaquecimento, muito embora freios rotor, por sua própria natureza, apresentem descoloração por calor. Consulte especialistas ou utilize exames de laboratório, se necessário.

Helicópteros estão equipados com mecanismos de roda livre entre o motor e a transmissão, a fim de permitir que o rotor principal continue girando em regime de autorrotação, mesmo que os motores tenham parado de funcionar. Esse mecanismo desacopla, automaticamente, o motor e a transmissão em caso de falha do primeiro. O sistema pode não funcionar corretamente se for instalado de maneira incorreta ou se sofrer manutenção inadequada. Em alguns casos, a roda livre pode escapar (soltar-se ou mover-se) e desacoplar a transmissão do motor, causando a aceleração desse e a desaceleração do rotor principal. Isso ocorre uma vez que a transmissão, desconectada, não demanda potência do motor para mover o rotor principal. Em alguns helicópteros, essa situação pode acionar um sistema automático de prevenção de sobrevelocidade do motor, chegando a desligá-lo. Associadas, uma condição de baixa RPM do rotor e um desligamento do motor em voo, causadas por uma falha do sistema de roda livre, podem levar a um acidente. Há situações em que a roda livre falha e não permite a desconexão entre rotor e motor, em caso de falha do segundo. Nessas condições, o rotor não irá dispor de força aerodinâmica suficiente para manter-se em regime de autorrotação.

Em acidentes com características da baixa RPM do rotor principal, verifique o correto funcionamento do sistema de roda livre. Além disso, localize a unidade de roda livre e encaminhe-a para exame mais detalhado em laboratório, se necessário.

9.6.11.8 Eixos de Acionamento ou de Transmissão de Potência.

Os eixos de açãoamento são, normalmente, utilizados para unir seções e transmitir a potência do motor para os rotores principal e de cauda, sendo considerados itens críticos para os mecanismos de voo e, por isso, devem ser cuidadosamente examinados. Os principais eixos de um helicóptero são o mastro do rotor principal, o eixo de açãoamento do rotor de cauda e o eixo de transmissão de potência do motor à transmissão principal.

Uma falha dos eixos de açãoamento em voo pode ser facilmente detectada. Para tanto, devem-se examinar os pontos de fixação e acoplamento dos eixos. Distorções e danos nesses pontos de fixação estão, normalmente, associados com impacto. A ausência de um parafuso e a falta de distorções ou danos pode ser indício de que o parafuso não estava presente no momento do impacto. A extremidade do eixo vai açoitar e danificar a carenagem que envolve a sua estrutura. Onde os eixos são lubrificados, procure por sinais de aquecimento e graxa antiga espalhada, particularmente na carenagem. Falhas por calor não são comuns nesses dispositivos, portanto graxa espalhada pode ser indício de problema nos rolamentos ou de falha na vedação.

Determine o sentido de rotação normal de todos os eixos externos ao motor e transmissão. Observe a direção da falha ou deformação de cada eixo para determinar a direção do torque no momento da falha. Torcer um tubo macio ou um grupo de varetas multi coloridas pode ajudar na visualização da direção do torque aplicado no momento da falha. Utilize esse método para identificar, de forma racional, se o motor estava gerando potência e se a transmissão estava açãoando o rotor no momento do impacto. Isso poderá ajudar a determinar se o motor estava funcionando ou se o helicóptero estava em regime de autorrotação.

No caso de helicópteros com mais de um motor, examine a interação existente entre os motores e como a potência é redistribuída para os eixos em caso de falha de um deles.

O mecanismo responsável por transmitir a potência gerada pelo motor à transmissão principal é o chamado eixo curto. Esse eixo pode sair direto do motor para a transmissão ou pode seguir através de engrenagens, como caixas de redução de RPM, antes de se conectar à transmissão principal. Nas falhas do eixo curto, a primeira indicação será o aviso de baixa RPM, que pode ser erroneamente interpretado como uma falha de motor. Outra característica comum nesse tipo de falha é um forte barulho ou “bang” quando o eixo se desconecta.

O sensor de RPM do motor normalmente está situado em um ponto anterior ao eixo curto. Em caso de suspeita de falha do eixo de transmissão de potência, deverão ser examinados rolamentos, engrenagens, lubrificação e embreagem, se o sistema possuir uma. Lembre-se que as conexões dos eixos, em geral, são estriadas e flexíveis para permitir a continuidade da transmissão de potência apesar da vibração e dos movimentos do eixo e do helicóptero. Cuidado para não confundir com danos ou deformidades decorrentes de impacto.

O eixo de açãoamento do rotor principal faz parte do conjunto do mastro, sendo responsável por transferir o torque da transmissão para o rotor principal. Está submetido a altas cargas de tensão e torção, além de momentos fletores. O mastro suporta o peso do helicóptero e também conduz o prato rotativo, através do qual os principais controles de voo são açãoados. Em alguns helicópteros, o mastro é um tubo oco, estacionário, com um eixo passando em seu interior e provendo torque ao rotor principal. Examine o mastro quanto a sua continuidade e possíveis danos aos mecanismos de fixação dos controles de voo a ele anexados. Uma torção no eixo do mastro pode indicar, por exemplo, qual pá do rotor principal atingiu primeiro um

objeto sólido. Mastros podem falhar em voo em decorrência de *mast bumping* e de problemas nos processos de fabricação, instalação, manutenção e revisão. Falhas nos rolamentos do mastro podem ocasionar ruptura do mesmo ou a parada do rotor principal. Se o mastro tiver se separado da aeronave, procure por sinais de fadiga na região da fratura, contudo mastros falham, mais comumente, por sobrecarga. Em caso de *mast bumping*, pode ocorrer choque das pás do rotor principal com a fuselagem, mais comum na região do *tail boom*. Deformações ovaladas no mastro podem indicar o local onde houve um *mast bumping*.

Examine o eixo de acionamento do rotor de cauda quanto a falhas. Deformações de torção nesses eixos indicam que o rotor de cauda estava girando no momento da ocorrência. A direção da torção pode indicar se a transmissão principal parou repentinamente, bem como se continuou girando após a falha. Examine as conexões e os rolamentos dos *hanger* quanto a falhas e descoloração por calor nas partes engraxadas. Procure por indícios de falha na vedação dos rolamentos dos *hanger*. Procure por sinais de emaranhamento entre os eixos de acionamento e os cabos ou hastes de controle do rotor de cauda. Se o eixo se perder em voo, ele pode gerar danos na parte interna do *tail boom*.

Verifique se há algum sinal de falha, parafusos frouxos, superaquecimento ou falta de lubrificação em todos os rolamentos e conexões dos eixos de acionamento do rotor de cauda. Alguns fabricantes aplicam tinta ou etiquetas sensíveis ao calor nas conexões dos eixos para identificar superaquecimento. Observe a integridade dos acoplamentos flexíveis e determine o tipo de falha, se for o caso.

9.6.11.9 Características das Áreas de Pouso e Decolagem.

O investigador deve considerar as características das áreas de pouso/decolagem e seus efeitos. Essas características incluem obstáculos na trajetória de voo, inclinação do terreno, efeitos do vento, trajetória do voo, obstruções à visibilidade, efeitos da vegetação ao longo da trajetória de voo, altitude de densidade, iluminação da área e distrações visuais.

Se a decolagem ocorrer com vento forte, cruzado ou de cauda, será necessária utilização de maior tração no rotor de cauda para manter o controle direcional. A potência utilizada para prover esse acréscimo de tração ao rotor de cauda é absorvida do motor, o que significa menos potência disponível para o rotor principal produzir sustentação. Além disso, o investigador precisa verificar como era a apresentação da área para o piloto, ou seja, como efetivamente os obstáculos e características se apresentavam a ele. Ademais, se o acidente ocorreu durante a noite, verifique a iluminação disponível e observe sinais de obstrução.

Geralmente, peso bruto, altitude e temperatura ambiente influenciam no desempenho de decolagem, pouso e pairado. Verifique o manual do fabricante para obter informações corretas quanto ao desempenho da aeronave. Os gráficos de distância de pouso normalmente indicam valores que se iniciam em um ponto a 25ft de altura até o ponto de parada total da aeronave. Em geral os helicópteros requerem capacidade de pairar no momento da decolagem e do pouso. Um procedimento de decolagem normal de um helicóptero se desenvolve através da aceleração a partir do voo pairado, até a velocidade de sustentação translacional (em torno de 30kt) e estabelecimento de um regime de subida. Similarmente, o pouso normal de um helicóptero se dá por meio de uma aproximação até um ponto, reduzindo-se gradativamente a velocidade até o voo pairado e posterior toque no solo.

Áreas preparadas, como helipontos e pistas, devem possuir sinalização e iluminação adequadas. Helipontos elevados em plataformas ou topo de edifícios podem

oferecer obstáculos que afetem a trajetória de voo e a capacidade de pairar dentro do efeito solo. Esses helipontos podem exigir que o helicóptero opere na região a ser evitada do diagrama altura x velocidade. Além disso, operando nesses helipontos, os helicópteros podem ter restrição no seu peso bruto em comparação com operações no solo. Em aproximações para helipontos elevados, o piloto deverá manter uma rampa mais íngreme, a fim de evitar ar turbulento e rajadas descendentes de vento, desenvolvendo uma técnica conhecida no Brasil como aproximação de grande ângulo, o que exige mais potência disponível.

Áreas não preparadas podem apresentar seus próprios desafios à operação dos helicópteros. Procedimentos inadequados durante decolagens e poucos podem gerar restrições à visibilidade, causada pelo efeito *downwash* do rotor na terra, areia ou neve. Em áreas não preparadas, considere a possibilidade de o trem de pouso ter atingido objetos do terreno como rochas, montes de terra, cupinzeiros, vegetação densa, iniciando a sequência de eventos do acidente. Erros comuns dos pilotos que operam em áreas não preparadas são: não realizar reconhecimento da área, não checar os dados de desempenho do helicóptero e não evitar áreas proibidas do diagrama altura x velocidade.

Verifique se o local de decolagem/pouso é homologado pela ANAC e se cumpre todos os requisitos para operação daquele tipo de equipamento/perfil de voo.

9.6.11.10 Operações com Cargas Externas

Cargas externas, normalmente, são transportadas presas ao gancho de carga, localizado próximo ao centro de gravidade do helicóptero.

Mesmo próximas ao CG da aeronave, as cargas externas comumente oscilam durante o voo. Com as oscilações, a carga pode afastar muito do CG do helicóptero, limitando a autoridade de comando do piloto prematuramente.

Verifique se a aeronave possui gancho de carga ou guincho de porta. Considere sempre a hipótese de que a carga pudesse estar sendo transportada incorretamente, presa ao esqui ou à fuselagem do helicóptero. Procure evidências de contato da carga ou de sua amarração com a aeronave. Verifique se o sistema de alijamento de carga estava funcionando corretamente e se foi utilizado.

9.6.11.11 Características de sobrevivência em helicópteros

Recomenda-se observar a composição da fuselagem, se é de metal, material composto ou, ainda, uma combinação das duas. Determine se a fuselagem proporcionou uma célula de sobrevivência adequada aos ocupantes. Geralmente, estruturas metálicas recuperam 50% de sua deformação após o impacto. Considere essa característica para determinar o espaço disponível para os ocupantes.

Muitos helicópteros possuem assentos com capacidade de absorção de impactos conhecidos mundialmente como *crashworthy seats*. A finalidade desses assentos é proteger passageiros e tripulantes durante um acidente ou pouso forçado, por meio de absorvedores de energia. Verifique a capacidade de absorção do assento em questão, a direção e a angulação da deformação sofrida por ele. A deformação do assento pode gerar cargas inesperadas nos amortecedores de impacto ou gerar fricção entre esses e alguma estrutura abaixo do assento, diminuindo as suas características de absorção de energia. Em alguns acidentes, observou-se

que grampos de fixação da cablagem (fios e cabos) do sistema de comunicação da aeronave comprometeram as características de absorção de impacto dos assentos.

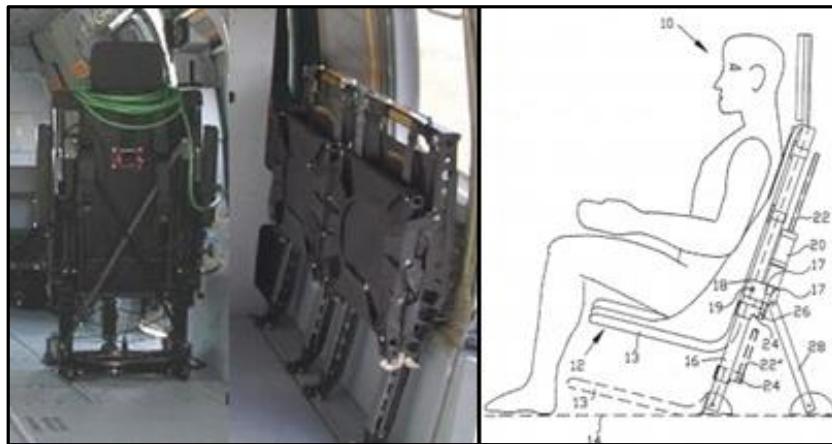


Figura 91 - Assentos *crashworthy*.

9.6.11.12 Miscelânea.

Se houver suspeita de impacto com algum tipo de cabo ou fio de baixa/alta tensão, verifique possíveis marcas nos corta-fios do helicóptero e sua eficácia, determinando se contribuiu para o acidente. Lembre-se que equipamentos corta-fios têm limites de angulação para seu correto funcionamento (normalmente em torno de 10° de arfagem).

Por fim, procure por reparos de pintura ou modificações (improvisos) nas superfícies de comando e fuselagem, pinos de fixação/articulação frouxos, contrapesos de balanceamento, barras estabilizadoras e *tabs* soltos que possam ter gerado vibrações excessivas e *flutter*. Verifique se os registros de manutenção e reparo estão condizentes com o observado in loco na aeronave.

9.6.12 PESO E BALANCEAMENTO

Faça registros da distribuição de passageiros, bagagens e carga visando verificar posteriormente as condições de peso e balanceamento. É importante verificar a quantidade de combustível existente na aeronave no momento da ocorrência. Procure pelos cálculos feitos pelos tripulantes ou pelo Despachante Operacional de Voo DOV (*loadsheets*). Caso não disponha de dados documentados, procure por testemunhas.

9.6.13 A INVESTIGAÇÃO DO FOGO

O fogo, frequentemente, destrói ou consome as evidências que poderiam ajudar a elucidar os fatores contribuintes de um acidente. Por exemplo, uma linha do sistema de combustível rompida pode ser a origem do fogo em uma aeronave, porém o fogo pós-impacto pode mascarar esta evidência. Neste caso, o fogo que é uma consequência e não a causa do acidente também pode dificultar a ação do investigador em razão da destruição ou danificação das evidências.

Com um conhecimento profundo da ciência do incêndio, comportamento do fogo e dos sistemas das aeronaves, o investigador será capaz de determinar a origem do fogo, a sua fonte de ignição, a razão para o fogo e a categoria do fogo.

Uma investigação de fogo é uma busca sistemática na cena do acidente por informações sobre o incêndio. Seu objetivo principal é reconstruir os eventos que levaram ao fogo, ou seja, procurar a causa do incêndio.

Para se compreender a ciência do fogo algumas definições têm que ser estabelecidas:

- chama de difusão ou chama aberta - reação de oxidação rápida com produção de calor e luz.
- combustível líquido - líquido que possui um *flash point* igual ou superior a 37.7°C.
- combustível ordinário - fontes de combustível para o fogo, que incluem materiais inflamáveis, como madeira, papel, tecido, metal, borracha, plástico e vidro.
- deflagração - combustão subsônica gasosa que resulta em intenso calor e, possivelmente, uma onda de choque de baixa intensidade.
- detonação - processo de combustão supersônica que ocorre em espaço confinado ou aberto, caracterizado por uma onda de choque que precede a primeira chama.
- estequiométrica - reação química tem a sua característica proporcional. Quantidades e proporcionalidades das substâncias que participam ou são produzidas em reações químicas.
- explosão - detonação dentro de um espaço confinado que resulta em um rápido acúmulo de pressão e ruptura do vaso de confinamento.
- flame resistant - material que não mantém a queima se a fonte de ignição for removida.
- flash point - temperatura mais baixa na qual um material produz um vapor inflamável. Medida de volatilidade do material.
- flashover - situação em que uma área ou seu conteúdo são aquecidos acima de sua temperatura de autoignição, mas não ocorre a ignição, devido à falta de oxigênio. Quando o oxigênio é adicionado, a área e seu conteúdo podem inflamar simultaneamente e, por vezes, com força explosiva.
- fogo - oxidação rápida ou a reação de combustível que produz calor e luz.
- fusão eutética - menor temperatura na qual a liga de alumínio derrete. Nessa temperatura, um fenômeno chamado "*broomstraw effect*" ocorre quando o alumínio é altamente estressado.
- ground fire - fogo que se espalha sobre uma vasta área (ou várias áreas separadas). Normalmente existe como poças de queima de combustíveis derramados dos tanques de combustível da aeronave e/ou das linhas de combustível danificadas no acidente. Também conhecido como o *post-crash fire*.
- impacto do fogo - incêndios, cuja explosão, como bola de fogo é um resultado direto da alta energia.
- in-flight fire - fogo na aeronave, antes desta impactar no solo.
- limites de inflamabilidade - expressa como UEL (*Upper Explosive Limit*) e LEL (*Lower Explosive Limit*). Estes limites descrevem a maior e a menor concentração de combustível no ar, em volume e porcentagem, que sustentará a combustão. A mistura ar-combustível abaixo do LEL é demasiada pobre para queimar e uma mistura acima do UEL é, também, muito rica também para queimar. Esses limites não são significativos, em um *post-crash fire*, mas desempenham papel importante em um *in-flight*

fire. Para que haja um *in-flight fire*, a aeronave deve estar em temperatura / condições de altitude, onde a mistura ar-combustível possa existir. Normalmente, isso acontece entre as altitudes de 13.000 e 20.000 pés MSL. Abaixo de 13.000 pés MSL, há muito oxigênio e muito pouco vapor de combustível para um *in-flight fire* e, acima de 20.000 pés MSL, há vapores demais e não há suficiente oxigênio para um *in-flight fire*.

- líquido inflamável - líquido que tem um *flash point* inferior a 37.7°C e uma pressão de vapor não superior a 40psi a 37.7°C. Combustível (JP-4, JP-5 e JP -8), fluido hidráulico, óleo de motor e *skydrol* são exemplos de líquidos inflamáveis.
- melting point ou ponto de fusão - temperatura em que ocorrem as mudanças de estado sólido para líquido.
- produção de gases explosivos - gases explosivos são produzidos durante a segunda fase de um incêndio. Ou seja, quando a temperatura do fogo sobe de 426.6 °C para 537.7 °C, a disponibilidade de oxigênio é baixa, a queima incompleta produz fumaça e gases. O perigo aqui é que esses gases não são ventilados e tornam-se aquecidos acima da sua temperatura de ignição. Esses gases são capazes de se inflamar com força explosiva quando um novo suprimento de ar é subitamente introduzido. Esta ignição súbita de calor e gases não queimados é chamada de *backdraft*.
- resistência ao fogo - capacidade de um material ou estrutura para suportar efeitos do fogo em relação ao tempo.
- temperatura de autoignição - temperatura na qual um material pode inflamar por conta própria, sem qualquer fonte externa de ignição.
- volatilidade - capacidade de evaporação de uma dada substância. Quanto maior à tendência de uma substância vaporizar, mais volátil ela será.

9.6.13.1 A ciência e comportamento do fogo.

A investigação de fogo exige um conhecimento da ciência do fogo e do comportamento do fogo. Para que haja fogo, deve haver a combinação dos três elementos básicos: combustível, oxigênio e calor. A associação desses três elementos pode parecer simples e de fácil entendimento, porém seus desdobramentos podem ser mais complexos, ou seja, o calor deve ser de intensidade suficiente para causar a evaporação do combustível (líquido ou sólido) e depois inflamar os vapores. Os três elementos podem variar independentemente quando a ignição ocorre em certas condições. A mudança em um elemento pode afetar os outros dois elementos. Uma forte fonte de ignição (calor) pode diminuir a quantidade de oxigênio requerida (diminuir a concentração de oxigênio) e/ou reduzir a quantidade de vapores de combustível necessários para a ignição.

Aumentar a quantidade de oxigênio disponível também pode reduzir a energia necessária para ignição (calor) e/ou diminuir a quantidade de vapores de combustível necessário. Para a queima sustentada, o fogo por si só deve produzir calor suficiente para vaporizar mais combustível, e desta maneira criar uma reação em cadeia.

9.6.13.2 Métodos de transferência de calor.

O entendimento de como o calor viaja ou é transferido permite ao investigador, ao iniciar uma investigação no local onde o fogo foi extinto, refazer o caminho percorrido pelo calor até a origem do fogo. Existem três métodos básicos e simples de transferência de calor:

- a) condução - é a transferência de calor através do contato direto de dois materiais.
- b) convecção - é a transferência de calor através do movimento dos gases. Os gases podem ser o produto direto dos incêndios, os resultados de uma reação química ou gases adicionais trazidos para o fogo pelo movimento do ar. A convecção determina a direção geral de propagação do fogo e é dependente do movimento de correntes de ar existentes.
- c) radiação - é definida como uma onda eletromagnética de transferência de calor para um corpo sólido. As ondas podem viajar em todas as direções a partir do fogo e podem ser refletidas em uma superfície, bem como podem ser absorvidas por ela. O calor absorvido pode elevar a temperatura para além do ponto de combustão do material e, logo a seguir, um incêndio potencialmente se iniciará.

9.6.13.3 A intensidade do calor.

A intensidade do calor é outra forma possível pela qual o investigador pode determinar a sequência *crash/fire*. A temperatura das chamas de um *post-crash fire* onde combustíveis como gasolina, JP-4, óleos lubrificantes e fluidos hidráulicos estão associados e sendo consumidos serão, normalmente, na faixa de 870°C a 1090°C.

A temperatura das chamas de um *in-flight fire* pode ser superior a 1640°C, em razão da circulação forçada da esteira de ar. Neste caso, o efeito do ar canalizado faz com que a razão combustível/ar se transforme em uma mistura quase estequiométrica.

A presença de partes de aeronave que tenham um *melting point* acima de 1090°C (como o aço inoxidável e titânio) com evidências de derretimento é um forte indício de *in-flight fire*. A indicação de um *in-flight fire* será ainda mais forte se a peça ou estrutura for encontrada em uma área em que parece que o *ground fire* não foi intenso.

É importante destacar que existe a possibilidade de um *ground fire* ultrapassar os 1090°C caso fortes ventos no solo forneçam ar canalizado, ou um peculiar empilhamento dos destroços produza um "efeito chaminé". Além disso, materiais como magnésio (Mg), que queima com uma chama intensa, podem estar presentes no processo de queima.

9.6.13.4 O padrão do calor e características de materiais e líquidos inflamáveis.

Um padrão do calor consiste na observação da deterioração e descoloração dos objetos na área afetada. Com a finalidade de detectar o padrão, um investigador deve conhecer os efeitos do calor sobre os diversos materiais. O grau destes efeitos está diretamente relacionado à temperatura e ao tempo de exposição. O tempo de exposição deve ser sempre considerado em casos de fogo sustentado. Normalmente, o conhecimento dos efeitos do calor sobre materiais permitirá ao investigador determinar a relação de deterioração e, a partir daí, o padrão de calor.

A lista abaixo específica o padrão de calor e as características de ignição dos principais materiais aplicados na indústria aeronáutica e uma comparação linear da variação de temperatura e de *melting points* que afetam estes materiais.

- a) aço - o aço derrete a 1480°C e inflama a 1510°C. Ele começa a descolorir entre 420°C e 480°C, passando da cor azul claro para azul escuro e,

finalmente, para o preto. O aço é utilizado em discos de rotor do compressor e carcaças de turbinas.

- b) alumínio puro - os incêndios com a presença de alumínio não são autossustentáveis e o alumínio puro tem a característica de derretimento a uma temperatura de 630°C.
- c) borracha - *neoprene* cria bolhas a partir de 260°C e o silicone a partir de 370°C. A borracha é utilizada em selos, braçadeiras, forros, juntas e mangueiras de combustível.
- d) bronze - derrete entre 870°C e 1090°C. O bronze é utilizado em rolamentos e buchas.
- e) chumbo - derrete a 330°C.
- f) cobre - derrete a 1090°C. O cobre é utilizado em rolamentos e cablagens.
- g) ligas de alumínio - as ligas de alumínio se fundem a 640°C e inflamam a 680°C. São usados em carcaças do compressor, vedações, acessórios, revestimentos de aeronaves e estruturas do tipo *honeycomb*.
- h) magnésio - apresenta característica de fusão entre 560°C e 640°C e pode incendiar-se espontaneamente nesta condição. Ele queima com uma chama intensa e branca representando boa fonte de reação para outros materiais e líquidos. O fogo na presença de magnésio normalmente não pode ser extinto com extintores que equipam aeronaves. Os incêndios com a presença de magnésio são autossuficientes e os depósitos de óxido deixados podem variar entre as cores branca e preta. O magnésio é encontrado aplicado em motores e conjuntos de trem de pouso.
- i) titânio - as lâminas delgadas de titânio queimam mais facilmente do que as espessas. Ele derrete a 1700°C e inflama a 1370°C. A fricção de alta velocidade entre peças de titânio pode causar ignição. Apresenta característica de queima suave e exige uma alta concentração de oxigênio para dar continuidade à queima. O titânio descolora da cor azul claro para o azul escuro e cinza com o aumento da temperatura. O titânio é utilizado principalmente em *blades* de compressores.

A lista abaixo especifica características de inflamabilidade dos principais combustíveis e óleos utilizados pela indústria aeronáutica:

- Fluido hidráulico (base de petróleo) - tem um *flashpoint* de 90°C e uma temperatura de ignição de 225°C.
- Fluido hidráulico (sintético) - tem um *flashpoint* 160°C e uma temperatura de ignição de 507°C.
- Jet A-1 - tem um *flashpoint* entre 40°C e 60°C e uma temperatura de ignição entre 220°C e 250°C.
- JP-4 - tem um *flashpoint* de -17°C e uma temperatura de ignição entre 240°C e 248°C.
- JP-5 (Querosene de Aviação ou Jet-A) - tem um *flashpoint* entre 40°C e 65°C e uma temperatura de ignição entre 225°C e 246°C.
- JP-8 - tem um *flashpoint* de 46°C e uma temperatura de ignição de 220°C.
- MIL-H-5606 - tem um *flashpoint* de 100°C e uma temperatura de ignição de 200°C.
- MIL-H-83282 - tem um *flashpoint* de 215°C e uma temperatura de ignição de 183°C e apresenta boa característica de resistência ao fogo.
- Óleo de motor - tem um *flashpoint* de 225°C e uma temperatura de ignição entre 226°C e 248°C.
- Querosene - tem um *flashpoint* entre 35°C e 62 °C e uma temperatura de ignição entre 226°C e 248°C.
- *Skydrol* - tem um *flashpoint* de 180°C, uma temperatura de ignição de 495°C, e é resistente ao fogo.

A Figura 92 mostra as propriedades químicas relacionadas à combustão dos principais combustíveis utilizados em aviação.

FUEL	Sp. Gr.	Flash Point °F	AIT, °F 1 atm	AIT, °F 0.5 atm	Flammability Volume Lower	Limits Percent Upper
Jet A	0.82	100	435	860	0.6	4.7
JP-8	0.82	100	435	860	0.6	4.7
Jet B	0.76	-18	445	830	1.3	8.2
AV Gas	0.7	-48	825	1030	1.3	7.1

Figura 92 - Propriedades dos combustíveis mais utilizados em aviação.

9.6.13.5 Fogo em composite.

O *Composite* está se tornando cada vez mais comum na fabricação de aeronaves mais modernas e merecem especial atenção quando são modificados de seu estado original de aplicação nas aeronaves.

Compósitos consistem de camadas de fibras unidas por uma resina térmica. As fibras são dispostas em camadas para atingir a força de resistência desejada. Existem combinações de fibra de vidro com epóxi, epóxi com carbono e carbono com bismaleimida.

Quando exposta ao fogo, a resina é consumida rapidamente. As resinas epóxi começam a se decompor a cerca de 500°F (260°C) e resinas mais modernas e recentes têm maior temperatura de decomposição. A "queima" dos compósitos será mais aparente nos bordos de fuga de uma superfície aerodinâmica, onde as fibras remanescentes ficam sendo agitadas pelo ar turbilhonado, nos casos de *in-flight fire*.

O investigador deve ter em mente que danos típicos por fogo em compósitos podem não ser perceptíveis e, assim, analisar o *window paining* pode ser a única opção que resta. O *window paining* resulta da fuligem que cobre totalmente o lado superior de uma obstrução, como uma viga, deixando uma lacuna ou afastamento adjacente ao lado descendente da lâmina de compósito. Em um *ground fire*, os painéis delgados de compósitos podem queimar enquanto a matriz é poupadada.

Deve ser tomado todo cuidado, pois eles podem representar sérios problemas à saúde humana.

9.6.13.6 Fontes elétricas de ignição.

O envelhecimento da frota de qualquer tipo de aeronave pode colocar em risco a cablagem elétrica, vindo a falhar e originar um incêndio. Isto porque as aeronaves que passam por numerosas inspeções, ações de manutenção e alterações geram a possibilidade de atrito em fios elétricos levando a formação de arco voltaico.

Atrito é uma das principais causas de incêndios elétricos. O investigador precisa saber o que acontece quando ocorre um rompimento de cabos elétricos. Se não houver corrente elétrica fluindo, a quebra é limpa e exibe a forma típica de fraturas em forma de copo ou cone com algumas evidências de estrangulamento. Quando a corrente elétrica flui existirá arco elétrico sobre o ponto de ruptura.

Uma característica de arco elétrico é o aspecto de granulação apresentada nos terminais dos fios elétricos. O processo de arco também pode gerar a recristalização das cablagens afetadas, ou seja, o que era antes um fio flexível, agora se torna rígido. O atrito entre uma cablagem elétrica e a estrutura metálica de uma aeronave poderá causar corrosão e ocultação da área onde ocorreu o arco. Em uma análise laboratorial, poderá se confirmar a presença de transferência de metais (cobre) neste processo.

O produto corrente-tensão de um arco pode fornecer a fonte térmica necessária para a fusão de um fio. Um curto-círcuito de 20 ampéres em sistema alimentado por 28 VDC pode gerar até 560W de potência que será dissipada na área onde ocorre o arco. Esta energia é suficiente para afetar o isolamento das cablagens e qualquer outro tipo de material adjacente ao arco, como por exemplo, o óleo residual.

A maioria dos cenários de acidentes exigem falhas duplas para gerar fogo, porém um arco voltaico pode por si só fornecer tanto a fonte de ignição como o combustível. Um arco voltaico próximo a uma linha hidráulica, por exemplo, criará uma névoa fina que será imediatamente inflamada pelo arco.

Arcos voltaicos podem surgir tanto em corrente alternada AC ou contínua DC. Porém, o arco em AC é considerado o mais grave e severo visto que os disjuntores das aeronaves suportam transportar uma carga muito maior por um curto período de tempo.

Um fogo externo ao conjunto de cablagens elétricas consumirá primeiramente o isolamento exterior e o condutor apresentará características brilhante e limpa, exceto onde o isolamento for queimado completamente. Fios queimados por causa de excesso de corrente queimam de dentro para fora, e os condutores apresentarão características escura e oxidada, conforme Figura 93.

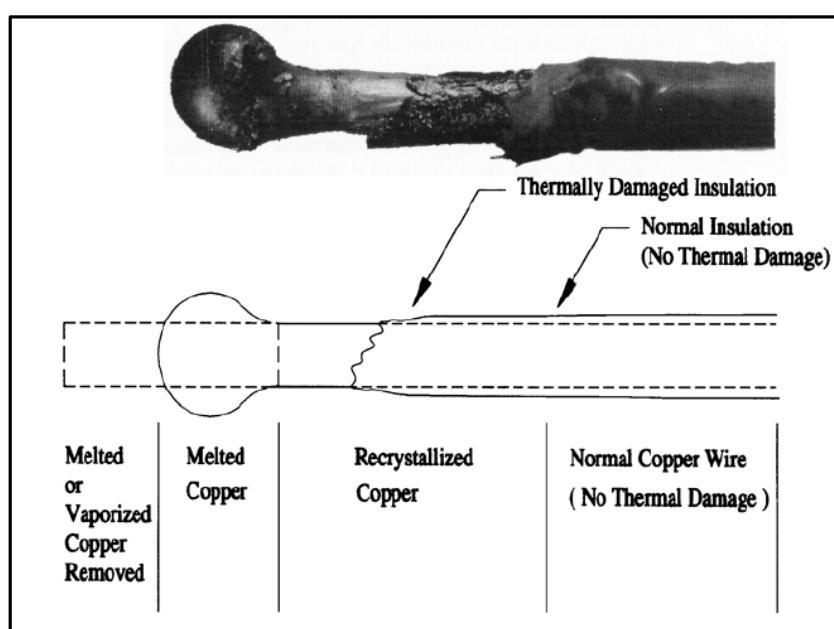


Figura 93 - Características de cablagem que esteve sujeita a um arco voltaico.

É importante o investigador registrar precisamente onde a fiação (*wiring*) estava situada antes de removê-la da aeronave. Esboços manuais da área de localização e registros fotográficos são recomendados. Quando um cabo (*wire*) é cortado para a remoção, ambos os lados de cada corte deve ser etiquetados e rotulados com um número de identificação único. O número deve ser referenciado nos esboços e incluído nas fotografias sempre que possível. O investigador deve tentar remover a maior seção de fio praticável. Isto fornecerá aos especialistas no laboratório de materiais um mínimo necessário de fios danificados para fins de comparação. Se possível, feixes ou condutores individuais devem ser removidos na sua totalidade.

Caso as falhas na fiação sejam suspeitas no ponto de conexão com algum equipamento, o equipamento deve ser removido juntamente com a cablagem. Deve haver cuidado na remoção do equipamento, especialmente porque pode haver resistência pela corrosão, conexões soltas ou parcialmente soldadas e estas condições podem ser alteradas, dramaticamente, por pequenos movimentos; a ponto de dificultar futuras análises laboratoriais.

Wire damage é um processo investigativo complexo. Geralmente, não é possível associar uma falha característica a uma condição de falha. Por exemplo, recristalização está

associada a danos térmicos e sobrecorrente. As características de falha presente no acidente devem ser identificadas na primeira oportunidade. A Figura 94 fornece uma lista de verificação ao investigador das características que podem ser identificadas durante o processo de ação inicial em um acidente.

CHARACTERISTIC	YES	NO	COMMENT
RECRYSTALLIZATION			
Uniform			
Non-Uniform			
Beaded wire ends			
Single Conductor			
Multiple Conductors			
METAL TRANSFER			
Conductor Deposits – EDS			
Structure Deposits - EDS			
CUP-AND-CONE FRACTURE SURFACES			
Single Strands/Wire			
Multiple Strands/Wire			
INSULATION FAILURE			
Carbonized Insulation Present			
Polymide Insulation			
Chaffing			
THERMAL DAMAGE			
External Heat Source Present			
Discoloration – Outside of Insulation			
Discoloration – Inside of Insulation			
Condition			
Temperature Rating for Decomposition or Melting			
Decomposition Apparent			
Electrical Resistance Change			
CONDUCTOR DISCOLORATION			
External Heat Source			
Conductor Heat Source			
Wire Coating			
Approximate Temperature for Discoloration			
Uniform			
Non-Uniform			

Figura 94 - *Checklist* de características de falhas em fiação elétrica.

Uma vez que as características de falha tenham sido identificadas, a condição de falha pode ser avaliada usando a tabela da Figura 95 a seguir:

CONDITION	YES	NO
ELECTRICAL OVERCURRENT		
Recrystallization		
Discoloration of conductor		
Uniform damage		
ELECTRICAL ARCING		
Beaded wire ends		
Material transfer		
Nonuniform damage		
INSULATION FAILURE		
Chaffing		
Carbonized insulation		
Nonuniform damage		
MECHANICAL FAILURE		
Cup/Cone Fracture Surface		
Elongation of wire end		
EXTERNAL THERMAL DAMAGE		
Insulation damaged on outside vs. inside		
Recrystallization		
Nonuniform damage		
Insulation resistance changes		

Figura 95 - *Checklist* de condições de falhas em fiação elétrica.

9.6.13.7 In-Flight Fire versus Post-Crash Fire.

In-flight fire, com exceção do fogo elétrico, é geralmente o resultado de alguma falha ou condição que libera líquidos inflamáveis ou vapores. O líquido ou vapor pode fluir por uma distância considerável e ser espalhado antes de atingir uma fonte de ignição. Uma vez ignitado, o líquido ou vapor pode produzir (em razoável concentração) fogo semelhante a um incêndio elétrico.

A propagação das chamas, fuligem, calor e, consequentemente, danos causados pelo fogo é diretamente influenciada pelo fluxo de ar na região do incêndio. A característica usual do fluxo de ar nesta condição é o confinamento do fogo em uma forma cônica com um vértice do cone a partir da fonte de combustível e em expansão na direção do fluxo de ar, conforme Figura 96.

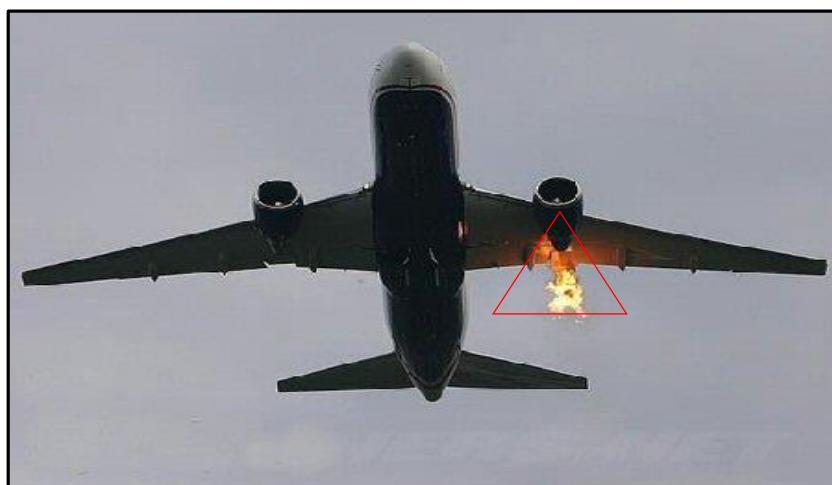


Figura 96 - Característica cônica de um *in-flight fire*.

O resultado dos danos causado pelo fogo fica limitado ao fluxo de ar e determinam padrões específicos de fuligem também na forma cônica. Os padrões de queima em um *in-flight fire* são completamente diferentes de um *ground fire*. A direção do padrão de fuligem e do calor é controlada pela direção do fluxo de ar de impacto através das partes da aeronave. No *in-flight fire*, isto acontece da frente para trás. Quando a aeronave está em repouso, a direção do fluxo de ar através de suas partes será alterada e a fumaça e o fogo vão subir na vertical ou para direção que sopra o vento de superfície. Além disso, o impacto de uma aeronave fará com que as peças se espalhem de maneira randômica e, por vezes, sem qualquer tipo de padrão.

Um impacto de uma aeronave ou um *ground fire* continuado podem gerar a abertura de células de combustível e de outros recipientes de material combustível, fornecendo alimentação adicional ao fogo. Uma queima que tem limites para além da superfície da aeronave irá produzir um padrão que não poderá ser detectado com facilidade. Neste caso, pode ser necessária a reconstituição da aeronave (*mock-up*) a partir dos destroços a fim de se determinar um padrão de fogo. Se, após a reconstituição, houver a possibilidade de identificação da forma cônica nas fuligens deixadas, haverá uma indicação precisa de um *in-flight fire*. Por outro lado, se não houver uma continuidade em todas as linhas de fuligem e queima, isso indica que o padrão foi formado após o impacto.

Abaixo são listadas algumas técnicas de observação que podem ajudar o investigador a determinar o tipo de fogo associado ao acidente:

- a) um *in-flight fire* deixa menos resíduos de metal nos destroços do que um *ground fire* porque o metal fundido fica depositado no final das superfícies seguindo o sentido do fogo.
- b) procure por evidências de *in-flight fire* em partes da aeronave não sujeitas ao *ground fire*, como asas, estabilizadores horizontais e flapes.
- c) padrão de queima uniforme de fuligem e nas dobras de metal amassado indica um *in-flight fire*.
- d) em casos de *in-flight fire*, partes ou gotas de metal fundido podem ser encontradas na direção do eixo longitudinal da aeronave.

A Figura 97 ilustra o que o investigador deve observar como evidências de uma investigação de fogo.

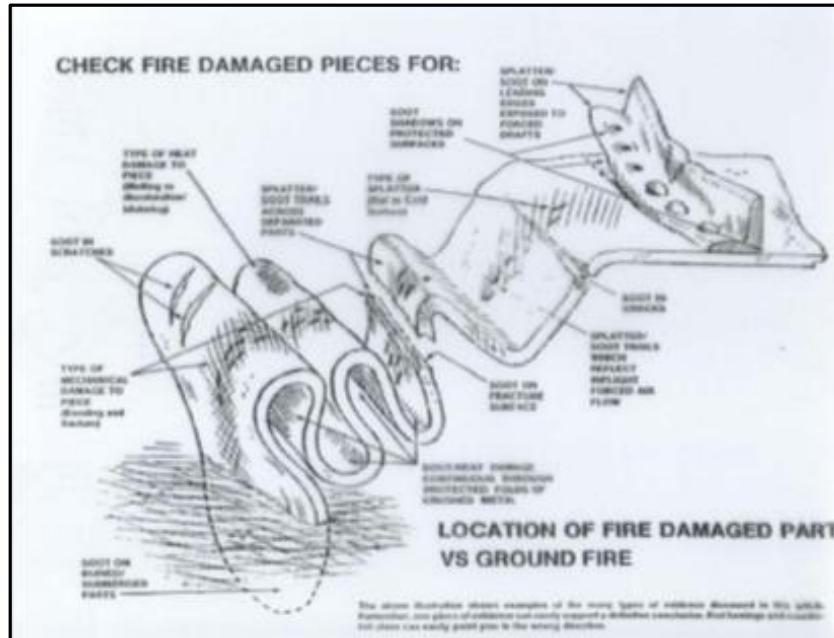


Figura 97 - *Check Fire Damaged.*

Além das características listadas acima para definição de um *in-flight* ou *ground fire*, o investigador deve atentar para os seguintes aspectos:

- a) algumas peças ou componentes podem ter sido movidas antes da chegada do investigador;
- b) os incêndios secundários podem obscurecer ou mascarar evidências importantes;
- c) agua ou sujeira podem proteger as peças em caso de um *ground fire*;
- d) extintores de incêndio portáteis de hidrocarbonetos halogenados podem reagir com componentes em temperaturas muito elevadas;
- e) a fuligem e os padrões de coloração podem ser da operação normal da aeronave. O JP-8 queima mais quente e mais sujo do que o JP-4 e deixa um rastro de fuligem na parte superior ou inferior das asas, dependendo do posicionamento do escapamento dos motores;
- f) fuligem em torno do bordo de ataque ou em superfícies fraturadas indica que o fogo ocorreu após o impacto;
- g) explosões podem ocorrer com pouca ou nenhuma fuligem ou evidência térmica;
- h) chuva e as operações de combate ao fogo podem afetar o padrão de evidência da fuligem.
- i) metal fundido pode ser depositado pelo fluxo de ar, pela gravidade, onda de choque de explosão ou por qualquer combinação entre eles;
- j) gases liberados de recipientes pressurizados formarão diferentes padrões de queima. O nitrogênio tende a suprimir o fogo, enquanto o oxigênio em alta pressão aumenta a temperatura e a taxa de queima;
- k) oxigênio liberado de recipientes pressurizados pode resultar, muitas vezes, em depósito de cinzas brancas;

- l) o arco voltaico estará sempre localizado e apresentará uma aparência de erosão. Os fios de cobre podem ser fundidos de maneira única e pequenos grãos são formados no final da cablagem;
- m) o alumínio próximo do estado de fundição é conhecido como "*broomstraw*" (fusão eutética). O fim da peça de alumínio fundida apresenta estado similar a um pedaço quebrado de madeira, conforme Figura 98.



Figura 98 - Alumínio próximo ao estado de fusão “*broomstraw*”.

- n) se os bulbos das luzes de aviso de fogo dos painéis indicadores puderem ser localizados, deve-se enviá-las para análise em laboratório;
- o) se a aeronave estava equipada com CVR, é possível determinar se a tripulação comentou sobre qualquer tipo de fogo. Se não estiver equipado com CVR, contate o controle de tráfego aéreo para determinar se a tripulação declarou emergência relacionada ao fogo;
- p) determinação da fonte de calor (fonte de ignição): A fonte de calor é a fonte de energia térmica que iniciou o incêndio. Fontes típicas de calor em aeronaves são:
 - aeronaves ainda equipadas com cablagens de “*Kapton*”;
 - AuxiAPU;
 - arco voltaico. Isso é extremamente possível, em aeronaves militares que cumprem missões de sensoriamento remoto e têm embarcadas muitos equipamentos eletrônicos que necessitam de muito arrefecimento;
 - escapamentos quentes do motor;
 - freios aquecidos. Um conjunto de freios aquecido é suficiente para gerar fogo em contato com fluido hidráulico;
 - *galleys / fornos*;
 - cargas perigosas. Determine que tipo de carga embarcada na aeronave através do contato com o operador ou NOTOC;
 - raios. Normalmente atingindo um elemento externo da aeronave, como por exemplo, hélices e *wingtips*. A energia viaja através da fuselagem das aeronaves e sai pela cauda, parte traseira ou outra extremidade. Se a aeronave está devidamente isolada e o isolamento é mantido, geralmente tal evento não é representativo. Porém, se o isolamento não é adequado, a carga elétrica pode passar nos arredores de vapores inflamáveis e provocar um incêndio;

- peças da seção quente do motor; e
- sistemas *bleed air*.

9.6.14 REGISTROS E DOCUMENTAÇÕES

Para a realização da investigação é importante coletar os seguintes documentos e registros:

- a) relacionados à aeronave.
 - Certificado de Matrícula (CM) e aeronavegabilidade (CA), seguro, FIAM, cadernetas de célula motor e hélice, ficha de peso e balanceamento, horas voadas após a última inspeção, oficina onde realizou a inspeção.
- b) relacionados à tripulação.
 - Licença, Habilidades e Certificado Médico Aeronáutico (CMA), total de horas voadas pelo piloto, total de horas no modelo acidentado, total voado nos últimos trinta dias.
- c) relacionados ao tráfego aéreo.
 - Registros de comunicação rádio entre os órgãos de controle e as aeronaves envolvidas, NOTAM, boletins meteorológicos, plano de voo, etc.
- d) outros.
 - Boletim de Ocorrência policial, declaração do tripulante, etc.

9.6.15 LISTAGEM DAS TESTEMUNHAS

Não deixe de fazer um primeiro contato inicial com as possíveis testemunhas, explicando quais as finalidades da investigação do SIPAER. As testemunhas podem ser pilotos, copilotos, tripulantes, passageiros, controladores de voo, populares, familiares, pessoal de manutenção, companheiros e amigos.

Faça uma lista com os contatos das testemunhas para consultas posteriores. Eventualmente, algumas dúvidas poderão surgir no decorrer da investigação as quais poderão ser sanadas por meio de consulta às testemunhas, porém, deve-se atentar para a possibilidade da perda de confiabilidade das informações ante ao tempo decorrido desde a ocorrência.

9.6.15.1 Escolha das testemunhas.

Os critérios para seleção daqueles que devam ser entrevistados variam de acordo com a natureza do dado desejado, as limitações de tempo, quantidade e tipo de fontes disponíveis, bem como as circunstâncias conjunturais (pessoal disponível, etc.).

Qualquer declaração que possa lançar luz sobre um único ponto da investigação pode ser importante. O investigador não deve confinar a localização de testemunhas à vizinhança imediata do local do acidente. Deve procurar declarações relevantes ao próprio trajeto da aeronave, assim como das tripulações de voo e passageiros (quando for o caso de suas famílias), do operador, do fabricante, serviços de apoio e outras fontes.

Em alguns casos o uso de eficientes meios de comunicação de massa, tais como a imprensa, o rádio e a televisão podem ajudar a obter declarações suplementares às que já

tenham sido dadas voluntariamente por pessoas enviadas pelas autoridades locais ou que com elas tiveram contatos.

Após a escolha da fonte, o investigador deve tomar algumas medidas para assegurar um conhecimento preliminar das testemunhas, visando utilizá-lo durante a entrevista.

Uma orientação mais pormenorizada sobre técnicas de entrevista será tratada no Capítulo 10 deste Manual.

9.7 DANOS A TERCEIROS

Faça um levantamento preliminar dos danos causados a terceiros e em caso de inexistência de danos preencha o Termo de Isenção de Responsabilidade (disponível na página do CENIPA na internet) e solicite ao proprietário ou responsável pelo local do sítio de destroços a sua assinatura.

9.8 IMPRENSA

Defina procedimentos para entrevistas à imprensa. É de extrema importância a comunicação de informações precisas para a imprensa logo após o acidente. Este tipo de atitude demonstra a preocupação do Comando da Aeronáutica com o público. Acima de tudo, a divulgação de informação oficial diminui a circulação de rumores que poderiam causar pânico ou desinformação da parte dos repórteres.

O investigador de um acidente deverá, o quanto antes, entrar em contato com o Oficial de Comunicação Social (OCS) designado para acompanhar o caso. Toda e qualquer comunicação deverá ser feita, preferencialmente, pelo próprio OCS, poupando o Investigador-Encarregado.

Quando não for possível contar com a presença de um OCS, uma comunicação inicial à imprensa deverá incluir os seguintes itens:

- a) uma descrição geral do tipo de acidente (colisão com o solo, colisão com outra aeronave, etc.);
- b) a hora e localização;
- c) o ponto de partida e destino da aeronave (a menos que seja informação sigilosa);
- d) o número de tripulantes e passageiros a bordo;
- e) o tipo de aeronave;
- f) fatos não sigilosos a respeito da missão que a aeronave e os tripulantes estavam executando quando da ocorrência do acidente. Evite descrições do tipo “realizando um voo de rotina”. Descreva o propósito do voo e divulgue rota, altitude e missão, tanto quanto isto não afete a segurança de informações; e
- g) informe que uma comissão será designada para investigar o acidente e que não há prazo para a conclusão da mesma.

Não é atribuição do investigador a divulgação da identidade de vítimas de acidente aeronáutico. Esta tarefa é do operador. No caso de acidente envolvendo aeronave militar, deixe esta questão para o OCS.

Em situações excepcionais, os nomes dos sobreviventes, com exceção dos que se acredite que estejam em perigo de falecer proximamente, podem ser liberados, de modo a aliviar as pessoas que tenham um parente no acidente e, também, para evitar preocupação de famílias e amigos de pessoas que voam aviões similares ou que estivessem voando nas cercanias. No caso de dúvida, não divulgue.

9.9 ORIENTAÇÕES FINAIS

Na Ação Inicial, o investigador coleta dados. As análises e conclusões resultantes não serão melhores do que os dados coletados. Seja meticoloso, detalhista e organizado:

- a) esteja preparado antecipadamente;
- b) não se machuque na área do acidente;
- c) traga tudo o que precisa e que possa carregar;
- d) mantenha-se organizado;
- e) faça as coisas mais importantes primeiro;
- f) documente tudo o que você faz; anote tudo, não confie na sua memória; e
- g) mantenha as mãos nos bolsos; não toque em peça alguma até saber o que vai fazer com ela.

10 TÉCNICAS DE ENTREVISTA

Entrevista é uma técnica de levantamento de dados por intermédio de pessoas envolvidas, direta ou indiretamente, no acidente/incidente aeronáutico, que visa à obtenção do máximo de informações úteis para a compreensão dos eventos relacionados à ocorrência aeronáutica.

Esta técnica envolve a interação de duas personalidades: a testemunha (fonte) e o entrevistador (Investigador do SIPAER).

As declarações devem ser tomadas tão cedo quanto possível depois do acidente. Elas podem ser sempre ampliadas posteriormente, se necessário, mas as primeiras declarações são geralmente as mais exatas (os eventos ainda estão frescos na memória e os processos de interpretação tiveram menos tempo para operar).

Em razão das características e aptidões específicas dos participantes, cada relacionamento apresentará determinadas peculiaridades, sendo que as circunstâncias desses contatos e o meio ambiente físico também influenciarão de forma considerável no curso de cada entrevista.

Em algumas situações, é muito útil ouvir as testemunhas no lugar onde elas estavam na ocasião do acidente. Isto pode ser de grande auxílio, não apenas pela mais clara compreensão da declaração, mas também, por ajudar a obter pormenores adicionais (especialmente no caso de declarações a respeito da trajetória de voo e do acidente).

Poderá ser de grande valia, o uso de uma maquete de aeronave, preferencialmente, com as mesmas características daquela acidentada. Bússola e cronômetro também podem ajudá-lo a documentar as observações das testemunhas oculares com exatidão.

10.1 A IMPORTÂNCIA DA ENTREVISTA NA INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

A experiência desenvolvida nas várias investigações de incidente/acidentes aeronáuticos tem demonstrado a necessidade de se estar alerta para a veracidade das informações colhidas.

O investigador não deve menosprezar a falibilidade humana e deve ter muita cautela quando analisar as declarações em conflito óbvio com o que foi estabelecido pelas evidências materiais.

A entrevista, neste contexto, é uma ferramenta valiosa para complementar as outras opções de elucidação dos fatores contribuintes de um acidente/incidente aeronáutico. Porém, quando a entrevista é o principal meio de coleta de dados, há que se tomar inúmeras precauções para não se montar um quadro falso do incidente/acidente aeronáutico, baseado em declarações forjadas por pseudotestemunhas ou pretensos colaboradores.

São essas razões que enfatizam a necessidade de uma visão ampla da ocorrência aeronáutica e um preparo específico das técnicas de entrevista, como forma de minorar as possíveis deturpações e valorizar sobremaneira sua contribuição ao Relatório Final de uma ocorrência aeronáutica, para a prevenção de acidentes/incidentes aeronáuticos.

10.2 PRINCÍPIOS

Em qualquer entrevista, alguns princípios deverão ser observados, visando ao sucesso da atividade. Não existe um princípio mais importante que o outro, todos são fundamentais, devendo ser empregados em conjunto.

10.2.1 OBJETIVO

A entrevista deve ter sempre o propósito de obter respostas a itens importantes do relatório, isto é, o entrevistador deve considerar o relatório de investigação de acidentes como fundamento na organização e orientação da entrevista. Não deve, no entanto, apegar-se exclusivamente ao objetivo a ponto de negligenciar a identificação e exploração de dados valiosos fornecidos pela testemunha.

10.2.2 INICIATIVA

A obtenção e a conservação da iniciativa são de suma importância nas entrevistas.

No decorrer da entrevista, a iniciativa deve permanecer com o entrevistador, sob pena de permitir que a fonte enverede por assuntos completamente alheios àquele de interesse para a investigação.

Não obstante, a fonte deve, inicialmente, expor a sua versão do ocorrido sem interrupções e, posteriormente, feita a avaliação de lógica e coerência, o investigador pode assumir a iniciativa da entrevista.

10.2.3 CORTESIA

A experiência demonstra que o investigador deve armar-se de sutilezas verbais e alguma artimanha, sem chegar à necessidade de qualquer tipo de coerção.

É imprescindível fugir do enfoque de interrogatório na arguição das testemunhas pelo investigador: quando uma testemunha é colocada à vontade e é confrontada com a necessidade da segurança da atividade aérea e da prevenção de acidentes, sente-se encorajada a contar sua história livremente, sem interrupções nem intimidação. Ela narrará normalmente de boa vontade suas observações.

10.2.4 EXATIDÃO

A investigação é baseada, essencialmente, em dados obtidos durante as pesquisas dos aspectos relacionados à ocorrência aeronáutica. Portanto, deve-se procurar extrair da fonte os dados com a maior exatidão possível.

O investigador deve verificar, mediante repetição das perguntas em intervalos regulares, se está entendendo corretamente a testemunha. É muito importante, inclusive, comparar as declarações ou anotações de outras testemunhas para aumentar a exatidão dos dados.

O investigador não deve rejeitar ou ignorar dados simplesmente por estes contrariarem dados anteriores.

10.2.5 DISCRIÇÃO

Em decorrência de sua função, o investigador passa a conhecer inúmeros dados específicos de cada elemento envolvido no acidente. Por isso, não deve esquecer que, em vez de transmitir dados a terceiros ou influenciar nas versões apresentadas, seu papel será o de extrair da testemunha os dados necessários.

10.3 O ENTREVISTADOR

Os investigadores devem se distinguir por suas qualidades pessoais, habilidades e conhecimentos especiais. No caso do investigador (investigador/entrevistador) é fundamental o conhecimento destes fatores para um bom desempenho, isto é, a obtenção do maior número de dados relativos ao acidente/incidente aeronáutico. As principais características de um entrevistador são apresentadas a seguir:

10.3.1.1 Motivação.

Quanto mais forte a motivação, maior o sucesso das respostas obtidas pelo investigador. Ela representa o mais significativo fator de êxito e sem ela outras qualidades perdem importância.

A atitude mental do investigador constitui, de fato, uma parte da motivação. Ele deve iniciar sua tarefa de obtenção dos dados acreditando no valor da testemunha. Essa atitude será percebida pela testemunha, aumentando assim as possibilidades de cooperação.

10.3.1.2 Vigilância.

O investigador deve observar todos os gestos, palavras e inflexão de voz da fonte.

Observar quando a testemunha está zangada, amedrontada, comunicativa, taciturna, confusa, coerente, tranquila, cooperativa, angustiada, nervosa e/ou demonstrando sinceridade.

Cabe ao entrevistador procurar identificar porque a fonte apresenta um determinado estado de ânimo, ou o porquê de sua atitude, eventualmente, mudar durante a entrevista.

Será pela observação das atitudes e comportamentos da fonte que o investigador poderá melhor conduzir a entrevista, de acordo com as características do entrevistado.

10.3.1.3 Paciência e habilidade.

Essas qualidades ajudam a criar e manter uma atmosfera propícia, melhorando o desenvolvimento da comunicação entrevistador-testemunha.

Pondo em prática a paciência e a habilidade, o investigador poderá concluir uma entrevista ou iniciar uma nova série de perguntas, sem o risco de provocar temor ou ressentimento.

10.3.1.4 Adaptabilidade.

O entrevistador deverá ser capaz de adaptar-se às variadas personalidades que encontrar, colocando-se na situação da fonte. Frequentemente, será obrigado a trabalhar sob condições físicas e climáticas desfavoráveis, devendo procurar minorar a influência desses fatores no seu desempenho.

10.3.1.5 Aparência e conduta.

A aparência pessoal e o comportamento do entrevistador podem, até certo ponto, influenciar a entrevista e a atitude da testemunha.

Uma aparência profissional, asseada e metódica pode impressionar convenientemente. Palavras e atitudes expressas de maneira cordial, controlada e firme, criam um ambiente favorável à comunicação.

Se as atitudes pessoais do investigador refletirem lealdade, energia e eficiência, o entrevistado poderá se tornar mais receptivo colaborador.

10.3.1.6 Outras características.

Além das características destacadas acima, deve-se observar, também:

- a) perseverança - não se abater;
- b) credibilidade - evitar promessas e/ou recompensas;
- c) autocontrole - dominar a irritação, simpatia ou fadiga; e
- d) fluência verbal - criar e manter diálogos variados.

Com o passar do tempo, recomenda-se que o investigador faça uma autocrítica, de forma a desenvolver as características descritas neste tópico e, assim, aprimorar suas técnicas de entrevista.

10.4 A TESTEMUNHA

No exercício de sua tarefa, o investigador encontra indivíduos com diversos tipos de personalidade, classe social, profissão, qualificação e crenças.

A declaração de uma testemunha com experiência de aviação não é necessariamente a mais valiosa e o investigador não deve desprezar as declarações de outras testemunhas que estivessem posicionadas de maneira similar. Uma declaração de criança pode ser extremamente útil mas deve-se tomar grande cuidado ao analisá-la.

Consideradas essas variações, o investigador deve analisar, detalhadamente, cada testemunha, avaliar suas características e comportamentos, e utilizar esses dados como base para a entrevista.

A importância de uma testemunha varia para cada tipo de acidente. Em alguns casos, elas são absolutamente vitais, como, por exemplo, onde não haja destroços recuperados, sobreviventes e dados de voo gravados. Em outros casos, pode existir uma gama de informações disponíveis para o investigador onde as testemunhas têm apenas uma função corroborativa.

Os psicólogos estimam que os investigadores sejam capazes de recuperar apenas 30% daquilo que uma testemunha presenciou em um acidente. Muitas vezes isto ocorre pela condição da testemunha, ou seja, pouca habilidade para estimar tempo e distância, pouca memória, pouca visão e vocabulário técnico limitado. Outras vezes pela falta de capacidade do próprio investigador de gerenciar uma entrevista. investigadores inexperientes e não treinados, em razão de sua formação específica e de natureza técnica, tendem a interrogar em vez de entrevistar. Interrompem e, por vezes, inibem a testemunha ao ponto de não conseguirem receber as informações que a testemunha tem para passar.

Frequentemente, o problema da falta de informações em uma entrevista não está com a testemunha ou mesmo com o investigador, mas sim, porque a testemunha não estava no lugar da ocorrência, ou no lugar com melhor ângulo de visão da ocorrência, ou na hora correta. Ela pode não ter visto os momentos que antecederam ao acidente e sim o resultado (*crash*) que, na maioria das vezes, não trará muitas informações para o investigador.

Finalmente, a grande dificuldade encontrada pelos investigadores durante o contato com testemunhas será traduzir o que a testemunha observou, também chamado de “*double translation*”, ou seja, o investigador terá que ser capaz de transformar a memória da testemunha em palavras do entendimento dela e aí então conseguir traduzi-las para uma linguagem técnica.

10.4.1 TIPOS DE TESTEMUNHA

A maioria dos manuais de investigação orienta o agrupamento das testemunhas com a finalidade de realizar uma entrevista coletiva, no entanto tal orientação pode levar o investigador a não qualificar a informação que está recebendo. Por exemplo, um piloto que participou de um evento deve ser considerado como um tipo diferente de testemunha se comparado com uma testemunha visual que apenas assistiu ao que aconteceu.

Esse manuais definem testemunhas em três tipos, quais sejam: envolvida na ocorrência, testemunha ocular e *background witnesses*. Os comentários seguintes dirão respeito, apenas, acerca das testemunhas envolvidas na ocorrência e testemunhas oculares.

Envolvida na ocorrência - são pessoas envolvidas diretamente em um acidente como membros da tripulação, passageiros ou controladores de voo. O investigador deve ter em mente que é normal essas testemunhas ficarem emocionalmente abaladas ou sofrendo com algum de trauma físico após o acidente. Para estes casos, é importante cautela e sensibilidade por parte do investigador quanto ao momento de realizar a entrevista, pois pode ser inviável a sua realização naquele momento, além de poder contribuir para o agravamento do quadro sintomático. Os envolvidos na ocorrência podem, por vezes, apresentar características defensivas ao serem levados a comentar algo sobre o evento. De outra forma, este tipo de testemunha apresenta, não raramente, a necessidade de falar sobre o evento para qualquer pessoa que queira escutar. O investigador deve verificar se a testemunha está sob acompanhamento médico ou psicológico. Neste caso, deverá consultar o especialista que está acompanhando a testemunha sobre a possibilidade de realizar a entrevista. Recomenda-se entrevistar esse tipo de testemunha mais de uma vez e tão logo possível após o evento, pois informações importantes do tipo: o que estava funcionando e quais sons foram ouvidos serão importantes para direcionar o curso da investigação em uma segunda fase.

Testemunha ocular (Observador) - Esse tipo de testemunha se distingue por sua idade e cultura. A idade e cultura podem ser consideradas como um divisor de credibilidade pelo investigador. Crianças possuem uma visão mais afiada para detalhes e memória excelente. Elas geralmente contarão ao investigador o que viram sem qualquer tipo de influência de análise. Adolescentes são as melhores testemunhas, pois possuem ainda as características de uma criança e já com a facilidade de expressar o que viram. Adultos deveriam ser excelentes testemunhas visuais, mas não o são. Adultos têm a necessidade de explicar o que viram em uma maneira racional e de acordo com suas experiências pessoais e isso pode fazer mudar completamente a sequência dos fatos observados. A cultura de uma testemunha está diretamente relacionada com a credibilidade da informação fornecida ao investigador. Testemunhas desfavorecidas de uma cultura mais apurada tendem, por vezes, a usar seu imaginário para definir como fatos o que foi observado por elas.

Em geral, as testemunhas visuais estão sempre dispostas a reportar o que viram e dificilmente têm uma atitude propositalmente enganosa perante o investigador. O investigador deve considerar que o relato deste tipo de testemunha mudará de acordo com a quantidade de informação que ela ler ou escutar sobre o acidente.

10.4.1.1 Amistosa e Cooperativa.

Esse tipo de testemunha fala abertamente sobre quase todos os assuntos propostos, excetuando aqueles tendentes a incriminá-lo ou desonrá-lo.

Para assegurar o máximo rendimento, o entrevistador deve procurar estabelecer e preservar uma atmosfera colaborativa, não fazendo menção a assuntos pessoais, desnecessários ao objetivo.

O investigador deve evitar excessiva indulgência, para não perder o controle da entrevista.

10.4.1.2 Neutra.

Esse tipo de fonte é cooperativa até certo ponto. De modo geral, tende a responder o que lhe é perguntado diretamente e, raras vezes, transmite informações adicionais.

Para obter a informação desejada o entrevistador é obrigado a fazer inúmeras perguntas específicas.

10.4.1.3 Hostil e Antagônica.

A testemunha hostil e antagônica constitui problema. Em muitos casos recusa-se a falar, opondo-se veementemente a condução dos trabalhos do investigador.

Com esse tipo de fonte é muito importante ser paciente e usar de tato e autocontrole.

Em princípio não vale a pena desperdiçar tempo e esforço excessivos entrevistando esse tipo de fonte se estas não tiverem uma relação direta com a ocorrência.

10.5 A ENTREVISTA IDEAL

Os investigadores devem utilizar, sempre que possível, as seguintes técnicas para coletarem o máximo de informações possíveis durante uma entrevista:

Declarções devem ser tomadas o mais rapidamente possível após o acidente. Quando isso não for possível, identificar as testemunhas anotando nome, endereço e telefone para contato em uma segunda fase;

Recomenda-se ouvir as testemunhas no local onde se passou o acidente. Providênciia que pode ser muito útil, não só para uma compreensão mais clara da declaração, mas também para obter detalhes adicionais. Se isto não for possível, recomenda-se um lugar neutro e confortável;

É altamente recomendável que as entrevistas com as testemunhas ocorram de forma isolada, a fim de não influenciar outras testemunhas;

Recomenda-se, sempre que possível, ao investigador se vestir de acordo com a testemunha para evitar barreiras na comunicação;

Nenhuma afirmação deve ser descartada. Uma declaração de uma testemunha com experiência em aviação não será necessariamente a declaração mais valiosa;

É boa prática para o investigador ser acompanhado por uma pessoa que possa fazer anotações, deixando-o livre para concentrar-se apenas naquilo que está sendo dito;

O investigador deve sentar-se a 90 graus em relação à testemunha com a finalidade de obter um melhor contato visual e evitar que mesas e objetos se transformem em barreiras à entrevista;

O investigador deve fazer a apresentação pessoal, antes de mais nada, e dizer que o objetivo da entrevista é ajudar na investigação e consequentemente na prevenção de um futuro acidente;

A aproximação com as possíveis testemunhas deve ser sutil. Procure saber onde estavam localizadas em relação ao ocorrido, seu nível de conhecimento e interesse no caso.

Ir direto ao assunto depois das devidas apresentações;

Estabelecer um bom canal de comunicação ao final da entrevista fornecendo seu cartão pessoal e agradecendo pelas informações, pois uma segunda entrevista pode ser necessária.

10.6 FASES DA ENTREVISTA

Para ser eficiente, cada entrevista exige medidas iniciais, previsão de comportamentos, locais compatíveis, infraestrutura adequada etc. Estes aspectos foram contemplados, didaticamente, com o estabelecimento de fases de trabalho para o investigador, descritas abaixo.

10.6.1 PLANEJAMENTO

A fase de planejamento consiste do levantamento prévio das necessidades materiais para o desenvolvimento das entrevistas, bem como da elaboração dos quesitos importantes a serem buscados ao longo da entrevista e do adequado preparo do investigador com relação aos aspectos que envolvam a aeronave acidentada, desempenho, dados do local do acidente etc.

Nessa fase, o investigador deverá atentar para:

- a) conhecimento do objetivo, utilizando-o como base no planejamento da entrevista;
- b) conhecimento especializado, pois a entrevista pode exigir do investigador minuciosos conhecimentos sobre a área geográfica, tipo de aeronave, procedimentos no terminal, etc.;
- c) avaliação das fontes. O investigador deve reunir, analisar e avaliar todos os dados existentes sobre as testemunhas; e
- d) recursos para a entrevista: mapas, documentos, equipamentos de gravação e fotografia, apoio logístico (transporte, alimentação, escritório, etc.).

NOTA: o Anexo G e o Anexo H apresentam guias para entrevista, para a orientação da condução deste processo pelo investigador que realiza uma ação inicial e/ou que realiza uma investigação do aspecto psicológico.

10.6.2 ABORDAGEM

A fase de abordagem começa no primeiro contato entre a fonte e o investigador. É necessária muita cautela nesse relacionamento, uma vez que o sucesso da entrevista depende, em grande parte, da habilidade em desenvolver, com antecipação, o interesse da fonte.

Nesta fase, o investigador tem, como objetivo, estabelecer relacionamento com a fonte, buscando obter sua cooperação e levá-la a responder corretamente. Baseado na avaliação da fonte, o entrevistador adotará a atitude adequada e, se necessário, modificar tal comportamento.

Recomenda-se adotar uma atitude formal contato inicial. Na medida em que a fonte passa a cooperar, torna-se vantajosa uma atitude mais relaxada.

Como técnicas de abordagem destacam-se:

- a) abordagem direta: o investigador comunica, imediatamente, a finalidade da entrevista. É simples e não demanda tempo; e
- b) abordagem indireta: o investigador demonstra conhecimento do quadro do incidente/acidente aeronáutico e solicita, por vezes, confirmação mais

detalhada das inferências realizadas. Se efetuada sem o devido preparo, pode comprometer o princípio da discrição.

10.6.3 PERGUNTAS

É recomendável que as discussões com as testemunhas não sejam realizadas aos pares ou em grupos, a fim de evitar que a percepção de uma influência na opinião de outras. Além disso, tanto quanto possível, as testemunhas devem ser encorajadas a evitar discutir suas impressões entre si antes de relatar suas observações.

Apesar de não existir um ponto definido no qual termina a fase de abordagem e começa a fase das perguntas, esta, geralmente, é iniciada quando a fonte passa a responder questões relativas aos pontos específicos da entrevista.

As discussões com as testemunhas podem ser conduzidas, até certo ponto, em dois estágios: no primeiro, o investigador deve deixar a testemunha contar em suas próprias palavras, o máximo possível, como viu os eventos (sem interrupções exceto para mantê-lo nos assuntos relevantes); no segundo estágio, o investigador pode ter de fazer perguntas para clarificar qualquer ponto em dúvida (nunca se deve formular perguntas de maneira a sugerir respostas).

Para evitar que itens importantes sejam negligenciados, as perguntas devem ser apresentadas em sequência lógica. O apoio a uma sequência não deve impedir que o investigador explore os indícios que possam surgir.

O investigador deve tomar cuidado em não fazer perguntas de assuntos especializados a testemunhas leigas na área, sob pena de comprometer ou inibir a fonte. As perguntas devem ser preparadas de forma direta, simples e permitirem desdobramentos, quando necessário.

Embora se reconheça que uma entrevista sempre se reveste, em maior ou menor grau, de alguma imprevisibilidade, é importante considerar que as perguntas, inicialmente aplicadas nesta fase, devem ser preparadas já na fase de planejamento. Desta forma, garante-se que pelo menos as dúvidas já estabelecidas pelo investigador sejam contempladas.

10.6.4 CONCLUSÃO

Em uma entrevista, a fase de conclusão depende de fatores, tais como:

- a) testemunha idosa, ferida ou doente - o investigador pode ser obrigado a concluir ou adiar a entrevista;
- b) a quantidade de informações - pode ser tão grande que serão necessárias diversas sessões de entrevista para obtenção de todos os dados;
- c) atitude da fonte - cansaço ou falta de cooperação pode sugerir um adiamento;
- d) todas as perguntas respondidas; e
- e) perda da iniciativa ou controle da entrevista - nesse caso pode-se adiá-la.

Qualquer que seja o motivo para conclusão da entrevista, deve-se levar em consideração a necessidade de contatar, posteriormente, a fonte. Para tanto, a entrevista deve ser concluída em situação de cordialidade.

A testemunha deverá ser avisada de que a veracidade de suas informações será examinada e que o investigador deverá ser procurado caso a fonte deseje fazer qualquer retificação ou fornecer dados adicionais.

Objetivando futuras entrevistas, a técnica de abordagem utilizada inicialmente com a fonte deve ser reforçada.

O investigador não deve mencionar, nem deixar implícito que a testemunha já não é necessária e que não será entrevistada futuramente. A fonte que não revelou certos fatos pertinentes, durante a entrevista, talvez os mencione após a sua conclusão.

10.6.5 REGISTRO

Para assegurar a exatidão e a comprovação, deve ser estabelecido um modo para anotar ou gravar, durante ou após a entrevista, todas as particularidades abordadas.

Embora o uso de gravadores ou de filmadoras facilite o trabalho de registro, é preciso considerar que a carga de trabalho na recuperação das informações gravadas tenderá a ser muito grande. Além disso, é comum o constrangimento da testemunha diante destes equipamentos. Sendo assim, o uso de tais recursos somente dever ser feito com o expresso consentimento prévio da testemunha e, ao menor sinal de constrangimento, o investigador deverá, ostensivamente, desligá-lo, enfatizando ao entrevistado que o ponto principal é que este se sinta à vontade para prestar sua colaboração.

A tomada de apontamentos no decorrer da entrevista depende das circunstâncias, da colaboração da fonte e da natureza do assunto abordado. De modo geral, as anotações devem ser feitas apenas quando isso não perturbar a fonte ou reprimir seu desejo de cooperar.

Em alguns casos, é conveniente utilizar um assistente para fazer anotações ou para operar o equipamento de gravação. Enquanto não tiver alcançado certo progresso inicial com a fonte, estabelecendo um diálogo franco, o investigador deve se abster de fazer anotações.

O registro das declarações de uma testemunha pode ser útil à entrevista de outra fonte que não deseje cooperar.

11 COMPOSIÇÃO DE COMISSÕES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

O rumo e a dimensão da investigação dependerão, em muito, das proporções do acidente, do grau de complexidade da ocorrência aeronáutica, bem como do interesse público.

Desta forma, a investigação de um acidente aeronáutico se dividirá em áreas, podendo ser necessária a formação de diversos grupos para a exploração de aspectos específicos, em função da complexidade da ocorrência aeronáutica.

Uma das primeiras atividades decorrentes de um acidente aeronáutico consiste da seleção de especialistas para a atuação nas diversas áreas de investigação.

Embora esta seleção seja feita considerando-se alguns critérios objetivos estabelecidos na regulamentação do SIPAER, em alguns casos, diante das características do acidente, o Investigador-Encarregado poderá necessitar do apoio de especialistas das diversas áreas técnicas da atividade aérea.

É importante observar que, para reconhecer estas necessidades, o Investigador-Encarregado deverá ter noções básicas das diversas áreas que compõem a infraestrutura aeronáutica, conforme o Código Brasileiro de Aeronáutica.

11.1 COMPOSIÇÃO DE COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS COMPLEXAS

Uma prática internacionalmente consagrada para acidentes de grandes proporções consiste na formação de grupos para permitir uma melhor cobertura de todos os aspectos da investigação, cabendo ao Investigador-Encarregado a orientação e a coordenação dos trabalhos desenvolvidos em cada grupo.

Normalmente, técnicos especializados chefiarão os vários grupos de trabalho os quais poderão incluir técnicos do operador envolvido, dos fabricantes da aeronave, dos motores e dos acessórios, representantes das tripulações e outros que possam contribuir com seus conhecimentos e experiências. O número de grupos e de pessoal designado para cada um deles dependerá da complexidade do acidente aeronáutico.

Ainda, no tocante à Comissão de Investigação, pode-se dizer que a sua composição poderá ser dividida em vários níveis distintos, estabelecidos de acordo com a área de atuação de seus integrantes ao longo do processo de investigação.

Num primeiro nível, encontra-se a composição básica, que se refere àqueles elementos que, efetivamente, conduzirão os trabalhos de investigação, determinando as ações a serem efetivadas ao longo do processo, enquanto que em níveis secundários estarão os assessores técnicos à investigação.

Assim, a composição básica da Comissão de Investigação se constituirá da seguinte forma:

- a) Investigador-Encarregado: responsável pela investigação como um todo. Preside a comissão e decide sobre os rumos da investigação e supervisiona o seu resultado, garantindo o alcance dos objetivos de prevenção. Efetua o tratamento de assuntos da Comissão de Investigação com os demais órgãos.
- b) Coordenador: responsável pela coordenação das tarefas de investigação. Organiza, conduz e controla as atividades de investigação desempenhadas pelos encarregados das demais áreas de investigação do SIPAER. Promove a troca de informações e a realização de reuniões da Comissão de Investigação. Assessora o Presidente sobre o andamento dos trabalhos de investigação. Redige a minuta do Relatório Final.
- c) Encarregado da área de investigação dos fatores humanos: conduz o levantamento de informações (juntamente com o seu grupo), sendo o responsável pela elaboração do relatório factual afeto à área de investigação dos fatores humanos ao final da fase de coleta de dados. Participa das discussões junto aos demais componentes da comissão, buscando relacionar os achados da área do fator humano com as demais áreas, de forma a elaborar hipóteses e conclusões consistentes durante a fase de análise. Auxilia o coordenador na análise e na revisão da minuta do RF.
- d) Encarregado da área de investigação do fator material: conduz o levantamento de informações (juntamente com o seu grupo), sendo o responsável pela elaboração do relatório factual afeto à área de investigação do fator material ao final da fase de coleta de dados. Participa das discussões junto aos demais componentes da comissão, buscando relacionar os achados da área do fator material com as demais áreas, de forma a elaborar hipóteses e conclusões consistentes durante a fase de análise. Auxilia o coordenador na análise e na revisão da minuta do RF.
- e) Encarregado da área de investigação do fator operacional: conduz o levantamento de informações (juntamente com o seu grupo), sendo o responsável pela elaboração do relatório factual afeto à área de investigação do fator operacional ao final da fase de coleta de dados. Participa das discussões junto aos demais componentes da comissão, buscando relacionar os achados da área do fator operacional com as demais áreas, de forma a elaborar hipóteses e conclusões consistentes durante a fase de análise. Auxilia o coordenador na análise e na revisão da minuta do RF.

11.1.1 COMPOSIÇÃO COMPLEMENTAR

Na composição complementar da Comissão de Investigação pode-se encontrar: os representantes acreditados e/ou *advisors* de acordo com os critérios estabelecidos no Anexo13 da ICAO; e os elementos considerados necessários para o assessoramento aos integrantes da composição básica.

Este complemento à composição da Comissão de Investigação visa, portanto, atender a três necessidades específicas: prestar assessoria especializada aos integrantes da composição básica (Assessoria); favorecer o rápido conhecimento dos fatores que contribuíram para o acidente, permitindo assim a imediata adoção de medidas preventivas ou corretivas que

se mostrarem necessárias no curso da investigação (Acompanhamento); e o atendimento às normas e práticas recomendadas pela ICAO através do Anexo13 (Participação).

Consequentemente, a participação de qualquer representante na investigação estará condicionada aos interesses da prevenção e terá a sua qualificação profissional como um requisito essencial.

Nos casos de assessoria, a qualificação técnica estará, necessariamente, associada à área para a qual a Comissão de Investigação se ressente da expertise requerida para a investigação.

Já nos casos de acompanhamento, o representante será, necessariamente, um investigador formado pelo CENIPA, com credencial válida, nos termos da regulamentação do SIPAER.

Por fim, os representantes de outros países - representantes acreditados - deverão ser formalmente nominados pelos respectivos governos. É comum que um representante acreditado conte com uma assessoria própria. Neste caso, cada representante acreditado é responsável pela participação de seus assessores, podendo delegar a eles as suas prerrogativas, desde que o façam formalmente.

Quanto aos limites de atuação de cada integrante da composição complementar, embora devam ser estabelecidas pelo IIC logo no início dos trabalhos, algumas regras gerais devem ser observadas de forma a evitar possíveis conflitos de interesse ou situações constrangedoras.

Quando a participação de uma organização for requerida pelo IIC para o apoio técnico, a atuação de seu representante ficará restrita, normalmente, à área na qual será prestada a assessoria. Neste caso, aquele representante não toma parte de todas as atividades da Comissão de Investigação, tanto quanto não toma conhecimento de outras áreas da investigação que não sejam essenciais à prestação da assessoria requerida.

Portanto, esta participação acaba sendo delimitada em função da necessidade que a determinou.

Para a participação do Representante Acreditado na investigação são assegurados:

- a) o direito de visita ao local do acidente;
- b) o exame dos destroços;
- c) o acesso às informações das testemunhas e a sugestão de temas para questionamento;
- d) o acesso irrestrito a todas as evidências relevantes assim que possível;
- e) o recebimento de cópias de todos os documentos pertinentes;
- f) a participação na escuta das gravações;
- g) a participação nas atividades de investigação tais como exames de componentes, *briefings* técnicos, simulações e testes;
- h) a participação nas reuniões sobre o progresso da investigação, inclusive deliberando sobre as análises, fatores contribuintes e recomendações de

segurança; e

- i) a interpelação quanto aos diversos elementos de investigação.

Todos os profissionais que participarem da investigação, incluindo os membros da composição complementar, deverão assinar um termo de compromisso de manutenção do sigilo das informações relacionadas à ocorrência aeronáutica (ficha disponibilizada no site do CENIPA).

11.2 COMPOSIÇÃO DE COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS NÃO COMPLEXAS

No caso de ocorrências aeronáuticas de menor complexidade, poderá ser designada uma equipe menor, de acordo com os aspectos técnicos relativos ao cenário de investigação.

A investigação também poderá ser conduzida por um único investigador. Nesse caso, o Investigador-Encarregado terá a responsabilidade pela organização, realização e notificação da investigação, além de atuar na investigação de acordo com sua experiência. Dependendo das circunstâncias da ocorrência, outros especialistas (como os serviços de tráfego aéreo, performance da aeronave, gravadores de voo, fator material, fatores humanos, etc.) podem ser incluídos na equipe de investigação.

Se, no decorrer da investigação, surgirem fatos que indiquem que as circunstâncias da ocorrência aeronáutica pressupõem fatores contribuintes com elevado potencial de perigo e que impliquem em riscos intoleráveis para a atividade aérea, o Investigador-Encarregado poderá solicitar a constituição de uma comissão de investigação mais robusta a fim de explorar de forma mais aprofundada os diversos aspectos que possam estar relacionados com a ocorrência.

12 INVESTIGAÇÃO PÓS-CAMPO

Este capítulo objetiva apresentar uma visão geral sobre o levantamento, o tratamento e a análise dos dados afetos à investigação das três áreas de investigação do SIPAER, que se iniciam após a Ação Inicial (ou fase de campo).

O conteúdo aqui apresentado não é exaustivo e serve como uma referência que visa a permitir, ao Investigador-Encarregado, questionar os achados da Ação Inicial e relacionar, de forma coerente, todos os aspectos envolvidos em uma ocorrência aeronáutica, durante o processo de investigação.

12.1 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS

Este item visa detalhar a sistemática de busca pelas informações relacionadas à contribuição dos aspectos médico e psicológico para as ocorrências aeronáuticas.

12.1.1 ASPECTOS MÉDICOS

O aspecto médico analisa as condições físicas, fisiológicas e patológicas presentes no ser humano e que possam ter contribuído para a ocorrência aeronáutica. Devido a sua alta complexidade, este tipo de investigação exige a presença de um profissional médico especializado em medicina de aviação e com curso de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos para análise dos dados coletados.

Ao analisarem-se as condições físicas do piloto no momento do acidente. Faz-se um levantamento de sua aptidão física de uma forma geral e o seu grau de comprometimento físico no momento do acidente. Isto é feito, geralmente, por meio de depoimentos e da pesquisa em exames de inspeção de saúde e de aptidão física recentes do piloto.

Quanto às condições fisiológicas, avalia-se a habilitação do piloto para reconhecer os efeitos da atividade aérea nos diversos aparelhos e sistemas do corpo humano por meio de algum treinamento específico. A falta deste treinamento pode levá-lo a ter reações inadequadas e perigosas na pilotagem simplesmente por desconhecimento das reações do corpo humano em ambiente aéreo, que podem contribuir sobremaneira para a gênese do acidente.

É necessário saber se o piloto já tinha se submetido a algum treinamento fisiológico anteriormente ou se tinha alguma informação sobre medicina de aviação que o habilitasse a compreender o que se passa com o corpo humano submetido à atividade aérea.

A investigação da condição patológica não busca identificar se o piloto é portador de alguma doença no momento do acidente, pois isto já é analisado durante a avaliação da condição física mas, sim, se o piloto não se encontrava, momentaneamente, no seu melhor estado físico e mental devido a alguma postura que ele tenha assumido voluntariamente. O que se busca é verificar se houve uma sobrecarga física que o tenha impossibilitado de alcançar seu melhor desempenho. Aqui é analisado se o piloto utilizou ou vinha utilizando algum tipo de medicação, se fumava, se utiliza álcool e se alimentava adequadamente. Em outras palavras, se de alguma forma a sobrecarga autoprovocada contribuiu para o acidente.

A análise completa destas três condições pode contribuir para a elucidação do acidente.

12.1.1.1 Coleta de evidências do aspecto médico.

Ao conduzir uma investigação do aspecto médico, o investigador deverá atentar para as seguintes informações a serem coletadas:

- a) obtenção de informações dos tripulantes, passageiros e testemunhas por meio de entrevistas e solicitações oficiais emitidas pelo Investigador-Encarregado:
 - informações gerais do voo;
 - aplicação da metodologia para investigação da fadiga humana, desenvolvida pela Comissão Nacional de Fadiga Humana (CNFH), nas entrevistas iniciais;
 - configuração interna da aeronave;
 - informações da tripulação (treinamentos realizados, experiência com a aeronave, horas voadas, etapas de voo, horas de sono, se houve descanso durante a jornada de trabalho, hábitos diários, problemas pessoais, problemas familiares, etc.); e
 - informações dos passageiros.
- b) registro médico (doença recente ou interrupção de atividade aérea, último exame médico, investigação da possibilidade de fadiga, incluindo levantamento dos períodos de trabalho e de descanso durante os últimos 30 dias antes do acidente, e em especial, a última semana e as últimas 48 horas.);
- c) danos na aeronave e descrição do local do acidente (avaliar estado geral da aeronave, se houve incêndio, se caiu na água);
- d) obtenção de cópia da última ficha de inspeção de saúde realizada antes do acidente/incidente, e da ficha de inspeção de saúde realizada após o acidente/incidente (quando houver), e dos prontuários médicos (quando for necessário e se for possível o acesso);
- e) no caso de fatalidades, o médico deverá obter o resultado do laudo cadavérico e dos exames toxicológicos realizados pelo Instituto Médico Legal (IML) mais próximo da região onde ocorreu o acidente.
- f) analisar os gravadores de voo (CVR) a fim de pesquisar a presença de problemas de *Crew Resource Management* (CRM) e correlacionar as informações contidas nos diálogos com as hipóteses aventadas do aspecto médico;
- g) analisar as fotos do acidente (avaliação dos destroços, estado e posição das vítimas, marcas do impacto encontradas no terreno, que juntos irão auxiliar no entendimento da biomecânica do trauma);
- h) acompanhar e correlacionar os resultados da investigação sobre dos outros aspectos dos Fatores Humanos da Comissão de Investigação de Acidente Aeronáutico;
- i) investigação do Procedimento de Evacuação da aeronave (se foi realizado adequadamente ou não): Nesta fase de investigação, avaliam-se detalhadamente os sistemas que existem na aeronave para que os tripulantes possam escapar com vida caso não venham a falecer instantaneamente no acidente. Quanto aos sistemas de escape (cadeiras de ejeção e saídas de emergência), há uma avaliação global de sua efetividade. Geralmente, nas cadeiras de ejeção, há uma suspeita de que não tenha funcionado adequadamente a partir de lesões ou ferimentos produzidos nos pilotos.

- j) avaliação da presença de Equipamento de Proteção Individual, kit de Sobrevivência e da presença ou não de treinamento dos tripulantes para o uso dos mesmos; e
- k) descrever os Procedimentos de Salvamento (como foi realizado e quanto tempo após o acidente).

12.1.1.2 Investigaçāo da causa da morte ou do ferimento.

A Investigação da Causa da Morte ou do Ferimento inicia-se na análise dos dados colhidos no exame do cadáver ou na descrição técnica dos ferimentos. Por vezes, a leitura do laudo cadavérico não traz, aparentemente, maiores informações. No entanto, a preocupação, nesta fase da investigação, é tentar associar as lesões descritas aos acontecimentos presumivelmente ocorridos no desenrolar do acidente. O trabalho deve sempre ser apoiado em fatos observados e não em hipóteses formuladas sem qualquer fato concreto.

O investigador deve orientar o responsável pelo laudo cadavérico na realização de análise minuciosa das lesões encontradas nas vítimas para correlacioná-las às diversas partes da aeronave, na tentativa de esclarecer as causas do acidente. A seguir serão dados alguns exemplos da importância do laudo cadavérico:

- a) vítimas com rupturas em vísceras e vasos sanguíneos - descompressão explosiva na aeronave ou o impacto das pessoas contra as partes da aeronave - Neste caso, a primeira alternativa se encaixa melhor no tipo de lesões descritas, uma vez que despressurizações violentas podem causar a ruptura de vasos sanguíneos dos ocupantes de aeronaves;
- b) tripulante com lesão cervical ou facial severa em aeronave da aviação geral que sofreu fogo pós-impacto (ou colisão do rosto do piloto contra o painel ou colisão com fauna). - Neste caso, é necessário avaliar os danos ao painel da aeronave, que pode estar bastante comprometido pelo fogo, e a resistência certificada do para-brisa em colisão com fauna. O padrão de fraturas cervicais no sentido contrária à desaceleração provocada pelo impacto com solo ou o padrão de fraturas no rosto do piloto pode indicar impacto com partes planas (painel da aeronave) ou com objetos irregulares (corpo da ave). A coleta de amostras de material orgânico do rosto do piloto deve ser feita em busca de identificar código genético que não seja humano.
- c) tripulante com corte profundo na virilha e paraquedas preso ao corpo com velame parcialmente queimado - O paraquedas pode ter se incendiado no momento do abandono da aeronave ou a lesão da virilha provocada por tirantes frouxos que lesaram a artéria femoral, provocando uma hemorragia abundante que matou o tripulante antes deste chegar ao solo.

As hipóteses acima comentadas só serão adequadamente respondidas pela análise minuciosa dos corpos, realizada durante a autópsia.

A lesão pode também ter sido provocada por objetos fixos dentro da aeronave que se soltaram e foram lançados sobre o corpo do piloto; ou o piloto foi lançado sobre estes objetos.

A possibilidade de se radiografar o corpo deve sempre ser levantada. Podem ser localizados destroços ou fragmentos dentro do corpo do tripulante. Um painel que se estilhaça

lança sobre o corpo dos tripulantes fragmentos que agem como pedaços de uma granada. A morte do piloto pode ter sido causada por estes estilhaços.

Todas estas informações devem se aventadas pelo investigador médico quando analisa os dados colhidos no exame das lesões encontradas no cadáver ou do ferimento. Seu papel, nesta fase, é o de responder, baseado nos achados, à pergunta: “O que causou esta lesão?”.

12.1.1.3 Investigaçāo dos sistemas de escape, equipamento individual e de sobrevivēcia e procedimentos de salvamento.

Nesta fase de investigação, avaliam-se detalhadamente os sistemas que existem na aeronave para que os tripulantes possam escapar com vida, caso não venham a falecer instantaneamente no acidente. São avaliados: o equipamento individual para protegê-lo, o equipamento de sobrevivēcia e os procedimentos de salvamento.

Quanto aos sistemas de escape (cadeiras de ejeção e saídas de emergēcia), há uma avaliação global de sua efetividade. Geralmente, nas cadeiras de ejeção, pode haver uma suspeita de que não tenha funcionado adequadamente baseado em lesões ou ferimentos produzidos nos pilotos.

Os sistemas de proteção individual são avaliados quanto a sua efetividade na proteção do tripulante. Assim, cada material usado é inspecionado quanto às especificações para as quais foram criados. O mesmo pode ser dito dos equipamentos de sobrevivēcia.

Finalmente, é feita uma avaliação dos procedimentos de salvamento nos casos em que ele ocorre. A pior situação é aquela na qual o tripulante escapou do acidente e veio a falecer devido a procedimentos inadequados durante o seu salvamento.

Em todas estas fases, é de grande importância a presença de especialistas para ajudar na correta avaliação destes itens.

12.1.1.4 Material para investigação médica.

Para que se possa extrair o máximo de informações da parte médica da investigação, é necessário que se utilizem todos os meios técnicos disponíveis no mercado.

Muito do que se desejaría saber sobre um acidente é, por vezes, sepultado junto com o mesmo por não se ter investigado adequadamente os fatores mencionados acima.

De qualquer forma, todos podem contribuir para a investigação médica por meio de pequenas ações, tais como:

- a) não remover o cadáver da posição em que foi encontrado. Caso não seja possível mantê-lo naquela posição, fotografá-lo com o maior grau de detalhamento possível; e
- b) observar e registrar tudo o que possa chamar a atenção nos cadáveres, na aeronave, ou qualquer outro aspecto que se mostre curioso, inexplicável ou esclarecedor.

12.1.1.5 Orientações finais:

Toda informação ou material que o médico necessitar para sua investigação deverá ser solicitada sempre via Investigador-Encarregado.

Para garantir a realização dos exames toxicológicos e radiografias nos aeronavegantes envolvidos num acidente fatal deve-se emitir um documento formal solicitando tais exames ao Instituto Médico Legal (IML) local responsável.

Para prevenir a ocorrência de acidentes similares no futuro, os investigadores devem encontrar todas as possíveis respostas para o acidente em questão.

O médico investigador deve estar aberto a todas as possibilidades e dar atenção a todos os fatos pertinentes.

Cada conclusão deve ser checada para verificar: se está amparada em evidências (seja ela física, documental ou baseada em testemunhos) e em referências bibliográficas.

12.1.2 ERGONOMIA

A ergonomia situa-se num cruzamento interdisciplinar entre várias disciplinas como Fisiologia, Psicologia, Sociologia e Engenharia, e práticas profissionais como Medicina do Trabalho, *Design*, Sociotécnicas e Tecnologias de estratégia e organização.

Dessa maneira, a investigação dessa área pode ser realizada por grupos ou indivíduos de várias especialidades que possuem informações, técnicas, instrumentos, teorias e conceitos que permitem avançar na compreensão do evento.

Para compreender a complexidade do evento, a Ergonomia utiliza como estratégia a decomposição da atividade em indicadores observáveis, como exploração visual, deslocamento, etc.

A partir dos indicadores iniciais é possível formular proposições sobre a ocorrência e definir a metodologia que será utilizada para investigar a contribuição desse aspecto.

O investigador poderá utilizar técnicas objetivas e subjetivas para realizar o levantamento dos aspectos físicos que afetaram as interfaces do relacionamento físico homem-máquina e do relacionamento homem-ambiente, como as interfaces de informação (displays), as interfaces de acionamentos (controle), as interfaces de design, a inadequação antropométrica, as qualidades acústicas e lumínicas do ambiente de trabalho, dentre outras.

As técnicas de investigação deverão ser aplicadas em acordo com a ocorrência e as hipóteses iniciais levantadas acerca da mesma, quais sejam:

- a) observação - essa é uma técnica objetiva/direta na qual o investigador faz as observações das atividades desempenhadas, seja em situação real ou simulada, e filtra as informações disponíveis. Indicadores como postura adotada, exploração visual e deslocamentos necessários oferecem indícios das condições em que a atividade é desempenhada e das exigências requeridas.
- b) entrevistas - elas podem ser realizadas simultaneamente à observação das atividades em situação real ou simuladas. Por meio da entrevista, o operador pode explicar o que ele faz, como faz e por que executa a atividade de tal maneira, o que permitirá melhor compreensão das possíveis intercorrências nas interfaces homem-máquina/ambiente.

12.1.3 ASPECTOS PSICOLÓGICOS

O psicólogo encarregado da investigação do Aspecto Psicológico deve proceder como pesquisador, analisando exaustiva e criticamente a situação da ocorrência aeronáutica, com a finalidade de elucidar os condicionantes do desempenho envolvidos e prevenir ocorrências semelhantes.

Cada indício analisado deve ser objeto de hipóteses que considerem a contribuição das variáveis individuais, psicossociais ou organizacionais, assim como a interação entre essas e, também, com outras variáveis de natureza diferente.

Deve-se ainda estabelecer o grau de influência das interações analisadas, sobre a ocorrência aeronáutica. As hipóteses devem ser consistentes e embasadas tecnicamente.

Para isso, o processo investigativo das ocorrências aeronáuticas precisa seguir um parâmetro metodológico, tal qual um processo de pesquisa, que tornará válido e fidedigno os resultados desse trabalho. Assim, ao considerar o processo investigativo sob a perspectiva da metodologia científica, podem ser utilizados os seguintes métodos: pesquisa de campo, pesquisa documental e pesquisa *ex-post facto*.

12.1.3.1 Fases da Investigação Psicológica.

A investigação psicológica de um acidente aeronáutico pode ser dividida em quatro fases distintas:

- a) coleta de informações preliminares;
- b) planejamento;
- c) pesquisas; e
- d) elaboração do relatório final.

12.1.3.1.1 Coleta de Informações Preliminares.

Essa etapa da investigação é exploratória, dedicando-se a se informar a respeito das circunstâncias concretas do evento, junto aos demais integrantes da Comissão de Investigação.

Conforme a viabilidade e contexto da ocorrência, o psicólogo poderá participar da Ação Inicial, levantando todas as informações factuais que serão úteis à Investigação do Aspecto Psicológico. Deve-se buscar por informações preliminares sobre a tripulação, a organização/empresa e as condições que envolveram o acidente.

Caso não seja viável a participação na Ação Inicial, é possível realizar o levantamento de algumas informações da ocorrência também por meio da equipe de investigadores que realizou a Ação Inicial e do Registro de Ação Inicial.

12.1.3.1.2 Planejamento.

Com o material inicial reunido, realiza-se uma delimitação da área a ser pesquisada e formulam-se as primeiras hipóteses sobre os possíveis aspectos que concorreram para a ocorrência aeronáutica.

O psicólogo poderá organizar seu trabalho baseando-se no método de pesquisa de campo, método documental, e/ou no método *ex-post facto*, conforme descrito anteriormente.

12.1.3.1.3 Pesquisas.

A pesquisa é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento, por meio do confronto entre os dados, evidências e informações coletadas a respeito de determinado assunto.

Dessa maneira, o investigador deve escolher métodos de pesquisa que promova a organização das informações da forma mais objetiva possível para a correta interpretação do fenômeno.

Na pesquisa de campo procura-se o aprofundamento de uma realidade específica, no caso a ocorrência aeronáutica. Basicamente ela é realizada por meio de:

- a) visita organizacional, que permite uma observação direta das atividades do grupo a ser estudado e o levantamento de informações necessárias para a compreensão do evento nos setores implicados.
- b) entrevistas para captar as explicações e interpretações do que ocorreu no cenário do acidente.
 - a entrevista constitui uma técnica de interação social, uma forma de diálogo assimétrico, na qual uma parte busca obter dados e a outra se configura como fonte de informação.
 - as entrevistas devem ser realizadas com as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na situação e que possam fornecer informações relevantes à compreensão da ocorrência.
 - as entrevistas podem ser realizadas individualmente ou em parceria com os demais membros da Comissão de Investigação. Tal configuração

poderá ser estabelecida conforme acordo realizado em reunião preliminar dos membros.

- é preciso levar em consideração o perfil apresentado pelo entrevistado, o que pode requerer mudanças no acordo estabelecido. Por exemplo, entrevistado com timidez ou resistência aparente pode demandar uma entrevista mais reservada entre ele e o psicólogo, criando um clima mais aberto para exposição dos fatos.
- ao estabelecer o momento e o local da entrevista, o psicólogo deverá avaliar as condições presentes e viáveis para a realização da mesma, evitando comprometer a qualidade da entrevista. O local deverá ser o mais cômodo possível para os entrevistados, preferencialmente longe de ruídos e movimentações de pessoas.
- o planejamento da entrevista deve considerar um roteiro semiestruturado que oriente a abordagem de aspectos individuais, psicossociais e organizacionais que possam estar relacionados à ocorrência. Um modelo de roteiro com sugestão de tópicos a serem abordados em entrevista pode ser verificado no Anexo H desse Manual.
- as áreas e tópicos do roteiro auxiliam o entrevistador no sentido de saber: o que, em princípio, deve extrair da fala do entrevistado como informação relevante; que perguntas eventualmente serão dirigidas ao entrevistado, caso este não aborde uma área ou tópico previsto; qual a melhor ordem de assuntos a ser seguida - ordem que servirá apenas como orientação geral, mas que será retornada sempre que o entrevistado se dispersar muito, pois a entrevista, sendo não diretiva, não segue obrigatoriamente uma sequência rígida de perguntas e respostas.
- as anotações dos dados coletados deverão ser efetuadas durante a entrevista, explicando-se ao entrevistado o motivo deste procedimento. As anotações deverão ser confirmadas com o entrevistado ao final da entrevista, conforme a necessidade.
- o psicólogo está desobrigado do registro de dados na presença dos entrevistados, sempre que estes apresentem reações ou condições emocionais que contraindiquem tal procedimento. Deve-se evitar a utilização de gravador. Se a gravação for indispensável, deve-se respeitar as condições previstas pelo Código de Ética Profissional dos Psicólogos (art. 25).
- sempre há a necessidade de avaliar se os dados coletados são suficientes para se estabelecer uma hipótese explicativa dos fatores psicológicos que contribuíram para a ocorrência do evento, confirmando ou não as hipóteses iniciais.
- no caso de os dados não terem sido suficientes, faz-se necessário rever o planejamento inicial, prevendo novas fontes de informações.

O levantamento e a análise das atividades dos membros da tripulação são bastante relevantes para Fatores Humanos. O investigador deve levantar dados específicos referente ao período anterior ao acidente, como:

- a) atividades durante as 24 ou 48 horas antes do acidente, com referência especial ao aspecto psicológico que pode ter influência no desempenho dos membros da tripulação, sua condição física em relação ao ciclo trabalho/descanso e a irregularidade de alimentação, especialmente se tiver havido mudança substancial na duração de voo recente e uma verificação dos seus períodos de sono antes da partida.
- b) circunstâncias e distâncias envolvidas na ida para o aeródromo antes de começar as tarefas da tripulação e atividade de cada membro da tripulação na preparação para o voo (computação de peso e balanceamento, carga de combustível, planejamento da navegação, aprontos meteorológicos, cheques pré-voo etc.).
- c) as atividades e os períodos de revezamento, se houver, em voo. Esta informação é geralmente obtida das declarações dos membros sobreviventes da tripulação, de registros ou declarações relativas às comunicações ar/terra ou de ambas as fontes.
- d) as informações de “Durante o acidente”: o investigador deve procurar recompor o papel e o comportamento de cada membro da tripulação durante as fases da própria sequência do acidente. Além disso, examinar a contribuição de aspectos tais como disposição da cabine, tipos de alavancas de controle, interruptores.

Dentro da pesquisa documental, os materiais pesquisados receberão um tratamento analítico. São documentos que fornecem informações referentes à ocorrência aeronáutica investigada, conservados em arquivos de órgãos públicos ou privados, tais como: fotografias, filmes, gravações de CVR, FDR, diários de bordo, revisualizações dos dados RADAR, atas de reunião, boletins e informes, manuais de procedimento, programas de treinamento da organização, fichas de avaliação dos treinamentos realizados pelos envolvidos, entre outros.

A pesquisa documental constitui uma técnica importante de investigação, que tanto complementa informações obtidas por outras técnicas, como revela aspectos novos da ocorrência investigada.

A pesquisa ex-post-facto busca investigar prováveis relações de causa e efeito entre um determinado fato identificado pelo investigador e um fenômeno que ocorre posteriormente. Caracteriza-se, principalmente, pelo fato de os dados serem coletados após a ocorrência dos eventos.

Nessa perspectiva, os fatos já ocorreram e estão no passado. Isso significa que o investigador não possui nenhuma possibilidade de controle ou de manipulação dos dados, porque os processos que deram origem ao fenômeno já aconteceram.

A pesquisa lida com variáveis como autoritarismo, ansiedade, aptidão, valores, tomada de decisão, dentre outras. Diante disso, é um tipo de pesquisa no qual o investigador faz inferências sobre as relações estabelecidas entre as variáveis em observação direta, identifica as situações que se desenvolveram naturalmente e tiram-se conclusões.

Portanto, cabe ao investigador a tarefa de encontrar as situações e o efeito causal, identificando as possíveis variáveis envolvidas e verificando se existe alguma relação entre elas.

12.1.3.1.4 Elaboração do Relatório.

Para a confecção do Relatório, fase final do processo investigativo, o psicólogo investigador deverá se orientar pelas normas do CENIPA (NSCA 3-6 e NSCA 3-13), por este Manual, bem como pelas normas do Conselho Federal de Psicologia (Resolução CFP nº 007/2003).

Os dados obtidos deverão ser organizados e servirão de base para uma análise da situação, na qual se definem as variáveis relevantes, a sua interação, seu modo de ação na determinação do evento e sua importância relativa nesta determinação, chegando-se à formulação dos aspectos psicológicos contribuintes. A análise deve ser consistente e embasada de forma técnica.

O relatório deve ser redigido em linguagem clara e objetiva, utilizando-se uma terminologia compreensível aos demais integrantes da comissão de investigação.

Na conclusão do Relatório, as variáveis psicológicas envolvidas na ocorrência deverão ser classificadas como “contribuinte” ou “indeterminado”, pautando-se nos dados coletados ao longo do processo investigativo.

O psicólogo deverá propor Recomendações de Segurança pertinentes aos aspectos psicológicos relacionados à ocorrência.

12.2 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

A investigação do fator material, muitas vezes, é usada para fomentar a área operacional, por meio de exames e pesquisas que tem como objetivo determinar a causa raiz de uma falha.

Para alcançar esse objetivo, o investigador do fator material deve realizar uma série de análises, exames, testes e pesquisas, a fim de determinar a causa raiz, os fatores que contribuíram para o colapso do material e/ou as condições a que um componente estava submetido e que possam ter influenciado na sua falha.

Nas seções seguintes, será feita uma descrição sucinta das ferramentas que o investigador do fator material dispõe para exercer sua atividade e como as conclusões das pesquisas realizadas deverão estar presentes no relatório final da investigação, caso elas estejam relacionadas com a ocorrência.

12.2.1 ESTUDO DE FATOR MATERIAL

Nesta seção, serão tratados, de modo geral, todos os aspectos concernentes ao fator material que afetem a aeronavegabilidade de um projeto. Serão tratados temas desde aspectos de projeto, como base de certificação e avaliação da segurança operacional, passando por aspectos de manutenção e fabricação, como adequação de manuais e garantia da qualidade nos processos.

Deve-se ter em mente que toda a argumentação presente nesta área deve ser embasada em exames criteriosos e testes específicos, feitos em laboratórios adequados, exigindo a presença de engenheiros qualificados.

12.2.1.1 Aspectos de Projeto

Um ponto de partida para a investigação desta área é, sem dúvida, o levantamento da base de certificação e relatórios de cumprimento de requisitos aos quais o projeto da aeronave foi submetido. Este aspecto é bastante amplo, englobando, por exemplo, desde os sistemas mais simples da aeronave até *softwares* embarcados complexos. Logo, faz-se necessário o suporte técnico de um especialista da área para a correta avaliação de eventuais não conformidades com a regulamentação e certificação do projeto.

Conforme mencionado no documento ARP5150 (*Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service*), as análises de segurança realizadas durante a fase de desenvolvimento de uma aeronave não são suficientes para garantir a segurança contínua das operações durante todo o ciclo de vida da aeronave. Torna-se necessário realizar o monitoramento contínuo dos assuntos de segurança de voo durante a vida em serviço da aeronave.

É importante considerar que a aeronave também passa por modificações e evolui ao longo da vida em serviço. Alguns exemplos de aspectos motivadores de modificações podem ser citados: melhorias de desempenho, melhorias de confiabilidade, correções de projeto, obsolescência de componentes, solicitações de operadores, alterações de configuração, cumprimento de novos requisitos entre outros.

A seguir são descritos alguns termos técnicos utilizados em projeto de aeronaves. O conhecimento dos conceitos relacionados a estes termos pode ser útil ao investigador durante todas as fases da investigação. Dependendo do fabricante algumas siglas podem ter algumas modificações:

- **Falha (Failure):** Uma ocorrência que pode afetar a operação de um componente, parte ou elemento de tal forma que este não mais desempenha sua função conforme especificado.
- **Falha Simples:** A ocorrência de qualquer condição de falha simples que impeça a continuidade segura do voo deve ser considerada extremamente improvável. A ocorrência de quaisquer outras condições de falha que poderiam reduzir a capacidade da aeronave, ou a capacidade da equipe para lidar com as condições adversas de operação, deve ser improvável.
- **Falha Latente:** Falha que não pode ser identificada pela tripulação ou pela manutenção por meio dos procedimentos normais previstos na documentação da aeronave.
- **Integração de Segurança:** Destina-se a analisar, a nível aeronave, os efeitos de falhas sistêmicas, erros e eventos externos (análise orientada a

falhas), considerando-se os aspectos humanos, ambientais e operacionais aplicáveis.

- **Safety Assessment:** Processos de engenharia destinados a avaliar, de maneira estruturada, sistemática e abrangente, se os níveis de segurança pretendidos estão sendo atingidos para cada sistema relevante e para a aeronave como um todo. Cada *Safety Assessment* pode conter vários ou todos os elementos anteriormente apresentados e ficar registrado em um ou mais relatórios de engenharia, conforme cada caso, especificamente negociado com as autoridades certificadoras.
- **FHA (Functional Hazard Assessment):** Exame sistemático das funcionalidades de um ou de vários sistemas logicamente interconectados, de tal forma a identificar e categorizar a criticidade de cada uma das condições de falha resultantes da inoperância ou desempenho deficiente de tais funcionalidades.
- **FTA (Fault Tree Analyses):** Metodologia gráfica/analítica que permite estabelecer a probabilidade de ocorrência dos eventos-topo correspondentes a cada condição de falha identificada no FHA, objetivando demonstrar proporcionalidade inversa entre a probabilidade e a gravidade da ocorrência.
- **Matriz de Aceitação do Risco:** Trata-se de uma matriz utilizada no projeto de aeronaves que correlaciona a probabilidade e a severidade das condições de falha.

Function	Failure Condition Hazard Description	Phase	Effect of Failure Condition on Aircraft/Crew	Classification	Reference to Supporting Material	Verification
Display of attitude information to control roll and pitch	Loss of primary means of attitude information used for control in roll and pitch. Information from standby or other means still available.	All	Crew would not be able to use primary means of attitude information, and would have to resort to standby or other means. As long as it is clear that the primary means cannot be relied upon, then using the standby or other means would create an increase in crew workload, but doubtful anything more severe. Hypothetical cases where it is not clear as to the integrity of the information may come under the "Misleading attitude information" case below.	Major	AC 23.1311-1B more additional guidance.	Qualitative analysis. May require FTA May use PSSA or SSA
Display of attitude information to control roll and pitch	Loss of all means of attitude information.	All	If certified for IFR operation, the crew would not have sufficient information to maintain a proper attitude and would likely inadvertently exceed attitude limits, which could result in the loss of control of the aircraft.	Catastrophic	AC 23.1311-1B more additional guidance.	Quantitative (FTA) and Qualitative analysis. May use PSSA or SSA

Figura 99 - Exemplo de *Functional Hazard Assessment* (FHA).

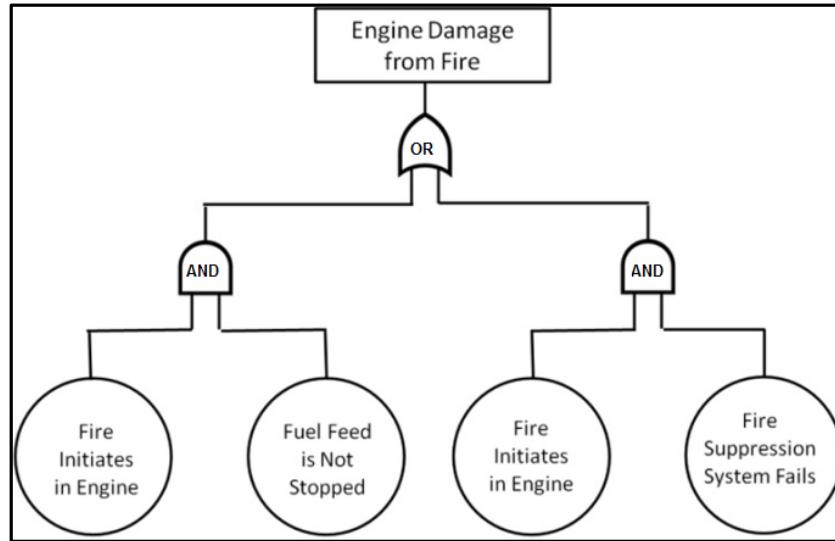


Figura 100 - Exemplo Árvore de análise de Falha.

Por conseguinte, todo embasamento da investigação do fator material no aspecto de projeto deve estar pautado nesses conceitos e embasado em documentos que forneçam essas informações como, Relatórios de Cumprimento de Requisitos, Relatórios de Avaliação de Segurança Operacional, Manuais de voo, MMEL, etc.

A investigação do aspecto de projeto estende-se a verificação de eventuais não conformidades no estabelecimento de parâmetros de operação ou de manutenção preventiva por meio da publicação de manuais do fabricante, tais como, *Aircraft Flight Manual* (AFM) Boletins de Serviço, *Aircraft Maintenance Manual* (AMM), *Maintenance Review Board Report* (MRBR), *Maintenance Planning Document* (MPD).

É importante diferenciar que o foco no âmbito do fator material está relacionado com a parte conceitual e de planejamento dos serviços de manutenção, enquanto que esse aspecto no âmbito operacional está relacionado com a execução dos serviços de manutenção e aderência aos manuais.

12.2.1.2 Aspecto de Fabricação

O aspecto de fabricação no âmbito do fator material está relacionado com a montagem, integração e processos de fabricação (ex.: usinagem, laminação, tratamentos térmicos, etc.) de um item que gere uma condição insegura de aeronavegabilidade, afetando suas propriedades físicas e químicas e consequentemente suas funcionalidades e desempenho.

A identificação de uma possível falha no processo de fabricação deve estar embasada no Relatório de Análise de Falha, conforme mencionado na seção 0, que tenha como conclusão que a causa raiz da falha teve origem em um processo de fabricação não conforme.

12.2.1.3 Aspecto de Manuseio do Material

O aspecto de manuseio do material está relacionado com a garantia da qualidade nos processos de estocagem, acondicionamento e movimentação do material.

Por mais criteriosa que seja a análise de falha do investigador do fator material, nem sempre será possível identificar esse aspecto como causa raiz de determinada falha, caso não haja outras fontes de informação.

12.2.2 A INVESTIGAÇÃO DE ESTRUTURAS

A construção de aeronaves modernas (ou de qualquer tipo de estrutura) utiliza-se de um grupo básico de cinco tipos de materiais: metais, compósitos, cerâmicas, polímeros e semicondutores. Estes materiais variam muito em suas propriedades mecânicas e físicas, uma característica que é fundamental na concepção, processamento e aplicações de performance.

Variações nas propriedades também ajudam a explicar a diferença de modos de falha de materiais. A maioria das aeronaves voando e sendo produzidas hoje contam com metais e suas ligas na sua construção. Em geral, metais e ligas são caracterizados pela resistência relativamente alta, alta rigidez, boa capacidade de carga e boa condutividade elétrica e térmica. No entanto, a tendência evolutiva de materiais mais modernos (compósitos) exigirá uma expansão nas técnicas de investigação já existentes.

Antes de se discutir o assunto de análise de falhas em materiais, o investigador de campo não pode esquecer que a determinação final da causa de uma falha de material deve ser feita por um especialista qualificado, educado e treinado em laboratório habilitado com equipamentos compatíveis para uma análise de falha.

O investigador de campo não necessita ser um especialista na tecnologia de materiais. No entanto, mais experiente e mais eficiente se tornará nesta área se entender os fundamentos da análise de falhas; reconhecer as falhas anômalas; conseguir determinar quais são as peças importantes para uma análise; saber preservar as evidências encontradas em um *crash site*; e conhecer os especialistas que serão consultados em uma análise laboratorial.

12.2.2.1 Falhas em grandes componentes

A incidência de falhas materiais durante o voo ou a separação de alguns grandes componentes importantes, como asas, superfície da cauda, ailerons ou partes da fuselagem são raras. Em geral, falhas em grandes componentes são resultados de resistência inadequada por *design*, carga excessiva imposta ao componente e deterioração da resistência estática por fadiga ou corrosão. Cargas excessivas são desenvolvidas quando uma aeronave está operando fora de suas limitações de fator de carga e/ou velocidade (diagrama *V-G* ou *V-n*). Muitas vezes, essas grandes cargas são impostas inadvertidamente, como durante a recuperação após uma perda de controle em voo, a recuperação de uma atitude anormal ou a entrada em formação de gelo.

Falhas por fadiga continuam a ser uma das principais causas de falhas estruturais em aeronaves e seus componentes. Esta causa básica (fadiga) deve sempre constituir uma forte suspeita para o investigador até que outros fatos ou circunstâncias sejam desenvolvidos para refutá-la como sendo um fator. Em geral, as falhas por fadiga são relacionadas ao *design* inadequado, à inadequada ou falta de manutenção, a falhas na fabricação, e a cargas alternadas não previstas pelo *designer*. Uma vez que a fadiga é geralmente associada a um grande número

de ciclos de carregamento repetitivo, esse tipo de falha é, raramente, encontrada em aeronaves novas com o tempo de serviço reduzido.

Além das três causas básicas já mencionadas para uma falha estrutural, existe um tipo especial de falha associada com o *flutter*. *Flutter* é um perigoso fenômeno encontrado em estruturas flexíveis sujeitas às forças aerodinâmicas e elásticas, estas quando em vibração podem gerar amplitudes de oscilação gerando falha estrutural. Aviões modernos são projetados e testados durante a certificação para evitar a possibilidade de *flutter* em condições normais de voo. No entanto, o *flutter* pode ocorrer em serviço, se o projeto original ou rigidez do componente é alterado por meio de reparo inadequado ou modificações não indicadas pelo fabricante.

Quando o investigador se depara com a tarefa de determinar qual componente falhou primeiro em voo, ele pode ser ajudado pelo fato de que, quase sempre, um grande componente estará separado dos destroços depois da falha. Quando um componente, ou vários, são separados a baixa altitude, eles estarão espalhados ao longo da trajetória de voo, aproximadamente, na ordem de sua separação. Já, quando esses componentes são separados em altitude elevada, a inter-relação da massa dos componentes, a forma aerodinâmica, a velocidade, a intensidade e direção do vento afetarão a trajetória da peça e um estudo cuidadoso desses fatores se fará necessário para determinar a ordem de separação da trilha de destroços no terreno.

12.2.2.2 Falha parcial ou mau funcionamento de componentes

Acidentes nessa categoria de falha parcial em componentes são de longe os mais difíceis de investigar, uma vez que não há provas evidentes, como uma asa sendo encontrada a dois quilômetros do local da principal concentração dos destroços. Uma falha parcial, ou mau funcionamento de um componente principal, geralmente, resulta em alteração nas características de voo e, na maioria das vezes, levam a acidentes catastróficos. Algumas das causas gerais de acidentes nesta categoria são os chamados travamentos de comandos, a distribuição imprópria de carga a bordo e a instalação incorreta das peças. Acidentes deste tipo são frequentemente associados com os recentes reparos ou alterações e modificações feitas na aeronave, portanto, o investigador pode muitas vezes encontrar evidências valiosas ao estudar o histórico da aeronave através dos registros de manutenção. O procedimento geral usado por investigadores experientes em acidentes nesta categoria é a técnica da eliminação, ou seja, reduzir a quantidade de trabalho necessário para concluir a investigação, eliminando rapidamente possibilidades improváveis, como, por exemplo, por tipo de impacto e distribuição dos destroços. A técnica de reconstrução da aeronave (*mock-up*) é mais útil nesta fase da investigação.

12.2.2.3 Smears

Uma mancha (*smear*) pode ser definida como um depósito de película de tinta, *primer*, *oil film* ou outros materiais transferidos de uma parte para outra durante o processo de deslizamento ou fricção entre elas. Esta ação de deslizamento ou fricção ocorre, frequentemente, após uma falha estrutural em voo. Por exemplo, um painel de asa que falhou faz contato com a parte traseira da fuselagem ou cauda. Se o painel da asa foi pintado com uma cor distinta, seria normal encontrar manchas coloridas na fuselagem ou na cauda. Estas manchas de tinta normalmente se acumulam em protuberâncias, como rebites. A direção da força das manchas, geralmente, pode ser determinada a partir do fato de que o acúmulo de tinta será encontrado no lado da protuberância para fora da direção da força aplicada.

12.2.3 RECONHECENDO A FALHA ESTÁTICA

Uma falha estática é definida como uma falha resultante de uma ou um pequeno número de cargas aplicadas em uma peça. A falha estática é caracterizada pela deformação permanente ou ruptura definitiva da peça, como resultado de tensões em excesso no ponto de escoamento do material. Cargas de Impacto podem ser consideradas como um caso especial de cargas estáticas, em que a velocidade de aplicação de carga afeta a magnitude da carga.

Falhas estáticas ocorrem quando as cargas em excesso são impostas além das áreas limítrofes estabelecidas para uma aeronave ou para algum de seus componentes pelos seus fabricantes. Em voo, isso pode acontecer quando a aeronave é manobrada muito severamente ou quando uma velocidade demasiadamente alta é imposta. Próxima ao solo pode ser reconhecida no impacto violento e sem controle do trem de pouso com a pista.

12.2.4 FADIGA EM MATERIAIS METÁLICOS

A fadiga pode ser descrita como um processo de danos e falhas devido a repetidos ou cílicos carregamentos de um componente. Os esforços envolvidos podem ser bem abaixo da resistência estrutural final do material, mas podem criar trincas microscópicas ou outros danos que levam à falha da peça.

A fim de se determinar a formação das trincas de fadiga e sua propagação em metais, existem três requisitos ou condições a serem cumpridos e observados pelo investigador de campo:

- a) tensão local plástica (concentração de tensão);
- b) tensões de tração; e
- c) tensões cíclicas.

Com relação ao segundo e terceiro requisitos, eles vão sempre existir com a aeronave em operação, porém a eliminação do primeiro pode parar o processo de fadiga de um componente metálico.

12.2.4.1 Reconhecendo a falha por fadiga

Uma história completa de uma falha por fadiga é, em quase todos os casos, descrita na face da fratura. Em outras palavras, muitas informações valiosas em relação à magnitude e direção da carga e à presença ou ausência de concentração de tensão podem ser desenvolvidas por meio de um cuidadoso estudo das superfícies fraturadas. A interpretação de uma fratura, no entanto, pode não ser sempre uma questão simples, porque cada caso pode ser influenciado por muitas variáveis de caráter material e ambiental.

As falhas por fadiga ocorrem sem deformação perceptível, em contraste com as falhas estáticas, em que a deformação é considerável, ou o "*necking down*" (*empescoçamento* - redução da seção transversal do corpo de prova) geralmente ocorre. A distinção e as características são muito úteis para o investigador no isolamento de uma parte, ou componente, que falhou por fadiga. Todas as falhas frágeis, no entanto, não são necessariamente falhas por fadiga e esse recurso deve ser usado juntamente com outros recursos em laboratório antes que haja uma determinação final. O mais desejável para o investigador de campo é que, ao fazer as determinações dos componentes ou metades fraturadas, não tente "encaixar" as peças

fraturadas, pois isso poderá destruir as marcas nas duas faces e dificultará o trabalho laboratorial.

Como indicado anteriormente, a informação mais valiosa está contida na superfície da própria fratura. A superfície da fratura por fadiga é composta por duas regiões distintas: uma suave e lisa - região de fadiga - e outra, grosseira e cristalina - região de sobrecarga. A aparência suave e lisa da região da fadiga é causada pela fricção das superfícies gerada pelo carregamento repetitivo. A aparência grosseira e cristalina da região de sobrecarga se deve à redução da área útil da peça gerando, desse modo, tensões acima do projetado e, portanto, levando a uma falha por sobrecarga nessa região da fratura. A primeira tarefa na identificação de uma falha por fadiga é procurar pelas duas zonas distintas na superfície do material fraturado.

A Figura 101 exemplifica uma falha por fadiga, a correspondência entre a nomenclatura da Figura 101 e a adotada acima é Região da Fadiga - *fatigue zone* e Região de sobrecarga - *instantaneous zone*.

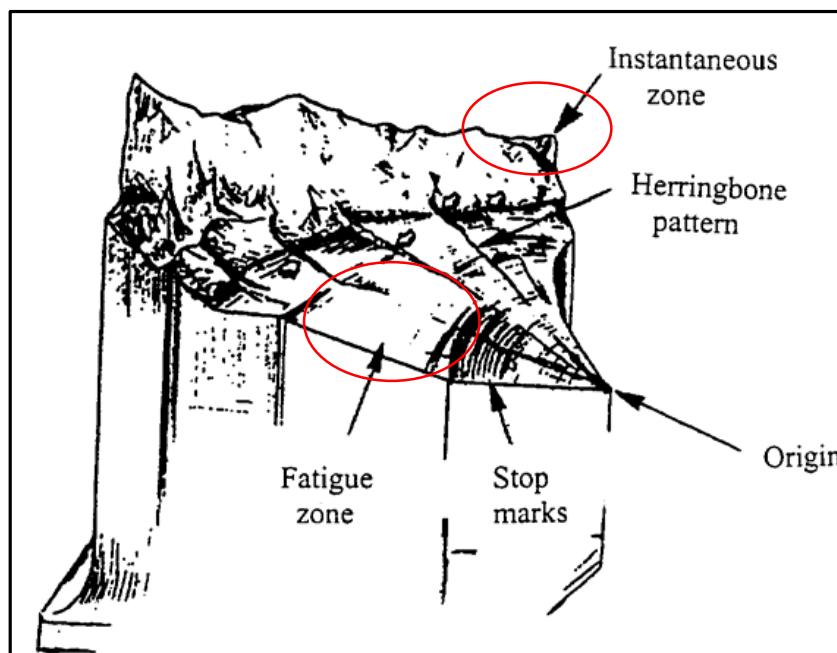


Figura 101 - Típica falha por fadiga de um material dúctil.

Em muitas fraturas, mais de uma região de fadiga (*fatigue zone*) pode ser encontrada, indicando que várias fissuras por fadiga foram se desenvolvendo e progredindo até o momento da falha final. Em cada região de fadiga, a origem da falha por fadiga pode ser encontrada pela definição da progressão no início das marcas radiais. Estas marcas de progressão da fadiga são linhas curvas sobre a superfície da fratura e são conhecidas na literatura de língua portuguesa específica como “marcas de praia”, na literatura de língua inglesa elas podem ser conhecidas com os seguintes termos: *beach marks*, *clamshells*, *oyster shells*, ou *stop marks*, conforme Figura 102.

O investigador também deve observar o tamanho relativo das duas zonas, pois pode fornecer uma estimativa qualitativa de ciclos e níveis de estresse envolvido. Quando a região de fadiga é grande em comparação a região de sobrecarga, é indicação de baixos níveis de estresse e um grande número de ciclos antes da falha. Por outro lado, uma grande região de sobrecarga indica um alto nível de desgaste associado a um pequeno número de ciclos. Um

número pequeno de ciclos para uma fadiga se refere a um conjunto de centenas ou milhares de ciclos, enquanto um alto número de ciclos está associado a milhões.

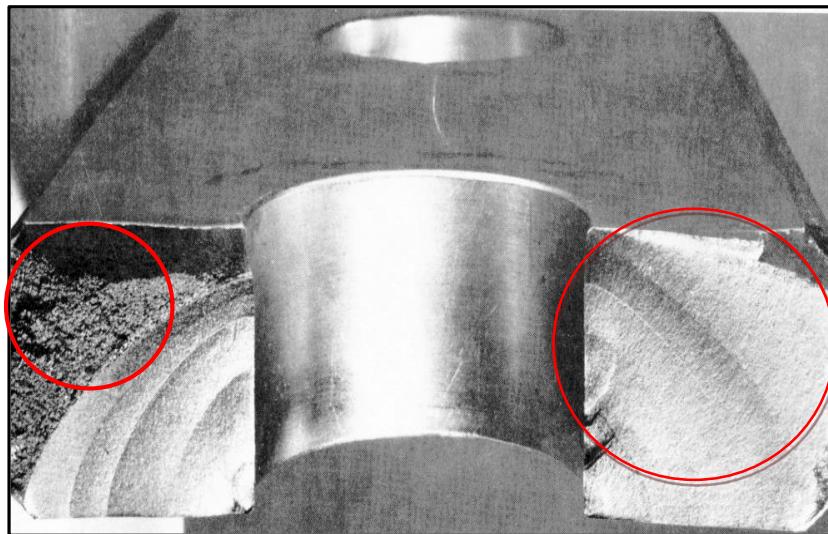


Figura 102 - Fratura por fadiga.

A área destacada a direita da Figura representa uma região de fadiga, cujo aspecto é suave e liso, caracterizada pelas “marcas de praia”. Na área à esquerda, destaca-se uma região de sobrecarga caracterizada pela aparência grosseira e cristalizada.

12.2.4.1.1 Falha por Fadiga em Flexão

As falhas por fadiga em peças sujeitas a esforços de flexão podem ser divididas em três classes gerais de acordo com o tipo de carga de flexão imposta ao material fadigado. Os tipos são: flexão unidirecional (*one-way bending*), flexão bidirecional (*two-way bending*), e flexão multidirecional/rotacional (*reversed/rotary bending*), demonstrados na Figura 103.

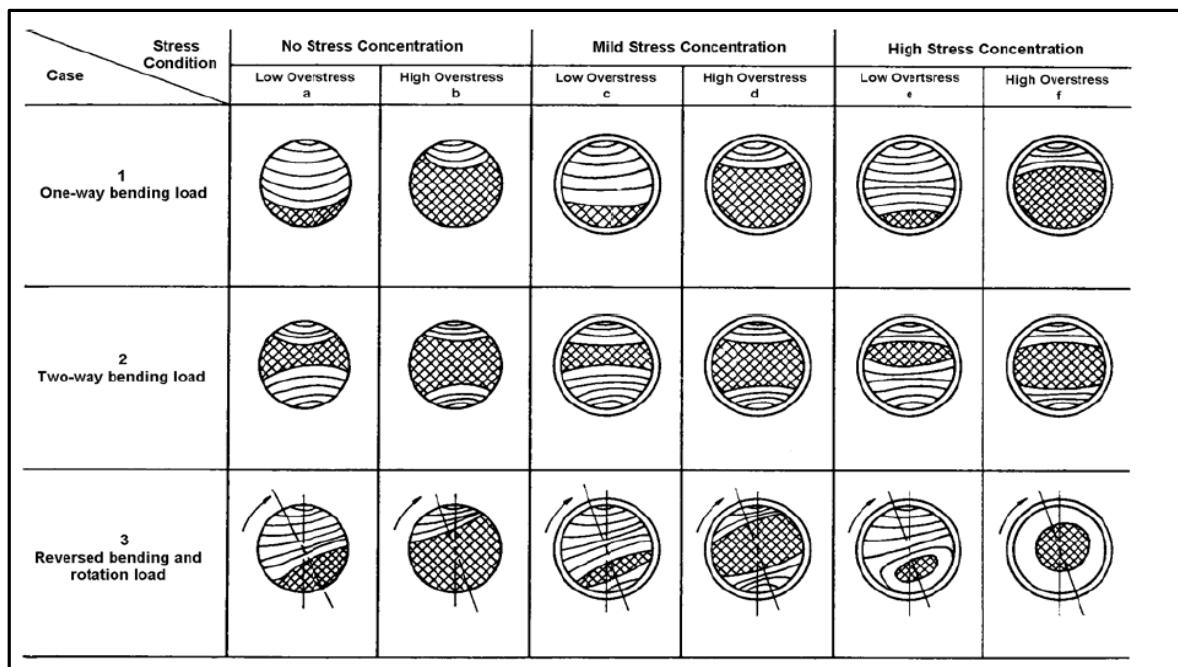


Figura 103 - Aparência das fraturas por esforços de flexão.

Uma fadiga por flexão unidirecional ocorre quando uma carga flutuante de flexão produz tensões acima do limite de resistência do material apenas em um lado de uma peça. Na condição de fadiga por flexão bidirecional as tensões de estresse ocorrem em ambos os lados do eixo neutro e, quando o nível de estresse e o carregamento passam dos limites dará início a falhas em ambos os lados da peça com progressão em direção ao centro. A flexão rotacional ocorre quando uma parte é girada enquanto sofre uma carga de flexão. Um exemplo típico de flexão rotacional é um virabrequim de um motor.

12.2.4.1.2 Falha por Fadiga em Tração

A falha por fadiga em peças sujeitas a esforços de tração pode geralmente ser reconhecida pelo tipo de progressão de trincas na peça. Marcas de praia (*beach marks*) paralelas ou com curvatura constante são características de falhas de fadiga resultante de carregamento de tração. Nesse tipo de falha, o tamanho relativo da região de fatiga e da região de sobrecarga pode ser usado como uma medida do nível de estresse que gerou a falha.

12.2.4.1.3 Falha por Fadiga em Torção

As falhas por fadiga em peças sujeitas a esforços de torção ocorrem em dois modos básicos: helicoidais, em aproximadamente a 45° do eixo, ao longo do plano máximo de tensão, ou longitudinal ou transversal ao eixo, ao longo do plano de máximo de cisalhamento. Marcas de praia (*beach marks*) nem sempre são encontradas nas fraturas, e meios secundários, tais como a ausência de ductilidade e a observação do ângulo do plano de falha que devem frequentemente ser usados para identificar falhas deste tipo. Em muitas falhas de fadiga em torção, a trinca inicial terá início em um plano e depois se moverá para outro, conforme Figura 104. Esse tipo de falha pode ser esperado pelo investigador ao se examinar falhas estruturais em virabrequins de motor, tubos de torque de acionamento de flapes, e molas helicoidais.



Figura 104 - Falha por fadiga de um eixo que foi submetido a esforços de torção e de flexão.
A rachadura de fadiga originou-se de uma mudança de seção.

12.2.5 FRATURAS COMUNS EM METAIS

Na maioria dos casos, as duas ou demais partes de uma fratura em metais poderão ser reconhecidas como um conjunto. No entanto, todo cuidado deve ser tomado para não permitir o contato real das peças, pois isso poderia alterar ou destruir superfície das evidências que possam ser necessárias em uma avaliação laboratorial das superfícies de fratura.

12.2.5.1 Tração

Em uma falha por tração, parte ou toda a superfície fraturada é geralmente composta por uma série de planos inclinados a aproximadamente 45 - 60 graus da direção da carga imposta. Em uma parte fina, tal como uma chapa de metal, pode haver apenas um plano inclinado. Fraturas em um plano inclinado são chamadas de fraturas oblíquas (*slant fractures*) ou fraturas de cisalhamento (*tensile shear fractures*), enquanto que aquelas em um plano perpendicular à direção de carregamento são frequentemente chamadas de fraturas planas (*flat fractures*).

O modo de falha de uma peça sujeita a esforço de tração irá depender das propriedades do material. De maneira geral, matérias dúcteis (ex.: *ligas de alumínio*) irão falhar por cisalhamento, enquanto materiais frágeis (ex.: *ligas de Aço Baixo-Carbono*) irão falhar de modo frágil, ou seja, terão uma região de fratura plana. Na Figura 105, podem-se observar características de fraturas por tração em material aeronáutico dúctil.

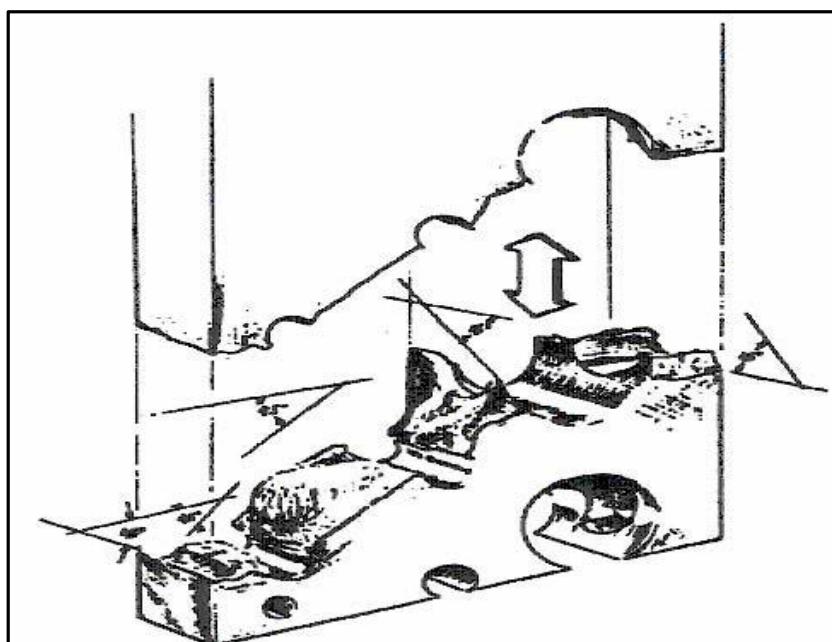


Figura 105 - Falha por tração estática de um material dúctil.

12.2.5.2 Compressão

De modo geral, existem dois modos de falha para componente sujeitos a esforços de compressão - flambagem e cisalhamento.

O modo de falha por cisalhamento ocorre normalmente em colunas curtas (pouco esbeltas) e/ou materiais frágeis (ex.: peças de madeira, liga de alumínio 7075). A Figura 106 a direita ilustra uma falha por cisalhamento em uma peça sujeita a compressão.

O segundo modo de falha, e mais comum, em materiais dúcteis sujeitos a esforços de compressão é por flambagem. Em colunas longas (esbeltas), a falha ocorrerá por flambagem no regime elástico. Já em colunas curtas de materiais dúcteis, a falha ocorrerá no regime plástico ocorrendo deformações de vários formatos. Em tubos vazados, existe uma deformação característica em formato de diamante, conforme mostrado no lado esquerdo da Figura 106.



Figura 106 - Tubo vazado submetido a esforço de compressão - falha pelo modo de flambagem (esquerda); e Coluna de madeira submetida a esforço de compressão - falha por cisalhamento (direita).

12.2.5.3 Flexão

O esforço de flexão caracteriza-se por tensões de tração em um lado da peça (ou componente) e por compressão no lado oposto. O modo de falha de um material submetido a um esforço de flexão dependerá das características e propriedades físicas desse material.

De maneira geral, quando submetidos a esforços de flexão, os modos de falha podem ser resumidos da seguinte forma: eixos metálicos vazados falharão por flambagem, eixos sólidos dúcteis (ex.: liga de alumínio 2024) falharão por cisalhamento e eixos sólidos frágeis (ex.: ligas de aço baixo-carbono) falharão em tração.

A Figura 107 apresenta um exemplo do modo de falha por cisalhamento em um material dúctil sujeito a esforço de flexão. Na figura, pode-se observar o plano de fratura em um ângulo de 45° equivalente ao plano de cisalhamento máximo das tensões.

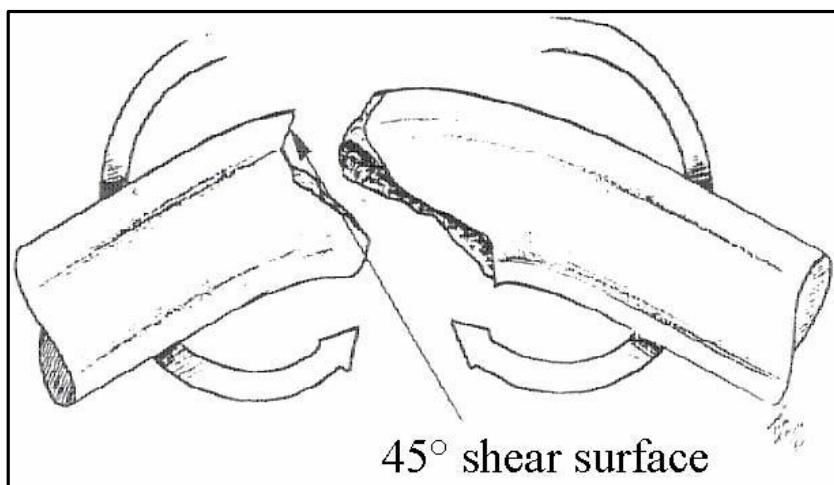


Figura 107 - Falha por flexão em um material dúctil.

12.2.5.4 Cisalhamento

No caso de materiais sujeitos a esforços de cisalhamento, deve-se primeiramente fazer a separação entre componente com características axiais (parafusos, rebites) e biaxiais (painéis).

Componentes axiais irão falhar por cisalhamento, esse modo de falha caracteriza-se por apresentar uma superfície de fratura suave e lisa e, em materiais frágeis, um sobressalto de aproximadamente 45° na extremidade. Esse tipo de falha pode ser encontrado em motores que tenham sofrido sobrevelocidade. A Figura 108 (esquerda) apresenta as características de uma falha por cisalhamento em um componente axial.

No caso de painéis submetidos a esforços de cisalhamento têm-se dois modos de falha, o primário e o secundário. O modo de falha primário é caracterizado como uma falha por flambagem. O sentido do dobramento da placa é definido perpendicularmente ao sentido das tensões de compressão derivadas das forças de cisalhamento no painel. Já o modo secundário, caracteriza-se como uma falha por tração. Nesse modo de falha, há o aparecimento de uma trinca com sentido de crescimento perpendicular às tensões de tração derivadas das forças de cisalhamento. A Figura 108 (direita) apresenta as características de um modo de falha secundário em um painel dúctil sujeito a esforços de cisalhamento.

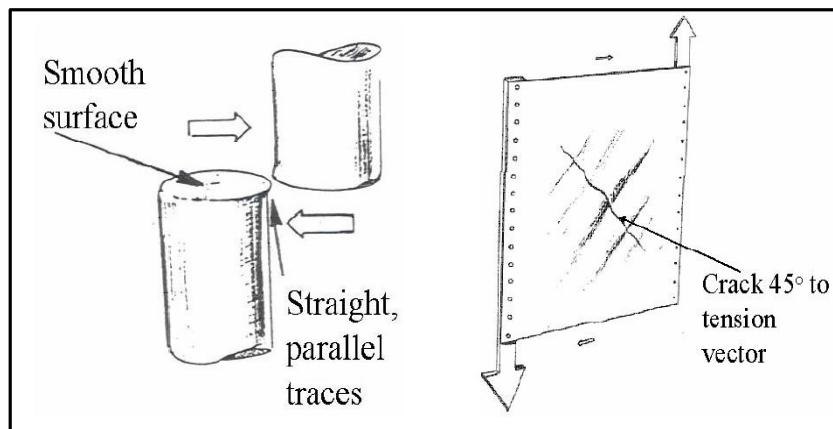


Figura 108 - Falha por tensões de cisalhamento. Peça com características axiais de um metal dúctil (Esquerda). Modo de falha secundário em um painel de metal dúctil.

12.2.5.5 Torção

Há diversos componentes da aeronave que estão sujeitos a esforços de torção: asas, fuselagem, eixos do motor. Por simplicidade, a análise dessa seção se limitará a esforços presentes em eixos, o princípio da dinâmica da falha pode ser estendido aos outros componentes da aeronave.

Esforços de torção irão produzir tensões de cisalhamento no material, logo o modo de falha seguirá os mesmos princípios expostos na seção anterior. Assim, têm-se falhas por cisalhamento, tração e compressão (flambagem).

O modo de falha por cisalhamento é encontrado em eixos sólidos de metais dúcteis. A fratura caracteriza-se por apresentar uma superfície lisa e suave com 90° na direção

perpendicular ao eixo longitudinal do componente. A direção da fratura corresponde às tensões de cisalhamento derivadas dos esforços de torção.

O modo de falha por tração é normalmente encontrado em eixos de metais frágeis (tanto sólidos quanto vazados). A fratura apresenta um ângulo de 45° em relação ao eixo longitudinal do componente, perpendicular à direção das tensões de tração derivadas do esforço de torção. A Figura 109 (esquerda) ilustra o modo de falha por tração devido a esforço de torção em um eixo vazado de metal frágil.

Já o modo de falha por compressão é encontrado em eixos vazados de metais dúcteis. A característica desse modo de falha é o dobramento em um ângulo de 45° em relação ao eixo longitudinal da peça. A direção da flambagem corresponde a 90° em relação ao sentido das tensões de compressão resultantes do esforço de torção. A Figura 109 (direita) ilustra o modo de falha por compressão devido a esforços de torção em um eixo vazado de metal dúctil.



Figura 109 - Esforço de torção - Falha por tração em um eixo de turbina de helicóptero (esquerda). Falha por compressão em um eixo de turbina do motor (direita).

12.2.5.6 Rasgamento

Rasgamento em finas chapas metálicas ou em seções mais pesadas, geralmente ocorre em duas formas distintas - *shear tearing* e *tensile tearing*. *Shear tearing* ocorre quando as forças aplicadas agem fora do plano da folha. Estas falhas são caracterizadas por uma reversão de material sobre as bordas da folha e por linhas de pontuação na superfície fraturada. *Tensile tearing* caracteriza-se por fraturas em “*herringbone*” (forma de espinha de peixe).

12.2.6 FRATURAS COMUNS EM POLÍMEROS

Falhas em polímeros são difíceis de avaliar porque na maioria dos casos, apenas um pequeno número de fragmentos estará disponível para exame após uma fratura. Quanto mais peças forem recuperadas, melhor será a possibilidade de se determinar o modo de falha em laboratório. O procedimento geral usado no estudo de falhas em polímeros é juntar os fragmentos disponíveis, e, então, correlacionando os padrões de falha individual, isolar a falha inicial. Existem dois tipos gerais de marcas em fraturas de polímeros e plásticos. Estas duas marcas são chamadas de “*rib marks*” e “*hackle marks*”. As “*rib marks*” têm características semelhantes às *beach marks* (marcas de praia), ou seja, são linhas curvas irradiando-se na direção da propagação da fratura. As “*hackle marks*” são perpendiculares as “*rib marks*” e caracterizam-se por múltiplas fissuras unidas.

12.2.6.1 Tração

Graças a sua baixa ductilidade, o *plexiglass* e outros plásticos similares falham de forma frágil (*brittle-tensile*). As falhas geralmente se originam em algum ponto fragilizado no material ou em um arranhão ou sulco. A zona de falha inicial geralmente é plana, lisa e altamente polida. Apresentam marcas que se assemelham ao “*herringbone*” (espinha de peixe) encontradas em fraturas de rasgamento em metais.

12.2.6.1.1 Flexão

O lado de tração da curva pode ser geralmente determinado verificando-se o lado do plano da fratura, que é aproximadamente perpendicular à superfície. No lado de compressão, a falha, geralmente, encontra-se em um plano inclinado.

12.2.6.1.2 Rasgamento

Rasgamento em polímeros acontece, quase que essencialmente, como um rasgamento por tração nas cargas em que estão sendo aplicadas no plano da superfície. Frequentemente são encontrados efeitos de flexão associados aos efeitos de tensão em algum tipo de fratura por rasgamento. Linhas curvas podem ser observadas na fratura irradiando-se a partir do início da falha. Estas linhas curvas são geralmente perpendiculares à borda da tensão da fratura e curvam rapidamente até que elas tangenciam a borda de compressão.

12.2.7 FALHAS EM VOO

Separações em voo é geralmente o resultado da fadiga do material, design inadequado, manutenção inadequada, ou cargas aerodinâmicas. E quando uma parte estrutural ou componente falha em voo, em geral uma cadeia de eventos catastróficos é iniciada, durante a qual, outras peças ou componentes irão também falhar sequencialmente. Assim, quando um painel de asa falha e desprende-se da aeronave, muito frequentemente, este painel irá atingir partes da fuselagem ou cauda. A separação da falha do painel da asa é geralmente referida como falha "inicial", ao passo que a fuselagem ou cauda são referidas como "subsequente". Além disso, quando a aeronave ou seus componentes separados atingem o solo, os danos do impacto são substanciais. A tarefa do investigador inicia-se então, identificando separadamente os danos da falha em voo dos danos gerados pelo impacto no solo. Em seguida, ele deve procurar pela falha inicial. Finalmente, como objetivo principal, ele deve isolar a causa exata que deu início a falha estrutural inicial.

12.2.7.1 Separação primária da Asa

Quando uma asa falha, primeiramente, em razão da sobrecarga estática para cima, a asa separada irá dobrar para cima e para trás sobre a fuselagem, simultaneamente. Ao mesmo tempo, uma sustentação não balanceada da asa oposta causa um rolamento rápido da aeronave para o lado da asa que falhou. Em alguns casos, a razão de rolamento é rápida o suficiente para causar uma falha de torção na empennagem. A asa separada, muitas vezes impacta a superfície da cauda deixando marcas de impacto e manchas na pintura. O impacto com a cauda pode ser grave o suficiente para causar falhas secundárias na estrutura de cauda, conforme mostra a sequência da Figura 110 à Figura 112.

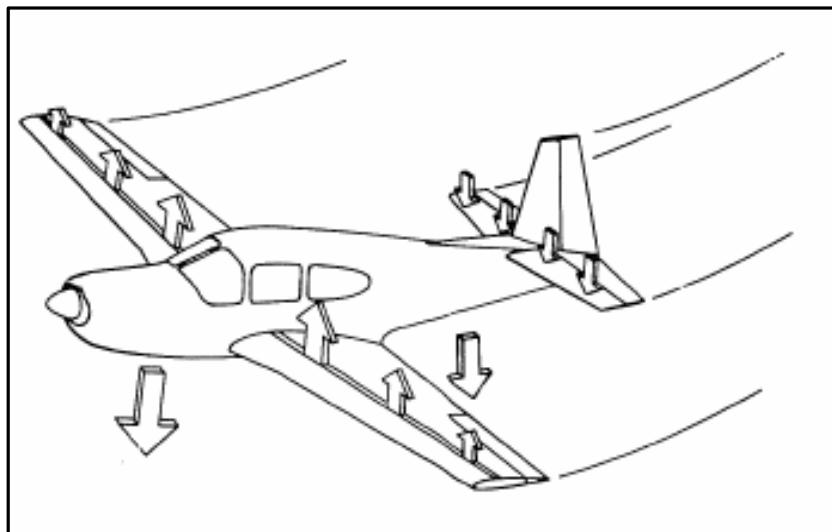


Figura 110 - Em manobras de alta velocidade, o carregamento nas asas são de alta força G positiva e na empennagem horizontal de alto G negativo.

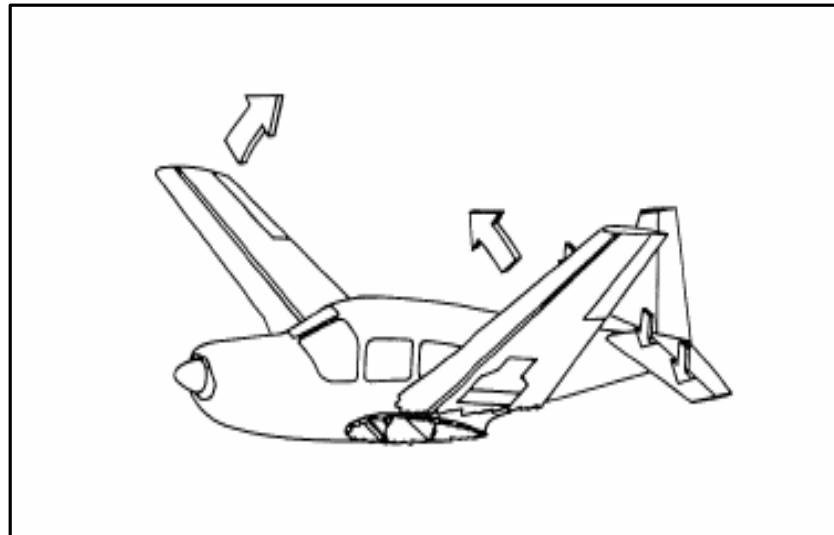


Figura 111 - A asa falha devido às forças aerodinâmicas. A aeronave irá rolar repentinamente

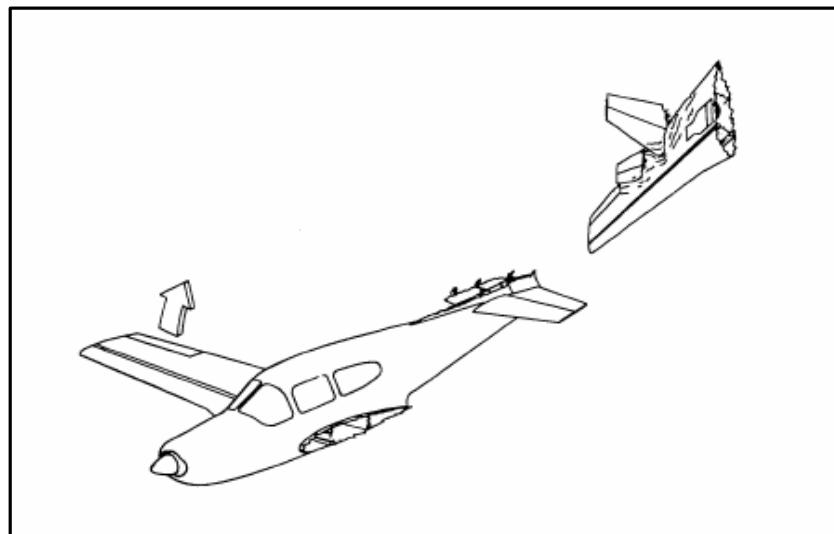


Figura 112 - A asa que se separou em voo pode atingir a cauda gerando falhas secundárias e marcas na pintura.

12.2.7.2 Separação primária da Cauda

Uma vez que as forças aerodinâmicas excedam a força da cauda, ela geralmente separa-se da aeronave de forma descendente por flexão. A junção do estabilizador vertical com horizontal deixará marcas definitivas e permanentes de falhas por flexão. A carenagem da aeronave pode desenvolver marcas de flambagem se a ponta da asa girar durante a separação. Uma vez que a cauda foi perdida, ocorrerá um rápido momento de picada da aeronave que resultará um *overload* nas asas para baixo caracterizado como falha secundária. No entanto, as asas ainda podem apresentar evidências de excesso de cargas positivas anteriores, conforme Figura 113 e Figura 114.

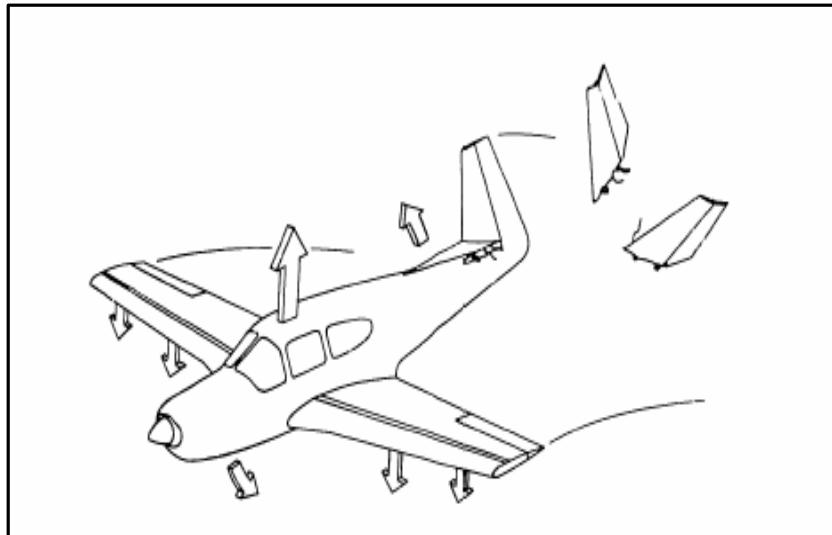


Figura 113 - Um alto carregamento negativo na empenagem horizontal pode causar uma falha na cauda no sentido descendente. A perda da cauda causará desbalanceamento de força e momentos causando um momento picador e uma força descendente nas asas.

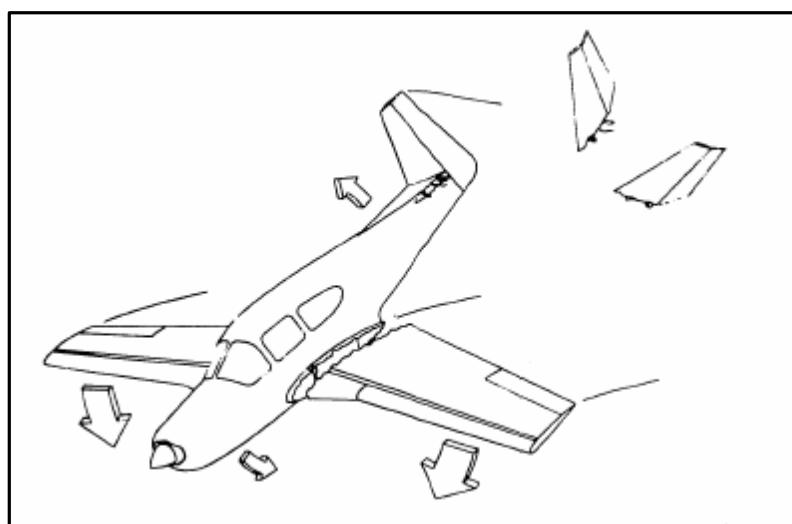


Figura 114 - As cargas negativas nas asas podem causar uma falha descendente em uma (ou ambas) das asas.

Em ambos os casos, antes de ocorrer à primeira falha, cargas excessivas são impostas à estrutura da aeronave. Efeitos residuais dessas forças de sobrecarga podem ser encontrados, mesmo após a separação secundária de sobrecarga em direção oposta. Por exemplo, na primeira sequência a asa foi exposta a altas forças positivas, até a cauda falhar, gerando uma falha de sobrecarga negativa na asa. Essas cargas cíclicas podem ser erroneamente identificadas pelo investigador como *flutter*. O investigador também deve avaliar cuidadosamente a causa da carga cíclica encontrada durante a separação em voo.

12.2.8 MATERIAIS COMPÓSITOS

As aeronaves comerciais a jato que chegaram ao mercado no novo milênio representam um desvio significativo em relação às tendências históricas da aviação mundial. Essas aeronaves utilizam compósitos em suas estruturas primárias e, em alguns casos, atingindo quase 100% das suas estruturas. Por exemplo, o A-380 (da Airbus) entrou em serviço comercial em 2007, com uma estrutura que corresponde a aproximadamente 25% do seu peso em estruturas de compósitos, incluindo o caixão central das asas. A fuselagem do Boeing 787, que entrou em serviço comercial em 2011, foi projetada com aproximadamente 50% do seu peso total em compósito, incluindo seções inteiras da fuselagem e caixão central das asas (Figura 115). O motor que equipa o Boeing 787 é o turbofan *General Electric GEnx*, com as *fans blades* e invólucro de contenção feito de material composto (Figura 115), em vez de ligas de metais tradicionais. Complementando esta grande transição no mercado de transporte aéreo, foram introduzidas as fuselagens de compósitos para os *business aircrafts* e *very light jets*, como o A700 Adam (Figura 115), bem como ocorreram avanços paralelos e significativos com aeronaves militares.



Figura 115 - Exemplos de *Composite Structures* (sentido horário a partir do canto superior direito): Boeing 787 fuselagem, General Electric GEnx *fan blades and case*, Adam Aircraft A700 VLJ.

O F-22 Raptor (*Lockheed Martin / Boeing*) contém aproximadamente 60% de sua estrutura em material composto, em comparação com pouco mais de 20% para a F/A- 18C / D Hornet (*McDonnell Douglas*), que entrou em produção apenas uma década antes. A Figura 116 ilustra o crescimento do uso de compósitos nas principais aeronaves comerciais e militares no mundo.

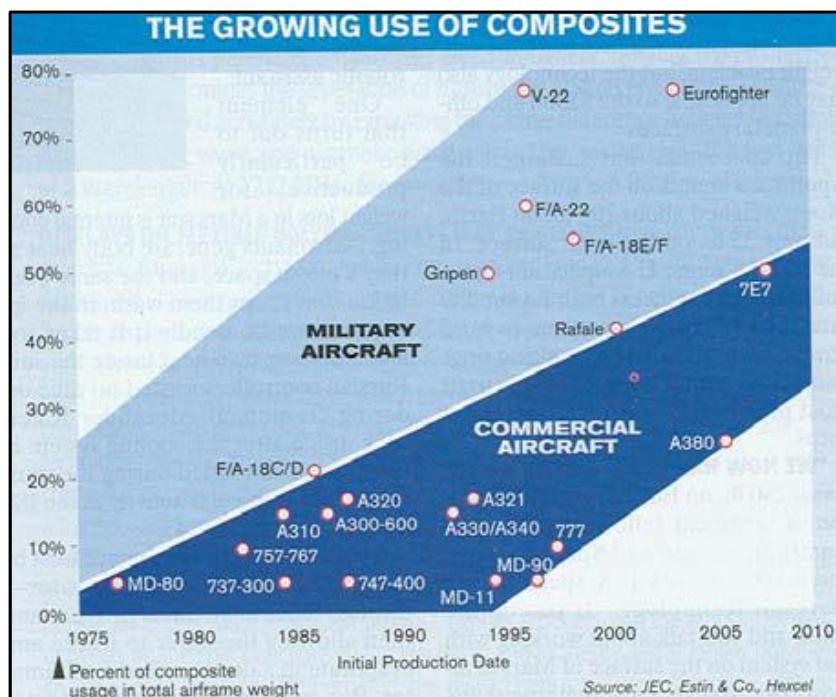


Figura 116 - Crescimento do uso de materiais compósitos nos principais projetos de aeronaves nas últimas décadas.

Ao contrário dos metais, compósitos são construídos de vários materiais distintos, tipicamente *long fibers* que apresentam características ímpares de dureza e força (*carbon or glass*) e uma matriz de resina, que é essencialmente uma cola plástica endurecida que mantém as fibras unidas. Ou seja, o termo “compósito” refere-se a uma classe de materiais caracterizada pela junção de fibras em uma matriz.

Nos materiais compostos, as fibras são montadas camada por camada (cada camada é chamada de *ply*), para formar um laminado. As fibras em cada camada ou *ply* são posicionadas em paralelos com as outras fibras ou se entrelaçam na forma de um tecido. A orientação das fibras é ditada pelas cargas que serão experimentadas por cada laminado. Por causa da natureza de construção dos materiais compostos, e em contraste com os metais, a resposta dos compósitos ao esforço de carregamento geralmente varia com a direção na qual a carga é aplicada. Enquanto os engenheiros e *designers* tentam entender e prever esses fenômenos, os investigadores devem ser capazes de tentar reconhecer os mesmos fenômenos em um *crash site*.

A análise de falhas em estruturas de materiais compostos não pode ser baseada apenas na experiência e conhecimentos acumulados em falhas de estruturas metálicas, ou seja, a descrição física de uma falha em compósitos envolve termos novos que não existem na descrição de falhas em estruturas metálicas como *fiber pullout*, *delamination* e *interfacial matrix failure*.

Metais em aeronaves são tipicamente dúcteis, enquanto compósitos em aeronaves são frágeis. Ductilidade permite a flexão permanente, torção, e amassamentos das estruturas, que essencialmente gravam e registram as evidências estruturais em um acidente. Como exemplo, as consideradas marcas no bordo de ataque da aeronave na Figura 117, não só as marcas indicam que a aeronave sofreu um impacto, mas também identifica o tamanho, a forma e a energia associada com o objeto impactado.



Figura 117 - A ductilidade em estruturas metálicas permite uma informação visual do acidente para o investigador.

Este tipo de informação, muitas vezes, ajuda o investigador de acidentes na determinação da sequência de eventos do acidente. De acordo com *National Transportation Safety Board*, esta aeronave colidiu contra um conjunto de linhas de energia na aproximação para pouso. Outro exemplo de evidências fornecidas pela ductilidade pode ser a deformação produzida por uma explosão que ocorre dentro de uma fuselagem metálica. O abaulamento dos painéis da fuselagem, as arestas provocadas pela ruptura explosiva e o alongamento dos painéis da fuselagem ao longo das linhas dos rebites podem fornecer informações preciosas para o investigador. Este tipo de avaliação específica sobre a ductilidade do metal é uma característica que não é fornecida pelas falhas em materiais compostos.

12.2.8.1 Laminados

Os laminados são as formas básicas e mais comuns da estrutura de materiais compostos em uma aeronave. Laminados são construídos por múltiplas camadas de material composto, em que cada camada contém longas fibras mantidas unidas na matriz do material. Um dos desafios na análise de falhas dos laminados é que a sua resposta depende da direção em que a carga foi aplicada em relação à direção para onde as fibras estavam orientadas. Para compreender isto, considere uma única camada. A camada única é geralmente mais dura e mais forte na direção de suas fibras do que em qualquer outra direção. Como exemplo, considere a direção da carga como (zero) grau. Como o ângulo entre as fibras e a direção da carga aumenta a partir de zero, a força de resistência e rigidez da camada diminui drasticamente, como mostrado no gráfico da Figura 118. Compando-se esse comportamento para uma folha de alumínio, a rigidez e a força de uma folha de alumínio são constantes, independentemente da direção em que a carga é aplicada.

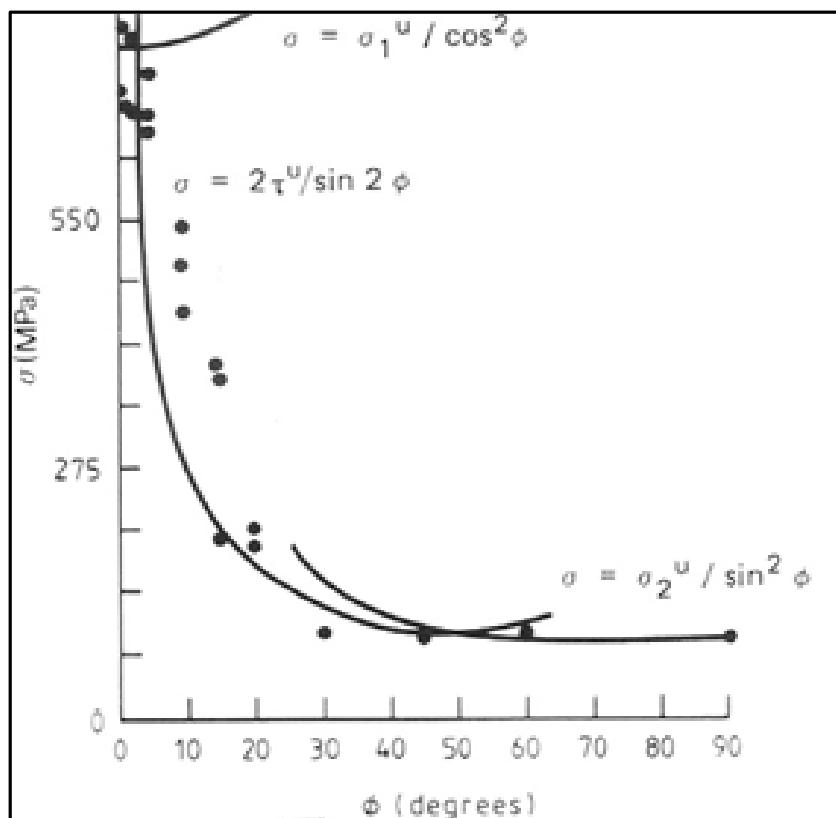


Figura 118 - Relação entre a tensão última suportada pelo material compósito e o ângulo entre a direção de aplicação da força e a direção das fibras. Onde (σ_1^u) é a tensão última na direção das fibras, (σ_2^u) é a medida da tensão última perpendicular à direção das fibras e (τ^u) é a medida da tensão última.

12.2.8.2 Estrutura Sandwich

Uma típica estrutura *sandwich* consiste de duas lâminas relativamente finas, chamadas de *face sheets*, coladas por lados opostos a um núcleo de espessura leve. *Face sheets* e o núcleo podem ser feitos de metal composto, madeira ou papel. O uso de uma *sandwich structure* em uma aeronave é encontrado em superfícies de comando onde a alta rigidez associada ao baixo peso é altamente desejável por concepção de projeto. A Figura 119 mostra uma *sandwich beam* com folhas de fibra de carbono colada a um *honeycomb core*. A Figura 120 mostra uma aproximação de parte da seção transversal de uma estrutura *sandwich*.



Figura 119 - Estrutura *sandwich* composta por um núcleo de *honeycomb* e material compósito nas regiões externas.

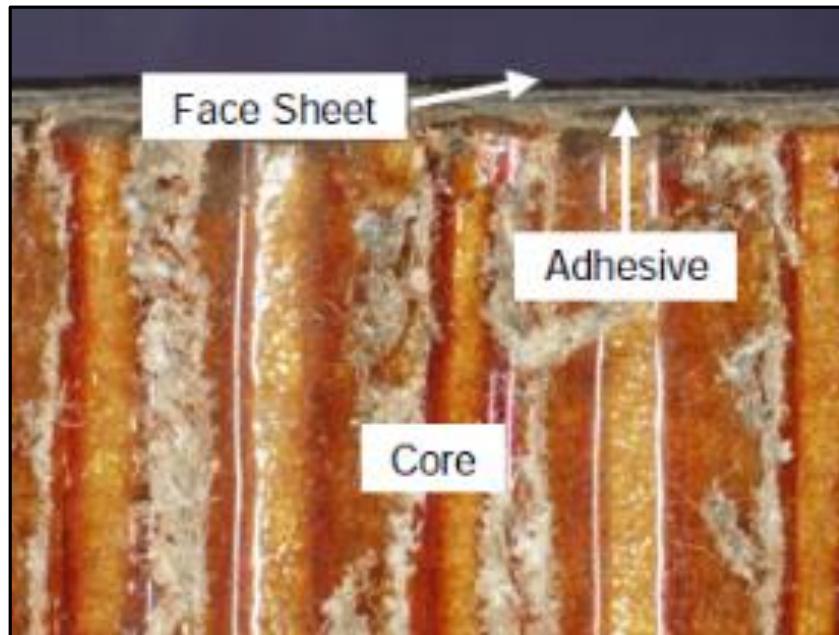


Figura 120 - Ampliação da seção transversal da estrutura sandwich.

12.2.8.3 Joints

Uma aeronave é composta de vários componentes estruturais unidos. Experiências passadas sobre falhas indicam que as articulações ou junções (*joints*) são locais de maior incidência na inicialização de uma falha estrutural. Compósitos estruturais são unidos por ligação adesiva (*adhesive bonding*) ou por prendedores mecânicos como parafusos e rebites. Essas articulações (*joints*) em compósitos dividem diversas considerações de *design* e fundamentos técnicos com as estruturas metálicas. No entanto, existem diversas diferenças importantes que introduzem novos modos de falha aos compósitos. Apesar desse aumento no número potencial de modos de falha, conjuntos de materiais compostos empregam menos conexões que estruturas metálicas, portanto menor possibilidade de falha.

12.2.8.4 Reparos

Estruturas de materiais compósitos podem ser danificadas durante a fabricação ou em serviço. Como acontecem com as estruturas metálicas, muitos tipos de danos em compósitos podem ser reparados caso um esforço excessivo seja aplicado e corretamente identificado por pessoal habilitado. Posteriormente, quando estes reparos estão em serviço, eles podem estar envolvidos, diretamente ou, eventualmente, em uma falha estrutural. Na investigação dos destroços envolvendo estruturas compostas, o investigador deve ter conhecimento de que a presença de reparos pode ter desempenhado um papel significativo no acidente e um rastreamento como o serviço foi feito, e por quem passa a ser um fator crítico na investigação.

Reparos em compósitos podem ser divididos em duas categorias: *patches* e *resin injection*. *Patches* em estruturas compostas são como os reparos em roupas - o remendo se destina a impedir a propagação de danos. No entanto, além desta função básica, a aplicação de *patches* e *resin injection* em estruturas de compósitos são frequentemente utilizados para reestabelecer determinadas funções da estrutura original, incluindo capacidades de carga e capacidade de sobrevivência ambiental. Exatamente como acontece com estruturas metálicas,

qualquer reparo deve ser realizado em conformidade com as instruções do fabricante, ou com outros métodos de reparação aprovado pelas autoridades de certificação de aeronavegabilidade.

12.2.8.5 Características das falhas em compósitos

A discussão a seguir ilustra as características que normalmente os laminados exibem quando falham em condições básicas de carregamento: tração, compressão, flexão, impacto e fadiga. Além dos laminados, outras estruturas de materiais compostos como *sandwich structures*, *joints* e *repairs* apresentam as mesmas características durante as falhas.

Tração - A Figura 121 mostra como até mesmo uma simples ação de tensões de tração podem produzir uma variedade de características de falhas em compósitos.

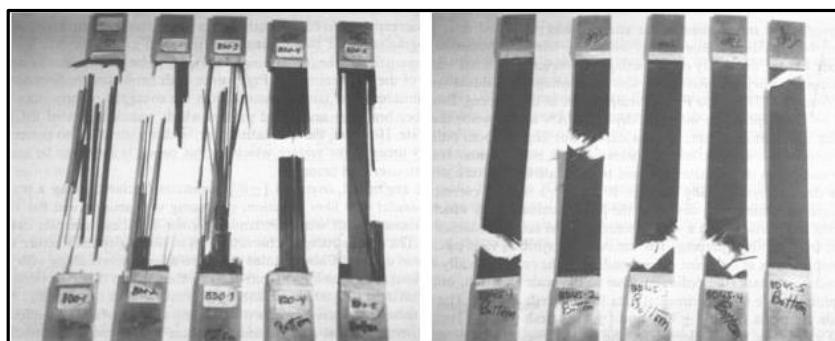


Figura 121 - Falha causada por tração em material composto observada macroscopicamente, mesmo em uma simples tensão de tração pode produzir fraturas com uma grande variedade de características. A análise microscópica laboratorial é fundamental para ser conclusiva.

Apesar desta variedade, existem algumas características comuns de fraturas de esforços de tração em compósitos fibrosos que ajudam a identificar as falhas de cargas por tração. Uma das características é a superfície de fratura que, geralmente, apresenta uma aparência áspera. Por exemplo, a Figura 122 mostra uma visão microscópica da superfície de fratura de um compósito que falhou por carga de tração.

A maioria das fibras encontra-se alinhadas com direção de aplicação da carga.

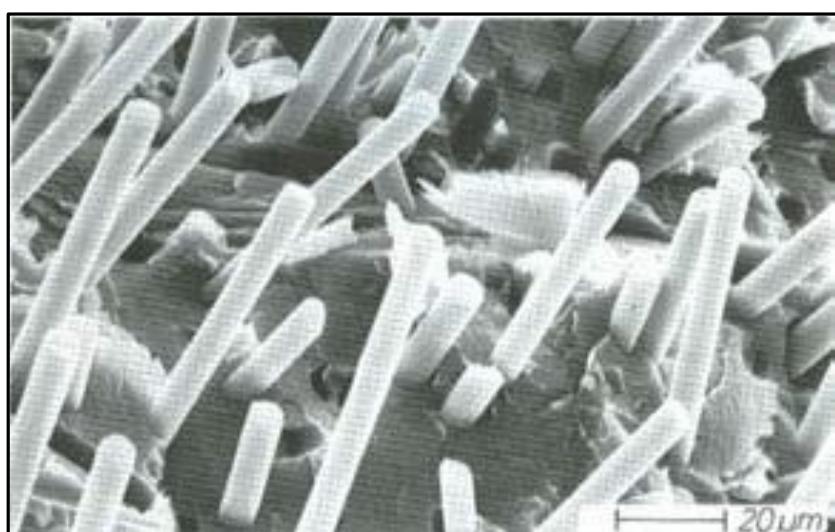


Figura 122 - Exemplo de *fiber pullout* como resultado de carga de tensão.

A característica clara de aspereza da superfície com as fibras fraturadas é chamada de *fiber pullout* e significa a evidência de aplicação de tensão sobre o material composto.

Compressão - Sob a influência de compressão, as fibras são menos eficazes do que em tração, visto que uma matriz relativamente fraca é exigida para estabilizar as fibras contra a flambagem. Uma característica comum da falha por compressão de fibras de compósitos é a formação de *kink bands*, como mostrada na Figura 123. *Kink bands* são o resultado da instabilidade estrutural, muito parecido com uma pessoa de pé esmagando uma lata de refrigerante, ou seja, as *fibers buckles*, com a carga de compressão, se aproxima de um nível crítico em função do material, da sua geometria e de fatores ambientais.



Figura 123 - Exemplo de *fiber kinking* como resultado de carga de compressão.

A diferença entre as superfícies de fratura de tração e compressão é facilmente demonstrada em compósitos que falharam por flexão, conforme a Figura 124.



Figura 124 - Amostra de material composto que falhou por flexão. A área relativamente grosseira representa a falha por tração e a área relativamente suave representa a falha por compressão, e são claramente identificáveis.

Dividido por um eixo neutro de flexão, uma parte da superfície de fratura contém *pulledout fibers* e a outra parte está, relativamente, plana. Este é o resultado do fato de que, em flexão, uma parte da seção foi atingida por tração e a outra parte por compressão. Essas características podem facilmente serem observadas macroscopicamente pelo investigador. A

Figura 125 mostra a asa de uma aeronave, fabricada em material composto, que supostamente falhou por flexão. A superfície inferior da asa, que foi submetida à tração, apresenta uma textura muito fibrosa em relação à superfície superior da asa, que foi submetida à compressão.

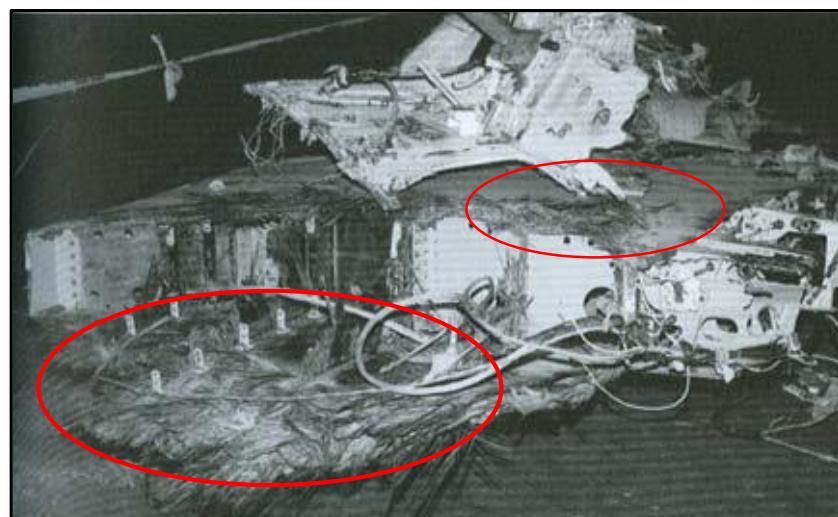


Figura 125 - Asa em material composto que supostamente falhou por flexão. A área inferior da asa está relativamente grosseira e representa uma falha por tração com significante *fiber pullout* e a área superior da asa está relativamente lisa e representa uma falha por compressão, ambas são claramente identificáveis.

Impacto - Como discutido anteriormente, materiais compostos de aeronaves apresentam características tipicamente frágeis, ou seja, não dúcteis como estruturas metálicas. As estruturas metálicas sofrem níveis relativamente altos de deformação permanente antes da falha final, e esta deformação fornece informações essenciais sobre o carregamento, que antecederam a falha estrutural. As estruturas frágeis como compósitos, apresentam relativamente pouca ou nenhuma deformação permanente antes da falha final.

Fadiga - Uma das qualidades mais expressivas dos compósitos é que eles geralmente fornecem um melhor desempenho no que diz respeito à fadiga em relação às estruturas metálicas aplicadas em aeronaves, como, por exemplo, o alumínio. Apesar disso, os materiais compostos podem falhar por fadiga quando estão sofrendo carregamento, e essas falhas podem produzir características bem particulares. As falhas por fadiga, em metais, podem ser identificadas através de inspeções apropriadas.

Fraturas por fadiga em superfícies de materiais compostos, por outro lado, geralmente não apresentam sinais visíveis característicos. Na verdade, fraturas por fadiga em compósitos, muitas vezes parecem semelhantes a uma fratura por sobrecarga. Sumarizando-se, identificar uma falha por fadiga em material composto em um *crash site* será uma tarefa quase impossível de ser realizada pelo investigador de campo.

12.2.9 ANÁLISE DE FALHAS

Inicialmente, a análise de falhas deve ser orientada de modo a obter todos os detalhes pertinentes relacionados com a sua causa. O passo inicial é estudar visualmente as evidências no próprio componente, explorando as partes e fazendo um questionamento adequado.

Para a análise da falha, faz-se uma observação preliminar e, a seguir, exploram-se as condições da falha. Assim, o investigador do fator material deverá buscar responder aos questionamentos levantados nessa etapa que tenham relação causal com a ocorrência:

- a) Informações Preliminares
 - descrição da falha
 - registro da falha no local
 - aspecto do componente falhado
- b) Condições da Falha
 - condições de operação
 - ambiente de utilização
 - geometria e projeto
 - fabricação e processamento
 - partes adjacentes
 - montagem
 - anexos

Estes dados são buscados de modo a construir, na medida do possível, a sequência de eventos que levaram à falha e a correlação destes com as possíveis medidas de controle e eliminação das causas da falha.

Recomenda-se que a maior quantidade de informações possíveis sejam coletadas na ação inicial. Um registro fotográfico cuidadoso irá facilitar e tornar o processo de análise de falhas mais célere e preciso.

12.2.9.1 Cuidados iniciais

Os primeiros cuidados que devem ser tomados com um material fraturado são relativos ao manuseio. As regiões fraturadas podem ser muito frágeis a danos mecânicos e corrosivos; logo, deve-se ter cuidado em seu manuseio para que evidências acerca das causas da falha não sejam alteradas ou contaminadas.

É recomendado que as superfícies em análise sejam protegidas, utilizando pacotes impermeáveis e proteções de papelão, isopor ou plástico bolha que protegem a peça de prováveis impactos no transporte.

Outro cuidado que se deve ter com um componente fraturado é relativo à sua limpeza. Essas substâncias presentes na falha podem tanto trazer informações a respeito do tipo de falha quanto dificultar o trabalho de análise da causa da falha. Dentre essas substâncias as mais comuns são os lubrificantes, mas também podem estar presente: óxidos, poeira, terra, outros metais, tintas, revestimentos, etc.

A partir dessa etapa todos os procedimentos realizados devem ser realizados por um investigador do fator material devidamente qualificado para exercer essa atividade ou sob sua orientação.

Quando a superfície de fratura está recoberta, todo o cuidado deve ser tomado para que a limpeza, ao invés de facilitar a análise, não elimine informações essenciais para a compreensão da falha. Maiores cuidados devem ser tomados na limpeza de amostras a serem observadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Em alguns casos, nem é recomendada a limpeza para que a mesma não retire vestígios de produtos de corrosão específicos ou mesmo de substâncias explosivas.

As técnicas de limpeza das superfícies de fratura devem ser tomadas pela ordem das menos agressivas para as mais agressivas, como por exemplo:

- sopro de ar seco;
- limpeza com escova macia;
- descolagem de sujeiras;
- limpeza com solventes orgânicos;
- limpeza com detergentes com a assistência de agitação ultrassônica;
- limpeza catódica; e
- limpeza com ataque químico ácido ou alcalino.

Após os cuidados iniciais descritos acima, o material é submetido a uma série de exames dispostos esquematicamente abaixo:

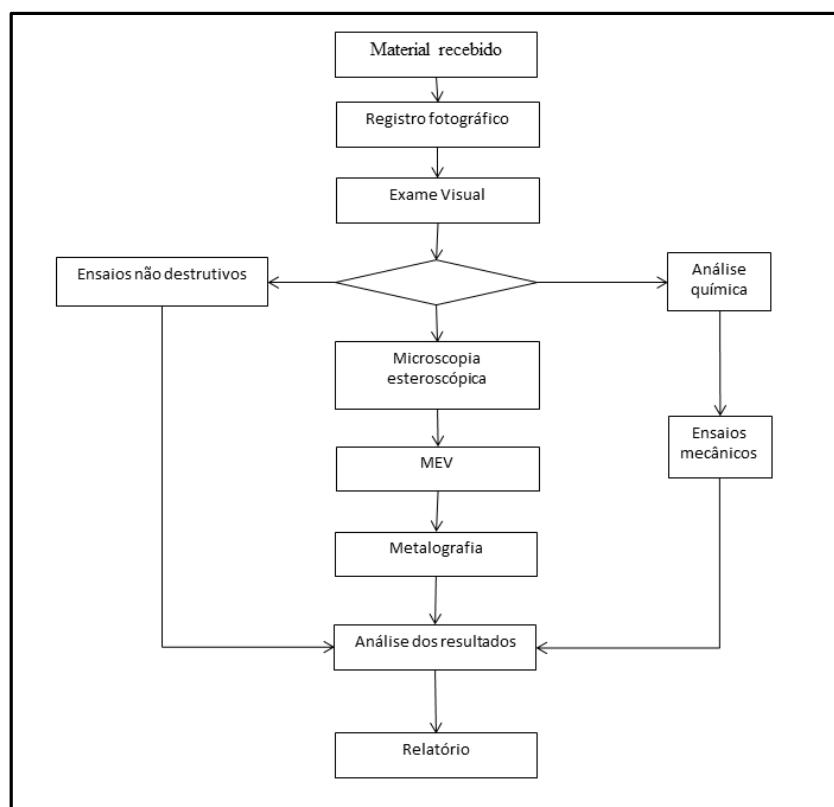


Figura 126 - Fluxograma da análise de falhas

A seguir os exames mostrados no fluxograma serão descritos mais detalhadamente.

12.2.9.1.1 Recebimento, Registro Fotográfico e exame visual.

O material deverá ser recebido com o maior número possível de informações levantadas na ação inicial, tais como: dados sobre os destroços, condição de operação da aeronave, relatos de testemunhas. Essas informações serão usadas pelo investigador do fator material com a finalidade de nortear seu trabalho e torna-lo o mais célere possível. Detalhes sobre os procedimentos e protocolos para submeter um material para análise no âmbito da Força Aérea podem ser consultados nos documentos ICA 3-15 (DCTA) e ICA 65-21 (DIRMAB).

O registro fotográfico nessa etapa do processo tem a finalidade de documentar as condições de recebimento do material. Deve ser dada atenção especial à região da fratura da peça.

O exame visual é a primeira e mais importante fase na análise de falhas, pois o aspecto visual da fratura está profundamente associado com o mecanismo de falha ocorrido e porque a análise visual é uma técnica extremamente simples e barata. Em muitos casos, o diagnóstico pode ser feito apenas pelo exame visual e a realização de outros exames apenas para confirmação ou negação do diagnóstico inicial.

Mesmo que um diagnóstico inicial não seja obtido pela análise macroscópica, esta ainda poderá auxiliar na compreensão geral sobre a fratura, auxiliando na localização da sua origem e na determinação da sequência da fratura, além de detectar qualquer característica macroscópica relevante.

12.2.9.1.2 Ensaios não destrutivos

Ensaios não destrutivos são utilizados predominantemente em serviços de manutenção, a fim de detectar, principalmente, trincas de fatiga e de corrosão, no entanto, esses tipos de exames podem ser requeridos com a finalidade de fazer uma análise preventiva em peças com mesmo *part number* operando em condições de risco semelhantes. Como os ensaios não destrutivos não são a atividade principal do investigador do fator material, este manual não detalhará profundamente estes exames.

Ensaio	Finalidade	Materiais que podem ser inspecionados	Vantagens	Desvantagens
Líquido Penetrante	Trincas superficiais e descontinuidades	Metais não porosos e materiais não metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo - Portátil - Alta sensibilidade - Resultados imediatos - Baixa especialização 	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se remover a pintura - Apenas para falhas superficiais - Sem resultados permanentes - Necessidade de inspeção visual direta - Alto grau de limpeza
Inspecção de Partículas Magnéticas	Trincas próximas à superfície	Materiais magnéticos	<ul style="list-style-type: none"> - Semiportátil - Sensível a pequenas falhas - Encontra defeitos subsuperficiais - Exige habilidade moderada do inspetor 	<ul style="list-style-type: none"> - Apenas para materiais magnéticos - Remoção do revestimento superficial - Sem resultados permanentes - Necessita desmagnetizar a região após a inspeção
Raio-X	Trincas internas (com alguma limitação de profundidade)	Materiais metálicos e não metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Detecta defeitos superficiais e subsuperficiais - Registro permanente do exame - Mínimo de preparo da peça 	<ul style="list-style-type: none"> - Exame com custo elevado - Perigos devido à radiação - Método altamente direcional, necessita exposição em diferentes ângulos - Alto grau de habilidade interpretativa é requerido
Inspecção por ultrassom	<ul style="list-style-type: none"> - Falhas externas e internas - Espessura do material - Vazamento em sistemas pneumáticos 	Materiais metálicos e não metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Vantajoso para defeitos superficiais e subsuperficiais - Sensível a pequenos defeitos - Resultado imediato da inspeção - Pouca preparação da peça - Ampla variedade de espessuras pode ser inspecionada 	<ul style="list-style-type: none"> - Sem registro permanente da falha - Inspecção direcional, depende da orientação da falha - Necessário alto grau de habilidade do inspetor

Tabela 1 - Resumo das principais características dos ensaios não destrutivos.

12.2.10 ENSAIOS ESPECÍFICOS

Os ensaios descritos a seguir, na grande maioria dos casos, são considerados destrutivos, pois exigem a preparação de um corpo de prova específico para o ensaio ou demandam cortes na peça para que elas se adequem aos equipamentos.

A seguir será feita uma descrição sucinta dos ensaios mais comuns na área de análise do fator material.

12.2.10.1 Análise Estereoscópica

Neste tipo de análise é usado um equipamento chamado estereoscópico que funciona com o mesmo princípio de nossos olhos e o componente final é o nosso cérebro que faz a fusão da imagem das duas lentes resultando em noções de profundidade da superfície fraturada a ser analisada. Como a noção de profundidade é feita pelo nosso cérebro, o registro fotográfico da imagem se torna um pequeno problema, pois a câmera acoplada ao equipamento possui apenas uma lente e a noção de profundidade deve ser feita como jogo de luz. Tentando adaptar a luz para que se tenha noção de profundidade. A vantagem desse equipamento é que se podem analisar peças relativamente grandes ao contrário do microscópio que permite analisar pequenas amostras e embutidas. A Figura 127 mostra um exemplo de um estereoscópio.

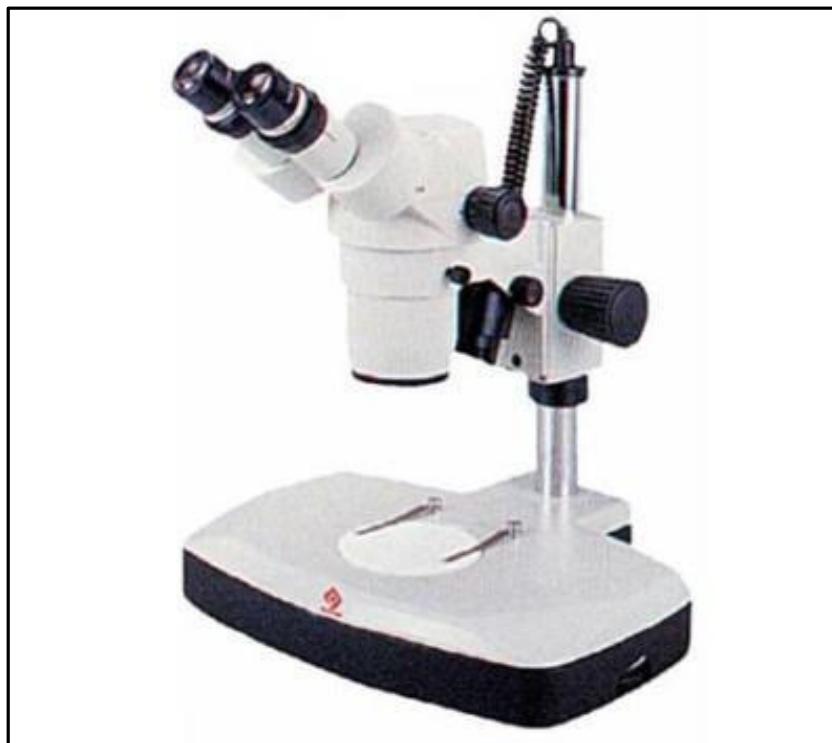


Figura 127 - Exemplo de um estereoscópio.

12.2.10.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um equipamento capaz de produzir imagens de alta ampliação (máximo de 300.000) e resolução. As imagens produzidas pelo MEV possuem um caráter virtual, pois o que é visualizado no monitor do aparelho é a transcodificação da energia emitida pelos elétrons, ao contrário da habitual radiação de luz.

O princípio de funcionamento de um MEV consiste na emissão de feixe de elétrons por um filamento capilar de tungstênio (eletrodo negativo), mediante a aplicação de uma diferença de potencial que pode variar de 0,5 a 30 kV. Essa variação de voltagem permite a variação da aceleração dos elétrons, e também provoca o aquecimento do filamento. A parte positiva em relação ao filamento do microscópico atrai fortemente os elétrons gerados, resultando numa aceleração em direção ao eletrodo positivo. A correção do percurso dos feixes é realizada pelas lentes condensadoras que alinha os feixes em direção à abertura da objetiva. A objetiva ajusta o foco dos feixes de elétrons antes dos elétrons atingirem a amostra analisada. A Figura 128 mostra o princípio de funcionamento de um MEV.

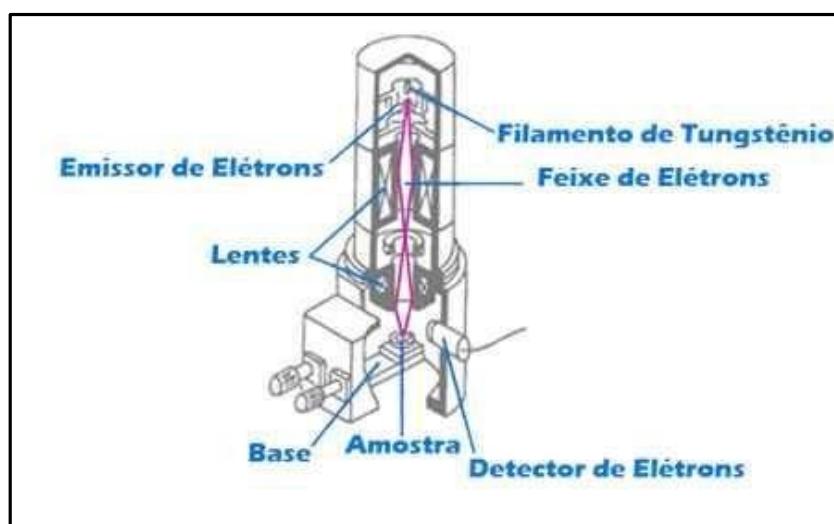


Figura 128 - Representação esquemática do funcionamento de um MEV.

12.2.10.3 Metalografia

Esse tipo de análise serve para o exame microestrutural do material. Com essa análise relaciona-se a estrutura íntima do material às propriedades físicas, ao processo de fabricação, ao desempenho de suas funções e, consequentemente, a uma possível falha em serviço.

Para a realização do exame metalográfico e posterior análise microestrutural, deve-se preparar um corpo de prova seguindo as seguintes etapas:

- a) escolha da região da peça a ser analisada;
- b) corte (cuidado para não danificar a superfície fraturada);
- c) embutimento em baquelite;
- d) identificação das amostras embutidas;
- e) desbaste mecânico (lixamento);
- f) polimento (mecânico ou eletroquímico);

- g) revelação da microestrutura (ataque químico ou térmico); e
- h) observação no microscópio.

Algumas das etapas acima listadas podem ser suprimidas e/ou repetidas, caso haja necessidade. Por exemplo, a etapa de embutimento pode ser desnecessária caso a amostra tenha tamanho suficiente para ser manipulada. Por outro lado, a etapa de limpeza é quase sempre recomendável ao longo de todo o processo de preparação da amostra, para melhorar a qualidade de acabamento da amostra final.

A estrutura cristalina e dos grãos influenciam muito nas propriedades químicas, físicas e mecânicas de um material. Muitas vezes, um material, por apresentar uma determinada estrutura de grãos, leva o mesmo a apresentar propriedades muito diferenciadas das que teria com sua estrutura normal. Com análise metalográfica é possível determinar o tipo de processamento termomecânico empregado para fabricação do material. Caso o material seja processado com uma temperatura de acabamento alta e uma temperatura de bobinamento baixa, a microestrutura resultante é a ferrita equiaxial e uniforme (tamanho de grão homogêneo). Por outro lado, como seria esperado, uma temperatura de acabamento baixa e uma temperatura de bobinamento alta levam o material a apresentar um tamanho de grão ferrítico muito elevado e formação mais de carbonetos mais maciços.

O grande potencial da análise metalográfica, para uma análise de falhas, é a análise da microestrutura do componente na região de falha. A análise microestrutural revela informações importantes que complementam a análise macrofractográfica e microfractográfica. Para isto, o analista deve tomar maior cuidado com a análise metalográfica dos componentes fraturados do que na análise metalográfica convencional pois, amostras nesta situação são mais difíceis de serem obtidas.

Para aproveitar ao máximo o potencial que a análise metalográfica oferece, deve-se buscar a análise de regiões mais próximas possíveis da região falhada. Pois se trata de um ensaio destrutivo, sendo obrigatório deixá-lo para o final da análise.

12.2.10.4 Testes em Túnel Aerodinâmico.

O uso de túneis aerodinâmicos e de modelos dinâmicos em escala tem papel importante em muitas investigações de acidentes. Em particular, os túneis aerodinâmicos são usados em conexão com as investigações de acidentes, para o exame pormenorizado do desempenho e de questões estruturais. Esta técnica tornou possível a solução de vários problemas que, de outra maneira, teriam ficado insolúveis.

Na construção dos modelos dinâmicos, deve-se determinar quais são as interações mais importantes em vista do fenômeno que os concerne, assegurando-se de que os parâmetros relevantes sejam representativos.

O tamanho ou escala do modelo fica na dependência, em grande parte, do tamanho das instalações de teste, da facilidade da construção, do seu custo e dos pormenores do modelo que serão necessários. Quando for tomada a decisão de construir um modelo, sua principal finalidade deverá ser claramente definida, assim como o entendimento acerca de qual escala deva ser adotada para atingir essa finalidade. Entretanto, há o risco de que o modelo fique muito simplificado em relação às “respostas” esperadas e, nesse caso, o teste pode não ser válido.

Quando se constrói um modelo com o interesse de obter informações para uma questão específica, ocorre frequentemente que outros resultados benéficos aparecem: estes podem ter alguma relação direta com o acidente, ou podem ser aspectos do interesse de outras autoridades, com vistas ao aprimoramento da segurança de operação das aeronaves.

12.3 TÉCNICAS DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL

A investigação da área operacional se caracteriza pela coleta e análise dos elementos relacionados ao desempenho técnico do ser humano (operação da aeronave, manutenção da aeronave e prestação de serviços de tráfego aéreo). Da mesma forma, os demais elementos ligados ao ambiente operacional que podem comprometer a operacionalidade, por meio da redução dos níveis de segurança, também são abordados nessa área (infraestrutura aeroportuária, infraestrutura de tráfego aéreo, meteorologia, fauna, etc.).

Esta é uma área de grande escopo e que compreende a atuação humana em diversas faces da infraestrutura aeronáutica, de modo que verifica-se uma estreita relação entre o trabalho de investigação da área do fator operacional e o das demais áreas de investigação.

12.3.1 DESEMPENHO TÉCNICO DO SER HUMANO

O desempenho técnico do ser humano deve ser explorado como um dos elementos com grande potencial de contribuição para as ocorrências aeronáuticas. Como principais aspectos do desempenho técnico do ser humano na atividade aérea que podem influenciar, diretamente, na segurança de voo destacam-se: a operação da aeronave, a manutenção da aeronave e a prestação de serviços de tráfego aéreo.

12.3.1.1 Operação da aeronave.

O levantamento da trajetória final do voo de uma aeronave, de acordo com as informações do controle de tráfego aéreo e os depoimentos de observadores, deve ser comparado com o obtido nos registros do voo. Tal corroboração, sempre que possível, constitui-se em um dos princípios de uma investigação adequadamente executada, isto é: a confirmação da validade das informações obtidas de uma determinada fonte com base em informações de outras fontes.

Testes de voo, em conexão com outras informações já citadas (trajetória do voo, desempenho, características de voo), são importantes para esclarecer ou confirmar alguns pontos pormenores, não apenas em relação a assuntos diretamente concernentes à investigação da área operacional, mas também a assuntos relacionados com cargas estruturais, operação de sistemas, motores, etc.

Apesar de, geralmente, se atribuir à atuação do piloto uma enorme relevância, o foco da investigação operacional não deve se restringir a este ponto específico.

A seguir, serão apresentados os principais pontos de interesse relacionados à investigação do aspecto de operação da aeronave.

12.3.1.1.1 Informações acerca do operador.

É muito importante, logo de início, estabelecer o tipo de operador e a regulamentação à qual este se sujeita. Isto poderá influenciar toda a investigação, especialmente quando se tratar de uma operação comercial.

Verifique se o operador é uma empresa de transporte (regular ou táxi-aéreo), se é corporativo (empresa que não atua no ramo de transporte aéreo, mas que dispõe de aeronave para transporte de seus funcionários), empresa prestadora de serviços especializados (tais como: agrícola, propaganda, etc.) ou se pertence à aviação geral.

Uma vez qualificado o operador, será possível determinar a que regulamentação (certificação) ele se submete. No caso da aviação civil, deve-se consultar o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) aplicável, além dos requisitos gerais de operação para aeronaves civis estabelecidos no RBAC-91.

A partir daí, deve-se verificar se o nível de conformidade do operador com a regulamentação pode ter contribuído para o acidente (lembre-se que o papel da investigação não é o de fiscalizar o cumprimento de regras - isto é papel do órgão fiscalizador).

Em função das características do operador, pode ser interessante avaliar a estrutura da empresa e a infraestrutura operacional disponível.

12.3.1.1.2 Histórico da tripulação.

O estudo dos históricos pertinentes à tripulação compõe uma parte importante da investigação. Algumas dessas informações podem ser úteis para a área de investigação dos fatores humanos e, dessa forma, devem ser compartilhadas o quanto antes.

Registros Pessoais

Informações que devem ser obtidas sobre cada membro da tripulação:

- a) tarefa desempenhada a bordo (piloto, copiloto, navegador, engenheiro de voo, comissário, etc.);
- b) nome completo, idade;
- c) currículo da sua carreira na aviação (treinamento inicial e subsequente, treinamento especializado, cursos frequentados, empregadores e sequências de tarefas desempenhadas, condições sob as quais as várias licenças e designações foram obtidas, validade das licenças, acidentes ou incidentes anteriores e causas dos mesmos);
- d) experiência total e experiência no tipo de aeronave do acidente (exame das cadernetas de voo, tempo total de voo diurno, noturno, instrumentos - relevante - total, no último mês, na última semana e últimas 48 horas) tipo de treinamento de solo (simulador de voo, etc.) e treinamento de voo, últimos cheques de proficiência de cheques de solo e de voo, incluindo conhecimentos de procedimentos de emergência, treinamento de evacuação em emergência, avaliação por instrutores, controladores de voo ou operadores); e
- e) experiência na rota ou no aeródromo onde o acidente ocorreu (em particular

o estudo de como é feito o planejamento para a rota, familiarização, condições visuais ou por instrumentos encontrados previamente, número de aterragens ou decolagens e conhecimento prático dos procedimentos).

Para reunir toda esta informação, o investigador poderá necessitar de muitas declarações (possivelmente de outros membros de tripulação de voo que tenham voado com as pessoas envolvidas no acidente) e fazer uso em especial do registro das comunicações trocadas em voos anteriores, assim como da leitura dos registros dos voos anteriores.

A natureza do acidente determinará extensão e o alcance de cada uma das informações acima descritas.

12.3.1.1.3 Qualificações e Proficiência das tripulações

Os investigadores devem determinar o nível individual das qualificações dos membros da tripulação para identificar se o voo foi conduzido de maneira compatível com a experiência ou treinamento da tripulação. Da mesma forma, algumas operações da tripulação requerem tarefas que devem ser realizadas regularmente e com a frequência determinada.

Qualificações iniciais, por si só, podem não implicar um nível de proficiência necessário para gerenciar todas as condições de voo encontradas. Requisitos aplicáveis para os certificados de concessão de habilitação precisam ser revistos e comparados com os registros de treinamento da tripulação e de avaliações, conforme o caso.

Os investigadores devem pautar-se nos regulamentos, mas não são obrigados a aceitá-los como adequados. Quando uma discrepância se torna o foco de uma investigação, o investigador poderá ser obrigado a solicitar ao regulador que este reveja os requisitos estabelecidos em regulamento.

Várias empresas aéreas operam em aeroportos que exigem qualificações específicas e nível mínimo de proficiência da tripulação para as condições apresentadas. A formação e a frequência das operações das tripulações são geralmente registradas nos livros de controle dos operadores.

12.3.1.1.4 Despacho da aeronave.

Planejamento do voo.

Em alguns casos, o plano de voo é preparado e preenchido por um despachante. Isto dará, ao investigador, certos dados específicos que necessitarão de exames pormenorizados.

Em adição a isto, no caso das operações de aeronaves comerciais, a tripulação recebe um plano de voo ou de navegação pormenorizado, com o auxílio dos Despachantes Operacionais de Voo (DOV), o que pode ser usado com grande proveito pelo investigador. Uma cópia deste documento fica, geralmente, com o operador. No caso de acidentes envolvendo problemas de navegação ou consumo de combustível, será necessário verificar os planejamentos e as folhas de navegação e certificar-se de que os dados gráficos ou tabulados (ou programados por computador) dos quais eles surgiram, eram relevantes às circunstâncias particulares do voo desejado, tais como condições meteorológicas, tipo da aeronave e modelo, nível de cruzeiro, etc.

Problemas relativos ao planejamento raramente estão presentes na operação de transporte regular. Por outro lado, nos demais tipos de operação (não regular, serviços especializados, etc.), será muitas vezes útil levantar as informações referentes ao planejamento, especialmente no caso de aeronaves leves e operadas em voos de treinamento.

É recomendável que se procure verificar quais eram as intenções da tripulação a respeito do voo e das várias manobras planejadas.

Peso e balanceamento.

Em alguns casos, é preparada uma folha de peso e balanceamento (*loadsheets*), baseada no voo planejado e nas condições meteorológicas. Geralmente, os voos comerciais usam um formulário padronizado para estes cálculos, porém isto raramente acontece com as aeronaves leves.

Quando o formulário não puder ser obtido, o investigador terá de usar a documentação dada pelo fabricante. Deverá preencher um formulário e checá-lo ou reconstituí-lo, levando em conta:

- a) pesagem mais recente da aeronave;
- b) combustível e óleo a bordo (verificar o reabastecimento, testemunhos dos operadores das bombas de combustível, vales ou ordens de abastecimento de combustível, voos anteriores e tomar amostras para análise em conjunto com a investigação do grupo motopropulsor);
- c) tripulantes e passageiros a bordo (verificar o manifesto, bilhetes de passagem expedidas, documentação de alfândega ou da imigração, declaração de testemunhas do embarque, pessoas embarcadas ou desembarcadas em escalas anteriores, verificação dos pesos padrões ou peso real); e
- d) carga e carregamento (verificar manifesto, documentação de alfândega, correio, agentes despachantes, bagagem tomada de outros voos, peso dos volumes recuperados, declarações de pessoas que testemunharam ou fizeram carregamento no último aeroporto da escala e nos precedentes, distribuição entre os vários compartimentos de bagagem, etc.);

O peso e o balanceamento no momento do acidente serão deduzidos da informação básica acima, de acordo com as circunstâncias do voo e da distribuição e peso da carga, conforme determinado no exame dos destroços, juntamente com a localização e peso dos passageiros e tripulantes como determinado pela verificação dos destroços (incluindo os exames patológicos quando necessários).

Os ajustes na cabine da posição do estabilizador horizontal, ou dos compensadores, se corretos, devem ser aferidos com relação ao ajuste e à posição prevista para o peso e balanceamento calculados do momento do acidente.

12.3.1.1.5 Determinação da trajetória final do voo.

A reconstituição da última fase do voo exige uma coordenação estreita entre os grupos de investigação e deve ser um dos principais focos da investigação da operação da aeronave.

A intenção deve ser a de construir um cenário completo dos eventos finais como eles ocorreram na sequência e avaliar como eles se relacionam. O período de tempo a ser coberto dependerá das circunstâncias. Em termos gerais, deve iniciar-se numa fase em que o voo parte de uma operação segura normal e pode terminar quando a irreversibilidade do acidente é indiscutível. Não precisa ser necessariamente o momento do impacto, por exemplo, no caso de uma falha estrutural em voo de cruzeiro (uma vez que as asas se desprendem o acidente é inevitável).

Em acidentes de decolagem e de aterrissagem, no entanto, o impacto será o evento que encerra a sequência de eventos e pode ser necessário usar esse ponto de partida para a reconstituição e trabalhar para trás, com a finalidade de sincronizar as várias fontes de informação que podem ter sido estabelecidas numa base sequencial por outros grupos de investigação.

A leitura do FDR poderá fornecer a base da reconstituição e a gravação das comunicações poderá fornecer a necessária ligação com as atividades conexas no terreno.

A investigação de estruturas deve ser capaz de determinar a configuração da aeronave e a de Fatores Humanos pode acrescentar evidências e estabelecer algumas considerações importantes sobre a condição ou a eficiência operacional da tripulação de voo.

A investigação dos motores deve ser capaz de indicar a potência do motor desenvolvida no momento de impacto e a investigação dos sistemas deve ser capaz de contribuir para a determinação da configuração da aeronave em algum detalhe.

Finalmente, a reconstituição deve ser considerada no ambiente indicado a partir de uma avaliação de todas as declarações das testemunhas e nas condições meteorológicas determinadas pela investigação dessa área.

12.3.1.1.6 Sequência do voo.

A enumeração das informações acima devem trazer à luz os itens de importância para a investigação de Operações em relação às outras áreas de investigação de acidentes. Com efeito, a síntese de todos os dados obtidos será a principal contribuição para a reconstituição do voo. Também pode acontecer que as características particulares do acidente exijam não só a reconstituição do voo do acidente, mas a de outros voos anteriores.

Embora a investigação deva dedicar especial atenção à fase em que ocorreu o acidente, é desejável discutir o desenvolvimento de todo o voo. Além disso, em muitos casos, o investigador pode achar vantajoso realizar uma avaliação global de todas as principais áreas da investigação cobrindo cada parte do voo. Por exemplo, durante a fase em rota, áreas como a da tripulação de voo, serviços de tráfego aéreo, meteorologia, planejamento de voo, o desempenho da aeronave e as declarações das testemunhas. Estas informações poderão fornecer todos os detalhes específicos relacionados com o voo em rota e serão levantadas de acordo com a natureza do acidente.

Os dados contidos nos gravadores de voo da aeronave e os registros de RADAR podem ser usados para desenvolver, rapidamente, uma geração em computador da trajetória de voo relacionada às ações da tripulação e instruções do pessoal de apoio. Isso pode ajudar na identificação de quando e onde o voo desviou-se do seu curso planejado, ou em que ponto as manobras excederam os limites estruturais da aeronave ou limites da fisiologia humana.

12.3.1.1.7 Dados de desempenho da aeronave.

A fonte básica de informação referente ao desempenho da aeronave é o Manual de Voo.

Enquanto, na maioria dos casos, o manual da aeronave é adequado para fins de investigação, em outros, pode ser necessário examinar os dados que aparecem no Manual de Voo, de forma a confirmar sua validade para as circunstâncias particulares do acidente. Nesses casos, uma pesquisa pormenorizada nos arquivos da autoridade de aeronavegabilidade e do fabricante da aeronave pode ser necessária.

NOTA - O Manual de Voo sofre constantes modificações e revisões para o seu aprimoramento. A sua apresentação nem sempre é como descrita abaixo, ou seja, a distribuição do conteúdo pelas Seções pode ser modificada. Há mudanças de acordo com as características das aeronaves, sua complexidade e operacionalidade.

O Manual de Voo normalmente é dividido em seções, abrangendo:

- a) generalidades - Registros de modificações, desenho do arranjo e outros dados dimensionais, registros, particularidades, tabelas e gráficos de conversão, definições;
- b) limitações - Contém limitações de peso, carga de combustível, carga sobre o assoalho, centro de gravidade, condições atmosféricas (pressão do ar e temperatura ambientes), operação do grupo motopropulsor, velocidade e número MACH, vento cruzado, manobras, tripulação mínima, número máximo de ocupantes, sistemas, limitações do *autopilot*, velocidades de certificação para resistir a colisões com fauna, etc.
- c) procedimentos de emergência - Contém os procedimentos essenciais para operação em condições de emergência que são previsíveis porém não usuais e que necessitam de ação precisa e imediata.
- d) procedimentos normais - Inclui os procedimentos adequados para a operação da aeronave e deve incluir:
 - grupo motopropulsor (motores, hélices);
 - sistema de combustível;
 - sistema de lubrificação do motor;
 - sistema de extinção de incêndio;
 - sistemas elétricos;
 - sistemas hidráulicos;
 - sistemas pneumáticos;
 - sistemas de degelo (proteção contra gelo);
 - sistema de navegação;
 - sistema de controle de voo - piloto automático;
 - procedimentos para turbulência severa;

- procedimentos para reduzir probabilidade e severidade de colisões com fauna;
 - sistema de pressurização e de condicionamento de ar;
 - sistema de oxigênio;
 - os procedimentos que são aceitos como sendo parte da formação básica do piloto não são normalmente incluídos.
- e) desempenho - Contém dados qualificativos relacionados com o desempenho da aeronave que são normalmente apresentados em Subseções na seguinte ordem:
- generalidade;
 - procedimentos e velocidades para decolagem;
 - curvas de desempenho para decolagem;
 - gradientes de subida para decolagem;
 - comprimento de pista para decolagem;
 - dados para voo em rota;
 - procedimentos e velocidades para pouso;
 - curvas de desempenho para pouso;
 - gradientes de descida para pouso;
 - comprimento de pista para pouso;
 - dados adicionais de desempenhos especiais.

12.3.1.1.8 Análise Matemática.

Quando toda a informação pertinente ao desempenho da aeronave houver sido levantada deve-se fazer uma análise matemática do seu desempenho teórico. Tal análise, ainda no início da investigação, pode auxiliar o investigador a determinar áreas para exames específicos, como por exemplo: quando a informação do registrador de voo ou a declaração de observadores indiquem divergência muito grande do desempenho teórico.

À medida que a investigação progride, pode ser desejável fazer análises matemáticas posteriores, incorporando todas as evidências das demais áreas. Este estudo pode abranger desde a interpretação direta dos dados publicados no manual de voo, até análises sofisticadas por engenheiros de aerodinâmica, usando informações fornecidas por computadores com base nos dados da investigação, dos fabricantes da aeronave e do grupo motopropulsor.

12.3.1.1.9 Manual de Operação, Procedimentos Operacionais Padrão ou listas de verificação.

O Manual Operacional do Piloto (*Pilot's Operating Handbook* - POH), Procedimentos Operacionais Padrão (*Standard Operation Procedures* - SOP) ou lista de verificação da tripulação devem ser derivados diretamente do manual de voo. Os investigadores devem examinar as referências disponíveis à tripulação quanto à aplicação dos procedimentos.

Ao abreviar os procedimentos, as listas de verificação, frequentemente, omitem informações mais detalhadas. Certos detalhes, quando omitidos da lista de verificação podem alterar a duração ou as condições de aplicação dos procedimentos ao considerar o procedimento de forma independente. Não é adequado assumir que todas as informações apresentadas no manual de voo serão lembradas, durante a aplicação de um procedimento de emergência.

Tarefas listadas no POH ou nos SOPs devem refletir diretamente os passos descritos no manual de voo. Se houver discrepâncias, o investigador deve tentar averiguar quando o desvio ocorreu. Para procedimentos de emergência, a diferença pode passar despercebida por um longo período (normalmente até que o procedimento de emergência seja aplicado).

Os investigadores devem estar atentos quanto ao processo de atribuição de ações a serem efetuadas durante as diferentes fases do voo. Tais procedimentos devem ter algum esclarecimento no manual de voo que descreva a ação a ser tomada em um determinado momento sem a quebra de sequência de uma fase particular de voo. Por exemplo: um acidente com um DC-9 ocorreu devido à aplicação dos freios aerodinâmicos antes da aterragem. Esse sistema funcionava como resultado de um procedimento executado apenas depois da decolagem que previa o desarmamento de um disjuntor do circuito de comando. Uma nota no manual de voo comentava que o disjuntor deveria ser rearmado durante o táxi "após o pouso." Esta ação foi incluída na parte da lista de verificação "Aproximação e Pouso", sem qualquer esclarecimento. A tripulação rearmou o disjuntor na sequência do *checklist* antes de pousar e o procedimento resultou na aplicação dos freios aerodinâmicos com um consequente pouso brusco.

12.3.1.1.10 Desempenho e Característica de Pilotagem.

Os testes de voo são úteis quando consideramos o desempenho e as características de pilotagem do tipo de aeronave envolvida no acidente. Por exemplo: os dados do registrador de voo, quando disponíveis, e as informações de observadores podem ser usados para determinar as possíveis configurações da aeronave (as várias combinações de tração, posição de flapes, trem de pouso, *spoilers*) e de técnicas de pilotagem compatíveis com os dados do registrador de voo nos momentos selecionados.

Uma vez determinadas as possíveis configurações da aeronave, com base no registrador de voo e em informações operacionais diversas, os testes de voo podem ser empregados para verificar o desempenho e as características de pilotagem associadas com os perfis de voo contidos dentro de um envelope determinado.

Adicionalmente, as características gerais de voo e outros aspectos específicos do comportamento aerodinâmico da aeronave podem ser documentados, conforme as necessidades de cada grupo da investigação exigirem.

A *Purpoisong*, por exemplo, é um fenômeno relacionado à interação piloto-aeronave que causa movimentos oscilatórios por diferenças entre a expectativa de resposta do piloto e a efetiva resposta da aeronave. Tais movimentos podem ser amplificados rapidamente, resultando em perda de controle em voo. No caso de helicópteros, pode ocorrer a destruição do mesmo em três ou quatro ciclos de movimentos. Este fenômeno pode ocorrer com qualquer tipo de aeronave e em qualquer fase do voo, podendo ser iniciada pela reação do piloto a eventos externos, tais como: rajadas de vento, terreno, aves ou animais terrestres.

12.3.1.11 Cumprimento de normas operacionais.

Apesar de não ser função de um investigador de acidentes aeronáuticos envolver-se em questões disciplinares e de acatamento dos regulamentos e das instruções, a verificação do fiel cumprimento das diretrizes aplicáveis é parte necessária à investigação.

As diretrizes também devem ser examinadas para verificar, à luz do acidente, se eram corretas e adequadas para a garantia da segurança das operações, e se eram apresentadas de forma compreensível. Ao examinar estas diretrizes, é importante fazer distinção entre os procedimentos mandatórios e os recomendados.

As diretrizes podem ser de diversos tipos, entre os quais, destaca-se:

- a) Anexos da ICAO;
- b) legislação nacional (RBHA, RBAC, IS, IAC, etc.);
- c) procedimentos da ICAO para os Serviços de Navegação Aérea;
- d) Publicações Aeronáuticas de Informação (NOTAM, AIP-MAP, AIP BRASIL, ROTAER);
- e) circulares de informação;
- f) instruções dos Operadores às tripulações técnicas;
- g) Manual de Operações;
- h) diretrizes de aeronavegabilidade;
- i) publicações dos fabricantes de aeronaves; e
- j) Manual de Voo.

12.3.1.2 Manutenção da aeronave.

Ao investigar este aspecto, torna-se importante saber se as rotinas de manutenção foram cumpridas da maneira adequada, não só pela oportunidade das verificações, como também, pela qualidade do serviço executado e pelo grau de especialização do pessoal envolvido na sua execução.

Verifica-se, por vezes, que pilotos reportam discrepâncias de maneira pouco clara. Muitas discrepâncias observadas em voo e que não se manifestam quando são realizados cheque no solo não recebem o tratamento adequado de pesquisa no local ou em bancadas, durante as ações de manutenção corretiva.

É importante lembrar que uma pane ocorrida em voo, muitas vezes crítica para a operação da aeronave, só não resulta em acidente devido à interferência do piloto.

A investigação do Aspecto Manutenção abrange o levantamento de informações acerca dos relatórios de voo da aeronave, dos *Log Books* e a análise dos sistemas que integram a aeronave. Isto inclui, por exemplo, manutenções e inspeções não-programadas, como as decorrentes de poucos acima do peso previsto, de colisões com fauna, aeronave atingida por raio, etc.

Na investigação, todos os sistemas deverão receber o mesmo grau de importância, até que se possa identificar os que diretamente contribuíram para o acidente. Isto

somente será possível após criteriosa e detalhada análise das diversas áreas e de seus possíveis relacionamentos. Os dados obtidos na análise de um sistema, podem indicar a influência ou não de outro na sequência dos eventos que levaram este ou aquele a falhar.

O exame de um sistema, geralmente, envolve mais que o exame dos componentes no local. Assim, os testes de bancada, em laboratório e os testes funcionais deverão ser executados inclusive, instalando tais componentes em outra aeronave, desde que não comprometa a segurança.

É de grande importância que, ao investigar um sistema, se tenha conhecimento dos componentes que o constituem para, desde modo, determinar quais os que estão remanescentes nos destroços, quais os que faltam, onde se localizam dentro do sistema e assim por diante. Portanto, é oportuno que se faça uso de diagramas esquemáticos, que também serão úteis na análise de funcionamento do sistema.

Outro aspecto será a verificação dos componentes do sistema em relação às suas especificações. Poderá ser solicitada ao pessoal de manutenção a identificação dos itens e acessórios, de acordo com a nomenclatura, fabricante, *Part Number* (PN) e *Serial Number* (SN). Alguns componentes contendo o mesmo PN podem ser usados em diferentes partes do sistema, principalmente nos sistemas hidráulicos e pneumáticos. Assim, torna-se conveniente que se saiba, adequadamente, a exata localização dos itens.

A investigação de sistemas representa uma tarefa bastante difícil em virtude da variedade e da complexidade dos equipamentos atualmente em uso. É importante ter em mente que tal investigação somente será levada a bom termo com o auxílio de técnicos especializados em cada setor, além de detalhados testes de laboratório e de bancada.

O trabalho do investigador é feito com base em um conhecimento genérico; cabe a ele reconhecer a necessidade de solicitar a presença de um técnico e, assim, atingir resultados de análises mais fidedignas.

De um modo geral, os seguintes sistemas são abordados neste Manual:

- a) hidráulico;
- b) elétrico e eletrônico;
- c) pressurização e ar-condicionado;
- d) proteção contra gelo, chuva e aquecimento do *pitot*;
- e) instrumentos;
- f) comunicações e navegação;
- g) detecção e proteção contra fogo; e
- h) oxigênio.

Para facilitar a investigação e a verificação dos componentes, cada sistema pode ser dividido em seis áreas: fonte de energia, pressão, controles, proteção, distribuição e aplicação.

Na fonte de energia, são analisados todos os acessórios que forneçam energia para o sistema (geradores, alternadores, baterias, inversores, conversores, bombas hidráulicas, etc.).

Na área de pressão são verificados os locais onde incidem maiores ou menores valores de pressão (tubulações, acumuladores, etc.).

Na área de controle, são verificados os interruptores, potenciômetros, válvulas seletoras e redutores de pressão.

Na área de proteção, são avaliadas válvulas de alívio, suspiros, drenos, filtros, disjuntores, fusíveis, etc.

Na área de distribuição, são verificados fios, conduites, tubulações, caixas de junção, painéis de eletricidade, etc.

Na área de aplicação, são analisados os elementos ou conjuntos de transformação, onde a energia da fonte é aplicada e produz força ou trabalho.

Obviamente, o exposto acima se enquadra quando as situações exigem uma análise bastante detalhada e minuciosa. Em situações mais simples, a investigação poderá ser processada analisando a interação dos sistemas como um todo.

Três pontos são de fundamental importância para boa investigação:

- a) posição dos interruptores e a correspondência na posição dos itens, conjuntos, equipamentos ou superfícies para as quais enviam comando e/ou suprimento de energia.
- b) posição dos controles ou comandos e suas correspondências nos itens como:
 - Manetes
 - Manches
 - Seletoras de combustível
 - Seletores de frequência - Rádio, VOR, ILS, DME, ADF, RADAR.
- c) leitura dos instrumentos:
 - a leitura de cada instrumento deve ser anotada e, o mais importante, fotografada. Tal trabalho deve ser executado em coordenação com os demais integrantes da investigação da área de operações.
 - até que a cabine seja investigada pelo grupo de investigação de sistemas, os membros das outras equipes devem permanecer afastados, a fim de não destruírem evidências importantes.

12.3.1.2.1 Sistema Hidráulico.

Reservatórios e fluidos.

Os reservatórios devem ser examinados para se determinar a quantidade de fluido remanescente.

Devem ser colhidas amostras para análise:

- a) tipo de óleo;
- b) contaminação metálica e/ou outras;
- c) válvulas e drenos dos reservatórios:
 - posição correta;
 - frenos;
- d) filtros de entrada quanto à contaminação;
- e) tampas dos bujões de recompletamento:
 - fechadas?
 - abertas?

Bombas hidráulicas.

As bombas hidráulicas principais podem ser acionadas mecanicamente (acopladas ao motor) ou por motores elétricos.

As bombas auxiliares geralmente são acionadas por motores elétricos.

Na análise das bombas hidráulicas devemos verificar: eixo de acoplamento, integridade, superfície de fratura e engrenagens.

A análise de fratura poderá indicar a situação da bomba quanto ao funcionamento por ocasião do acidente.

Uma aparência martelada e algo polido da superfície fraturada que se combinam, indicam que o acoplamento rompeu-se enquanto a bomba estava sendo operada: a fonte de acionamento continuava a operar e as duas superfícies se atritavam. Fraturas limpas e não danificadas, indicam que a bomba e sua fonte de acionamento estavam estáticas no momento do acidente. Tais fraturas serão mais provavelmente, o resultado de forças geradas no momento do impacto. Esta condição se aplica a quaisquer componentes operados de maneira análoga. Uma bomba com eixo de acoplamento cisalhado e superfícies da fratura danificadas deve ser verificada quanto à lubrificação, desgaste, frouxidão ou superaquecimento.

Examine o mecanismo interno buscando indícios de superaquecimento ou outra falha. Há filtros instalados nas linhas de dreno de algumas bombas e estes devem ser examinados em busca de evidências ali retidas, que indiquem a falha real das mesmas.

Havendo dúvidas, solicite pesquisas de laboratório.

Acumuladores hidráulicos.

Em acumuladores esféricos uma membrana de borracha ou diafragma separa o ar sob pressão do fluido, enquanto nos acumuladores cilíndricos um êmbolo flutuante é usado para o mesmo fim.

Os acumuladores hidráulicos devem ser examinados para verificar a retenção da pré-carga de ar e seu montante; se houver, deve ser medido com um instrumento adequado. A membrana ou diafragma deve ser examinada quanto à ruptura e o êmbolo flutuante deve ser verificado em relação à sua posição e às câmaras de ar ou óleo no cilindro. Isto pode ser relacionado à sequência da perda de pressão do ar e óleo. A pressão nestes acumuladores alcança de 850 a 3000 PSI (60 a 210 Kg/cm²) e, portanto, constitui um risco à aeronave em voo e ao pessoal no solo se houver falha no acumulador. Examine-o em relação à evidência de ruptura explosiva. Os acumuladores devem ser manuseados com cautela.

Reguladores de pressão e válvulas de alívio.

Os reguladores de válvulas de alívio devem ser examinados para verificar se prendem na posição aberta ou fechada e podem ser testados para determinar seus ajustes de regulagem. Estas unidades podem incorporar molas de grande força e somente devem ser desmontadas por pessoal qualificado, usando o equipamento correto para evitar ferimentos pessoais.

Válvulas seletoras e atuadores.

As válvulas seletoras devem ser examinadas quanto à posição e integridade das ligações de controle. Algumas válvulas seletoras são operadas diretamente da cabine por meios de cabos. A posição de tais válvulas deve ser vista com cautela, pois a quebra da aeronave pode puxar os cabos ou rompê-los, assim tornando as posições das válvulas questionáveis. As alavancas dos atuadores e os parafusos de regulagem devem ser medidos em relação à extensão, enquanto as posições das ligações mecânicas devem ser marcadas como foram achadas, para referência futura. Estas posições marcadas podem ser observadas em uma aeronave intacta do mesmo tipo, para determinar as posições equivalentes dos componentes.

Filtros e tubulações.

Os filtros devem ser examinados em relação à quantidade e tipo de contaminantes que podem estar presentes. O investigador deve procurar especificamente por material de vedação, gaxeta e partículas que podem indicar falha existente ou eminentemente em alguns componentes. As linhas e suas conexões devem ser examinadas quanto à segurança, indícios de vazamento e de falhas que possam ter ocorrido antes do acidente. Devem ser verificados: a instalação quanto à impropriedade, conexões feitas com material incorreto e material de tubulação inadequado.

Teste funcional de componentes hidráulicos e pneumáticos.

Faça o teste funcional em bancada, com pessoal especializado. Antes de iniciar os testes de componentes hidráulicos, obtenha amostras de fluidos a serem analisados quanto à contaminação e conteúdo de ácido, de água e o tipo de fluido.

Os testes de componentes hidráulicos e pneumáticos devem abranger a operação de válvulas de alívio, válvulas de corte e razão de vazamentos. Veja especialmente as condições de vedação, evidência de superaquecimento e partes excessivamente gastas.

Sistemas de ar de alta pressão e de grande capacidade de fluido de ar serão necessários para testes de componentes e sistemas pneumáticos. As especificações para estes componentes serão normalmente encontrados nos manuais de manutenção das aeronaves e inclusive as pressões de operação e volumes de fluxo de ar, assim como as voltagens para as partes operadas eletricamente.

12.3.1.2.2 Sistema Elétrico.

Geradores, alternadores e inversores.

Examine estes componentes quanto a evidencia de arcos voltaicos, escovas defeituosas, fiação de cabos incorretas e superaquecimento. O exame visual dos geradores pode detectar sinais de saída excessiva. Quando um gerador opera sob carga excessiva (exceto em sobrecarga momentânea) o argumento de temperatura causará deslocamento do metal.

Ocasionalmente ocorre uma deficiência perigosa de funcionamento que é o excesso de voltagem. Este excesso resulta da aplicação da saída do gerador de circuito de campo do gerador de controle. É geralmente o resultado de um curto circuito dentro do gerador. Isso resulta numa saída incontrolável de alta voltagem e de corrente excessiva, seguida de uma queima quase instantânea dos filamentos das lâmpadas e das válvulas eletrônicas.

Os rolamentos devem ser examinados quanto à lubrificação, desgaste, frouxidão ou excessivamente presos.

Rolamentos gastos ou frouxos podem fazer com que a armadura ou rotor entrem em contato com os enrolamentos de campo ou do estator e causar outros danos internos. As unidades devem ser testadas, se as condições permitirem.

Baterias

As baterias do tipo chumbo-ácido devem ser primeiramente verificadas com um voltímetro em cada célula e depois com um densímetro para verificar a densidade do eletrólito. Essas leituras indicarão o estado de carga. Se o eletrólito tiver sido drenado da bateria ou se as placas estiverem quebradas, há meios de examinar e testar as placas para determinar sua capacidade de aceitar e manter carga e o estado da carga na ocasião do acidente. As baterias de níquel-cádmio (alcalinas) são diferentes no que se refere ao teste de gravidade específica, que não há. As células devem ser medidas individualmente com um voltímetro para determinar sua condição.

Reguladores e controles elétricos.

Esta área inclui reguladores de voltagem, reguladores de frequência e relés de corrente reversa. As unidades intactas devem ser testadas para determinar seus ajustes de controle e capacidade de funcionamento defeituoso e integridade do circuito interno.

Unidades Transformadoras Retificadoras (TR).

Estas unidades convertem corrente alternada em corrente contínua e são utilizadas quando o suprimento básico de energia é por alternador. Estas unidades são do tipo *solid state* e sua condição e funcionalidade só pode ser averiguada mediante teste de bancada.

Centros de distribuição.

Todas as barras, terminais e caixas de junção devem ser examinadas quanto a sinais de danos aos cabos e às conexões da fiação. O investigador deve procurar também indícios de braçadeiras (ou prendedores) frouxas, superaquecimento e queima. As conexões com apertos incorretos podem resultar em calor suficiente para fundir as barras e terminais em volta das bases de fixação, e isto pode levar à perda de parte do sistema elétrico ou mesmo de todo o sistema. Estas condições podem também levar à ocorrência de incêndios, causados pelo sistema elétrico, em voo ou no solo. A possibilidade de que objetos estranhos possam ter caído entre os terminais, resultando em curto-circuito e fogo, também deve ser considerada.

Protetores de circuito.

Inclui fusíveis, disjuntores e limitadores de corrente. Estes dispositivos são instalados para proteger a fiação somente. Os componentes operados eletricamente terão geralmente proteção integral se julgada necessária pelo fabricante.

Todos os protetores de circuito devem ser examinados quanto ao acionamento ou fusão das placas de fusíveis. Os disjuntores podem desligar-se se sujeitos a calor aplicado externamente, tal como o que ocorre num incêndio após impacto e podem ser acionados quando sujeitos a um choque físico violento. Isto pode dar uma indicação errônea de uma deficiência do circuito ao investigador desavisado portanto, aquele circuito deve ser examinado com mais cuidado antes de se fazer o diagnóstico.

Os fusíveis e limitadores de corrente podem ficar intactos, mesmo que ocorra uma deficiência de circuito, se o defeito for removido rapidamente. Por exemplo, um cabo de força pode fechar um curto-círcito com a estrutura da aeronave e queimar-se rapidamente antes que o protetor atue. Os disjuntores são passíveis de se deteriorar com o tempo e seus valores podem se alterar.

Alguns disjuntores têm sido encontrados com corrosão interna e não se desligariam de forma alguma. O resultado de tais condições pode transformar uma pane elétrica em sério problema.

Relés e solenoides.

Os motores elétricos devem ser examinados quanto à queimadura e à existência de cratera em suas superfícies. Podem até ser encontrados soldados por fusão. Devem ser verificados também quanto a molas fracas ou quebradas e bobinas em curto-círcito ou quebradas.

Motores elétricos.

Os motores elétricos devem ser examinados quanto à evidência de terem sido sobrecarregados e a evidência de operação no impacto. Examine a fiação, as escovas, os comutadores ou anéis, e os enrolamentos de armadura de campo; procure evidência de superaquecimento, conexões defeituosas e enrolamentos abertos ou em curto.

Examine o componente que estava sendo acionado pelo motor elétrico para determinar sua condição, procurando especialmente, deficiência que pudesse ser prejudicial à operação daquele motor. Verifique o eixo, acoplamento, ou conexão se está cisalhado ou intacto.

Os rolamentos dos motores devem ser examinados quanto a desgaste ou frouxidão, que permitiria a armadura friccionar-se contra as partes do enrolamento de campo.

O comutador e as escovas devem ser examinados quanto à sujeira de cobre que provocam arco voltaico, escovas quebradas e/ou com fiação frouxa.

Cablagem

Os cabos elétricos e a fiação devem ser examinados quanto à evidência de superaquecimento, roçamento de fios com braçadeiras, estruturas adjacentes, ou queimados.

A descoloração do isolamento pode não ser necessariamente evidência de superaquecimento, mas simplesmente resultado do tempo de uso.

O superaquecimento pode ser evidenciado pela perda de flexibilidade do revestimento e pela resistência ao dobramento.

A queima externa do revestimento é evidenciada pela superfície escura com o fio brilhante por baixo. Examine as extremidades de fios quebrados ou cortados em busca de evidência de aplicação de energia elétrica quando a separação ocorreu. Isto será indicado geralmente por bolinhas de metal derretido ou nódulos no fim dos fios, soldagem de fios, ou por extremidades de fios suavemente arredondados.

Lâmpadas e válvulas eletrônicas.

Uma boa fonte de informação é a lâmpada, especialmente a lâmpada de aviso. É muito útil saber se uma lâmpada de aviso estava acessa no momento do acidente.

Pode ser, também, importante saber se havia iluminação disponível na cabine. Outras lâmpadas, tais como as de cabine ou luzes externas podem ajudar a descobrir se havia energia elétrica no momento do impacto.

Todo esforço deve ser feito, para recuperar os faróis de aterragem, lâmpadas de posição ou de navegação, iluminação de asa ou de verificação de gelo e as lâmpadas do farol rotativo de anticolisão. Cada lâmpada e válvula devem ser cuidadosa e corretamente etiquetadas.

Os filamentos das lâmpadas devem ser examinados usando-se uma lente de aumento.

Quando uma lâmpada apagada é sujeita a um choque físico, não há alongamento apreciável do filamento, mesmo que a carga seja suficiente para provocar a sua ruptura. No entanto, quando a lâmpada estiver acesa, um choque físico causa o alongamento do filamento quente, mesmo com cargas muito abaixo daquelas que causariam a ruptura numa situação normal. Os filamentos da maioria das lâmpadas são bobinas bastante apertadas e o alongamento faz com que essas bobinas se abram como se fossem molas espirais esticadas além de seus limites de elasticidade. O comprimento alongado também causa distorção da dimensão normal do filamento.

A quantidade de alongamento do filamento depende da magnitude da carga de choque e pode ser geral ou localizada, geralmente perto das extremidades onde se fixa ou nas curvas do filamento sobre os suportes, com abertura apenas do enrolamento.

Quando o bulbo estiver quebrado e porções do filamento estiverem faltando, um exame cuidadoso pode constatar o alongamento do filamento remanescente perto de seus pontos de fixação, o que configura uma evidência de que a lâmpada estava acesa. Há também um descoloramento notável do filamento em tais casos, como resultado da oxidação do filamento de tungstênio, o que não ocorre quando o filamento está frio.

Se um filamento for encontrado quebrado, mas sua aparência for limpa e brilhante e não for notado alongamento no filamento, isto é evidência de que a falha ocorreu enquanto o filamento estava frio. Verifique também, de perto, as extremidades quebradas do filamento; se a ruptura é limpa como se tivesse sido arrancada, novamente isto será evidência de que o filamento estava frio.

Se, por outro lado, houver glóbulos derretidos ou nódulos nas extremidades do filamento e se o bulbo estiver com a coloração ligeiramente modificada, isto é uma indicação de que o filamento se queimou e provavelmente, antes do acidente.

As válvulas eletrônicas exibirão características semelhantes. Uma válvula que esteja rachada e enfumaçada em seu interior indica que a válvula estava quente na ocasião da ruptura. Uma válvula rachada ou quebrada com um envoltório de aparência normal indica que não havia energia elétrica aplicada aos filamentos da válvula quando foi danificada.

Testes funcionais de componentes elétricos.

O teste mais simples consiste em acionar geradores, alternadores e inversores numa bancada de teste sob condições de carga plena ou sem carga. Os reguladores de voltagem e de frequência e os painéis de controle devem ser usados durante estes testes, se suas condições permitirem.

Os motores elétricos devem ser examinados quanto a campos e enrolamentos de armadura em curto-círcuito ou abertos, escovas e comutadores em mau estado.

Os relés e reguladores, assim como os componentes de controle das “caixas pretas” do sistema elétrico, necessitarão de testes mais elaborados de acordo com os manuais dos sistemas ou os fornecidos pelos fabricantes.

12.3.1.2.3 Sistema de Pressurização e Ar-Condicionado

Super-chargers e compressores.

Estas unidades suprem ar comprimido para o ar-condicionado e pressurização.

Ambos os tipos de componentes são geralmente acionados pelo motor da aeronave e devem ser examinados quanto à falha no acionamento, lubrificação, evidência de falha de rolamento e superaquecimento.

Sistema de sangria de ar do motor.

O ar é sangrado da seção de compressor dos motores a reação, em quantidades controladas para prover o ar-condicionado, pressurização e proteção contra gelo.

As válvulas pneumáticas (tais como: controladoras de fluxo, as *shut-off*, isoladoras, de alívio, moduladoras, de controle de temperatura etc.) devem ser examinadas quanto às posições e integridade. Os componentes de controle (tais como: interruptores de sobre temperatura e sobre pressão e os termostatos) devem ser localizados e preservados para o estudo posterior, caso necessário.

Se houver suspeita de fumaça ou contaminação por monóxido de carbono como características do acidente, os condutores de ar, em particular os mais próximos à sangria do motor, devem ser examinados quanto a marcas de fumaça ou depósitos de óleo. Também os responsáveis pela investigação do grupo motopropulsor, devem ser alertados para a necessidade de examinar as juntas de vedação do motor.

Sistema de ar-condicionado.

Neste sistema incluiremos todas as válvulas de controle de fluxo e válvulas de controle de temperatura. Também estão incluídos os compressores de FREON, condensadores, evaporadores, turbo compressores, separadores de água, trocadores de calor etc. Todas as posições e condições das válvulas devem ser documentadas e relacionadas com as respectivas posições dos controles na cabine.

Pressurização.

O coração deste sistema está nas válvulas de controle de pressão e de alívio e nos componentes mecânicos e elétricos de controle.

Dutos.

Todos os dutos devem ser recuperados e examinados quanto à ruptura resultantes de excesso de pressão ou falha material.

O ar quente que escapa de um tubo com rachadura, ou de uma junção em que os tubos estejam separados, pode ter efeito danoso em equipamento adjacente, na fiação elétrica ou em tubulação de passagem de fluidos.

O interior dos dutos deve ser examinado quanto à evidência de fumaça ou de outros depósitos. O isolamento dos dutos deve ser examinado quanto à descoloração que pode

indicar superaquecimento e quanto à presença de saturação de combustível ou de fluido hidráulico resultante de vazamento nas tubulações adjacentes aos dutos.

12.3.1.2.4 Sistema de proteção contra gelo, chuva, e aquecimento do pitot.

Inclui equipamento pneumático e térmico para degelo e limpadores de para-brisa.

Equipamento pneumático antigelo.

O ar das bombas de vácuo é usado nos sistemas mais antigos de degelamento das asas e superfície. Examine a condição dos *boots* de degelo. Se possível cheque seu funcionamento.

Equipamento térmico para degelo.

O degelo térmico das asas e superfícies é proveniente do ar aquecido por aquecedores a gasolina ou por ar sangrado dos motores. Os aquecedores de combustão devem ser examinados quanto a furos feitos pelo fogo ou sinais de fogo resultante de vazamento de combustível. O sistema antigelo por sangria do motor, tem válvulas de controle de fluxo para as asas e para a empenagem e suas posições devem ser documentadas e relacionadas com os ajustes dos controles na cabine.

Os dutos do sistema de degelo devem ser examinados quanto à evidência de falhas ou juntas frouxas que permitam a passagem de ar quente, dirigido contra cablagens, tubulações de fluidos e outros componentes.

Limpadores de para-brisa.

Verifique o limpador de para-brisas e cheque seu funcionamento

Aquecimento do tubo de pitot.

Os tubos de pitot devem ser examinados quanto a obstruções. Deve ser usado um *Ohmímetro* para testar a continuidade da resistência. Um modo de se verificar se o aquecimento do pitot estava funcionando no momento do impacto é procurando vegetação ou pedaços de madeira empurrados para dentro do tubo por ocasião do impacto. Se este material estiver chamuscado ou descolorido pelo calor, é uma indicação de que o aquecimento podia estar funcionando.

As tubulações devem ser ainda examinadas quanto à evidência de quebras ou encaixes frouxos. Em alguns casos, tem sido encontrado tubo amassado ou retorcido próximo de encaixes, devido à instalação ou técnica de reparo incorreta. Examine as mangueiras flexíveis atrás do painel de instrumentos quanto a nós e furos resultantes de envelhecimentos dos tubos.

Examine as tomadas de ar estático quanto a bloqueio por meio de fita adesiva ou outras obstruções tais como material de vedação (gaxeta), que pudesse ter vedado a saída estática durante a instalação.

12.3.1.2.5 Instrumentos.

Todos os instrumentos devem ser preservados, suas leituras e condições documentadas e suas conexões examinadas quanto à evidência de vazamentos ou conexões precárias. Os conectores elétricos devem ser examinados quanto à fixação e soldas ou fiação em mau estado; as cablagens atrás dos painéis de instrumentos devem ser examinadas quanto a curto-circuito, superaquecimento e isolamento. As cablagens presas por braçadeiras devem ser examinadas com critério, pois é local onde há maior probabilidade de se encontrar o isolamento danificado.

Altímetros.

Das leituras obtidas de altímetros, a que merece maior confiança é a do ajuste de altímetro. Essa leitura deve ser comparada, se possível, com o último ajuste fornecido à tripulação, para verificar sua correção. As posições dos indicadores e do tambor devem ser registradas e o valor indicado deve ser comparado ao ajuste do local do acidente; no entanto, o mecanismo interno pode ter sido danificado durante o acidente e a leitura pode ficar sem valor. Compare os diversos altímetros. Desde que a escala barométrica é movimentada por um botão de ajuste acionado por engrenagens, o mecanismo de ajustagem deve ser examinado quanto a sinais de danos. Mande o instrumento para uma análise em bancada.

Tem havido casos em que o mecanismo de ajuste ficou sem ser frenado logo após regulagem em oficina e os ponteiros do altímetro se desconectaram do mecanismo de ajuste barométrico; isso permitiu que a escala barométrica fosse ajustada sem a mudança correspondente na posição dos ponteiros. Verifique os erros do instrumento.

Velocímetros.

Os velocímetros e indicadores de *mach* devem ser examinados cuidadosamente para determinar se ficaram presos pelo impacto. Geralmente a indicação do instrumento, como encontrado nos destroços, não é de grande confiança, porém a fotografia da face do instrumento em luz ultravioleta (luz negra) pode revelar uma leitura significativa.

O instrumento pode ser examinado em laboratório quanto à falha mecânica e se os dados forem mínimos, talvez seja possível calibrá-lo e verificar seu funcionamento.

Bússolas.

Determine as leituras nos instrumentos de direção tais como: bússola magnética, indicador de desvio de curso, indicador de direção rádio-magnética (RMI), bússola remota (GYROSON) e no giro direcional.

Algumas dessas unidades incorporam giroscópios integrais, enquanto outros são alimentados por giros direcionais remotos. Os giroscópios devem ser examinados em busca de evidência de funcionamento. Mande os instrumentos para uma análise em bancada.

As leituras dos instrumentos devem ser relacionadas com a proa da aeronave no momento do impacto, e pode diferir, caso o sistema de bússola tenha ficado inoperante algum tempo antes do acidente. Pode ser também o resultado de danos causados durante o acidente.

Todas essas condições devem ser consideradas.

Os indicadores de VOR podem fornecer informações quanto à marcação de uma aeronave em relação à estação VOR selecionada. Esta informação pode também ser obtida dos ponteiros RMI. Os ponteiros RMI, em alguns aviões podem ser usados tanto para marcações VOR como ADF e são selecionados por interruptores no painel de instrumentos.

As funções selecionadas devem ser determinadas para fazer uma correlação definida com a estação sintonizada.

A bússola magnética deve ser examinada quanto ao funcionamento bem como a correta quantidade de fluido e também a sua instalação. Examinar se o cartão de correção estava atualizado, lembrando-se da bússola pode ser influenciada pela proximidade de material ferroso.

Indicadores de atitude.

As indicações de arfagem e inclinação devem ser verificadas. O horizonte artificial e o indicador de curvas e viragens normalmente possuem giroscópio, determine que sejam checados em bancada.

Instrumentos do sistema de navegação.

Esse grupo inclui os componentes dos sistemas integrados de navegação, como também os componentes individuais nas aeronaves não equipadas com os referidos sistemas.

Muitos instrumentos recebem seus sinais de fontes remotas e utilizam pequenos servos síncronos, alimentados por servos transmissores. Esses servos auxiliam a obter informação quanto a proas, arfagem, inclinação lateral e posição das superfícies de controle de voo, que podem ser muito importante dependendo do acidente.

As unidades que contém tais dispositivos devem ser recuperadas e colocadas em embalagens protetoras até que possam ser examinadas em laboratório.

Instrumentos do motor.

Os instrumentos do motor devem ser documentados quanto à leitura e condições.

Verifique os indicadores de temperatura, pressão, potência, RPM etc. Anote as leituras.

Alguns indicadores podem receber informações de transmissores remotos. Estes transmissores podem ser úteis nas pesquisas.

12.3.1.2.6 Comunicação e Navegação

Transmissores e receptores

Examine os seletores de frequência quanto às frequências selecionadas. Estas frequências devem ser correlacionadas com as do auxílio rádio existentes na área. Verifique, também, as posições dos botões do controle de volume no painel seletor e no painel seletor de áudio frequência para determinar a intensidade do volume para o equipamento. Caso haja danos externos solicite que um especialista identifique a frequência que estava selecionada.

Nos equipamentos rádios mais modernos, que usam circuitos integrados e indicadores digitais, além de realizar eletronicamente a mudança de canais, fica impossível obter as informações de frequência sintonizada em virtude de não possuírem partes móveis.

Radiocompasso (ADF)

Verificar a frequência selecionada no painel de controle do radiocompasso (ADF) e procurar correlacioná-lo com as dos auxílios rádios próximos.

Dependendo da condição do equipamento, a faixa e a frequência podem ser determinadas pelo uso de um gerador de sinal. Se o ADF não estiver em condições de operar, as posições dos condensadores variáveis de sintonia devem ser registradas, riscando-se nas placas dos mesmos para marcar suas posições e em outro receptor do mesmo tipo pode ser sintonizada até que as placas estejam aproximadas da frequência sintonizada.

A agulha do indicador do radiocompasso no RMI pode ser documentada quanto à marcação relativa e esta ser relacionada à linha de posição do local do acidente em relação à estação selecionada. Isto pode ser feito em combinação com as marcações do VOR e assim dar um cheque na navegação, particularmente nos acidentes em rota. Podem-se obter informações de marcações pela posição das antenas *Loop*, dependendo das condições destas.

Antenas e cablagens

As conexões dos fios de descida de antena devem ser examinadas quanto à evidência de terem sido atingidos por raios.

12.3.1.2.7 Sistemas de controle de voo.

Unidade de controle de força

Os componentes operados hidráulicamente devem ser examinados quanto à evidência de vazamento, conexões elétricas incorretas e tubulações quanto à segurança.

Marque a posição das ligações mecânicas e atuadores conforme encontradas, para futuras referências. Se os componentes e as superfícies que eles operam estiverem intactos, pode-se testar os componentes onde estiverem (se houver fontes disponíveis de energia elétrica e hidráulica). Esta é uma das evidências de maior validade, uma vez que a mesma tubulação hidráulica está sendo usada. Se isto não for possível as unidades devem ser removidas dos destroços para futuros testes em bancada.

Ao remover as unidades, deve ser tomado todo o cuidado. Tampar todos os orifícios e mangueiras, quando as conexões forem desfeitas, a fim de evitar que sejam introduzidos contaminantes não desejados nas unidades.

Sistema de piloto-automático (PA)

As posições dos controles do piloto automático na cabine e as condições dos servos e suas ligações ao sistema de controle de voo devem ser observadas. Se possível determine se o PA funcionava na ocasião do acidente.

12.3.1.2.8 Sistema de detecção e proteção contra fogo.

Detectores de fogo

Os detectores de fogo podem ser do tipo "fio de fogo" ou do tipo detectores individuais em série. Os circuitos de aviso de incêndio devem ser examinados quanto à continuidade, contato com a massa ou curto circuito. Cheque o sistema.

Sistema de extintores de incêndio

Estes sistemas podem utilizar dióxido de carbono ou *freon*. As garrafas dos extintores de incêndio devem ser examinadas, quanto ao estado da carga. Se forem encontradas com carga, deve ser providenciada sua guarda a fim de prevenir ferimentos pessoais. Se estiverem descarregadas as cabeças de controle devem ser examinadas para determinar se a descarga foi intencional ou não.

Extintores portáteis

Os extintores usam dióxido de carbono e também água. Devem ser recuperados e examinados de modo a determinar se foram ou não usados. Se usados determinar se isso ocorreu antes do acidente ou durante as operações de salvamento.

12.3.1.2.9 Sistema de oxigênio.

Cilindro de oxigênio

Os cilindros de oxigênio para a tripulação e passageiros devem ser contados para certificar-se de que nenhum deles tenha explodido antes do acidente. Isto inclui tanto os cilindros portáteis como os cilindros de primeiros socorros. Qualquer cilindro que ainda contenha carga deve ser colocado em lugar seguro para evitar ferimentos pessoais.

Tubulações e encaixes

Examine todas as tubulações quanto à evidência de falha sob pressão. As válvulas reguladoras devem ser verificadas para ver se estão fechadas, abertas ou parcialmente abertas.

12.3.1.3 Prestação de Serviços de Tráfego Aéreo.

Devido às circunstâncias do acidente pode ser desejável formar um grupo de especialistas de tráfego aéreo para investigar todos os aspectos dos serviços de tráfego aéreo em relação ao acidente. Se esta linha de ação for adotada, pode ser conveniente e praticável incluir outras áreas relacionadas na investigação deste grupo, tais como: Comunicações, Facilidades de Aeródromo e Navegação.

O Serviço de Tráfego Aéreo é, por definição, provido com a finalidade de prevenir colisões entre aeronaves, prevenir colisões entre aeronaves e obstruções na área de manobra, para tornar expedito e manter um fluxo ordenado de tráfego aéreo, para prover informação útil para a condução segura e eficiente dos voos e para notificar às organizações competentes quaisquer aeronaves que necessitem de auxílio para busca e salvamento.

De acordo com a ICA 63-30, o órgão ATS que tem jurisdição pelo espaço aéreo da ocorrência, independentemente de solicitação, deverá preservar as gravações originais das comunicações e providenciar a seguinte documentação:

- a) transcrição e áudio da gravação magnética das comunicações dos Serviços Móvel e Fixo Aeronáuticos;
- b) fichas de progressão de voo e dos registros relativos à ocorrência em tela (ex: LRO, LRC, SMO, MSG ATS, ATIS e etc.);
- c) dados da visualização RADAR, onde houver;
- d) informações meteorológicas (ex: MSG MET, METAR, TAF, SIGMET, Carta de Vento, etc.) relacionadas com o espaço aéreo, onde ocorreu o incidente;
- e) declaração técnica-operacional relativa aos equipamentos de infraestrutura de navegação aérea, que estavam em utilização, tanto pelo Órgão ATS, quanto pela(s) aeronave(s) envolvida(s) no incidente;
- f) reporte de ocorrência (RO) do PSNA envolvido; e
- g) documentos previstos no histórico dos profissionais ATS envolvidos na ocorrência.

12.3.1.3.1 Controle de Tráfego Aéreo.

A investigação de tráfego aéreo deve estabelecer, registrar e verificar a exatidão de toda a informação relevante à sua atividade em relação ao voo.

Isto pode incluir: AIP pertinentes, NOTAM, circulares de informação aeronáutica, plano de voo, mensagem de plano de voo, mensagem de partida, controle de progressão de aeródromo, controle de progressão de área, serviço de informação de voo, controle de progressão de aproximação, transcrição de R/T e registros de RADAR.

A progressão do voo deve ser originada desde o estágio de planejamento por meio das várias funções exercidas pelos serviços de tráfego aéreo, isto é, controle de solo, controle de partidas, controles de área ou rota aérea, controle de aproximação ou controle de aeródromo, até o estágio onde o acidente ocorrer.

Pode ser necessário investigar a eficiência e efetividade dos Serviços de Tráfego Aéreo, particularmente em um acidente envolvendo colisões em voo ou colisões na área de manobra. Neste caso os aspectos seguintes devem ser examinadosmeticulosamente:

- a) localização e visibilidade da torre de controle;
- b) pessoal de controle de tráfego aéreo, incluindo efetivo adequado, qualificações (licenças) e supervisão do pessoal;
- c) escalas de trabalho e folgas do pessoal de controle de tráfego aéreo;
- d) adequação dos procedimentos especificados; e
- e) adequação dos equipamentos, incluindo RADAR.

A determinação do momento preciso do acidente é importante. É bastante provável que a primeira indicação da hora aproximada do acidente seja obtida dos órgãos de controle de tráfego aéreo em comunicação com a aeronave. Quando as transcrições das gravações das comunicações radiotelefônicas estiverem disponíveis poderá ser possível

estabelecer o momento do acidente dentro de uma margem de erro aceitável. Se a aeronave estava equipada com um gravador de voz que também grava as comunicações de rádio, será possível reduzir este erro até um ou dois segundos.

Se, por acaso, houver um sismógrafo suficientemente perto do local do acidente para detectar o impacto cujos registros estejam disponíveis, o momento do acidente pode ser determinado com grande precisão. Todo esforço deve ser feito para determinar, de forma tão precisa quanto possível, o momento do acidente de modo a tornar viável o uso de informação obtida da sincronização dos registradores de voo com as referências horárias, das gravações de radiotelefonia.

12.3.1.3.2 Comunicações.

As comunicações com os órgãos de controle de tráfego aéreo são normalmente gravadas ou registradas em livros de registros pelos serviços concernentes. Entretanto, além destas, o investigador não deve menosprezar a possibilidade de obter informações de outras fontes, tais como: o gravador de voz na cabine (CVR), outras aeronaves, no chão ou em voo e outras estações de terra com escuta nas mesmas frequências.

Ainda, quando for o caso, devem ser investigadas as condições da rede da companhia do operador.

Há gravadores magnéticos de fita na maioria dos aeroportos do mundo e nos centros de controle de tráfego aéreo. As gravações podem abranger não apenas as comunicações de rádio ar-terra, mas também comunicações por linha física entre os vários serviços ou estações de terra (transferência de controle, intercâmbio de informações entre a Torre e a Meteorologia, veículos de contraincêndio, etc.). Os gravadores de fita podem ser: do tipo “operado por voz” (econômico em relação ao uso da fita, que se desloca apenas durante a transmissão de mensagens), porém a cronologia pode ser, em alguns casos, um pouco difícil e as sílabas de início podem ser obscurecidas (cortadas), ou do tipo “contínuo” (de maior consumo de fita, que se desloca entre as mensagens), favorecendo a cronologia que pode ser facilmente levantada com qualquer relógio.

Com os dois tipos, a trilha múltipla permite a gravação dos sinais horários em várias modalidades. A ligação com um “relógio falante” é um exemplo. Assim, tem-se uma referência cronológica exata, pois as gravações nas diferentes trilhas estarão naturalmente sincronizadas.

O plano de pré-investigação deve prever os meios a disposição do investigador para que ele tenha acesso imediato às necessárias gravações quando ocorrer um acidente. É também desejável que as transcrições das gravações sejam feitas sob a supervisão de um membro da equipe de investigação.

Onde tais gravações existem, elas representam fonte muito importante de informações para o investigador. As leituras são, regra geral, bastante fáceis mas pedem certos cuidados essenciais:

- a) muito cuidado no manuseio e armazenamento das fitas mestras (o risco de deterioração ou apagamento deve ser lembrado);
- b) uma preocupação importante é fazer, sempre que possível, uma ou mais cópias da fita mestra e usar estas cópias para a maioria das audições necessárias, quando não for essencial usar a gravação original;
- c) ao reconstituir a sequência cronológica para toda a documentação da investigação, deve ser usado o mesmo ponto de referência, evitando-se assim que um mesmo fato seja registrado como tendo ocorrido em diferentes horários em mais de um documento; e
- d) será necessário sincronizar as referências de tempo das gravações de telecomunicações rádio, com as dos gravadores de voz e registradores de voo da aeronave.

As transcrições das gravações serão usadas provavelmente por quem não ouviu as fitas. Estas fitas podem ainda ter sido originadas de diferentes Órgãos de Controle. Por este motivo, devem-se acrescentar às transcrições alguns procedimentos padronizados:

- a) uma página introdutória deve indicar o órgão que fez a gravação, a frequência gravada, o período abrangido pela gravação, a razão pela qual foi feita a transcrição, as pessoas responsáveis por ela e onde e quando foi feita (se possível, a localização da fita mestra);
- b) cada página seguinte pode conter pelo menos as colunas abaixo:
 - indicações de tempo;
 - estações transmissoras;
 - estações receptoras;
 - material que foi entendido sem dificuldade;
 - material ininteligível ou que deixou dúvidas; e
 - observações da pessoa ou pessoa(s) responsável(is) pela transcrição.

Para facilidade de referência, o investigador pode achar útil sublinhar no texto da mensagem a palavra ou palavras faladas no momento de cada sinal de tempo.

12.3.1.3.3 Gravação da imagem do RADAR.

As imagens do Indicador de Plano de Posição (PPI) constituem informação vital para a reconstituição da progressão de um voo. Alguns países desenvolveram vários sistemas para registro destes dados. Um sistema, por exemplo, consiste na filmagem na base do tempo (um quadro por varredura) dos alvos representativos de aeronaves em movimento nas telas de PPI nos Centros de Controle de Área e nos aeroportos principais. Cada quadro possui indicação de data e hora (possivelmente em números de séries) e os pontos principais de significação ou fixos de posição no setor abrangido, junto com as marcas de distância e manchas representando as aeronaves. Foi desenvolvido um sistema para projetar os filmes resultantes a qualquer velocidade desejada, parando o quadro e fazendo fotografias fixas.

Estes filmes são retidos pelo menos um mês e revelados somente em caso de um incidente ou acidente.

12.3.1.3.4 Mapas e Cartas.

Pode ser necessário estabelecer quais mapas e cartas foram usados na navegação e examinar sua exatidão e adequação às necessidades do voo. Isto pode incluir também uma análise de onde as cartas diferem dos “padrões”, considerando que a “uniformidade” é básica para um uso inteligente das cartas.

As limitações associadas aos mapas de uma natureza particular, por exemplo, os especialmente produzidos para uso em navegação por instrumentos devem ser examinadas criteriosamente.

Pode ser pertinente examinar a inter-relação funcional das várias cartas desenhadas para as diferentes fases da operação quando for possível a ocorrência de desorientação. Igualmente relevante pode ser o levantamento da habilidade das tripulações de voo para manusear os mapas e cartas fornecidos no ambiente confinado de suas posições de operação e se era adequada a iluminação disponível.

Conforme a fase de operação na qual o acidente ocorreu, o investigador deve verificar:

- a) cartas de plotagem;
- b) cartas de rádio navegação;
- c) cartas de áreas terminais;
- d) cartas de aproximação por instrumento (IAC);
- e) cartas aeronáuticas (topográficas);
- f) cartas de aproximação visual;
- g) cartas de aterragem;
- h) cartas de aeródromo; e
- i) cartas de navegação aeronáutica.

12.3.2 INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

Conforme as circunstâncias da ocorrência, o investigador necessitará examinar e verificar a situação das instalações dos aeródromos usadas ou disponíveis à aeronave envolvida.

Entre os itens que podem ser necessários estão os seguintes:

- a) Pista em uso, dimensões (comprimento e largura) de pistas de decolagem etc.
 - localização do cruzamento da cabeceira na ocasião do acidente;
 - marcação da pista de decolagem;
 - cabeceiras (largura e construção);
 - elevação(ões);
 - rampas;
 - tipos de superfície;
 - condições da superfície (seca, molhada, gelo, neve, lama);
 - resistência da pista;
 - sistema de barreira (ou similar);
 - obstruções; e
 - trabalhos em execução (NOTAM aplicáveis).
- b) Pátios e Pistas de acesso
 - resistência das pistas;
 - adequação das dimensões;
 - obstruções;
 - marcações;
 - limpeza de neve ou da lama formada pela neve;
 - tipo da superfície e suas qualidades; e
 - trabalhos em execução (NOTAM aplicáveis).
- c) Iluminação
 - aproximação (tipo, dimensão, cor, intensidade);
 - VASIS (verificar alinhamento);
 - lateral das pistas de decolagem, início e fim (cor, intensidade);
 - linha central da pista de decolagem (cor, intensidade);
 - zona de toque para o pouso;
 - pistas de acesso (linha central, lateral, parada, etc.);
 - farol rotativo; e
 - obstruções.
- d) AIP;
- e) NOTAM;
- f) Carta de Obstrução do Aeródromo;
- g) adequação da disseminação de informação pertinente; e
- h) Aeródromo em geral (cumprimento das especificações e regulamentos em vigor, como cercas na área operacional, balizamento noturno, etc.).

12.3.3 INFRAESTRUTURA DE TRÁFEGO AÉREO

12.3.3.1 Navegação.

Quando relevantes, os aspectos de navegação em uma investigação, ficam concernentes ao grupo de operações (ou de tráfego aéreo quando for mais indicado).

As instalações de rádio navegação em terra podem abranger desde rádio faróis não direcionais (NDB) até equipamentos VOR, DME, ILS, RADAR, etc.

As seguintes características devem ser consideradas a respeito de cada instalação de terra examinada:

- a) localização (coordenadas geográficas);
- b) sinal de identificação;
- c) potência de saída e suprimento de força;
- d) equipamento de emergência (sistemas de aviso);
- e) registro de deficiências;
- f) padrão da radiação;
- g) escalas de operação e de manutenção e sua notificação (AIP, NOTAM);
- h) nível normal do desempenho;
- i) interferência(s);
- j) reclamações anteriores (tripulantes, operações, etc.);
- k) declarações de tripulações que usaram os auxílios-rádio no momento do acidente;
- l) fraseologia e linguagem usadas nas comunicações (dificuldades na inteligibilidade resultantes desses aspectos); e
- m) procedimentos.

12.3.3.2 Cheques no solo e em voo.

Quando houver qualquer razão para suspeitar que um auxílio à navegação esteja envolvendo num acidente, o investigador deve solicitar, sem demora, cheques no solo e em voo. Os cheques padrão devem ser feitos sempre que os auxílios estavam sendo usados ou se houver qualquer possibilidade de que eles estivessem sendo usados pela aeronave envolvida, na ocasião do acidente.

Deve ser dada atenção à validade destes cheques em vista das possíveis diferenças entre o estado do equipamento usado na ocasião do acidente e o estado do equipamento na ocasião dos cheques de solo em voo.

12.3.4 OUTROS ELEMENTOS RELACIONADOS AO AMBIENTE OPERACIONAL

12.3.4.1 Meteorologia.

12.3.4.1.1 Informações meteorológicas.

Uma investigação de acidente em que as condições meteorológicas tenham sido importantes muito se beneficiará com a formação de um grupo separado que inclua um meteorologista qualificado.

As condições reais do tempo reinantes na hora no local do acidente e, se pertinentes, ao longo da rota voada podem ser obtidas de uma variedade formas, tais como:

- a) boletins meteorológicos horários (METAR) e especiais (SPECI) para a aviação;
- b) boletins meteorológicos RADAR;
- c) informações meteorológica dada por aeronaves em voo (AIREP);
- d) observações meteorológicas de superfície, cadernetas e registros;
- e) registro de precipitação;
- f) registros barográficos;
- g) registro do vento (gráficos);
- h) cartas sinóticas;
- i) cartas de pressão, vento e temperatura da atmosfera superior;
- j) observações de radiossonda;
- k) informações de ventos superiores;
- l) registro do medidor de teto;
- m) registro de RVR (índice de visibilidade da pista);
- n) fotografias de nuvens enviadas por satélites meteorológicos; e
- o) condições da luz natural (dia, ocaso, noite, luar etc.).

Informações valiosas também podem ser obtidas de observações de estações meteorológicas locais, observadores ou de outras aeronaves em voo e exames dos destroços (danos causados por granizo, acúmulo de gelo, etc.).

A seleção dos dados de observações a serem considerados e revistos dependerá das circunstâncias do acidente.

É altamente desejável que o investigador examine os originais e não as cópias dos dados registrados.

Em alguns países, o pessoal de meteorologia aeronáutica deve fazer observações meteorológicas especiais sempre que estejam cientes de que um acidente está prestes ou com probabilidade de ocorrer, ou se já ocorreu no aeródromo ou em sua vizinhança imediata. Estas observações devem ser apreciadas com atenção pelo investigador sempre que disponíveis.

12.3.4.1.2 Previsões

As previsões das condições meteorológicas pertinentes ao acidente devem ser documentadas.

Dependendo da natureza da ocorrência aeronáutica pode ser necessário examinar algum ou os tipos de previsão seguintes:

- a) de área ou de rota;
- b) terminal;
- c) vento e temperatura superiores;
- d) meteorologia significativa (informação SIGMET); e
- e) previsões para aterragem.

Em conexão com as previsões meteorológicas significativas, deve ser dada atenção especial a quaisquer mensagens de informação SIGMET (informação da ocorrência ou da expectativa de ocorrência de um fenômeno meteorológico perigoso específico) que possa ter sido expedida e que poderia ter sido aplicável a qualquer parte do voo.

12.3.4.1.3 Documentação do voo

Deve ser obtida cópia de qualquer documentação meteorológica cobrindo o voo, para estudo. Atenção particular deve ser dada a toda informação meteorológica que foi pedida pela tripulação ou dada à tripulação na preparação antes do voo ou durante o voo.

Devem ser obtidas declarações do pessoal que supriu informação meteorológica à tripulação antes da decolagem e em rota. Deve ser dada ênfase na determinação de estar ou não a tripulação adequadamente informada a respeito de condições meteorológicas perigosas.

12.3.4.1.4 Análise após o voo

Uma declaração deve ser obtida de um meteorologista qualificado, sobre as condições meteorológicas durante todo o voo e que seja o resultado de uma análise de toda a informação meteorológica trazida à luz pela investigação. Deve ser dada cuidadosa atenção à possibilidade de que fenômenos perigosos possam ter estado presentes, os quais nem sempre são prontamente reconhecíveis pelas previsões e observações disponíveis em tempo hábil, particularmente no caso de acidentes em rota, envolvendo falhas estruturais.

Tais fenômenos podem incluir efeitos de onda de montanha, tempestades, turbulência severa, chuva congelante, etc.

12.3.4.1.5 Adequação do serviço

As facilidades de observação, previsão e de apronto envolvidas e os serviços prestados devem ser examinados com visitas a determinar se:

- a) os regulamentos e procedimentos pertinentes eram satisfatórios e foram fielmente cumpridos;
- b) existiam disparidades entre a carga de trabalho e a disponibilidade em pessoal;
- c) as previsões e apontamentos fizeram uso efetivo de toda a informação conhecida e relevante; e
- d) o pessoal responsável foi informado sem demora e de acordo com os procedimentos prescritos.

12.3.4.2 Dados de fauna.

Atentar para a possibilidade da presença de aves na rota voada pela aeronave, especialmente se abaixo de 10.000ft; bem como a possibilidade de falhas no isolamento do aeródromo que possam permitir a entrada de animais nas áreas de manobra e/ou pistas de pouso.

Em relação à investigação que envolva colisões com fauna, as informações a seguir devem ser obtidas:

- a) espécies de fauna (peso e maturidade);
- b) horário do evento;
- c) atividades realizadas pela fauna no local (alimentação, dessedentação, descanso ou em deslocamento);
- d) eventos anteriores ocorridos recentemente no local (se aplicável);
- e) a distribuição dos pontos de impacto de fauna na aeronave e no(s) motor(es); e
- f) SIGRA e outros dados de fauna que possam ratificar ou refutar a possibilidade de contribuição para a ocorrência.
 - verificar a presença de aves dentro e fora de aeródromo (nesta última opção, especialmente, abaixo de 3.500ft de altura em condições meteorológicas e horário similares ao do momento da ocorrência);
 - verificar a presença de outros animais no aeródromo (inclui a verificação de condições de cercamento da área de operação de aeronaves);
 - verificar dados registrados no SIGRA (região ou aeródromo);
 - quando forem identificados indícios de fauna nos destroços, deve-se buscar as informações a seguir: espécie de fauna (coletar amostra de material orgânico), possível atividade realizada no local (alimentação, água, abrigo ou deslocamento), distribuição de pontos de impacto na seção frontal (aeronave e/ou motores).

A informação de presença em voo de aves na região da ocorrência ou a presença de animais dentro de aeródromos estão bastante associadas aos dados meteorológicos, podendo contribuir de maneira significativa no desempenho de tripulantes (incapacitação em voo) ou de aeronaves (falha de sistemas, como trem de pouso, etc). Indícios de material potencialmente de

origem orgânica são de difícil identificação nos destroços, além de bastante perecíveis (especialmente, quando houve fogo pós-impacto, chuva, submersão da aeronave, etc), podendo incluir: tipos de fauna; horário do dia; atividade no local; distribuição de pontos de impacto na seção frontal do motor ou da aeronave; histórico de colisões, quase colisões e avistamento no aeródromo, se for o caso

13 REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

Ao longo da investigação, questões relacionadas às atividades de regulação e/ou de fiscalização podem surgir. Estas questões poderão envolver a regulação das atividades de operação da aeronave, sua certificação, aeronavegabilidade continuada, processos inerentes à atividade do operador, manutenção, controle de tráfego aéreo, administração aeroportuária, etc.

No tocante à regulação, normalmente, o que se busca são indícios de que a ineficiência em processos de elaboração da regulamentação possa estar contribuindo, de maneira indireta, para a degradação dos níveis de segurança.

Quanto à atividade de fiscalização, é importante ter em mente que a maior parte das atividades desenvolvidas no âmbito da aviação é regida por regras emitidas pelas autoridades competentes. Para a realização de várias destas atividades, a empresa deve ser possuidora de um certificado de homologação expedido pela Autoridade de Aviação Civil, que atesta o cumprimento dos requisitos previstos. Consequentemente, o contínuo atendimento aos requisitos deve ser objeto de fiscalização do Estado, a qual, se conduzida de forma ineficiente, pode propiciar um relaxamento nas condições mínimas de segurança por parte do prestador do serviço.

Trata-se de um espectro muito amplo de atuação e, não raro, torna-se necessária a participação de um especialista da área que se mostra problemática. Assim, é aconselhável a busca de assessoria junto ao próprio órgão responsável pela regulação da matéria.

14 APLICAÇÃO DE AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS

Assim como as Recomendações de Segurança, as Ações Corretivas ou Preventivas visam reduzir ou eliminar qualquer condição que possa ter um efeito adverso sobre a segurança.

A Ação Corretiva ou Preventiva poderá ser adotada, na aviação civil, quando a eliminação de um perigo ou a mitigação do risco, identificado como fator contribuinte para a ocorrência aeronáutica, não exija grandes mudanças organizacionais ou a criação de novos procedimentos, mas, sim, esteja relacionada à observância de procedimentos previamente estabelecidos para a própria organização envolvida.

Nesse caso, pode-se orientar o responsável pela adoção das Ações Corretivas ou Preventivas para que o mesmo regularize sua situação e, assim, elimine os perigos ou mitigue os riscos dentro de sua organização.

Vale ressaltar que as Ações Corretivas ou Preventivas devem ser empregadas em questões pontuais que afetem, unicamente, o operador envolvido na ocorrência aeronáutica. Se o investigador verificar que o perigo identificado é recorrente e/ou pode estar presente em outras organizações, o mesmo deverá analisar a situação e emitir Propostas de Recomendação de Segurança aos órgãos pertinentes.

No caso das organizações militares, o órgão com precedência hierárquica em relação aos demais órgãos dentro de uma CCI poderá adotar medidas, dentro da sua esfera de competência, para que um determinado perigo, identificado no decorrer de uma investigação, possa ser eliminado ou, então, ter seu risco mitigado. No caso de identificação de perigo, cujo tratamento seja da competência de uma organização de fora da esfera de subordinação do mais elevado Comando/Chefia/Direção da CCI, deve-se submeter uma Proposta de Recomendação de Segurança ao CENIPA a quem caberá a sua análise e tramitação.

Comprovada a adoção das Ações Corretivas ou Preventivas pelos seus responsáveis, deve-se descrever tal medida no campo apropriado do Relatório Final ou Relatório Final Simplificado, dispensando a emissão de uma Proposta de Recomendação de Segurança. Caso não haja a comprovação da adoção da Ação Corretiva ou Preventiva, as Propostas de Recomendação de Segurança deverão ser elaboradas e encaminhadas conforme o seu trâmite estabelecido na NSCA 3-6 (aviação militar) ou na NSCA 3-13 (aviação civil).

Sempre que aplicável, deve-se fazer uso das Ações Corretivas ou Preventivas devido à sua possibilidade de eliminação de perigos mais rapidamente em relação às Recomendações de Segurança.

15 FORMULAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

A Recomendação de Segurança (RS) é o instrumento que irá sugerir, de forma clara, objetiva e precisa, ações para a eliminação ou mitigação de perigos decorrentes de uma condição insegura.

Recomendações apropriadas são o fechamento de uma investigação e contribuem, em conjunto com o estudo de acidentes similares, para se alcançar uma prevenção eficaz.

Os fatores contribuintes identificados poderão ter (mas não obrigatoriamente) uma ou mais RS como sugestão para a eliminação dos perigos ou mitigação dos riscos. As recomendações devem abranger os riscos revelados durante a investigação e não apenas aqueles diretamente envolvidos com as causas da ocorrência aeronáutica. Desta forma, a investigação de acidentes poderá tornar-se a base de um programa eficaz de prevenção de acidentes.

As RS não devem ser utilizadas para o tratamento de questões relativas à esfera disciplinar ou judicial.

15.1 EMISSÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Além dos Relatórios Finais de investigação, o CENIPA poderá emitir uma RS por meio de documento específico (resultado de estudos que identifiquem perigos latentes).

O Anexo 13 estabelece que, em qualquer fase da investigação de um acidente, a autoridade de investigação de acidentes do Estado que realiza a investigação deve recomendar às autoridades competentes, inclusive de outros Estados, as medidas preventivas ou corretivas que considere necessárias de serem tomadas prontamente para melhorar a segurança da aviação.

Se, no decorrer do processo de investigação, o investigador verificar que a ocorrência aeronáutica contém elevado potencial de reincidência, o mesmo deverá comunicar ao CENIPA e este último poderá emitir Recomendações de Segurança, antes da conclusão da investigação. As RS dirigidas para riscos intoleráveis devem ser emitidas assim que estes forem identificados positivamente, em vez de aguardar até que a investigação seja concluída.

Quando as condições de aeronavegabilidade de uma aeronave estão relacionadas ao perigo identificado, a resposta por parte das autoridades reguladoras deverá ser a mais breve possível. Por exemplo: uma parte ou equipamento da aeronave não pode apresentar evidências claras de concepção inadequada, deficiente ou de falha no controle de qualidade. Nesses casos, as Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA) devem ser emitidas, imediatamente, pelos órgãos competentes.

15.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Quando uma investigação identifica condições inseguras, torna-se necessário adotar medidas adequadas à sua eliminação ou mitigação. A necessidade de ação deve ser comunicada por meio de RS às autoridades competentes para que estas tomem as medidas necessárias.

Para tanto, deve-se considerar algumas condições de forma que, ao final, uma RS atinja sua eficácia.

Tais condições estão relacionadas a “o que corrigir” ou “como corrigir”; como uma recomendação deve ser redigida, se de forma “descritiva” ou “direta”; e qual o “destinatário” e a sua “perspectiva” em relação à recomendação.

15.2.1 O QUE VERSUS COMO

As recomendações devem abranger os problemas de segurança, visando à adoção das ações recomendadas. Elas devem articular, claramente, “o que deve ser feito” e, não, “como deve ser feito”. O foco é a comunicação da natureza dos perigos que exigem medidas de controle. Recomendações de Segurança detalhadas (específicas) que dizem, exatamente, como os problemas deverão ser corrigidos devem ser evitadas.

O responsável pelo cumprimento da RS, geralmente, encontra-se em uma posição melhor para julgar as especificidades do problema e, assim, escolher a ação mais adequada para as condições operacionais vividas pela organização. A recomendação de segurança deve identificar as ações a serem tomadas e deixar espaço para as autoridades responsáveis pelas matérias em questão determinarem como atingir o seu objetivo.

Antes de emitir uma RS, é altamente recomendável que seja feito um contato com o destinatário a fim de verificar a exequibilidade da recomendação, bem como, coordenar a melhor forma de se adotar uma medida de prevenção.

A eficácia de qualquer recomendação será medida em termos da extensão em que os riscos foram reduzidos, em vez da estrita observância do texto da recomendação.

15.2.2 FORMULAÇÃO DESCRIPTIVA VERSUS FORMULAÇÃO DIRETA

Uma vez que o objetivo da RS é eliminar um perigo ou mitigar seu risco, a linguagem descritiva pode ser usada para mostrar o alcance e as consequências dos perigos identificados. Por outro lado, uma vez que a recomendação deve especificar o que deve ser feito (e não como fazê-lo), o texto conciso pode ser mais adequado.

15.2.3 O DESTINATÁRIO E SUA PERSPECTIVA

Ao emitir uma RS, deve-se observar os seguintes aspectos quanto à perspectiva do destinatário:

- a) a RS deve ser dirigida à autoridade ou organização com competência para a sua avaliação e adoção;
- b) não deve haver surpresas, ou seja, recomenda-se dialogar previamente com o destinatário sobre a natureza dos perigos identificados. Antes de emitir uma RS, o emissor precisa verificar, junto ao destinatário, a adequabilidade, a praticabilidade e aceitabilidade da recomendação; e
- c) a RS deve articular o que precisa ser feito, deixando o destinatário com liberdade para determinar a melhor forma de (como) alcançar esse objetivo.

A não observância destas considerações básicas pode comprometer a aceitabilidade necessária ao destinatário da RS.

15.3 CUIDADOS AO REDIGIR UMA RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

Deve-se ter em mente que as RS são comunicações formais escritas. Elas garantem que todos os atores envolvidos com a adoção das medidas estão cientes das condições a serem corrigidas e que estes possuem a competência necessária para a sua implementação.

No entanto, é importante lembrar que as RS serão eficazes, apenas, se forem adotadas pelos gestores responsáveis. Assim, o cuidado com a sua elaboração é de fundamental importância para o alcance dos objetivos esperados.

As RS devem ser escritas em termos gerais, uma vez que o seu emissor pode não possuir a expertise para o detalhamento das soluções a serem adotadas.

Recomendações específicas tendem a encobrir a responsabilização pela eliminação do perigo (esta atribuída ao receptor da recomendação) uma vez que elas podem passar uma falsa ideia de que o responsável é o seu emissor.

As recomendações específicas podem, também, gerar uma rejeição no receptor devido ao fato de não terem sido elaboradas pela autoridade competente (síndrome do "não fui eu que fiz") ou, até mesmo, podem ser consideradas uma crítica à organização responsável pelo seu cumprimento. Elas podem, ainda, não ser a melhor maneira de eliminar o perigo e, assim, diminuir a credibilidade do seu autor na medida em que estas se mostrarem inadequadas ou impraticáveis.

Deve-se atentar para que a solução de um problema em particular não crie novos problemas. Algumas recomendações podem promover mudanças que acarretam novos perigos. Dessa forma, uma análise minuciosa dos impactos decorrentes da implantação da RS deve ser realizada.

Além dos cuidados citados, é importante resistir à tentação de enfrentar cada novo perigo ou problema com um novo regulamento, norma ou procedimento. Apesar de um novo regulamento poder parecer uma solução simples, ele só será eficaz se atacar a raiz do problema e não criar novas dificuldades. O efeito cumulativo de regulamentos e de regras

adicionais pode tornar a sua efetivação impraticável, reduzir a operacionalidade da aviação ou limitar o treinamento/experiência das tripulações.

Uma análise cuidadosa é, portanto, necessária antes de criar regulamentos ou regras a serem usadas para corrigir deficiências de segurança.

Sempre, tendo em vista a sua aplicabilidade, praticabilidade e aceitabilidade, uma RS deve ter seu objetivo definido de acordo com a prioridade que segue:

- a) eliminar o perigo;
 - Solução ideal (normalmente, aplicável a questões de engenharia).
- b) controlar o perigo;
 - Gerenciar o risco (reduzir a severidade, a probabilidade e exposição).
- c) instalar alertas e avisos; ou
 - Não controla o perigo diretamente, apenas alerta o operador e pode não reduzir a exposição.
- d) estabelecer procedimentos de controle.
 - Criar normas, regulamentos ou diretrizes (carece de análise crítica sob pena de restringir a operacionalidade e/ou introduzir novos perigos).

Exemplos de Recomendações de Segurança poderão ser encontrados nos itens 16.4.7 e 16.5.4 deste manual.

15.4 DESTINATÁRIOS DAS RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Uma vez que um fator contribuinte é identificado, o mais alto escalão da organização com a competência para o seu tratamento deverá ser informado oportunamente. Se isso não ocorrer, os esforços de investigação e de prevenção de acidentes serão em vão.

Assim, é importante ter conhecimento dos órgãos que possuem a competência necessária para o tratamento de cada perigo identificado no transcorrer de uma investigação, a fim de endereçar as Recomendações de Segurança apropriadamente.

De forma abrangente, segue uma lista dos principais órgãos constitutivos do Sistema de Segurança de Voo (SEGVOO) e suas respectivas áreas de atuação.

15.4.1 AVIAÇÃO CIVIL:

- a) Regulados pela ANAC
 - certificação aeronáutica;
 - fabricantes de aeronaves;
 - fabricantes de motores e componentes aeronáuticos;
 - operadores de aeronaves;
 - operadores de aeródromo;
 - operadores de serviços aéreos;
 - organizações prestadoras de serviços de manutenção de aeronaves, motores e componentes aeronáuticos; e
 - demais Provedores de Serviço de Aviação Civil (PSAC).

- b) Regulados pelo DECEA
- cartografia aeronáutica;
 - gerenciamento do tráfego aéreo;
 - informações aeronáuticas;
 - meteorologia aeronáutica;
 - Provedores de Serviço de Navegação Aérea (PSNA); e
 - telecomunicações aeronáuticas.

15.4.2 AVIAÇÃO MILITAR:

Grandes Comandos, Chefia/Direção ligados às áreas operacional, logística ou de certificação da respectiva Força Armada.

16 REDAÇÃO DE RELATÓRIO FINAL E DE RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

16.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Um dos primeiros passos para confeccionar o Relatório Final ou Relatório Final Simplificado consiste na leitura detalhada dos elementos factuais, levantados durante a fase de Coleta de Dados da investigação, das atas de reunião da Comissão de Investigação, inclusive os anexos e os endossos.

Os membros da Comissão de Investigação deverão ser consultados durante e após a elaboração do Relatório, a fim de averiguar a clareza e a adequação dos elementos de investigação, da análise, dos fatores contribuintes e das recomendações emitidas.

Verifique se não há redundância ou contradição entre os diversos elementos de investigação.

16.2 CONVENÇÕES ADOTADAS PELO SIPAER PARA A REDAÇÃO DE RELATÓRIOS FINAIS

A investigação de acidentes visa, primordialmente, à prevenção de novas ocorrências aeronáuticas.

Por isso, é condição essencial que os relatórios de investigação sejam capazes de fornecer uma visão clara e precisa sobre os fatores contribuintes para o evento. Uma redação aperfeiçoada e clara redundará em maior facilidade para identificar fatores contribuintes e, evidentemente, transmitirá a devida credibilidade ao leitor.

O propósito de escrever qualquer relatório é transmitir os fatos acerca do tema proposto aos seus leitores, de forma sucinta, clara, inequívoca e bem organizada. Ao elaborar o relatório final, o Investigador-Encarregado não deve assumir que todos os leitores estão familiarizados com os detalhes técnicos. Desse modo, a descrição de termos técnicos não deve ser omitida por parecer óbvia para o escritor.

O investigador deve se lembrar que os leitores não tiveram acesso ao local do acidente, assim, ele deve descrever as condições e as características do cenário onde se deu a ocorrência. O investigador deve lembrar-se de que o leitor é desinformado e que analisará os fatos apresentados, a fim de testar as conclusões do Relatório Final. Por exemplo: se é óbvio para o investigador que o clima não foi um fator contribuinte para o acidente, este deve ser claramente indicado, no entanto, o leitor deve ser alimentado com informações suficientes para chegar à mesma conclusão.

O relatório não deve favorecer qualquer parte envolvida no acidente, por exemplo: o piloto, o operador, o fabricante de aeronaves ou grupos com interesses especiais.

A narrativa descritiva simples que evita as descrições “floridas” e os detalhes particulares dos envolvidos na ocorrência é a mais adequada. O uso indiscriminado de adjetivos e advérbios, geralmente, não é aceitável em um relatório de ocorrência aeronáutica.

O escriba do relatório deve expressar os fatos sem a intenção de impressionar o leitor. Se o relatório final precisar se aprofundar em áreas complexas, como a aerodinâmica, metalurgia, e o funcionamento dos sistemas de aeronaves, o assunto deve ser explicado de

maneira fácil de entender. Para manter a legibilidade do corpo do RF, temas complexos podem ser explicados em um apêndice deste relatório.

Temas de igual importância devem receber a mesma atenção ao se descrever os fatos, as condições e as circunstâncias.

A clareza na redação do relatório pode ser melhorada por meio de descrições sequenciais. A história do voo, por exemplo, deve descrever o voo em uma sequência lógica do início ao fim. Colocar eventos fora de sequência tende a confundir o leitor.

Cada frase deve ter uma unidade lógica. O escritor deve manter o sujeito da frase e seu verbo próximos. Partes longas entre o sujeito e o verbo interrompem o fluxo da sentença. As informações devem ser organizadas de forma lógica dentro de cada seção e agrupadas sob um título apropriado.

O investigador deve fornecer ao leitor um contexto para novas informações ou ideias, referindo-se primeiro a qualquer informação já apresentada.

As palavras que melhor descrevem a situação devem ser escolhidas; terminologias vagas devem ser evitadas, por exemplo: "os danos na aeronave pareceram ser o resultado do impacto" ou "Presume-se que a aeronave começou a girar, após ter batido a ponta da asa esquerda". Palavras como 'apareceu', 'parecia' ou 'presume-se' não são precisas o suficiente para a parte factual do relatório. O bom investigador irá relatar evidências encontradas e não aquela que apareceu, parecia, ou que se presume ter sido.

Os resultados e as afirmações do relatório devem ser inequívocos e sujeitos a apenas uma interpretação.

As sentenças longas podem dificultar a compreensão do leitor. Isso não quer dizer que o relatório deva ser composto inteiramente de frases simples. As sentenças longas são aceitáveis se compreensíveis. Qualquer frase que precise ser relida, em geral, é vista como muito longa.

O investigador deve evitar uma repetição desnecessária de dados irrelevantes. Isso pode confundir o leitor e tirar o foco das questões importantes.

É necessário verificar se a terminologia utilizada é consistente ao longo do relatório. Devem-se usar os mesmos termos para as mesmas coisas. Ao usar abreviaturas, deve-se descrever as palavras completas seguidas da sigla entre parênteses na primeira vez em que elas sejam usadas. Em seguida, as abreviaturas podem ser usadas. Todas as abreviaturas utilizadas devem ser incluídas no glossário.

A escolha da voz tem um grande efeito sobre a força da narrativa. A voz ativa é mais vigorosa e menos ambígua do que a passiva. O uso da voz passiva pode levar à perda do foco e, às vezes, a erros gramaticais. Na maioria dos casos, a voz ativa é a mais adequada. Por exemplo: "Quando o piloto detectou uma fuga de combustível ..."; ou "Quando uma fuga de combustível foi detectada pelo piloto ...".

A voz passiva deve ser usada em casos, tais como:

- a) para reduzir a conotação de culpa do agente;
- b) quando o agente, ou o executor do ato, é desconhecido;
- c) quando uma referência para o agente é inadequada; e
- d) quando o agente é menos importante do que a ação, por exemplo: "Os dois sobreviventes foram resgatados ...".

A revisão também é uma parte da escrita. Poucos pesquisadores podem expressar claramente na primeira tentativa, o que pretendem transmitir. O escritor deve rever o que ele escreveu e verificar se o texto precisa de mais esclarecimentos, encurtamento, rearranjo ou outras alterações. Os escritores experientes deixam o relatório de lado por um dia ou mais antes de fazer uma revisão crítica, a fim de garantir que ele transmite o significado pretendido. Solicitação de comentários de outros investigadores, muitas vezes, indica áreas ambíguas do relatório em que o relator deve fazer melhorias. Comentários de outros investigadores devem ser aceitos como uma crítica construtiva.

O investigador deve revisar o relatório para garantir que este seja lógico e coerente. Algumas das armadilhas comuns, e que nem sempre são percebidas pelo escritor durante a elaboração de um relatório são:

- a) chegar a uma conclusão que não tem qualquer relação lógica com os fatos apresentados, por exemplo: "Por causa de seu cargo de diretor de operações de voo, ele era totalmente qualificado para avaliar as qualificações dos seus pilotos";
- b) conclusão sem embasamento técnico - tirar conclusões a partir de dados insuficientes, por exemplo: "Com base na larga experiência dos investigadores conclui-se que os acidentes de pouso são o resultado de aproximações não estabilizadas";
- c) falsa analogia - sugerir que duas situações que compartilham algumas semelhanças devam ser iguais em outras formas, por exemplo: "Pilotar um avião à noite não é diferente de pilotá-lo durante o dia em IMC";
- d) generalização apressada - basear uma conclusão sobre poucos casos, por exemplo: "Três dos dez observadores concordaram que o piloto estava voando muito baixo";
- e) simplificação - ligar dois eventos como se um tivesse causado o outro, quando a relação entre eles é mais complexa, por exemplo: "A falha de um dos motores acarretou a perda de controle da aeronave";
- f) supor que uma questão complexa tem apenas duas respostas possíveis, por exemplo: "A escolha deveria ser entre cumprir a missão de acordo com as diretrizes da empresa, ou não cumprir nenhuma"; e
- g) usar expressões absolutas como "sempre" ou "nunca" - tais palavras raramente são apropriadas, por exemplo: "Colisões no ar são sempre o resultado de desatenção piloto".

O Anexo13 afirma que não é a finalidade da investigação imputar culpa ou responsabilidade. No entanto, culpa ou responsabilidade, por vezes, pode ser inferida a partir de dados levantados durante a investigação. Quando for o caso, é essencial que todas as causas

comprovadas sejam claramente apresentadas no relatório. Fazer o contrário comprometeria o objetivo da investigação, que é a prevenção de acidentes e incidentes.

Evite palavras ou frases que têm conotações de culpa. Por exemplo, use a construção "Não houve uma notificação..." em vez de "O operador não notificou...". Um investigador não deve escrever a partir da perspectiva de um regulador que está preocupado com a não conformidade com as regras e regulamentos, nem do ponto de vista de um gerente de uma empresa que busca responsáveis.

Os desvios das normas, dos regulamentos e dos procedimentos devem ser claramente identificados, quando relevantes para a ocorrência aeronáutica. A natureza da regulação e a extensão do desvio devem ser descritas em detalhes suficientes para explicar as implicações na segurança do voo. A análise deve explicar as razões pelas quais os desvios representaram um perigo.

Para que uma violação seja incluída como uma causa, deve ficar claro que o cumprimento do regulamento ou procedimento poderia ter evitado o acidente ou diminuído as suas consequências.

O investigador também precisa reconhecer o sofrimento humano que está associado a um acidente, usando uma linguagem respeitosa e discreta no relatório. Se as informações sensíveis precisarem ser relatadas, por se referirem às deficiências de segurança, isso deve ser escrito com a devida sensibilidade.

16.3 FORMATAÇÃO DOS RELATÓRIOS

As palavras estrangeiras devem ser escritas em itálico.

Atentar para o emprego de verbos no passado, ou seja, no momento da ocorrência, ou antes. Dizer que uma pista possui 1.200 metros pode ser incorreto, pois tal pista pode ter sido ampliada após a ocorrência (coloque “a pista possuía 1.200 metros”).

Os termos técnicos devem ser esclarecidos entre parênteses, na primeira vez em que forem grafados.

Não se devem citar números de protocolos e/ou de documentos que constituam os elementos de investigação.

Laudos, figuras, fotos e croquis que facilitem a compreensão, poderão e deverão ser inseridos no Relatório.

Quando o relatório transcrever outro documento, as informações deverão ser copiadas do original e formatadas com letra tamanho 10 e recuo de 4cm, no formato de citação.

Exemplo:

2.14 Preservação de indícios e evidências

2.14.10 Após o resgate e socorro das vítimas do acidente, assim que chegar ao sítio do acidente ou incidente, o Investigador-Encarregado terá o acesso e o controle irrestrito sobre todo material e documentos relevantes e destroços, incluindo os gravadores de voo e gravações do órgão ATC, com a finalidade de iniciar os exames do material selecionado com o mínimo atraso possível.

O horário deve ser indicado pelo sistema de 24 horas, de 0h às 23h, seguido de minutos e segundos quando necessário, obedecendo ao fuso horário do local. Nos locais onde estiver vigorando o horário brasileiro de verão, a sigla HBV, entre parênteses, deverá seguir a indicação do horário.

Quando descrevendo horário, a grafia adotada será a seguinte:

- a) Hora inteira: às 8 horas; 10 horas ou 10h [abreviação sem ‘s’ e sem ponto].
- b) Hora quebrada: 8h35min (HBV); 14h15min (UTC); 10h05min (local); 10h35min23s [sem espaço entre os elementos].

Para descrever soma ou totais de horas, a grafia deve ser por extenso:

- a) O motor estava com 3.490 horas e 30 minutos de voo.
- b) O piloto possuía 490 horas e 40 minutos de voo.

Ao inserir o total de horas voadas por piloto ou aeronave, dentro de uma tabela, inserir, apenas, os números no seguinte formato: 0.000:00 (ex: 3.800:00; 5:30).

Não descrever horas no sistema decimal. Quando, nos documentos coletados houver escrituração em sistema decimal, efetuar a conversão conforme o disposto abaixo:

HORAS LANÇADAS	ESCRITURAÇÃO
99,1	99 horas e 5 minutos
99,2	99 horas e 10 minutos
99,3	99 horas e 15 minutos ou 99 horas e 20 minutos
99,4	99 horas e 25 minutos
99,5	99 horas e 30 minutos
99,6	99 horas e 35 minutos
99,7	99 horas e 40 minutos
99,8	99 horas e 50 minutos
99,9	99 horas e 55 minutos

Figura 129 - Tabela de conversão de horas.

O *Universal Time Coordinated* (UTC) é o padrão internacional de tempo usado atualmente e mantido pelo *Bureau International de Pesos e Medidas*. Durante o horário de verão adiciona-se uma hora, em relação à hora local, de modo que a localidade passe a ter uma nova correção em relação ao UTC.

Quando descrevendo horário UTC, a grafia adotada será: 08h00min (UTC); 10h10min (UTC).

As abreviações dos meses a serem utilizadas são as seguintes: JAN, FEV, MAR, ABR, MAIO, JUN, JUL, AGO, SET, OUT, NOV e DEZ.

As datas, quando abreviadas, terão os dias sempre escritos com dois algarismos: 09MAIO1977; 25JAN1940.

Ao acrescentar fotos ou figuras no corpo do relatório, deve-se atentar para a formatação da legenda (Figura 1 - Texto da legenda.). Sempre que possível, deve-se formatar a largura da figura em 11cm. Se necessária uma largura acima de 11cm para a melhor visualização dos elementos da figura, selecionar 13cm, 15cm ou, no máximo, 17cm

As setas indicativas e as caixas de texto para sinalização de algum detalhe que o investigador queira identificar serão, preferencialmente, incorporadas à foto antes da sua inserção no relatório (evitar o uso dos editores de texto nesses casos).

Não se devem incluir fotos no relatório que permitam a identificação de pessoas.

Recomenda-se que, para cada figura exista uma citação no corpo do Relatório.

Exemplo:



Figura 2 - Situação da aeronave após o capotamento.

Figura 130 - Exemplo de inserção de foto e de formatação de legenda.

As convenções e a padronização da formatação, aqui descritas aplicam-se tanto ao Relatório Final quanto ao Relatório Final Simplificado. A seguir, serão detalhadas as orientações específicas para o preenchimento de cada tipo de relatório.

16.4 RELATÓRIO FINAL

Os critérios para a adoção do formulário de Relatório Final para a divulgação dos resultados de uma investigação encontram-se descritos nas Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica NSCA 3-6 para aviação militar e NSCA 3-13 para a aviação civil.

A metodologia para a confecção de Relatório Final, descrita neste manual, aplica-se, também, à confecção da minuta do Relatório Final (aviação civil) e do Registro Preliminar (aviação militar).

16.4.1 CAPA

A capa será considerada a primeira página do Relatório, mas não deverá conter numeração.

No campo MATRICULA, preencha com a(s) matrícula(s). (Ex.: FAB 1329, PU-XCT).

No campo MODELO, coloque a designação adotada pela Força Aérea ou conforme descrito no Certificado de Aeronavegabilidade da aeronave expedido pela ANAC. (Ex.: F5-EM, C560XLS+).

No campo DATA, o padrão seguirá a formatação descrita no item 16.3 (Ex: 09MAIO1977).

No campo CLASSIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA preencha ACIDENTE, INCIDENTE GRAVE ou INCIDENTE, conforme a classificação estabelecida.

No campo TIPO DE OCORRÊNCIA preencha de acordo com a taxonomia descrita no Anexo C deste Manual.

16.4.2 SINOPSE

Nesse campo, deve-se descrever uma síntese da ocorrência aeronáutica. O objetivo da sinopse é permitir que o leitor entenda os pontos principais da ocorrência e decida por prosseguir ou não em sua leitura.

Ela deve apresentar os eventos principais envolvidos na ocorrência, a data e a sua classificação. Deve, ainda, sucintamente, descrever as circunstâncias, as lesões sofridas pelos tripulantes, os danos à(s) aeronave(s) e se houve designação de representante acreditado.

Exemplo:

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PP-SRK, modelo AS-350BA, ocorrido em 08JUL1986, classificado como “perda de controle em voo”.

A aeronave impactou contra o solo, a 430 metros do ponto de início de decolagem.

Houve danos substanciais à aeronave.

O piloto e quatro passageiros sofreram lesões fatais decorrentes do impacto.

Houve designação de Representante Acreditado do *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA) - França, estado de projeto da aeronave.

16.4.3 GLOSSÁRIO

Todas as siglas, abreviaturas e termos técnicos contidos no corpo do Relatório deverão ser descritos no campo de glossário de termos técnicos e abreviaturas.

Somente as abreviaturas utilizadas no relatório devem aparecer no glossário, conforme o exemplo a seguir:

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AFA	Academia da Força Aérea
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATS	<i>Air Traffic Services</i> - Serviços de tráfego aéreo
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> - Gravador de voz de cabine
EMS	Estação Meteorológica de Superfície
FDR	<i>Flight Data Recorder</i> - Gravador de dados de voo
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de voo por instrumentos
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
MLTE	Habilitação técnica de classe de aviões multimotores terrestres
MNTE	Habilitação técnica de classe de aviões monomotores terrestres
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RS	Recomendação de Segurança
SBBH	Designativo de localidade - Belo Horizonte / Pampulha - Carlos Drummond de Andrade, MG
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de voo visual

16.4.4 INFORMAÇÕES FACTUAIS

Este campo destinado à inserção de todos os elementos de investigação colhidos e que são relevantes para a investigação SIPAER. Deve-se atentar para inserir, nesse campo, somente fatos, sem juízos de valor ou análises prévias.

Todos as informações que fundamentem as análise e conclusões devem constar neste campo.

O quadro com os dados gerais da ocorrência deve ser preenchido, observando-se as padronizações de grafia e de taxonomia.

Aeronave	Modelo: 727-200 Matrícula: PP-SRK Fabricante: Boeing Company	Operador: Viação Aérea São Paulo (VASP)
Ocorrência	Data/hora: 08JUN1982 - 02:45 (UTC) Local: Serra da Aratanha Lat. 03°55'54"S Long. 038°37'03"W Município - UF: Paracatuba - CE	Tipo(s): Colisão no solo Fogo/fumaça (pós-impacto) Subtipo(s): Colisão com obstáculos no solo

Figura 131 - Exemplo de preenchimento do quadro de informações factuais.

Deve-se utilizar a hora UTC, atentando para os casos em que a localidade estiver seguindo o HBV.

Os dados da aeronave referentes à “modelo”, “matrícula” e “fabricante” devem seguir o descrito no Certificado de Aeronavegabilidade (CA) e no Certificado de matrícula (CM) para aeronaves civis ou conforme designação da respectiva Força Armada para aeronaves militares.

Quando o “operador” se tratar de pessoa física, não se deve inserir o nome deste mas, sim, a palavra “Particular”. Em se tratando de pessoa jurídica, inserir o nome da empresa (ex: Viação Aérea São Paulo (VASP)). Para aeronaves militares, inserir o nome da unidade Aérea (1°/5°GAv, 5°ETA, 2°EIA, EDA, etc.)

Colocar sempre as coordenadas do local, mesmo que seja em área de aeródromo.

Os campos de “classificação da ocorrência” e de “tipo da ocorrência” devem seguir as definições estabelecidas pela NSCA 3-13, NSCA 3-6 (civil/militar) e de acordo com o Anexo C deste manual. Se o tipo de ocorrência não possuir um “Subtipo”, ou se este não for aplicável, deve-se inserir “Nil” no campo correspondente.

16.4.4.1 Histórico do voo.

Neste item deve ser feita uma descrição sucinta da sequência de eventos que antecederam a ocorrência aeronáutica em ordem sequencial e cronológica somente até a sua consumação. Qualquer informação adicional, acontecida após o último fato da cadeia de eventos que levaram à ocorrência, como: ação dos investigadores ou de terceiros (investigação, tentativa de remoção, reparo da aeronave ou procedimentos de resgate de vítimas) não deve ser inserida nesse campo.

O histórico da ocorrência aeronáutica não deve conter análise, opinião ou juízo de valor a respeito dos fatos.

Inicie, citando o local de partida (utilizando os nomes e os designativos de localidade do aeródromo), o local de destino (seja o pretendido ou o real), qual o tipo de voo que estava sendo realizado e a quantidade de pessoas a bordo.

Ao desenvolver, descreva a ocorrência aeronáutica propriamente dita ou o que se tem registrado dela e indique a fase da operação em que ocorreu o evento (a localização da ocorrência, a altitude de voo).

Sempre que aplicável, inclua o indicativo do aeródromo de decolagem ou de pouso e o horário de decolagem ou de pouso (utilize o horário local. ex: 9h40min). Descreva, também se a ocorrência se deu em período noturno ou em condições marginais de visibilidade horizontal ou vertical.

Ao concluir, informe os fatos relativos aos momentos finais, os danos causados à aeronave ou a terceiros (de forma genérica), bem como o tipo de lesão a tripulantes, passageiros e terceiros.

Exemplo:

A aeronave decolou do Aeródromo de Coari, AM (SWKO), com destino ao Aeródromo de Tefé, AM (SBTF), por volta das 11h45min (local), a fim de realizar um voo de transporte de carga e pessoal, com dois pilotos e dez passageiros a bordo.

O voo transcorreu em condições visuais e, cerca de 20 minutos após a decolagem, a aeronave apresentou oscilação na indicação da pressão do óleo do motor.

A tripulação prosseguiu para pouso em SBTF e, próximo ao enquadramento da final para a pista 33, houve o embandeiramento da hélice sem o comandamento do piloto, obrigando a tripulação a efetuar o corte do motor e a realizar o pouso em emergência.

Durante a corrida após pouso, a aeronave percorreu toda a extensão da pista e houve princípio de fogo nas rodas dos trens de pouso principais.

A aeronave teve danos leves. Os dois tripulantes e os dez passageiros saíram ilesos.

16.4.4.2 Lesões às pessoas.

Preencha o quadro com as lesões sofridas por tripulantes, passageiros ou terceiros. Para efeito de padronização quanto à classificação das lesões, deve-se observar os seguintes critérios:

- a) Lesões Fatais: ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que resultem em morte dentro de trinta dias a contar da data do acidente.
- b) Lesões Graves: ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que:
 - requeira hospitalização por mais de 48 horas, iniciadas no prazo de sete dias a partir da data do ferimento;
 - resulte em uma fratura de qualquer osso (exceto fraturas simples de dedos ou nariz);
 - envolva laceração que causa hemorragia grave, nervos, músculos ou danos a tendões;
 - envolva a lesão de qualquer órgão interno;
 - envolva queimaduras de segundo ou terceiro grau, ou quaisquer queimaduras em mais de cinco por cento da superfície do corpo; ou
 - envolva a exposição verificada a substâncias infecciosas ou lesões por radiação.
- c) Lesões Leves: demais ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que não se enquadrem nos itens a e b;
- d) Ileso: pessoa envolvida em uma ocorrência aeronáutica e que não tenha sofrido qualquer lesão.

16.4.4.3 Danos à aeronave.

Breve descrição dos danos à aeronave envolvida na ocorrência (destruída, danos substanciais, danos leves, nenhum ou desconhecidos).

Para a classificação dos danos à aeronave, utilizam-se os seguintes critérios:

Destruída

O dano torna inviável recuperar a aeronave para as perfeitas condições de aeronavegabilidade.

Nota: essa definição é diferente do conceito de "perda total". A determinação de "perda total" pode não ser o resultado de uma avaliação técnica, mas sim, pode refletir a viabilidade econômica para a recuperação.

Substancial

A aeronave teve danos ou falhas estruturais que:

- a) prejudicaram as características estruturais de resistência, de desempenho ou de voo da aeronave; e
- b) exijam um grande reparo ou a substituição do componente afetado (exceto para a falha ou avaria do motor, quando os danos se limitam ao motor, à sua

carenagem ou acessórios; ou ainda danos limitados às hélices, às pontas das asas, às antenas, aos pneus, aos freios, às carenagens, a pequenas mossas ou furos no revestimento da aeronave).

Leves

A aeronave pode recuperar a sua condição de aeronavegabilidade após simples reparos ou substituição de peças sem que uma inspeção mais extensa seja necessária.

Nenhum

A aeronave não teve qualquer dano na ocorrência.

Desconhecido

A extensão dos danos que a aeronave teve na ocorrência não é conhecida.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “A aeronave não teve danos”.

Exemplos:

A aeronave teve danos leves. Os danos se restringiram à ponta da asa direita e ao aileron direito.

A aeronave teve danos substanciais. Teve perda do trem de pouso principal, danos no sistema hidráulico e no intradorso da asa esquerda.

A aeronave ficou destruída.

Os danos à aeronave são desconhecidos. Não foi possível avaliar a extensão dos danos uma vez que a mesma, até o encerramento da investigação, não foi localizada.

16.4.4.4 Outros danos.

Breve descrição dos danos causados a terceiros, tais como edifícios, instalações, luzes de aproximação, etc.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Não houve”.

Exemplo:

Houve danos substanciais a um caminhão de abastecimento da empresa Exxon.

16.4.4.5 Informações acerca do pessoal envolvido.

16.4.4.5.1 Experiência de voo dos tripulantes.

Preencha a tabela com os dados levantados sobre as horas de voo dos tripulantes, atentando para a inclusão de tripulantes adicionais que possuíam função a bordo no momento da ocorrência como: navegador, *flight engineer*, mecânico de voo, *loadmaster*, operador de equipamentos especiais, etc.

Quando as horas de voo forem obtidas de forma não documentada, deverá ser colocada uma observação indicando a fonte das informações (registros pessoais, declarações de entes familiares, etc.).

Quando não houver o registro das horas, inserir o termo: “desconhecido”.

Exemplo:

Horas Voadas		
Discriminação	Piloto	Copiloto
Totais	3.800:00	3.200:00
Totais, nos últimos 30 dias	39:55	63:20
Totais, nas últimas 24 horas	5:30	1:20
Neste tipo de aeronave	2.689:10	488:45
Neste tipo, nos últimos 30 dias	39:55	63:20
Neste tipo, nas últimas 24 horas	5:30	1:20

Obs.: Os dados relativos às horas voadas foram obtidos através dos registros na Caderneta Individual de Voo (CIV) dos pilotos.

16.4.4.5.2 Formação.

Relatar a escola, o ano de formação e a obtenção de cada licença e habilitação que sejam relevantes para ocorrência aeronáutica.

Inserir a seguinte observação quando pertinente: “Não foi possível obter informações sobre a escola de formação do piloto”.

Exemplos:

O Piloto formou-se na Academia da Força Aérea em 1991.

O Comandante realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Uberaba, MG, em 1998, obteve a Licença de Piloto Comercial - Avião (PCM), em 2001, e a Licença de Piloto de Linha Aérea (PLA), em 2008.

O Copiloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Imperatriz, MA em 1996 e obteve a Licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) em 2001.

O controlador era formado na Escola de Especialistas da Aeronáutica (EEAR) em 1993.

16.4.4.5.3 Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.

Comentar a validade dos certificados e habilitações.

Exemplos:

O piloto estava com o Cartão de Voo por Instrumento (CVI) válido e não possuía cartão de Tráfego Aéreo Internacional (TAI).

O Comandante possuía a licença de Piloto de Linha Aérea (PLA) e estava com as habilitações técnicas de aeronave tipo *Aerospatiale ATR-42-320/42-*

500 (AT42), *Aerospatiale ATR-72-200/210* (AT72), Multimotor Terrestre (MLTE) e voo por instrumentos (IFR) válidos.

O copiloto possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com a habilitação técnica de Multimotor Terrestre (MLTE) válida e a de voo por instrumentos (IFR) vencida desde outubro de 2009.

O controlador possuía a licença de Controlador de Tráfego Aéreo (ATCO) e estava com seu Certificado de Habilidade Técnica (CHT) de Controle de Aproximação Convencional (APP) válido.

16.4.4.5.4 Qualificação e experiência no tipo de voo.

Descrever a experiência da tripulação com relação ao voo proposto (treinamento ou número de vezes que executou tal tipo de voo).

Fornecer uma breve descrição das qualificações, experiência e história para cada membro da tripulação de voo (piloto, copiloto, engenheiro de voo, etc.), incluindo idade, avaliações, horas voadas no tipo de voo; resultados da formação recente, verificações obrigatórias e periódicas; experiência em rota e no aeródromo envolvido na ocorrência aeronáutica.

Além disso, indique a posição ocupada por cada membro da tripulação de voo e identifique quem estava voando a aeronave.

Quando pertinente, relatar informações a respeito de outros profissionais, como os serviços de tráfego aéreo, manutenção, etc.

Incluir uma breve declaração sobre a validade dos certificados, avaliações, qualificações e a experiência do pessoal dos serviços de tráfego aéreo, incluindo idade, posição, experiência total (em anos), e os detalhes de experiência específica para a posição. Detalhes de formação e de controles devem ser incluídos.

Informação sobre o pessoal de manutenção e outro pessoal envolvido deve incluir as qualificações, experiência, tempo de serviço, trabalho por turnos, carga de trabalho e da hora do dia.

Observação: Não mensurar se a experiência era ou não suficiente para o cumprimento do voo. Se o piloto possuía a habilitação apropriada e cumpria todos os requisitos para o tipo de voo, assume-se que o mesmo era qualificado para tal, a menos que o investigador identifique alguma deficiência no seu processo de formação/cheque e/ou manutenção operacional.

Exemplos:

Ambos os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

Era a segunda vez que o piloto realizava um treinamento de pouso em área restrita.

O piloto não possuía a habilitação de Piloto Rebocador de Planador (PRBP), portanto não estava qualificado para o tipo de voo.

O piloto possuía experiência no tipo de voo, porém estava com sua habilitação de Monomotor Terrestre (MNTE) vencida.

Era a primeira vez que o controlador responsável pela vetação da aeronave assumia a posição, após a conclusão da sua formação.

O mecânico nunca havia realizado manutenção em motores convencionais.

16.4.4.5.5 Validez da inspeção de saúde.

Relatar a condição de validade das inspeções de saúde dos tripulantes na data da ocorrência.

Exemplos:

O piloto estava com o Cartão de Saúde válido.

Os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

O copiloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) vencido desde julho de 2014.

O controlador de tráfego aéreo estava com seu Cartão de Saúde Válido.

16.4.4.6 Informações acerca da aeronave.

Quando relevante para o acidente, fornecer uma breve descrição das condições de aeronavegabilidade e de manutenção da aeronave, incluindo as seguintes informações:

- a) informações gerais - fabricante da aeronaves e modelo, número de série e ano de fabricação; nacionalidade, matrícula, categoria de registo (TPP, TPX, PRI, etc.); nome do proprietário e do operador;
- b) Certificado de Aeronavegabilidade (CA) - validade;
- c) histórico da aeronave - total de horas de voo desde a fabricação, desde a revisão, e desde a última inspeção periódica. Inclua informações relevantes sobre registro de manutenção e documentação de manutenção, o cumprimento (ou não) das diretrizes de aeronavegabilidade, boletins de serviço do fabricante e registros de modificação da aeronave;
- d) helicópteros - tipos de rotor principal e de rotor de cauda e números de série. Quando relevante, incluir o tempo total, tempo de revisão, tempo de inspeção, ciclos e limites de certificados para os componentes relevantes;
- e) motores e hélices - fabricante do motor e modelo, a posição na aeronave e os números de série do motor; período entre revisões do motor, se uma falha no motor ocorreu; e total de horas, horas desde a revisão e horas desde a última inspeção, para cada motor. Se pertinente, fornecer as mesmas informações para as hélices;
- f) combustível - tipo de combustível utilizado e tipo de combustível autorizado. Além disso, indicar a quantidade de combustível a bordo e como ele foi computado, sua densidade específica e sua distribuição nos tanques de combustível e o combustível remanescente;
- g) acessórios - em relação a qualquer componente que falhou, dar detalhes do

fabricante, tipo, modelo, *part number* e *serial number*, tempo de ciclo e limites estabelecidos, e tempo de operação desde a fabricação e desde revisão;

- h) defeitos - liste todos os defeitos técnicos na aeronave, motor ou acessórios que forem descobertos durante a investigação ou registradas no *log* apropriado e não corrigidos. Indique se os defeitos foram recorrentes e se o voo foi permitido pela *Master Mel* da aeronave;
- i) peso da aeronave - o peso máximo de decolagem e o peso máximo de pouso, o peso real de decolagem, e o peso no momento da ocorrência devem ser dados. Além disso, indicar os limites de centro de gravidade previsto para a aeronave, e o centro de gravidade na decolagem e no momento da ocorrência. Incluir uma descrição do sistema de controle de carga do operador, a distribuição da carga e da sua segurança, e como foram estabelecidos os detalhes do peso da aeronave e de centro de gravidade; e
- j) indique se a aeronave era certificada para o voo IFR, se relevante.

Descrever qualquer parte da aeronave ou sistema que tenha alguma relação com a ocorrência. Da mesma forma, fazer descrição dos procedimentos operacionais, limitações de desempenho e outras circunstâncias relacionadas com a aeronave e que possam ter contribuído para a ocorrência. O objetivo é permitir que o leitor possa entender completamente como aconteceu o acidente.

A disponibilidade, facilidade de manutenção e utilização do *transponder*, *Airborne Collision Avoidance System* (ACAS) e *Traffic Alert and Collision Avoidance System* (TCAS), *Ground Proximity Warning System* (GPWS) e *Terrain Awareness Warning System* (TAWS), deve ser indicado. Os sistemas relevantes devem ser discutidos em detalhe nas situações de quase colisões, colisões em voo, ocorrências de aproximação e pouso e voo controlado contra o terreno (*Controlled Flight Into Terrain* - CFIT).

Exemplo:

A aeronave bimotora turboélice de médio-porte tipo STOL, de asa alta, com cauda em "T", modelo DHC-5, número de série 68-493, foi fabricada pela *De Havilland Canadá* em 1968.

A aeronave possuía a categoria de registro de Serviço de Transporte Público Não Regular - Táxi-Aéreo (TPX) e o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas.

A última revisão geral, tipo "1.000 horas", foi realizada em 18FEV1977, pela Oficina Resolve Tudo, em Goiânia, GO. A aeronave possuía 235 horas de voo após a revisão.

A última inspeção da aeronave, tipo "50 horas", foi realizada em 09MAIO1977, pela Oficina ABC Manutenção, em Manaus, AM. A aeronave possuía 35 horas e 25 minutos de voo após a inspeção.

O motor esquerdo General Electric T64, número de série GE-463, possuía um total de 8.235 horas e 6.209 ciclos. O motor foi instalado com 8.000 horas e 6.115 ciclos durante a última revisão geral da aeronave pela Oficina Resolve Tudo, em Goiânia, GO.

A última revisão geral do motor foi feita em 29OUT1976 pela Oficina Motorex, em Salvador, BA. Após esta revisão o motor cumpriu os procedimentos de estocagem previstos no Manual PW-XYZ, Re. 01, de 18JUN1970, e ficou armazenado na Oficina Resolve Tudo até a data da instalação na aeronave.

16.4.4.7 Informações meteorológicas.

Descrever as condições meteorológicas presentes no momento da ocorrência e também quaisquer condições relevantes referentes às previsões disponíveis aos tripulantes. Informações sobre os seguintes itens poderão ser incluídas, se for o caso:

- a) previsões meteorológicas da rota e da terminal disponíveis ao piloto, detalhes de qualquer *briefing* meteorológico anterior à partida ou recebido em rota;
- b) observações meteorológicas, na hora e no local do acidente (teto, visibilidade, RVR, velocidade e direção do vento, temperatura e ponto de orvalho etc.);
- c) condições meteorológicas reais na rota do voo;
- d) informações de observadores, relatando-se que foram obtidas por observadores que estavam no local;
- e) sinopse de situação meteorológica;
- f) condições de luz natural na hora do acidente (dia, crepúsculo, noite, luar, etc.); e
- g) transcrever os METAR pertinentes quando houver.

OBS: Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “As condições meteorológicas eram favoráveis à operação sob as regras do tipo de voo proposto”.

Exemplo:

Havia informações meteorológicas disponíveis para a tripulação no momento de sua saída do Campo de Bagatelle, no entanto, estas não foram utilizadas. Segue, abaixo, o METAR da hora:

METAR SBXX 271100Z 18008KT 4500 BR SCT015 BKN080 25/21 Q1018

Uma frente fria encontrava-se sobre a região próxima ao aeródromo de destino.

Durante o voo em rota, não havia condições meteorológicas adversas. Estima-se que a tripulação tenha encontrado condições de voo por instrumentos (IMC) após iniciar a descida para o aeródromo de destino.

As condições de teto e visibilidade no local da queda foram confirmadas pelos pilotos do helicóptero de busca e salvamento, que acessaram os destroços cerca de trinta minutos após o acidente.

16.4.4.8 Auxílios à navegação.

Incluir informações relevantes sobre a disponibilidade e o uso dos auxílios à navegação, tanto em terra como na aeronave. Informações pertinentes sobre os instrumentos de

navegação disponíveis, incluindo auxílios ao pouso (ILS, NDB, PAR, VOR) e sua eficácia no momento da ocorrência.

Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

Todos os auxílios à navegação e ao pouso operavam normalmente no momento da aproximação da aeronave.

O NOTAM F0389/2002 reportava IAC ILS Z RWY 29L SUSPENSA no período de 18FEV02 17h02min a 17MAIO02 23h59min (UTC).

A notificação de voo preenchida definia a execução do voo entre as radiais 180 e 230, com afastamento de até 60 milhas náuticas do VOR EBZ, no nível 100.

De acordo com a informação do NOTAM o sinal do VOR XLO não estava confiável entre as radiais 160 e 200 do VOR EBZ, quando distante mais de 20 milhas náuticas.

A quase colisão entre as duas aeronaves ocorreu na radial 165, no nível 100, a 45 milhas náuticas do VOR XLO.

16.4.4.9 Comunicações.

Descreva as facilidades de comunicação à disposição da tripulação, bem como seu uso, efetividade, clareza e adequabilidade das mensagens do controle de tráfego aéreo, interferências, etc.

Quando pertinente, deverão ser colocados, neste campo, os comentários relativos as comunicação obtidas por meio dos órgãos de controle e/ou do CVR da aeronave.

Em cumprimento ao “Attachment E” do Anexo 13 à Convenção de Aviação Civil Internacional, as transcrições, quando necessárias, devem ser apresentadas de forma comentada e não, de forma literal.

Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

As comunicações bilaterais entre a tripulação e os órgãos de controle foram realizadas normalmente.

O aeródromo de Canarana (SWEK) não possuía controle de tráfego aéreo e a coordenação de tráfego era realizada bilateralmente entre as aeronaves.

No circuito de tráfego, o piloto informou que estava ingressando na perna do vento com base pela esquerda.

A TWR-SV informou estar ciente do tráfego, porém não o tinha avistado e o autorizou a prosseguir na aproximação. Nesse momento, informou que o QNH era 1.012 hPa, vento de 150° com 04 nós e solicitou que o piloto acusasse girando base. O piloto do PT-XXX respondeu: “ciente”.

O FAB-XXXX informou estar girando base e que chamaria na final com trem de pouso baixado e travado. A TWR-FZ respondeu “ciente” e informou vento de 230 com 09 nós, instruindo-o a acusar na final com trem de pouso checado. O piloto do FAB-XXXX respondeu “ciente”. Foi o último contato realizado.

16.4.4.10 Informações acerca do aeródromo.

Forneça informações relevantes no que diz respeito às instalações do aeródromo, incluindo comprimento da pista, direção, altitude, largura, tipo de piso, inclinação, obstruções, condições de pista (molhada ou escorregadia), infraestrutura aeroportuária disponível, isolamento, zona de proteção de aeródromos, etc. A descrição da iluminação do aeródromo, incluindo a de iluminação de referências visuais (VASIS, PAPI, ALS, etc.) e de iluminação da pista também deverá ser fornecida.

Descreva as informações significativas encontradas em NOTAM.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “A ocorrência se deu fora de aeródromo”. Se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplo:

O Aeroporto Internacional Pres. Juscelino Kubitschek (SBBR) era público, administrado pela INFRAERO e operava sob regras de voo visual (VFR) e por instrumentos (IFR), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto com cabeceiras 11/29, possuía as dimensões de 2.280m de comprimento e 42m de largura, pavimento tipo flexível “CBUQ” e elevação de 30 pés. A cabeceira 11, normalmente, era a mais utilizada para pousos. No momento da ocorrência, a pista encontrava-se desobstruída e molhada, em virtude de chuva forte.

A Estação Meteorológica de Superfície (EMS) de SBBR havia sido desativada em dezembro de 1999. De acordo com as informações do órgão de proteção ao voo do aeródromo, verificou-se que as medições estavam sendo realizadas a partir de pontos situados na torre de controle. Dessa forma, o vento informado à aeronave não correspondia verdadeiramente ao vento na pista, no local do pouso, de acordo com o comparativo efetuado com as informações do *Flight Data Recorder* (FDR).

Oito dias após a ocorrência aeronáutica, a Divisão de Edificações e Infraestrutura da INFRAERO realizou a medição do coeficiente de atrito em toda a extensão da pista, utilizando equipamento com sistema eletrônico com Mu-Meter Mark-4. Conforme IAC 2326-0888, de 25 de agosto de 1988, e Anexo 14 da ICAO, as medidas de atrito foram efetuadas à velocidade de 64 Km/h, com uma película de água de 1 mm, ida e volta, em quatro faixas: a 3m e a 7m de ambos os lados do eixo da pista.

Os resultados foram considerados satisfatórios, pois a pista não possuía qualquer trecho superior a 100 metros com coeficiente de atrito médio inferior a 0,50 micra. No entanto, uma análise mais apurada revelou que os trechos entre 400 e 600 pés (120 e 180m), entre 600 e 800 pés (180 e 240m) e entre 800 e 1000 pés (240m e 300m), da cabeceira 11, possuíam coeficientes de atrito médio de, respectivamente, 0,50, 0,51 e 0,53. No interior desses trechos, havia picos de coeficientes de atrito abaixo de 0,50.

16.4.4.11 Gravadores de voo.

Descreva as características técnicas do gravador:

- a) marca / modelo;
- b) tipo de fita (plástica, metálica, etc.), quando aplicável;
- c) número de parâmetros gravados;
- d) número de canais; e
- e) tempo de gravação.

Se os gravadores operaram corretamente, uma breve observação a respeito deverá ser feita e os dados pertinentes disponíveis serão citados. Se os gravadores não funcionaram corretamente, suas falhas deverão ser descritas.

Estabeleça associações entre as informações do DFDR ou FDR e o CVR.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Não requeridos e não instalados”.

Exemplo:

A aeronave estava equipada com um gravador de dados de voo, FDR BUR 1-2G, s/n 10292, e com um gravador de voz de cabine, CVR Fairchild A100A, s/n 57296.

O CVR foi enviado para as instalações do *National Transportation Safety Board* (NTSB), nos Estados Unidos, para a realização das leituras das comunicações mantidas pelos tripulantes na cabine de comando. Inicialmente, não foi obtido qualquer registro das comunicações do voo no qual ocorreu o acidente, nem foi possível determinar porque o CVR não registrou tais comunicações.

Os registros existentes no gravador de voz referiam-se a outro voo, realizado anteriormente ao acidente.

De acordo com o *Aeroplane Log Book* e o Mapa Informativo de Controle de Componente da Aeronave - Lista de Itens não Controlados, emitido em 30MAR2000, o FDR instalado na aeronave deveria ser o de s/n 12345.

O operador, ao ser informado sobre a diferença no número de série do gravador instalado na aeronave, apresentou uma Ficha de Discrepância, registrando a substituição do FDR. Contudo, tal ficha não apresentava a data da realização do serviço e não estava acompanhada da Ordem de Serviço Interna, que era o documento de autorização para a execução do serviço.

O Relatório *Check of the BUR 1-2G Flight Data Recorder*, realizado entre 19 e 25 maio 2005, emitido pela *Vision Aircraft Industries*, atestou que o sistema FDR foi totalmente checado e compensado. Para fazer esta verificação era necessário que a unidade gravadora do FDR estivesse em boas condições operacionais, no entanto, o relatório não trazia o número de série do FDR verificado.

A última Ficha de Instrumentos de Equipamentos de Voo - FIEV, relativa à aeronave, assinada por dois inspetores da empresa, porém sem a data de

preenchimento, indicava que os gravadores de voo haviam sido checados e que atendiam aos requisitos.

O FDR encontrado na aeronave foi enviado para o laboratório do fabricante da aeronave, localizada na cidade de *Würzburg*, Alemanha para leitura dos registros, sendo observado que:

- a) a correia usada no equipamento para o acionamento do gravador não era a adequada. A prevista pelo fabricante era da cor laranja e do tipo metálica. A correia encontrada no equipamento era de cor preta e de borracha; e
- b) o compartimento da fita metálica de gravação de dados foi aberto e inspecionado. Observou-se que a mesma não estava girando livre em toda a sua extensão, ficando restrita à parte final. Os sensores ópticos, responsáveis pela indicação de final da fita e início de retorno, estavam em pane.

Foi solicitado ao fabricante da aeronave que providenciasse o envio do FDR para a AVIENTE Ltda., empresa fabricante do FDR, localizada na cidade de Taminya, Turquia com o objetivo de tentar resgatar alguma informação útil para a investigação.

O Laudo Técnico emitido pela AVIENTE Ltda., estabeleceu o seguinte:

- O dispositivo instalado na aeronave se encontrava fora de serviço devido ao fato do último registro aparecer na trilha 11, indicando a última data de decolagem de aeronave ter ocorrido em 02JUL2001.

Como o dispositivo estava fora de serviço desde 2001, a mensagem “BUR FAILURE” deveria estar sendo indicada na PU-25. As tripulações deveriam ter visualizado a falha, durante o Cheque Antes da Partida (*Before Start Check List*) e informado aos responsáveis.

16.4.4.12 Informações acerca do impacto e dos destroços.

Fornecer uma descrição geral do local do acidente e o padrão de distribuição dos destroços, incluindo a parte final do percurso de voo, a trajetória do impacto, a sequência de impacto e a localização de impressões de impacto no chão, árvores, edifícios e outros objetos. A direção do impacto, a atitude da aeronave (a inclinação lateral e a arfagem), a velocidade/razão de descida (quando não puder precisar, diga se foi alta ou reduzida).

Quando pertinente, o terreno circundante do local do acidente deve ser descrito. Os diagramas de distribuição dos destroços, gráficos e fotografias devem ser incluídos nesta seção ou anexados ao relatório. A localização e o estado das principais partes dos destroços devem ser apresentados. No caso de uma falha estrutural em voo da aeronave, deve-se fornecer uma descrição detalhada da distribuição dos destroços. Sempre que possível, cite as coordenadas do ponto de impacto, principalmente quando o acidente for sobre o mar.

A configuração da aeronave, a posição de superfícies aerodinâmicas e de interruptores e comandos de sistemas relevantes para a ocorrência devem ser descritos.

É importante incluir todos os dados pertinentes como falhas materiais e avarias de componentes, indicando se eles ocorreram antes ou no momento do impacto. É essencial que os componentes relevantes para o acidente com defeito ou mau funcionamento sejam descritos.

Uma descrição detalhada de todos os componentes dos destroços não é necessária; descreva apenas os componentes considerados relevantes ou que exijam exames e análises. A inclusão de desenhos de componentes e fotografias de falhas específicas irá reforçar o Relatório Final. Tais desenhos e fotografias podem ser apresentados juntamente com o texto apropriado ou como um apêndice.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

O impacto ocorreu na cabeceira da pista 18 do aeródromo de Xexéu, PA (SBXX), não havendo qualquer evidência de impacto anterior. A distribuição dos destroços foi do tipo linear.

A colisão foi observada pelo operador da torre de controle.

O primeiro impacto ocorreu em altitude cabrada (aproximadamente 5°) e com inclinação de 25° para a direita, provocando a colisão do tanque de ponta de asa (TPA) contra o solo. O segundo impacto ocorreu com a aeronave inclinada para a esquerda, vindo a tocar com o outro TPA na pista de pouso.

Após o segundo impacto, a aeronave ficou a 90° em relação ao eixo da pista (ponta da asa direita à frente), arrastando-se sobre a pista por 420m, até sua parada total.

Houve princípio de fogo após a parada total.

O trem de pouso, do tipo retrátil, encontrava-se na posição baixado. Os flapes também se encontravam baixados. Os compensadores dos profundores estavam simétricos e posicionados no batente máximo no sentido de picar.

O grau de destruição e de carbonização da aeronave impediu a verificação de equipamentos e instrumentos.

16.4.4.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

16.4.4.13.1 Aspectos médicos

Descrever os resultados das investigações físicas, fisiológicas e patológicas da tripulação de voo. Informações médicas relacionadas com licenças da tripulação devem ser incluídas na Seção 1.5.5 “Validade da inspeção de saúde” do relatório.

Quando relevante para o acidente, a investigação médica poderá incidir sobre a tripulação de cabine, passageiros e pessoal de terra.

Os resultados dos exames anatomapatológicos e toxicológicos relativos a ferimentos, a detecção de doenças e fatores que prejudicaram o desempenho humano, tais como monóxido de carbono, deficiência de oxigênio, álcool e outras drogas, devem ser indicados. Se o álcool e as drogas forem detectados, os seus efeitos sobre o desempenho humano, conforme determinado por peritos médicos devem ser apresentados nesta seção.

Também, devem ser descritos aspectos relacionados ao cansaço, descanso e fadiga que possam ter influenciado no desempenho ou julgamento dos tripulantes. Detalhes da rotina nas 72 horas que antecederam a ocorrência aeronáutica, agenda e jornadas de trabalho e informações a respeito do período de descanso e as condições de descanso.

Tendo em vista as disposições do Anexo13, capítulo 5 em relação aos registros médicos e privados, um cuidado especial deve ser tomado para que tais informações sejam divulgadas no Relatório Final somente quando pertinente para a análise e conclusões do acidente.

Se o aspecto não for pesquisado, deve-se escrever: "Não pesquisados". Se os exames médicos indicarem que o desempenho dos membros da tripulação de voo não foi degradado por questões médicas, deve-se escrever: "Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes."

Exemplo:

O piloto possuía 38 anos e havia realizado a sua última inspeção de saúde de aeronavegante em 25MAR2008, no Hospital de Força Aérea de Brasília. De acordo com o resultado da Junta Especial de Saúde, ele estava apto para o exercício da atividade aérea.

Segundo o exame cadavérico, a escoriação em tórax esquerdo do piloto poderia sugerir marca ocasionada por cinto. Não houve comentários sobre marcas no abdome.

Nas fotos retiradas pela Polícia Técnico-Científica de Campina Grande, PB, foi possível observar escoriações no tórax e abdome esquerdos do piloto. O piloto era a única vítima que apresentava duas marcas em abdome, uma próxima à crista ilíaca esquerda e a outra, no mesmo sentido, porém em região epigástrica.

Após o acidente, foram realizados exames toxicológicos e de alcoolemia, na Coordenadoria de Perícias Internas do Instituto de Criminalística de Campina Grande, PB.

O exame toxicológico foi feito por meio de imunoensaio competitivo de quimiluminescência por meio do analisador semiautomático *Evidence Investigator, Randox*, utilizando o kit *Drugs of Abuse Array I Whole Blood Plus*, para detecção de: anfetaminas, barbitúricos, benzodiazepínicos, buprenorfina, carboxi THC (metabólito do THC), benzoilecgonina (metabólito da cocaína), metanfetamina, metadona, MDMA, opiáceos, fenciclidina e antidepressivos tricíclicos. O resultado da análise do material coletado do piloto não indicou a presença dessas substâncias.

O exame de alcoolemia, feito em amostra de sangue do piloto, não indicou a presença de etanol.

16.4.4.13.2 Informações ergonômicas.

Neste campo, devem-se descrever os dados referentes aos aspectos físicos que afetaram as interfaces do relacionamento homem-máquina e do relacionamento homem-ambiente, como as interfaces de informação (*displays*), as interfaces de acionamentos (controle), as interfaces de *design*, a inadequação antropométrica, as qualidades acústicas e lumínicas do ambiente de trabalho, dentre outras.

Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplo:

A aeronave A-320 não possuía dispositivo de segurança que alertasse de modo eficiente os pilotos quanto a um eventual posicionamento inadvertido de um dos manetes na posição CLIMB, durante o pouso.

16.4.4.13.3 Aspectos Psicológicos.

Devem-se descrever os dados individuais, psicossociais e organizacionais coletados e relevantes para o contexto do acidente.

Neste campo, não deve conter análise, opinião ou juízo de valor dos dados levantados.

Coloque todas as informações necessárias, a fim de que, ao executar a análise, não surja nenhum dado novo - algo que não foi citado neste campo.

Se o aspecto não for pesquisado, deve-se escrever: “Não pesquisados”. Se os dados levantados indicarem que o desempenho dos membros da tripulação de voo não foi degradado, deve-se escrever: “Não houve evidência de que questões de ordem psicológica tenham afetado o desempenho dos tripulantes”.

Exemplo:

Tripulantes que voaram com o piloto o reconheciam como um profissional habilidoso, referência na operação de helicópteros modelo R-44, em cuja operação raramente fugia do envelope operacional previsto.

Ele possuía um perfil operacional bastante técnico, sendo destacado pelo excesso de cautela que apresentava ao constatar alguma anormalidade durante a operação.

O piloto era considerado por muitos colegas como pessoa de fácil trato; também o descreveram como detalhista e bastante minucioso, além de mostrar-se mais introspectivo e discreto.

Segundo relato de familiares, em virtude da condição de trabalho que possuía desde que se empregou na empresa, o piloto não tinha tempo para a prática regular de atividade física, e vinha queixando-se da dificuldade para usufruir de momentos de lazer com a família.

A motivação que o piloto possuía por permanecer trabalhando na aviação suplantava o incômodo gerado pelos impactos das condições de trabalho em sua rotina, levando-o, inclusive, a submeter-se a situações de voo nas quais

não se sentia confortável, neste caso, a realização de voos noturnos e a ausência familiar.

De acordo com informações, o piloto sentia-se incomodado quando era acionado para a realização de voos noturnos. Chegou a sinalizar algumas vezes sobre os critérios de segurança que deveriam ser considerados nessas ocasiões, mas não se sentia confortável em negar a realização dos mesmos.

Na tarde que antecedeu o acidente, o piloto chegou a Quixadá por volta das 13h30min. Descansou em um quarto da casa de seus patrões até às 18h, quando foi acionado para um voo com destino ao acampamento que os patrões possuíam na área rural. Seguiram nesse voo o piloto e mais quatro passageiros.

Segundo informações, naquela noite no acampamento, o piloto engajou-se com os demais em um jogo de cartas, e mostrou-se extremamente sorridente e extrovertido, ao contrário do que se costumava dizer sobre seu comportamento sempre mais introspectivo e discreto.

Por volta de 0h30min, o piloto recebeu uma ligação de seus patrões questionando-o sobre o horário de retorno, visto o avançar da hora. Segundo pessoas presentes no local, pouco tempo depois da ligação, o jogo foi finalizado com bastante euforia. Na sequência, o piloto, ainda eufórico por sua vitória no jogo, realizou a preparação da aeronave e o embarque dos passageiros.

Segundo informações, os voos noturnos de helicópteros eram comuns e frequentes naquela localidade, principalmente no período de férias (junho/julho).

Em função disso, os pilotos que costumavam operar no local chegaram a estabelecer, informalmente, um corredor de voo sobre o Rio, a fim de estabelecer algumas condições de segurança para o voo no local.

O contrato formal de trabalho do piloto com a empresa ocorreu em meados de Julho de 2011.

As condições para o trabalho previam o sobreaviso de 24 horas durante toda a semana, incluindo disponibilidade de voo nos finais de semana.

Sua maior jornada de trabalho concentrava-se nos períodos de férias escolares. Conforme relatos, os meses de junho e julho eram períodos em que o piloto quase não ficava em casa, período esse coincidente com o do acidente.

Além da atividade de pilotagem, o piloto também era responsável pelo controle e registro de todas as informações relativas ao helicóptero e suas manutenções, sendo sempre ele quem negociava a execução dos serviços junto à empresa de manutenção.

16.4.4.14 Informações acerca de fogo.

Se um incêndio ou uma explosão ocorreram, registre uma breve descrição, esclarecendo se o fogo começou em voo ou após impacto com o solo. Para incêndios em voo, descrever a eficácia dos sistemas de alerta de incêndio da aeronave e dos sistemas de extinção de fogo da aeronave.

A determinação da origem de um incêndio, fonte de ignição, fonte de combustível, a duração, a intensidade e os efeitos sobre a estrutura da aeronave e os ocupantes, geralmente, requerem uma análise dos fatos e das indicações e deve, portanto, ser tratada na parte de análise do Relatório Final. Esta seção deve descrever a informação factual, que foi identificada no âmbito da investigação relacionada com o fogo e que deve, então, ser discutida e analisada no campo de análise.

Para incêndios no terreno, descrever a propagação e a extensão dos danos. O tempo de resposta do serviço de bombeiros de resgate, o acesso ao local do acidente pelos veículos de serviço combate ao fogo e de resgate, o tipo de equipamento de combate a incêndios usado, o tipo de agente extintor e a quantidade que foi usado e sua eficácia também devem ser descritos.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Não havia evidência de fogo em voo ou após o impacto” ou “Não havia evidência de fogo em voo ou após a parada da aeronave”.

Exemplos:

O fogo iniciou-se imediatamente após o impacto. O material de combustão foi o combustível da aeronave e a fonte de ignição provavelmente originou-se em decorrência do forte atrito da aeronave com o solo.

Mesmo que houvesse meios adequados à categoria do aeroporto, não haveria como combater o fogo na aeronave, em virtude da velocidade de propagação do incêndio. A situação agravou-se pelo fato de os tanques estarem completamente abastecidos (18.000 libras).

O fogo teve início durante o procedimento de partida do motor esquerdo da aeronave, sendo notado pelo piloto e tendo como material de combustão inicial o próprio combustível da aeronave.

Conforme declarações de observadores, o incêndio teve a sua origem no motor esquerdo, após várias tentativas de partida, espalhando-se, inicialmente, pela asa esquerda e, em seguida, por toda a aeronave.

Não foi possível qualquer atuação de combate ao fogo por não haver serviço contraincêndio no aeródromo. Não havia, também, extintor disponível para o combate ao fogo durante os procedimentos de partida.

16.4.4.15 Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.

Faça uma descrição breve sobre a busca, evacuação e resgate. O equipamento de segurança deve ser descrito quanto à sua eficácia somente. O efeito da tensão nos assentos e cintos de segurança, bem como práticas operacionais que tenham um efeito em sua utilização, deve ser registrado. Se for o caso de ejeção, comente sobre sua efetividade.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

O piloto estava sem paraquedas e sem capacete de voo.

Durante o impacto, o suspensório do passageiro rompeu-se, fazendo com que o mesmo fosse lançado para frente, batendo o crânio e o antebraço esquerdo no painel da aeronave.

O piloto e o passageiro foram resgatados por pessoas que presenciaram o pouso forçado.

O piloto teve fratura do platô tibial direito e o passageiro traumatismo crânioencefálico, luxação do cotovelo direito e fratura no polegar esquerdo.

A busca foi efetuada pela aeronave alerta SAR, acionada pelo RCC-ZZ.

O acionamento da aeronave SAR foi efetuado dez minutos após o acidente. A localização dos destroços foi efetuada visualmente.

Não houve sobreviventes.

A “causa mortis” de todos foi “esmagamento e amputações de segmentos corporais - ação contundente”.

16.4.4.16 Exames, testes e pesquisas.

Descreva os resultados dos ensaios e pesquisas desenvolvidas no âmbito da investigação.

Os testes em voo, testes em simulador, modelagem computacional de desempenho, conclusões dos Relatórios Técnicos do DCTA, Laudos Técnicos dos Parques e/ou outros exames, testes ou pesquisas realizados por outros órgãos homologados são exemplos do tipo de informações que devem ser incluídas nesta seção. Os detalhes relevantes das pesquisas que são usados para apoiar a análise também devem ser incluídos.

Não há necessidade de se transcrever tudo o que está no laudo técnico para este campo. Se for determinante para a compreensão das falhas que possam ter contribuído para a ocorrência, o laudo poderá ser incluído anexo ao relatório. Do mesmo modo, não se deve mencionar o número e/ou protocolo dos laudos utilizados como referência.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

Segundo análise técnica do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do DCTA, a fratura ocorrida próxima a uma das extremidades do eixo de manivelas foi devido à sobrecarga, provavelmente por esforços de torção, sem que existissem pré-trincas nas superfícies da fratura.

O indicador de torque do motor número 1, recuperado no local do acidente, apresentava seu ponteiro travado na posição de 67%, o que correspondia ao regime de voo de cruzeiro.

Os danos observados nos motores e nas pás de hélice, por ocasião da Ação Inicial, apresentavam indícios de que o motor desenvolvia potência no momento do impacto.

16.4.4.17 Informações organizacionais e de gerenciamento.

Quando relevante para a ocorrência, deve-se fornecer informações pertinentes sobre qualquer organização e sua gestão, cujas atividades podem ter influenciado direta ou indiretamente a operação da aeronave. As organizações a serem abordadas nesta seção podem incluir:

- a) Operador / Unidade Aérea;
- b) organizações de manutenção;
- c) serviços de tráfego aéreo;
- d) operador de aeródromo;
- e) serviços meteorológicos;
- f) fabricante de aeronaves; e
- g) autoridade reguladora e de certificação.

Quando as deficiências na estrutura organizacional e as funções tiverem uma influência sobre o acidente, a informação pode incluir, mas não precisa ser limitada a, os seguintes fatores:

- a) cultura de segurança;
- b) recursos e viabilidade financeira;
- c) as políticas e práticas de gestão;
- d) comunicações internas e externas; e
- e) certificação, supervisão da segurança e quadro regulamentar.

Quando pertinente, fornecer informações sobre o operador, como tipo e data de emissão do certificado de operador aéreo, Especificações Operativas (EO), tipos de operação/missão previstas, tipos e número de aeronaves empregadas e áreas autorizadas de operação e rotas. Além disso, incluir informações sobre eventuais deficiências detectadas nos manuais do operador/unidade aérea, operações e outra documentação, quando as deficiências tiverem influência sobre o acidente.

Se o campo não for aplicável, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

Exemplos:

A Unidade Aérea cumpria missão de reconhecimento, conforme previsto na ZCA 45-1 e empregava 16 aeronaves W-44. O programa de Treinamento do esquadrão (Revisão 1), no item 2.4, estabelecia o tipo de treinamento destinado ao piloto que fosse designado para exercer a função de instrutor, porém, não definia as qualificações ao piloto que fosse designado para exercer a função de checador.

O Programa de Gerenciamento do Risco da Fauna (PGRF) do aeródromo não possuía identificação de espécies envolvidas em colisões e a localização geográfica dos focos de atração de fauna no sítio aeroportuário.

Com relação ao previsto no MGSO, foi observado que não havia registros que pudessem comprovar a participação dos seus tripulantes nas atividades envolvendo CFIT.

16.4.4.18 Informações operacionais.

Relacione todos os fatos relevantes que se refiram ao desempenho técnico do ser humano nas atividades relacionadas com o voo, sejam elas relacionadas aos aspectos operacionais ou de manutenção, utilizando uma sequência cronológica.

Descreva a operação realizada no momento da ocorrência (Privada, Instrução, Táxi-Aéreo, Agrícola, SAE, Policial, Transporte Aéreo Regular, Transporte Aéreo Não Regular, Outros).

Descreva o perfil do voo (se em baixa altura, área de cobertura RADAR, espaço aéreo não controlado, etc.) e/ou os serviços de manutenção previstos e os efetivamente realizados.

Devem-se descrever os procedimentos previstos. Na sequência, deverão ser abordados os procedimentos realizados, citando os fatos ou as informações de observadores, sem relação de causa e efeito ou juízo de valor.

Relate, também, as questões de infraestrutura de tráfego aéreo e de infraestrutura aeroportuária que possuam alguma relação com a ocorrência e que não tenham sido relatados em campos anteriores.

Coloque todas as informações necessárias, a fim de fundamentar a análise. Comente detalhes relevantes do histórico operacional e treinamentos recentes.

Exemplos:

O reabastecimento de combustível da aeronave foi realizado no dia anterior, por volta das 19h30min (local), por um mecânico do esquadrão, seguindo orientação anotada em um quadro de avisos, e que previa 2.400 libras. Verificou-se que a aeronave foi abastecida com 759 litros, de acordo com os comprovantes de reabastecimento. Assim, os cálculos indicaram um total de 2.875 libras, nos tanques da aeronave.

Conforme relato do piloto, a descida e a aproximação para o local aconteceram normalmente, porém, o 1P da aeronave realizou a curva base fechada e próxima da cabeceira da pista. O toque dos trens de pouso principais ocorreu a cerca de 1 metro antes da cabeceira, fora do asfalto. Nenhuma pancada forte foi sentida durante o pouso, mesmo tocando antes da cabeceira da pista. Ainda assim, os tripulantes realizaram uma verificação nos trens de pouso principais e não observaram qualquer discrepância. O fato não foi informado ao esquadrão para uma inspeção mais adequada da manutenção.

16.4.4.19 Informações adicionais.

Acrescente quaisquer informações úteis para a investigação e que são essenciais para o desenvolvimento de análises e conclusões do Relatório Final e que não tenha sido possível enquadrar nos itens anteriores.

Este campo também pode ser utilizado para incluir eventuais condições inseguras identificadas e que não tenham relação com o acidente analisado. Nesse caso, fica dispensada a inclusão de tais dados na análise.

NOTA - certifique-se que a parte de informação factual do relatório final contenha todos os dados técnicos essenciais para as análises e conclusões relatório.

Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

16.4.4.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Quando novas técnicas úteis e eficazes de investigação tenham sido utilizadas, devem-se descrever, brevemente, as principais características dessas técnicas e sua pertinência para investigações futuras. No entanto, os dados e os resultados obtidos com essas técnicas e como eles se relacionam com o acidente, devem ser incluídos nas seções apropriadas.

A descrição completa sobre o uso dessas técnicas pode ser incluído como um apêndice do relatório final.

Se o campo não for aplicável, ou se este for irrelevante para o tipo de ocorrência, deve-se escrever: “Nada a relatar”.

16.4.5 ANÁLISE

Na parte de análise do Relatório Final, a relevância e a interação entre os fatos/circunstâncias que foram apresentados nos campos das informações factuais devem ser explorados e discutidos a fim de determinar quais eventos contribuíram para o acidente.

Pode haver a necessidade de repetir a descrição de algumas das evidências já apresentadas no campo de informações factuais, no entanto, a análise não deve ser uma reafirmação dos fatos.

Fatos novos não devem ser introduzidos na parte de análise. O objetivo da análise é fornecer uma ligação lógica entre as informações factuais já listadas e as conclusões que fornecerão as respostas que explicam o resultado da ocorrência aeronáutica.

Seja simples e objetivo. É preciso sutileza na argumentação, pois uma análise bem fundamentada dará credibilidade às recomendações de segurança que serão emitidas. A análise deve incluir uma avaliação das evidências apresentadas nas informações factuais e deve discutir os momentos e circunstâncias que existiram ou que possam ter existido.

A estruturação da análise deverá seguir um encadeamento lógico e cronológico dos dados, estabelecendo a relação de causa e efeito na cadeia de eventos, conduzindo o leitor até o desfecho do acidente e suas consequências. O raciocínio deve permitir a formulação de hipóteses que possam ser discutidas e comprovadas com base nas evidências. Qualquer hipótese

que não seja amparada pelas evidências deve ser eliminada. Também, pode ser importante demonstrar, claramente, as razões pelas quais uma determinada hipótese tenha sido rejeitada.

Tome cuidado para não fazer afirmações com base em inferências pois isso levará a perda de credibilidade da análise. Por exemplo: se o investigador inferir que uma aeronave pode ter apresentado acúmulo de gelo em sua estrutura, porém sem fortes evidências que o comprovem, ele não deve afirmar que houve travamento de comandos em virtude de gelo acumulado nas superfícies aerodinâmicas.

Evidências contraditórias devem ser tratadas de forma aberta. Condições e eventos relacionados à causa devem ser identificados e discutidos. A discussão na análise deve apoiar os resultados e as causas imediatas e sistêmicas que levaram ao acidente. Evite detalhar minúcias da sequência de eventos se essas não acrescentarem ideias que ajudem a identificar as causas que levaram à ocorrência.

Deve ser incluída a discussão de todos os fatos relevantes que surgiram durante a investigação, inclusive aqueles que não apresentaram contribuição direta para a ocorrência aeronáutica.

Exemplo:

A pista do Aeródromo de Surucucu possuía dimensões 1.080x30m, considerada curta para operação do C-105 (comprimento menor que 1.500m) e não possuía área de escape, nem pelas laterais e nem após as cabeceiras.

Era comum as aeronaves pousarem com vento de cauda uma vez que o pouso na cabeceira 30 era mandatório devido às características das elevações ao seu redor e devido ao pronunciado *slope*. No momento do pouso, os instrumentos de bordo indicavam vento de 180° com 4kt, ou seja, uma componente de 3kt de vento de cauda.

O NOTAM existente à época do acidente recomendava operação com cautela e limitava o pouso à lateral esquerda, devido a obras na lateral direita.

Toda a região nos entornos era montanhosa. Assim, a perna do vento tinha que ser realizada mais alta e mais distante da pista, para permitir a visualização da mesma, e só poderia ser realizada pelo setor sudoeste. Na curta final para pouso, havia um morro que dificultava a aproximação.

Algumas marcações estavam deficientes e, em toda a extensão da pista havia buracos que desprendiam fragmentos de pedra e de asfalto.

A operação do C-105 nesta localidade acarretava danos frequentes aos pneus, conjuntos de freios e às pás das hélices, como consequência da necessidade de uso máximo dos freios e do reverso dos motores.

Devido a todas estas características, a pista de Surucucu era considerada a mais crítica para operação das aeronaves C-105.

As más condições da pista e seu reduzido comprimento constituíam estímulos cuja importância poderiam fazer com que o piloto se focasse demais na pista, deixando de perceber outros elementos que pudesse estarem presentes nos momentos que antecediam ao pouso. Aliado a isso, o fato de o 2P na ocorrência em questão ser Piloto Básico e ainda estar em fase de instrução/formação pode ter ocasionado uma sobrecarga de funções e de

responsabilidades por parte do 1P (Piloto Instrutor), que deveria estar atento ao desempenho do aluno e a todos os procedimentos a serem realizados.

Todos os tripulantes fizeram referência ao estresse gerado antes do pouso, naquela localidade. As condições geográficas e climáticas, além da carência de recursos de apoio (controle de tráfego) e de uma alternativa para pouso geravam ansiedade na tripulação. Sabe-se que o estresse pode interferir sobre processos cognitivos, incluindo diminuição da concentração e da velocidade de resposta psicomotora, além de outras consequências.

Como houve poucas variações nos parâmetros de velocidade, trajetória da aeronave, razão de descida e posição dos manetes de potência, desde os 4.000ft até 2.900ft de altitude, pode-se inferir que a aeronave realizava uma aproximação estabilizada.

O limite da razão de afundamento no pouso da aeronave naquelas condições de peso era de no máximo 540ft/min.

Os parâmetros de motores, flape, peso, velocidade e razão de descida no momento do toque estavam dentro do previsto para o desempenho da aeronave. O torque indicava que os motores não estavam na posição mínima em voo e, portanto, forneciam tração necessária para o tipo de pouso. Os flapes estavam na posição correta. O peso de 21.000kg foi estabelecido como sendo o máximo para pouso em pistas menores que 1.200m, sendo 2.200kg abaixo do limite estrutural de peso de pouso da aeronave.

A V_{REF} calculada nos FMS para o pouso curto em questão era de 106kt e o toque ocorreu com 113kt. O toque com até 10kt acima da V_{ref} era aceitável e não implicava uma aproximação desestabilizada ou um acréscimo significativo da distância de pouso.

A posição *Ground Idle* (abaixo da qual os motores entram na faixa de reverso) é de 16,5°. A posição das PL1 (28,4°) e PL2 (31,1°) no momento do primeiro toque e PL1 (28,3°) e PL2 (28,4°) no momento do segundo toque excluem a possibilidade de o reverso ter sido aplicado em voo.

O sensor *Air-Ground* ciclou por três vezes antes de permanecer definitivamente na posição *Ground*, significando que a aeronave “voltou a voar” por, aproximadamente, um segundo após o primeiro toque e por frações de segundo mais duas vezes. Foi reportado por todos os tripulantes que a aeronave teria subido uma vez após o primeiro toque. É possível que os outros dois “ciclos” tenham sido apenas um alívio do peso da aeronave sobre os sensores instalados no trem de pouso.

O toque ocorreu com leve inclinação à direita (0,4°) e a perna do trem direito saiu da posição *Down-Locked*, para a posição *Up* menos de 5 segundos após.

O primeiro toque correspondeu a 2,22G e o segundo a 2,02G. Analisando-se a publicação técnica CA-A-05-50-01-00A-000A-A (*Unscheduled Maintenance Checks - After a hard landing*), esta previa que fosse cumprido um cartão de inspeção nas aeronaves que tivessem realizado um pouso “duro”. Nesta publicação um pouso “duro” era definido como aquele em que havia indicação no acelerômetro acima de 2,5G. Pode-se concluir, então, que os dois toques foram realizados com fator de carga dentro dos parâmetros

aceitáveis, já que a aeronave só seria submetida à inspeção tendo realizado pouso com fator de carga maior que 2,5G. No entanto, há de se considerar que a perna do trem de pouso direito recebeu a maior carga em decorrência da leve inclinação da aeronave.

Para efetuar poucos curtos, eram padronizados alguns procedimentos específicos, entre eles a realização da rampa mais baixa que a normal.

Na ocorrência ora analisada, o piloto realizou a rampa para pouso curto e efetuou o toque seis metros antes do início da pista. Presume-se que a atuação no comando de arfagem tenha sido tardia, pois, na velocidade em que se encontrava, o tempo necessário para percorrer a distância do ponto do toque até a cabeceira da pista seria de apenas 0,1s. Verificou-se que a área anterior à cabeceira era de terra, plana e que não havia “degrau” no início do asfalto da pista.

O trem de pouso danificado foi enviado para o IAE, onde foi submetido a exame de microscopia estereoscópica. Segundo o Laudo Técnico, verificou-se que as extremidades dos dois componentes avariados apresentaram características individuais de fratura por sobrecarga.

A condição de sobrecarga supramencionada que teria causado a fratura dos componentes, no entanto, não pôde ser corroborada pela leitura dos parâmetros da aeronave, pois os mesmos estavam abaixo dos limites definidos pelo fabricante para *hard landing*.

16.4.6 CONCLUSÕES

Esta parte deve listar os resultados e as causas estabelecidas no relatório. As conclusões são tiradas a partir da análise. No entanto, é essencial manter o mesmo grau de certeza em uma conclusão que foi estabelecida na análise. Por exemplo, se a discussão na análise indica que um fator ou circunstância era provável, então o resultado deve conter o mesmo qualificador (indeterminado).

16.4.6.1 Fatos

Os fatos são declarações de todas as condições significativas, eventos ou circunstâncias na sequência cronológica que levaram à ocorrência. Os fatos são os passos significativos na sequência de acidentes, mas eles nem sempre são causais ou indicam deficiências. Alguns fatos não apontam para as condições preexistentes da sequência de eventos do acidente, mas, podem ser essenciais para o entendimento da ocorrência. Os resultados devem ser listados em uma sequência lógica, em uma ordem cronológica.

Todos os fatos devem ser apoiados e diretamente relacionados com as informações factuais e com a análise. Nenhuma nova informação factual deve ser introduzida nas conclusões.

Ao descrever os fatos, deve-se atentar para não atribuir juízo a estes (muita experiência, pouca experiência). Sempre que possível, devem-se mensurar as condições descritas (possuía 150 horas no modelo de aeronave).

É habitual informar sobre determinadas condições, em todas as investigações, como a validade da licença, a formação e experiência dos membros da tripulação de voo, as

condições de aeronavegabilidade e manutenção da aeronave, o carregamento da aeronave, e se havia alguma falha antes do impacto.

A sequência a seguir é típica do que normalmente é incluído nesse campo:

- a) qualificação dos tripulantes;
- b) experiência e Treinamento;
- c) situação dos Serviços de Manutenção da aeronave; e
- d) segue-se a ordem cronológica dos fatos com base na análise.

Exemplo:

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações técnicas de aeronave tipo ATR-42-320/42-500 (AT42), válidas;
- c) os pilotos estavam com as habilitações de voo por instrumentos (IFR) válidas;
- d) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo;
- e) a aeronave encontrava-se dentro dos limites estabelecidos de peso e balanceamento;
- f) a escrituração das cadernetas de célula, motores e hélices/rotores estavam atualizadas
- g) os serviços de manutenção foram considerados periódicos, porém não adequados;
- h) as condições meteorológicas não eram favoráveis ao voo visual no destino;
- i) após a decolagem de Macaé, a tripulação solicitou o cancelamento do plano de voo por instrumentos, prosseguindo o voo no FL 045;
- j) o equipamento RADAR do controle Aldeia encontrava-se inoperante;
- k) em rota, a tripulação solicitou ao Controle Aldeia descer a 2.000ft para livrar uma formação, tendo sido autorizada;
- l) a tripulação informou ao controle Aldeia que iria curvar à direita, para se aproximar do litoral e livrar formações ao norte;
- m) a aeronave não possuía GPWS;
- n) a aeronave colidiu contra o Pico da Pedra Bonita, a 1.920ft;
- o) o FDR que se encontrava instalado na aeronave não estava funcionando, sendo seu último registro referente a um voo realizado em 17FEV2003;
- p) o FDR que se encontrava instalado na aeronave, possuía o S/N diferente do constante no *Log Book* da Aeronave;
- q) o CVR não estava funcionando, sendo os registros referentes a um voo realizado antes do acidente;
- r) a aeronave ficou destruída; e
- s) os dois tripulantes faleceram.

Não utilize termos como: "o piloto errou...".

Fatores que foram investigados em detalhe, mas eliminados na análise, também devem ser indicados nas conclusões. Por exemplo, os achados como: "A tripulação não apresentava sinais de fadiga" e "não houve mau funcionamento do sistema de compensação do profundo" são itens que devem ser considerados quando uma investigação abrangente for realizada para estes aspectos.

Áreas de incerteza podem ser listadas, por exemplo: "a investigação não foi capaz de determinar se o piloto ou o copiloto atuavam nos comandos da aeronave no momento do acidente".

16.4.6.2 Fatores contribuintes

Fatores contribuintes são aqueles eventos que por si só, ou em combinação com outros, resultam em uma ocorrência aeronáutica. Por definição, fator contribuinte é uma condição, ação, omissão ou a combinação delas, que, se eliminadas, ou mitigadas, podem reduzir a probabilidade do acontecimento de uma ocorrência aeronáutica, ou reduzir a severidade das consequências dessa ocorrência.

A determinação dos fatores contribuintes deve ser baseada em uma análise profunda, imparcial e objetiva de todas as evidências disponíveis. Qualquer condição, ato ou circunstância que foi um fator causal do acidente deve ser claramente identificado.

Visto em conjunto, os fatores contribuintes devem representar um quadro de todas as razões para que o acidente tenha ocorrido. A lista de fatores contribuintes deve incluir tanto os fatores contribuintes imediatos quanto os fatores contribuintes mais intrínsecos (ou sistêmicos).

Não se devem introduzir novas informações nos fatores contribuintes.

Os fatores contribuintes devem ser apresentados no relatório em ordem alfabética crescente e devem ter relação com recomendações de segurança adequadas.

Existindo a comprovação da participação de um fator contribuinte no acidente, este deve ser elencado conforme o Anexo D, seguido da palavra "Contribuiu". Caso não haja evidências suficientes para a comprovação da participação de um fator contribuinte no acidente, mas as circunstâncias indiquem uma grande probabilidade da participação daquele fator, este deve ser descrito conforme o Anexo D, seguido da palavra "Indeterminado".

Os fatores contribuintes devem ser apresentados de uma forma que, tanto quanto possível, minimize a implicação de culpa ou responsabilidade, no entanto, a autoridade de investigação de acidentes não deve abster-se de relatar um fator contribuinte como forma de evitar a responsabilização pela contribuição para uma ocorrência aeronáutica.

Priorize o uso da voz passiva, colocando em evidência a condição, ação ou omissão que contribuíram para a ocorrência e, não, o seu agente.

Exemplos:

Atitude - contribuiu

O elevado nível de experiência do piloto na aeronave fez com que a necessidade da leitura do *checklist* para a conferência dos procedimentos normais fosse desconsiderada.

Coordenação de cabine - contribuiu

Houve uma inadequada coordenação da execução das tarefas pelo comandante (instrutor), permitindo que o copiloto em formação realizasse procedimentos não padronizados de preparação de cabine sem o acompanhamento necessário.

Fadiga - Indeterminado

O período de repouso do piloto, na noite anterior, foi aproximadamente de 4 horas e 30 minutos. Tal período de descanso pode ter sido insuficiente e ter acarretado falhas no seu julgamento de pilotagem.

InSTRUÇÃO - contribuiu

A não realização de instrução em simulador, prevista na IAC 135-1002, contribuiu para que a deficiência referente à falta de leitura do *checklist* em situações de emergência não fosse corrigida.

Projeto - Indeterminado.

As características do painel de controle do sistema de combustível, as quais não permitiam ao piloto saber a quantidade exata em cada tanque podem ter contribuído para que o copiloto executasse, em momento inoportuno, uma transferência para correção de combustível entre as asas.

16.4.7 RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

O Capítulo 15 deste manual traz orientações quanto à metodologia para a formulação de Recomendações de Segurança (RS) as quais podem ser emitidas antes da conclusão da investigação e, consequentemente, da publicação do Relatório Final. Tais orientações devem ser seguidas, visando à eficácia das ações a serem adotadas pelos receptores das recomendações.

Toda RS será formatada com o endereçamento (quem realizará a ação); a classificação A (Acidente), IG (Incidente Grave), I (Incidente) ou OS (Ocorrência de Solo); número de controle do emissor; ano; emissor; e data da emissão e texto contemplando a descrição da ação recomendada. Os dados referentes à numeração serão dispensados, quando se tratar de preenchimento de Registro Preliminar ou Minuta de Relatório Final com Propostas de Recomendação de Segurança.

Caso exista alguma recomendação emitida antes da publicação do Relatório Final, esta deverá ser precedida da seguinte frase em negrito: **Recomendações emitidas anteriormente à data de publicação deste relatório**. Após a listagem das recomendações anteriores deve-se inserir a seguinte frase em negrito: **Recomendações emitidas no ato de publicação deste relatório**. Essas frases serão suprimidas quando não forem aplicáveis.

Quando não houver recomendações, deve-se inserir, somente, a frase: “Não há”.

Exemplo:

Recomendação emitida anteriormente à data de publicação deste relatório.

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomendou-se:

IG-062/CENIPA/2015 - 01

Emitida em: 09/05/2014

Verificar as condições de aeronavegabilidade das bombas hidráulicas (P/N HYC 5005), adotando medidas que minimizem a reincidência de falhas elétricas em seus componentes.

Recomendação emitida no ato de publicação deste relatório.

Ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), recomenda-se:

IG-062/CENIPA/2015 - 02

Emitida em: 18/02/2015

Avaliar a possibilidade de inclusão de uma nota (RMK) no procedimento de não precisão VOR para pista 27L, alertando quanto à defasagem longitudinal entre as cabeceiras, tendo em vista que a disposição das pistas em relação ao final do procedimento favorece a visualização da cabeceira 27R antes da 27L.

16.4.8 AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

O Capítulo 14 deste manual traz orientações quanto à metodologia para a aplicação de Ações Corretivas as quais são adotadas antes da conclusão da investigação e, consequentemente, da publicação do Relatório Final.

As ações que, comprovadamente forem adotadas pelos responsáveis até a conclusão da investigação serão descritas no Relatório Final em campo apropriado.

Exemplo:

Visando à mitigação dos riscos inerentes à entrada de animais na pista, as seguintes providências foram adotadas pelo operador do aeródromo:

- a) vistoria diária junto à cerca patrimonial;
- b) ações imediatas, após identificação de rupturas ou fendas que permitam a entrada de animais de pequeno ou grande porte;
- c) manutenção periódica da cerca patrimonial; e
- d) alerta aos membros da Comissão de Segurança Aeroportuária e às entidades responsáveis pela segurança pública.

16.4.9 ANEXOS

Os anexos devem incluir, se necessário, qualquer informação pertinente considerada para a compreensão ou complemento do relatório, como relatórios técnicos, diagramas do local do acidente, fotografias e dados do gravador de voo. Os gráficos e diagramas devem ter uma aparência profissional e devem conter apenas as informações necessárias para a compreensão do relatório.

O que se segue é uma lista de anexos que podem ser encontrados em um Relatório Final:

- a) *comments* emitidos por agências de investigação (conforme Anexo 13) e não acatados pelo SIPAER;
- b) leitura de dados do gravador de voo (FDR);
- c) plano de voo e manifesto de carga (*loadsheets*);
- d) relatórios técnicos de investigação;
- e) páginas pertinentes de manuais e guias;
- f) registros de manutenção pertinentes; e
- g) mapas e diagramas.

Faça uma página de rosto para cada anexo, colocando o nome do anexo no topo da página, de forma centralizada, em fonte Arial, tamanho 18, em negrito e caixa alta (ex: **ANEXO A**). Abaixo, centralizado na página, descreva o conteúdo do anexo com fonte Arial, tamanho 14 (ex: laudo-técnico do motor XXX, elaborado por YYYY, contendo NN páginas).

Se o anexo se limitar apenas a uma figura (gráfico, tabela, foto, etc.) ou a algum outro conteúdo de tamanho compatível com uma página, fica dispensada a página de rosto. Nesse caso, deve-se incluir o conteúdo abaixo da nomenclatura do anexo (**ANEXO B**) que ficará na margem superior da página, enquanto o conteúdo será disposto de forma centralizada na página e com a referida legenda.

16.5 RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

Os critérios para a adoção do Relatório Final Simplificado encontram-se descritos nas Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica NSCA 3-6 para aviação militar e NSCA 3-13 para a aviação civil.

A metodologia para a confecção de Relatório Final Simplificado, descrita neste manual, aplica-se, também, à confecção da minuta do Relatório Final Simplificado (aviação civil) e do Registro Preliminar Simplificado (aviação militar).

16.5.1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA							
DATA - HORA	INVESTIGAÇÃO	SUMA Nº					
24 AGO 2006 - 14:30 (UTC)	SERIPA VII	A-525/CENIPA/2014					
CLASSIFICAÇÃO	TIPO(S)	SUBTIPO(S)					
ACIDENTE	COLISÃO NO SOLO FOGO/FUMAÇA (PÓS IMPACTO)	COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO					
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORDENADAS					
AERÓDROMO DE BORBA (SWBR)	BORBA	UF AM 04°24'31"S 059°35'52"W					
DADOS DA AERONAVE							
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO					
PT-YOY	CESSNA	210N					
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO					
PARTICULAR	TPP	PRIVADA					
PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE							
A BORDO		LESÕES	DANOS À AERONAVE				
Tripulantes	1	Ileso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido	Nenhum
Passageiros	1	-	-	1	-	-	Leve
Total	2	-	1	1	-	-	Substancial
Terceiros	-	-	-	-	-	-	X Destruída
							Desconhecido

Figura 132 - Exemplo de preenchimento da tabela de dados da ocorrência, da aeronave, pessoas a bordo, lesões e danos à aeronave de um relatório Final Simplificado.

16.5.1.1 Dados da Ocorrência.

Atentar para a formatação dos dados a serem inseridos no quadro, conforme o exemplo da Figura 132.

No campo “investigação” deve-se inserir a sigla do Elo-SIPAER responsável pela condução da investigação.

O número da SUMA será definido e inserido pelo CENIPA.

Os campos de “classificação da ocorrência” e de “tipo da ocorrência” devem seguir as definições estabelecidas pela NSCA 3-6, NSCA 3-13 (militar/civil) e de acordo com

o Anexo C deste manual. Se o tipo de ocorrência não possuir um “Subtipo”, ou se este não for aplicável, deve-se inserir “NIL” no campo correspondente.

Se a ocorrência for localizada em aeródromo, deve-se inserir o nome do aeródromo e o indicativo ICAO entre parênteses no campo “localidade”. Fora de aeródromo, deve-se utilizar o nome da localidade que sirva de referência (ex: Bairro Laranja Azeda).

16.5.1.2 Dados da Aeronave.

Os dados da aeronave referentes à “matrícula”, “fabricante” e “modelo” devem seguir o descrito no Certificado de Aeronavegabilidade (CA) e no Certificado de matrícula (CM).

Quando o “operador” se tratar de pessoa física, não se deve inserir o nome deste, mas, sim, a palavra PARTICULAR. Em se tratando de pessoa jurídica, inserir o nome da empresa (ex: VIAÇÃO AÉREA SÃO PAULO (VASP)).

O “registro” deve ser o descrito no CA da aeronave e a “operação” deverá ser a realizada no momento da ocorrência (PRIVADA, INSTRUÇÃO, TÁXI-AÉREO, AGRÍCOLA, SAE, POLICIAL, TRANSPORTE AÉREO REGULAR, TRANSPORTE AÉREO NÃO REGULAR, OUTROS).

16.5.1.3 Pessoas a bordo / Lesões / Danos à aeronave.

Os campos de “pessoas a bordo” e de “lesões” devem ser preenchidos conforme os quantitativos (não inserir zeros à esquerda), assim como ilustrado na Figura 132, mantendo o traço nos campos não aplicáveis.

Para efeito de padronização quanto à classificação das lesões, devem-se observar os seguintes critérios:

- a) Lesões fatais: ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que resultem em morte dentro de trinta dias, a contar da data do acidente.
- b) Lesões graves: ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que:
 - requeira hospitalização por mais de 48 horas, iniciadas no prazo de sete dias a partir da data do ferimento;
 - resulte em uma fratura de qualquer osso (exceto fraturas simples de dedos ou nariz);
 - envolva laceração que causa hemorragia grave, nervos, músculos ou danos a tendões;
 - envolva a lesão de qualquer órgão interno;
 - envolva queimaduras de segundo ou terceiro graus, ou quaisquer queimaduras em mais de cinco por cento da superfície do corpo; ou
 - envolva a exposição verificada a substâncias infecciosas ou lesões por radiação.
- c) Lesões leves: demais ferimentos sofridos por uma pessoa em uma ocorrência aeronáutica e que não se enquadrem nos itens a e b;
- d) Ileso: pessoa envolvida em uma ocorrência aeronáutica e que não tenha

sofrido qualquer lesão.

Para a classificação dos danos à aeronave, utilizam-se os seguintes critérios:

a) Destruída;

O dano torna inviável recuperar a aeronave para perfeitas condições de aeronavegabilidade.

Nota: essa definição é diferente do conceito de “perda total”. A determinação de “perda total” pode não ser o resultado de uma avaliação técnica, mas sim, pode refletir a viabilidade econômica para a recuperação.

b) Substancial;

A aeronave teve danos ou falhas estruturais que:

- prejudicaram as características estruturais de resistência, de desempenho ou de voo da aeronave; e
- exijam um grande reparo ou a substituição do componente afetado, exceto para a falha ou avaria do motor, quando os danos se limitam ao motor, à sua carenagem ou acessórios; ou de danos limitados às hélices, às pontas das asas, antenas, pneus, freios, às carenagens, a pequenas mossas ou furos no revestimento da aeronave.

c) Leves;

A aeronave pode recuperar a sua condição de aeronavegabilidade após simples reparos ou substituição de peças sem que uma inspeção mais extensa seja necessária.

d) Nenhum;

A aeronave não teve qualquer dano na ocorrência.

e) Desconhecido.

A extensão dos danos que a aeronave teve na ocorrência não é conhecida.

16.5.1.4 Histórico do voo

Para a elaboração do histórico, devem-se observar os mesmos cuidados descritos para a elaboração do Relatório Final. A descrição deve ser sucinta e encerrada na descrição do último evento que levou à ocorrência.

Qualquer informação adicional, acontecida após o último fato da cadeia de eventos que levaram à ocorrência, como: ação dos investigadores ou de terceiros (investigação, tentativa de remoção, reparo da aeronave ou resgate de vítimas), e que forem relevantes para o entendimento das circunstâncias que levaram à ocorrência, deve ser incluída no campo comentários.

Deve-se evitar repetir informações constantes da tabela de dados da ocorrência neste campo.

Exemplo:

A aeronave decolou da pista de pouso eventual da Granja Cambaí, município de Itaquí, RS, para realizar voo de pulverização, com um tripulante a bordo.

Durante o voo, ao realizar a manobra de reversão (balão), o piloto perdeu o controle da aeronave que veio a colidir a asa direita contra alguns eucaliptos e se chocou contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões graves.

16.5.2 ANÁLISE (COMENTÁRIOS/PESQUISAS)

Este campo é destinado à inserção das informações factuais levantadas e análises elaboradas durante a investigação. Não se devem inserir, no relatório, informações que não possam ser atestadas e/ou que não constem dos elementos de investigação.

As observações do investigador devem ser descritas com isenção de ânimo e utilizando-se da voz correta (passiva ou ativa) a fim de evitar a imputação de responsabilidades (focar-se no fato/ação e, não, no seu autor).

Deve-se ater aos fatos e não incluir dados sem relevância que não tenham contribuído para a ocorrência.

Ao redigir a análise, fazê-la de forma sucinta focando-se nos dados relevantes para a ocorrência.

Os fatos e/ou análises que fundamentem os fatores contribuintes devem constar neste campo.

Exemplo:

Cerca de vinte minutos após a decolagem, o planador foi avistado no setor norte do aeródromo, em uma altura suficiente para atingir a pista, apesar de o vento estar soprando de 230°, com 5 a 10kt de velocidade.

O piloto julgou que estava fora do cone de segurança e optou por seguir para o setor norte, a fim de ganhar mais altura. Essa decisão, no entanto, não resultou no êxito esperado, restando, como última alternativa, o pouso forçado.

Após escolher um terreno arado, o piloto alterou o pouso de emergência para a estrada asfaltada que ligava Palmeira das Missões, RS, a Três Passos, RS (BR-468). Porém, não observou que aquele trecho era cortado por duas linhas de alta tensão, por uma estrutura metálica que sustentava duas placas de sinalização sobre a estrada, além de uma árvore de médio porte, localizada na lateral esquerda da estrada.

Quando na curta final para o pouso, aproximadamente, a cinco metros de altura, a asa esquerda colidiu contra uma árvore, partindo esta em quatro partes, levando a fuselagem a se precipitar verticalmente contra o solo.

O piloto, apesar de a nacelle ter ficado totalmente destruída, teve ferimentos considerados leves.

Conforme relatos de outros participantes do campeonato, a decisão de pousar na rodovia se revelou inadequada, considerando que na região havia campos lavrados que permitiriam a realização de pousos com menor exposição a riscos.

16.5.3 CONCLUSÕES

A exemplo do Relatório Final, este item deve elencar os resultados e as causas estabelecidas no relatório.

16.5.3.1 Fatos

Os critérios para inclusão dos fatos no relatório final simplificado devem seguir o descrito no item análogo para a confecção de relatório final.

Ao descrever os fatos, deve-se atentar para não atribuir juízo a esses (possuía muita experiência, pouca experiência). Sempre que possível, deve-se mensurar as condições descritas. (ex: possuía 150 horas no modelo de aeronave / havia realizado esse tipo de voo duas vezes antes do acidente).

Não utilizar a expressão "sofreu" danos quando se referir à aeronave.

16.5.3.2 Fatores Contribuintes

O modo de determinação dos fatores contribuintes deve seguir o descrito no item análogo para a confecção de relatório final. No entanto, para a descrição dos fatores no relatório final simplificado, algumas diferenças devem ser observadas.

Neste campo, devem-se listar, apenas, os fatores que efetivamente contribuíram para a ocorrência. Se existirem apenas fatores indeterminados, deve-se escrever em uma única linha "Indeterminados", sem listar qualquer fator.

Não se deve discorrer a respeito dos fatores contribuintes, nem escrever a palavra "contribuiu" após a sua inserção no campo. Qualquer fato ou análise que fundamentalmente a identificação de um fator contribuinte deve constar no campo "Comentários/Pesquisas".

Os fatores contribuintes devem ser apresentados de uma forma que, tanto quanto possível, minimize a implicação de culpa ou responsabilidade. No entanto, a autoridade de investigação de acidentes não deve abster-se de relatar um fator contribuinte como forma de evitar a responsabilização pela contribuição para uma ocorrência aeronáutica.

Priorize o uso da voz passiva, colocando em evidência a condição, ação ou omissão que contribuíram para a ocorrência, e não o seu agente.

16.5.4 RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

O Capítulo 15 deste manual traz orientações quanto à metodologia para a formulação de Recomendações de Segurança (RS) as quais podem ser emitidas antes da conclusão da investigação e, consequentemente, da publicação do Relatório Final. Tais orientações devem ser seguidas, visando à eficácia das ações a serem adotadas pelos receptores das recomendações.

Toda RS será formatada com o endereçamento (quem realizará a ação); a classificação A (Acidente), IG (Incidente Grave), I (Incidente) ou OS (Ocorrência de Solo); número de controle do emissor; ano; emissor; e data da emissão e texto contemplando a descrição da ação recomendada. Os dados referentes à numeração serão dispensados, quando se tratar de preenchimento de Registro Preliminar ou Minuta de Relatório Final Simplificado com Propostas de Recomendação de Segurança.

Caso exista alguma recomendação emitida antes da publicação do Relatório Final, esta deverá ser precedida da seguinte frase em negrito: **Recomendações emitidas anteriormente à data de publicação deste relatório**. Após a listagem das recomendações anteriores deve-se inserir a seguinte frase em negrito: **Recomendações emitidas no ato de publicação deste relatório**. Essas frases serão suprimidas quando não forem aplicáveis.

Quando não houver recomendações, deve-se inserir, somente, a frase: "Não há".

Exemplo:

Recomendação emitida no ato de publicação deste relatório.

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:

A-029/CENIPA/2015 - 01

Emitida em: 18/06/2015

Atuar junto à Aeroagrícola Paunamáquina Ltda. de modo a garantir que esta submeta seus pilotos a um processo de reciclagem dos conhecimentos técnicos relativos ao planejamento de voo, visando evitar a operação acima do PMD das aeronaves.

16.5.5 AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Sempre que cabível, deve-se citar as ações corretivas adotadas, conforme descrito no Capítulo 14, evitando a emissão de recomendações de segurança para situações que não necessitem de ações externas à organização envolvida na ocorrência aeronáutica.

Quando não existirem ações dessa natureza, deverá ser inserida a frase "Nada a relatar" no campo.

16.6 RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO INTERROMPIDA

Os critérios para a adoção do Relatório Final de Investigação Interrompida encontram-se descritos na Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica NSCA 3-13. Este tipo de relatório somente é aplicável para a aviação civil.

Trata-se de um relatório meramente factual onde constam dados básicos das circunstâncias envolvidas na ocorrência aeronáutica.

16.6.1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

O preenchimento da tabela de dados da ocorrência do Relatório Final de Investigação Interrompida segue a mesma padronização estabelecida para a tabela do Relatório Final Simplificado.

DADOS DA OCORRÊNCIA							
DATA - HORA		INVESTIGAÇÃO		SUMA(V) Nº			
11 MAR 2014 - 18:30 (UTC)		SERIPA I		A-054/CENIPA/2014			
CLASSIFICAÇÃO		TIPO(S)		SUBTIPO(S)			
ACIDENTE		OUTROS		NIL			
LOCALIDADE		MUNICÍPIO		UF	COORDENADAS		
FAZENDA LAÇO DE OURO		CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA		PA	08°01'27"S 049°30'00"W		
DADOS DA AERONAVE							
MATRÍCULA		FABRICANTE		MODELO			
PT-UIB		NEIVA		EMB-202			
OPERADOR			REGISTRO	OPERAÇÃO			
PARTICULAR			TPP	AGRÍCOLA			
PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE							
A BORDO		LESÕES			DANOS À AERONAVE		
Tripulantes	1	Iluso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido	Nenhum
Passageiros	-	-	-	-	-	-	Leve
Total	1	-	-	-	1	-	X Substancial
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Destruída
							Desconhecido

Figura 133 - Exemplo de preenchimento da tabela de dados da ocorrência, da aeronave, pessoas a bordo, lesões e danos à aeronave de um Relatório Final de Investigação Interrompida.

16.6.1.1 Histórico do voo

Para a elaboração do histórico, devem-se observar os mesmos cuidados descritos para a elaboração do Relatório Final e do Relatório Final Simplificado. A descrição deve ser sucinta e encerrada na descrição do último evento que levou à ocorrência.

Se necessário para a compreensão das circunstâncias as quais tenham motivado a interrupção da investigação, permite-se a inserção de informações adicionais no campo

histórico, uma vez que este tipo de relatório não possui o campo análise (comentários/pesquisas). No entanto, tal inserção deve ser feita de maneira sucinta, sem a inclusão de dados sobre eventuais exames/pesquisas, análises ou conclusões.

Exemplo:

A aeronave decolou da fazenda Berrante de Ouro (Sorriso, MT), por volta de 11h (local) para realizar aplicação de agrotóxicos em uma plantação de milho, conduzida por uma pessoa não habilitada.

Cerca de 40 minutos após a decolagem, a equipe de solo que apoia os trabalhos iniciou a busca pela aeronave devido à demora no seu retorno. Apoiados por uma segunda aeronave que sobrevoava a região, a equipe identificou o local da queda, no interior de uma mata fechada.

O condutor da aeronave foi retirado dos destroços, conduzido até uma estrada e transferido para um carro do Corpo de Bombeiros. Em seguida, o mesmo foi encaminhado para o hospital e internado em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com sérios traumatismos na face, vindo a falecer, após três dias, em decorrência das lesões sofridas no acidente.

A aeronave ficou destruída.

16.6.2 FATOS

Os critérios para inclusão dos fatos no Relatório Final de Investigação Interrompida devem seguir o descrito no item análogo para a confecção de relatório final.

Excepcionalmente para o Relatório Final de Investigação Interrompida, é permitida a inserção de dados no campo “Fatos” que não constem de campos anteriores, uma vez que este tipo de relatório não apresenta pesquisas, análises e/ou conclusões.

Do mesmo modo, dentro dos princípios do SIPAER, deve-se elencar os fatos (os quais podem representar violações aos regulamentos ou legislações) mas sem realizar o enquadramento legal dos envolvidos na ocorrência.

Exemplo:

- a) o condutor não possuía Certificado Médico Aeronáutico (CMA);
- b) o condutor não possuía Licença de Piloto;
- c) a aeronave estava com Certificado de Aeronavegabilidade (CA) cancelado desde 15DEZ2009;
- d) o motor da aeronave, originalmente especificado para operação com gasolina de aviação (AvGas), passou por conversão para operação com etanol em desacordo com as especificações do fabricante;
- e) não havia registros de manutenção da aeronave em oficinas homologadas nos últimos cinco anos;
- f) o condutor decolou da fazenda Berrante de Ouro (Sorriso, MT), por volta de 11h para realizar aplicação de agrotóxicos em uma plantação de milho;
- g) a aeronave foi encontrada destruída em local de mata fechada; e

- h) o condutor da aeronave sofreu lesões graves, vindo a falecer três dias após o acidente.

16.6.3 INTERRUPÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

O item “Interrupção da Investigação” é um campo com texto padronizado que visa apresentar a fundamentação para a interrupção da investigação, segundo a legislação aeronáutica brasileira e segundo as normas do SIPAER.

O texto mostra a importância do cumprimento de requisitos sem os quais não há garantias de que a operação transcorra dentro dos mínimos de segurança aceitáveis pelo Estado Brasileiro. A não aderência a tais requisitos torna a atividade do SIPAER inócuia e justifica a interrupção da investigação.

3. INTERRUPÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

A operação em desacordo com as legislações aeronáuticas em vigor pode implicar níveis de segurança abaixo dos mínimos aceitáveis estabelecidos pelo Estado Brasileiro, conforme a lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986 que dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica, em seu Capítulo IV que trata do Sistema de Segurança de Voo, na Seção I que versa sobre os Regulamentos e Requisitos de Segurança de Voos, em seu Art. 66.

A Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica de número 3-13 (NSCA 3-13) dispõe que: *“Conforme o Art. 88-A, §2º, da Lei 7565 de 19 de dezembro de 1986, caberá ao CENIPA, a qualquer momento, a interrupção da investigação de uma ocorrência aeronáutica, quando verificar a existência de indícios de crime ou que a mesma decorreu de violação a qualquer legislação aeronáutica em vigor, ou que a investigação não trará conhecimentos novos para a prevenção”.*

De acordo com a Legislação em tela, os níveis mínimos de Segurança definidos pelo Estado Brasileiro são garantidos por meio do cumprimento dos Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHA) ou Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC).

Ao se deixar de atender aos requisitos de Homologação/Certificação, podem-se criar condições inseguras latentes as quais deverão ser eliminadas ou mitigadas por meio do cumprimento da própria regulamentação.

Assim, torna-se infrutífera qualquer tentativa de atuação, dentro da esfera de competência do SIPAER, visto que qualquer ação corretiva ou recomendação de segurança, advindas da análise dos fatores que contribuíram para a ocorrência aeronáutica, recaem sobre a estrita observância dos regulamentos ora estabelecidos.

Figura 134 - Texto padrão referente ao campo “Interrupção da Investigação”.

17 DISPOSIÇÕES FINAIS

Embora a complexidade de uma ocorrência aeronáutica possa variar em função das diversas circunstâncias envolvidas, a tarefa de investigá-la pode ser simplificada com um bom planejamento, com organização e com a aplicação de métodos de gestão.

A aplicação das orientações contidas neste Manual visa a facilitar o trabalho do investigador em sua prospecção de informações e o estudo das circunstâncias da ocorrência aeronáutica.

Mais importante do que conhecer integralmente o conteúdo deste documento é saber aonde se pode buscar o conhecimento necessário ao desafio que se enfrenta. Além disso, a intenção deste manual é a de fornecer ao Investigador-Encarregado o suficiente para que ele reconheça a necessidade de ajuda especializada, ao se deparar com indícios importantes em áreas que fogem do seu domínio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica.

_____. **Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005.** Dispõe sobre a Criação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

_____. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011.** Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal.

_____. **Lei nº 12.970, de 8 de maio de 2014.** Altera o Capítulo VI do Título III e o art. 302 e revoga os arts. 89, 91 e 92 da Lei no 7.565, de 19 de dezembro de 1986 - Código Brasileiro de Aeronáutica, para dispor sobre as investigações do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER e o acesso aos destroços de aeronave; e dá outras providências.

_____. **Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946.** Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945.

_____. **Decreto no 87.249, de 7 de junho de 1982.** Dispõe sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

_____. **Portaria Normativa nº 3.005/MD, de 14 de novembro de 2012.** Aprova a Diretriz de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos na Aviação Militar Brasileira.

_____. Agência Nacional de Aviação Civil. **Definições, regras de redação e unidades de medida para uso nos RBAC:** RBAC 01. Brasília-DF, 2011.

_____. **Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência:** RBAC 153. Brasília-DF, 2016.

_____. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **Programa de Vigilância da Segurança Operacional do Serviço de Navegação Aérea:** ICA 63-22. Rio de Janeiro-RJ, 2009.

_____. **Atribuições dos Órgãos do SISCEAB após a Ocorrência de Acidente Aeronáutico ou Incidente Aeronáutico Grave:** ICA 63-7. Rio de Janeiro-RJ, 2017.

_____. **Investigação de Ocorrências de Tráfego Aéreo:** ICA 63-30. Rio de Janeiro-RJ, 2017.

_____. **Regras do Ar:** ICA 100-12. Rio de Janeiro-RJ, 2016.

_____. **Serviços de Tráfego Aéreo:** ICA 100-37. Rio de Janeiro-RJ, 2016.

_____. Comando-Geral do Pessoal (COMGEP). **Confecção, Controle e Numeração de Publicações Oficiais do Comando da Aeronáutica:** NSCA 5-1. Brasília-DF, 2014.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Estrutura e Atribuições dos Elementos Constitutivos do SIPAER:** NSCA 3-2. Brasília-DF, 2017.

_____. **Investigação de Ocorrências Aeronáuticas com Aeronaves Militares:** NSCA 3-6. Brasília-DF, 2013.

_____. **Formação e Capacitação dos Recursos Humanos do SIPAER:** NSCA 3-10. Brasília-DF, 2017.

_____. **Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro:** NSCA 3-13. Brasília-DF, 2017.

_____. Comando Geral de Pessoal (COMGEP). **Investigação do Aspecto Psicológico nos Acidentes e Incidentes Aeronáuticos e Ocorrências de Solo:** NSCA 38-10. Rio de Janeiro-RJ, 2009.

CANADÁ. *International Civil Aviation Organization. Human factors training manual:* Doc 9683. Montréal, 1998.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 1. (Doc 9756)**. 2.ed. Montreal, 2015.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 2. (Doc 9756)**. 1.ed. Montreal, 2012.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 3. (Doc 9756)**. 1.ed. Montreal, 2011.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 4. (Doc 9756)**. 2.ed. Montreal, 2014.

_____. **Anexo13 da Convenção da Organização de Aviação Civil Internacional - 11. ed.** Montréal, 2016.

_____. **Report of the Accident Investigation and Prevention (Doc 9914)**. Divisional Meeting. Supplement 1. Montreal, 2008.

_____. **Manual on Regional Accident and Incident Organization:** Doc 9946. 1.ed. Montréal, 2011.

_____. **Manual on Accident and Incident Investigation Policies and Procedures:** Doc 9962. 1.ed. Montréal, 2011.

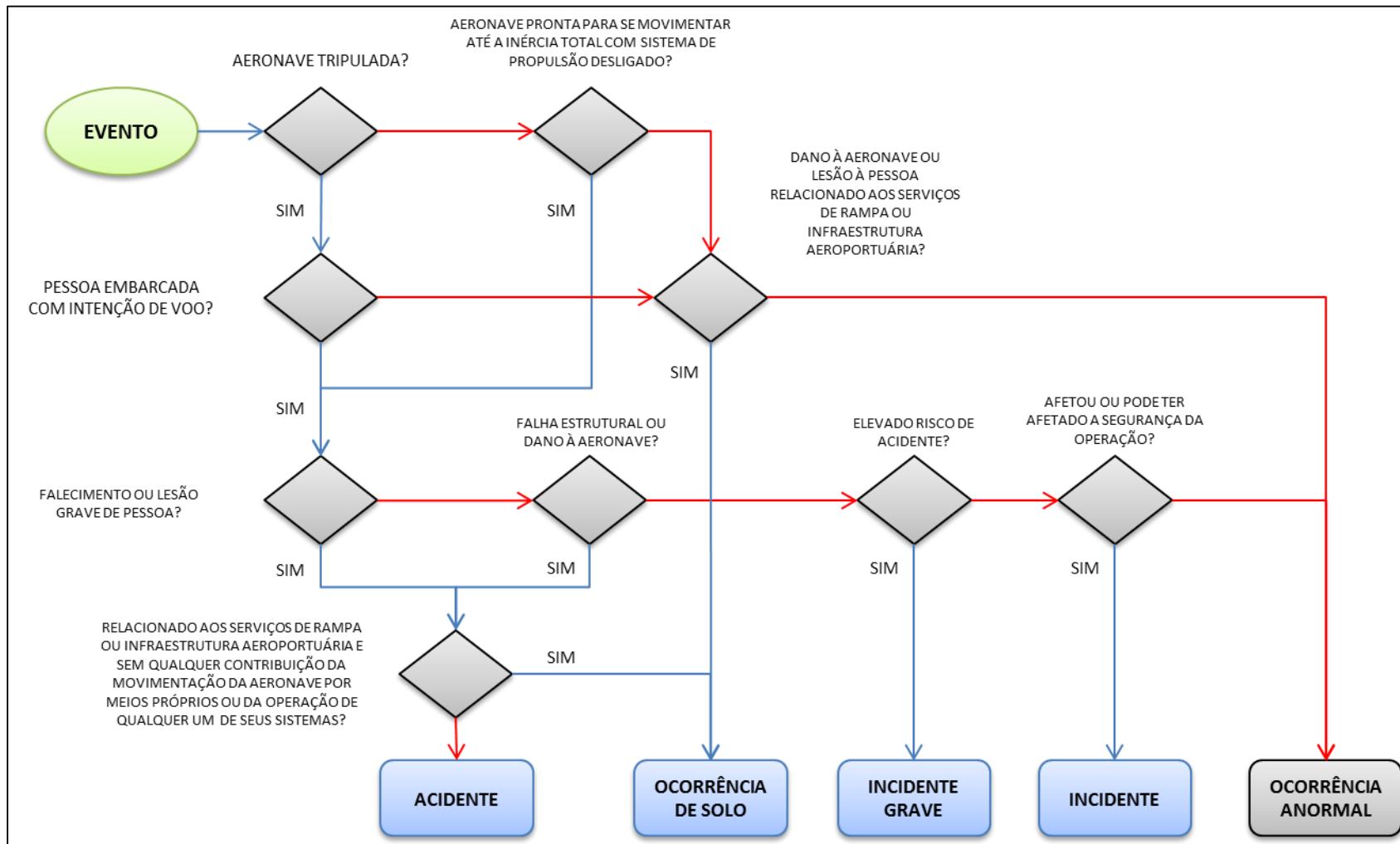
_____. **Safety Management Manual (SMM)**. Doc 9859. Montréal, 2013.

_____. **Adrep Taxonomy**. 2015. Disponível em: <<http://www.icao.int/safety/airnavigation/AIG/Pages/ADREP-Taxonomies.aspx>>. Acesso em: 6 mar. 2015.

BECKER, W.T. and SHIPLEY, R.J., **Failure Analysis and Prevention**, ASM International, Materials Park, 1992.

- _____. *Fractography*, ASM International, Materials Park, 1992.
- _____. *Fatigue and Fracture*, ASM international, Materials Park, 1996.
- BLEGER, J. **Temas de Psicologia: entrevistas e grupos**. São Paulo: Martins Fontes, 2012.
- DALE, G. A. *Existencial phenomenology: emphasizing the experience of the athlete in sport psychology research*. *The Sport Psychologist*, 10, 1996.
- FILHO, P.S.O., **Introdução a Investigação de Sistemas Aeronáuticos**. Curso de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - Fator Material: Brasília-DF, 2014.
- FRANCO, L.A.L., **Apostila de Análise de Falhas - Fator Material**. Curso de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - Fator Material: Brasília-DF, 2014.
- LIRIO, T.A., **Guia Técnico de Investigação de Acidentes Aeronáuticos com Helicópteros para Investigadores do SIPAER**. Dissertação de Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos - SP, 2012.
- MACHADO, A.P. e MORONA, V.C. **Manual de Avaliação Psicológica**: Curitiba-PR, 2007.
- OLIVEIRA, H.R.B. **Risco de fauna**: aplicando o SMS para o gerenciamento integrado no Brasil. 2014. 165f. Dissertação de Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada –Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos – SP, 2014.
- OSTROM, L.T. and WILHELMSEN, C.A., *Developing Risk Models for Aviation Inspection and Maintenance Tasks*. University of Idaho. 2011.
- PERGHER, G.K. e STEIN, L.M. **Entrevista cognitiva e terapia cognitivo-comportamental: do âmbito forense à clínica**: Rio de Janeiro-RJ, 2005.
- REASON, J. **Human Error**. United Kingdom: Cambridge University Press, 1997.
- SHAPPELL, S.A. e WIEGMANN, D.A. *The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)* Report Number DOT/FAA/AM-00/7. Washington-DC: Federal Aviation Administration, 2000.
- DE SOUZA, R. **Guia Técnico de Ação Inicial para Investigadores Encarregados em Acidentes Aeronáuticos com Aeronaves de Asas Fixas, de Acordo com Técnicas e Práticas Recomendadas Internacionalmente**. Dissertação de Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos - SP, 2012.

Anexo A - Fluxograma de classificação de ocorrência aeronáutica



Anexo B - Fases de operação

Para efeito do presente anexo, a fase de operação refere-se a um período dentro de um voo.

No caso de uma aeronave tripulada, um voo começa quando qualquer pessoa embarca na aeronave com a intenção de voo e continua até que todas essas pessoas tenham desembarcado. No caso das aeronaves não tripuladas, um voo começa no momento em que a aeronave está pronta para mover-se com a finalidade de alçar voo e continua até o momento em que ela para, no fim do voo, e o sistema de propulsão primário é desligado.

Nos casos de acidentes aeronáuticos, define-se a fase de operação da ocorrência no momento em que se deu a lesão, fatalidade ou dano à aeronave. No caso de incidente grave ou incidente, define-se a fase de operação da ocorrência no momento em que fica caracterizado o perigo responsável pela redução da margem de segurança da operação.

Ao longo deste anexo, o termo pista de pouso ou área de pouso é considerado em seu sentido mais amplo e inclui pistas, pistas de pouso, cursos de água, áreas de pouso não preparadas, e superfície de aterragem, (que podem incluir plataformas *offshore*, lajes de edifícios, estradas, navios e campos de pouso), ou de outras áreas de pouso pretendido.

O táxi inclui taxiamento em voo para aeronaves de asas rotativas.

A fim de discriminar o tipo de aeronave para cada fase de operação, foram definidos os trigrama “AAM” para aeronaves de asa fixa motorizadas, “HEL” para helicópteros, “PLN” para planadores e “BLL” para balões; os quais foram adicionados à frente do código definido pela ICAO.

FASE	SUBFASE / DESCRIÇÃO		CÓDIGO ICAO (exceto trigrama)
STD Estacionária	A fase de voo antes do <i>pushback</i> ou táxi, no <i>gate</i> , rampa, ou área de estacionamento, enquanto a aeronave se encontra parada. Nota: o corte do motor é considerado a partir do início da sequência de corte até que o(s) motor(es) cesse(em) a rotação.		AAM 10100 HEL 990835 PLN 30100 BLL 50100
	Motor(es) Não Operando	Aeronave parada e nenhum de seus motores está funcionando.	AAM 10101 HEL 990844
	Partida do(s) Motor(es)	A aeronave encontra-se parada e durante a qual é dada partida no primeiro motor.	AAM 10102 HEL 990845
	Aceleração do(s) Motor(es)	Após a partida dos motores, quando aplica-se potência aos motores, em teste pré-voo de desempenho do motor.	AAM 990899 HEL 990847
	Motor(es) Operando	Após a partida dos motores, ou após a chegada do voo ao seu destino.	AAM 10103 HEL 990846
	Rotores girando	Quando o helicóptero está parado com seus rotores girando antes da descolagem ou após o desembarque.	HEL 10105
	Corte do(s) Motor(es)	O corte dos motores se estende do início da sequência de corte até o momento em que os motores param de girar.	AAM 10104
	Cabo de reboque/guincho conectado	Planador parado, com as asas niveladas ou não, e com o cabo de reboque conectado.	PLN 30101

	Após o pouso	Planador parado, com as asas niveladas ou não, após o pouso.	PLN 30102
	Montagem & checagem	Preparação do balão para o voo, checando o equipamento, as condições atmosféricas, etc.	BLL 50101
	Ventilação de ar frio	Enchimento inicial do envelope do balão, utilizando ar frio suprido por um ventilador.	BLL 50102
	Enchimento com ar quente	Fase final de enchimento do envelope do balão utilizando ar aquecido pela chama dos queimadores.	BLL 50103
	Teste de controle de válvula	Posição estacionária do balão quando ocorre a abertura e fechamento da válvula superior do envelope.	BLL 50104
	Estacionária - Outros	Evento envolvendo a fase estacionária de voo, e diferente dos citados acima.	AAM 10198 HEL 990848 PLN 30109 BLL 50198
	PBT Push-back/reboque	Fase de voo em que uma aeronave se movimenta no <i>gate</i> , rampa, ou área de estacionamento, não por meios próprios, mas assistida por um veículo de reboque (trator). Nota: movimento não assistido no <i>gate</i> ou área da rampa é incluído na fase de táxi.	AAM 10201
TXI Táxi	Fase de voo em que a aeronave se movimenta na superfície de um aeródromo por meios próprios, excluindo decolagem e pouso. Para helicópteros, inclui o táxi em voo.		AAM 10200 HEL 990836
	Power back	A aeronave se move para trás por meios próprios a partir da posição de estacionamento.	AAM 990914
	Táxi para a pista de pouso	Depois de chegar na área de manobra, quando a aeronave se desloca por meios próprios para a pista de decolagem.	AAM 10202

	Teste de táxi em alta velocidade	Táxi numa pista/pista de táxi em alta velocidade para testar/checkar uma aeronave.	AAM 990833
	Táxi em voo	Movimento de um helicóptero sobre a superfície de um aeródromo, normalmente sob o efeito solo e com velocidade (<i>groundspeed</i>) inferior a 20kt (37 km/h).	HEL10203
	Táxi a partir da pista de pouso	Inicia ao sair da pista de pouso e termina na chegada ao <i>gate</i> , rampa, pátio, ou área de estacionamento, quando a aeronave deixa de se mover por seus próprios meios.	AAM 10202
TOF Decolagem	Fase de voo que se estende da aplicação de potência de decolagem até a primeira redução de potência prevista, ou até atingir o circuito de tráfego visual, ou 1.000 pés (300 metros) acima da elevação do final da pista, o que acontecer primeiro; ou até a abortagem da decolagem.		AAM 10300 HEL 990837
	Para planadores: fase de voo que se estende da aplicação de potência de decolagem (planadores motorizados) ou tração do reboque, até atingir 1.500 pés (450 metros) acima da elevação da cabeceira da pista.		PLN 30300 BLL 50300
	Para balões: fase de voo em que a flutuação é aumentada em relação ao peso do balão a fim de se atingir ascensão.		
	Corrida de decolagem	Desde a aplicação de potência de decolagem, passando pela corrida de decolagem e rotação até 35 pés [12 metros] acima da elevação da cabeceira da pista, ou até a seleção de recolhimento do trem de pouso, o que ocorrer primeiro. Para planadores: fase de voo que se estende da aplicação de potência de decolagem (planadores motorizados) ou tração do reboque, até que uma razão de subida positiva seja estabelecida.	AAM 10301 PLN 30301
	Voo pairado/transição de voo pairado para voo a frente	Subfase da decolagem na qual as aeronaves de asas rotativas permanecem em voo pairado ou onde realizam a transição do voo pairado para o voo a frente.	HEL 990861
	Decolagem corrida	A decolagem de um helicóptero em que a aeronave é acelerada na superfície até que a velocidade seja suficiente para estabelecer uma condição positiva de razão de subida.	HEL 990854
	Decolagem vertical	Decolagem vertical para helicópteros.	HEL 10307

	Decolagem vertical com carga externa	Decolagem vertical em que o helicóptero já possui uma carga externa anexada.	HEL 990860
	Lançamento com guincho	Decolagem em que o planador é puxado até a altitude de liberação por um guincho.	PLN 990801
	Reboque de aeronave	Decolagem em que o planador é tracionado até a altitude de liberação por uma aeronave rebocadora.	PLN 990802
	Alijamento de lastros	Determinação de flutuação neutra de um balão por meio do descarte de pesos durante o lançamento.	BLL 50301
	Liberação	Liberação do cabo de ancoragem de um balão do solo, objeto ou veículo.	BLL 50302
	Decolagem rejeitada	<p>Subfase da decolagem na qual qualquer tentativa de abortar a decolagem seja realizada entre a aplicação de potência de decolagem, passando pela rotação até 35 pés [ou 12 metros] acima da elevação da cabeceira da pista (do ponto em que a decisão de abortar tenha sido tomada, até que a aeronave comece a taxiar saindo da pista).</p> <p>Para helicópteros: do ponto em que se toma a decisão de abortar até o momento em que o helicóptero começa a taxiar a partir da pista. O <i>landback</i> durante operação de aeronaves de asas rotativas é considerado uma decolagem rejeitada.</p> <p>Para planadores: do momento em que é tomada uma decisão de interromper a decolagem até que a aeronave esteja estacionária, com as asas niveladas ou não.</p>	AAM 10303 HEL 990856 PLN 30303
	Subida inicial	<p>Do final da corrida da decolagem até a primeira redução prevista de potência, ou até atingir 1.000 pés acima da elevação da pista ou o circuito de tráfego VFR, o que ocorrer primeiro.</p> <p>Para planadores de autolançamento: a partir do ponto em que a aeronave finaliza a corrida de decolagem até atingir 1.500 pés (450 metros) acima da elevação da cabeceira da pista.</p> <p>Para balões: fase de voo em que um balão está se elevando de maneira contínua a partir do solo até uma altura de 300 pés (90 metros) acima do ponto de lançamento.</p>	AAM 10302 HEL 990855 PLN 30302 BLL 50303

	Subida para o circuito de tráfego	Subfase da decolagem de 35 pés [12 metros] acima da elevação do final da pista até a primeira redução prevista de potência ao atingir o circuito de tráfego VFR. Aplica-se ao treinamento de piloto em que a fase de subida da aeronave não tem o propósito de atingir altitude.	AAM 10304 HEL 990857
	Decolagem - Outros	Subfase da decolagem em que ocorra qualquer evento diferente dos citados acima.	AAM 10398 PLN 30398 BLL 50398
ENR Em rota	Regras de Voo por Instrumentos (IFR): do término da subida inicial, voo na altitude de cruzeiro e término da descida controlada para o Fixo de Aproximação Inicial (IAF).		AAM 10400 HEL 990838 BLL 50400
	Regras de Voo Visual (VFR): do término da subida inicial, passando voo de cruzeiro e descida controlada para a altitude do circuito VFR ou 1.000 pés sobre a elevação da pista, o que ocorrer primeiro.		
	Para balões: fase de voo que se estende do término da subida inicial, passando pela etapa de cruzeiro e altitude de aproximação em descida controlada ou 300 pés acima da elevação do ponto de pouso pretendido.		
	Subida até o nível ou altitude de cruzeiro	Subida para Cruzeiro IFR: do término da Subida Inicial até atingir a altitude inicial de cruzeiro designada. VFR: do término da subida Inicial até a altitude de cruzeiro inicial.	AAM 10401 HEL 990863
	Subida estabilizada	Subfase em rota em que um balão sobe de forma contínua. Do término da subida inicial até o nível de altitude pretendido.	BLL 50401
	Cruzeiro	Do término de subida para a altitude ou nível de cruzeiro, até o início da descida para o destino ou local de pouso. Qualquer segmento de voo nivelado depois de atingir a altitude de cruzeiro até o início da descida para o destino.	AAM 10402 HEL 990864

	Mudança de nível de cruzeiro	<p>Subfase em rota em que a aeronave sobe, ou desce, de um nível ou altitude de cruzeiro para o próximo nível ou altitude de cruzeiro.</p> <p>Qualquer subida ou descida durante a fase de cruzeiro depois da subida inicial para o nível de cruzeiro, mas antes de iniciar a descida para o destino.</p> <p>Inclui: subida em rota (técnica que resulta num acréscimo de altitude à medida em que o peso da aeronave diminui).</p>	AAM 10403 HEL 990864
	Slope lift	Corrente de ar ascendente onde uma massa de ar move-se montanha acima, permitindo que o planador ganhe altitude no lado de incidência do vento.	PLN 30401
	Thermal lift	Corrente de ar ascendente gerada pelo aquecimento de uma massa de ar próxima à superfície da terra, permitindo que um planador ganhe altitude.	PLN 30402
	Wave lift	Corrente de ar ascendente gerada quando uma massa de ar ondula sobre uma cadeia de montanhas, permitindo a um planador ganhar altitude na massa de ar ascendente da onda, normalmente identificável pela presença de nuvens no topo.	PLN 30403
	Voo em nuvem	Subfase em rota em que o planador voa dentro de nuvens (condições IMC), a fim de ganhar altitude em correntes ascendentes e, ocasionalmente, descer através de uma camada de nuvens.	PLN 30404
	Em busca de sustentação	Segmento em rota de voo em que um planador se desloca de uma área de sustentação para outra área em que o piloto espera encontrar condições de sustentação.	PLN 30505
	Reboque de translado	Subfase em rota de um voo executado sob reboque, da decolagem até as proximidades do destino, normalmente com a intenção de realocar o planador em uma base diferente.	PLN 30405
	Voo nivelado	Subfase em rota em que um balão se move em uma altitude estabilizada.	BLL 50402
	Espera em rota	<p>Execução de uma manobra predeterminada (normalmente um circuito tipo hipódromo) que mantém a aeronave num espaço aéreo especificado enquanto espera nova autorização.</p> <p>Nota: A descida durante a espera é também contemplada nesta Subfase. Um procedimento de espera executado sobre o IAF é também incluído nesta Subfase.</p>	AAM 10407 HEL 990870

	Descida normal	IFR: descida do nível de cruzeiro, seja para o Fixo Inicial de Aproximação (IAF) ou para interceptar o circuito de tráfego VFR . VFR: descida do nível de cruzeiro para o circuito de tráfego VFR ou para 1.000 pés acima da elevação da pista, o que ocorrer primeiro.	AAM 10404 HEL 990866 PLN 30506
	Descida estabilizada	Subfase em rota em que um balão desce de forma contínua entre dois níveis.	BLL 50403
	Em rota - Outros	Qualquer subfase do voo em rota, diferente das citadas acima.	AAM 10498 HEL 990871 PLN 30498 BLL 50498
MNV Manobra	Evento envolvendo uma fase de voo em que o voo ocorre em nível ou altitude baixa planejada, ou altitude anormal planejada, ou aceleração anormal planejada. Operações de voo a baixa altitude/acrobático.		AAM 10500 HEL 990839
	Acrobacia	Evento envolvendo qualquer fase de voo em que ocorre uma abrupta mudança em altitude, atitudes anormais, ou acelerações anormais (normalmente associada com shows aéreos e voos militares). Qualquer manobra intencional que exceda 30 graus de altitude <i>pitch-up</i> ou <i>pitch-down</i> , ou 60 graus de inclinação, ou ambos, ou aceleração anormal.	AAM 10501 HEL 990872
	Voo a baixa altura	Voo em altura abaixo dos mínimos normais (ex: em preparação para, ou durante, trabalho de observação, demonstração, trabalho fotográfico, aplicação de defensivos, treinamento, turismo, exibicionismo ou outra atividade similar). Voo à baixa altura (intencional) não relacionado com pouso ou decolagem.	AAM 10502 HEL 990873
	Carregamento/posicionamento de carga externa	Manobra realizada por helicópteros para carregamento/posicionamento de carga externa	HEL 990874

	Descida auto rotativa	<p>Autorrotação: uma condição de voo de aeronaves de asas rotativas, em que o rotor que provê sustentação é movimentado inteiramente pelo ar, quando a aeronave se encontra em movimento.</p> <p>Durante o voo em regime de potência, o arrasto do rotor é sobrepujado pela potência do motor. Quando o motor falha, ou é deliberadamente desconectado do sistema de rotor, alguma outra força precisa ser utilizada para manter a RPM do rotor, de forma que o voo controlado possa ser continuado até o solo. Esta força é gerada pelo ajuste do coletivo a fim de possibilitar uma descida controlada. O fluxo de ar durante a descida do helicóptero fornece a energia para superar o arrasto das pás e girar o rotor.</p> <p>Quando o helicóptero está descendo desta maneira, diz-se que está num estado de autorrotação.</p>	HEL 10507
	Voo pairado dentro do efeito solo	<p>Voo pairado dentro do efeito solo.</p> <p>Voo pairado: O helicóptero mantém uma posição constante sobre um ponto selecionado.</p> <p>Efeito solo é uma condição de melhor desempenho encontrada quando se opera próximo do solo (dentro de $\frac{1}{2}$ do diâmetro do rotor).</p>	HEL 10508
	Voo pairado fora do efeito solo	<p>Voo pairado fora do efeito solo.</p> <p>Voo pairado: O helicóptero mantém uma posição constante sobre um ponto selecionado.</p> <p>Efeito solo é uma condição de melhor desempenho encontrada quando se opera próximo do solo (dentro de $\frac{1}{2}$ do diâmetro do rotor).</p>	HEL 10509
	Manobra - Outros	Qualquer subfase de manobra, diferente das citadas acima.	AAM 10598 HEL 990880

APR Aproximação	IFR: fase de voo a partir do marcador externo até o ponto de transição de atitude de nariz alto para nariz baixo imediatamente antes do arredondamento sobre a pista VFR: a partir de 1.000 pés (300 metros) ou do ponto de entrada no circuito de tráfego VFR até o arredondamento sobre a pista. Para balões: fase de voo em descida quando o balão está descendo de forma contínua ou gradualmente direcionando-se a uma área de pouso selecionada.	AAM 10600 HEL 990840 PLN 30600 BLL 50600
	Aproximação inicial Aproximação Inicial (IFR): do Fixo de Aproximação Inicial (IAF) ao Fixo de Aproximação Final (FAF).	AAM 10611 HEL 990882
	Aproximação intermediária Subfase da aproximação entre o fixo de aproximação intermediária e o fixo de aproximação final; ou entre o fim de um procedimento de reversão ou procedimento por estimada de tempo e o fixo de aproximação final.	AAM 10601 HEL 990883
	 Parte do procedimento de aproximação por instrumentos que se inicia no ponto ou fixo de aproximação final especificado, ou caso esse ponto ou fixo não sejam especificados: a) no final da última curva de procedimento, curva base, ou curva de aproximação de um procedimento de órbita, se especificado; ou b) no ponto de interceptação do último rumo especificado no procedimento de aproximação; e termina num ponto situado nas proximidades de um aeródromo a partir do qual: 1) possa ser realizado um pouso; ou 2) seja iniciado um procedimento de aproximação perdida. Para balões: subfase da aproximação em direção a um ponto de pouso selecionado, em proximidade com o solo quando o balão está sendo controlado para diminuir, progressivamente, a razão de descida e para evitar obstáculos na área de pouso.	AAM 10602 HEL 990884 BLL 50601
	 Círculo de tráfego - Perna do vento Subfase da aproximação em voo VFR de 1.000 pés acima da elevação da cabeceira da pista (300 metros) ou o ponto de entrada no circuito de tráfego VFR; começa a cerca de 45 graus a partir da cabeceira oposta, continua paralela à pista na direção oposta ao pouso e termina ao iniciar a curva para a perna base.	AAM 10603 HEL 990885 PLN 30601

	Círculo de tráfego - Perna base	<p>Subfase da aproximação em voo VFR do início da curva no final da perna do vento, a 90 graus da pista de pouso até atingir a linha que corresponde à projeção do alinhamento da pista.</p> <p>Curva base: curva executada pela aeronave durante a aproximação inicial entre o fim da curva de afastamento e o inicio do segmento de aproximação intermediário ou final. Os rumos não são recíprocos.</p> <p>Nota: As curvas base podem ser designadas para serem feitas niveladas ou em descida, de acordo com as características de cada procedimento.</p>	AAM 10604 HEL 990886 PLN 30602
	Círculo de tráfego - Final	Subfase da aproximação entre o início da curva ao final da perna base para uma trajetória de voo ao longo da extensão da linha central da pista, na direção da pista.	AAM 10605 HEL 990887 PLN 30603
	Círculo de tráfego - Perna de través	Trajetória de voo de um circuito de tráfego VFR, que é perpendicular à pista de pouso, cruza a reta de decolagem da pista, e se liga com a perna do vento.	AAM 10606 HEL 990915 PLN 990916
	Aproximação perdida ou arremetida	<p>Aproximação perdida/arremetida: da primeira aplicação de potência depois que a tripulação decide executar uma aproximação perdida ou arremetida até que a aeronave recomece a sequência para um circuito VFR (arremetida) ou até que a aeronave atinja o IAF para outra aproximação (IFR).</p> <p>Para balões: Uma subida iniciada durante a aproximação a fim de evitar o pouso.</p>	AAM 10607 HEL 990889 BLL 50708
	Aproximação - espera	<p>Subfase da aproximação em que um procedimento pré-determinado, durante a aproximação, mantém a aeronave dentro de um espaço aéreo especificado enquanto aguarda novas instruções.</p> <p>Nota: um procedimento de espera executado no IAF é incluído na fase "Em Rota".</p>	AAM 10610 HEL 990893
	Transição de voo em frente para voo pairado	Subfase da aproximação na qual as aeronaves de asas rotativas realizam a redução de velocidade para a transição do voo a frente para o voo pairado.	HEL 990881

	Planeio final - corrida para a meta	Aproximação final em alta velocidade para uma pista, tirando vantagem de condições de efeito solo para chegar no menor tempo possível (utilizada em competições de planadores)	PLN 30406
	Aproximação - Outros	Qualquer subfase da aproximação, diferente das citadas acima.	AAM HEL 990894 PLN 30698 BLL 50698
LDG Pouso	Fase de voo do ponto de transição da atitude de nariz baixo para nariz alto, imediatamente antes de pousar (arredondamento), seguido de toque no solo e até que a aeronave saia da pista de pouso e venha a parar, ou até que seja aplicada potência para decolagem no caso de toque e arremetida, o que ocorrer primeiro. Para balões: fase de voo que se estende do fim da aproximação, imediatamente antes do pouso, passa pelo toque no solo, até que o balão cesse sua movimentação horizontal.		AAM 10700 HEL 990841 PLN 30700 BLL 50700
	Arredondamento / toque no solo	Subfase do ponto de transição de uma atitude de nariz baixo para nariz alto, imediatamente antes do pouso, até o toque na pista. Para balões: subfase antes do pouso, quando a descida do balão é reduzida para uma trajetória quase paralela à superfície de pouso.	AAM 10701 PLN 30701 BLL 50701
	Corrida de pouso	Subfase do pouso a partir do toque na pista até que a aeronave deixe a pista de pouso ou pare, o que ocorrer primeiro.	AAM 10702 PLN 30702
	Pouso abortado antes do toque no solo	Subfase do pouso no qual é feito um procedimento de decolagem antes do toque na pista (bem sucedida ou não).	AAM 990920

	Pouso abortado após o toque no solo	Subfase do pouso no qual é feito um procedimento de decolagem após o toque na pista (bem sucedida ou não). Isso não inclui a decolagem de um toque e arremetida intencional.	AAM 10703 HEL 990896
	Pouso de emergência ou pouso fora de pista	Pouso intencional realizado em local diferente de uma pista ou de área de pouso, como consequência de uma emergência em voo. Para planadores: um pouso de emergência que não seja um pouso após um lançamento mal sucedido. Para ser utilizado em casos em que os itens específicos das subfases do pouso não sejam relevantes como resultado da natureza da emergência.	AAM 10706 HEL 990897 PLN 30704
	Transição de voo em frente para voo pairado / voo pairado no pouso	Transição de voo em frente para voo pairado e voo pairado no pouso. Voo pairado é uma manobra em que o helicóptero é mantido num voo praticamente imóvel sobre um ponto de referência em altitude e proa constantes.	HEL 10709
	Flare	Transição da atitude de nariz baixo para a atitude de nariz alto imediatamente antes da aterragem até o toque.	HEL 990895
	Pouso corrido	Subfase na qual um helicóptero pousa durante voo a frente com potência aplicada.	HEL 10704
	Pouso auto rotativo	Subfase do pouso em que o helicóptero pousa sem que haja potência do motor sendo transferida para os rotores da aeronave (ex: quando o helicóptero está manobrando numa situação de emergência depois de uma falha de motor, com a intenção de fazer um toque no solo). Autorrotação: uma condição de voo de aeronaves de asas rotativas, na qual o rotor que provê a sustentação é movimentado inteiramente pelo ar quando o helicóptero se encontra em movimento.	HEL 10705
	Pouso após lançamento fracassado	Subfase do pouso a partir do ponto em que a operação de reboque foi interrompida, até que o planador saia da pista em uso ou pare.	PLN 30703

	Pouso fora de campo	Pouso de um planador fora de um campo de pouso que não envolva uma emergência.	PLN 990813
	Toque no solo	Subfase do pouso quando o balão faz contato com a superfície do solo.	BLL 50702
	Tombamento	Subfase do pouso de um balão durante a qual o cesto <i>pilona</i> ou tomba.	BLL 50703
	Arrastamento	Subfase do pouso de um balão durante a qual o cesto é arrastado ao longo do solo.	BLL 50704
	Abertura dos painéis móveis ou da válvula	Subfase do pouso de um balão durante a qual os painéis móveis ou as válvulas de esvaziamento são abertas e o envelope se esvazia rapidamente.	BLL 50705
	Apagamento da chama piloto	Subfase do pouso de um balão em que a chama usada para acender a chama dos queimadores principais é apagada.	BLL 50706
	Esvaziamento	Subfase do pouso de um balão durante a qual o envelope é desinflado/esvaziado.	BLL 50707
	Pouso - Outros	Qualquer subfase do pouso, diferente das citadas acima.	AAM 10798 HEL 990901 PLN 30798
	PIM Pós-impacto	Fase do voo na sequência de um acidente ou incidente, após a colisão da aeronave com o primeiro objeto, edificação ou pessoa.	AAM 10800 HEL 990842 PLN 30800 BLL50800

UNK Desconhecido	Um evento que envolva uma fase de voo da aeronave que é desconhecida ou não registrada.		AAM 19900 HEL 990843 PLN 39900 BLL 59900
EMG Descida de emergência	Descida intencional em resposta a uma emergência.		
	Descida de emergência durante a decolagem	Fase de voo em que é realizada uma descida intencional em resposta a uma emergência que ocorre depois da rotação mas antes da primeira redução prevista de potência, ao atingir 1.000 pés (300 metros) ou o circuito de tráfego VFR, o que ocorrer primeiro.	AAM 10305 HEL 990858 PLN 30304
	Descida de emergência durante manobra	Fase de voo em que uma descida intencional rápida ou prematura a partir de uma manobra anteriormente normal é realizada em resposta a uma emergência em voo. A descida é controlada pela tripulação.	AAM 10503 HEL 990875
	Descida de emergência em rota	Fase de voo em que uma descida rápida, ou prematura, é feita em rota, em resposta a uma emergência em voo. A descida é controlada pela tripulação.	AAM 10405 HEL 990867 PLN 30407 BLL 50404
	Autorrotação de emergência em rota	Uma descida rápida, ou prematura em autorrotação, é feita em rota, em resposta a uma emergência em voo. A descida é controlada pela tripulação. Autorrotação: uma condição de voo de aeronaves de asas rotativas, em que o rotor que provê sustentação é movimentado inteiramente pelo ar quando a aeronave se encontra em movimento.	HEL 990868

	Descida de emergência durante a aproximação	Fase de voo em que uma descida intencionalmente rápida ou prematura é realizada em resposta a uma emergência em voo durante a aproximação. A descida é controlada pela tripulação.	AAM 10608 HEL 990890 PLN 30604 BLL 50602
	Autorrotação de emergência durante aproximação	Uma descida intencionalmente rápida ou prematura em Autorrotação é realizada em resposta a uma emergência em voo durante a aproximação. A descida é controlada pela tripulação. Autorrotação: uma condição de voo de aeronaves de asas rotativas, em que o rotor que provê sustentação é movimentado inteiramente pelo ar quando a aeronave se encontra em movimento.	HEL 990891
UND Descida não controlada	Descida não intencional.		
	Descida não controlada durante a decolagem	Fase de voo em que qualquer descida não controlada ocorra depois da rotação mas antes da primeira redução prevista de potência, ao atingir 1.000 pés (300 metros) ou o circuito de tráfego VFR, o que ocorrer primeiro. Para helicópteros: descida durante a fase de decolagem em que o helicóptero não mantém um voo controlado.	AAM 10306 HEL 995809 PLN 30305
	Descida não controlada durante manobra	Fase de voo em que ocorre uma descida não controlada a partir de uma manobra anteriormente normal.	AAM 10504 HEL 990877
	Descida não controlada em rota	Fase de voo em que a aeronave desce de maneira não controlada durante o voo em rota.	AAM 10406 HEL 990869 PLN 30408 BLL 50405

	Descida não controlada durante uma aproximação	Fase de voo em que uma descida anteriormente normal durante uma aproximação se torna não controlada.	AAM 10609 HEL 990892 PLN 30605 BLL 50603
MIL Emprego Militar	Do início do padrão de tráfego ou circuito para o emprego até a recuperação, arremetida ou abandono. Esta fase refere-se exclusivamente à operação de aeronaves das Forças Armadas e inclui as operações que envolvam: infiltração, exfiltração, tiro, bombardeio, lançamento de foguetes, içamento, busca, patrulha, lançamento de pessoas ou de carga em área restrita, etc.		

Anexo C - Tipos de Ocorrência

Ocorrência aeronáutica é definida como qualquer evento envolvendo aeronave que poderá ser classificado como acidente aeronáutico, incidente aeronáutico grave, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo, permitindo, ao SIPAER, a adoção dos procedimentos pertinentes, que envolvem aeronaves tripuladas ou aeronaves não tripuladas que possuem um certificado de aeronavegabilidade. Geralmente, os acidentes e incidentes diferem apenas no grau de lesões sofrido por pessoas envolvidas e/ou aos danos à aeronave.

Cada Tipo de Ocorrência possui um único identificador e um nome para permitir a codificação comum entre os diversos sistemas de gerenciamento de ocorrências aeronáuticas dos países signatários da ICAO, uma definição textual e notas de uso para clarificar a categoria e ajudar na codificação das ocorrências.

Uma característica importante da definição do Tipo é que ela permite a associação de vários Tipos, em uma ocorrência. Ou seja, por exemplo, se ocorreu uma falha de motor e a perda de controle da aeronave na sequência, a ocorrência será codificada em ambas as categorias (SCF-PP e LOC-I). A codificação múltipla atende ao foco principal da prevenção de acidentes onde todos os elementos envolvidos na ocorrência devem ser investigados, registrados e analisados.

Visando ao detalhamento de alguns Tipos de ocorrência, o SIPAER adotou o Subtipo de ocorrência o qual deve ser utilizado em conjunto com o Tipo para os casos em que aqueles forem aplicáveis.

TIPO	DEFINIÇÃO	SUBTIPO / APLICAÇÃO	CÓD ICAO
ADRM Aeródromo	Ocorrências envolvendo questões de <i>design</i> , serviços e funcionalidade de aeródromo.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui deficiências/problemas relacionados com pistas de pouso, pistas de táxi, área de rampa, área de estacionamento, prédios e estruturas, serviços CFR (Acidente/Incêndio/Resgate) aprovados pelo Estado, obstáculos em propriedade, iluminação, marcas, sinalização, procedimentos, políticas e normas do Aeródromo. • Inclui pistas fechadas, inapropriadamente marcadas, interferência de obras, falhas de iluminação, limitações de sinalização, etc. • Efeitos do design do aeródromo são também incluídos aqui. Por exemplo, o <i>layout</i> e a arquitetura de prédios que produzem interferências no vento de superfície seriam categorizados, tanto como ADRM, como Cortante de Vento ou Tempestade (WSTRW), ou Encontro com Turbulência (TURB) conforme apropriado. • Inclui helipontos (exclui locais de pouso não preparados ou naturais). • Inclui objetos soltos em aeródromos e heliportos (exclui locais de pouso não preparados ou naturais). • Inclui falhas de sistema de lançamento de planadores baseados em terra. 	24
AMAN Manobra abrupta	Manobra abrupta intencional da aeronave por parte da tripulação de voo.	<ul style="list-style-type: none"> • Este tipo inclui a manobra intencional da aeronave a fim de evitar colisão com o terreno, objetos/obstáculos, meteorologia ou outras aeronaves (OBS: o efeito da manobra intencional é a consideração principal). • A manobra abrupta pode também resultar em perda de controle ou falha/ mau funcionamento de componente/sistema. Neste caso, o evento é codificado em ambos os tipos (ex: AMAN e Perda de Controle em Voo (LOC-I), AMAN e Falha ou mau funcionamento de Sistema/Componente (Não-Motor) (SCF-NP), ou AMAN e Falha ou Mau Funcionamento de Sistema/Componente (Motor) (SCF-PP)). • A manobra abrupta pode também ocorrer no solo; exemplos incluem manobra de frenagem abrupta, rápida mudança de direção para evitar colisões, etc. 	1

ARC Contato anormal com a pista	Qualquer pouso ou decolagem envolvendo contato anormal com a pista ou superfície de pouso.	<ul style="list-style-type: none"> Eventos como <i>hard/heavy landings</i>, poucos longos/embalados, “caranguejando”, toque precoce de roda do trem dianteiro, batida da cauda no solo (<i>tailstrike</i>), e toques de ponta de asa/nacelle são incluídos neste tipo. Pousos com trem recolhido são também registrados aqui. Entretanto, se ocorrer uma falha ou mau funcionamento que leve ao pouso de barriga, o evento é também codificado sob o tipo apropriado de falha ou mau funcionamento do sistema/componente (SCF-NP). Não utilize este tipo para contatos com a pista depois de perda de controle (ex: contato com a pista depois da decolagem). Ocorrências em que o trem de pouso sofre um colapso durante a corrida de decolagem ou de pouso não são incluídas aqui, a menos que uma das condições acima tenha ocorrido. NOTA: Ao longo deste anexo, o termo pista ou área de pouso é usado em seu sentido mais amplo e inclui pistas, <i>landing strips</i>, área de pouso de hidroavião, áreas não preparadas, e <i>landing pads</i> (que podem incluir plataformas <i>offshore</i>, laje de prédios, estradas, navios e campos) ou outras áreas de pouso. NOTA: Não inclui <i>hard/heavy landings</i> de helicóptero depois de uma autorrotação de emergência fora de aeródromo quando não há intenção de pouso antes da autorrotação ser iniciada. NOTA: Inclui toque do rotor (de cauda) na superfície de pouso pretendido durante a decolagem ou pouso. Entretanto, colisões com obstáculo durante a decolagem ou pouso, tais como árvores ou muros, devem ser categorizadas como Colisão com Obstáculo(s) durante a Decolagem ou Pouso (CTOL). NOTA: Não inclui pouso de planadores fora de aeródromo. 	2
	Pouso brusco	Ocorrência em que o pouso é realizado fora dos parâmetros normais de operação, impondo um esforço excessivo à estrutura da aeronave.	2.1
	Pouso sem trem	Ocorrência em que a aeronave pousa com trem de pouso ou flutuadores recolhidos ou destravados.	2.2

ATM/CNS Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM) / Serviço de comunicação navegação, ou vigilância (CNS)	Ocorrências envolvendo questões de Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM) ou serviço de comunicações, navegação, ou vigilância (CNS)	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui falha/degradação de facilidade ou pessoal ATC, falha/degradação de serviço CNS, procedimentos, políticas e normas • Exemplos incluem inoperância de Auxílios à navegação, falha de serviço NAVAID, falha do controlador, falha do supervisor, falha de computador ATC, falha de RADAR, e falha de satélite de navegação. • As ocorrências não precisam, necessariamente, envolver aeronave. • NOTA: ATM inclui todas as facilidades, equipamentos, pessoal e procedimentos envolvidos na prestação de serviços de tráfego aéreo aprovados pelo Estado. 	25
BIRD Colisão com ave	Uma colisão/quase-colisão com (ou ingestão de) uma ou várias aves.	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ocorrer em qualquer fase do voo. 	29
CABIN Segurança na cabine	Ocorrências variadas na cabine de passageiros de aeronaves de categoria de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui eventos significativos relacionados com bagagem de mão, oxigênio suplementar, ou equipamento emergencial de cabine não-operacional ou ausente. • Inclui acionamento não intencional de equipamento de emergência. • Inclui emergência médica para uma pessoa que não seja membro da tripulação ou paciente de evacuação médica. • Exclui eventos relacionados à turbulência ou outros fenômenos meteorológicos, que sejam categorizados como TURB, ICE, ou WSTRW, respectivamente. 	26

CFIT Voo controlado contra o terreno	Colisão em voo ou quase colisão com terreno, água, ou obstáculo sem indicação de perda de controle	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizado apenas para ocorrências durante as fases aéreas do voo. • Inclui colisões com aqueles objetos que se estendem acima da superfície (ex: torres, árvores, linhas de energia, cabos de teleféricos, cabos de transporte, cabos de telefone e mastros de antenas). • pode ocorrer tanto em condições IMC quanto em VMC. • Inclui situações em que a tripulação de voo é afetada por ilusões visuais ou ambiente visual degradado (ex: aproximações tipo <i>Black Hole</i> e operações de helicóptero em condições <i>brownout</i> ou <i>whiteout</i>) que levam a aeronave a ser voada sob controle contra o terreno, água ou obstáculos. • Se o controle da aeronave foi perdido (induzido pela tripulação, meteorologia ou falha de equipamento), não utilize este tipo, mas sim o LOC-I. • Para uma ocorrência envolvendo operações a baixa altitude (ex: aplicação de pesticidas, operações aéreas próximas a obstáculos e operações SAR próximas à água ou superfície do solo) utilize o código LALT ao invés de CFIT. • Não utilize este tipo para ocorrências envolvendo voo intencional em direção ao terreno em aeronaves tripuladas ou impacto intencional contra o solo em aeronaves não tripuladas. Codifique todas as colisões com obstáculos durante a decolagem e pouso como CTOL. Codifique falhas de sistema, equipamentos, ou de comando e controle envolvendo aeronaves não tripuladas como SCF-NP ou LOC-I, conforme aplicável. • Não utilize este tipo para ocorrências envolvendo pouso antes/depois da pista, que são classificadas como USOS. • Inclui voo contra o terreno durante transição para voo a frente. • Para operações de helicóptero, não deverá ser utilizado para as fases de decolagem e pouso, exceto quando a ocorrência envolver voo contra o terreno sem indicação de perda de controle durante a transição para o voo a frente. 	3
--	--	--	---

CTOL Colisão com obstáculo durante a decolagem e pouso	Colisão com obstáculo(s), durante a decolagem ou pouso enquanto a aeronave está no ar.	<ul style="list-style-type: none"> • Para todas as aeronaves (exceto tipo asas rotativas) deve ser utilizado em casos em que a tripulação estava ciente da verdadeira localização do obstáculo, mas sua distância em relação à trajetória da aeronave era inadequada. • Inclui contato com obstáculos, tais como vegetação, árvores e muros, acúmulos de neve, cabos de energia, cabos de telégrafo e antenas, plataformas <i>offshore</i>, navios e estruturas marítimas, estruturas e prédios em terra. • Inclui colisões durante decolagem e pouso a partir de voo pairado. • Inclui obstáculos na água durante decolagem de superfície líquida (ex: ondas, <i>dead-heads</i>, navios, nadadores). • Não deve ser utilizado para ocorrências classificadas como CFIT, LOC-I ou SCF-PP. 	102
EVAC Evacuação	Ocorrência em que: (a) pessoas são lesionadas durante evacuação; (b) uma evacuação desnecessária é realizada; (c) o equipamento de evacuação não teve a performance requerida; ou (d) a evacuação contribuiu para a gravidade da ocorrência.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui casos em que ocorreram lesões durante a evacuação através de saída de emergência ou porta principal da cabine. • Inclui casos em que a própria evacuação é o acidente (em essência, se não houvesse a evacuação, não haveria o acidente). • Uma evacuação desnecessária é aquela que foi comandada erroneamente ou não foi comandada. • Somente utilizada para operações de transporte de passageiros envolvendo aeronaves da categoria de transporte de passageiros. • Inclui evacuação após pouso na água ou queda com sobreviventes na água, desde que exista uma das condições acima mencionadas. 	4

EXTL	Ocorrências durante ou resultantes de operações com carga externa.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui os casos em que as cargas externas ou equipamentos de transporte de carga utilizados (ex: <i>long line</i> e cabo) faz contato com o terreno, superfície da água ou objetos. Inclui os casos em que a carga ou, na ausência de carga, o equipamento de transporte de carga atinge ou fica emaranhado com o rotor principal, rotor de cauda, ou fuselagem do helicóptero. Inclui lesões à tripulação de solo, lidando com cargas externas como resultado de contato/queda/soltura não intencional da carga externa. Inclui lesões à tripulação de solo, lidando com cargas externas devido ao efeito <i>downwash</i> ou galhos em queda, árvores, etc. Inclui içamento externo, carga humana externa e <i>long line</i>. Se a preparação da carga externa pela tripulação teve um papel no evento, codifique também como RAMP. Falhas e mau funcionamento de equipamento de bordo para manuseio e transporte de carga externa ou sistemas de liberação devem ser categorizados como SCF-NP, uma vez que são considerados sistemas da aeronave. 	101
F-NI	Fogo ou fumaça na aeronave, em voo ou no solo, não resultante de impacto.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui fogo devido à explosão de combustível a partir de uma fonte de ignição acidental. Inclui fogo e fumaça a partir de falhas/mau funcionamento de sistemas/componentes no <i>cockpit</i>, cabine de passageiros ou área de carga. Explosões não relacionadas a combustível tais como, estouro de pneu e falhas de anteparos de pressão são categorizados como SCF-NP. Fogo/Fumaça resultante de um impacto acidental é codificado como F-POST. 	5
	Fumaça na cabine	Ocorrência na qual a cabine de pilotagem é tomada por fumaça.	5.1
	Fogo em voo	Ocorrência de incêndio de componente da aeronave em voo.	5.2
	Fogo no solo	Ocorrência de incêndio de componente da aeronave no solo.	5.3

F-POST Fogo/fumaça (pós-impacto)	Fogo/Fumaça resultante de impacto.	<ul style="list-style-type: none"> Este tipo é utilizado somente para ocorrências em que fogo pós-impacto tenha sido determinante para o resultado. Este tipo é utilizado somente em conjunto com algum outro tipo. Por exemplo, uma falha de sistema/componente que também resulte num fogo pós-impacto será categorizada como SCF-PP e F-POST ou SCF-NP e F-POST. 	6
FUEL Combustível	Um ou mais motores tiveram queda de potência ou nenhuma potência devido a: (a) término de combustível; (b) restrição/mau gerenciamento de combustível; (c) contaminação ou uso de combustível incorreto; (d) formação de gelo no carburador; ou (e) admissão de gelo.	<ul style="list-style-type: none"> As seguintes definições abaixo são fornecidas para fins de clareza: - Pane seca: Nenhum combustível utilizável presente na aeronave. - Restrição/Mau gerenciamento: Há combustível utilizável na aeronave, mas não está disponível para os motores. - Contaminação: Qualquer substância estranha (por exemplo: água, óleo, gelo, terra, areia, insetos) no tipo correto de combustível para um determinado motor. - Combustível incorreto: O combustível fornecido para o(s) motor(es) é diferente do especificado, por exemplo: Jet A para um motor a pistão, 80 octanas para um motor que requer 100 octanas. • Inclui problemas induzidos pela tripulação de voo ou de solo relacionados a combustível, que não sejam resultantes de falhas mecânicas. Interrupções no fornecimento de combustível causadas por falhas mecânicas são categorizadas como SCF-NP ou SCF-PP, conforme apropriado. • Também utilizado quando o combustível incorreto causa uma falha de motor (ex: detonação). Neste caso, deve ser codificado como FUEL, e não como SCF-PP. • Inclui casos em que havia um grande risco de pane seca, mas não ocorreu uma real perda de potência. 	7
	Pane seca	Ocorrência na qual se dá a parada do motor por falta de combustível.	7.1

GCOL Colisão no Solo	Colisão durante o táxi para, ou de uma pista em uso.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui colisões (com uma aeronave, pessoas, veículo de solo, prédio, estrutura, etc.) enquanto se está numa superfície que não seja a pista utilizada para pouso ou pretendida para decolagem. Colisões no solo resultantes de eventos categorizados como RI, WILD ou RAMP são excluídas deste tipo. NOTA: Táxi inclui os movimentos no solo e no ar para aeronaves do tipo asas rotativas nas pistas de taxi designadas. 	9
	Colisão com obstáculos no solo	Ocorrência em que há o impacto da aeronave com obstáculo, natural ou não, fixo ou móvel, havida até o momento em que a aeronave deixa o solo na decolagem ou após o toque no pouso. Este tipo inclui o caso de helicóptero taxiando sem contato com o solo.	9.1
	Colisão com aeronave no solo	Ocorrência em que há o choque entre aeronaves, havido até o momento em que elas deixam o solo na decolagem e após o toque no pouso. Este tipo inclui o caso de helicóptero taxiando sem contato com o solo.	9.2
GTOW Reboque de planador	Liberação prematura, inadvertida, ou não liberação durante o reboque, emaranhamento com o reboque, cabo, perda de controle, ou impacto com a aeronave rebocadora / guincho.	<ul style="list-style-type: none"> Aplicável tanto à aeronave sendo rebocada por guincho ou por outra aeronave, ou para aeronave que executa o reboque. Aplicável em eventos somente depois de a aeronave alçar voo. Inclui perda de controle devido a entrada em esteira de turbulência da aeronave rebocadora, e eventos em que a velocidade aerodinâmica está fora dos limites durante o reboque. 	104

ICE Formação de Gelo	Acumulação de neve, gelo, chuva congelante, ou geada nas superfícies da aeronave afetando adversamente o controle ou a performance.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui acumulações que ocorrem em voo ou no solo (ex: relacionados a degelo). Eventos de formação de gelo no carburador ou por admissão de gelo são categorizados como FUEL. Formação de gelo nos para-brisas com restrição a visibilidade é também categorizada aqui. Inclui acumulação de gelo em sensores, antenas, e outras superfícies externas. Inclui acumulação de gelo nas superfícies externas, incluindo aquelas diretamente em frente às entradas de ar do motor. 	10
LALT Operação a baixa altitude	Colisão ou quase-colisão com obstáculos/objetos/terreno durante operação próxima da superfície (exceto nas fases de decolagem e pouso)	<ul style="list-style-type: none"> Terreno se refere à água, vegetação, pedras, e outros elementos naturais fixados ou que se projetam a partir do chão. Inclui exibicionismo, manobras a baixa altura, voos panorâmicos, voos de demonstração, inspeção aérea, içamento ou transporte de pessoas suspensas, operações de busca e salvamento, aplicação de defensivos, operações intencionais de helicóptero próximo a obstáculos durante serviço aéreo, e voo “ciscando” para manter-se em VMC. Inclui, também, manobra intencional em proximidade a penhascos, montanhas, <i>canyons</i>, e voos similares onde a capacidade aerodinâmica da aeronave não é suficiente para evitar impacto. Se há perda de controle durante operações a baixa altitude, codifica-se como perda de controle em voo LOC-I e como LALT. NOTA: exclui a fase de táxi no ar das aeronaves de asas rotativas. NOTA: inclui manobras a baixa altura na busca de um local de pouso fora de aeródromo. Não utilize LALT em conjunto com CFIT. 	11

LOC-G Perda de controle no solo	Perda de controle da aeronave enquanto esta se encontra no solo	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizado apenas para as fases de voo no solo, isto é, operações no solo/superfície. • A perda de controle pode resultar de uma pista de pouso ou pista de táxi contaminada (ex: chuva, neve, gelo, <i>slush</i>). • A perda de controle durante operações no solo pode ocorrer, também, como resultado de outros tipos de ocorrência. Por exemplo, LOC-G pode resultar de uma falha ou mau funcionamento de sistema/componente de motor (SCF-PP) ou não-motor (SCF-NP), ou de uma ação evasiva feita durante uma Incursão em Pista (RI). Para estas ocorrências, o evento é codificado sob ambos os tipos (ex: LOC-G e SCF-PP, LOC-G e SCF-NP, ou LOC-G e RI ou LOC-G e WILD). • Não utilize quando uma falha mecânica tornar a aeronave incontrolável. • Ocorrências com aeronaves de asas rotativas (perdas de controle) durante operações em terreno inclinado ou em <i>helideck</i> móvel e eventos como rolamento dinâmico e ressonância solo são também incluídos aqui. 	12
---	---	--	----

LOC - I Perda de controle em voo	<p>Perda de controle da aeronave em voo ou desvio da trajetória de voo pretendido.</p> <p>A Perda de controle em voo é uma manifestação extrema de desvio de uma trajetória de voo pretendida.</p> <p>A expressão “perda de controle” cobre apenas alguns dos casos em que um desvio não pretendido ocorreu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizado apenas para fases de voo aéreas nas quais o controle da aeronave foi perdido. • A Perda de Controle pode ocorrer tanto em IMC como VMC. • A perda de controle durante o voo pode ocorrer como resultado de uma manobra deliberada (ex: prática de estol/parafuso). • Ocorrências envolvendo configuração da aeronave (ex: flapes, <i>slats</i>, sistemas de bordo, etc.) são incluídas aqui, bem como o estol da pá que recua em aeronaves de asas rotativas. • Os eventos de Estol são considerados perda de controle e são incluídos aqui. • Ocorrências com aeronaves de asas rotativas que envolvam <i>power settling (vortex ring)</i>, ou <i>settling with power to ground contact</i> são categorizadas aqui, e como ARC se for durante pouso ou decolagem normais. • Operações com carga externa de aeronaves de asas rotativas envolvendo perda de controle relacionada à carga externa devem ser categorizadas como LOC-I e como EXTL. • Inclui “Perda de Efetividade do Rotor de Cauda” em aeronaves de asas rotativas. • Inclui perda de controle durante exercício de autorrotação de emergência. • Inclui oscilações induzidas ou ampliadas pelo piloto (PIO). • Para eventos com aeronaves não tripuladas, inclui perigos em consequência de desvio da trajetória de voo pretendida relativo a perda de <i>datalink</i> (prevista ou não). Entretanto, se a perda de <i>datalink</i> for uma consequência direta de falha/mau funcionamento de sistema/componente, codifique a ocorrência somente como SCF-NP. • Para eventos relacionados com Formação de Gelo, que resultem, também, em perda de controle, codifique como LOC-I e como ICE. • Se a perda de controle for resultado direto de falha/mau funcionamento de sistema/componente (SCF), codifique como SCF-NP, ou SCF-PP, conforme o caso. Entretanto, a perda de controle pode seguir a falhas de sistema/componente graves e, neste caso, codifique em ambos os tipos. • Eventos relacionados com a visão dos tripulantes do cockpit e voo em ambientes de visibilidade degradada (ex: obscurecimento, eventos de aproximação <i>black hole</i>, eventos <i>brownouts</i> ou <i>whiteouts</i>, em que a aeronave é voada sob controle contra o terreno, água, ou obstáculos, são categorizados como CFIT, e não como LOC-I. 	13
--	--	----

LOLI Perda de condições de sustentação em rota	Pouso em rota devido à perda de condições de sustentação.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicável somente a aeronaves que dependem de sustentação estática para manter ou aumentar a altitude de voo, a saber: planadores, asas delta, <i>paragliders</i>, balões e dirigíveis. • Todas as formas de sustentação estática devem ser consideradas, incluindo sustentação atmosférica, desde orográfica, termal, correntes de montanha e zona de convergência, e sustentação por flutuação de gás mais leve que o ar, ou ar quente. • Também inclui planador com motor e aeronaves paramotor, se operarem sob condições de sustentação atmosférica estática, não tendo sido possível dar partida no motor. • Se a aeronave estava sendo voada intencionalmente a baixa altura sobre o terreno, utilize então LALT (casos típicos ocorrem com planadores em voos de competição). 	103
--	---	--	-----

MAC Perda de separação / colisão em voo	Alertas Airprox, ACAS, perda de separação, como também (quase) colisões entre aeronaves em voo.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui todas as colisões entre aeronaves em que ambas estão em voo. Ocorrências relacionadas a separações devidas ao controle de tráfego aéreo e à tripulação são incluídas aqui. Deve ser utilizada para reportes de AIRPROX Alertas TCAS (exceto falsos alertas) são incluídos aqui. 	14
		Colisão de aeronaves em voo Ocorrência que há choque entre aeronaves no período entre a saída do solo na decolagem e o toque no pouso de pelo menos uma das aeronaves. Este tipo não inclui o caso de choque com objetos sendo rebocados por aeronave e helicóptero taxiando sem contato com o solo.	14.1
		Tráfego aéreo Incidente no qual uma aeronave sujeita a serviço de controle de tráfego aéreo é posta em situação de separação inferior à estabelecida nas regras de tráfego aéreo com relação à outra aeronave ou ao solo, de maneira tal que a segurança tenha sido comprometida. Está relacionado: <ul style="list-style-type: none"> a facilidades - situação em que a falha de alguma instalação de infra-estrutura de navegação aérea tenha causado dificuldades operacionais; a procedimentos - situação em que houve dificuldades operacionais ocasionadas por procedimentos falhos, ou pelo não cumprimento dos procedimentos aplicáveis; e à proximidade entre aeronaves (AIRPROX) - situação em que a distância entre aeronaves bem como suas posições relativas e velocidades foram tais que a segurança tenha sido comprometida. Em função do nível de comprometimento da segurança o incidente de tráfego aéreo é classificado como: Risco Crítico ou Risco Potencial.	14.2

RAMP Operações no Solo	Ocorrências durante (ou em consequência de) operações no solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui colisões que ocorrerem durante realização de serviços na aeronave, embarque, carregamento, e desembarque e, também, durante embarque e desembarque enquanto um helicóptero estiver em voo pairado. • Inclui lesões a pessoas atingidas por hélice/rotor, principal/rotor de cauda/palhetas de turbina. • Inclui eventos relacionados a <i>pushback/powerback/reboque</i>. • Inclui ocorrências com atividades no solo na presença de turbulência tipo <i>Jet Blast</i> e <i>Propeller/rotor down wash</i>. • Inclui erros de configuração externa pré-voo da aeronave (ex: carregamento inapropriado e portas ou escotilhas incorretamente fechadas) que levam a eventos subsequentes. • Inclui todas as áreas de estacionamento (rampa, <i>gate</i>, amarração). • Exceto para eventos de <i>powerback</i>, os quais são categorizados aqui, se ocorrer uma colisão enquanto a aeronave estiver se movendo sob sua própria força no <i>gate</i>, rampa, ou área de amarração, codifique a ocorrência como GCOL. • Inclui operações em aeródromos, heliportos, <i>helidecks</i> ou sítios de operação não preparados. • Se cargas externas estiverem envolvidas, codifique também como EXTL. 	8
RE Excursão de Pista	Saída pela lateral (<i>veer off</i>) ou ultrapassagem da extremidade longitudinal (<i>overrun off</i>) da pista.	<ul style="list-style-type: none"> • Somente aplicável durante a fase de decolagem ou de pouso. • A Excursão de Pista pode ser intencional ou não intencional. Por, exemplo, um desvio para o lado a fim de evitar uma colisão devido a uma Incursão em pista. Neste caso, codifique em ambos os tipos. • Utilize RE em todos os casos em que a aeronave saiu da pista/<i>helipad/helideck</i> independentemente do fato de a excursão ter sido consequência de outro evento ou não. 	15
		Pouso longo Ocorrência em que o toque no pouso é efetuado em um ponto da pista ou área de pouso aonde a distância restante não é suficiente para a parada da aeronave naquelas circunstâncias.	15.1

RI	Qualquer ocorrência num aeródromo envolvendo a presença incorreta de uma aeronave, veículo, ou pessoa na área protegida de uma superfície designada para pouso e decolagem de aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> Exclui sítios de pouso não preparados/naturais. Exclui ocorrências envolvendo animais ou aves na pista, os quais são categorizados como WILD ou BIRD. 	28
SCF-NP	Falha ou mau funcionamento de um sistema ou componente da aeronave - exceto os motores.	<ul style="list-style-type: none"> Se a falha tornar a aeronave incontrolável, será categorizada como SCF-NP somente, não como LOC-I nem como LOC-G. Entretanto, se a falha não tornar a aeronave incontrolável, mas acabar levando a perda de controle, codifique o evento como SCF-NP e LOC-I ou LOC-G, conforme apropriado. Falhas e mau funcionamento do sistema do rotor principal e de cauda, do sistema de controle e dos comandos de voo são também categorizados aqui. Inclui erros e falhas de <i>software</i> e sistemas de base de dados. Inclui peças e partes (não motor) se soltando da aeronave. Para aeronaves não tripuladas, inclui falha ou mau funcionamento de transmissão a partir do solo, ou sistemas/componentes de comunicações a bordo da aeronave ou, ainda, sistemas/componentes de <i>datalink</i>. Inclui falhas/mau funcionamento de equipamentos de sistemas de lançamento e recuperação baseados em solo. Inclui todas as falhas/mau funcionamento, inclusive aquelas relacionadas com questões de manutenção. 	18
	Alarme falso de fogo ou de superaquecimento	Ocorrência em que há acionamento errôneo de alarme de fogo ou de superaquecimento, podendo levar o tripulante a adotar procedimentos incorretos, afetando a operação segura da aeronave.	18.1
	Com canopi	Ocorrência de falha ou alteração no canopi ou no seu mecanismo de operação, decorrente de seu mau funcionamento ou sua má operação.	18.2

Com comandos de voo	Ocorrência de falha ou mau funcionamento dos comandos de voo, primários ou secundários, e de seus sistemas de controle.	18.3
Com para-brisas / janela / porta	Ocorrência de falha ou alteração no para-brisa, janela ou porta, ou no seu mecanismo de operação, decorrente de mau funcionamento ou má operação.	18.4
Com trem de pouso	Ocorrência da falha do trem de pouso, esqui ou flutuador e seus componentes, decorrente de mau funcionamento ou má operação.	18.5
Descompressão não intencional / explosiva	Ocorrência em que há despressurização não intencional da cabine, decorrente de mau funcionamento ou má operação do sistema de pressurização da aeronave ou de seus controles. Este tipo não inclui as decorrentes de: falha das janelas, dos para-brisas ou do canopi; de falha estrutural; ou de perfuração da aeronave por objeto.	18.6
Estouro de pneu	Ocorrência da falha do pneu provocada por deficiência na sua estrutura, má operação ou falha dos freios ou do sistema antiderrapante (<i>anti-skid</i>).	18.7
Explosão	Ocorrência em que há explosão de componente da aeronave. Este tipo não inclui explosão intencionalmente provocada ou consequente de ataque intencional de qualquer natureza.	18.8
Falha estrutural	Ocorrência em que há falha de alguma parte da estrutura da aeronave ou que haja alteração na sua estrutura decorrente de circunstâncias da operação. Este tipo não inclui ocorrência com o trem de pouso, esqui ou flutuador.	18.9
Perda de componente em voo	Ocorrência em que há soltura de alguma parte da aeronave em voo, decorrente de falha do material, mau funcionamento ou má operação.	18.10
Perda de componente no solo	Ocorrência em que há soltura de alguma parte da aeronave no solo, decorrente de falha do material, mau funcionamento ou má operação.	18.11
Vazamento de combustível	Ocorrência em que há vazamento de combustível utilizado pela aeronave para a sua operação. Este tipo não inclui o vazamento de reservatório ou de equipamento sendo transportado.	18.12

SCF-PP Falha ou mau funcionamento do motor	Falha ou mau funcionamento de um sistema ou componente da aeronave - relacionado aos motores.	<ul style="list-style-type: none"> Se a falha tornar a aeronave incontrolável, ela é categorizada apenas como SCF-PP, não como perda de controle (LOC-I ou LOC-G). Entretanto, se a falha não tornar a aeronave incontrolável, mas levar a uma perda de controle, codifique o evento tanto como SCF-PP e LOC-I ou LOC-G, conforme apropriado. Inclui falhas e mau funcionamento de qualquer um dos seguintes componentes: hélices, rotores, governador das hélices/rotor principal (redução/transmissão), reversores, e controles de motor. Inclui peças e partes do motor que se separam deste. Inclui todas as falhas/mau funcionamento, inclusive aquelas relacionadas com, ou causadas por questões de manutenção. Falhas e mau funcionamento do cíclico, coletivo, governador do rotor de cauda e de controle de aeronaves de asas rotativas são categorizadas como falhas não motor (SCF-NP), e não como SCF-PP. Os seguintes problemas de motor relacionados ao combustível são categorizados como FUEL, não como SCF-PP: pane seca; restrição/mau gerenciamento de combustível; contaminação de combustível e formação de gelo no carburador ou de admissão de gelo. 	19
	Falha do motor em voo	Ocorrência em que há parada de motor/reactor ou redução inadvertida de potência de motor em voo. Se a falha estiver relacionada a F.O.D, codifique o evento tanto como SCF-PP e OTHR.	19.1
	Falha do motor no solo	Ocorrência em que há parada de motor, de reator ou redução inadvertida de potência de motor no solo. Se a falha estiver relacionada a F.O.D, codifique o evento tanto como SCF-PP e OTHR.	19.2
	Com hélice	Ocorrência de alteração no funcionamento ou no desempenho das hélices devido ao mau funcionamento ou à má operação. Se a falha estiver relacionada a F.O.D, codifique o evento tanto como SCF-PP e OTHR.	19.3
	Com rotor	Ocorrência de alteração no funcionamento ou no desempenho dos rotores devido ao mau funcionamento ou má operação. Se a falha estiver relacionada a F.O.D, codifique o evento tanto como SCF-PP e OTHR.	19.4
	Superaquecimento	Ocorrência de superaquecimento no motor da aeronave.	19.5

TURB Turbulência	Encontro com turbulência em voo	<ul style="list-style-type: none"> Inclui encontros com turbulência de céu claro, turbulência orográfica, mecânica, e/ou associada com nuvens. Encontros com Esteira de Turbulência também são incluídos aqui. Voos para dentro de cortante de vento ou turbulência relacionada com tempestade são categorizados como WSTRW. Inclui turbulência encontrada por aeronave operando próximo ou em prédios, estruturas e objetos. 	21
UIMC IMC não intencional	Voo não intencional para dentro de Condições Meteorológicas por Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> Pode ser utilizado como precursor de CFIT, LOC-I ou LALT. Aplicável se o piloto estava voando de acordo com Regras de voo Visuais (VFR), conforme definido no Anexo 2 (Regras do Ar) à Convenção sobre Aviação Civil Internacional e por qualquer outra razão entrou não intencionalmente em IMC. Somente será utilizado quando ocorrer perda de referências visuais, Somente será utilizado se o piloto não for qualificado para voar IMC e/ou a aeronave não for equipada para voar IMC. 	100
USOS Pouso aquém/ além da pista	Toque no solo fora da superfície de pouso.	<ul style="list-style-type: none"> Um pouso aquém/além de uma pista/<i>helipad/helideck</i> ocorre muito próximo da pista/<i>helipad/helideck</i> e inclui, também, pouso fora dessas superfícies e qualquer ocorrência em que o trem de pouso toque fora da superfície da pista/<i>helipad/helideck</i>. Pousos de emergência fora de aeroporto são excluídos deste tipo. Deve ser utilizada para ocorrências durante a fase de pouso. Inclui toques no solo fora da área de helipontos, <i>helidecks</i> e outras áreas definidas para serem usadas no todo ou em parte para o pouso, decolagem e movimento de superfície de helicópteros (não inclui sítios de pouso de helicópteros não preparados). Não utilize ARC em conjunto com USOS. 	22
		Pouso antes da pista Ocorrência em que a aeronave efetua o toque, no pouso, antes da cabeceira da pista ou da área destinada ao pouso.	22.1

WILD Colisão com fauna	Colisão, risco de colisão, ou ação evasiva para evitar fauna na pista no heliponto/ <i>helideck</i> em uso	<p>Inclui encontro com fauna numa pista em uso ou qualquer outra área de manobras do aeródromo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Inclui situações em que uma evasiva foi feita pela tripulação de voo e resulta em colisão fora da área de movimento do aeródromo, ou a consequências outras que não uma colisão (ex: colapso do trem de pouso). Encontros com fauna podem ocorrer em aeroportos controlados ou não controlados, ou em áreas de pouso não preparadas. Exclui colisões com aves, as quais são categorizadas como BIRD. 	27
WSTRW Cortante de vento / Tempestade	Voo para dentro de cortante de vento ou tempestade.	<ul style="list-style-type: none"> Inclui voo para dentro de cortante de vento e/ou condições meteorológicas de tempestade. Inclui eventos em voo relacionados com granizo. Inclui eventos relacionados com descargas elétricas (relâmpagos). Inclui eventos relacionados com chuva forte (não somente numa tempestade). Formação de gelo e encontros com turbulência são categorizados separadamente (ver Icing - ICE e Turbulência -TURB). 	23

OTHR Outros	Qualquer ocorrência não contemplada por outro tipo.	<ul style="list-style-type: none"> Este tipo inclui qualquer tipo de ocorrência não contemplada por qualquer outro tipo. 		98
		Aeronave atingida por objeto	Ocorrência em que a aeronave recebe o impacto de objeto projetado. Este tipo inclui o ricochete de armamento de outra aeronave e o impacto direto, não intencional, por tiro.	98.1
		Causado por fenômeno meteorológico em voo	<p>Ocorrência com aeronave em voo em que há interferência de fenômenos meteorológicos.</p> <p>Exclui eventos relacionados a outros fenômenos meteorológicos, que sejam categorizados como TURB, ICE, ou WSTRW, respectivamente.</p>	98.2
		Causado por fenômeno meteorológico no solo	<p>Ocorrência com aeronave no solo em que há interferência de fenômenos meteorológicos.</p> <p>Exclui eventos relacionados à turbulência ou outros fenômenos meteorológicos, que sejam categorizados como TURB, ICE, ou WSTRW, respectivamente.</p>	98.3
		Causado por ricochete	Ocorrência em que a aeronave é atingida por ricochete ou estilhaço de armamento por ela empregado.	98.4
		Colisão em voo com objeto rebocado	Choque com objeto rebocado, que não aeronave, devido ao mau funcionamento ou má operação de sistema próprio ou da aeronave.	98.5
		Colisão de veículo com aeronave	Ocorrência em que há o choque de veículo de transporte terrestre com aeronave, estando esta estacionada ou em deslocamento.	98.6
		Com lançamento de carga	Ocorrência em que há interferência na operação da aeronave provocada por carga sendo lançada. Este tipo não inclui as ocorrências com carga lançada após a saída da mesma e sem a interferência da aeronave, mesmo que decorrentes da operação.	98.7
		Com lançamento de pessoas	Ocorrência em que há interferência na operação da aeronave provocada por pessoal sendo lançado. Este tipo não inclui as ocorrências com paraquedista após a sua saída e sem a interferência da aeronave, mesmo decorrentes da operação.	98.8
		Com pessoal em voo	<p>Ocorrência em que qualquer pessoa embarcada sofra lesões como consequência da operação da aeronave.</p> <p>Exclui eventos relacionados à Segurança na cabine (CABIN).</p>	98.9

	Com transporte de carga	Ocorrência em que há interferência na operação da aeronave provocada por carga sendo transportada, dentro ou fora da aeronave. Exclui eventos relacionados a cargas externas (EXTL).	98.10
	Corte involuntário do motor	Ocorrência de corte no motor realizada por pessoa a bordo sem que haja intenção para tal.	98.11
	Desorientação espacial	Ocorrência em que o piloto em comando entra em processo de confusão na interpretação da altitude da aeronave, entrando ou não em altitude anormal.	98.12
	Disbarismo	Ocorrência na qual, devido à queda da pressão barométrica como consequência da ascensão, ocorre expansão dos gases nas cavidades corporais (aerodilatação) ou formação de bolhas de nitrogênio nos tecidos (aeroembolismo), implicando na segurança do voo.	98.13
	Disparo involuntário de armamento	Ocorrência em que há o acionamento não intencional do sistema de armamento devido ao seu mau funcionamento ou má operação.	98.14
	Ejeção involuntária	Ocorrência em que há o acionamento não intencional do sistema de ejeção devido ao seu mau funcionamento ou à sua má operação.	98.15
	F.O.D.	Danos causados por objeto estranho, geralmente em decorrência de sua ingestão pelo motor ou de sua presença em outro local da aeronave.	98.16
	Hiperventilação	Ocorrência de um mal estar devido ao excesso de oxigênio no sangue, causado por um aumento descontrolado da frequência respiratória.	98.17
	Hipóxia	Ocorrência de baixa oferta de oxigênio aos tecidos orgânicos, que leva a uma deterioração da maioria das funções biológicas e que pode ocasionar, em grau acentuado, a morte. Este tipo não inclui os casos de fumaça na cabine.	98.18
	Perda da consciência	Ocorrência em que o piloto perde a consciência, desde que não decorrente de hipóxia, hiperventilação, ou disbarismo. Este tipo não inclui os casos de fumaça na cabine.	98.19
	Pouso em local não previsto	Ocorrência em que o pouso ocorre em local diferente do destino ou da alternativa previstos, seja por falha operacional, seja devido à possibilidade ou ao surgimento de uma condição insegura. Este tipo não inclui o pouso em autorrotação.	98.20

		Problemas fisiológicos	Ocorrência provocada por interferência de variáveis fisiológicas que não hipóxia, hiperventilação, disbarismo e perda de consciência. Este tipo não inclui os casos de fumaça na cabine.	98.21
		Problemas psicológicos	Ocorrência provocada por interferência de variáveis psicológicas.	98.22
		Sopro de hélice	Ocorrência havida por exposição direta ao sopro da hélice ou às suas consequências.	98.23
		Sopro de reator	Ocorrência havida por exposição direta ao sopro de jato ou às suas consequências.	98.24
		Sopro de rotor	Ocorrência havida por exposição direta ao sopro do rotor ou às suas consequências.	98.25
		Vazamento de outros fluidos	Ocorrência em que há vazamento de outros fluidos utilizados pela aeronave para a sua operação. Este tipo não inclui o vazamento de reservatório ou de outro equipamento sendo transportado.	98.26
UNK Indeterminado	Não há informação suficiente para categorizar a ocorrência.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui casos em que a aeronave encontra-se desaparecida. • Inclui aquelas ocorrências em que não há suficiente informação disponível para classificar a ocorrência ou quando se esperam informações adicionais para melhor classificar a ocorrência. 	99	

Anexo D - Fatores contribuintes

Ação, omissão, evento, condição ou a combinação destes, que se eliminados, evitados ou ausentes, poderiam ter reduzido a probabilidade de uma ocorrência aeronáutica, ou mitigado a severidade das consequências da ocorrência aeronáutica. A identificação do fator contribuinte não implica presunção de culpa ou responsabilidade civil ou criminal.

ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS	
ASPECTO MÉDICO	
Álcool	Substância que tem como princípio ativo o etanol e que tem propriedades sedativas e hipnóticas, podendo, portanto, ser tóxica. Bastante utilizada na fabricação de bebidas.
Ansiedade	Estado em que a pessoa se apresenta angustiada por medo do inesperado; nervoso.
Desorientação	Estado em que a pessoa perde todos os referenciais dos órgãos do equilíbrio (visão, proprioceptivo e sistema vestibular).
Dieta inadequada	Alimentação em horários irregulares e/ou sem um equilíbrio entre os grupos de alimentos (carboidratos, lipídios e proteínas).
Disbarismo	Estado patológico em nível orgânico, provocado pelas variações de pressão na atmosfera e sua relação de equalização com as variações de pressão das cavidades orgânicas.
Dor	Estado de sofrimento físico proveniente de doença e/ou ferimento.
Enfermidade	Doença, moléstia; que muitas vezes incapacita o indivíduo ao trabalho.
Enjoo aéreo	É uma resposta fisiológica (normal) a uma situação interpretada pelo cérebro como hostil, causada pelo movimento (real ou aparente), conhecido como aerocinetose.
Fadiga	É a resultante final de estímulos estressantes, de natureza variada, que levam, por seu acúmulo ou intensidade, à queda progressiva e/ou abrupta da qualidade de trabalho.

	Gravidez	Estado fisiológico do processo de procriação.
	Hiperventilação	É uma patologia que, frequentemente, ocorre em voo e se caracteriza por uma ventilação acima do normal, fazendo com que haja um desequilíbrio nas proporções de gás carbônico no organismo.
	Hipóxia	Redução do oxigênio oferecido aos tecidos pelo sangue (hipo=baixo; oxia=oxigenação).
	Ilusões visuais	Impressões sensoriais falsas e/ou mal interpretadas.
	Inconsciência	Distúrbio no estado de alerta, no qual existe uma incapacidade de reconhecer e reagir perante estímulos externos Trata-se da perda da relação psicofisiológica com o meio.
	Insônia	Ausência de sono, dificuldade para dormir.
	Intoxicação alimentar	Ingestão de alimentos contaminados.
	Intoxicação por CO	Inalação excessiva desse gás provocando danos à saúde do indivíduo.
	Uso de Medicamento	Substância natural ou não utilizada para aliviar a dor.
	Obesidade	Estado mórbido em que o índice de massa corporal (IMC) excede a 30.
	Próteses	Substituição de uma parte do corpo ou órgão por um aparelho artificial.
	Ressaca	Conjunto de sintomas de mal-estar provocado pela ingestão anterior de bebidas alcoólicas, após o período de embriaguez, ou na ausência dele.

	Sobrecarga de tarefas	Acúmulo de tarefas dada a um indivíduo de forma a ultrapassar sua capacidade em administrá-las.
	Uso ilícito de drogas	Utilização de forma ilegal de substâncias controladas.
	Vertigem	Sintoma de perda da noção de equilíbrio que poderá evoluir ou não, provocando tonteira ou perda da consciência.
ERGONOMIA		
	Condições físicas do trabalho	Condições de conforto ambiental proporcionadas pelo ambiente físico (iluminação, ventilação, temperatura, umidade do ar, pressão sonora e atmosférica, vibração), posto de trabalho (mobiliário, arranjo, dimensão, etc.) que possam estar interferindo no desempenho.
	Equipamento - características ergonômicas	Avaliação da relação homem-máquina e sua influência no desempenho da atividade, no que se refere à utilização de ferramentas e à operação de máquinas e equipamentos. Observa-se, dessa forma, a compatibilidade entre as características e necessidades humanas e/o equipamento operado visando à execução segura.
	Vestimenta inadequada	Indumentária inadequada para o desempenho da tarefa de trabalho proposta.
ASPECTO PSICOLÓGICO		
	Atenção	Rebaixamento no processo de ativação de uma quantidade limitada de informação a partir das demais disponíveis no meio. Redução da possibilidade de uma resposta rápida e precisa aos estímulos, que gera como consequência a desatenção, fixação, distração, prejuízo na atenção dividida, disfunção no sistema de alerta, prejuízo na atenção seletiva, lapsos associados a processos automáticos, cegueira a mudança.
	Atitude	Ações ou omissões, por parte do profissional, que refletem dificuldades na sua forma de pensar, sentir e reagir em seu meio, levando a posturas inadequadas como autoritarismo, complacência, excesso de confiança, exibicionismo, impulsividade, improvisação, inobservância com operações e procedimentos, passividade ou oposicionismo.
	Características da tarefa	Dissonância entre o trabalho prescrito (objetivos e requisitos determinados e meios de execução oferecidos pela organização) e o trabalho real (como ele é executado), no qual o conteúdo e/ou a complexidade da tarefa extrapolam a capacidade individual para atender as exigências, especificidades e determinantes da situação de trabalho.

	Clima organizacional	Relaciona-se a sentimentos de desmotivação, insegurança e percepções de insatisfação encontrados na organização. Inclui desinteresse, apatia e, em alguns casos, comprometimento da saúde física e mental.
	Comunicação	Dificuldades para a organização e expressão de uma ideia ou fato, de forma racional e coerente. Envolve a apresentação confusa da informação ou a falta dela, baixa assertividade, limitação da capacidade do receptor em compreender a informação, julgamentos de valor, erros de interpretação, excesso de informações ou credibilidade da fonte questionável. Não inclui a fraseologia da tripulação nem a fraseologia com órgão ATS.
	Cultura do grupo de trabalho	Crenças, valores, práticas e regras informais de grupos profissionais que levam a ações ou omissões incompatíveis com a segurança de voo.
	Cultura organizacional	Percepções coletivas que refletem valores centrais equivocados ou baixa adesão aos princípios de segurança de voo. Envolve regras informais, institucionalizadas informalmente, que fragilizam ou apontam a ausência de uma cultura de segurança.
	Dinâmica da equipe	Inadequação na interação e colaboração mútua dos membros da equipe. Implica conflito de papéis, ineficiência no gerenciamento das tarefas e falhas na integração da equipe, bem como prejuízos na relação líderes x subordinados (ausência de apoio da chefia, pressão do líder, liderança autocrática ou <i>laissez-faire</i>). Não inclui a coordenação de cabine.
	Estado emocional	Influência exercida pelos estados emocionais interiores que afetam negativamente o desempenho no trabalho, tais como ansiedade, medo, pânico, fobia, irritabilidade, apatia, bloqueio, tensão e estresse.
	Capacitação e Treinamento	Ineficiência dos processos sistematizados que visam ao aprimoramento de conhecimento, habilidades e atitudes. Acarreta desempenho inadequado e rendimento insuficiente no contexto de operação.
	Influências externas	Acontecimentos na vida pessoal que influenciam negativamente o desempenho no trabalho, tais como mudanças no estilo de vida, pressão familiar, problemas financeiros, entre outros.
	Memória	Mecanismos cognitivos e dinâmicos associados ao armazenamento, retenção e recuperação de informações. O seu rebaixamento leva a transferência de aprendizagem negativa, esquecimento ou efeito de experiências de aprendizagem e condicionamentos anteriores, levando a desempenhos inadequados (hábitos adquiridos).
	Motivação	Motivação rebaixada ou elevada, compulsão para uma ação ou valorização de interesses próprios, que sinalizam desajustes na interação do indivíduo com uma dada situação e levam a um consequente desempenho operacional inadequado.

	Organização do trabalho	Ineficiência na organização do contexto de trabalho. Reflete prejuízos na divisão das tarefas, que favorecem acúmulo de funções, prazos e tipos de pressão inadequadas ou carga de trabalho elevada.
	Percepção	Prejuízos na capacidade de reconhecer, organizar, compreender e projetar as sensações provenientes dos estímulos internos e externos ao ambiente de operação/trabalho. Condição que leva à redução da consciência situacional, desorientação geográfica, espacial ou temporal, percepção atrasada, percepção seletiva ou “visão de túnel”, sobrecarga de estímulo, expectativa ou ilusão.
	Processo decisório	Dificuldades para perceber, analisar, escolher alternativas e agir adequadamente. Essas dificuldades podem se originar da tomada de decisão errada, demorada ou prematura, julgamentos inadequados, indecisão ou vieses.
	Processos Organizacionais	Ineficiência na gestão de pessoas e processos, incluindo o suporte organizacional. Levam a falta ou falhas no recrutamento, seleção, acompanhamento, supervisão, avaliação de desempenho ou mesmo no delineamento de procedimentos organizacionais importantes à manutenção da segurança operacional.
	Relações interpessoais	Dificuldades no modo como pessoas e grupos interagem entre si na organização. Incluem o excesso de informalidade nas relações, conflitos interpessoais, problemas de comportamento e pressões entre superiores, subordinados e/ou passageiros.
	Sistemas de apoio	Ausência ou inadequação do conjunto de normas, manuais, publicações, mapas e softwares que são disponibilizados para os indivíduos desempenharem suas funções. Podem também exibir falhas em termos de conteúdo, linguagem, redação e impressão.

ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

ASPECTO DE FABRICAÇÃO	
Fabricação	Participação do processo de fabricação, por deficiência na montagem, no material empregado ou no seu manuseio durante esse processo.
ASPECTO DE MANUSEIO DO MATERIAL	
Manuseio do material	Participação do material em questão, devido à falha prematura decorrente de manuseio, estocagem ou utilização sob condições inadequadas até a sua entrada em operação, provocando alterações no seu comportamento previsto em projeto. Não está incluído o manuseio durante o processo de fabricação.

ASPECTO DE PROJETO	
Projeto	
Participação do projeto da aeronave ou componente, por inadequação do material estabelecido; dos controles, luzes ou instrumentos devido à interferência induzida pela sua forma, tamanho, instalação ou posicionamento; ou do estabelecimento inadequado de parâmetros de operação ou de manutenção preventiva.	
ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL	
DESEMPENHO TÉCNICO DO SER HUMANO	
OPERAÇÃO DA AERONAVE	
Aplicação dos comandos	Inadequação no uso dos comandos de voo da aeronave por parte do piloto.
Coordenação de cabine	Ineficiência no aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para operação da aeronave, em virtude de: gerenciamento inadequado das tarefas afetas a cada tripulante; falha ou confusão na comunicação ou no relacionamento interpessoal; ou ainda, inobservância de normas operacionais.
Desvio de navegação	Desvio, feito involuntariamente pelo piloto, de uma rota autorizada e/ou do perfil de um procedimento padrão de chegada (STAR), de aproximação (IAC) ou de saída(SID).
Fraseologia da tripulação	Inadequação na formulação das mensagens veiculadas da aeronave para o órgão ATS durante o voo realizado.
Indisciplina de voo	Violação (intencional) por parte do piloto, de normas operacionais, regulamentos, ou regras de tráfego aéreo, aqui incluídas as autorizações emitidas pelo órgão ATC, sem que haja justificado motivo para tal.
InSTRUÇÃO	Participação do processo de treinamento previamente recebido pelo(s) envolvido(s) na ocorrência, por deficiência quantitativa e/ou qualitativa, não lhe(s) tendo sido atribuída a plenitude dos conhecimentos e demais condições técnicas necessárias para o desempenho da atividade.
Julgamento de pilotagem	Inadequada avaliação, por parte do piloto, de determinados parâmetros relacionados à operação da aeronave, estando qualificado para operá-la.

	Limite de autorização	Ultrapassagem, feita involuntariamente pelo piloto, de uma restrição, limite vertical e/ou horizontal, constante de uma autorização ATC emitida durante a realização do voo.
	Pessoal de apoio	Participação de pessoal que realiza os serviços de preparação e recebimento de aeronave, reabastecimento, tratoramento, apoio de rampa e outros envolvidos na operação da aeronave.
	Planejamento do voo	Inadequação nos trabalhos de preparação realizados pelo piloto para o voo ou parte dele. Incluem-se neste fator: o desconhecimento das condições operacionais da rota, das características físicas dos aeródromos, da infraestrutura de navegação aérea e/ou modificações, temporárias ou não, divulgadas por NOTAM, que afetem a segurança do tráfego aéreo relativa ao voo realizado.
	Planejamento gerencial	Inadequação no planejamento realizado pela organização, em seu nível gerencial, sobretudo no tocante à alocação de recursos materiais e humanos para o desenvolvimento das atividades operacionais.
	Pouca experiência do piloto	Condição apresentada pelo piloto, decorrente de pouca experiência na atividade aérea, na aeronave ou especificamente no tipo ou nas circunstâncias da operação.
	Supervisão gerencial	Supervisão inadequada, pela gerência (não tripulantes) da organização, das atividades de planejamento e/ou de execução nos âmbitos administrativo, técnico e/ou operacional. Não se inclui neste item a supervisão ATS.
	MANUTENÇÃO DA AERONAVE	
	Manutenção da aeronave	Participação do pessoal de manutenção, por inadequação dos serviços realizados na aeronave, preventivos ou corretivos; e/ou do trato ou da interpretação de relatórios, boletins, ordens técnicas, e similares.
	PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRÁFEGO AÉREO	
	Conhecimento de normas (ATS)	Influência do nível de entendimento, por parte do controlador, das regras e/ou dos procedimentos aplicáveis pelo órgão ATS durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Coordenação de tráfego (ATS)	Inadequação na troca de informações entre órgãos ATS ou entre posições operacionais de um mesmo órgão, efetuada com a finalidade de assegurar a continuidade na prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Emprego de meios (ATS)	Aplicação inadequada dos meios disponíveis para a prestação dos serviços de tráfego aéreo.

	Fraseologia do Órgão ATS	Inadequação na formulação das mensagens veiculadas do órgão ATS para as aeronaves, durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Habilidade de controle (ATS)	Grau de destreza do controlador na execução de um procedimento e/ou na aplicação de um método durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Planejamento de tráfego (ATS)	Emissão de autorizações sem que tenham sido previamente estabelecidas, durante a prestação dos serviços, a separação e o ordenamento do fluxo de tráfego aéreo.
	Substituição na posição (ATS)	Inobservância dos procedimentos aplicáveis e/ou inadequação na troca de informações decorrentes das substituições de equipes ou de controladores nas posições operacionais durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Supervisão (ATS)	Gerenciamento das funções operacionais durante o turno de serviço e/ou falta de acompanhamento das ações, quando requerido, nas posições operacionais.
INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA		
	Infraestrutura aeroportuária	Participação da infraestrutura aeroportuária, incluindo as condições físicas e operacionais do aeródromo.
INFRAESTRUTURA DE TRÁFEGO AÉREO		
	Console (ATS)	Falha no console operacional, gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Equipamento de apoio (ATS)	Participação do equipamento de apoio, por inadequação às necessidades da operação ou mau funcionamento, inclusive provocado por manutenção.
	Publicações (ATS)	Inadequação das publicações aeronáuticas aplicáveis durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo, por falta, erro e/ou deficiência de redação.
	RADAR (ATS)	Falha de cobertura ou falta de um equipamento RADAR, gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Serviço fixo (ATS)	Falta de enlace do serviço fixo aeronáutico, gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.

	Serviço móvel (ATS)	Falha ou falta de comunicações do serviço móvel aeronáutico, gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Tratamento (ATS)	Falha ou inadequação dos sistemas de tratamento de planos de voo (STPV) e dados de voo (DV), gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
	Visualização (ATS)	Falha total ou parcial e/ou inadequação da visualização-RADAR apresentada no console operacional, gerando uma dificuldade operacional durante a prestação dos serviços de tráfego aéreo.
OUTROS ELEMENTOS RELACIONADOS AO AMBIENTE OPERACIONAL		
	Presença de fauna (não ave)	Presença de animais (não ave), interferindo na operação e conduzindo a circunstâncias anormais.
	Presença de ave	Presença de aves, interferindo na operação e conduzindo a circunstâncias anormais.
	Condições meteorológicas adversas	Participação de fenômenos meteorológicos, interferindo na operação e conduzindo a circunstâncias anormais.
OUTRO		
	Outro	Contribuição de algum fator contribuinte não identificado acima.

Anexo E - Eventos

Este Anexo traz a taxonomia de eventos (com base na taxonomia ICAO) a qual visa a enriquecer a base de dados de ocorrências aeronáuticas do SIPAER. Ao tabular todos os eventos, independentemente de terem, ou não, contribuído para o resultado final, será possível aprofundar os estudos das circunstâncias mais comuns em acidentes aeronáuticos e, assim, compreender a interrelação de todos os aspectos envolvidos em uma ocorrência aeronáutica.

Evento relacionado a aeródromo e auxílios de solo em geral (Aeródromo & auxílios de solo) Evento envolvendo aeródromo e auxílios de solo em geral.		5000000
Segurança de Aeródromo (Security) Eventos relacionados à segurança* de aeródromo		5070000
Sabotagem Sabotagem: Atos de sabotagem no aeródromo		5070200
Entrada ilícita Entrada ilícita, incluindo tentativas de entrar sem autorização		5070100
Outro evento relacionado com segurança* de aeródromo Outro evento relacionado com segurança* de aeródromo		5079800
Serviços / operações de aeródromo Evento envolvendo serviços/operações de aeródromo em geral.		5030000
Gerenciamento de pátio Evento envolvendo serviço de gerenciamento de pátio de aeródromo.		5030100
Controle de F.O.D. Evento relacionado a controle/remoção de objetos estranhos no aeródromo (FOD) exceto fauna.		5030400

	Manutenção Evento envolvendo a manutenção do aeródromo.	5030300
	Remoção de neve/gelo Evento envolvendo o programa de remoção de neve/gelo no aeródromo.	5030200
	Operações de veículos/equipamento Evento relacionado a operação de veículos ou equipamentos.	5030700
	Aeronave atingida/danificada por veículo Colisão de um veículo ou equipamento móvel com uma aeronave parada ou estacionada. Nota: colisões de veículos com aeronaves em movimento são classificadas em operações de aeronaves (colisão de aeronave com veículo).	5030704
	Colisão de aeronave rebocada com objeto/obstáculos. Aeronave sendo rebocada colide com objeto ou obstáculo. Isso é diferente de uma aeronave colidir em movimento por meios próprios. É o motorista do veículo que está no controle do movimento.	99010060
	Colisão veículo - objeto Colisão de veículo ou equipamento móvel com outro objeto/obstáculo.	5030703
	Colisão veículo - pessoa Colisão de veículo/equipamento móvel com pessoa.	5030702
	Violação de tráfego por veículo Evento relacionado a violação de tráfego por veículo (ex: acima do limite de velocidade, violação de prioridade de tráfego, etc.)	99010049

	Colisão veículo - veículo Colisão de veículo com outro veículo ou equipamento móvel.	5030701
	Controle de fauna Evento relacionado a controle de fauna no aeródromo.	5030600
	Controle de animais (não ave) Evento relacionado a controle de animais (não ave) no aeródromo.	99010052
	Controle de aves Evento relacionado a controle de aves em aeródromo.	5030500
	Sistemas de aeródromos Evento envolvendo um sistema de aeródromo.	5020000
	Energia de apoio Evento envolvendo sistema <i>backup</i> de energia do aeródromo.	5020200
	Iluminação Evento envolvendo sistema de iluminação de aeródromo.	5020100
	Luzes de aproximação de aeródromo Evento envolvendo as luzes de aproximação do aeródromo.	5020101
	Luzes de pátio Evento envolvendo iluminação de pátio do aeródromo.	5020104
	Luzes de pista Evento envolvendo iluminação de pista do aeródromo.	5020102

	Luzes de pista de táxi Evento envolvendo luzes de pista de táxi de aeródromo.	5020103
	Energia principal Evento envolvendo o sistema principal de energia do aeródromo.	5020800
	Sinalização horizontal Evento envolvendo marcações do aeródromo. Sinalização horizontal: símbolo ou grupo de símbolos marcados na superfície da área de movimento a fim de sinalizar informações aeronáuticas.	5020400
	Sinalização horizontal de pátio Evento envolvendo sinalização horizontal de pátio de aeródromo.	5020403
	Sinalização horizontal de obstáculo Evento envolvendo sinalização horizontal de obstáculo de aeródromo. Obstáculo: todos os objetos fixos (temporários ou permanentes) e móveis, ou partes deles, localizados em área destinada a movimento de superfície de aeronaves, ou que se estenda acima da superfície definida destinada para proteger aeronaves em voo.	5020404
	Sinalização horizontal de pista Evento envolvendo sinalização horizontal de pista de aeródromo.	5020401
	Sinalização horizontal de pista de táxi Evento envolvendo sinalização horizontal de pista de táxi de aeródromo.	5020402
	Cabo de arrasto Evento envolvendo equipamento de contenção de aeronaves em aeródromo.	5020500

	Sinalização vertical Evento envolvendo sinalização vertical de aeródromo. a) Sinal de mensagem fixa. Um sinal apresentando um única mensagem. b) Sinal de mensagem variável. Sinal capaz de apresentar diversas mensagens predeterminadas, ou nenhuma mensagem, se aplicável.	5020300
	Equipamento de lançamento por guincho Evento relacionado a equipamento de lançamento por guincho	5020700
	Falha de guincho Falha de guincho	5020701
	Quebra de cabo de lançamento por guincho Quebra de cabo de lançamento por guincho	5020702
	Outros Outros eventos relacionados a equipamento de lançamento por guincho	5020798
	Outros equipamentos Evento relacionado a equipamentos aeródromo diferentes dos mencionados acima.	5020600
	Relacionado a carga Evento relacionado ao trabalho com a carga no aeroporto. Não necessariamente no contexto de carregamento e descarregamento de uma aeronave .	5060000
	Aceitação de carga Aceitação de carga	5060200

	Manuseio de carga Manuseio de carga	5060100
	Identificação de carga Identificação de carga	5060400
	Carregamento/descarregamento de carga Note que carregamento/descarregamento de carga da aeronave é contemplado em outro evento. Aqui se trata de carregamento/descarregamento relativos a outros meios de transporte no aeroporto.	5060700
	Movimentação de carga Movimentação de carga	5060600
	Acondicionamento de carga Acondicionamento de carga	5060500
	Cheque de segurança de carga Cheque de segurança de carga	5060800
	Armazenamento de carga Armazenamento de carga no aeroporto, não na aeronave.	5060900
	Pesagem de carga Pesagem de carga	5060300
	Funcionamento/layout geral Evento relacionado ao funcionamento ou <i>layout</i> do aeródromo em geral.	5040000

	Funcionamento de aeródromo Evento relacionado ao funcionamento do aeródromo.	5040200
	Layout do aeródromo Evento relacionado ao <i>layout</i> do aeródromo.	5040100
	Auxílios de solo em geral Evento relacionado a auxílios de solo em geral.	5010000
	Sistemas de aproximação do aeródromo Evento relacionado aos sistemas de aproximação do aeródromo.	5010100
	GPS Evento relacionado a Sistema Global de Posicionamento. GPS: Sistema de navegação por satélite operado pelos Estados Unidos.	5010102
	DME Evento relacionado a equipamento de medição de distância DME.	5010105
	ILS Evento relacionado a sistema de pouso por instrumentos (ILS).	5010101
	Marker Beacon Evento relacionado a <i>Marker Beacon</i> .	5010103
	MLS Evento relacionado a sistema de pouso por micro-ondas (MLS).	5010108

	NDB Evento relacionado a <i>Non-directional beacon</i> NDB.	5010104
	PAPI Evento relacionado a Indicador de trajetória de aproximação de precisão (PAPI).	5010107
	PAR Evento relacionado a RADAR de aproximação de precisão (PAR)	5010109
	VOR Evento relacionado a Rádio Farol Omnidirecional VHF (VOR).	5010106
	VASI Evento envolvendo indicador visual de trajetória de planeio de aproximação.	5010110
	Serviços de apoio de solo Serviço de apoio de solo	5050000
	Orientação para estacionamento de aeronaves Evento relacionado ao uso de sinais visuais entre agentes de solo e a aeronave durante uma operação de apoios de solo à aeronave.	99010050
	Estacionamento de aeronave Evento relacionado a proteção de estacionamento de uma aeronave no solo com o uso de equipamentos de estacionamento/amarração, e procedimentos.	99010051
	Degelo Degelo	5050200

	Manutenção em linha de voo Manutenção em linha de voo	5050100
	Carregamento de aeronave Eventos relacionados com a ação de colocar carga numa aeronave	5050300
	Carregamento de bagagem Carregamento de bagagem	5050301
	Carregamento de carga Carregamento de carga	5050302
	Carregamento - outros Carregamento - outros	5050303
	Execução de serviços Evento relacionado a execução de serviços na aeronave.	5050400
	Comissaria Comissaria	5050402
	Abastecimento de combustível Evento relacionado a abastecimento/reabastecimento/ <i>fuel uplift</i>	5050401
	Abastecimento de fluidos Abastecimento de fluidos, ex: água potável	5050403
	Execução de serviços - outros Execução de serviços - outros: Execução de serviços na aeronave que não sejam abastecimento, comissaria, etc.	5050404

Serviços de Navegação Aérea Evento relacionado a Serviços de Navegação Aérea.		4000000
Serviço de Informações Aeronáuticas Evento relacionado a Serviço de Informações Aeronáuticas.		4020000
	Informações desatualizadas Evento relacionado a fornecimento de informações desatualizadas pelo Serviço de Informações Aeronáuticas.	4020100
	Diferença de dados Evento relacionado diferença entre os dados atualizados do Serviço de Informações Aeronáuticas e os dados que estão sendo efetivamente utilizados.	4020200
	Dados incorretos Evento relacionado a dados incorretos fornecidos pelo Serviço de Informações Aeronáuticas.	4020300
	Dados da tripulação e do ATM Evento relacionado a uso de dados diferentes pela tripulação e pelo Gerenciamento de Tráfego Aéreo.	4020400
ATFM Evento relacionado ao Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo.		4030000
Gerenciamento de espaço aéreo Evento relacionado a gerenciamento de espaço aéreo.		4040000
ATM/CNS disponibilidade Evento relacionado a disponibilidade de Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.		4050000

	Falha de ATM Evento relacionado com incapacidade de prover gerenciamento de tráfego aéreo.	4050100
	Falha de Serviços de Tráfego Aéreo Evento relacionado com incapacidade do Gerenciamento de Tráfego Aéreo em prover Serviços de Tráfego Aéreo.	4050101
	Falha ASM Evento relacionado com incapacidade do ATM em prover serviços de gerenciamento do espaço aéreo.	4050102
	Falha ATFM Evento relacionado com incapacidade do ATM em prover serviços de gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo.	4050103
	Falha de comunicação Evento relacionado à disponibilidade de Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância. Falha de comunicação.	4050200
	Falha de processamento de dados Evento relacionado ao processamento de dados de Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.	4050400
	Falha no provimento de navegação Evento relacionado à falha no provimento de navegação dentro do Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.	4050600
	Falha em informações técnicas Evento relacionado à falha em informações técnicas dentro do Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.	4050500
	Falha de vigilância Evento relacionado à falha na vigilância-RADAR dentro do Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.	4050300

	Falha no suprimento de energia Evento relacionado à falha no suprimento de energia dentro do sistema de Gerenciamento de Tráfego Aéreo/Comunicações, Navegação e Vigilância.	4050700
	Situação de emergência/segurança (security) do ATM Evento relacionado a situação de emergência/segurança* do Gerenciamento de Tráfego Aéreo.	4060000
	Ameaça de bomba a um órgão ATM Evento relacionado a ameaça de bomba contra uma facilidade ATM.	4060300
	Fogo-facilidade ATM Evento relacionado a fogo em facilidade de ATM.	4060100
	Interferência por laser Interferência por laser	99010095
	Sabotagem - facilidade ATM Evento relacionado sabotagem de uma facilidade ATM.	4060500
	Fumaça - facilidade ATM Evento relacionado a fumaça em facilidade ATM.	4060400
	Interferência ilícita Evento relacionado a interferência ilícita em facilidade ATM.	4060200
	Outros eventos Eventos de emergência ou segurança (security) em facilidade ATM diferentes daqueles listados acima.	4060600

	Eventos afetando o ATM Um evento que afeta as operações de ATM.	4070000
	Fechamento de uma FIR Evento relacionado ao efeito do fechamento de uma região de informação sobre as operações de ATM. FIR: Espaço aéreo de dimensões definidas dentro do qual se prestam serviços de informação de voo e de alerta.	4070100
	Fechamento de aeródromo Evento relacionado aos efeitos do fechamento de um aeródromo. Aeródromo: Área definida em terra ou água (incluindo prédios, instalações e equipamentos) com o intuito de utilização no todo ou em parte para poucos, decolagens e movimentação no solo de aeronaves. Nota.- O termo 'aeródromo' quando usado em preenchimentos de planos de voo ou mensagens ATS cobre também aqueles locais diferentes de aeródromo que possam ser utilizados por certos tipos de aeronaves, ex: helicópteros ou balões.	4070200
	Fechamento de pista de pouso Evento relacionado aos efeitos do fechamento de uma pista de pouso sobre as operações ATM. Pista de pouso: Área retangular definida em aeródromo terrestre preparada para o pouso e decolagem de aeronaves.	4070300
	Capacidade reduzida Evento relacionado aos efeitos de uma redução da capacidade do espaço aéreo sobre as operações de ATM.	4070400
	Questões operacionais Evento relacionado a questões operacionais dos Serviços de Navegação Aérea.	4010000
	Relacionado à autorização Evento relacionado à autorização de tráfego aéreo. Ex: autorização errada, incorreta, discrepante	4010700

	Autorização - não apropriada para a aeronave Autorizações emitidas não foram apropriadas ou exequíveis devido a parâmetros de performance de um tipo específico de aeronave.	99010092
	Autorização - altitude incorreta Autorização incorreta de altitude	4010701
	Autorização - proa incorreta Autorização incorreta de proa	4010702
	Autorização - velocidade incorreta Autorização incorreta de velocidade	4010703
	Autorização - aeronave incorreta Autorização - aeronave incorreta, a autorização foi dada para a aeronave errada.	4010704
	Comunicações Evento relacionado a comunicações operacionais dos Serviços de Navegação Aérea (ANS).	4010100
	Detecção de conflito / Resolution Evento relacionado à detecção de conflito de tráfego aéreo pelos Serviços de Navegação Aérea e <i>Resolution</i> .	4010400
	Coordenação Questões relacionadas a coordenação (externas e internas)	99010048
	Procedimento de transferência Evento relacionado procedimento de transferência/aceitação de Serviços de Navegação Aérea.	4010600

	Gerenciamento - ocorrências Evento relacionado ao gerenciamento de situações de acidente, incidente ou emergência pelo ANS.	4010500
	Fornecimento de informações Evento relacionado a fornecimento de informações operacionais pelos ANS.	4010200
	Fornecimento de informações de voo pelo ANS Fornecimento de informações de voo pelo ANS	4010201
	Fornecimento de informações geográficas pelo ANS Fornecimento de informações geográficas pelo ANS	4010202
	Fornecimento de informações de tráfego pelo ANS Fornecimento de informações de tráfego pelo ANS	4010204
	Fornecimento de informações meteorológicas pelo ANS Fornecimento de informações meteorológicas pelo ANS.	4010203
	Fornecimento de separação Evento relacionado a fornecimento de separação pelo ANS.	4010300
	Operação de aeronave em geral Evento relacionado a operação de aeronave em geral.	2000000
	Desvio da trajetória de voo/atitude por aeronave de asa fixa Evento relacionado a desvio da trajetória/atitude de voo pretendida por aeronave de asa fixa.	2080000

	Avião - desvio de altitude Evento relacionado a desvio da altitude de voo pretendida por aeronave de asa fixa. (Perda de controle de altitude)	2080100
	Avião - desvio de proa Evento relacionado a desvio da proa pretendida por aeronave de asa fixa. (Perda de controle direcional)	2080200
	Avião - desvio da atitude de arfagem Evento relacionado a desvio de arfagem em relação a atitude voo pretendida por aeronave de asa fixa (perda de controle de arfagem)	2080600
	Avião - desvio da atitude de rolagem Evento relacionado a desvio de rolagem relativa a atitude de voo pretendida por aeronave de asa fixa (perda de controle de rolagem)	2080700
	Avião - pré-estol/estol Evento relacionado a pré-estol/estol de aeronave de asa fixa.	2080300
	Avião - pouso <i>porpoising</i> Evento relacionado a <i>porpoising</i> (contato alternado repetido com a pista pelo trem dianteiro/principal, frequentemente como resultado de amplitude de comando exagerada) em uma aeronave de asa fixa.	2080800
	Avião - parafuso Evento relacionado a entrada em parafuso por aeronave de asa fixa.	2080400
	Avião - mergulho em espiral Evento relacionado a mergulho em espiral por aeronave de asa fixa.	2080500
	Avião - outros desvios da trajetória de voo Evento relacionado a desvio da atitude de voo pretendida, diferente dos listados acima, por aeronave de asa fixa.	2080900

	Aeronave - quase-colisão/perda de separação Evento relacionado a quase-colisão ou perda de separação relativa a outra aeronave, objeto ou o terreno.	2180000
	Perda de separação entre aeronaves Evento relacionado a perda de separação entre aeronaves.	2180100
	Perda de separação - aeronaves (ambas em voo) Inclui: AIRPROX: uma situação em que, na opinião do piloto ou do ATC, a distância entre as aeronaves, como também suas posições relativas e velocidades foram tais que a segurança das aeronaves envolvidas pode ter sido comprometida.	2180101
	Perda de separação - aeronaves (ambas no solo) Evento relacionado a perda de separação com aeronave operando no solo.	2180103
	Perda de separação - uma aeronave em voo Evento relacionado à perda de separação com outra aeronave - uma em voo.	2180102
	Perda de separação - sem risco de colisão Sem risco de colisão. Classificação de risco de proximidade de uma aeronave em que não houve risco de colisão.	2180105
	Perda de separação - colisão potencial Evento relacionado a perda de separação com potencial para uma colisão.	2180104
	Perda de separação - risco indeterminado Risco não determinado. Classificação de risco de proximidade de uma aeronave em que havia insuficiente informação para determinar o risco envolvido, ou a evidência é inconclusiva, conflitante ou impediu essa determinação.	2180106
	Violação dos mínimos de separação Violação dos mínimos de separação.	2180107

	Quase-colisão com objeto em voo Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com objeto em voo.	2180300
	Quase-colisão com ave Evento relacionado a quase-colisão da aeronave com aves.	2180301
	Quase-colisão com paraquedista Quase-colisão com paraquedista	2180304
	Quase-colisão com outro objeto em voo Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com outro objeto em voo diferente dos listados acima.	2180302
	Quase-colisão com objeto desconhecido em voo Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com um objeto em voo que não foi identificado.	2180303
	Quase-colisão com objeto no solo Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com objeto no solo.	2180400
	Quase-colisão com aeronave estacionada Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com aeronave estacionada.	2180401
	Quase-colisão com pessoa Evento relacionado a quase-colisão de aeronave com uma pessoa no solo.	2180403
	Quase-colisão com objeto alto Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com estrutura alta ou outro objeto no solo.	2180402
	Quase-colisão - paraquedista Evento relacionado a quase-colisão de aeronave com um paraquedista no solo.	2180404

		Quase-colisão com veículo Evento relacionado a quase-colisão de aeronave com um veículo.	2180405
		Quase-colisão com outro objeto no solo Evento relacionado a quase-colisão de aeronave com objeto no solo diferente dos listados acima.	2180406
		Quase-colisão com o terreno em geral Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com o terreno.	2180200
		Quase-colisão terreno elevado/montanha Evento relacionado a quase-colisão de uma aeronave com terreno elevado, um monte ou uma montanha.	2180202
		Quase-colisão com terreno nivelado Evento relacionado a quase-colisão de aeronave com terreno nivelado.	2180201
		Aeronave - colisões com obstáculo/terreno/aeronave Evento relacionado a colisão de aeronave com obstáculo, terreno ou outra aeronave. Obstáculo. Todos os objetos fixos (temporários ou permanentes) e móveis, ou partes deles, que estejam localizados em área que se pretende utilizar para movimentação de aeronaves, ou que se estendam acima de uma superfície com a finalidade de dar suporte às aeronaves em voo.	2050000
		Colisão de aeronaves - aeronaves em movimento Evento relacionado a colisão de aeronave com outra aeronave em movimento. (aeronaves não estacionadas).	2050100
		Colisão de aeronaves - ambas no ar Evento relacionado a colisão de uma aeronave com outra aeronave, ambas no ar.	2050101
		Colisão de aeronaves - uma aeronave no ar Evento relacionado a colisão de aeronave com outra aeronave (uma no ar e a outra em movimento no solo).	2050102

	Colisão de aeronaves - ambas no solo Evento relacionado a colisão entre aeronaves, ambas se movendo no solo.	2050103
	Colisão aeronave - balão Evento relacionado a colisão de aeronave com balão.	2050104
	Colisão aeronave - aeronave leve Evento relacionado a colisão entre aeronaves, umas das quais é uma aeronave leve (ultraleve / LSA).	2050105
	Colisão aeronave - dirigível Evento relacionado a colisão entre aeronave e dirigível.	2050106
	Colisão aeronave - objeto no ar Evento relacionado a colisão de aeronave com objeto no ar, diferente de outra aeronave, balão ou dirigível.	2050300
	Colisão aeronave - ave Evento relacionado a colisão de aeronave com ave.	2050301
	Colisão aeronave - aeromodelo Evento relacionado a colisão de aeronave com aeromodelo.	2050302
	Colisão aeronave - paraquedista Evento relacionado à colisão de aeronave com paraquedista no ar	2050304
	Colisão aeronave - outro objeto Evento relacionado a colisão de aeronave com objeto no ar, diferente de outra aeronave, balão, dirigível, ave, aeromodelo ou paraquedista.	2050303

	Colisão aeronave - objeto no solo Evento relacionado a colisão de aeronave com objeto, obstáculo no solo.	2050400
	Colisão aeronave - animal Evento relacionado a colisão de aeronave com animal - excluindo aves.	2050402
	Colisão aeronave - edifício Evento relacionado a colisão de aeronave com edifício.	2050404
	Colisão aeronave-cabo/fio/linhas de energia Evento relacionado a colisão de aeronave com condutor de energia elétrica cabo ou fio.	2050411
	Colisão aeronave - luzes Evento relacionado a colisão de aeronave com luzes de aproximação, pista de pouso ou pistas de táxi.	2050403
	Colisão aeronave - aeronave estacionada Evento relacionado a colisão de aeronave com aeronave estacionada.	2050408
	Colisão aeronave - pessoa Evento relacionado a colisão de aeronave com pessoa.	2050410
	Colisão aeronave - banco de neve Evento relacionado a colisão de aeronave com montículo de neve.	2050412
	Colisão aeronave - estrutura Evento relacionado a colisão de aeronave com estrutura de aeródromo, incluindo auxílios a navegação/aproximação.	2050401
	Colisão aeronave - tora de madeira submersa Evento relacionado a colisão de aeronave com tora de madeira submersa ou semissubmersa.	2050405

	Colisão aeronave - estrutura alta Evento relacionado a colisão de aeronave com estrutura alta, ex: chaminé, mastro, poste ou estaca.	2050413
	Colisão aeronave - margens Evento relacionado a colisão de aeronave com dique ou margens.	2050406
	Colisão aeronave - árvore / vegetação alta Evento relacionado a colisão de aeronave com árvore(s)/vegetação alta.	2050414
	Colisão aeronave - veículo Evento relacionado a colisão de aeronave com veículo.	2050415
	Colisão aeronave - onda Evento relacionado a colisão de aeronave com onda.	2050416
	Colisão aeronave - outro objeto Evento relacionado a colisão de aeronave com objeto no solo diferente dos listados acima ou abaixo.	2050407
	Colisão aeronave - terreno Evento relacionado a colisão de aeronave com o terreno. Use colisão com o terreno quando a natureza do terreno não tem importância em relação ao impacto ou quando o impacto com o solo era inevitável. Use colisão com obstáculos quando a colisão se deveu a presença de obstáculo(s) na trajetória de movimento da aeronave.	2050200
	Colisão aeronave - terreno elevado Evento relacionado a colisão de aeronave com terreno elevado, um monte ou uma montanha.	2050202
	Colisão aeronave - terreno nivelado Evento relacionado a colisão de aeronave com terreno nivelado ou água.	2050201

	Pilotagem da aeronave Evento relacionado à pilotagem da aeronave.	2010000
	Relacionado a altitude Evento relacionado com altitude, envolvendo a operação da aeronave.	2010100
	Voo muito próximo do solo Evento relacionado a pilotar uma aeronave perto demais do solo.	2010102
	Outro evento de altitude Evento relacionado com altitude, diferente dos listados acima, e que foi associado com a pilotagem da aeronave.	2010103
	Manobra abrupta Evento relacionado a manobra abrupta.	2010200
	Tripulação - manobra abrupta Evento de manobra abrupta relacionado com a operação da aeronave pela tripulação.	2010202
	Ambiente - manobra abrupta Evento de manobra abrupta relacionado com o ambiente em que a aeronave estava sendo operada, ex: turbulência.	2010201
	Outra manobra abrupta Evento de manobra abrupta relacionado com circunstâncias diferentes das listadas acima.	2010203
	Aeronave - pouso com excesso de velocidade Pouso com velocidade significativamente maior que a velocidade de aproximação prevista.	2011500

	Aeronave - pouso longo Aeronave pousou além da zona de toque. Zona de toque: parte da pista, depois da cabeceira, destinada para o primeiro toque da aeronave na pista.	2011400
	Pouso ao lado da superfície de pouso Evento relacionado a pouso efetuado ao lado da superfície destinada para o pouso.	2010700
	Arraste asa/rotor/pod/flutuador Evento relacionado com arrastamento/arranhamento de asa (ponta), rotor, <i>pod</i> , flutuador durante a decolagem ou pouso.	2010300
	Pouso duro Evento relacionado a pouso duro. Pouso duro: pouso em que a desaceleração vertical da aeronave, durante o pouso, exija um cheque de <i>hard landing</i> .	2010600
	Rotação exagerada - arranhamento/batida da cauda (<i>tail strike</i>) Evento relacionado a rotação exagerada da aeronave na decolagem ou pouso.	2010900
	Guinada - decolagem/pouso Evento relacionado a guinada no solo/ "caranguejamento" de uma aeronave durante a decolagem ou pouso.	2010500
	Guinada intencional Evento relacionado a guinada no solo intencional ou guinada da aeronave na decolagem ou pouso, ex: para evitar obstáculos na área localizada após o final da pista (<i>overrun area</i>).	2010501
	Guinada não-intencional Evento relacionado à guinada no solo ou guinada não intencional da aeronave na decolagem ou pouso, ex: como resultado de perda de controle direcional.	2010502

	Conflito sistemas/tripulação Evento relacionado a conflito da tripulação com o sistema envolvido. A tripulação não entende/não segue/não espera aquilo que os sistemas da aeronave estão fazendo.	2010400
	Toque antes da pista (<i>undershoot</i>) Toque no solo antes da cabeceira. Por definição, <i>undershoot/overshoot</i> ocorrem próximos à pista. Pousos de emergência fora de aeroporto são excluídos desta categoria.	2010800
	Descida abaixo dos mínimos Descida abaixo da Altura de Decisão (DH) ou abaixo dos mínimos meteorológicos na aproximação ou descida em qualquer fase do voo em que a separação segura com o solo seja diminuída à metade ou menos (inclui quase-colisão com o solo, água, ou objetos no solo).	2011600
	Aproximação não estabilizada Aproximação estabilizada: Estes parâmetros definem uma aproximação estabilizada e devem ser atingidos até 1.000 pés sobre a elevação do aeródromo em IMC ou 500 pés em VMC: a) aeronave na trajetória correta de voo; b) pequenas mudanças de proa/arfagem necessárias para manter a trajetória correta de voo; c) a velocidade da aeronave não é superior a VREF + 20 knots e não inferior à VREF; d) aeronave na configuração de pouso correta; e) a razão de descida não é maior que 1.000 pés por minuto; se a aproximação necessitar de mais de 1.000 pés por minuto, deve ser feito um <i>briefing</i> especial; f) o ajuste de potência é apropriado para a configuração da aeronave e não é menor do que a potência mínima de aproximação definida no manual de operações da aeronave; g) todos os <i>briefings</i> e <i>checklists</i> foram realizados; h) tipos específicos de aproximação são estabilizadas se também cumprirem o seguinte: - aproximações ILS devem ser voadas dentro de uma marca do glide slope e do localizador; - uma aproximação ILS Categoria II ou Categoria III deve ser voada dentro da faixa expandida do localizador;	2011000

	<ul style="list-style-type: none"> - durante uma aproximação para circular, as asas devem estar niveladas na final quando a aeronave atingir 300 pés acima da elevação do aeródromo; e <p>i) procedimentos de aproximação especiais ou condições anormais exigindo desvio dos elementos acima listados requerem um <i>briefing</i> especial.</p>	
	<p>Sistema de alarme acionado (<i>Warning</i>) - real</p> <p>Evento relacionado ao acionamento de um alarme real do sistema de alarmes operacionais da aeronave, isto é, não relacionado com a confiabilidade dos sistemas da aeronave.</p>	2011100
	<p>Acionamento de alarme ACAS/TCAS - real</p> <p>Evento relacionado a acionamento de um alarme real do sistema embarcado de ACAS ou TCAS.</p> <p><i>Airborne Collision Avoidance System</i> (ACAS): sistema da aeronave baseado em sinais do <i>transponder</i> enviados ao RADAR secundário de vigilância (SSR), que opera independentemente de equipamentos instalados no solo para assessorar o piloto a respeito de aeronaves próximas e que possuem <i>transponders</i> SSR em funcionamento.</p> <p>Nota - neste contexto, o termo 'independentemente' significa que o ACAS opera independentemente de outros sistemas utilizados pelos serviços de tráfego aéreo, exceto para comunicações com estações de solo dotadas de Modo S.</p> <p><i>Traffic Alert and Collision Avoidance System</i> (TCAS): TCAS é a terminologia utilizada nos EUA para seu alerta de tráfego e prevenção de colisão.</p>	2011101
	<p>Alarme de configuração - real</p> <p>Evento relacionado a acionamento real de alarme de configuração.</p>	2011102
	<p>Alarme de aproximação com o solo - real</p> <p>Evento relacionado a alarme real do sistema de alarmes de proximidade com o solo.</p> <p><i>Ground Proximity Warning System</i> (GPWS): sistema capaz de prevenir a tripulação a respeito de colisão iminente com o solo.</p>	2011103

	Health monitoring system warning Health monitoring system: sistema de diagnóstico/prognóstico capaz de monitorar componentes estruturais de aeronaves de asa fixa/asas rotativas em voo.	2011105
	Alarme de estol acionado Alarme de estol acionado.	2011106
	Outro sistema de alarme acionado Evento relacionado a alarme real de um sistema embarcado, diferente dos listados acima.	2011104
	Pouso na água com as rodas baixadas Evento relacionado a pouso na água com as rodas baixadas.	2011300
	Pouso com trem recolhido Evento relacionado a pouso com trem recolhido em geral. Utilize quando a intenção não for conhecida. Deve ser utilizado quando o trem não está baixado ou travado antes do contato com a pista/solo no pouso.	2011200
	Pouso com trem recolhido - intencional Evento relacionado a pouso com trem recolhido intencional, ex: como resultado de algum evento prévio.	2011201
	Pouso com trem recolhido - não intencional Evento relacionado a pouso com trem recolhido não intencional, ex: a tripulação esqueceu de baixar o trem de pouso.	2011202
	Pouso com trem recolhido - causa desconhecida Evento relacionado a pouso de barriga em que não se sabe se foi intencional ou não.	2011203
	Navegação da aeronave Evento relacionado à navegação da aeronave.	2170000

	Erro de rumo de navegação Evento relacionado a seleção de rumo incorreto.	2170400
	Aeródromo errado selecionado Evento relacionado a seleção de aeródromo errado.	2170100
	Pista errada selecionada Evento relacionado a seleção de pista errada. Pode envolver tanto a seleção de uma pista diferente da pretendida como uma pista que não seja apropriada para as condições , ex: curta demais.	2170200
	Pista de táxi errada selecionada Evento relacionado a seleção de pista de táxi errada.	2170300
	Erro de navegação - outro Evento relacionado a erro de navegação diferente dos listados acima.	2170500
	Aeronave fora da área de movimento A aeronave saiu da área de movimento pretendida.	2070000
	Excursão de pista - final da pista (<i>runway overrun</i>) A aeronave ultrapassou o final da pista.	2070400
	Excursão de pátio A aeronave ultrapassou os limites do pátio.	2070300

	Excursão lateral da pista A aeronave saiu da pista pela lateral.	2070100
	Excursão de pista de táxi A aeronave saiu da pista de táxi.	2070200
	Eventos específicos com balões Eventos específicos com balões	2250000
	Cesto de balão preso em obstáculos Cesto de balão preso em obstáculos	2250400
	Deslizamento de cesto Deslizamento de cesto	2250500
	Tombamento do cesto Tombamento do cesto	2250300
	Incêndio do envelope Incêndio do envelope	2250100
	Saia queimada Saia queimada	2250101
	Painéis queimados Painéis queimados	2250102
	Envelope rasgado Envelope rasgado	2250200

	Pessoa caída/ejetada do cesto Pessoa caiada/ejetada do cesto, ocorre frequentemente no pouso	99010094
	Segurança da cabine Evento relacionado com a segurança da cabine. Nota: eventos relacionados com passageiros difíceis/indisciplinados ficam sob o título 'security'.	2030000
	Animais na cabine Evento relacionado com a presença de animais na cabine: cobre eventos relacionados com animais de estimação mas também aqueles relacionados com a presença de outros animais (indesejados) na cabine.	2031000
	Saída da cabine bloqueada Evento relacionado a saída de cabine bloqueada.	2030100
	Tripulação da cabine - razões médicas Tripulação de cabine incapacitada para exercer a função - razões médicas (sem relação com lesões).	2030400
	Tripulação de cabine - lesões sofridas Tripulação de cabine sofreu lesões que impactaram na capacidade de execução das tarefas.	2030500
	Tripulação de cabine - lesões sofridas em turbulência Tripulação de cabine sofreu lesões durante turbulência.	99010059
	Tripulação de cabine - outros Tripulação de cabine - incapaz de executar tarefas devido a razões diferentes de lesão ou outra razão médica.	2030600

	Comunicações cabine - cockpit Evento relacionado com comunicação cabine-cockpit, isto é, dificuldades de comunicação entre a tripulação de cabine e do cockpit não relacionadas com o sistema de comunicação.	2030700
	Abertura de porta/Interferência na porta - passageiros Abertura de porta ou interferência com portas por parte dos passageiros	2031100
	Emergência médica - passageiro Emergência médica - passageiro	2030800
	Bagagem de mão de passageiro Evento relacionado com bagagem de mão de passageiro: ex: deixar cair, vazamento, fumaça, ou pegando fogo.	2030900
	Outro evento relacionado com segurança na cabine sem relação com a tripulação Outro evento relacionado com segurança na cabine sem relação com a tripulação.	2039800
	Falha/não armação do escorregadeira Evento relacionado com escorregadeira que falhou ou não estava armada.	2030300
	Cinto de segurança inoperante Evento relacionado com cinto de segurança inoperante.	2030200
	Danos à aeronave Evento relacionado a danos à aeronave em geral.	2060000
	Danos por over-stress Evento relacionado com danos à aeronave por over-stress.	2060500

	Afundamento da aeronave Evento relacionado com danos causados à aeronave após submersão, ex: após pouso forçado exitoso na água.	2061300
	Dano causado por objeto Evento relacionado a danos causados a uma aeronave ao ser atingida por um objeto.	2060800
	Descarga de eletricidade estática Caso em que tudo está ok com o sistema de descarregamento estático, mas ocorreu um evento de descarga elétrica estática. Não inclui aeronave atingida por raios.	99010054
	F.O.D. Evento relacionado a dano causado à aeronave por F.O.D (não inclui fauna).	2060200
	Dano por ressonância solo Evento relacionado com danos a helicóptero causados por ressonância solo.	2060300
	Dano por raio Evento relacionado com danos à aeronave causados por raio.	2060400
	Impacto do rotor principal Evento relacionado a danos causados ao helicóptero após ser atingido pela pá do seu rotor principal. Inclui danos ao cone de cauda causados pelo rotor principal quando o cíclico é aplicado exageradamente.	2061500
	Hélice/rotor/jet blast Evento relacionado com danos a aeronave causados por impacto ou rajada da hélice, impacto do rotor, rajada de ar provocada por rotor de helicóptero ou por motor a jato.	2060600
	Afundamento de aeronave Evento relacionado a danos causados a aeronave quando afunda na superfície em que se encontrava apoiada.	2060700

	Tripulação de voo Evento relacionado com membro da tripulação de voo (como pessoa, não relacionado com uma ação específica).	2040000
	Incapacitação/doença/questão médica - tripulação de voo Evento relacionado com incapacitação/doença/outra questão médica envolvendo um membro da tripulação.	2040100
	Tripulação de voo / ANS Evento relacionado com a interação entre o serviço de navegação aérea e a tripulação de voo.	2020000
	ANS - autorização Evento relacionado com a autorização. <i>ANS - Air Navigation Service</i>	2020200
	Autorização incorreta A autorização foi dada com erro, uma autorização errada foi dada.	2020201
	Autorização - altitude errada Evento relacionado com autorização para uma altitude errada pelos serviços ANS.	2020202
	ANS provisão - informações Evento relacionado com o fornecimento de informações pelo ANS.	2020600
	ANS - informações de voo Evento relacionado com o fornecimento de informações de voo pelo ANS.	2020601
	ANS - informações geográficas Evento relacionado com o fornecimento de informações geográficas, de terreno ou altura pelo ANS.	2020602

	ANS - informações meteorológicas Evento relacionado com o fornecimento de informações meteorológicas pelo ANS, ex: informações meteorológicas importantes não fornecidas ou fornecidas com atraso.	2020603
	ANS - informações de tráfego Evento relacionado com fornecimento de informações de tráfego pelo ANS (atrasadas, impróprias, nenhuma, etc.)	2020604
	Comunicações da tripulação de voo com o ANS Evento relacionado com as comunicações entre a tripulação e o ANS. Não deve ser usado quando houver dificuldade técnica relacionada com a comunicação.	2020300
	Desvio/autorização ATC Evento relacionado com descumprimento de uma autorização de controle de tráfego aéreo.	2020500
	Desvio-aproximação Evento relacionado com descumprimento de uma autorização de aproximação do controle de tráfego aéreo.	2020508
	Desvio - autorização (detalhes) Evento relacionado com descumprimento de uma rota/rumo/proa autorizada pelo controle de tráfego aéreo.	2020518
	Desvio - limite de autorização Evento relacionado com descumprimento de um limite de autorização do ATC.	2020512
	Desvio - subida/descida Evento relacionado com descumprimento de restrições de razão de subida/descida do ATC.	2020521
	Desvio - subida/descida (limite) Evento relacionado com descumprimento de restrições de subida/descida do ATC.	2020522

	Desvio - autorização em rota Evento relacionado com descumprimento de autorização em rota do ATC.	2020506
	Desvio - nível/altitude de voo Evento relacionado com descumprimento de nível de voo/altitude autorizada pelo ATC, também conhecida como <i>altitude bust</i> ou <i>level bust</i> (invasão de altitude/nível)	2020517
	Desvio - procedimento de espera Evento relacionado com descumprimento de autorização de procedimento de espera do ATC.	2020509
	Desvio - manter posição Descumprimento de uma autorização tipo ' <i>hold short</i> ' , uma autorização em que a aeronave é instruída a parar antes de um ponto definido.	2020523
	Desvio - pouso Evento relacionado com descumprimento de autorização de pouso do ATC.	2020510
	Desvio - alinhamento para decolar Evento relacionado com descumprimento de autorização ATC associada com o alinhamento para decolagem.	2020504
	Desvio - aproximação baixa Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC para aproximação baixa.	2020515
	Desvio - aproximação perdida Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC para aproximação perdida.	2020514
	Desvio - procedimento de redução de ruído Desvio - Procedimento de redução de ruído.	2020524

	Desvio - oceânica Evento relacionado com descumprimento de autorização oceânica do ATC.	2020507
	Desvio - push-back Evento relacionado com descumprimento de autorização de <i>push-back</i> do ATC.	2020502
	Desvio - cruzamento de pista Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC para cruzamento de pista.	2020511
	Desvio - procedimento especial Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC para procedimento especial.	2020513
	Desvio - velocidade especificada Evento relacionado com descumprimento de uma velocidade designada ou especificada pelo ATC.	2020519
	Desvio - acionamento de motores Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC para partida dos motores.	2020501
	Desvio - decolagem Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC associada com a decolagem.	2020505
	Desvio - táxi Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC associada com o táxi.	2020503
	Desvio - time restriction Evento relacionado com descumprimento de restrições/limitações de tempo definidas pelo ATC.	2020520

	Desvio - toque e arremetida Evento relacionado com descumprimento de autorização do ATC associada com toque e arremetida.	2020516
	Desvio - Regulamento ATM Evento relacionado com o descumprimento de Regulamento do Gerenciamento de Tráfego Aéreo.	2020700
	Desvio - equipamentos ATM Evento relacionado com descumprimento de porte obrigatório de equipamento aeronáutico, ex: operação de aeronave não equipada para RVSM em espaço aéreo RVSM	2020702
	Outros desvios de ATM Evento relacionado com descumprimento de normas do ATM aplicáveis, diferente dos listados acima.	2020703
	Desvio de tripulação de voo Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de procedimentos do ATM aplicáveis.	2020800
	Violação de espaço aéreo Evento relacionado com infração/penetração não autorizada de espaço aéreo controlado ou restrito.	2020400
	Desvio - mínimos de pouso do ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação dos mínimos de pouso aplicáveis do ATM.	2020802
	Desvio - SID do ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de Procedimento Padrão de Saída por Instrumentos (SID) do ATM aplicável.	2020803
	Desvio - STAR do ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de procedimento STAR do ATM aplicável.	2020804

	Desvio - procedimento de aproximação do ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de procedimento de aproximação do ATM aplicável.	2020805
	Desvio - restrição de velocidade do ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de restrições de velocidade ATM aplicáveis.	2020806
	Desvio - altitude mínima de segurança em rota Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de procedimento ATM aplicável relativo à altitude mínima de segurança em rota. MSA: Altitude mostrada em cartas de aproximação que fornece uma separação de pelo menos 1000 pés para utilização dentro de uma distância especificada da facilidade de navegação sobre o qual um procedimento é estabelecido.	2020801
	Desvio - Plano de voo Evento relacionado com descumprimento de plano de voo pela tripulação.	99010037
	Discrepância de plano de voo O plano de voo disponível para a tripulação difere do plano de voo disponível para o ATC.	99010036
	Conflito de tráfego Evento relacionado a conflito de tráfego.	2020100
	Outros procedimentos ATM Evento relacionado com descumprimento pela tripulação de procedimento ATM aplicável, diferente dos listados acima.	2020900
	Preparação do voo Evento relacionado com preparação do voo.	2120000

	Plano de voo incorreto Um plano de voo incorreto foi utilizado para preparar o voo.	99010031
	Balanceamento incorreto do combustível Evento relacionado com Balanceamento incorreto do combustível resultante de ação no solo, não como resultado de ações ou eventos durante o voo.	2120200
	Carregamento incorreto Evento relacionado com carregamento incorreto da aeronave.	2120100
	Violação de equipamento mínimo Evento relacionado com decolagem em violação dos requisitos de equipamento mínimo.	2120300
	Decolagem com excesso de peso/centro de gravidade incorreto Evento relacionado com decolagem acima do peso.	2120400
	Decolagem - dano prévio Evento relacionado com decolagem de aeronave com danos prévios.	2120500
	Serviços de apoio de solo Evento relacionado com serviços de apoio de solo.	2130000
	Carga externa de helicóptero (<i>load/cargo</i>) Eventos relacionados com operações de helicóptero em conjunto com carga externa/gancho de carga.	99010038
	Carga externa - presa A carga externa ficou presa a objetos no solo.	99010044

	Carga externa - contato com estrutura ou componente da aeronave Carga externa - Contato com estrutura ou componente da aeronave (como rotor principal ou de cauda)	99010042
	Carga externa - contato com o rotor principal	99010064
	Carga externa - contato com o rotor de cauda	99010065
	Carga externa - contato com o terreno/objeto	99010043
	Carga externa - lançada/liberada/ejetada Lançamento/liberação / ejeção de carga externa	99010039
	Lançamento intencional de carga externa Evento relacionado com o lançamento intencional de carga externa.	99010040
	Lançamento não intencional de carga externa Lançamento não intencional como resultado de manejo incorreto ou de uma falha técnica.	99010041
	Carga externa - queda do gancho de carga Queda do gancho de uma carga externa.	99010063
	Carga externa - oscilações/rotações Oscilações/rotações da carga externa.	99010045
	Carga externa - outros Qualquer outro evento relacionado com operação de carga externa.	99010046
	Contato de corda/cabo com a fuselagem A corda/cabo fez contato/ficou enroscada na fuselagem.	99010068

	Contato de corda/cabo com o rotor principal A corda/cabo entrou em contato com o rotor principal.	99010066
	Contato de corda/cabo com rotor de cauda A corda/cabo entrou em contato/ficou enroscada no rotor de cauda	99010067
	Desvio da trajetória de voo de helicóptero Evento relacionado com desvio de arfagem em relação à trajetória ou de atitude de voo pretendida para um helicóptero.	2090000
	Helicóptero - desvio da altitude Evento relacionado com desvio de atitude em relação à trajetória de voo pretendida para um helicóptero.	2090100
	Helicóptero - desvio da proa Evento relacionado com desvio de proa em relação à trajetória de voo pretendida para um helicóptero.	2090200
	Helicóptero - desvio da atitude de arfagem Evento relacionado com desvio de arfagem, em relação à atitude pretendida para um helicóptero (perda de controle de arfagem).	2090300
	Helicóptero - desvio de ângulo de rolagem Evento relacionado com desvio de rolagem em relação ao ângulo de voo pretendido para um helicóptero.	2090400
	Helicóptero - rolamento dinâmico Rolamento no solo de um helicóptero, resultante de efeito cumulativo de forças dinâmicas. Essas forças geram uma reação de rolamento no helicóptero que excede seu ângulo estático de rolamento.	2090500
	Helicóptero - RPM rotor inadequada Evento relacionado com RPM inadequada do rotor do helicóptero.	2090600

	Helicóptero - mast bumping Numa condição de G baixa, uma ação corretiva imprópria pode fazer com que o HUB do rotor principal faça contato com o mastro do rotor.	99010047
	Helicóptero - settling with power /estol de vórtice Settling With Power: uma condição de configuração de potência do helicóptero, em que a potência necessária para um voo pairado é maior do que a potência disponível, normalmente em consequência de uma tentativa de manter voo pairado fora do efeito solo com potência disponível insuficiente para compensar a altitude, temperatura e/ou umidade. Estol de Vórtice: Uma área de fluxo de ar não uniforme e instável em volta de um rotor principal ou rotor de cauda em rotação, na qual o rotor é afetado por uma velocidade de fluxo de ar que se aproxima ou excede o fluxo de ar produzido pelo rotor afetado. Caracteriza-se por uma necessidade repentina de maior potência e/ou arfagem do rotor quando o fluxo de ar proveniente do rotor afetado é forçado de volta através e em volta do rotor.	2090700
	Helicóptero - Guinada não controlada Evento relacionado com rotação não controlada ou guinada não comandada por um helicóptero (inclui perda de efetividade do rotor de cauda - LTE).	2090800
	Perda de efetividade do rotor de cauda (LTE) Condição aerodinâmica crítica de voo a baixa velocidade que pode causar uma rápida guinada não comandada e que não cessa espontaneamente. A LTE não tem relação com um problema técnico. Ela resulta do fato que o rotor de cauda deixa de prover um empuxo apropriado para manutenção do controle direcional, e é normalmente causada por certas direções do vento em voo pairado, por um empuxo insuficiente do rotor de cauda para um determinado ajuste de potência em altitude mais elevadas.	99010061
	Guinada - Outro Qualquer outra guinada não controlada (helicóptero).	99010062
	Helicóptero - outros desvios da trajetória de voo Evento relacionado com o desvio de um helicóptero da trajetória/altitude de voo, diferente dos listados acima.	2090900

	Incursões em geral Evento relacionado com qualquer incursão numa área não autorizada para a entrada da pessoa, aeronave, equipamento ou veículo.	2200000
	Incursão - pátio/rampa Evento relacionado com Incursão em pátio /rampa	2200300
	Incursão em pátio - aeronave Evento relacionado com incursão em pátio por uma aeronave.	2200301
	Incursão em pátio - pessoa Evento relacionado com incursão em pátio por uma pessoa.	2200303
	Incursão em pátio - veículo/equipamento Evento relacionado com incursão em pátio por um veículo ou equipamento.	2200302
	Incursões em pista Evento relacionado com incursão em pista.	2200100
	Incursões em pista - aeronave Evento relacionado com incursão em pista por uma aeronave.	2200101
	Incursões em pista - pessoa Evento relacionado com Incursão em pista por uma pessoa.	2200103
	Incursões em pista - veículo/equipamento Evento relacionado com Incursão em pista por veículo ou equipamento.	2200102
	Incursão em pista de táxi Evento relacionado com Incursão em <i>taxiway</i> .	2200200

	Incursão em pista de táxi - aeronave Evento relacionado com Incursão em <i>taxiway</i> por uma aeronave.	2200201
	Incursão em pista de táxi - pessoa Evento relacionado com Incursão em <i>taxiway</i> por uma pessoa.	2200203
	Incursão em pista de táxi - veículo/equipamento Evento relacionado com Incursão em <i>taxiway</i> por um veículo ou equipamento.	2200202
	Lesões a pessoas Evento relacionado com lesões a pessoas.	2150000
	Lesões - manobra abrupta Evento relacionado com lesões aos ocupantes de uma aeronave devido à manobra abrupta.	2150200
	Lesões - componente de aeronave Lesões decorrentes de contato com a aeronave ou componente da aeronave.	2150400
	Lesões - turbulência Evento relacionado com lesões aos ocupantes de uma aeronave devido à turbulência.	2150100
	Lesões - operação de içamento por guincho ou gancho de carga Lesões sofridas por pessoas enquanto parte de uma carga de gancho ou sendo içadas (exclui lesões a pessoas no solo causadas pela carga do guincho/gancho).	99010070
	Lesões - hélice/jet blast Evento relacionado com lesões recebidas por contato com rajada de hélice, <i>downwash</i> do rotor do helicóptero ou <i>jet blast</i> .	2150300

	Lesões por outras fontes Evento relacionado com lesões recebidas de outras fontes, diferentes das listadas acima.	2150500
	Interferência na aeronave, a partir do solo Interferência na aeronave a partir do solo, uma atividade de solo que interferiu na operação da aeronave.	2270000
	Interferência por balões Balões de voo livre não tripulados ou soltura de grande quantidade de balões por outros motivos.	2270600
	Interferência por fogos de artifício	2270200
	Interferência por pipas	2270400
	Interferência por LASER/Beamer <i>Beamer:</i> luz de grande potência, ex: utilizada na criação de efeitos.	2270100
	Interferência por atividade de aeromodelismo Usar quando não resultar em quase colisão.	2270500
	Interferência por holofotes	2270300
	Interferência por outra atividade baseada no solo	2270700
	Material caindo da aeronave Evento relacionado com material caindo da aeronave.	2160000
	Gelo Evento relacionado com gelo caindo da aeronave.	2160100

	Gelo - drenos da galley Evento relacionado com acúmulos externos de gelo, resultantes de drenagem da <i>galley</i> , caindo da aeronave.	2160102
	Gelo - água potável Evento relacionado com acúmulos externos de gelo, resultantes de drenagem de água potável, caindo da aeronave.	2160104
	Gelo - água do banheiro(vaso) Evento relacionado com acúmulos externos de gelo, resultantes de drenagem dos toaletes, caindo da aeronave.	2160103
	Gelo - meteorologia Evento relacionado com acúmulos externos de gelo, resultantes do meio ambiente, caindo da aeronave.	2160101
	Gelo - indeterminado Evento relacionado com acúmulos externos de gelo, de origem não determinada, caindo da aeronave.	2160105
	Objetos - exceto gelo Evento relacionado com qualquer objeto caindo da aeronave, exceto gelo.	2160200
	Componente identificado Evento relacionado com um componente identificado da aeronave, exceto painel, caindo da aeronave.	2160202
	Painéis Evento relacionado com painel caindo da aeronave.	2160201
	Componente não identificado Evento relacionado com componente não identificado caindo da aeronave.	2160203

	Avistamento - objeto caindo da aeronave Evento relacionado com avistamento de objeto caindo da aeronave.	2160300
	Ingestão de objeto pelo motor Evento relacionado com ingestão de objetos pelos motores de uma aeronave.	2140000
	Ingestão - gelo Evento relacionado com ingestão de gelo pelo motor de uma aeronave.	2140300
	Turbina - ave Evento relacionado com ingestão de ave por motor a turbina.	2140100
	Ingestão - água Evento relacionado com ingestão de água pelo motor de uma aeronave.	2140200
	Outros itens Evento relacionado com ingestão de outros itens pelo motor de uma aeronave, exceto aves, gelo, ou água em estado líquido.	2140400
	Pessoa - não tripulante Evento relacionado com pessoa (não tripulante do voo).	2210000
	Passageiro problemático Evento relacionado com passageiro problemático.	2210100
	Emergência médica - Passageiro Evento relacionado com emergência médica (não tripulante da cabine).	2210200
	Outros - pessoa não tripulante de voo Evento, diferente dos listados acima, envolvendo pessoa não tripulante.	2210300

	Eventos específicos com planadores Eventos específicos das operações com planadores. Planador: aeronave de asa fixa, não dotada de motor, mais pesada que o ar.	2240000
	Reboque por aeronave Evento relacionado com o reboque de um planador por outra aeronave	2240200
	Reboque aéreo - outros Qualquer outro evento relacionado com operações de reboque aéreo.	2240205
	Subida acima da aeronave rebocadora Subida acima da aeronave rebocadora	2240202
	Falha do cabo de reboque O cabo usado no reboque aéreo falhou.	2240203
	Desconexão do cabo O cabo usado no reboque aéreo desconectou.	2240204
	Falha da aeronave rebocadora Uma falha da aeronave rebocadora	2240201
	Falta de sustentação Falta de sustentação.	2240300
	Falta de sustentação - térmica Falta de sustentação - térmica	2240301

	Falta de sustentação - encosta Falta de sustentação - encosta	2240303
	Falta de sustentação - onda Falta de sustentação - onda de montanha	2240302
	Lançamento por guincho Evento relacionado com lançamento por guincho: evento especificamente relacionado com lançamento de planador por guincho.	2240100
	Desconexão do cabo O cabo se soltou da aeronave durante o lançamento por guincho.	2240104
	Falha do cabo	99010001
	Decolagem interrompida Decolagem interrompida. Interrupção do lançamento por guincho.	2240101
	Falha durante o lançamento - outros Qualquer outra falha durante o lançamento de um planador por guincho.	2240198
	Segurança em geral (Security) Evento relacionado com segurança em geral (Security).	2230000
	Aeronave danificada por ato ilícito Aeronave danificada por ato ilícito.	2230800
	Alerta/ameaça de bomba Evento relacionado com alerta/ameaça de bomba.	2230100

	Passageiro difícil/indisciplinado Passageiro difícil/indisciplinado: inclui comportamento agressivo, fumar, não obedecer instruções, embriaguez significativa, ações indecentes, etc.	2230500
	Passageiro agressivo	99010096
	Invasão do cockpit Invasão não autorizada do cockpit por passageiros.	99010084
	Passageiro embriagado	99010097
	Fumante na cabine/banheiro Fumante na cabine/banheiro	99010091
	Uso de celular e Dispositivos Eletrônicos Pessoais Uso de celular e Dispositivos Eletrônicos Pessoais.	99010086
	Sequestro Evento relacionado com sequestro.	2230200
	Intervenção militar Evento relacionado com intervenção militar.	2230400
	Sabotagem Evento relacionado com sabotagem.	2230300

	Clandestino Clandestino: pessoa que se esconde a bordo da aeronave, com a intenção de voar de graça.	2230600
	Ameaças Ameaças: inclui ameaças feitas por passageiros, ameaças de bomba, etc.	2230700
	Sistema de alarme acionado(Warning) - real Evento relacionado ao acionamento de um alarme real do sistema de alarmes operacionais da aeronave, isto é, não relacionado com a confiabilidade dos sistemas da aeronave.	2260000
	Acionamento de alarme ACAS/TCAS - real Evento relacionado a acionamento de um alarme real do sistema embarcado de ACAS ou TCAS. <i>Airborne Collision Avoidance System (ACAS):</i> sistema da aeronave baseado em sinais do <i>transponder</i> enviados ao RADAR secundário de vigilância (SSR), que opera independentemente de equipamentos instalados no solo para assessorar o piloto, a respeito de aeronaves próximas e que possuem <i>transponders</i> SSR em funcionamento. Nota - neste contexto, o termo 'independentemente' significa que o ACAS opera independentemente de outros sistemas utilizados pelos serviços de tráfego aéreo, exceto para comunicações com estações de solo dotadas de Modo S. <i>Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS):</i> TCAS é a terminologia utilizada nos EUA para seu alerta de tráfego e prevenção de colisão.	2260100
	Alarme de configuração - real Evento relacionado a acionamento real de alarme de configuração.	2260200
	Alarme de desbalanceamento de combustível acionado	99010057
	Alarme de aproximação com o solo - real Evento relacionado a alarme real do sistema de alarmes de proximidade com o solo. <i>Ground Proximity Warning System (GPWS):</i> sistema capaz de prevenir a tripulação a respeito de colisão iminente com o solo.	2260300

	Health monitoring system warning Health monitoring system: sistema de diagnóstico/prognóstico capaz de monitorar componentes estruturais de aeronaves de asa fixa/asas rotativas em voo.	2260400
	Alarme de baixo combustível acionado	99010072
	Alarme de estol acionado Alarme de estol acionado.	2260500
	Outro sistema de alarme acionado Evento relacionado com alarme autêntico de um sistema embarcado, diferente daqueles para os quais um tipo específico de evento é disponibilizado.	2260600
	Condições meteorológicas Evento relacionado com as condições meteorológicas.	2220000
	Condição adversa relacionada com nuvem Aeronave se deparou com condições de nuvem adversas, ex: topo da nuvem alto demais, etc.	2221400
	Vento de través Evento relacionado com aeronave, ao se deparar com vento de través . Vento de través: vento não paralelo à pista ou à trajetória da aeronave.	2220800
	Vento de proa A aeronave se deparou com vento de proa. Frequentemente usado para indicar que o vento de proa foi mais forte que o esperado ou planejado.	2221100
	Ventos fortes Aeronave se deparou com ventos fortes: para ser usado quando a aeronave foi danificada por ventos fortes.	2221200

	Encontro com granizo Encontro com granizo: para ser usado quando a aeronave foi danificada por granizo.	2221300
	Condições de formação de gelo Condições de formação de gelo: condições meteorológicas favorecendo a formação de gelo na aeronave em voo. Essas condições se caracterizam normalmente por umidade visível no ar e temperaturas próximas das de congelamento. Pilotos que se deparam com essas condições são encorajados a emitir um relatório meteorológico (PIREP) imediatamente.	2220100
	Condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC) Evento relacionado com aeronave encontrando condições meteorológicas por instrumento . IMC refere-se à visibilidade, à distância de nuvens, e ao teto abaixo dos mínimos especificados para condições VMC.	2220500
	Atingido por raio Impacto por raio.	2222000
	Perda de referências visuais Perda de referências visuais	2221000
	Fogo de Santelmo Fenômenos conhecidos como Fogo de Santelmo.	99010093
	Vento de cauda Evento relacionado com a aeronave encontrando vento de cauda.	2220900

	<p>Turbulência</p> <p>Encontro com qualquer um ou todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) turbulência de céu claro (CAT) b) turbulência em nuvem c) vórtice / esteira de turbulência a ser usado também em eventos nos quais a aeronave foi danificada por turbulência. <p>A Turbulência de Céu Claro (CAT) é a turbulência encontrada por aeronaves em altas altitudes (acima de 18.000 pés) em condições de ausência de nuvens ou em condições de nuvens estratiformes. A CAT ocorre quando as ondulações (conhecidas como ondas de gravidade) na atmosfera superior se tornam abruptas e instáveis, para em seguida irromper numa movimentação caótica. A escala de movimentação de onda que normalmente afeta uma aeronave a jato varia de aproximadamente 10 metros a 1-2 quilômetros. Essas ondas instáveis ocorrem quando cortantes de vento verticais se tornam excessivas num certo local, permitindo que elas sobrepujem a estabilidade das condições de temperatura do ambiente. Essa condição é chamada de instabilidade <i>Kelvin-Helmholtz</i>.</p> <p>A maioria das CAT ocorrem nas margens (não no centro) das correntes de jato, próximas dos níveis superiores das zonas frontais onde os contrastes de temperatura são grandes.</p> <p>A CAT pode também ocorrer quando ventos fortes cruzam uma cadeia de montanhas em certas condições térmicas, permitindo que as ondas de gravidade se amplifique e propaguem verticalmente em direção à estratosfera. Essas "ondas de montanha" podem ser ondulações suaves, resultando em correntes ascendentes e descendentes ou podem evoluir para uma turbulência de menor escala.</p> <p>Uma terceira situação em que ocorre a CAT é quando ventos fortes encontram o topo de nuvens de tempestade, resultando em fortes ondas de cortantes de vento que se estendem ao longo das correntes de uma nuvem convectiva.</p>	2220600
	<p>Meteorologia - condições inesperadas inesperada</p> <p>Evento relacionado com encontro da aeronave com condições meteorológicas inesperadas, diferentes das listadas acima.</p>	2220700
	<p>Cinza vulcânica</p> <p>Evento relacionado com encontro da aeronave com cinzas vulcânicas.</p>	2220300

	Esteira de turbulência Esteira de turbulência: ar turbulento causado por uma das seguintes condições: a) vórtices de ponta de asa ; b) vórtices de ponta de rotor; c) <i>jet blast</i> de motor a jato; d) <i>downwash</i> de rotor; e e) sopro de hélice. Vórtice de ponta de asa: Um padrão circular de corrente de ar criado pelo movimento de um aerofólio através do ar, quando o aerofólio estiver gerando sustentação. À medida que um aerofólio se move através da atmosfera em voo sustentado, uma área de alta pressão é criada abaixo e uma área de baixa pressão é criada acima dele. O ar fluindo da área de alta pressão para a área de baixa pressão em torno das pontas do aerofólio tende a girar rapidamente em dois vórtices de forma cilíndrica. Esses vórtices fazem parte predominante da esteira de turbulência das aeronaves e sua força de rotação depende do <i>wing loading</i> , peso bruto e velocidade da aeronave geradora da turbulência. Os vórtices gerados por aeronaves de médio a grande porte podem ser perigosos para aeronaves menores.	2220400
	Cortante de vento Cortante de vento: Mudança de direção e/ou velocidade do vento num curto espaço. Pode ocorrer na direção horizontal ou vertical ou em ambas.	2220200
	Sistema/componente da aeronave Um evento relacionado com a aeronave como um todo, ou com um sistema da aeronave, ou com um dos componentes da aeronave.	1000000
	Performance da aeronave Evento relacionado com a performance publicada da aeronave.	1010000
	Performance degradada Evento em que a aeronave não atingiu o desempenho publicado.	1010100

	Cheques de manutenção - prazos Limites de tempo recomendados pelos fabricantes para inspeções, cheques e inspeções de manutenção (tanto programadas quanto não programadas).	99010073
	Dimensões e áreas Cartas, diagramas e textos que mostram a área, dimensões, estações, portas de acesso, zoneamento e locais físicos de importantes componentes estruturais da aeronave. Inclui explicação sobre o sistema de zoneamento e medição utilizado.	99010074
	Evento relacionado com suspensão e escoramento Eventos relacionados com procedimentos para suspender e escorar aeronaves em qualquer situação a que sejam submetidas. Inclui procedimentos de levantamento e escoramento que possam ser empregados durante manutenção ou reparo da aeronave.	99010002
	Evento relacionado a triangulação e pesagem de aeronave Eventos relacionados com os dados para triangulação da aeronave e os de preparação para qualquer uma das atividades de manutenção, revisão, reparos importantes que possam se tornar necessários durante a vida da aeronave. Deve incluir também as unidades especificamente dedicadas para gravação, armazenamento ou cômputo dos dados relativos a peso e balanceamento. Inclui as práticas necessárias para preparar a aeronave para a pesagem.	99010003
	Relacionado com equipamento de reboque e táxi Evento relacionado com equipamentos da aeronave especificamente utilizado para reboque e táxi.	1090000
	Reboque Evento relacionado com equipamento da aeronave utilizado para reboque.	1091000
	Falha do garfo/cabo de reboque Evento relacionado com falha do garfo de reboque ou cabo de reboque. Nota: contempla também o reboque em aeroporto feito por camionetes e reboque de aeronave por outra aeronave	1091001

	Estacionamento e amarração Evento relacionado com equipamento de estacionamento ou amarração de aeronaves.	1100000
	Placards e marcações Evento relacionado com quaisquer letreiros, decalques ou marcações instalados pelo fabricante, incluindo as exigidas por regulamentação da autoridade de aviação. A localização do item é essencial, ex: decalque de “fechado e travado” faltando na porta principal de entrada dos passageiros.	1110000
	Execução de serviço Evento relacionado com execução de serviço na aeronave.	1120000
	Hardware - miscelânea Eventos relacionados com partes variadas não associadas com componentes instalados ou sistemas da aeronave.	99010004
	Análise de vibração/ruído em helicóptero	1180000
	Análise de vibração em helicóptero	1180100
	Análise de ruído em helicóptero Evento relacionado a análise de ruído em helicóptero.	1182000
	Procedimento padrão - célula Procedimento padrão - célula	99010075
	Ar-condicionado e pressurização Evento relacionado com partes (peças) variadas que não podem ser associadas com códigos específicos de ar-condicionado, pressurização ou distribuição, ex: canos e mangueiras. Também para aquelas unidades e componentes que fornecem meios de pressurização, aquecimento, resfriamento, controle de umidade, filtragem e tratamento do ar usado para ventilar áreas da fuselagem dentro da área pressurizada.	1210000

	Sistema de refrigeração da cabine Unidades e sistemas que fornecem ar resfriado para o <i>cockpit</i> ou cabine. Não inclui o controle de temperatura e sistema de indicação. Partes típicas são válvulas de fluxo, relé, condensador, sensor <i>ram air</i> , comutador de calor, turbina de resfriamento, máquina de ciclo de ar, etc.	99010055
	Sistema de refrigeração de equipamentos	99010056
	Sistema de voo automático Evento relacionado com as unidades e componentes que fornecem um meio para controlar automaticamente o voo da aeronave. Inclui aquelas unidades e componentes que controlam a direção, proa, atitude e velocidade.	1220000
	Sistema de comunicação Evento relacionado com as unidades e componentes que fornecem um meio de comunicação de uma área da aeronave com outra e entre a aeronave e estações no solo. Inclui voz, dados, componentes de comunicação por onda contínua, sistema de comunicação com os passageiros, interfones, telefones por satélite, reprodutores de fita, etc.	1230000
	Sistema de energia elétrica Evento relacionado com unidades e componentes elétricos que geram, controlam, e fornecem energia elétrica AC/DC para outros sistemas por meio de barras coletoras secundárias.	1240000
	Equipamentos/apetrechos da aeronave Evento relacionado com peças de equipamento removíveis e apetrechos montados ou contidos em voo, nos compartimentos de passageiros, carga ou acessórios.	1250000
	Compartimento de voo Evento relacionado com equipamento removível e apetrechos no <i>cockpit</i> ou estação de trabalho da tripulação de natureza geral, por exemplo, assentos, arreios de ombro, cintos de segurança, visores para sol, pasta para mapas, suportes e equipamentos de fixação.	1251000

	Compartimento de passageiros Evento relacionado com equipamentos removíveis e apetrechos de natureza geral dentro da cabine, p.ex: assentos, cintos de segurança, porta-chapéus, armários, painel, e objetos para o conforto dos passageiros, como cobertores e travesseiros pessoais.	1252000
	Buffet/galleys Evento relacionado com equipamento da <i>galley</i> . Partes típicas são: chapa elétrica, bule, carrinhos de serviço de bordo, fornos, bandeja, <i>pad</i> , relé, interruptor, conector e dispensador.	1253000
	Banheiros Evento relacionado com unidades e sistemas associados e itens localizados nos banheiros como lixeiras e dispensadores.	1254000
	Compartimentos adicionais Eventos relacionados com compartimentos adicionais para uso dos passageiros e/ou tripulação. Inclui compartimentos de repouso, dormitórios, etc.	99010006
	Equipamento de emergência Eventos relacionados com equipamentos transportados para serem usados em procedimentos de emergência. Inclui equipamento de evacuação, botes salva-vidas, coletes, transmissores localizadores de emergência, dispositivos localizadores subaquáticos, <i>kit</i> de primeiros socorros, incubadoras, tendas de oxigênio, macas, <i>flares</i> de pouso e sinalização, paraquedas de arrasto, sistemas de sinalização de evacuação, etc. Não inclui extintores, equipamento e máscaras de oxigênio.	99010005
	Escorregadeira Evento relacionado a escorregadeira..	1256500
	Sistema de proteção contra fogo Evento relacionado com unidades e componentes fixos e portáteis que detectam e indicam fogo ou fumaça, e armazenam/liberam substâncias antifogo para todas as áreas protegidas da aeronave.	1260000

	Comando de voo da aeronave Evento relacionado com unidades e componentes que disponibilizam um meio de controlar manualmente as características de atitude de voo da aeronave. Inclui também os aspectos de funcionamento e manutenção dos flapes, <i>spoilers</i> e outras superfícies de controle, mas não inclui a estrutura. Não inclui os comandos de voo de aeronaves de asas rotativas. Partes típicas são: <i>hydraulic boost system, controls and mounting brackets</i> .	1270000
	Sistema de controle dos flaps Componentes e partes do sistema, exceto o atuador e o indicador de posição que controla a posição e o movimento dos flapes. Partes típicas são: válvula de controle, interruptor, limitador de fluxo, cabo, tubo de torque, transmissão, macaco de rosca, válvula <i>by-pass</i> , interruptor de fim de curso, mola de retorno, <i>buss cable</i> , etc.	1270100
	Sistema de controle de slats Componentes e partes do sistema, exceto o atuador e o sistema indicador de posição que controla a posição e o movimento dos <i>slats</i> utilizados para aumentar a sustentação. Partes típicas são: os <i>slats, slots</i> de asa de abertura variável, válvula de prioridade, interruptor, cabo, roldana, suporte do atuador, eixo de torque, regulador, etc.	1270200
	Sistema de combustível Evento relacionado com as unidades e componentes que armazenam e fornecem combustível para o motor. Inclui detecção e vedação de vazamento de tanque integral. Não inclui a estrutura de tanques integrais de ponta de asa, placas de fundo de célula de combustível, o sensor de fluxo de combustível, e sistemas de transmissão ou indicadores.	1280000
	Vazamento de combustível Combustível saindo de tubulação e reservatórios combustível (quebrados/rompidos), etc.	1280100
	Sistema hidráulico Evento relacionado com unidades e componentes que fornecem fluido hidráulico sob pressão para um ponto comum(coletor) para redistribuição a outros sistemas definidos.	1290000

	Sistema de proteção contra gelo/chuva Evento relacionado com unidades e componentes que fornecem um meio de prevenir ou dissipar a formação de gelo ou chuva em várias partes da aeronave.	1300000
	Sistemas de indicação/gravação Evento relacionado com a visualização pictórica de todos os instrumentos, painéis e controles. Abrangência dos sistemas que dão alerta visual ou acústico sobre as condições dos sistemas que gravam, armazenam, ou calculam dados de sistemas não relacionados. Inclui os sistemas ou unidades que integram instrumentos indicadores em um sistema de visualização central não relacionado a qualquer sistema específico.	1310000
	Gravação de dados Evento relacionado com a unidade que grava continuamente dados críticos do voo, de sistemas da aeronave e do sistema motopropulsor, por exemplo: altitude, velocidade aerodinâmica, altitude ou potência do motor. Inclui o sistema e as partes que proporcionam uma fonte de energia e os <i>inputs</i> provenientes de várias fontes, para o gravador de dados de voo.	1313000
	Alarme central Evento relacionado com os painéis e circuitos associados que alertam para problemas potenciais em dois ou mais sistemas independentes relacionados. Os alarmes podem ser sonoros ou visuais. As partes típicas são painel anunciador, relé, lâmpada, placa lógica, diodo e microinterruptor do manete de potência.	1315000
	Painéis de instrumentos e controles Eventos relacionados com todos os painéis fixos ou móveis com seus componentes substituíveis tais como: instrumentos, interruptores, disjuntores de circuito, fusíveis, etc. Também inclui os vibradores do painel de instrumentos e outros acessórios do painel.	99010013
	Instrumentos Independentes Eventos relacionados com as unidades que medem o tempo, que registram o tempo de operação decorrido, ou medem forças de aceleração/desaceleração. As partes típicas são: horímetro, chave de pressão, gêsimetro, etc.	99010014

	Computadores centrais Eventos relacionados com sistemas e componentes utilizados para computar os dados de um número de diferentes fontes sem preponderância de funções em qualquer sistema específico. Inclui itens tais como <i>Digital Core System Avionic</i> (DCAS), <i>checklist</i> , procedimentos de emergência, regulamentos da empresa, etc., armazenados para exibição em um <i>display</i> ; sistemas de instrumentos integrados, tais como motor, energia da aeronave e indicadores de alarme centrais quando combinados em um <i>display central</i> .	99010015
	Display central de sistemas Eventos relacionados com os sistemas e componentes que fornecem exibição visual das condições de sistemas independentes.	99010016
	Sistemas automáticos de reporte de dados Eventos relacionados com os sistemas e componentes utilizados para a coleta e processamento de dados de sistemas não relacionados e transmitir os mesmos automaticamente. Inclui sistemas ASDAR e componentes.	99010017
	Trem de pouso Evento relacionado com as unidades e componentes que fornecem um meio de suporte e direcionamento da aeronave no solo ou água, e de retração e guarda do trem de pouso em voo. Inclui os aspectos de funcionamento e manutenção das portas do trem de pouso.	1320000
	Trem de pouso principal Um evento relacionado com as diversas partes do sistema de trem de pouso principal, que não podem ser diretamente associadas a um código específico de trem de pouso principal, como partes complementares, flutuadores (de emergência) ou estruturas, eixos ou <i>truck</i> . Não inclui o sistema de extensão/retração ou as portas.	1321000
	Trem de pouso principal - colapso/retração parcial Evento relacionado com colapso ou retração do trem de pouso principal quanto este suportava o peso da aeronave.	1321001
	Trem de pouso principal - colapso ou retração Evento relacionado com o completo colapso ou retração do trem de pouso no momento em que suportava o peso da aeronave.	1321002

	Trem de pouso dianteiro/traseiro Um evento relacionado com as diversas partes do sistema de trem de pouso dianteiro ou traseiro que não podem ser diretamente associadas a um código de trem de pouso dianteiro/traseiro específico, tais como partes complementares, braços, ou eixos. Não inclui o mecanismo de extensão/retração, o sistema de direcionamento/amortecimento ou portas.	1322000
	Trem de pouso dianteiro/traseiro - colapso/retração Evento relacionado com o colapso do trem de pouso dianteiro quando este suportava o peso da aeronave.	1322001
	Rodas e freios Evento relacionado com as rodas da aeronave e os freios. Inclui partes variadas do sistema de freios diferentes de conjunto de frenagem, cilindro mestre, válvula de potência, <i>antiskid</i> , fonte de pressão e sistema associado para acionamento de emergência dos freios e sistema antigelo dos freios. Partes típicas são: linha, mangueira, conexões, válvula do freio de estacionamento e mostradores.	1324000
	Pneus Evento relacionado com defeitos e falhas dos pneus.	1324100
	Freios Evento relacionado com as partes (peças) da unidade de frenagem montadas nas rodas. Partes típicas são disco, cilindro, pastilhas.	1324200
	Freio de estacionamento Evento relacionado com o freio de estacionamento da aeronave.	1324207
	Freio de emergência Evento relacionado com o freio de emergência da aeronave.	1324214
	Sistema antiderrapagem (<i>Anti-skid</i>) Evento relacionado com as unidades e partes do sistema que controlam automaticamente a pressão dos freios durante o pouso para prevenir a derrapagem dos pneus. Partes típicas são: <i>transducer</i> , caixa de controle e válvula.	1324400

	Controle direcional do trem de pouso (steering) Evento relacionado com as variadas partes do sistema (exceto o atuador) que possibilitam o controle direcional da aeronave no solo. Inclui os sistemas de direcionamento do trem principal. Não inclui os sistemas de frenagem das rodas. As partes típicas são: cabo, extremidade da haste, colar, linha, válvula e acumulador.	1325000
	Sistema de indicação e alarme da posição do trem de pouso. Inclui interruptores de segurança do trem que impedem o acionamento inadvertido, como sensor <i>air/ground</i> . As peças típicas são: relé, suporte do interruptor, lâmpada, buzina, interruptor de bloqueio de retração, interruptor de bloqueio de extensão ,e interruptor <i>in transit</i> .	1326000
	Trem de pouso auxiliar Evento relacionado com dispositivos, tais como patins de cauda em aeronaves triciclo usados para estabilizar a aeronave no solo e para prevenir danos provenientes de contato com o solo. Este código também é usado para as rodas suplementares de helicópteros, <i>skids</i> para manobra no solo, mas não para <i>skids</i> , flutuadores, ou casco (com trem associado) de aeronaves anfíbias/hidroaviões. Não inclui sistemas auxiliares ou de emergência para extensão do trem de pouso.	1327000
	Colapso do trem - outros Evento relacionado com o colapso do trem, exceto o dianteiro, traseiro ou principal, enquanto se encontra sustentando o peso da aeronave.	1327001
	Iluminação da aeronave Evento relacionado com as unidades e componentes que fornecem iluminação externa e interna. Inclui <i>light fixtures</i> , interruptores e fiação. Não inclui luzes de alarme para sistemas individuais	1330000
	Sistemas de navegação Evento relacionado com as unidades e componentes que fornecem informações de navegação da aeronave.	1340000
	Dados atmosféricos de voo Eventos relacionados com os sensores que detectam as condições ambientais e utiliza os dados para influenciar a navegação. <i>Central Air Data Computers</i> , sistemas pitot/estáticos, temperatura do ar, razão de subida, alarme de alta velocidade, altitude, sistema de ajuste do altímetro, sistema de detecção de perturbações do ar, etc.	99010018

	Sistema Indicativo de velocidade aerodinâmica/Mach Evento relacionado com o instrumento que mede e indica a velocidade da aeronave.	1341400
	Sistema de altitude Evento relacionado aos altímetros e codificadores barométricos utilizados para medir e indicar altitude. Inclui também a unidade que detecta e alerta a respeito de mudança de uma altitude pré-selecionada. As partes típicas são: <i>dial</i> , cápsula, ponteiro e mola.	1341600
	Sistema de gerenciamento de voo Evento relacionado com o sistema que combina dados de navegação para calcular ou gerenciar a posição geográfica da aeronave ou a trajetória de voo teórica. As partes típicas são: <i>course computers</i> , <i>flight management computers</i> , <i>performance data computers</i> , unidades de CDU associadas e <i>warning annunciators</i> .	99010069
	Sistema de dados de atitude e direção Evento relacionado com os componentes e partes do sistema que utilizam forças magnéticas, giroscópicas e de inércia para indicar a atitude e direção da aeronave. Inclui itens como o sistema de referência inercial (IRS).	1342000
	Auxílios de pouso e táxi Eventos relacionados com o sistema que fornece orientação durante a aproximação, pouso e táxi. Inclui itens tais como ILS, sistemas de orientação de solo e marcadores.	1343000
	Sistema independente de determinação de localização Evento relacionado com o sistema que fornece informações para determinar a posição da aeronave, e que é primariamente independente de instalações no solo. Componentes típicos são: o rastreador estelar e sextantes/octantes.	1344000
	Alarme de proximidade do solo Evento relacionado com o sistema que detecta e alerta a tripulação a respeito de potenciais ameaças do terreno. Inclui a antena que transmite e recebe um sinal eletrônico para o equipamento de radioaltímetro utilizado para medir a distância entre o terreno e a aeronave. Inclui também o componente que interpreta um sinal rádio refletido de volta para um receptor para determinar a distância do terreno mais próximo; e o componente que processa sinais de <i>input</i> de várias fontes a fim de determinar se (e quando) a tripulação deve ser alertada a respeito de uma ameaça do terreno.	1344400

	Alarme falso GPWS Evento relacionado com alarmes falsos do sistema GPWS da aeronave.	1344401
	Outros eventos GPWS Evento relacionado com o sistema GPWS da aeronave, diferente de alarme falso.	1344402
	ACAS/TCAS Evento relacionado com o sistema que fornece informações para determinar a posição da aeronave e que é primariamente independente de instalações no solo. Partes típicas são as unidades de prevenção de colisão (TCAS).	1344500
	Alarme falso TCAS Evento relacionado com alarme falso do ACAS/TCAS.	1344501
	Sistema dependente de determinação de localização Eventos relacionados com a parte do sistema que determina posições e que é principalmente dependente de instalações no solo ou satélites orbitais. Inclui DME, <i>transponders</i> , radiobússola, LORAN, VOR, ADF, OMEGA, Global Positioning, etc.	99010019
	Sistema de gerenciamento de voo Evento relacionado com o sistema que combina dados de navegação para calcular ou gerenciar a posição geográfica da aeronave ou a trajetória de voo teórica. Partes típicas são computadores de rumo, computadores de gerenciamento de voo, com as respectivas CDU's e anunciadores de alertas.	1341800
	Sistema de oxigênio Evento relacionado com as unidades e componentes que armazenam, regulam e fornecem oxigênio para os passageiros e a tripulação. Partes típicas são: cilindros, válvulas de escape, pontos de saída de oxigênio, reguladores, máscaras e cilindros portáteis.	1350000
	Sistema pneumático Evento relacionado com unidades e componentes que liberam grandes volumes de ar comprimido a partir de uma fonte de alimentação para pontos de conexão com outros sistemas, como ar-condicionado, pressurização e degelo.	1360000

Sistema de vácuo Evento relacionado com unidades e componentes utilizados para gerar, distribuir e regular pressão de ar negativa.	1370000
Sistema de água potável/água residual Evento relacionado com unidades e componentes fixos que armazenam e fornecem água potável. Inclui também os componentes fixos que armazenam e disponibilizam um meio de remover água e resíduos.	1380000
Sistema de lastro de água Evento relacionado com unidades e componentes fornecidos para armazenamento, balanceamento, controle, enchimento, descarga e alijamento de água de lastro.	99010020
Aviônicos modulares integrados Evento relacionado com dispositivos de computação que podem hospedar aplicativos de <i>software</i> para funções do sistema que tradicionalmente eram exercidas por equipamentos de <i>hardware</i> dedicados.	99010021
Sistemas de cabine Evento relacionado com unidades e componentes que disponibilizam meios de entretenimento para os passageiros bem como comunicação dentro da aeronave, e entre a aeronave e estações no solo. Inclui transmissões por voz, dados, música e vídeo. Não inclui SATCOM, HF, VHF, UHF e todos os equipamentos de TX e RX, antenas, etc.	99010022
Computador central de manutenção Evento relacionado com unidades, componentes e sistemas associados que faz interface com vários sistemas da aeronave. Dispõe de procedimentos de <i>checkout</i> e isolamento de falha, utilizando uma central de computadores complexa e/ou procedimentos padronizados de isolamento de falha para localizar um mau funcionamento de um sistema ou componente singular.	99010023
Sistemas de informação Evento relacionado com unidades e componentes que possibilitam armazenar, atualizar, e resgatar informações digitais tradicionalmente fornecidas em papel, microfilme, ou microficha. Inclui unidades dedicadas para armazenagem e recuperação de informações tais como <i>mass storage and controller</i> de Biblioteca Eletrônica. Não inclui as unidades e componentes instalados para outros usos e compartilhados com outros sistemas, tais como impressora do cockpit ou display de uso geral.	99010024

	Sistema de gás inerte Evento relacionado com unidades e componentes utilizados para gerar, armazenar, liberar e regular gás inerte. Inclui reguladores, linhas, coletores, etc.	99010025
	Unidade auxiliar de energia Evento relacionado com unidades auxiliares de energia (APU) instaladas em aeronaves com a finalidade de gerar e fornecer um único tipo, ou uma combinação de diferentes tipos de energia (elétrica, hidráulica, pneumática ou outra). Não inclui geradores, alternadores, bombas hidráulicas ou sistemas de conexão que fornecem e liberam energia para seus respectivos sistemas na aeronave.	1490000
	Compartimentos de carga e acessórios Os compartimentos para armazenagem de carga e vários componentes e acessórios. Inclui aqueles sistemas usados para o carregamento/descarregamento de carga e outros sistemas relacionados com a carga. Não inclui a estrutura da aeronave, que se encontra no código 153.	1255000
	Não utilizado	99010010
	Compartimentos de carga Evento relacionado com os compartimentos utilizados para armazenagem de carga.	99010007
	Relacionado com carga Evento relacionado com a carga da aeronave.	1255900
	Vazamento na carga Evento relacionado vazamento na carga da aeronave, exceto vazamento de radiação.	1255901
	Mudança de posição da carga Evento relacionado com mudança de posição da carga ocorrida depois que a aeronave foi carregada.	1255902

	Fumaça/gases/fogo na carga Evento relacionado com fumaça, gases ou fogo no compartimento de carga da aeronave.	1255903
	Vazamento de radiação da carga Evento relacionado com vazamento de material radioativo, ou radiação, na carga da aeronave.	1255904
	Soltura inadvertida da carga/carga de gancho Queda de carga/carga de gancho: usado quando a queda resultou de alguma falha. O lançamento intencional está coberto por "eventos resultantes" (3000000).	1255905
	Sistemas de carregamento de carga Eventos relacionados com sistemas que têm componentes que são ou podem ser montados na aeronave, e usados para carregar/descarregar, restringir, servir de guia ou para serviço de carga. Inclui sistemas de acionamento, roletes, travas, redes de retenção, etc.	99010008
	Sistemas relacionados a carga Eventos relacionados com sistemas associados ao carregamento/descarregamento de carga. Inclui preparação da aeronave, sistemas de alinhamento do carregador, etc. Não inclui "Sistemas de carregamento de carga" (99010008).	99010009
	Compartimentos de acessórios Evento relacionado com compartimentos utilizados para alojar os diversos componentes e acessórios. Inclui alojamento do trem, racks de equipamentos hidráulico-elétricos/eletrônicos de cauda, estrutura da bateria principal, etc.	99010011
	Isolamento Eventos relacionados com mantas de isolamento que são usadas para isolamento de calor e som. Inclui compartimentos de carga e compartimentos de acessórios, isolamento, etc.	99010012

	Práticas padrão - estruturas Evento relacionado com as práticas padronizadas e procedimentos gerais para reparos típicos aplicáveis à célula ou estrutura da aeronave.	1510000
	Estrutura da célula - geral Evento relacionado com problemas estruturais da aeronave de natureza geral que afetam duas ou mais áreas. Inclui reportes de eventos de raio que não podem ser associados a um código específico.	1510100
	Portas da aeronave Evento relacionado com qualquer uma das unidades removíveis utilizadas para entrada ou saída, e para isolar outras estruturas contidas no interior da fuselagem. Inclui portas de passageiros e tripulação, portas de carga e saídas de emergência. Sistemas elétricos e hidráulicos associados com o controle das portas são incluídos, conforme apropriado.	1520000
	Portas - geral Evento relacionado com qualquer uma das portas da aeronave em geral.	1520100
	Abertura da porta Evento relacionado com a abertura inadvertida ou intencional de qualquer uma das portas da aeronave.	1520101
	Separação da porta Evento relacionado com a separação de qualquer uma das portas da aeronave.	1520102
	Sistema de alarme da porta Evento relacionado com o sistema de alarme da porta da aeronave.	1520170
	Estrutura da fuselagem da aeronave Evento relacionado com as unidades estruturais e componentes/membros associados que constituem os compartimentos da tripulação, dos passageiros, equipamento, carga, bem como a estrutura do envelope e gôndola dos dirigíveis.	1530000

	Falha da célula - outros Evento relacionado com falha da célula ou estrutura da aeronave, diferente de desintegração ou desmembramento geral.	1530100
	Desintegração da célula Evento relacionado com desintegração ou desmembramento geral da célula ou estrutura da aeronave.	1530200
	Nacelle do motor da aeronave/estrutura do pilone Evento relacionado a unidades estruturais e componentes associados que possibilitam montar e acomodar o sistema propulsor ou o conjunto do rotor. Inclui a estrutura da carenagem do sistema de propulsão, inclusive a porção estrutural da entrada (<i>inlet</i>), seja ou não integrada com a aeronave. As porções estruturais do sistema de exaustão são excluídas onde não forem integradas à célula.	1540000
	Estrutura da empenagem da aeronave Evento relacionado com os estabilizadores horizontal e vertical, incluindo a estrutura do profundor e do leme. Este código é também usado para reportes relativos a <i>flying wires</i> .	1550000
	Estrutura do estabilizador horizontal/canard Evento relacionado com o aerofólio do nariz ou da cauda ao qual o profundor é fixado. Inclui itens tais como: longarinas, nervuras, <i>stringers</i> , tela, janelas de acesso, <i>tips</i> , <i>attach/attached fittings</i> , etc.	99010026
	Profundor de aeronave Evento relacionado com os aspectos estruturais do aerofólio móvel articulado com o estabilizador horizontal para controle longitudinal. Inclui o ' <i>ruddervator</i> ' em aeronaves com cauda em V. Não inclui a estrutura do estabilizador.	1552000
	Estabilizador vertical Evento relacionado com o aerofólio vertical ao qual o leme é fixado. Inclui itens como: longarinas, nervuras, <i>stringers</i> , tela, janelas de acesso, <i>tips</i> , <i>attach/attached fittings</i> , etc.	99010027
	Leme Não inclui os atuadores, mecanismo do atuador ou suporte. Partes típicas são dobradiça, acessórios da dobradiça, rolamento, parafuso e estrutura.	1554000

	Janelas/para-brisas de aeronave Evento relacionado com janelas da fuselagem e do compartimento da tripulação, incluindo os para-brisas.	1560000
	Janelas de aeronave em geral Evento relacionado com as janelas da aeronave em geral.	1560100
	Separação de janela em voo Evento relacionado com separação de uma janela da aeronave em voo.	1560101
	Janela de compartimento de voo Janela do compartimento de voo: inclui janelas do <i>cockpit</i> , canopis superiores, janelas de observação, e painéis do para-brisa no compartimento de voo. Inclui aspectos da fixação e deslizamento de janelas de correr. Para janelas do <i>cockpit</i> , incluindo quebra de painéis dos para-brisa aquecidos eletricamente, independente da causa.	1561000
	Estrutura da asa da aeronave Evento relacionado com as asas centrais e semi-asas e respectivos componentes e partes que suportam a aeronave em voo. Este código deve ser usado para reportes gerais da estrutura primária da asa.	1570000
	Superfícies de comando Evento relacionado com as superfícies de controle fixadas à asa.	1575000
	Bordo de ataque da asa e dispositivos do bordo de ataque Evento relacionado com revestimentos e estrutura do bordo de ataque da asa e aerofólios do bordo de ataque tais como flapes, <i>slats</i> , <i>attach/attached fittings</i> , etc.	99010028
	Bordo de fuga/dispositivos do bordo de fuga Evento relacionado com revestimentos e estrutura da asa e bordo de fuga, bem como aerofólios de borda removíveis, tais como: flapes e <i>attach/attached fittings</i> .	99010029

	Práticas padrão - Hélice Práticas padrão - hélice / rotor	99010076
	Hélices em geral Evento relacionado com o conjunto mecânico ou elétrico completo de hélice, governador, bombas, motores, aquelas unidades e componentes externos ou integrados com o motor utilizados para controlar o ângulo da pá da hélice. Inclui o conjunto de dutos do propulsor, carenagem aerodinâmica de componentes mecânicos (<i>spinner</i>), estatores e sistemas de vetoração.	1610000
	Hélices de aeronave - geral Evento relacionado com hélices de aeronave em geral.	1610100
	Excesso de rotação da hélice Evento relacionado com excesso de rotação da hélice.	1610101
	Separação da hélice Evento relacionado à separação da hélice de seu motor.	1610102
	Comando da hélice Evento relacionado com o comando da hélice.	1610120
	Sistema do rotor principal de helicópteros Evento relacionado com os sistemas do rotor principal de aeronaves de asas rotativas. Rotor principal: o rotor que fornece a principal sustentação para a aeronave de asas rotativas.	1620000
	Rotor principal - geral Evento relacionado com o rotor principal do helicóptero em geral. Rotor principal: o rotor que fornece a principal sustentação para a aeronave de asas rotativas.	1620100

	Flapeamento de pá do rotor principal Evento relacionado com o flapeamento das pás do rotor principal do helicóptero.	1620101
	Sistema de transmissão do rotor principal Evento relacionado com o sistema de transmissão do rotor principal.	1630000
	Eixo de transmissão do rotor principal Evento relacionado ao eixo de transmissão do rotor principal.	1630100
	Transmissão do rotor principal Evento relacionado com o componente que transmite potência do motor para o movimento rotativo do mastro do rotor principal. Não inclui acessórios como bombas hidráulicas e alternadores. Inclui o sistema de lubrificação da <i>gearbox</i> . Partes típicas são: caixa de redução, receptáculo, eixo, engrenagem, bomba, vedação e <i>sun gear</i> .	1632000
	Alarme de limalha na caixa de transmissão Alarme de limalha na caixa de transmissão.	1632001
	Rotor de cauda de helicópteros Evento relacionado com o sistema do rotor de cauda do helicóptero.	1640000
	Sistema de transmissão do rotor de cauda Evento relacionado com o sistema de transmissão do rotor de cauda.	1650000
	Eixo de transmissão do rotor de cauda Evento relacionado aos eixos, acoplamentos flexíveis e rolamentos, da transmissão do rotor principal ao conjunto do rotor de cauda. Partes típicas são: eixo, acoplamento, rolamento e gancho.	1651000
	Caixa de transmissão do rotor de cauda (90 graus) Evento relacionado com a caixa de transmissão de 90 graus do rotor de cauda do helicóptero.	1652000

	Caixa de transmissão do rotor de cauda (45 graus) Evento relacionado com a caixa de transmissão de 45 graus do rotor de cauda do helicóptero.	1653000
	Pás dobráveis/pilone Evento relacionado com todo o sistema que garante o desdobramento/dobramento automático ou manual das pás do rotor e/ou pilone da cauda.	99010030
	Sistema de comandos de voo de asas rotativas Evento relacionado com os sistemas de controle de aeronaves de asas rotativas.	1670000
	Procedimentos padrão - motores Procedimentos padrão - motores	99010077
	Periféricos do sistema de propulsão Evento relacionado com os periféricos do sistema de propulsão.	1710000
	Motor a turbina - vibração Evento relacionado com as unidades e componentes usados para induzir e converter a mistura ar-combustível em potência, e transmitir potência para o eixo da hélice (se for o caso) e drives de acessórios. Inclui reportes relacionados com colisões com fauna em contra os motores/carenagem.	1720000
	Motor a turbina - vibração em geral	1720100
	Motor a turbina - remoção/separação Evento relacionado com separação de motor a turbina.	1720101
	Motor a turbina - falha contenção Evento relacionado com a falha do sistema de contenção de motor a turbina, uma falha de motor em que pedaços do motor se projetaram para fora da nacelle.	1720102

	Motor a turbina - falha mecânica Evento relacionado com falha mecânica de um motor a turbina (ex: algo que se quebrou, etc.)	1720103
	Motor a turbina - falha não-mecânica Evento relacionado com falha não mecânica de um motor a turbina, o motor falhou, embora a mecânica do motor permanecesse intacta.	1720104
	Motor a turbina - falha simulada Evento relacionado com a falha simulada de um motor a turbina.	1720105
	Motor a turbina - privação de combustível Evento relacionado com perda de potência de um motor a turbina devido à restrição de combustível. Restrição de combustível: bloqueio ou fornecimento insuficiente de combustível para o motor.	1720106
	Motor a turbina - empuxo assimétrico Evento relacionado com empuxo assimétrico devido à perda de potência de um motor.	1720107
	Motor a turbina - falhas múltiplas Evento relacionado com múltiplas falhas dos motores a turbina da aeronave.	1720108
	Motor a turbina - caixa de transmissão do motor Evento relacionado com falha da caixa de transmissão de um dos motores a turbina da aeronave.	1720110
	Motor a turbina - vibração Motor a turbina - vibração	1720109
	Motor a turbina - alarme de limalha Alarme de limalha em motor a turbina.	1720113

	Sistema de combustível e controle do motor Evento relacionado com os sistemas de controle e combustível de motores a turbina e convencionais.	1730000
	Sistema de ignição do motor Evento relacionado com o sistema de ignição dos motores da aeronave.	1740000
	Sistema de ar do motor Evento relacionado com os sistemas de ar de sangria do compressor dos motores a turbina, usados para controlar o fluxo de ar através do motor, sistemas de resfriamento de ar e ar aquecido para o antigelo do motor.	1750000
	Comandos do motor Evento relacionado com os comandos que governam a operação do motor. Inclui unidades e componentes que são conectados para desligamento de emergência. Para motores turboélice, inclui ligações e comandos com a sincronização ou equivalente ao governador da hélice, unidade de controle de combustível ou outras unidades sendo controladas. Para motores convencionais, inclui comandos dos <i>blowers</i>	1760000
	Sistema de indicação do motor Evento relacionado com discrepâncias do sistema de indicação do motor.	1770000
	Sistema de exaustão do motor Evento relacionado com defeitos do sistema de exaustão do motor.	1780000
	Sistema de reversor de empuxo Evento relacionado com sistema instalado na célula e componentes montados na tubulação de escape de motores turbojato a fim de dirigir o empuxo para frente para desaceleração. Não inclui a tubeira do motor. Partes típicas são porta, <i>flexdrive</i> , relé, solenoide, interruptor, braço do interruptor, parafuso, válvula, linha, linha de utilização, trilho, cabo, atuador, haste do atuador, <i>plug</i> do conector, vedação, suporte, <i>fitting</i> , <i>shaft</i> , <i>link</i> , <i>nozzle</i> e mangueira.	1783000
	Sistema de óleo do motor Evento relacionado com unidades de sistema externas ao motor que armazenam e liberam óleo lubrificante, tanto para motores a turbina quanto convencionais.	1790000

	Sistema de partida do motor Evento relacionado com as unidades, componentes e sistemas associados usados para dar partida nos motores. Inclui sistemas de partida elétricos, de ar inercial ou outros.	1800000
	Sistema de exaustão da turbina Evento relacionado com sistemas de exaustão de turbina para motores convencionais. Inclui conjuntos da turbina para recuperação de potência e unidades <i>turbo-supercharger</i> quando externas ao motor	1810000
	Sistema de injeção de água no motor Evento relacionado com os componentes e partes do sistema que injetam uma mistura de água no sistema de indução da turbina e motores convencionais. As peças típicas são bomba, interruptor, tanque e válvula.	1820000
	Caixa de acessórios Evento relacionado com unidades e componentes que são remotamente instalados e conectados ao motor por meio de um <i>drive shaft</i> , mas não inclui aqueles drives de acessórios que são parafusados e imediatamente adjacentes ao motor.	1830000
	Aumento da propulsão Aquelas unidades e componentes que, independentes do sistema primário de propulsão, fornecem empuxo adicional de curta duração. Inclui propelentes sólidos ou líquidos, controles, indicadores, etc.	99010078
	Motor convencional Evento relacionado com problemas de motores convencionais, ex: superaquecimento, contaminação do metal e vibração	1850000
	Motor convencional em geral Evento relacionado com motor convencional em geral.	1850100
	Motor convencional - remoção/separação Evento relacionado a <i>tearaway</i> de motor convencional, ex: motor separado da aeronave.	1850101

	Motor convencional - falha incontida Evento relacionado a falha incontida em motor convencional.	1850102
	Motor convencional - falha mecânica Evento relacionado a falha mecânica em motor convencional	1850103
	Motor convencional - falha não mecânica Evento relacionado a perda de potência em motor convencional devido à falha não mecânica.	1850104
	Motor convencional - falha simulada Evento relacionado a uma simulação de falha em motor convencional.	1850105
	Motor convencional - privação de combustível Evento relacionado à perda de potência em motor convencional, devido à privação de combustível.	1850106
	Motor convencional - formação de gelo no carburador Evento relacionado à perda de potência em motor convencional, devido à formação de gelo no carburador.	1850107
	Motor convencional - falhas múltiplas Evento relacionado a múltiplas falhas de motores convencionais de aeronaves.	1850108
	Motor convencional - falha da caixa de acessórios Evento relacionado à falha da caixa de acessórios do motor convencional.	1850109
	Motor convencional - vibração Motor convencional - vibração	1850110

	Charts Cartas variadas não aplicáveis a qualquer sistema em particular, tais como <i>spare wire charts, junction box charts, disconnect plug charts, conduit and wire routing charts, rigid tube charts, flexible hose charts and control cab</i>	99010079
	Eventos não-específicos de componentes Eventos não específicos de componentes: eventos não relacionados com um componente específico, ou que podem envolver diversos sistemas de uma só vez, por exemplo, incêndio.	1990000
	Descompressão Eventos de descompressão que não incluem descompressão explosiva, a qual tem a sua própria codificação.	99010080
	Explosões / fogo / emanações / fumaça Eventos relacionados a explosões / fogo/ emanações / fumaça	1990100
	Explosão Explosão - a ser usado quando a localização da explosão não tiver sido informada ou não puder ser estabelecida.	1990101
	Explosão - Cockpit Explosão no cockpit.	1990102
	Explosão - cabine de passageiros Explosão - cabine de passageiros	1990103
	Explosão - compartimento / pod de carga Explosão - compartimento / pod de carga	1990104
	Explosão - Galley Explosão - Galley	1990105

		Explosão - banheiro) Explosão - banheiro	1990106
		Explosão - baia de aviônicos Explosão - baia de aviônicos	1990107
		Explosão - Conjunto motopropulsor Explosão - Conjunto motopropulsor: se a explosão levar a perda de potência do motor em questão, registre perda de potência como evento subsequente.	1990108
		Explosão - APU Explosão - APU, inclui explosão da APU e explosões na baia da APU.	1990109
		Explosão - outro local Explosão - outro local: explosão num local diferente dos locais específicos mencionados na lista. Se a localização da explosão não for conhecida, registre somente explosão como tipo de evento.	1990110
		Fogo Fogo - a ser usado quando a localização do fogo não foi informada ou não pode ser estabelecida.	1990111
		Fogo - APU Fogo - APU	1990119
		Fogo - baia de aviônicos Fogo - baia de aviônicos	1990117
		Fogo - compartimento / pod de carga Fogo - compartimento / pod de carga	1990114

	Fogo - Cockpit Fogo - Cockpit	1990112
	Fogo - compartimento de repouso da tripulação Fogo - compartimento de repouso da tripulação	99010083
	Fogo - Galley Fogo - Galley	1990115
	Fogo - trem de pouso Fogo - trem de pouso: ex: por fluidos que entram em contato com freios aquecidos.	1990161
	Fogo - banheiro Fogo - banheiro	1990116
	Fogo - forno Fogo - forno	99010082
	Fogo - cabine de passageiros Fogo - cabine de passageiros	1990113
	Fogo - conjunto motopropulsor Fogo - conjunto motopropulsor. Se o fogo no conjunto motopropulsor levar à perda de potência do motor em questão, registre perda de potência como evento subsequente.	1990118
	Fogo - Fogo no escapamento Fogo - Escapamento: Fogo em sistemas diferentes do sistemas principais do conjunto motopropulsor.	99010081

	Fogo - Outro local Fogo - outro local: fogo em local da aeronave não encontrado na lista detalhada.	1990120
	Emanações (gases) A ser usado quando a localização das emanações não for informada ou não puder ser estabelecida.	1990121
	Emanações - APU Emanações - APU	1990129
	Emanações - baia de aviônicos Emanações - baia de aviônicos	1990127
	Emanações - compartimento / pod de carga Emanações - compartimento/ pod de carga	1990124
	Emanações - cockpit Emanações - cockpit	1990122
	Emanações - compartimento de repouso da tripulação Emanações - compartimento de repouso da tripulação	99010088
	Emanações - Galley Emanações - Galley	1990125
	Emanações - banheiro Emanações - banheiro	1990126

		Emanações - forno Emanações - forno	99010089
		Emanações - cabine de passageiros Emanações - cabine de passageiros	1990123
		Emanações - conjunto motopropulsor Emanações - conjunto motopropulsor	1990128
		Emanações - outro local Emanações - outro local: num local da aeronave não encontrado na lista detalhada.	1990130
		Fumaça Fumaça: a ser usado quando a localização da fumaça não for informada ou não puder ser estabelecida..	1990131
		Fumaça - APU Fumaça - APU	1990139
		Fumaça - baia de aviônicos Fumaça - baia de aviônicos	1990137
		Fumaça - compartimento / pod de carga Fumaça - compartimento / pod de carga	1990134
		Fumaça - Cockpit Fumaça - Cockpit	1990132
		Fumaça - compartimento de repouso da tripulação Fumaça - compartimento de repouso da tripulação	99010087

		Fumaça - Galley Fumaça - Galley	1990135
		Fumaça - trem de pouso Fumaça emanando do trem de pouso, ex: em razão de líquido hidráulico gotejando nos freios aquecidos.	1990162
		Fumaça - banheiro Fumaça - banheiro	1990136
		Fumaça - forno Fumaça - forno	99010090
		Fumaça - cabine de passageiros Fumaça - cabine de passageiros	1990133
		Fumaça - conjunto motopropulsor Fumaça - conjunto motopropulsor	1990138
		Fumaça - outro local Fumaça - outro local: num local da aeronave não encontrado na lista detalhada.	1990140
		Cheiro Cheiro: a ser usado quando a localização do cheiro não foi informada ou não pode ser estabelecida. Exclui o cheiro de equipamentos elétricos, que é codificado em separado.	1990141
		Cheiro - Cockpit Cheiro - Cockpit - presença de cheiro não usual (não elétrico) no cockpit	1990142

	Cheiro - cabine de passageiros Cheiro - cabine de passageiros - presença de cheiro não usual (não elétrico) na cabine de passageiros	1990143
	Cheiro - compartimento / pod de carga Cheiro - compartimento/pod de carga - presença de cheiro não usual (não elétrico) no compartimento/hold de carga	1990144
	Cheiro - Galley Cheiro - Galley - presença de cheiro não usual (não elétrico) na galley	1990145
	Cheiro - banheiro Cheiro - banheiro - presença de cheiro não usual (não elétrico) no banheiro	1990146
	Cheiro - baia de aviônicos Cheiro - baia de aviônicos - presença de cheiro não usual (não elétrico) na baia de aviônicos	1990147
	Cheiro - conjunto motopropulsor Cheiro - Motores - presença de cheiro não usual (não elétrico) nos motores.	1990148
	Cheiro - APU Cheiro - APU - presença de cheiro não usual (não elétrico) na APU	1990149
	Cheiro - outro local Cheiro - outro local: presença de cheiro não usual (não elétrico) em local diferente dos listados.	1990150
	Cheiro equipamentos elétricos A ser usado quando o local do cheiro de equipamentos elétricos não foi informado ou não pode ser estabelecido.	1990151
	Cheiro equipamentos elétricos - Cockpit Cheiro - Cockpit - presença de cheiro não usual de equipamentos elétricos no cockpit	1990152

	Cheiro equipamentos elétricos - cabine de passageiros Cheiro equipamentos elétricos - cabine de passageiros	1990153
	Cheiro equipamentos elétricos - compartimento / pod de carga Cheiro equipamentos elétricos - compartimento / pod de carga	1990154
	Cheiro equipamentos elétricos - Galley Cheiro equipamentos elétricos - Galley	1990155
	Cheiro equipamentos elétricos - banheiro Cheiro equipamentos elétricos - banheiro	1990156
	Cheiro equipamentos elétricos - baia de aviônicos Cheiro equipamentos elétricos - baia de aviônicos	1990157
	Cheiro equipamentos elétricos - conjunto motopropulsor Cheiro equipamentos elétricos - conjunto motopropulsor	1990158
	Cheiro equipamentos elétricos - APU Cheiro equipamentos elétricos - APU	1990159
	Cheiro equipamentos elétricos - outro local Cheiro equipamentos elétricos - outro local: presença de cheiro elétrico em local não encontrado na lista detalhada.	1990160
	Descompressão explosiva Evento relacionado a dano a aeronave devido descompressão explosiva.	2060100
	Vibração / chacoalho / barulho Evento relacionado a vibração / chacoalho / barulho não usual ou desconhecido	1990200

		Barulho / chacoalho Barulho / chacoalho	1990201
		Vibração/buffet Vibração/buffet	1990202
		Objeto solto Objeto solto	1990203
Evento relacionado a Autoridade de Aviação Civil Evento relacionado com autoridade de aviação civil.			6000000
Eventos resultantes Evento que evolui a partir de outro evento.			3000000
	Parada abrupta Parada abrupta, ex: para evitar uma colisão com outra aeronave/veículo.		
	Controle ativo de fluxo		
	Controle ativo de fluxo iniciado O início do controle de fluxo ocorre quando as restrições de fluxo são pretendidas a apresentadas para serem cumpridas..		
	Controle ativo de fluxo realizado A realização do controle de fluxo ocorre quando são impostas restrições ao fluxo e as regras de controle de fluxo são implementadas.		

	Aeronave abandonada / tripulação ejetada A aeronave foi abandonada e a tripulação ejetou ou saltou de paraquedas.	3160000
	Retorno da aeronave A aeronave retornou ao ponto de partida.	3140000
	Bounced landing Pouso com diversos toques na pista.	99010053
	Aproximação abaixo dos mínimos Aproximação abaixo dos mínimos executada como resultado de eventos anteriores.	3090000
	Carga alijada Carga alijada: ex: alijar a carga de uma aeronave agrícola em consequência de um evento anterior.	3170000
	Mudança de aeronave Mudança de aeronave em consequência de eventos anteriores.	3260000
	Autorização cancelada Autorização cancelada, ex: como consequência de uma Incursão em pista.	99010032
	Emergência declarada Emergência declarada como consequência de eventos anteriores.	3020000
	Emergência declarada - Perigo Emergência declarada Perigo - MAYDAY MAYDAY MAYDAY	3020100
	Emergência declarada - Urgência Emergência declarada Urgência - PAN PAN PAN	3020200

	Pouso forçado na água Amerissagem, um inevitável pouso controlado de emergência na água como consequência de eventos anteriores.	3070000
	Desvio para alternativa Desvio do destino pretendido para outro aeródromo. Nota: se alternar para o aeródromo de partida, codificar como "Retorno da aeronave".	3250000
	Desvio para alternativa - decisão operacional Evento relacionado com desvio para alternativa devido à decisão operacional.	3250300
	Desvio para alternativa - razões técnicas Evento relacionado a desvio para alternativa por uma aeronave devido a razões técnicas.	3250200
	Desvio para alternativa - meteorologia Evento relacionado a desvio para alternativa por uma aeronave devido a condições meteorológicas.	3250100
	Desvio para alternativa - outros Evento relacionado a desvio para alternativa por uma aeronave devido a razões diferentes das listadas acima.	3250400
	Autorrotação de emergência (helicóptero) Autorrotação de emergência (helicóptero) como resultado de eventos anteriores.	3270000
	Emergência cancelada Emergência cancelada como resultado de eventos anteriores.	3180000
	Descida de emergência Descida de emergência como resultado de eventos anteriores. Os eventos definem a decisão de executar a descida de emergência. 'Descida de emergência' como uma subfase indica a fase do voo de uma aeronave enquanto se está implementando tal decisão.	3060000

	Desligamento/apagamento de motor Desligamento/apagamento de motor em consequência de eventos anteriores.	3280000
	Desligamento de motor - por precaução (soft) Desligamento de motor (<i>soft</i>) em consequência de eventos anteriores.	3280100
	Desligamento de motor (hard) Desligamento de motor (<i>hard</i>) em consequência de eventos anteriores.	3280200
	Evacuação Evacuação significa sair da aeronave por meio de saídas aprovadas e utilizando meios aprovados na execução de procedimento de evacuação de emergência da aeronave. Escapar dos escombros da aeronave através de buracos na fuselagem não corresponde à evacuação. A saída não autorizada da aeronave em consequência de pânico dos passageiros é incluída aqui também.	3110000
	Manobra evasiva Manobra evasiva: manobra executada pela tripulação para evitar uma aeronave/veículo/obstáculo após avistamento por ter sido avisado de sua presença.	99010071
	Carga externa liberada/ejetada Liberação intencional de uma carga externa de uma aeronave de asa fixa motivada por um evento anterior. Para helicópteros, ver “Carga externa de helicóptero (<i>load/cargo</i>)”.	3240000
	Pouso sem flapes Pouso executado sem utilização de <i>flaps/slats</i> . Normalmente resulta em velocidades maiores.	3120000
	Cancelamento de voo Cancelamento de um voo em consequência de eventos anteriores.	3190000

Atraso do voo O voo foi atrasado em consequência de um evento anterior.	3200000
Inspeção de passagem baixa A aeronave passa sobre um ponto de observação (ex: torre) a fim de permitir que o pessoal de solo inspecione visualmente a aeronave. Utilizada com frequência para verificar se o trem de pouso está devidamente estendido.	3210000
Pouso forçado Pouso forçado: Pouso inevitável. Um pouso forçado em consequência de eventos anteriores.. Nota: "Pouso forçado" deve ser usado para pousos em terra. Use 'Amerissagem' para pousos forçados na água.	3080000
Queima de combustível Procedimento de espera (órbita) intencional para consumir combustível antes do pouso. Normalmente realizado para evitar excesso de peso no pouso, ou para reduzir risco de incêndio.	3130000
Alijamento de combustível Alijamento de combustível	3100000
Extensão do trem por gravidade Extensão do trem por gravidade	99010085
Cheque de controlabilidade Cheque feito pela tripulação para determinar se existe alguma anormalidade na controlabilidade da aeronave, ex: depois de se ouvir um barulho anormal.	3220000

	Aproximação perdida em consequência de eventos anteriores. Aproximação perdida é um segmento do procedimento de aproximação realizado por um piloto incapaz de completar com sucesso o procedimento de aproximação. Uma aproximação bem sucedida é conseguida quando o piloto avista o aeroporto/pista, embora não necessariamente para um pouso.	3050000
	Pilonamento Evento relacionado a aeronave que bateu o nariz no chão ou capotou.	3290000
	Pouso com excesso de peso Pouso com excesso de peso - aquele em que o peso de pouso máximo permitido foi excedido.	3150000
	Descida de precaução Descida de precaução como resultado de eventos anteriores.	3230000
	Pouso de precaução Pouso de precaução como resultado de eventos anteriores. Pouso necessário devido a uma aparente falha iminente dos motores, sistemas, ou componentes que torna não aconselhável a continuação do voo.	3010000
	Pouso abortado Pouso abortado resultante de eventos anteriores. Um pouso abortado é um evento em que o piloto avista a pista e está em posição de pousar, mas não é capaz de completar o pouso. Entre as razões para rejeitar um pouso podem estar: alguma coisa na pista, ventos fortes/ <i>microburst</i> , questões mecânicas (o trem de pouso não baixa), etc.	3040000
	Decolagem abortada Decolagem abortada como consequência de eventos anteriores.	3030000

	Decolagem abortada em alta velocidade Decolagem abortada de alta velocidade - Decolagem abortada na velocidade de V1, ou acima.	3030100
	Decolagem abortada em baixa velocidade Decolagem abortada em velocidade inferior a V1.	3030200
	Rotação - retardada Rotação retardada, ex: para evitar uma outra aeronave.	99010033
	Rotação - antecipada Rotação antecipada, ex: para evitar um veículo ou outra aeronave em Incursão em pista.	99010035
	Movimento da aeronave não comandado A aeronave se movimentou inadvertidamente. Deve incluir casos como depois de uma partida manual do motor a aeronave começa a "fugir" do piloto, mas também aqueles casos em que, por ex: devido a vibrações o helicóptero se movimenta "sozinho". Pode também ser usado para aeronaves "saltando sobre os calços".	3300000
	Quase abaixamento da cauda	99010099
	Abaixamento da cauda	99010098
	Manutenção e reparos de aeronaves Eventos relacionados à manutenção e reparos de aeronaves.	99010103
	Defeito/mau funcionamento encontrado resultante de ação mandatória Qualquer falha, mau funcionamento ou defeito de um sistema ou equipamento, ou ainda dano ou deterioração encontrado como resultado de cumprimento de uma diretriz de aeronavegabilidade ou outra instrução mandatória emitida por autoridade reguladora.	99010113

	Defeito/mau funcionamento encontrado resultante de ação mandatória - primeira Qualquer falha, mau funcionamento ou defeito de um sistema ou equipamento, ou ainda dano ou deterioração encontrado como resultado de cumprimento de uma diretriz de aeronavegabilidade ou outra instrução mandatória emitida por autoridade reguladora quando detectada pela primeira vez pela organização reportadora que cumpriu a diretriz/instrução.	99010114
	Defeito/mau funcionamento encontrado resultante de ação mandatória - subsequente Qualquer falha, mau funcionamento ou defeito de um sistema ou equipamento, ou ainda dano ou deterioração encontrado como resultado de cumprimento de uma diretriz de aeronavegabilidade ou outra instrução mandatória emitida por autoridade reguladora quando detectada em qualquer cumprimento subsequente, excedendo os limites permitidos citados na instrução e/ou procedimentos de reparo/retificação publicados não estão disponíveis.	99010115
	Falha precoce em peça de vida controlada Qualquer defeito em peça de vida controlada resultando em descarte da mesma antes do tempo previsto.	99010106
	Falha de sistema/equipamento de emergência Falta de desempenho satisfatório de qualquer sistema ou equipamento de emergência, incluindo todas as portas e iluminação de saída, mesmo que seja para fins de manutenção ou teste.	99010116
	Vazamento de ar de sangria quente Vazamento de ar de sangria quente resultando em dano estrutural.	99010105
	Montagem incorreta Montagem incorreta de peças ou componentes da aeronave encontrada durante procedimento de inspeção ou teste não direcionado para aquele fim específico.	99010104
	Dados ou procedimentos de manutenção Dados de manutenção ambíguos, incorretos ou insuficientes capazes de levar a erros de manutenção.	99010120
	Desconformidade - procedimentos de manutenção Não cumprimento, ou erros significativos no cumprimento, de procedimentos de manutenção previstos.	99010117

	Mau funcionamento de equipamento de teste ou cheque Qualquer falha, mau funcionamento ou defeito de equipamento de solo utilizado para teste ou cheque de sistemas e equipamentos de aeronave, em que a rotina de inspeção e procedimentos de teste não identificam claramente o problema, e isto resulta numa situação de perigo.	99010121
	Dano ou deterioração estrutural Qualquer dano ou deterioração (ex: fraturas, trincas, corrosão, delaminação, descolamento, etc.) resultante de qualquer causa (como vibração, perda de rigidez ou falha estrutural).	99010107
	Dano ou deterioração estrutural a estrutura primária Dano ou deterioração estrutural de uma estrutura primária ou PSE (como definido no Manual de Reparos do fabricante) em que o dano ou deterioração excedem os limites permitidos especificados no Manual de Reparos e requerem conserto ou substituição total ou parcial.	99010108
	Dano ou deterioração estrutural a estrutura secundária Dano ou deterioração estrutural a estrutura secundária que tenha em consequência colocado a aeronave em perigo.	99010109
	Dano ou deterioração estrutural - motor Dano ou deterioração estrutural - motor	99010110
	Dano ou deterioração estrutural - hélice Dano ou deterioração estrutural - hélice	99010111
	Dano ou deterioração estrutural - sistema de rotor de aeronave de asas rotativas Dano ou deterioração estrutural - sistema de rotor de asas rotativas	99010112
	Peças suspeitas Produtos, peças, aparelhos e materiais de origem desconhecida ou suspeita.	99010118

	Peças piratas (Bogus parts) Produtos, peças, aparelhos e materiais de origem suspeita conhecida.	99010119
	Eventos/questões regulatórias Eventos relacionados com o não cumprimento de normas.	7000000
	Evento/questão relacionada à aeronave Evento/questão regulatória relacionada com a aeronave.	7050000
	Aeronave sem Certificado de Aeronavegabilidade Aeronave sem Certificado de Aeronavegabilidade	7050600
	Diretriz de aeronavegabilidade (AD) não implementada Aeronave não aeronavegável - Diretriz de aeronavegabilidade não implementada. Não implementada	7050601
	Aeronave não equipada/certificada para aproximação Aeronave não estava equipada/certificada para o tipo de aproximação realizado.	7050400
	Aeronave não equipada para a operação Aeronave não equipada para o tipo de operação realizada, ex: faltando equipamento a bordo, como <i>kit</i> de sobrevivência para a operação específica.	7050200
	Aeronave não equipada para RVSM Aeronave não equipada para RVSM operando em espaço aéreo RVSM. RVSM: Mínimo de Separação Vertical Reduzido para 1.000 pés (300 m.)	7050300
	Tempo de operação da aeronave / intervalo de manutenção excedidos Tempo de operação da aeronave / Intervalo de manutenção excedidos	7050500

	Permissão para voar - inválida / sem permissão Permissão inválida/sem permissão para voar: Era necessária uma permissão para o voo realizado mas a mesma não foi obtida ou não era válida.	7050700
	Pouso com reserva de combustível inferior ao exigido pelas regras	99010058
	Operação em violação da MEL Operação da aeronave com violação da MEL.	7050100
	Relacionado com jornada de trabalho Relacionado com jornada de trabalho: evento relacionado com o tempo de trabalho do pessoal.	7010000
	Jornada de trabalho excedido Tempo de trabalho excedido por uma pessoa.	7010100
	Operação em violação ao horário de funcionamento de aeródromo Operação em violação do toque de recolher do aeródromo, ex: a aeronave estava pousando cedo demais ou chegou depois do horário em aeródromo coberto por toque de recolher.	7060000
	Operação com violação de licença Operação com licença inválida ou execução de operação não coberta pela licença.	7040000
	Certificado de Operador Aéreo inválido (CHETA) Operação executada quando o operador não tinha um Certificado de Operador Aéreo ou executou a operação em violação das condições do CHETA.	7040100
	Licença ATS inválida O provedor de serviços de tráfego aéreo não tinha licença ou executou sua operação em violação das condições da licença.	7040200

	Relacionado com o tempo de repouso Relacionado com o tempo de repouso: evento relacionado com o tempo de repouso dos funcionários.	7020000
	Tempo de repouso menor que o exigido Tempo de repouso menor que o exigido pelas regras.	7020100
	Evento relacionado a dotação de pessoal Evento relacionado a dotação de pessoal num local de trabalho.	7030000
	Tripulação/pessoal sem licença para a atividade Tripulação/pessoal sem licença para a atividade exercida.	7030200
	Alocação de Funcionários/Tripulação em menor número do que o necessário Funcionários/tripulantes em menor número do que o requerido pelas regras.	7030100
	Evento diferente dos listado acima (Qualquer outro evento) Problema envolvendo um evento diferente daqueles listados acima.	98000000
	Desconhecido Algo aconteceu mas os detalhes não são conhecidos ou são insuficientes para permitir uma classificação mais pormenorizada.	99000000
	Aeronave desaparecida A aeronave é considerada desaparecida quando a busca oficial é encerrada.	99010000

Anexo F - Kit de investigação

Não existe um Kit padrão para investigação. O material necessário depende das circunstâncias, local e tipo de avião e sua especialidade na investigação.

Duas boas regras: traga tudo o que você pode precisar e esteja preparado para carregar tudo o que você trouxe.

<p><u>Itens de sobrevivência</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Roupas adequadas as condições climáticas • Capa de chuva • Luvas grossas (destroços são cortantes) • Botas • Chapéu ou boné (sol) • Repelente de insetos • Kit primeiros socorros • Apito ou outro sinalizador • Luvas de látex • Protetor auricular • Cantil de água • Barra de comida • Máscara e Vick Vaporub 	<p><u>Itens de Plotagem</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Papel quadriculado • Plotador • Fita métrica • Bússola • Computador de voo • Calculadora • Bloco de notas, lápis, canetas e marcadores de texto • Mapa topográfico da área • Corda
<p><u>Itens para entrevista</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravador, fitas/baterias • Formulários apropriados • Modelo de avião 	<p><u>Itens para coletar evidências</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Frascos esterilizados • Fita métrica, etiquetas, fita adesiva • Lupa/espejo de mecânico • Lanterna e baterias • Kits para amostragem de material orgânico • Sacos plásticos
<p><u>Equipamento Fotográfico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Câmera 45 mm • Lente grande angular • Lente macro • Flash eletrônico • Tripé leve • Cabo de disparo • Plástico e elástico para proteger a câmera na chuva • Réguas (referência de tamanho) • Blocos de notas • Bateria reserva 	<p><u>Equipamento para Relatório</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulário de investigação • Papel • Grampeador e clipes • Lap top
<p><u>Dados Técnicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Catálogo de peças • Manual de voo • Foto colorida do avião intacto • Manual de investigação 	<p><u>Itens pessoais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação • Cartão de crédito, cheques, dinheiro • Passaporte

Todo o equipamento aqui listado cabe numa valise grande ou numa bolsa. É interessante trazer uma mochila leve para transportar itens essenciais em terreno hostil.

Anexo G - Guia básico para entrevista

Os itens relacionados a seguir representam, em geral, pontos relevantes que devem ser buscados:

- a) dados pessoais das testemunhas (nome completo, endereço, telefone ocupação, experiência relevante para suas declarações);
- b) ocasião da observação e posição da testemunha (apontado no local ou em um mapa ou croqui);
- c) qualquer coisa ouvida ou observada referente à aeronave em si e, se relevante, outras aeronaves próximas, de acordo com o estágio do voo, tais como: posição dos flapes, ajustes, rolagem, corrida, freios na partida, início da rotação, ângulo de subida, velocidade estimada, altitude estimadas, pontos sobrevoados pela aeronave, proas, manobras, posições dos controles de voo, trem de pouso, objetos caindo fogo no escapamento, fogo ou fumaça, sinais luminosos, luzes de cabine e anticolisão, faróis de aterragem, ponto de toque no pouso, uso dos freios de reversão do empuxo, paraquedas de cauda, qualquer barulho parecendo anormal, fenômenos ou movimentos, etc.;
- d) qualquer coisa sobre desempenho da tripulação: fatores de diminuição de rendimento, presença de pressões etc.;
- e) posição dos destroços principais e dos espalhados;
- f) posição dos corpos (condição dos cintos de segurança, etc.);
- g) quaisquer esboços ou croquis que as testemunhas possam fazer para ilustrarem suas declarações;
- h) quaisquer fotografias ou filmes tomados;
- i) condições do resgate;
- j) se a testemunha sabe de outras testemunhas, seus nomes e endereços; e
- k) opiniões sobre a ocorrência.

OBSERVAÇÕES

O investigador deve registrar na declaração a data e o local onde foi tomada e, possivelmente, seu próprio nome e qualificação.

Finalmente, deve-se acrescentar que, para facilidade de referência, toda a documentação deve ser acompanhada por um mapa indicando a localização de cada testemunha na ocasião do acidente.

O emprego do “GUIA DE ENTREVISTA” possibilita ao investigador conferir se foram abrangidos os principais itens que a testemunha, em razão de sua experiência, está capacitada para responder. Todavia, o investigador não deve permitir que esse guia limite sua tarefa ao ponto de utilizar apenas os temas sugeridos, permanecendo alerta para descobrir indícios de outras valiosas informações não previstas no guia.

Anexo H - Sugestões de tópicos a serem abordados nos roteiros de entrevistas da Área de Investigação dos Fatores Humanos - Aspecto Psicológico***Rapport***

Objetivo da Investigação: a investigação tem como única finalidade a prevenção de acidentes aeronáuticos por meio do estabelecimento dos fatores contribuintes presentes, direta ou indiretamente, na ocorrência; e da emissão de recomendações de Segurança de Voo que possibilitem a ação direta ou a tomada de decisões para eliminar aqueles fatores ou minimizar as suas consequências. Não é propósito da investigação SIPAER atribuir culpa ou responsabilidade. Ao final da investigação, será produzido um Relatório Final, que é ostensivo.

Importância das informações coletadas nas entrevistas: toda investigação tem como base as informações coletadas nas entrevistas. Elas constituem os principais elementos que permitem aos investigadores montar o cenário do acidente. Por isso, o entrevistador deve reforçar para o entrevistado a importância de relatar tudo que tenha conhecimento.

Sigilo: as informações prestadas nas entrevistas serão de conhecimento da Comissão de Investigação, pois é um trabalho multidisciplinar. Entretanto, caso haja alguma informação que o entrevistado deseje manter sob sigilo, este deverá ser orientado a sinalizar durante a entrevista. Neste caso caberá ao entrevistador trabalhar a informação respeitando o sigilo.

Objetivo da atuação do psicólogo: o trabalho do psicólogo na investigação é de elucidar os condicionantes individuais, psicossociais e organizacionais envolvidos na ocorrência, analisar a interação desses condicionantes e estabelecer o grau de influência na ocorrência, a fim de prevenir eventos semelhantes.

Anotações: o entrevistador deverá informar aos entrevistados que serão realizadas anotações durante a entrevista, a fim de assegurar a coleta de dados importantes para a investigação. Deve-se procurar conduzir as anotações de forma a não causar incômodos ao entrevistado.

Sobre as variáveis Individuais:

É importante que o psicólogo colete o máximo de informações possíveis, mesmo que depois, na confecção do relatório, algumas informações não sejam utilizadas por pertencerem a outro fator ou mesmo por não terem envolvimento com a ocorrência investigada.

Características pessoais:

- a) entrevista com os envolvidos diretos: Solicite ao entrevistado que se descreva, apontando quais as suas características mais positivas e as que julgue menos positivas, bem como quais considera essenciais para a atividade que desempenha; peça que fale sobre os demais tripulantes e profissionais envolvidos na ocorrência; e
- b) entrevista com familiares, amigos, colegas etc.: Solicite ao entrevistado que descreva os envolvidos, apontando quais as características mais positivas e as menos positivas deles e quais ele considera essenciais para a atividade que eles desempenham.

Formação profissional: busque informações sobre onde e quando os tripulantes se formaram; quais os cursos e os treinamentos realizados; onde e quando estes ocorreram.

Experiência profissional: quais os tipos de aeronaves voadas; qual a experiência na aeronave accidentada, na missão realizada e na região do acidente.

Histórico profissional: trabalhou em outros lugares; quais as atividades desempenhadas anteriormente; por quanto tempo ficou em outros empregos; há casos anteriores de acidentes (onde, quando, como, tipo de aeronave).

Características de pilotagem: qual estilo adotado para pilotagem; como é visto pelos colegas de trabalho enquanto piloto.

Atitude com relação à segurança de voo: quais os cursos realizados na área; quais eventos o tripulante participou; tipos de comportamentos adotados em relação à segurança.

Atividades desenvolvidas além da pilotagem: que outras atividades desempenhavam; qual a rotina.

Momento de vida pessoal e profissional: quais os projetos de vida; nível de satisfação.

Expectativas futuras a nível profissional e pessoal: quais perspectivas almejava alcançar no trabalho e na vida.

Sobre as variáveis Psicossociais:

Relacionamento familiar: como estava a vida familiar; pesquise se existiam acontecimentos da vida familiar que estejam interferindo no comportamento.

Relacionamento profissional com superiores, pares, subordinados: quais as características do chefe; tipo de relacionamento entre o chefe e os subordinados; existem pressões para o cumprimento das missões; como era o relacionamento entre os pares e subordinados; como era a comunicação entre chefe, pares e subordinados.

Clima psicossocial do ambiente de trabalho: como era a convivência do grupo de trabalho.

Sobre as variáveis Organizacionais:

Características ergonômicas dos equipamentos: investigar se a configuração do posto de trabalho estava adequada às capacidades e limitações das pessoas, ou seja, se os controles e indicadores facilitavam ou prejudicavam o processamento da informação.

Estrutura dos serviços de manutenção: verificar como o trabalho era organizado; como era feito o controle dos serviços; qual a capacitação dos mecânicos; havia mecânicos com o curso na área de segurança de voo; os layouts dos manuais estavam adequados à realização da tarefa.

Carga de Trabalho: Qual era a jornada de trabalho; qual era a frequência dos voos; como era a escala de serviço; qual era o envolvimento dos profissionais com atividades

extras ao voo; investigar o nível de exigência das tarefas desempenhadas na organização; como se sentia em relação à carga de trabalho imposta pela organização.

Infraestrutura de apoio oferecida: a organização oferecia alimentação e transporte; como era o local destinado ao descanso; que mais apoios eram oferecidos.

Condições de trabalho: como estavam as condições físicas do ambiente de trabalho: iluminação, temperatura, nível de ruído, ventilação, vibração e condição de higiene; quais as condições dos equipamentos de trabalho.

Treinamento: existia programa de treinamento; qual era a frequência dos treinamentos; quem realiza; onde são feitos; havia padronização da instrução; qual a carga horária dos treinamentos; como era feito o controle dos treinamentos; qual era o conteúdo dos treinamentos; como são feitas as avaliações dos treinamentos.

Avaliação de Desempenho: existia avaliação de desempenho na empresa; como era realizada; quando era feita; havia feedback.

Recrutamento e Seleção: como a organização realizava o processo de recrutamento e seleção; quais os instrumentos e os critérios de seleção adotados.

Acompanhamento: existia sistemática de acompanhamento de pessoal na organização; como era feito o acompanhamento; havia feedback.

Segurança de voo: quais as políticas de segurança de voo adotadas; quais os programas desenvolvidos; quais as práticas adotadas; quantos profissionais possuem curso na área; como era a atuação do OSV/ ASV.

Fluxo de Informação: como se dava o fluxo de informação na organização; existia canal de comunicação formal da organização com os profissionais.

Sistemas de apoio: constavam nos manuais, programas ou ordens de instrução disponibilizados os procedimentos a serem adotados pelos profissionais; os regulamentos, mapas ou manuais estavam adequados, atualizados; esses apoios facilitavam o desempenho da tarefa; como se dava o acesso a tais manuais e outras documentações reguladoras, técnicas e doutrinárias.

Sobre a preparação do voo do acidente:

Característica do voo: quais as especificidades do voo: tipo de voo, do voo se era à noite ou de dia, rotineiro ou esporádico; a região era conhecida.

Planejamento da missão: quando e como ficou sabendo do voo; como foi realizado o planejamento da missão.

Exigência quanto ao desempenho do piloto: quantas vezes já havia realizado esse tipo de voo; o voo exigia muito da capacidade do piloto.

Características do voo: qual era o tipo de voo: instrumental ou visual, alta ou baixa altitude.

Sobre o acidente:

Descrição: solicite que o entrevistado descreva o acidente.

Suposição sobre as causas do acidente: o que o entrevistado acredita que tenha ocorrido.

Desempenho do piloto/tripulação durante a emergência: quais as atitudes tomadas diante da emergência; como a tripulação reagiu.

Condições do voo no momento do acidente: o voo estava visual ou instrumento; como estavam as condições do tempo.

Reação dos passageiros diante da anormalidade: quais as reações desencadeadas pelos passageiros; algo fugiu ao controle.

O que poderia ter evitado o acidente: o que o entrevistado considera que poderia ter evitado o acidente.

Fechamento:

Apresentação das anotações: deve-se agradecer ao entrevistado por sua contribuição na investigação do acidente, reforçando a importância da sua atitude para a prevenção de acidentes.

Informações extras: busque deixar um canal aberto de comunicação com o entrevistado, caso haja a necessidade de esclarecer algum ponto da entrevista, ou o entrevistado queira complementar as informações passadas. Solicite a troca de contatos telefônicos ou de e-mail.

Anexo I - Checklist para o registro de imagens

Com o intuito de facilitar o trabalho do investigador, o CENIPA elaborou uma lista de verificação sugestiva para o registro das imagens (fotografia/vídeo) no local da ocorrência aeronáutica conforme descrito abaixo. O objetivo deste checklist é enumerar o que deve ser registrado durante a ação inicial antes que o cenário daquele acidente seja alterado.

À medida que o registro fotográfico progride, o investigador vai determinar, com base nas evidências, se outras fotografias devem ser realizadas.

Esta lista foi baseada no DOC 9746-AN/965 da ICAO - *Manual of Aircraft Accident and incident Investigation, Part III, Appendix 1 to Chapter 2, Montreal 2001*.

Imediatamente após o acidente	
1. Combate a incêndios (Vídeo)	
2. Atividades de resgate (Vídeo)	
3. RADAR e ATC (Gravações)	
4. Condições Meteorológicas (previsão e reais condições)	
Durante a Ação Inicial	
1. Vista aérea do local (Vídeo)	
2. Vistas do local a partir dos pontos cardeais	
3. O site da direção da aeronave estava viajando no momento do impacto	
4. Marcas no solo	
5. Danos às árvores e folhagens	
6. Marcas de derrapagem	
7. Foto inventário dos maiores componentes dos destroços	
8. Superfícies de controle de voo e atuadores	
9. Trem de pouso e outros componentes hidráulicos	
10. Posições dos interruptores no Cockpit	
11. Danos e descolorações provocadas por Fogo/Calor	
12. Restos mortais, ferimentos, sangue / tecido e outras manchas nos destroços	
13. Itens extras ou itens adjacentes aos itens não contabilizados	
14. Close-ups de superfícies de fraturadas	
15. Close-ups de componentes instalados de forma inadequada	
16. Close-ups de quaisquer itens que você suspeita que possam ter contribuído para o acidente	
17. Danos à propriedade privada	
18. Passos na remoção, abertura ou no corte de componentes	
19. Quaisquer outras fotos consideradas necessárias	