

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

FELIPE VOGES DE ABREU

FOQA
Flight Operational Quality Assurance

Porto Alegre
2009

FELIPE VOGES DE ABREU

FOQA
Flight Operational Quality Assurance

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Aeronáuticas, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito à obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: Prof. Hildebrando Hoffmann

Porto alegre
2009

FELIPE VOGES DE ABREU

FOQA
Flight Operational Quality Assurance

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Aeronáuticas, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito à obtenção do grau de Bacharel.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Hildebrando Hoffmann

Prof. Me. Elones Fernando Ribeiro

Prof. Eloir Dario de Bittencourt

Dedico esta monografia aos meus pais que muito me incentivaram e nunca mediram esforços ao investirem para que eu pudesse adquirir mais conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, o grande arquiteto do universo, por todos os recursos que me forneceu e por todas as oportunidades que me presenteou ao longo de minha carreira.

Aos meus pais, Waldir Zübell de Abreu e Diva Therezinha Voges de Abreu, pelo grande incentivo, apoio nos momentos difíceis, e extrema dedicação em todos os aspectos de minha vida. Jamais conheci quaisquer pais que fossem tão verdadeiramente e despretensiosamente interessados na felicidade de seus filhos.

À minha namorada Ana d'Eça Morgenstern Vinhas pela ajuda principalmente na revisão e formatação do trabalho.

Ao Prof. Hildebrando Hoffmann pela sua atenção, orientação, entusiasmo, e por sua prontidão ao auxílio a qualquer momento na faculdade, amigo, aliás, desde minha infância.

Ao Comandante Victorino, gerente de FOQA da Gol Linhas Aéreas, que me cedeu parte de seu tempo no Departamento de Análise de Dados de Voo, demonstrando o funcionamento do programa.

A todos os professores, funcionários e colegas da Faculdade de Ciências Aeronáuticas, que sempre me trataram com muito carinho e alegria durante os anos do curso.

RESUMO

FOQA é uma sigla na língua inglesa para *Flight Operational Quality Assurance*. Significa “garantia de qualidade operacional de voo”. Também pode ser chamado de *Flight Data Monitoring* (FDM) ou *Flight Data Analysis* (FDA). O FOQA, em suma, consiste em recolher dados fornecidos por vários sensores e sistemas de uma aeronave, gravá-los em um formato digital, recolher as informações, e conduzir uma análise posterior para executar ajustes necessários às operações diárias. Recolher e analisar dados gerados por uma frota de aeronaves é de extrema valia, quando executado rotineiramente e combinado com outras ferramentas de segurança como relatórios de perigo. Ele possibilita entender de maneira mais completa as operações de voo, rastreando tendências e investigando as circunstâncias relacionadas a pequenos incidentes. Isso permite a identificação de pequenos problemas antes que eles se tornem incidentes graves e o desenvolvimento de ações coletivas, tais como treinamento direcionado ou mudança nos procedimentos de voo. A aplicação das informações recebidas dessa análise ajuda a encontrar novas maneiras de aperfeiçoar não só a segurança de voo, mas a segurança da organização como um todo, reduzindo os custos e aumentando a eficiência de operação e manutenção, num mercado altamente competitivo. Várias empresas aéreas já iniciaram o programa para coletar, armazenar, e analisar os dados de voo gravados.

Este trabalho tem como objetivo explicar de maneira clara a evolução, a implantação, o funcionamento, os custos, os benefícios, e especular sobre o futuro do programa.

Com essa visão dos níveis mais altos de gerenciamento, a aceitação, contribuição e participação de todos no processo, é possível aprender a desempenhar uma operação de linha aérea mais segura. Com os avanços tecnológicos em dispositivos para a análise de dados, o potencial para obtenção e análise de informações das características de voo de uma aeronave durante sua operação tem aumentado de maneira impressionante.

Palavras-chave: Segurança de voo. Segurança Proativa. Análise de dados de voo. FOQA.

ABSTRACT

FOQA is an acronym for *Flight Operational Quality Assurance*. It is also known as *Flight Data Management* (FDM) or *Flight Data Analysis* (FDA). FOQA, summarized, is a method of capturing data provided by many sensors and systems of an airplane, record them in a digital format, download the recorded information, and perform a posterior analysis to implement the necessary changes to daily operations. Capturing and analyzing the data generated by a fleet of aircrafts is very helpful, when systematically done, and associated with other safety tools like danger or incident reports. It allows understanding flight operations in a whole manner, tracking trends and investigating the circumstances related to small incidents. This allows the identification of small problems before they become severe incidents, and the development of collective actions, such as objective training or changes in flight operational procedures. Applying the data received by this analysis is very helpful not only to find new ways of improving flight safety, but the overall safety of the organization, reducing costs and raising operational and maintenance efficiency, on a highly competitive market. Several airline companies have already initiated the program to collect, store, and analyze recorded flight data.

The aim of this work is to explain in a clear way the evolution, implementation, concept, costs, benefits, and speculate about the future of the program.

With this conception from the highest levels of management, the acceptance, contribution, and participation of everybody in the process, it is possible to develop a safer airline operation. With cockpit equipment and data analysis devices technological advance, the potential to obtain and analyze data from flight features of an aircraft during its operation has risen amazingly.

Keywords: Flight Safety. Proactive Safety. Flight Data Analysis. FOQA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Gráfico de Decolagens, Acidentes, e Taxa de Acidentes no Mundo.....	12
Figura 1.2: Causas de Acidentes – Perda Total – Frota Mundial Jatos 1988-1997.....	15
Figura 2.1.1: Barógrafo, “ <i>Spirit of St.Louis</i> ”, Charles Lindberg, NY – Paris, Maio de 1927..	16
Figura 2.1.2: <i>Flight Data Recorder</i> (FDR) de Gravação em Folha de Aço Incanol.....	17
Figura 2.1.3: Um dos Primeiros FDRs, o <i>Lockheed</i> modelo 109.....	18
Figura 2.1.4: <i>Flight Data Recorder</i> (FDR) da <i>Sundstrand</i> modelo 542	18
Figura 2.1.5: Localização do <i>Cockpit Voice Recorder</i> (CVR).....	19
Figura 2.1.6: <i>Flight Data Recorder</i> (FDR) Atual.....	20
Quadro 2.1.1: Especificações da Resistência de um <i>Flight Data Recorder</i>	20
Figura 2.1.7: <i>Cockpit Voice Recorder</i> (CVR) Atual	21
Quadro 2.1.2: Especificações da Resistência de um <i>Cockpit Voice Recorder</i>	21
Figura 2.1.8: Requerimento de Parâmetros do <i>Flight Data Recorder</i> (FDR).....	22
Quadro 2.1.3: Capacidade de Gravação do Aircraft Data Recorder FlightVu FV-0720.....	23
Figura 2.1.9: Gravador de Voo do Futuro.	23
Figura 2.1.10: Gravador de Voo do Futuro (Honeywell)	24
Figura 2.2.1: Perda de Aeronaves da <i>British Airways</i> 1952 - 2002	25
Figura 3.1.1: Estrutura Organizacional do Programa FOQA (FAA)	29
Figura 3.1.2: Programação Sugerida para a Implantação do Programa FOQA (FAA).....	29
Figura 3.2.1: <i>Digital Flight Data Acquisition Unit</i> (DFDAU) da Sagem.....	32
Figura 3.2.2: <i>Quick Access Recorder</i> (QAR) da <i>m-u-t</i>	32
Figura 3.2.3: Diagrama de Interfaces da DFDAU da Teledyne	33
Figura 3.2.4: Diagrama do <i>Quick Access Recorder</i> (QAR) da Teledyne.....	33
Figura 3.3.1: Diagrama Simplificado da Coleta e Gravação de Dados	34
Figura 3.3.2: Diagrama do Programa FOQA (FAA).....	35
Figura 3.3.3: Transmissor Sem Fio (<i>Groundlink</i>) da Teledyne.....	36
Figura 3.3.4: Diagrama Sistemático Simples do Programa FOQA Sem Fio da Teledyne.....	36
Figura 3.4.1: Estação de Análise Terrestre (AGS) da Sagem	39
Figura 3.4.2: Programação de Parâmetros de Eventos	40
Figura 3.4.3: Reporte Gráfico de Tendências.....	41
Figura 3.4.4: Reporte Gráfico de Eventos	42

Figura 3.4.5: Animação em 3D	43
Figura 3.4.6: Animação com Mapa de Aviação	44
Figura 3.4.7: Animação com Representação do Perfil Executado	45
Figura 3.5.1: Diagrama Sistemático Completo do Programa FOQA da Teledyne	46
Tabela 4.1: Custos de Instalação e Manutenção do Programa FOQA, VAZ, 2002	48
Tabela 4.2: Custos de Instalação e Manutenção do Programa FOQA, FAA, 1997	49
Tabela 5.1: Benefícios Financeiros do Programa FOQA, VAZ FERNANDES, 2002	53
Gráfico 5.1: Relação Custo-benefício do Programa FOQA	53

LISTA DE SIGLAS

Abreviatura	Significado
AC	<i>Advisory Circular</i>
ACARS	<i>Aircraft Communications Addressing and Reporting System</i>
ACMS	<i>Aircraft Condition Monitoring System</i>
AGS	<i>Analysis Ground Station</i>
ARINC	<i>Aeronautical Radio Incorporated</i>
CFR	<i>Code of Federal Rules</i>
CPDL	<i>Controller Pilot Data Link</i>
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i>
DAU	<i>Data Acquisition Unit</i>
DFDAU	<i>Digital Flight Data Acquisition Unit</i>
DFDMU	<i>Digital Flight Data Management Unit</i>
DFDR	<i>Digital Flight Data Recorder</i>
DFOM	<i>Daily Flight Operations Management</i>
DMU	<i>Data Management Unit</i>
EUROCAE	<i>European Organization for Civil Aviation</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAR	<i>Federal Aviation Regulations</i>
FDA	<i>Flight Data Analysis</i>
FDAU	<i>Flight Data Acquisition Unit</i>
FDM	<i>Flight data Monitoring</i>
FDR	<i>Flight Data Recorder</i>
FODA	<i>Flight Operations Data Assurance</i>
FOM	<i>Flight Operations Management</i>
FOQA	<i>Flight Operational Quality Assurance</i>
GB	<i>Gigabyte</i>
g	<i>Unidade de Aceleração (9,8 m/s²)</i>
GDL	<i>Ground Data Link</i>

GDRAS	<i>Ground Data Replay and Analysis System</i>
GPWS	<i>Ground Proximity Warning System</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
MB	<i>Megabyte</i>
MOQA	<i>Maintenance Operations Quality Assurance</i>
MCDU	<i>Multifuntion Control Display Unit</i>
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
OFDM	<i>Operational Flight Data Monitoring</i>
PAADV	<i>Programa de Acompanhamento e Análise de Dados de Voo</i>
PCMCIA	<i>Personal Computer Memory Card International Association</i>
RPM	<i>Rotações por Minuto</i>
QAR	<i>Quick Access Recorder</i>
SOP	<i>Standard Operating Procedures</i>
SSCVR	<i>Solid State Cockpit Voice Recorder</i>
SSFDR	<i>Solid State Flight Data Recorder</i>
TCAS	<i>Traffic Alert and Collision Avoidance System</i>
USD	<i>US Dollars – dólares norte-americanos</i>
3D	<i>Três Dimensões</i>
14 CFR	<i>Title 14 of the Code of Federal Regulations</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	A HISTÓRIA DA AQUISIÇÃO DE DADOS	16
2.1	A EVOLUÇÃO DO FLIGHT RECORDER.....	16
2.2	A EVOLUÇÃO DO FOQA	25
3	O FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA FOQA	28
3.1	GERENCIAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO FOQA	28
3.2	AQUISIÇÃO E REGISTRO DE DADOS	30
3.3	TRANSFERÊNCIA DE DADOS	34
3.4	PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE.....	37
3.5	RELATÓRIOS E ANÁLISE DE TENDÊNCIAS	46
3.6	PROGRAMA DE SEGURANÇA DE VOO DAS COMPANHIAS	47
4	OS CUSTOS DO FOQA.....	48
5	OS BENEFÍCIOS DO FOQA.....	50
6	“VOANDO O FOQA”	54
7	O FUTURO DO FOQA	56
8	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	59
	GLOSSÁRIO	62
	ANEXO A – Transcrição da teleconferência APIMEC - Resultados do segundo trimestre de 2005 da GOL - 09 de agosto de 2005 – Davi Barioni – Vice-presidente técnico da GOL Linhas Aéreas.....	66
	ANEXO B – Os gráficos que podem mudar o mundo - por Fernanda Viégas	70

1 INTRODUÇÃO

Aviação é vista como um dos meios de transportes mais seguros do mundo. A taxa de acidentes, medida por número de decolagens, caiu muito nos últimos quarenta anos. O número de acidentes absoluto, entretanto, tem permanecido relativamente inalterado há algumas décadas. A razão disso, é que o número de operações e de passageiros transportados subiu em ritmo acelerado durante esse tempo. À medida que o tráfego aumentar, o número de acidentes aumentará também, a não ser que a taxa seja reduzida ainda mais (Figura 1.1) (VAZ FERNANDES, 2002).

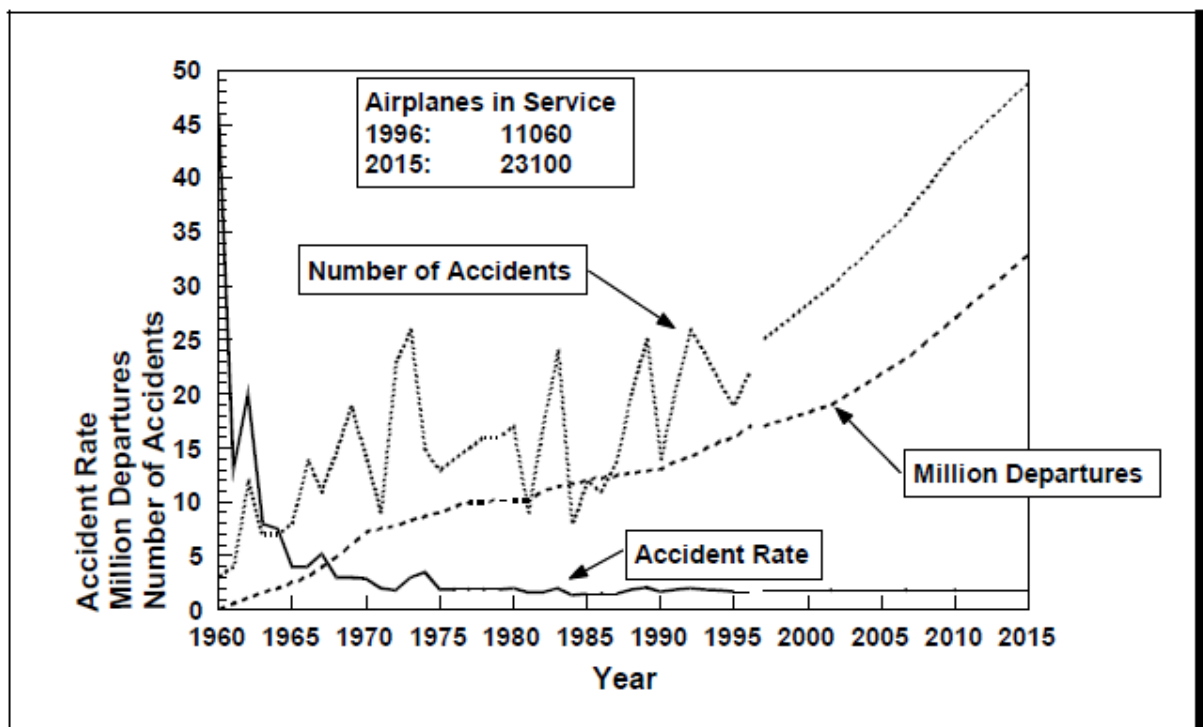


Figura 1.1: Gráfico de Decolagens, Acidentes, e Taxa de Acidentes no Mundo
Fonte: Vaz Fernandes (2002).

O decréscimo da taxa de acidentes no transporte aéreo público, desde a metade dos anos 40, é devido, em parte, à prática da indústria de transporte aéreo de descobrir, entender e eliminar fatores que levam a acidentes (DAC, 2004).

Aeronaves comerciais modernas contêm sistemas eletrônicos sofisticados que coletam, processam e gerenciam dados digitais de vários aspectos do voo. Esses dados são originados

de diversos sistemas e sensores ao longo da aeronave. Os dados variam desde relativos à operação do piloto até às condições da aeronave. Alguns desses dados são gravados continuamente pelo *Digital Flight Data Recorder* (DFDR), o Gravador Digital de Dados de Voo, comumente chamado de “caixa preta”, o qual ajuda os investigadores a entender o que aconteceu quando a aeronave envolveu-se em um acidente ou incidente grave. O *National Transportation Safety Board* (NTSB), fonte oficial de informação sobre acidentes de linhas aéreas nos Estados Unidos, define acidentes como “eventos nos quais indivíduos são mortos, sofrem graves ferimentos, ou a aeronave é gravemente danificada”. Incidentes são definidos como outras ocorrências associadas à operação da aeronave que afetam ou poderiam afetar a segurança das operações. Projetados para sobreviver a acidentes aéreos, os DFDRs guardam os dados gravados durante as últimas 25 horas de voo.

Melhor do que analisar os dados de voo somente após um acidente, algumas companhias analisam os dados de voos rotineiros. Seu objetivo é identificar problemas que ocorram em operações normais e corrigi-los antes que eles contribuam para acidentes ou incidentes (DAC, 2004).

Para conseguir-se sucesso é necessário um cuidadoso registro e acompanhamento de ocorrências operacionais, mecânicas e humanas relacionadas com a segurança, no sentido de evitar a nova ocorrência de incidentes similares que possam levar a um acidente com aeronave.

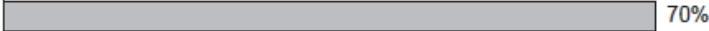





FOQA é uma sigla na língua inglesa para *Flight Operational Quality Assurance*. Significa “Garantia de Qualidade Operacional de Voo”. A pronúncia é “fócuca”, na língua portuguesa, e “fôucua”, na sua língua original. Dependendo do país, a referência ao FOQA é feita por um termo diferente. Na Europa, principalmente, usa-se *Flight Data Monitoring* (FDM), *Flight Data Analysis* (FDA), ou ainda, *Operational Flight Data Monitoring* (OFDM). Ao redor do mundo ouve-se *Flight Operations Management* (FOM), *Daily Flight Operations Monitoring* (DFOM), *Flight Operations Data Assurance* (FODA), e também *Maintenance Operations Quality Assurance* (MOQA) (TELEDYNE, 2003). No Brasil, apesar da literatura inicial cunhar o termo como Programa de Acompanhamento e Análise de Dados de Voo (PAADV) (DAC, 2004), o termo mais usado rotineiramente ainda é FOQA, possivelmente pela grande influência norte-americana em nossa cultura.

FOQA é o nome dado a um processo, programa, ou atividade, empregado por uma companhia, que consiste na aquisição, medida, e análise de dados de voo. Ele serve como fonte de informação de dados para identificar, estabelecer causas prováveis, e corrigir tendências nocivas e desvios das normas aceitas de segurança de operação de voo. Envolve a análise regular dos dados de voo de cada fase voada por cada aeronave. A leitura sistemática dos parâmetros registrados pelas aeronaves de uma frota inteira permite detectar tendências de deterioração de funcionamento de sistemas, erros frequentes em procedimentos operacionais, não somente por falhas de pilotos, mas, também, por algum processo implantado pela empresa, e outras tendências que podem conduzir a um acidente ou incidente. A aplicação das informações recebidas dessa análise ajuda a encontrar novas maneiras de aperfeiçoar a segurança de voo e aumentar a eficiência operacional (TELEDYNE, 2003). O trabalho é de extrema valia, quando executado rotineiramente, com análise de voos diária e combinado com outras ferramentas de segurança como reportes de perigo e reporte de incidentes confidenciais (VAZ FERNANDES, 2002).

A modernidade está a nosso favor, com os avanços tecnológicos em equipamentos da cabine de comando e dispositivos para a análise de dados, aumentou-se muito, o potencial para se obter e analisar informações das características de voo de uma aeronave durante sua operação.

As companhias devem definir a segurança de voo como o seu bem mais precioso e assim seguir a melhor e mais ampla política prática, pelo menos cumprindo o mínimo que determina a lei (SWISS 49, 2007). Sempre haverá perigo, real e potencial, associado à operação de uma aeronave. Falhas técnicas, operacionais e humanas induzem ao perigo. O objetivo do Programa de Prevenção de Acidentes e Segurança de Voo de uma companhia é identificá-los e controlá-los. Historicamente, mais da metade dos acidentes envolvendo perda total de aeronaves tem como causa primária, o desempenho da tripulação (Figura 1.2) (FSF, 1998).

**Primary Cause Factors — Hull-loss Accidents*
Worldwide Commercial Jet Fleet, 1988–1997**

Primary Factor	Number of Accidents	Percentage of total accidents with known causes							
		10	20	30	40	50	60	70	80
Flight Crew	105								
Airplane	15								
Maintenance	9								
Weather	7								
Airport/ATC	5								
Miscellaneous/other	8								
Total with known causes	149								
Unknown or awaiting reports	64								
Total	213								

* As determined by the investigative authority. ATC = air traffic control

Figura 1.2: Causas de Acidentes – Perda Total – Frota Mundial Jatos 1988-1997
Fonte: Flight Safety Foundation (1998).

As companhias devem comprometer-se ao mais alto padrão de segurança de voo possível. É imperativo, assim, que se tenha o relato desinibido de todos os incidentes e ocorrências que comprometam a condução segura dos voos. Cada empregado é responsável por comunicar qualquer informação que possa afetar a integridade da segurança de voo. Essa comunicação deve ser completamente isenta de represália.

2 A HISTÓRIA DA AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1 A EVOLUÇÃO DO FLIGHT RECORDER

Uma das maiores invenções para a aviação comercial em termos de segurança foi o gravador de dados de voo protegido, o *Flight Data Recorder* (FDR), conhecido popularmente como “caixa preta”. Seu uso hoje é obrigatório e sua participação é fundamental na investigação de acidentes. Aos próprios irmãos Wright é creditada a primeira utilização de um gravador de dados de voo, um dispositivo simples que registrava a distância voada, tempo de voo, e o número de rotações por minuto do motor (RPM). O gravador sobreviveu, apenas porque o avião nunca caiu. Proteção à queda não era necessária para a altura de voo de 2 metros da época. Charles Lindbergh carregava um dispositivo a bordo do avião “*Spirit of St. Louis*” que era um pouco mais sofisticado: um barógrafo que registrava a pressão atmosférica com tinta, sobre um papel, em um carrossel rotativo dentro de uma caixa de madeira. Ele também sobreviveu, e pode ser visto no *Smithsonian National Air and Space Museum* (Figura 2.1.1) (Sendzimir, 1996).

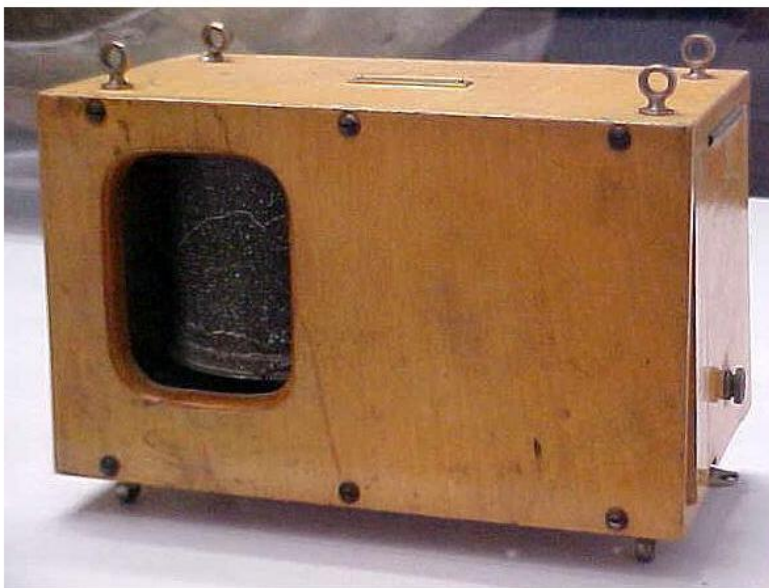


Figura 2.1.1: Barógrafo, “*Spirit of St. Louis*”, Charles Lindbergh, NY – Paris, Maio de 1927
Fonte: Smithsonian National Air and Space Museum (2005).

Esforços para construir gravadores de voo protegidos datam de 1940, mas a tecnologia para construir uma unidade que resistisse às forças de uma queda e ao fogo subsequente só surgiu em 1958, quando o seu uso foi determinado pela *US Civil Aeronautics Administration* como mínimo requerido para operações. Apesar dos primeiros FDRs capturarem apenas seis parâmetros (tempo, velocidade, proa, altitude, aceleração vertical e horário da radio transmissão) eles eram uma valiosa ferramenta para reconstruir o que ocorrera antes de um acidente (FSF, 1998). Era o início da “Era do Jato” com a introdução de aviões como o *Boeing 707*, *Douglas DC-8* e o *Caravelle*. Os parâmetros analógicos eram gravados em relevo em uma folha de metal feita de um aço inoxidável conhecido como *Incanol*, que podia ser usada uma só vez, e era tida como praticamente indestrutível (TELEDYNE, 2003).

Esse tipo de gravação era feita através de traçados individuais, para cada parâmetro, produzidos por osciloscópios na folha metálica. O tempo era obtido pelo próprio movimento da folha que avançava 6 polegadas por hora (Figura 2.1.2). Isso frequentemente resultava em uma sequencia de eventos de um acidente inteiro sendo gravada em apenas 0,1 polegada de folha. Os investigadores recuperavam os dados através de análise microscópica, convertendo a distância de um parâmetro traçado na folha em relação a uma linha de referência, para unidades de medida convencionais. Esse processo consumia muito tempo e requeria uma quantidade significativa de interpretação do investigador (GROSSI, 1999).

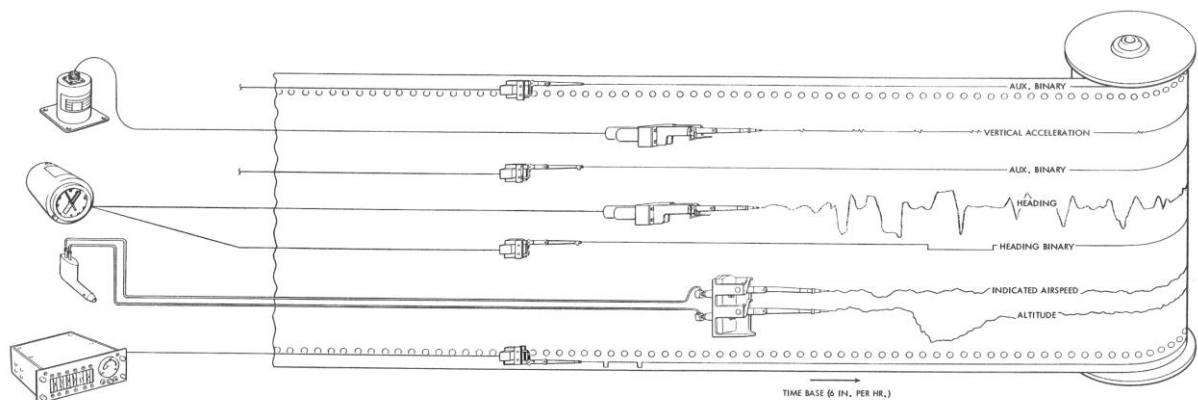


Figura 2.1.2: *Flight Data Recorder* (FDR) de Gravação em Folha de Aço Incanol
Fonte: Grossi (1999).

Modelos de FDRs de gravação em folha de aço Incanol foram fabricados pela Lockheed (Figura 2.1.3) e pela Sundstrand (Figura 2.1.4).



Figura 2.1.3: Um dos Primeiros FDRs, o *Lockheed* modelo 109
Fonte: Grossi (1999).



Figura 2.1.4: *Flight Data Recorder* (FDR) da *Sundstrand* modelo 542
Fonte: Grossi (1999).

Somente os dados de voo não eram suficientes para fornecer a informação necessária para as investigações de acidentes. Surgiu então uma segunda geração de gravadores, o *Cockpit Voice Recorder* (CVR), ou gravador de voz da cabine de comando, que cobria sons, tais como a conversa da tripulação, comunicações de rádio e barulhos do avião. Tudo isso era registrado em uma nova tecnologia para a época, a fita magnética, embutida em uma complexa proteção à queda e ao fogo. Em 1965, todas as aeronaves comerciais tiveram o seu uso obrigatório, e ele deveria reter os sons equivalentes aos últimos 30 minutos de voo (L3 Comm, 2009).

As primeiras exigências de FDRs regiam que fossem capazes de suportar 100 g de impacto e colocados no compartimento eletrônico dianteiro das aeronaves. Após vários acidentes, ficou evidente que as especificações eram inadequadas. Para corrigir a situação a *Federal Aviation Administration* (FAA) especificou que eles deveriam suportar 1000 g e serem recolocados na cauda da aeronave. A razão para a mudança foi que, em seguida ao impacto inicial, a parte traseira da aeronave estaria se movendo a uma velocidade menor, e assim, mais gravadores sobreviveriam (Figura 2.1.5) (L3 Comm, 2009).

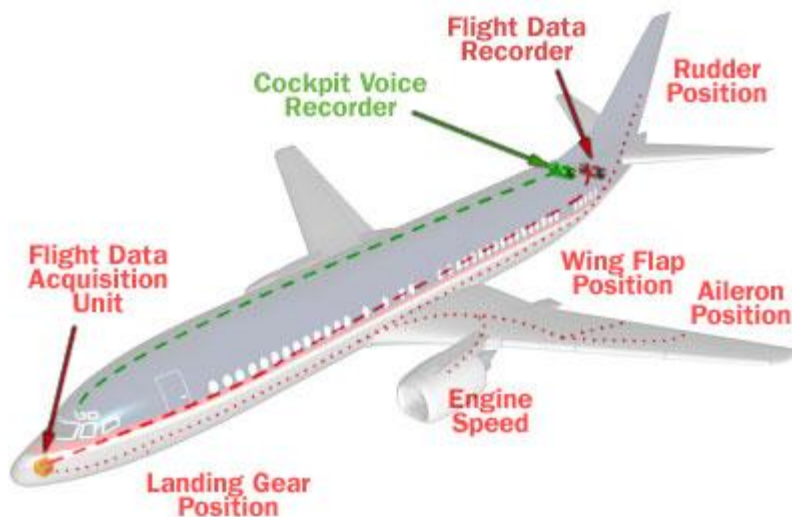


Figura 2.1.5: Localização do *Cockpit Voice Recorder* (CVR)
Fonte: L3 Communications (2009).

O *Solid State Flight Data Recorder* (SSFDR) ou Gravador de Dados de Voo de Estado Sólido (Figura 2.1.6), começou a ser comercializado em 1990. O nome “estado sólido” se refere à armazenagem de dados em memórias semicondutoras ou circuitos integrados, ao invés dos métodos eletromecânicos anteriormente usados. Por não ter peças móveis, a manutenção requerida é baixa, o seu uso é econômico, e os dados são facilmente extraídos em questão de minutos (L3 Comm, 2009).



Figura 2.1.6: *Flight Data Recorder* (FDR) Atual
Fonte: National Transportation Safety Board (2004).

Especificações da Resistência de um <i>Flight Data Recorder</i>	
Tempo de gravação	25 horas contínuas
Número de Parâmetros	18 até mais de 1000
Tolerância à Impacto	3400 g / 6.5 ms
Resistência ao Fogo	1100 graus C / 30 min.
Resistência à Pressão de Água	submerso 20.000 ft.
Radio Transmissão Submerso	37.5 kHz; bateria com validade de 6 anos ou mais, com capacidade de operar por 30 dias após a ativação

Quadro 2.1.1: Especificações da Resistência de um *Flight Data Recorder*
Fonte: National Transportation Safety Board (2004).

O *Solid State Cockpit Voice Recorder (SSCVR)* ou Gravador de Voz da Cabine de Comando de Estado Sólido (Figura 2.1.7), evoluiu um pouco mais tarde devido necessitar de maior capacidade de memória. O SSCVR de 30 minutos foi disponibilizado em 1992, e a versão de duas horas, em 1995 (L3 Comm, 2009).



Figura 2.1.7: *Cockpit Voice Recorder (CVR)* Atual
Fonte: National Transportation Safety Board (2004).

Especificações da Resistência de um <i>Cockpit Voice Recorder</i>	
Tempo de gravação	30 min. contínuos, 2 horas para unidades de estado sólido
Numero de Canais	4
Tolerância à Impacto	3400 g / 6.5 ms
Resistência ao Fogo	1100 graus C / 30 min.
Resistência à Pressão de Água	submerso 20.000 ft.
Radio Transmissão Submerso	37.5 kHz; bateria com validade de 6 anos ou mais, com capacidade de operar por 30 dias após a ativação

Quadro 2.1.2: Especificações da Resistência de um *Cockpit Voice Recorder*
Fonte: National Transportation Safety Board (2004).

Pode-se dizer que nos anos 70 o metal perdeu seu lugar como mídia de gravação para o plástico, e nos anos 90, o plástico perdeu para o silicone, à medida que o DFDR foi para o estado sólido (Sendzimir, 1996).

Desde 1957, quando as primeiras regras oficiais para os FDRs foram lançadas, a FAA já mudou o mínimo requerido seis vezes. A explicação para isso é que à medida que a tecnologia se desenvolve, os fabricantes e operadores passam a ter maior disponibilidade técnica e financeira para a captura de dados. A primeira lei de 1957 requeria a gravação mínima de 6 parâmetros, a de 1991 requisitava 17, e a lei atual de 2001 prevê 88 parâmetros para aeronaves fabricadas a partir de 2002. Aeronaves mais antigas devem ser reformadas, de acordo com suas possibilidades, seguindo a tabela da Figura 2.1.8, e o termo técnico para essa adequação é “retrofit” (TSURUTA, 2009).

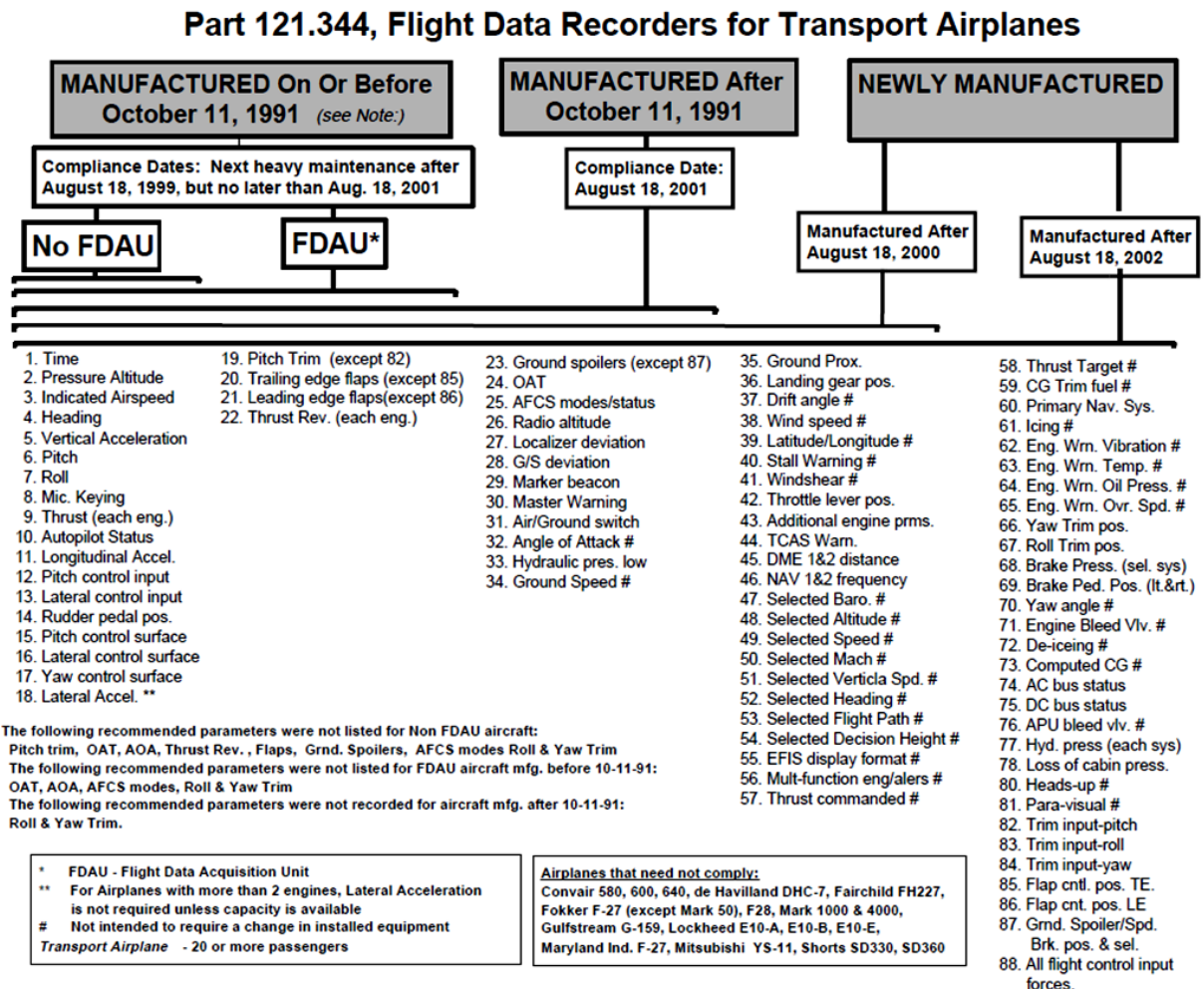


Figura 2.1.8: Requerimento de Parâmetros do *Flight Data Recorder* (FDR)
Fonte: Grossi (1999).

Em 1999 o NTSB fez uma carta com recomendações à FAA¹ (*A-99-16 through -18*) sugerindo o uso de câmaras de vídeo nas cabines de aeronaves de passageiros (Figura 2.1.9). A carta recomenda, também, que no futuro próximo se aumente a capacidade de redundância de dados, utilizando-se dois conjuntos de DFDRs e CVRs, em barramentos elétricos separados. Um deverá estar localizado próximo à cabine de comando, onde há menor chance de perda de sinal em caso de fogo ou falha estrutural da aeronave, e o outro na cauda, com maior chance de sobrevivência a impacto. Uma fonte de energia independente e adjacente às unidades, com capacidade de manter seu funcionamento por pelo menos 10 minutos após uma perda de alimentação, também foi sugerida para que ficasse garantida a gravação de dados críticos da aeronave até o final do voo.

A fabricante *AD Aerospace*, já desenvolveu o primeiro Gravador de Dados de Aeronave, ou *Aircraft Data Recorder*, que combina numa só unidade, o FDR, CVR e o Gravador de Vídeo de Voo, ou *Flight Video Recorder*. O Gravador de Vídeo tem capacidade para 8 canais de vídeo de câmaras montadas interna ou externamente na aeronave, e permite aos investigadores analisarem o ambiente e entender o que levou ao acidente ou incidente (AD Aerospace, 2009).

Capacidade de Gravação do <i>Aircraft Data Recorder FlightVu FV-0720</i>	
<i>Flight Data Recorder</i>	25 horas da lista de parâmetros do FAR121
<i>Cockpit Voice Recorder</i>	2 horas de 4 canais de áudio (de acordo com o ED56A)
<i>Flight Video Recorder</i>	30 minutos a 3 quadros por segundo

Quadro 2.1.3: Capacidade de Gravação do *Aircraft Data Recorder FlightVu FV-0720*
Fonte: AD Aerospace (2009)

The Future Accident Recorder



Figura 2.1.9: Gravador de Voo do Futuro.(NTSB)
Fonte: Mike Horn (1999).

¹ Disponível em: < http://www.nts.gov/recs/letters/1999/A99_16_18.pdf>. Acesso em 22 out. 2009.

A tecnologia de vídeo já está sendo regulamentada, em termos de padronização e práticas recomendadas, pela *European Organization for Civil Aviation* (EUROCAE) e a *Aeronautical Radio Inc.* (ARINC). A próxima geração de *Flight Recorders*, além de tecnologia de vídeo, trará também o registro do *Controller Pilot Data Link* (CPDL), sistema de comunicação moderno que envia mensagens escritas entre pilotos e controles de tráfego aéreo (Grossi, 1999). Outra novidade é o envio instantâneo de dados para a companhia através do sistema ACARS, tecnologia via satélite, que ajuda na análise de acidentes, no caso da falta do FDR.

O futuro do *Flight Recorder* será disponibilizar dados de forma bastante redundante, através de gravação simultânea em mídia removível, unidade de memória a prova de acidentes, e de envio instantâneo via satélite (Figura 2.1.10).

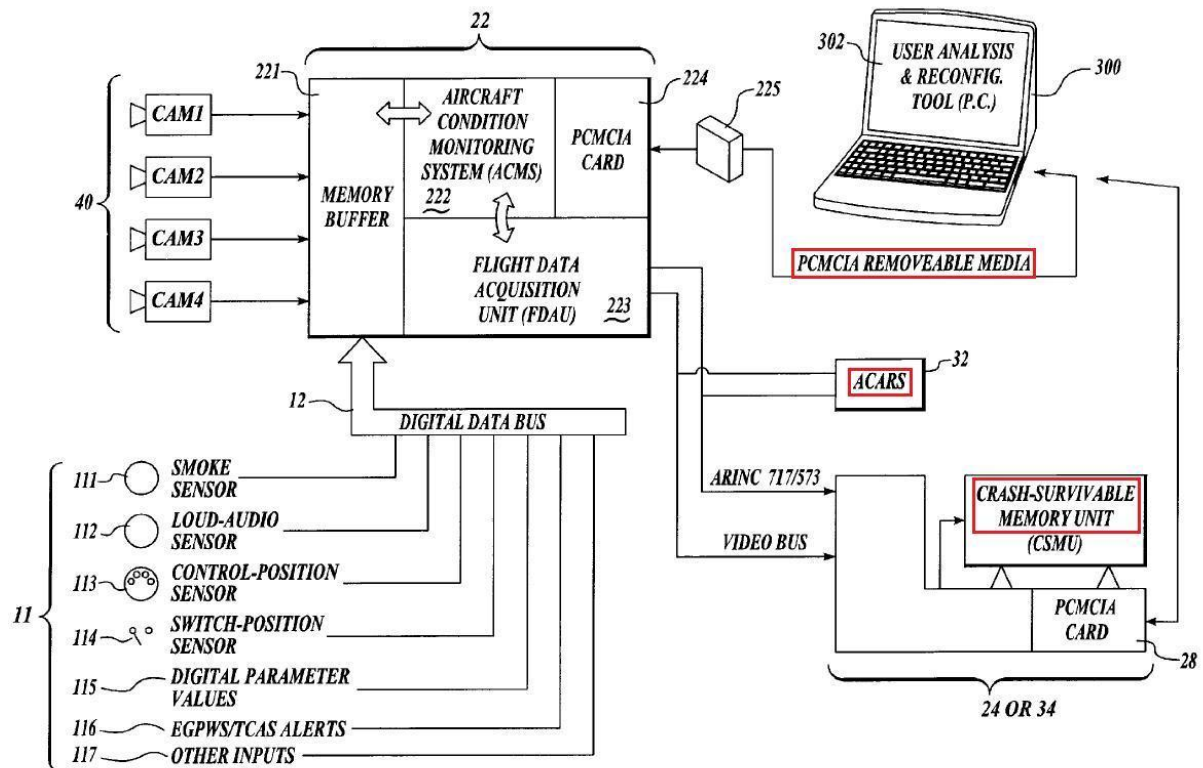


Figura 2.1.10: Gravador de Voo do Futuro (Honeywell)
Fonte: Free Patents Online (2004).

2.2 A EVOLUÇÃO DO FOQA

O FOQA teve sua origem quando a *US Civil Aeronautics Administration* tornou o uso do FDR obrigatório. Além de gravar dados para ajudar na investigação de acidentes, algumas companhias começaram a monitorar, por iniciativa própria, dados gravados em voos de rotina. Inicialmente os sistemas de monitoramento capturavam dados da condição da aeronave, mas com o passar do tempo, passaram a incluir dados operacionais, também. Um programa que usava dados do FDR começou na *British Airways* em 1962. Apesar de muito limitado para os padrões atuais, o programa da *British* já continha as sementes do programa do moderno FOQA. Vale à pena observar que a *British* perdera mais aviões por problemas operacionais nos 10 anos anteriores ao início do programa, do que perderia nos 40 anos subsequentes (Figura 2.2.1).

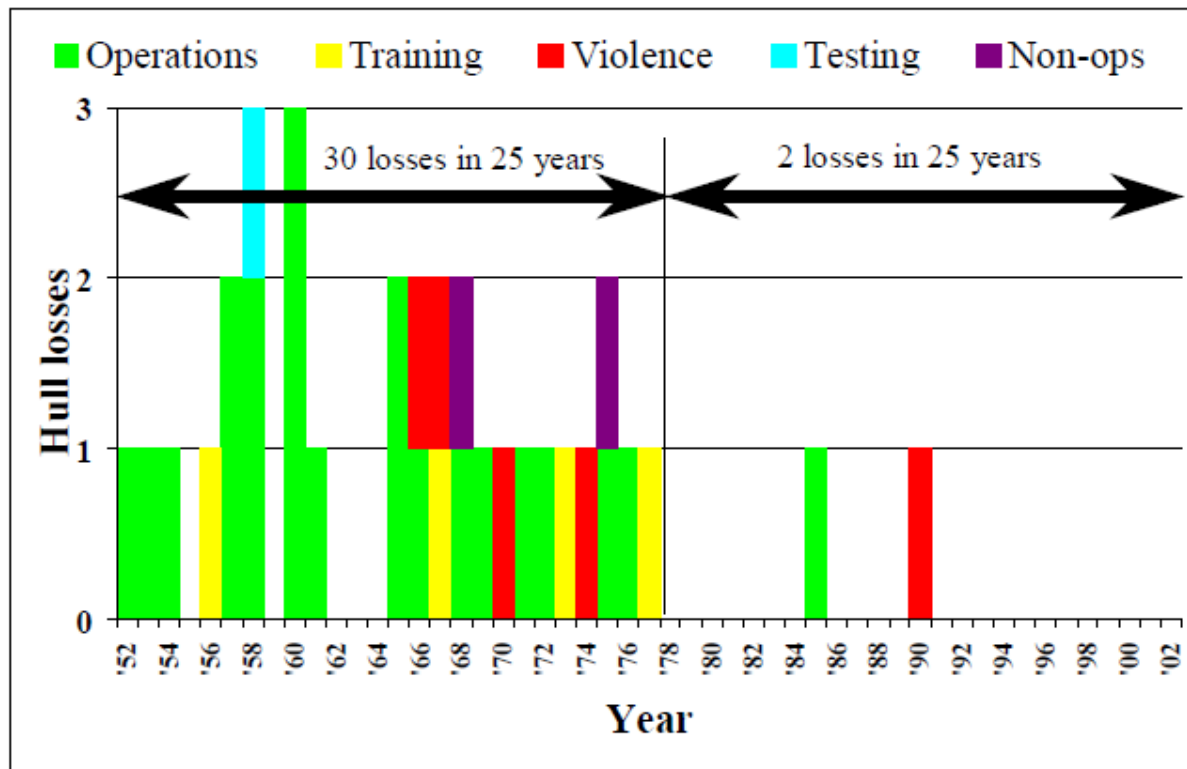


Figura 2.2.1: Perda de Aeronaves da *British Airways* 1952 - 2002

Fonte: Vaz Fernandes (2002).

No final dos anos 60 a *Trans World Airlines* (TWA) começou um programa para monitorar um número limitado de parâmetros relacionados à aproximação e pouso, à medida que os FDRs entravam em manutenção periódica.

Com o passar dos anos o número de companhias que estabeleceram programas do tipo FOQA aumentou constantemente. O programa de aquisição de dados japonês incluiu uma impressora na cabine de comando que permitia ao piloto monitorar sua própria atuação durante o voo. A *All Nippon Airways* (ANA) começou seu programa de monitorar dados em 1974. Em seguida, a *KLM - Royal Dutch Airlines*, a *Lufthansa* e a *Scandinavian* aderiram ao programa, todas convencidas de que monitorar parâmetros seria um componente indispensável nos seus respectivos esforços em prol da segurança de voo, e de que o programa pagaria muitos dividendos (FSF, 1998).

Reconhecendo o valor dos dados operacionais de voo e a natureza crítica do desempenho dos tripulantes em acidentes e incidentes, a norte-americana *Flight Safety Foundation* propôs e foi selecionada pela FAA em 1991 para fazer um estudo sobre o programa. Foi a própria *Flight Safety Foundation* em seu estudo finalizado em 1993, que criou o termo FOQA (*Flight Operational Quality Assurance*) para descrever essa função. A própria fundação definiu FOQA como sendo (FSF 1996, p. 9):

Um programa para se obter e analisar dados gravados em voo para melhorar o desempenho dos tripulantes, programas de treinamento das companhias, procedimentos operacionais, procedimentos de controle de tráfego aéreo, projeto e manutenção de aeroportos, e projeto e operação de aeronaves.

Sobre a importância do FOQA, a fundação relatou (FSF 1996, p.22):

O propósito (do estudo) foi baseado na convicção, formada pelas experiências positivas das companhias aéreas internacionais, usuárias do FOQA, que o uso apropriado do programa por companhias, associações de pilotos, fabricantes de aeronaves e equipamentos, iria resultar num significativo aperfeiçoamento da segurança de voo identificando irregularidades operacionais que podem antecipar futuros acidentes ou incidentes.

A FSF concluiu que o FOQA devia prosseguir e que sua implantação, principalmente no que tange aeronaves certificadas no FAR 121², teria um impacto positivo maior do que qualquer outro programa sobre fatores humanos incluídos nos planos da FAA.

² Disponível em: < <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=9c06ff2bbbcb44b10a6cb93f815a2e4&rgn=div5&view=text&node=14:3.0.1.1.4&idno=14>>. Acesso em: 2 nov. 2009.

Em 1995, a FAA implantou um modelo de projeto em conjunto com as companhias aéreas, com duração prevista para dois a três anos, visando facilitar a implantação do FOQA. O programa se chamava DEMOPROJ (projeto de demonstração) e ressaltava o custo-benefício envolvido e o grande aumento na segurança. Era também enfatizado o comprometimento de que os dados recebidos não seriam usados com nenhuma função coerciva, desde que as companhias cumprissem certas metas requeridas (VAZ FERNANDES, 2002).

A partir do ano 2000, vários órgãos de regulamentação internacionais passaram a exigir o FOQA para empresas de grande porte. A ICAO recomendou seu uso a todas as aeronaves com mais de 20 toneladas de peso máximo de decolagem. A União Europeia publicou em seu Diário Oficial que seu uso passaria a ser obrigatório a partir de 1º de janeiro de 2005 para todas as aeronaves com mais de 27 toneladas de peso máximo de decolagem certificado, e também, que seu uso deveria ser não punitivo e conter dispositivos de segurança adequados para proteger as fontes dos dados³.

O Governo Norte-Americano incluiu regras para utilização do FOQA no *Code of Federal Rules* no título 14, parte 13 (14 CFR part 13), ressaltando regras de proibição do uso coercivo de dados do FOQA, abrindo exceção, apenas para casos criminosos ou deliberados⁴.

³ *Official Journal of the European Union*, OPS 1.037, pág 6. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:010:0001:0206:EN:PDF>>. Acesso em: 22 set. 2009.

⁴ Disponível em: <<http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=6bf1da494a57a5506545507badc34022&rgn=div6&view=text&node=14:1.0.1.2.4.9&idno=14>>. Acesso 2 nov. 2009.

3 O FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA FOQA

3.1 GERENCIAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO FOQA

Um programa típico de FOQA é gerenciado e operado por um Gerente do Programa, um ou mais Analistas de Dados Operacionais, um grupo de Monitores consistidos de pilotos de linha que trabalham meio-turno, e um piloto para contato com o grupo (normalmente chamado de “*Gate Keeper*” e representante da Associação de Pilotos) (Figura 3.1.1). Esses trabalhadores gerenciam o FOQA em cumprimento total aos acordos feitos com o sindicato, em especial no que se refere à confidencialidade da identidade dos pilotos. Esse grupo é responsável por definir e redefinir os parâmetros de desvios, revisando e analisando os dados, determinando e monitorando as ações corretivas (US DOT, 2004).

A Diretoria do FOQA costuma ser presidida pelo próprio Diretor do Departamento de Segurança de Voo, e tem como membros, o Vice-presidente de Segurança de Voo, o Diretor de Manutenção e o Diretor de Treinamento de Voo, que atuam ainda como conselheiros para o programa.

O Gerente do FOQA é o responsável pelo controle de todo o programa, administração, segurança e manutenção do FOQA. Essas tarefas incluem interação com órgãos reguladores, fabricantes, e outras entidades. Sua tarefa principal é atender às necessidades do FOQA e elaborar relatórios requisitados por Operações de Voo, Treinamento e Departamentos de Segurança.

O grupo de monitores é chefiado pelo Gerente do FOQA, e se reúne uma vez por mês para conduzir revisões e analisar tendências para emitir recomendações de segurança.

O “*Gate Keeper*” é o responsável por fazer a intermediação do programa com os tripulantes envolvidos em algum evento, tem acesso aos dados e faz os contatos necessários.

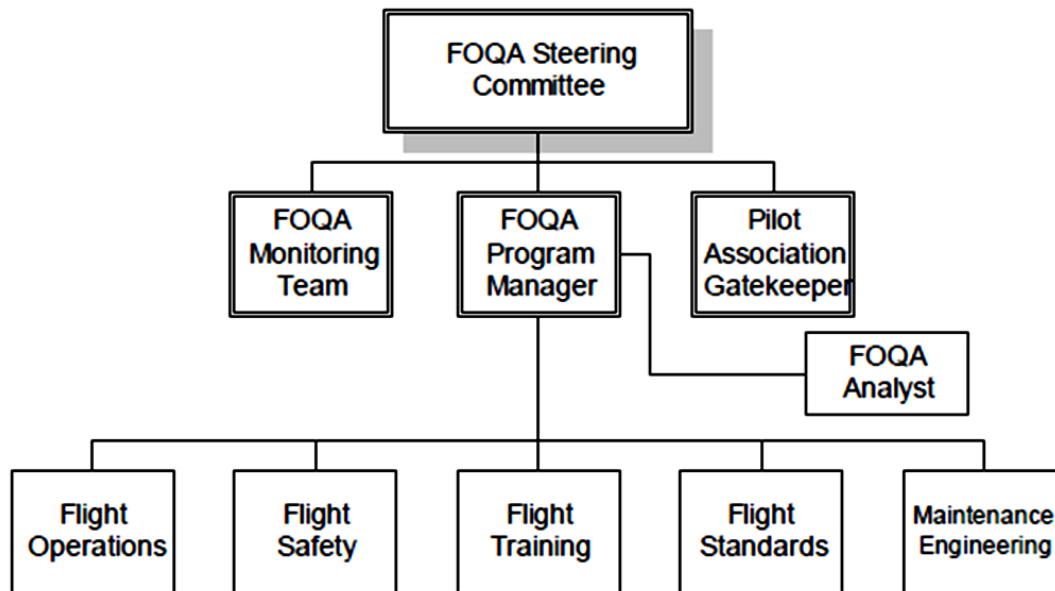


Figura 3.1.1: Estrutura Organizacional do Programa FOQA (FAA)
 Fonte: US DOT - United States Department of Transportation (2004).

A FAA sugeriu um plano de implantação com duração prevista de 24 meses, dividido em três principais fases: a primeira onde os funcionários são selecionados e os objetivos são estabelecidos, a segunda onde o equipamento é instalado e testado, e a terceira onde os resultados são medidos e plano é otimizado (Figura 3.1.2).

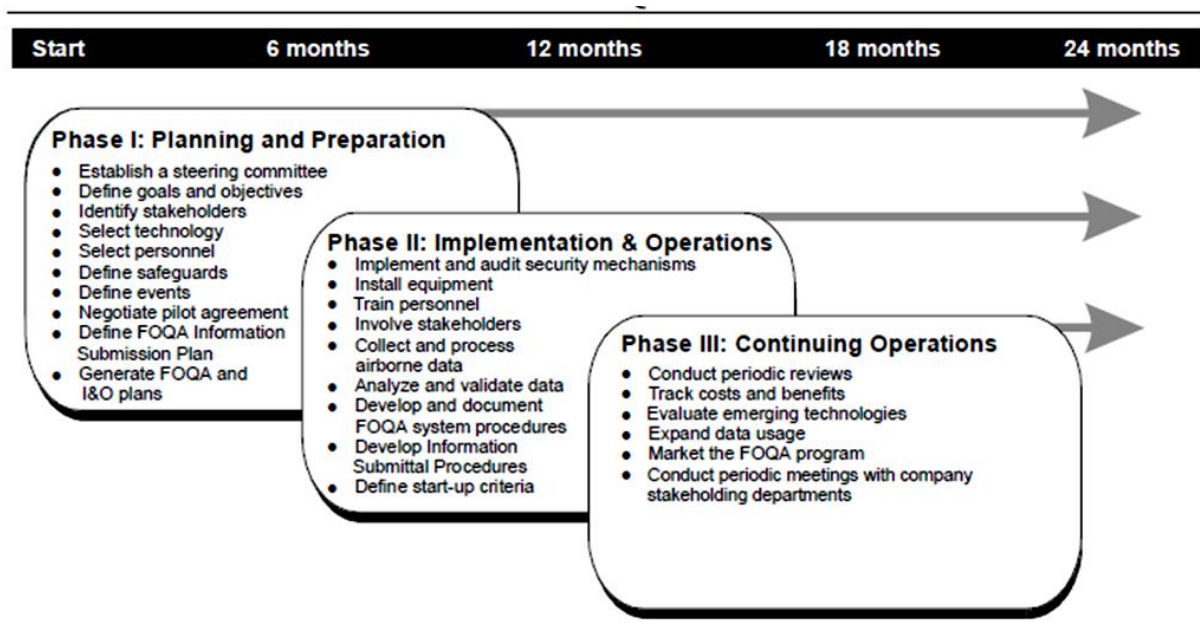


Figura 3.1.2: Programação Sugerida para a Implantação do Programa FOQA (FAA)
 Fonte: US DOT - United States Department of Transportation (2004).

De uma maneira básica, o FOQA envolve a análise sistemática de dados de voo a fim de revelar situações que requeiram ações corretivas, antes que um problema venha a ocorrer. Para instituir um programa desses, as companhias precisam de um sistema que capture dados de voo, transforme os dados em um formato apropriado para análise e gere um reporte que ajude os profissionais a visualizá-los. Vale citar que nem todos os operadores, face ao alto grau de investimento em conhecimento, infraestrutura física e contratos de serviços, adotaram até então este programa. Apesar de diferentes métodos estarem disponíveis, a explicação seguinte descreve bem como um programa FOQA opera.

3.2 AQUISIÇÃO E REGISTRO DE DADOS

O primeiro passo é a aquisição de dados durante o voo. Os dados consistem em valores instantâneos de medidas de vários sistemas da aeronave. Cada valor representa uma informação de uma única fonte, como um instrumento ou um sensor. A esses dados dá-se o nome de parâmetros (FSF, 1998).

As aeronaves possuem vários sistemas como propulsão, navegação, piloto automático, comunicação e controles de voo. Esses sistemas contêm uma quantidade enorme de informações relacionadas à aeronave e ao seu voo, como por exemplo, posição do manete de potência, fluxo de combustível, temperatura dos motores, proa magnética, altitude, ângulo de atitude, velocidade, posição do compensador, situação do trem de pouso e centenas de outros. As taxas de gravação variam, dependendo do parâmetro, indo desde várias vezes por segundo, até apenas uma por minuto (VAZ FERNANDES, 2002).

Apesar dos FDRs gravarem continuamente, no mínimo, os parâmetros mandatórios da FAA durante cada voo, eles tipicamente não são projetados para fornecer acesso frequente aos seus dados, mas sim, para sobreviverem às extremas condições durante um acidente e por um período após uma aeronave tê-lo sofrido, preservando seus dados de voo para investigação. Esses dispositivos são enclausurados de forma resistente a impactos, projetados em recipientes selados hermeticamente que resistem a altas forças gravitacionais, submersão na água e fogo. Obter acesso frequente ao FDR com propósitos de FOQA, entretanto, iria produzir um desgaste acentuado nos mecanismos internos, resultar numa menor vida

mecânica e aumentar os custos de um dispositivo extremamente especializado. Os novos FDRs sólidos, sem peças móveis, não apresentam esse desgaste, mas, transferir dados desses dispositivos e gravá-los para análise, continua levando muitos minutos. Também, FDRs podem não registrar o número suficiente de parâmetros que são necessários para os propósitos de FOQA. Antigamente a FAA requeria que 16 a 29 parâmetros fossem gravados em FDRs de aeronaves de transporte, dependendo de seu modelo, sistemas internos, e sua data de fabricação. As regras de fabricação de aeronaves a partir de 1997, já previam a gravação de 88 parâmetros. As aeronaves digitais tipicamente disponibilizam pelo menos 200 a 500 parâmetros que permitem um panorama mais compreensivo das condições a serem monitoradas (FSF, 1998). Os Boeings 737-300 da Gol Linhas Aéreas, por exemplo, registram atualmente 580 parâmetros, e seus Boeing 737 NG, 1270 parâmetros em cartões de memória de 512 MB (Gol, 2009). Por último, FDRs mantêm cerca de 25 horas de dados de voo, o que se apresenta como um período relativamente curto para um programa de FOQA (FSF, 1998).

As companhias usam, então, um dispositivo chamado Gravador de Acesso Rápido, ou *Quick Access Recorder* (QAR)(Figura 3.2.2) para gravar os dados em um disco óptico removível ou cartão PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) (Figura 3.2.4). O QAR grava os dados de voo que são fornecidos da Unidade de Aquisição de Dados Digitais de Voo ou *Digital Flight Data Acquisition Unit* (DFDAU)(Figura 3.2.1), o mesmo dispositivo que fornece dados para o FDR. A DFDAU converte todos os dados, analógicos e digitais, recebidos dos sistemas e sensores espalhados pela aeronave para formato binário digital antes de entregá-los para o QAR e o DFDR (Figura 4.2.3). Em média os QARs guardam de 100 a 200 horas de voo. Além dessa função obrigatória, a DFDAU possui um segundo processador que a permite desempenhar a função de ACMS (*Aircraft Conditioning Monitoring System*) que inclui relatórios ou saída de dados para um segundo dispositivo gravador (TELEDYNE, 2003).

A DFDAU, dependendo do fabricante e da localidade, pode ser conhecida ainda por nomes como *Data Aquisition Unit* (DAU), *Flight Data Aquisition Unit* (FDAU), *Data Management Unit* (DMU), ou *Flight Data Management Unit* (FDMU), entre outros. Um programa dentro da DFDAU determina quais parâmetros serão capturados, quantas vezes por segundo serão gravados, e de que modo serão colocados dentro da moldura lógica da memória. O QAR, diferentemente do DFDR, está localizado na cabine de comando, ou no compartimento eletrônico, abaixo dela, o que justifica seu nome de rápido acesso (VAZ FERNANDES, 2002).



Figura 3.2.1: *Digital Flight Data Acquisition Unit (DFDAU)* da Sagem
 Fonte: Sagem (2005).



Figura 3.2.2: *Quick Access Recorder (QAR)* da m-u-t aviation
 Fonte: m-u-t aviation (2009).

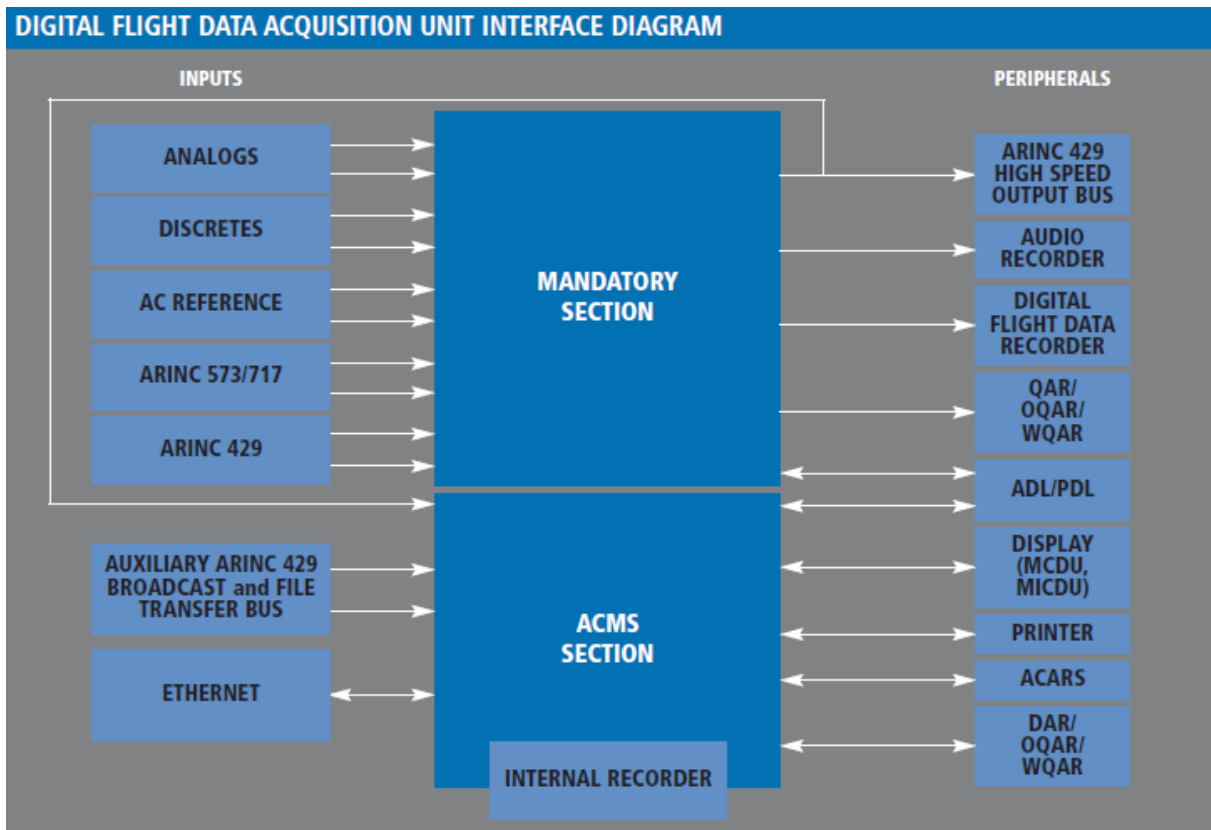


Figura 3.2.3: Diagrama de Interfaces da DFDAU da Teledyne
Fonte: Teledyne Controls (2009).

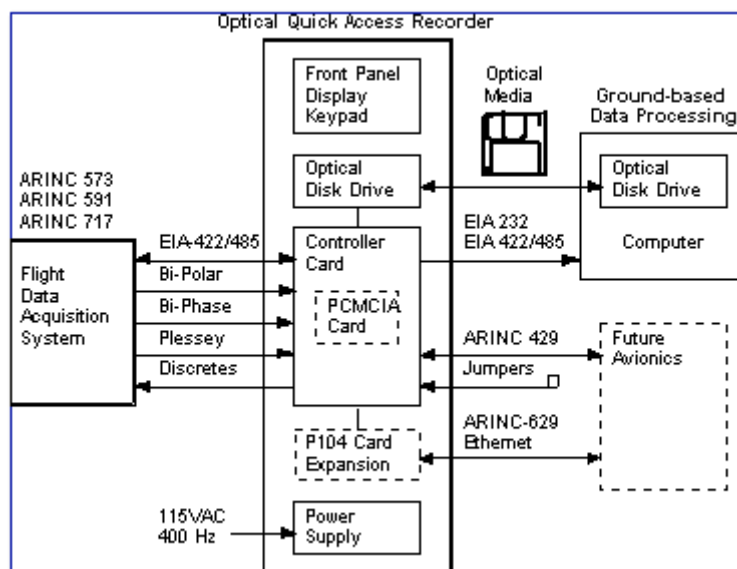


Figura 3.2.4: Diagrama do *Quick Access Recorder* (QAR) da Teledyne
Fonte: Teledyne Controls (2004).

3.3 TRANSFERÊNCIA DE DADOS

À medida que a aeronave recebe manutenção periódica, o dispositivo de armazenagem é removido do QAR e enviado a uma localidade central para análise. Um novo disco ou cartão é inserido no QAR para a próxima rodada de voos (Figura 3.3.1). A companhia recolhe os dados num período variando entre um a cinco dias (FSF, 1998).

A maior parte das companhias possui uma única instalação física onde os dados são enviados para análise. A mídia, nesse caso, tem de ser enviada através do correio interno seguro da empresa. A Virgin Atlantic, por exemplo, utiliza seu funcionário que atualiza a documentação das aeronaves uma vez por semana para executar esse serviço (VAZ FERNANDES, 2002).

Também é possível transmitir os dados eletronicamente de salas ou hangares, diretamente para o centro de análise. Para fazer isso, os dados devem ser criptografados e a linha de transmissão precisa ser segura, devido à natureza sensível dos dados (Figura 3.3.2).

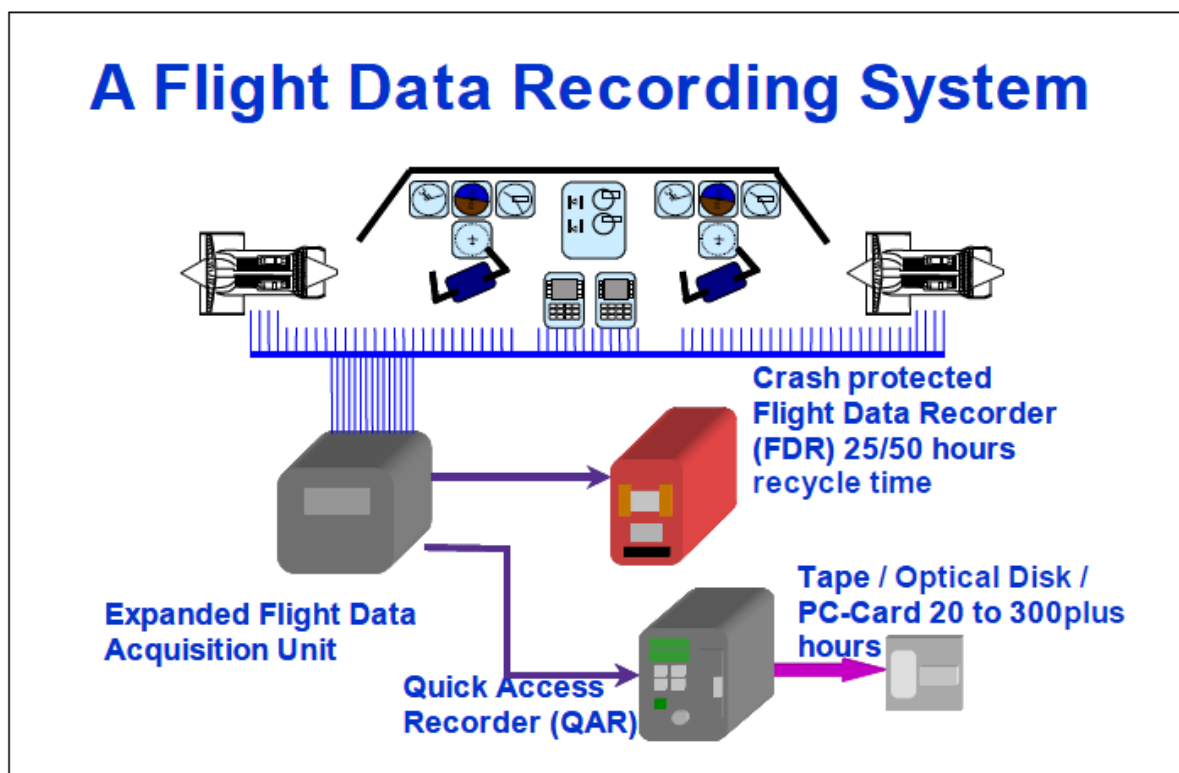


Figura 3.3.1: Diagrama Simplificado da Coleta e Gravação de Dados
 Fonte: CAA - Civil Aviation Authority Safety Regulation Group (2003).

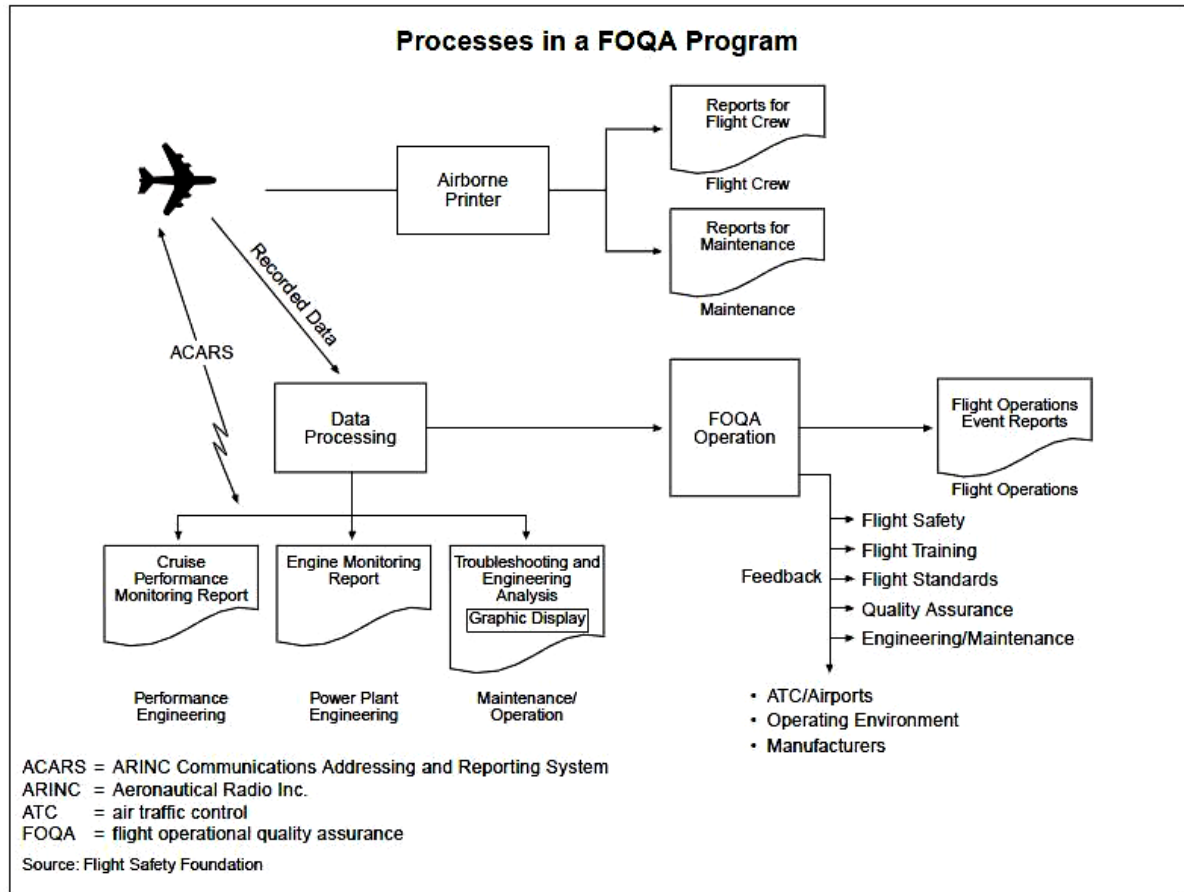


Figura 3.3.2: Diagrama do Programa FOQA (FAA)
 Fonte: Flight Safety Foundation (1998).

Uma alternativa para a gravação física da mídia é o uso de sistemas de ligação de dados (*data link systems*) para transmitir a informação diretamente para uma estação de dados terrestre, eliminando a necessidade de remover manualmente os dados da aeronave (Figura 3.3.3). Algumas companhias já usam transferência sem fio automática de dados (*wireless data transfer*) assim que a aeronave pousa em alguns aeroportos especialmente equipados. Os dados são transmitidos numa radiofrequência, da aeronave para uma estação receptora, após o pouso. Em seguida, uma rede local transfere os dados para uma estação de análise terrestre. Criptografia e outros métodos de segurança são usados para garantir a privacidade dos dados de FOQA transmitidos. A empresa Teledyne, por exemplo, afirma conseguir uma redução de custos considerável, transmitindo os dados via sinal de telefone celular, após o pouso (Figura 3.3.4).



Figura 3.3.3: Transmissor Sem Fio (*Groundlink*) da Teledyne
 Fonte: Teledyne Controls (2009).

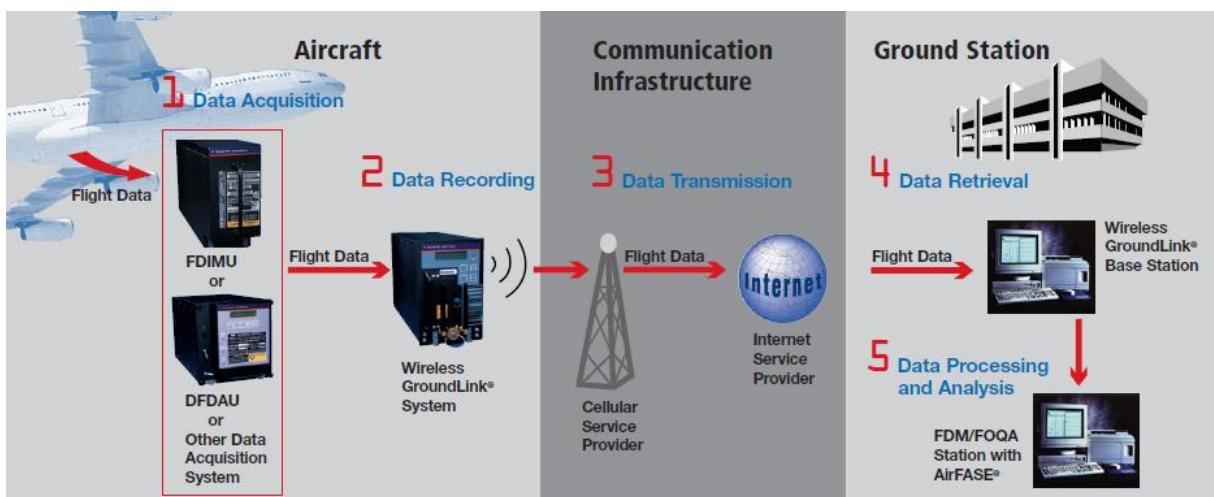


Figura 3.3.4: Diagrama Sistemático Simples do Programa FOQA Sem Fio da Teledyne
 Fonte: Teledyne Controls (2009).

3.4 PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE

As companhias que adotam o programa FOQA têm uma estação de análise terrestre onde os dados coletados são processados. A estação transforma gravações digitais puras em formas utilizáveis para processamento, e analisa as informações de voo. O objetivo primordial da análise dos dados é identificar qualquer “excesso” ou “evento”, ou seja, desvio de limites funcionais e operacionais pré-definidos, que possam ter ocorrido durante o voo (FSF, 1998).

A análise dos dados de voo da estação de análises terrestre irá categorizar os eventos operacionais que forem marcados por excederem os parâmetros que indicam margens normais de operação. As extremidades associadas a esses parâmetros são determinadas por uma combinação de informações do fabricante da aeronave, dos manuais de voo e dos procedimentos de voo da própria companhia. Variam com o tipo de aeronave, seus limites operacionais, fase do voo, e duração da irregularidade. As margens de parâmetros selecionados podem ser definidas para várias altitudes, por exemplo, 1000 pés, 500 pés, 250 pés e 100 pés, durante os eventos relacionados ao pouso. Tipicamente mais de 100 eventos são definidos e analisados para um tipo particular de aeronave. Se o parâmetro for a razão de descida durante a aproximação, por exemplo, o *software* de análise vai rastrear a descida ao longo do tempo para calcular a razão em pés por minuto. Dependendo da altitude da aeronave, uma razão de descida excessiva para certas margens irá registrar um desvio (FSF, 1998).

Exemplos de eventos incluem: alta razão de descida abaixo de 400 pés, baixa velocidade de aproximação abaixo de 50 pés, operação acima da altitude máxima, configuração tardia de flapes de pouso, pouso duro (*hard landing*), excesso de temperatura dos motores, excesso de inclinação lateral (*bank angle*) ou desvio da trajetória de planeio (VAZ FERNANDES, 2002).

Várias formas de categorias são usadas para classificar a seriedade de um evento. A *US Airlines* usa duas ou três categorias, dependendo do parâmetro, para descrever sua seriedade, de menores para maiores desvios. Desvios são tipicamente especificados como a base da estratégia para identificar aquelas condições que têm o maior potencial para considerações sobre desempenho e segurança. (FSF, 1998). Após as categorias de desvios iniciais e os parâmetros associados terem sido definidos e utilizados, eles se submetem a um novo processo de refinamento e avaliação. Os parâmetros podem ser alterados com o passar

do tempo, conforme o necessário, de acordo com a experiência e as mudanças de política da companhia.

O programa de análise em solo também avalia a qualidade e a integridade dos dados coletados e filtra qualquer irregularidade. Uma vez que centenas de parâmetros podem ser definidos pelo operador para serem checados em cada voo, um sofisticado programa de *software* de análise é empregado para rastrear os eventos onde as limitações de operação foram excedidas.

O sistema de análise de solo também inclui mecanismos de proteção como a não identificação do piloto e de informações específicas do voo para quando se trabalha com análise de tendências. Acessos privilegiados para essas informações são baseados em senhas. À medida que os dados são processados, o número do voo e o dia do mês são removidos e guardados em um arquivo controlado em separado. Esse passo chama-se descaracterização dos dados de FOQA.

O grupo de investigação do FOQA investiga cada desvio para determinar o que ocorreu e a magnitude do desvio. Um analista irá revisar os valores de parâmetros envolvendo o evento e outras informações para determinar se o desvio foi válido ou se o desvio foi baseado em dados ruins, num sensor com problemas ou outro fator invalidante. Por exemplo, um voo pode ter tido excessivos comandos de leme no pouso e ter sido corretamente registrado como tendo desvios, mas num exame mais detalhado, ser determinado que isso foi porque aeronave estava fazendo um pouso com o vento de través. O uso de vários comandos de leme é então, justificado. Neste exemplo, os desvios serão classificados como inválidos e removidos da base de dados.

Dependendo da circunstância particular do desvio, o representante da associação de pilotos, o “*gate keeper*”, pode contatar a tripulação do voo para recolher mais informações e assim revisar a situação para determinar suas causas. O grupo de monitores do FOQA e o representante da associação de pilotos irão determinar, se necessário, ações corretivas. As ações corretivas podem variar desde treinamento adicional para a tripulação até revisão de procedimentos operacionais, ou ainda a mudança de algum item no projeto do equipamento.

Programas de *software* permitem que se visualize a trajetória de voo fornecendo uma ajuda ainda maior para se identificar segmentos de voo com maior risco potencial.

As Estações de análise terrestre (Figura 3.4.1) executam várias funções, entre elas⁵:

- Transcrevem os dados puros (binários) em valores que possam ser entendidos.
- Fazem a comparação dos dados gravados em voo com as especificações do perfil de operação solicitado pela empresa.
- Detectam e validam os eventos anormais e desvios.
- Separam e guardam os eventos em um banco de dados com acesso seguro.
- Descaracterizam os dados de acordo com as necessidades.



Figura 3.4.1: Estação de Análise Terrestre (AGS) da Sagem
Fonte: Sagem (2009).

⁵ Disponível em: <<http://www.teledyne-controls.com/productsolution/airfase/keyfunctions.asp>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

As telas da Estação de Análise Terrestre proporcionam aos analistas, uma série de ferramentas para visualizar os detalhes de cada voo registrado.

As figuras de 4.4.2 até 4.4.7 mostram uma série de telas com diferentes funções do programa *AirFASE* da *Teledyne*, onde os eventos e os parâmetros de voo podem ser vistos de uma maneira numérica e análises estatísticas de eventos são categorizadas por fase do voo, eventos únicos, eventos combinados e apresentados de forma prática em gráficos. Os dados são guardados com alto nível de segurança, com opções de descaracterização e acessos diferenciados de informação para diferentes níveis de usuários. O acesso seguro pode ter, inclusive, um sistema biométrico baseado na identificação da impressão digital do analista.

O operador pode, a qualquer momento, modificar os parâmetros inseridos no programa, a partir dos quais ele passa a ser ressaltado como evento, bem como informar os valores para classificá-lo em níveis ou categorias de severidade (Figura 3.4.2).

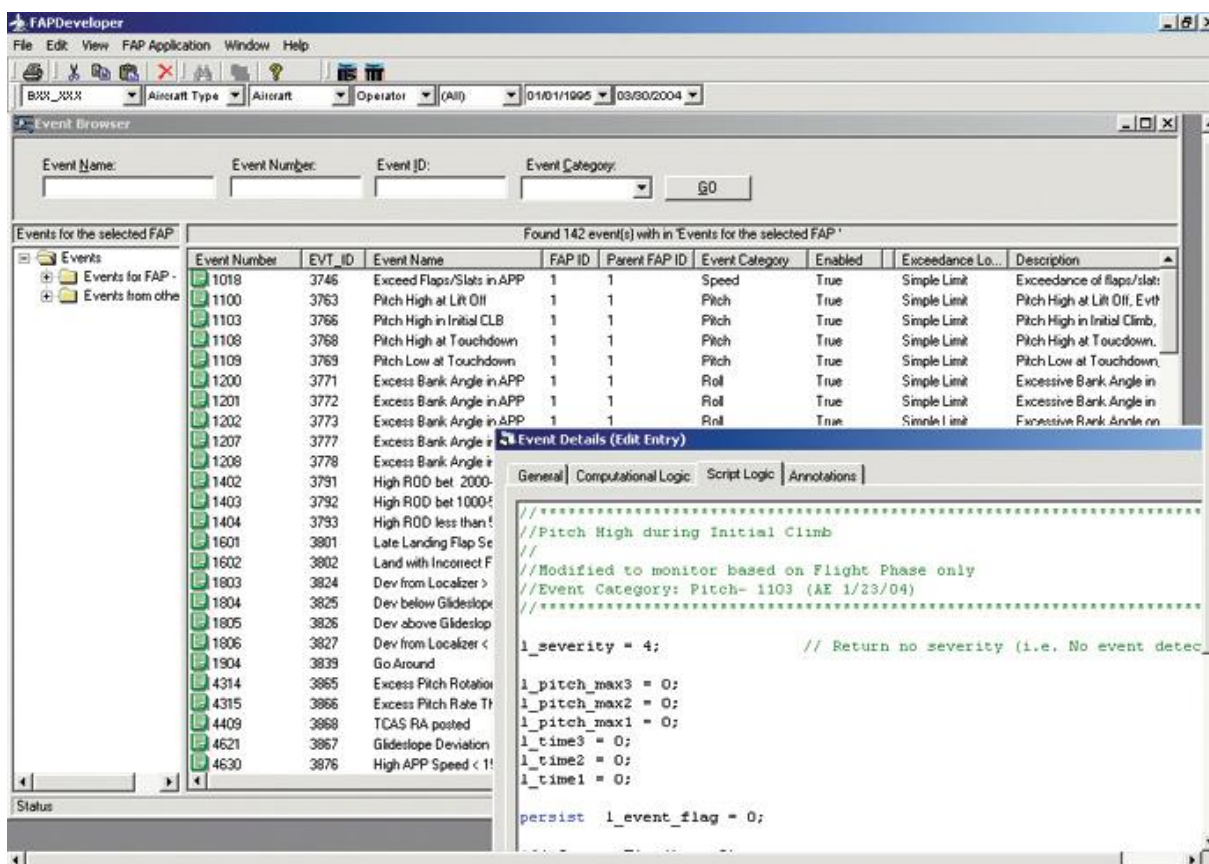


Figura 3.4.2: Programação de Parâmetros de Eventos

Fonte: Teledyne Controls (2009).

Os valores dos dados podem ser representados graficamente para que o analista tenha uma visão aprimorada do andamento do voo.

Os dados de tendência podem ser agrupados em gráficos que facilitam sua análise e proporcionam uma visão vantajosa para o operador (vide Anexo B)(Figura 3.4.3). A geração automática de reportes e tendências estatísticas economizam tempo na análise.

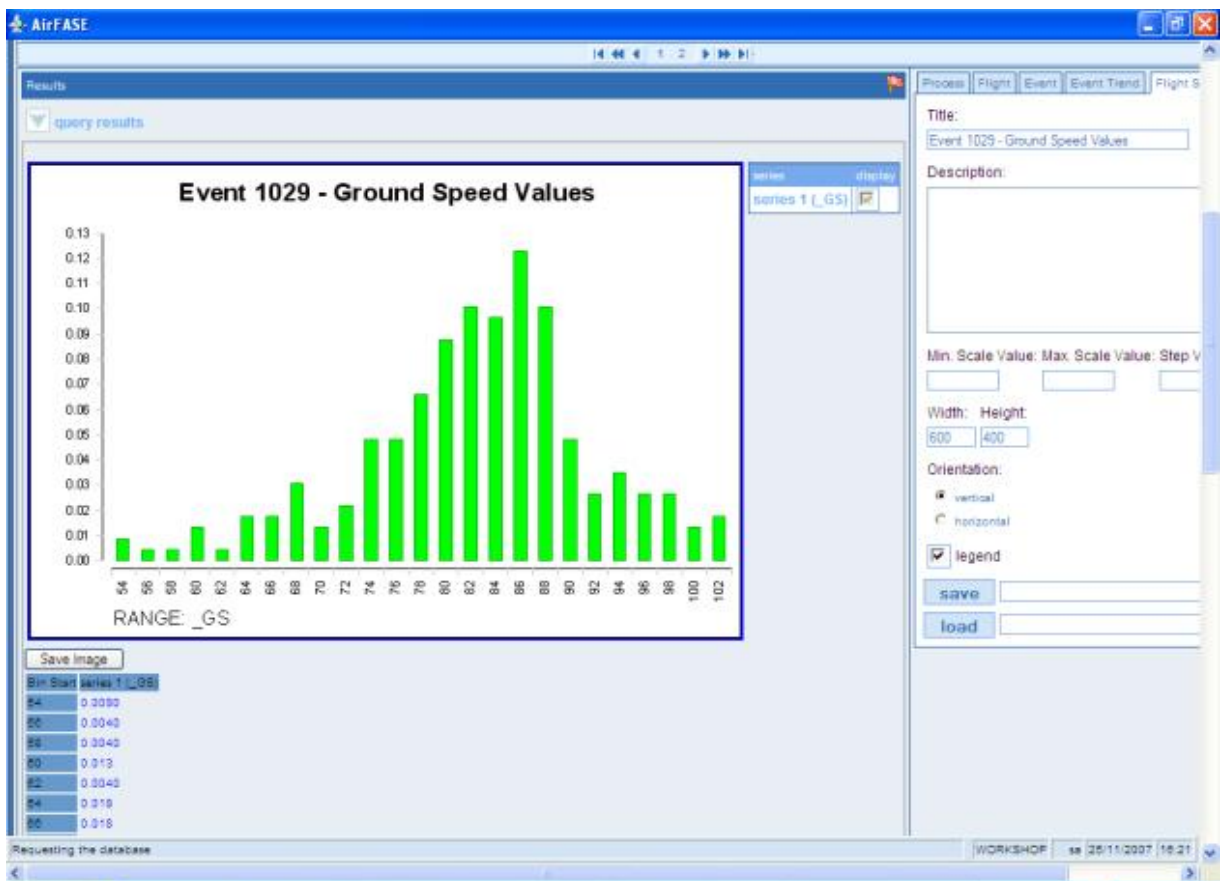


Figura 3.4.3: Reporte Gráfico de Tendências
Fonte: Teledyne Controls (2009).

Os eventos são também classificados em severidades e uma série de gráficos de acordo com a necessidade dos analistas são possíveis de serem apresentados (Figura 3.4.4). O acesso é rápido e fácil às informações importantes e relatórios podem ser rapidamente impressos em formato *Microsoft Word*⁶.

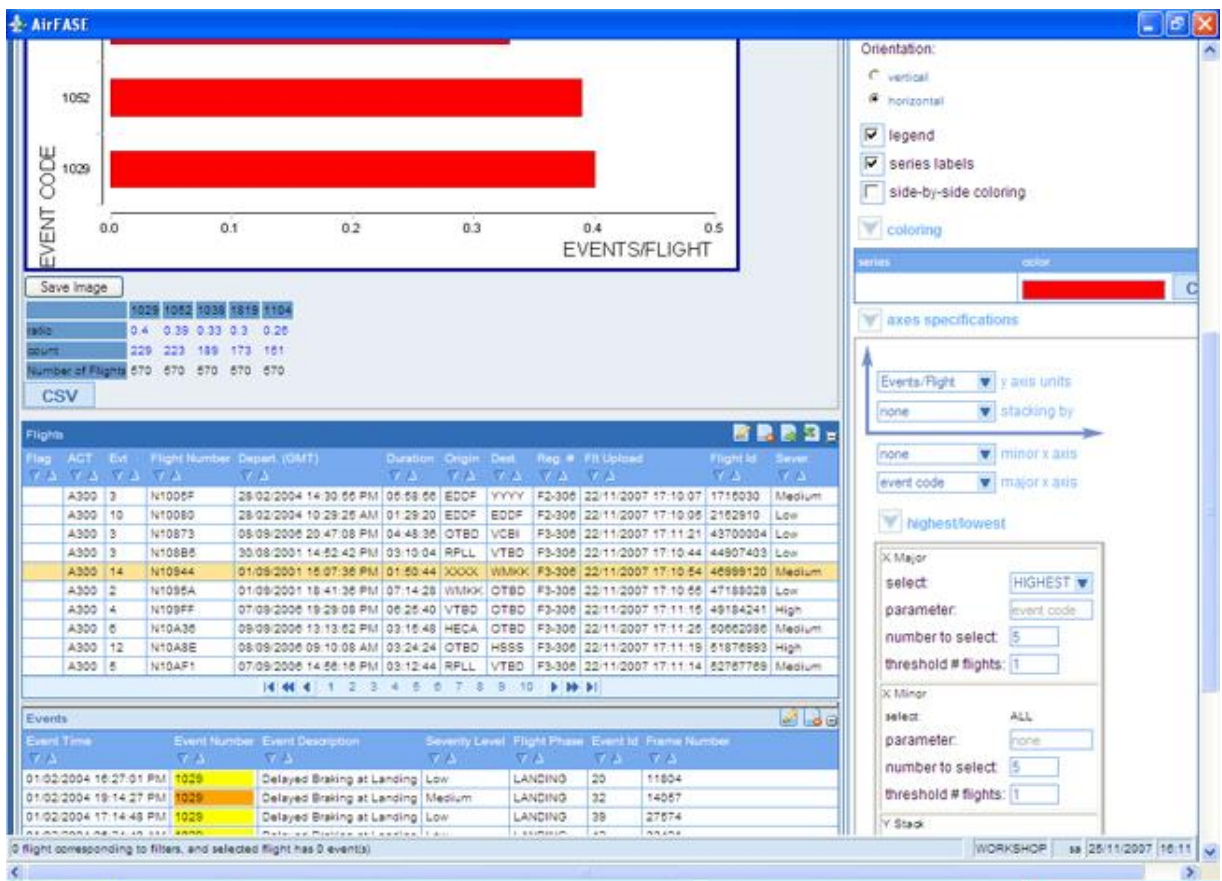


Figura 3.4.4: Reporte Gráfico de Eventos

Fonte: Teledyne Controls (2009).

⁶ Programa de edição de textos. Disponível em: < <http://office.microsoft.com/pt-br/word/FX100487981046.aspx?ofcresset=1>>. Acesso em: 15 out. 2009.

Apresentações animadas mostrando a altitude e distância estão disponíveis, bem como o ponto de toque, o perfil de aproximação, posição da aeronave, tudo sincronizado com a apresentação de gráficos com código de cores para representar desvios e suas severidades.

A reconstituição do voo mostra os instrumentos da cabine de comando, tal qual vistos pelo piloto naquele momento, permite visão em 3D da aeronave e do cenário, com zoom e identificação da sua trajetória (Figura 3.4.5). Funções de pausa e avanço quadro a quadro para análise detalhada da situação auxiliam o analista.

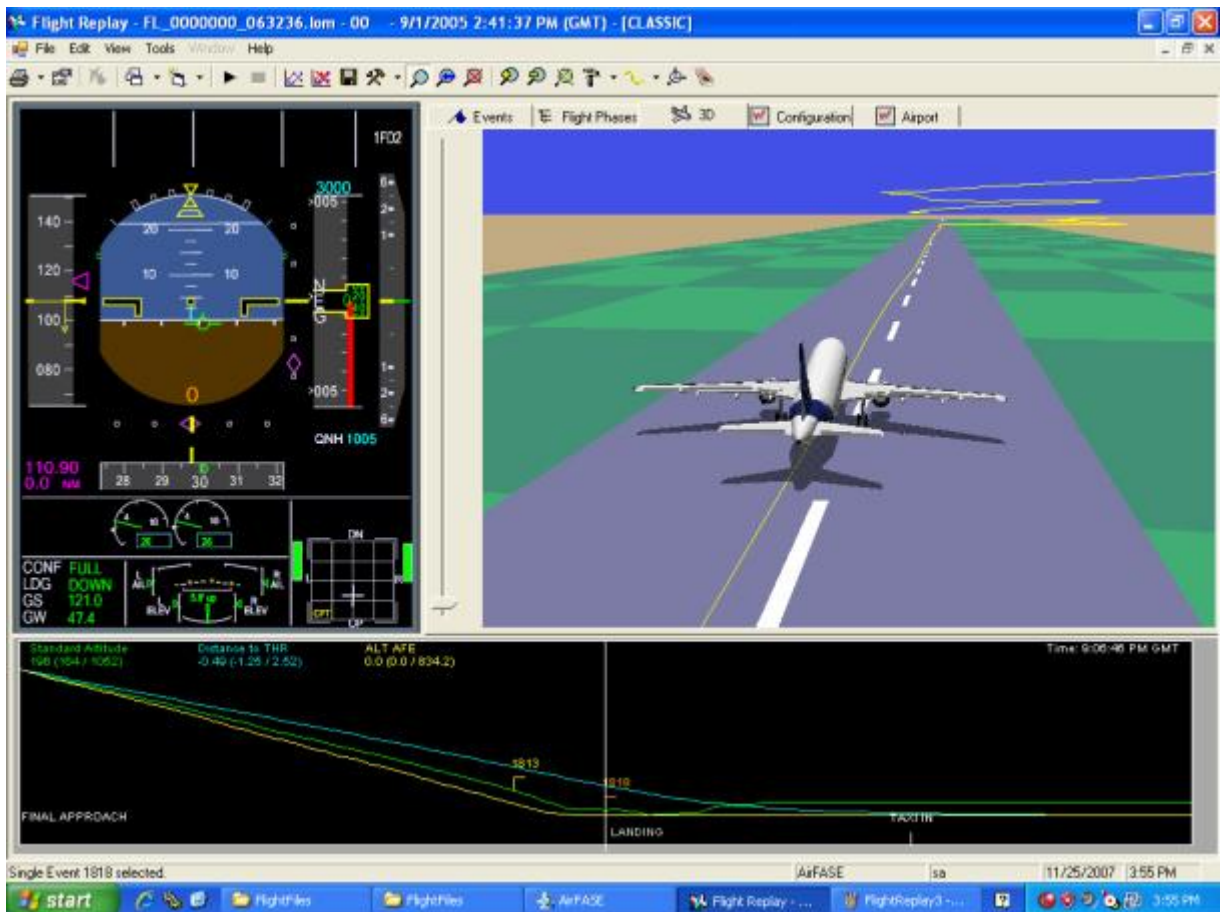


Figura 3.4.5: Animação em 3D
Fonte: Teledyne Controls (2009).

Mapas físicos permitem o acompanhamento geográfico da aeronave, e uma visão do ambiente externo nas diversas fases do voo.

Mapas de aviação permitem que o analista acompanhe os procedimentos do ponto de vista do piloto para maior compreensão do cenário a que estava submetido e de seus recursos disponíveis (Figura 3.4.6).

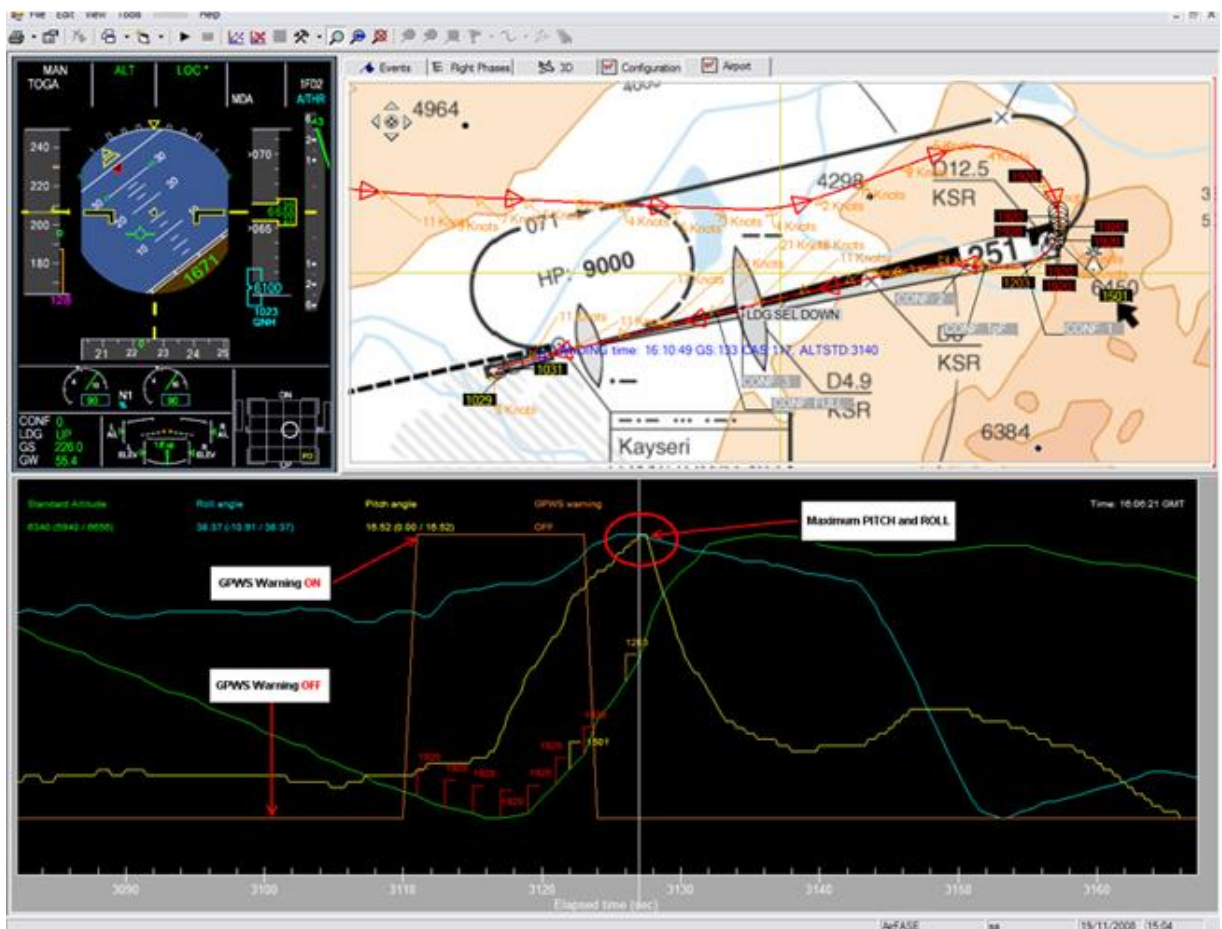


Figura 3.4.6: Animação com Mapa de Aviação
Fonte: Teledyne Controls (2009).

Finalmente, o perfil de aproximação de forma gráfica com dados sobrepostos permite uma análise criteriosa da rampa de aproximação da aeronave e permite maior precisão para a validação de eventos, por exemplo (Figura 3.4.7).

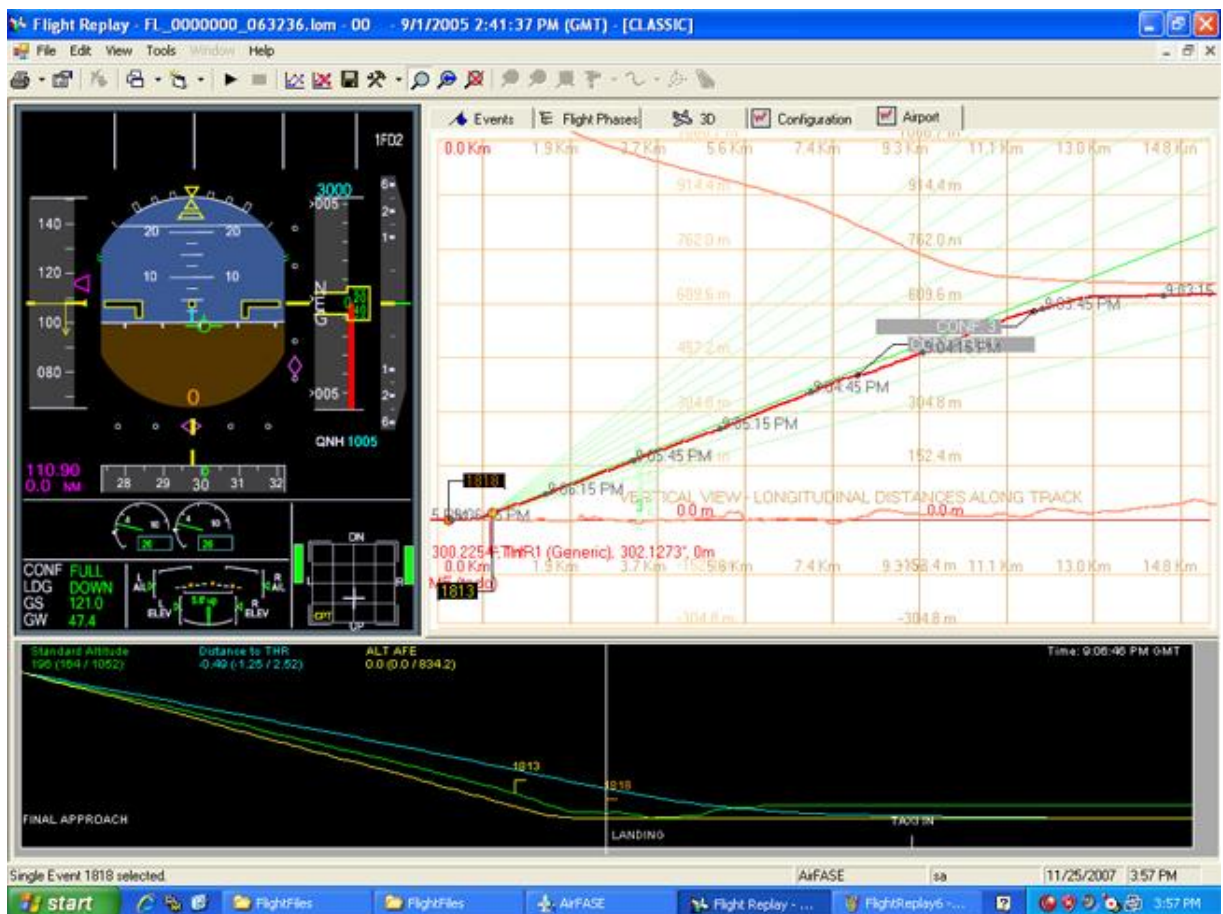


Figura 3.4.7: Animação com Representação do Perfil Executado
Fonte: Teledyne Controls (2009).

3.5 RELATÓRIOS E ANÁLISE DE TENDÊNCIAS

A simples análise de dados fica incompleta sem a geração de relatórios. Periodicamente, as companhias recolhem e analisam os desvios ocorridos. Podem ser, por exemplo, o número de aproximações não estabilizadas em um aeroporto em particular, por mês, no último ano. Esse tipo de análise fornece informações valiosas para a companhia, especialmente se o desempenho da companhia está melhorando, estabilizado ou deteriorando (vide Anexo A). Essa análise dos desvios em conjunto por período fornece aos administradores das companhias uma nova perspectiva dos problemas que não seriam vistos de outra maneira. Através da análise de tendências, os administradores podem tomar ações corretivas para reduzir ou eliminar esses desvios focando-se na raiz das causas e fazendo ou recomendando mudanças (Figura 3.5.1)(FSF, 1998).



Figura 3.5.1: Diagrama Sistemático Completo do Programa FOQA da Teledyne
Fonte: Teledyne Controls (2009).

3.6 PROGRAMA DE SEGURANÇA DE VOO DAS COMPANHIAS

Um grupo de profissionais selecionados faz uma revisão e análise de itens relevantes e eventos, confirmam sua validade, e fazem uma investigação mais profunda das circunstâncias por trás dos casos, se necessário, convocando os tripulantes para uma análise conjunta, o que é extremamente esclarecedor na maioria das vezes. As dependências onde está instalado o FOQA em geral são em local discreto, longe de chefias ou locais de trânsito de tripulantes, a fim de fornecer um ambiente propício e não constrangedor aos eventuais pilotos convocados. O operador deve manter uma cultura encorajadora, aberta e não punitiva na participação de todos, sem medo de recriminação, de modo a garantir a participação integral de todos dentro da organização (TELEDYNE, 2003).

É nessa fase que o operador toma decisões que afetam as áreas críticas da organização como segurança de voo, manutenção, engenharia, operações de voo, e principalmente, treinamento de tripulantes. A outros setores externos como departamentos de tráfego aéreo, aeroportos e fabricantes de aeronaves, também são enviadas sugestões. As implantações podem ser preventivas ou corretivas, e devem ser monitoradas em seguida para que tenham seus efeitos avaliados. Em seguida o ciclo recomeça do princípio, ou seja, na coleta de dados novamente (TELEDYNE, 2003).

Os dados de FOQA detalhados, a não ser os desvios, são destruídos geralmente após 12 meses, de acordo com a política da companhia. A análise de tendências, entretanto, pode ser mantida indefinidamente (FSF, 1998).

4 OS CUSTOS DO FOQA

Como já referido, a adoção de um programa FOQA impõe vários investimentos. Vaz Fernandes (2002) fez um levantamento dos custos de implantação e manutenção de um programa de FOQA para uma companhia aérea com uma frota de 20 aeronaves, recebidas sem QARs, mas com espera para a sua colocação. Seus resultados, em suma, são apresentados na Tabela 4.1:

Tabela 4.1: Custos de Instalação e Manutenção do Programa FOQA, VAZ FERNANDES, 2002

Section	Element of FDM	First year costs (USD)	Annual Cost (USD)
4.2	Purchasing QARs	300 000	-
	Installation of QARs	2 500	-
	Purchasing MO disks	1 000	-
4.3	Downloading data	40 000	40 000
4.5	Computer hardware	3 000	-
	Replay software	150 000	-
	Staff training	5 000	-
	Support contract	22 500	22 500
4.6	FDM analyst salary	45 000	45 000
Total		569 000	107 500

Fonte: Vaz Fernandes (2002).

É fácil verificar que o custo de implantação do programa é alto, mas o custo de manutenção anual posterior é cerca de cinco vezes mais baixo. O estudo revela ainda que os custos não dependem do tamanho da aeronave, o que coloca as aeronaves pequenas de linhas aéreas regionais em desvantagem em comparação as aeronaves grandes utilizadas em linhas internacionais, por exemplo.

A própria FAA, em 1997, estimou o custo para companhias implantando o FOQA, segundo o tamanho de sua frota, conforme a Tabela 4.2:

Tabela 4.2: Custos de Instalação do Programa FOQA, FAA, 1997

Fleet size (no. aircraft)	15	50	100
Equipment costs (USD)	98 500	259 000	492 000
Personnel costs (USD)	385 000	500 000	775 000
Total annual costs (USD)	483 500	759 000	1 267 000

Fonte: Vaz Fernandes (2002).

Com o passar dos anos, é preciso ter em mente que os grandes custos de manutenção do FOQA são em força de trabalho, conforme relatou uma companhia internacional europeia no trabalho de Vaz Fernandes (2002, p. 29). Após a estabilização do programa, os valores necessários para mantê-lo ficaram assim divididos: 80% em pessoal, 10% em programas, 5% em equipamento, e 5% em administração.

5 OS BENEFÍCIOS DO FOQA

O maior benefício do FOQA é a melhoria da segurança de operações de voo, percebida na redução de acidentes e incidentes de uma companhia. Inúmeros outros benefícios advêm de dados disponíveis de sistemas da aeronave. Entre eles, por exemplo, a redução do consumo de combustível, a eliminação de custos não planejados de manutenção de motores e a melhoria do programa de treinamento de pilotos (VAZ FERNANDES, 2002).

Os benefícios podem ser classificados em duas áreas distintas: benefícios em segurança e benefícios em custos.

Os benefícios em segurança vêm do conhecimento de como suas aeronaves estão sendo operadas. Dados detalhados permitem ao operador determinar os riscos que existem em determinadas áreas e monitorá-los ao longo do tempo. Uma vez percebendo onde os riscos principais estão, pode-se treinar os pilotos a lidar com eles e administrá-los, melhorando suas operações. Melhora assim, o programa de treinamento de pilotos, os procedimentos de operação, adquire-se mais segurança, e mais detalhes para possíveis investigações.

Os benefícios em custo advêm quando o programa é usado para reduzir uma despesa em particular da companhia. Tradicionalmente a redução é acentuada nos departamentos de engenharia e manutenção. À medida que o FOQA fica mais sofisticado, outras áreas começam a se beneficiar e as vantagens surgem, tais como, maior disponibilidade da aeronave, menor consumo de combustível, redução de manutenções desnecessárias, redução do número de mensagens ACARS, diminuição de multas de atenuação de ruído, menor número de abertura de FDRs, e melhor uso de sistemas da aeronave, como por exemplo, aplicação de freios e reversores (vide Anexo A). Melhoria da infraestrutura, melhor monitoramento no caso de franquias, melhoria de pesquisas, e possibilidade de fornecimento de consultoria podem também ser enquadradas como vantagens financeiras do FOQA.

Uma redução considerável de custos cada vez mais presente para usuários do programa é o preço do seguro. Companhias seguradoras confiam mais na baixa probabilidade de acidentes de uma companhia com um excelente programa de FOQA do que companhias com deficientes ou nenhum programa de acompanhamento.

A análise de dados pode indicar que um evento particular está ocorrendo regularmente e pode estar associado ao treinamento de pilotos. Nesse caso, às vezes, pequenas modificações são necessárias no programa de treinamento para que surjam os efeitos desejados, que podem inclusive serem verificados em seguida. Como exemplo, temos um operador britânico que tinha um grande número de excessos de velocidade com flapes de pilotos que vinham do *Airbus 320* para o *Airbus 321* mais pesado. Através de treinamento, os eventos diminuíram. Outro exemplo, de uma companhia americana que tinha um número alto de rotações exageradas na decolagem de seus *Boeings 767*. Após uma pesquisa, constatou-se que o diretor de voo (*Flight Director*) exibia uma atitude demasiada para a decolagem. Os pilotos, em seguida, receberam instrução para interromper a rotação em 15 graus, e o problema foi resolvido (VAZ FERNANDES, 2002).

No ano de 2007, no Brasil, após um número muito expressivo de aeronaves descontinuarem aproximações na pista 15 do aeroporto do Galeão, por ficarem excessivamente altas, a companhia Gol entrou com um pedido de revisão do procedimento utilizando-se de dados do FOQA. O procedimento foi alterado proporcionando uma rampa de planeio confortável em termos de performance (GOL, 2009).

A mesma companhia, no mesmo ano, reclamou à *Boeing* um grande número de eventos de inclinações laterais excessivas ou “*bank angle*” com o piloto automático acoplado. Uma nova calibragem foi aplicada às aeronaves (GOL, 2009).

A empresa *Teledyne* promove em seu site os seguintes benefícios de seu programa de software *Airfase*⁷: prevenção de acidentes e incidentes através do reconhecimento do risco e de auxílio para a tomada de decisões; maior conhecimento dos itens operacionais, tais como: aeroportos com maior índice de aproximações não estabilizadas, procedimentos de aproximação problemáticos, riscos de raspagem de cauda ou “*tail strikes*”, razões excessivas de rodagem, excesso de inclinação após a decolagem, etc.; treinamento otimizado através da identificação das fraquezas dos tripulantes; aumento da vida útil dos motores pelo acompanhamento de assimetria de motores e uso abusivo de reversores; menor custo de manutenção através da detecção de problemas antecipada; benefícios estruturais, tais como, inspeções menos frequentes de pousos duros e excessos de velocidade com flapes; menor consumo de combustível através do acompanhamento do balanceamento da aeronave; e menor desgaste de freios através da redução de aproximações não estabilizadas.

⁷ Disponível em <http://www.teledyne-controls.com/productsolution/airfase/benefits.asp> acesso em: 15 set. 2009

O FOQA aplicado em jatos executivos de pequenas companhias é conhecido como *Corporate FOQA* ou C-FOQA. A *Flight Safety Foundation* destaca em seu folder promocional de instalação do programa, entre outras, as seguintes vantagens⁸: o FOQA fornece as ferramentas para se obter e analisar os dados gravados nos voos como forma de melhorar a segurança, tomada de decisão, treinamento de tripulantes e a manutenção da aeronave; fornece dados quantitativos que demonstram quando uma mudança é necessária nos procedimentos ou infraestrutura; proporciona a habilidade de gerenciar questões relacionadas à manutenção de uma maneira consistente, segura e financeiramente efetiva; permite-nos identificar e eliminar problemas de excesso de velocidade com flaps; mudar o treinamento a fim de eliminar problemas de excesso de temperatura de motores na decolagem; trabalhar com o controle de tráfego aéreo para reduzir riscos identificados, como um procedimento de aproximação por instrumentos que leva a aproximações não estabilizadas; entender a causa de alertas de GPWS desnecessários e eliminá-los; e identificar as dificuldades especiais em certos aeroportos, como uma pista com superfície irregular.

O equipamento necessário para a instalação do C-FOQA é: a aeronave projetada para dados digitais, um gravador de dados de voo (DFDR), e um gravador de acesso rápido (QAR).

A *Flight Safety Foundation* ainda relata que os departamentos de operações de voo que implantaram o C-FOQA alegam melhorias: no desempenho do grupo de pilotos em relação ao cumprimento do SOP; na oportunidade para os pilotos estudarem e melhorarem o seu desempenho pessoal; para os administradores dos departamentos de operações de voo terem uma visão detalhada do desempenho em prol da segurança, com uma visão objetiva dos riscos ao invés de presunções ou pensamento hipotéticos; e na oportunidade de encontrar riscos desconhecidos previamente e mitigá-los.

Na área dos benefícios em custo, um estudo feito por uma companhia de consultoria em conjunto com uma companhia aérea norte-americana chegou aos resultados descritos na Tabela 5.2, projetados para 5 anos de programa (VAZ FERNANDES, 2009):

⁸ Disponível em www.flightsafetyfoundation.aero/pdf/cfoqa_brochure.pdf acessado em 20 de agosto de 2009

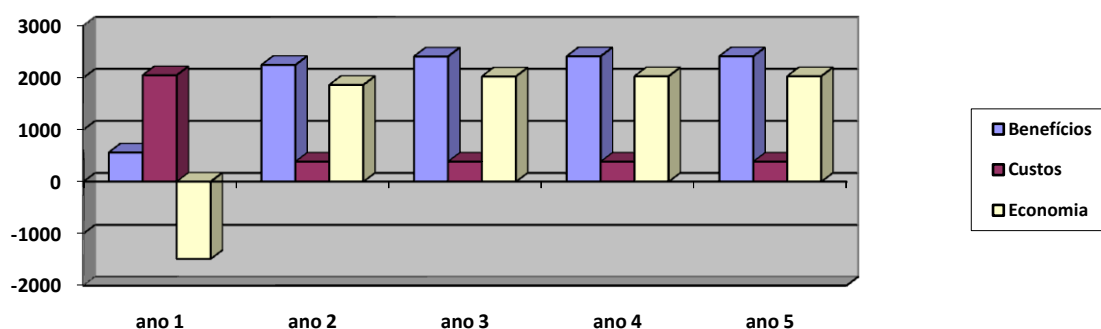
Tabela 5.1: Benefícios Financeiros do Programa FOQA, VAZ FERNANDES, 2002

Item	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
Reduced engine removals	125 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Engine on-wing extension	412 500	1 650 000	1 650 000	1 650 000	1 650 000
Detection of out-of-trim conditions	3 141	12 563	12 563	12 563	12 563
Fuel savings	14 692	58 769	58 769	58 769	58 769
Brake wear reduction	6 000	24 000	24 000	24 000	24 000
Insurance savings	0	0	1 250	5 000	5 000
AQP SVT training savings	0	0	162 667	162 667	162 667
Total benefits	561 333	2 245 331	2 409 248	2 412 998	2 412 998

observação: valores em USD, Dólares Americanos

Fonte: Vaz Fernandes (2002).

Quando se subtraem os custos de implantação e manutenção do FOQA da economia que ele proporciona ao longo dos anos, percebe-se o grande lucro líquido possível, já a partir do segundo ano de operação, como mostra o Gráfico 5.1 adaptado de Tsuruta (2009).



observação: valores em USD, Dólares Americanos

Gráfico 5.1: Relação Custo - Benefício do Programa FOQA

Fonte: Adaptado de Tsuruta (2009).

É importante ser lembrado aqui que esse resultado não inclui a extrema economia que o programa proporciona por evitar acidentes.

6 “VOANDO O FOQA”

Os seres humanos têm a propensão de atribuir responsabilidades e punir por erros. O FOQA tem fornecido dados valiosos que podem destacar erros humanos potenciais. Os resultados de dados analisados podem ter levado alguns operadores a punir seus pilotos quando ameaças foram detectadas criando o que se tem chamado usualmente de “voar o FOQA”. O medo resultante de retaliação (e talvez o foco excessivo no cumprimento do SOP, o qual pode não ter sido escrito adequadamente) tem apresentado o problema de atrapalhar o desempenho do piloto (TSURUTA, 2009).

Na ânsia de não serem detectados como violadores de parâmetros estabelecidos pela companhia, alguns pilotos começam a exagerar no modo de condução da aeronave, gerando prejuízo para a empresa. Criam procedimentos adicionais e adquirem vícios como mecanismos de proteção, ou ainda, ficam tão preocupados com a possibilidade de terem sido detectados, que perdem a concentração necessária para prosseguir o voo com segurança nos instantes seguintes.

A seguir, alguns exemplos, de conhecimento não oficial, de má interpretação do FOQA:

- A companhia determina, baseada no manual de operações do fabricante da aeronave, que após o pouso os pilotos deverão aguardar um mínimo de três minutos para desligarem os motores a fim de cumprirem com o tempo mínimo de resfriamento necessário. Alguns pilotos passam a cronometrar quatro minutos para terem garantia de que não sejam chamados, gerando um custo de um minuto de operação desnecessária.

- Sabendo através de fontes não oficiais que a companhia monitora se a aeronave permanecer dez segundos com potência em marcha lenta durante a aproximação, e nesse caso a considera desestabilizada, alguns pilotos ao aproximarem ligeiramente altos ficam aumentando e diminuindo a potência a cada cinco segundos a fim de não gerarem um evento, causando assim uma aproximação desconfortável e até assustadora para os passageiros.

- A fim de garantir, em uma aproximação visual em pista curta, que não vão ter um alerta de desvio da rampa de planeio ou “*Glide Slope*”, alguns pilotos dessintonizam a

frequência do ILS, desviando sua atenção da aproximação, para assegurar que não registrarão o alerta.

- Durante uma aproximação visual, ao inclinar em demasia, o piloto recebe um aviso sonoro de excesso de inclinação lateral ou “*Bank Angle*”, fica tão preocupado em ser chamado pela chefia, que perde parte de sua concentração e faz uma aproximação levemente desestabilizada, que culmina em um pouso duro.

- Durante uma aproximação, o piloto se descuida e seleciona flaps 15 com o freio aerodinâmico ou “*speed brake*” aplicado, o que não é aceitável pela companhia. Com receio de que isso seja interpretado como uma violação a fim de perder altura, embora estabilizado na aproximação final, o piloto decida arremeter para poder provar que o erro não foi intencional. A manobra gera um enorme custo em combustível e tempo de operação da aeronave para a companhia.

Essas constatações reforçam o entendimento de Holtom (2006), de que há dois fatores humanos principais que têm contribuído para resultados distorcidos do programa: o uso do FOQA pela companhia como ferramenta de punição, e pilotos voando para registrarem os dados desejados. Estar alerta e estabelecer uma cultura justa para a companhia e para os pilotos, juntamente com a correta implantação do programa (incluindo negociação de políticas de trabalho) têm diminuído esse problema.

Mais uma vez, para garantir resultados positivos, o programa deve ser estabelecido em uma cultura de apoio, que forneça um ambiente não punitivo para o acompanhamento do desempenho, incentive relatórios de funcionários da linha de frente sobre perigos encontrados, e tenha retorno por parte da empresa sobre as ações corretivas tomadas pela organização (TSURUTA, 2009).

7 O FUTURO DO FOQA

Como podemos observar, diversas limitações de equipamentos eram impostas quando do surgimento da gravação de dados. Até 1972, uma conexão física era necessária para transportar o sinal de cada parâmetro e o armazenamento dos dados era pesado e caro. Hoje se transporta uma quantidade enorme de informação de uma só vez, e o custo de armazenagem é menor a cada dia. O futuro do FOQA está diretamente atrelado ao desenvolvimento da tecnologia (TSURUTA, 2009).

Recentemente, em 2004, a FAA relatou que uma aeronave produzia 7,2 megabytes (MB) por dia, resultando em 2,6 gigabytes (GB) por ano, e que se deveria ficar atento, não somente com a capacidade de armazenagem, mas também à necessidade de trabalho humano em cima da validação de eventos (TELEDYNE, 2009). O que dizer então do volume de dados gerado pelos atuais *Boeings 777* que produzem 40 ou 50 MB, cada aeronave, por dia, gravando 2000 parâmetros. Hoje, a *British Airways* analisa 5 GB de dados por dia de oito tipos de aeronaves diferentes, e o número deve subir para 10 GB diários nos próximos anos (HOLTOM, 2006).

Em relação ao futuro do FOQA, Tsuruta (2009, p. 52) realizou uma pesquisa de quais seriam os parâmetros adicionais a serem monitorados com a melhoria da tecnologia, e chegou a onze deles, tais como: dados inseridos pelo piloto no MCDU, seleção de modos do piloto automático, indicações do FMA, a página mostrada no MCDU, anúncios de pouso automático do ILS, alertas detalhados de TCAS, alertas detalhados de GPWS, posição detalhada (intermediária) do trem de pouso, *autobrake* selecionado, pressão no freio, e acionamentos e alívios do *anti-skid*.

Os modernos *Airbus380* e *Boeing 787* virão com capacidade de registro de 2500 a 5000 parâmetros e isso inclui parâmetros tão obscuros quanto à situação do aviso de atar cintos, por exemplo. Filmar as ações tomadas na cabine de comando continua sendo um item mencionado frequentemente, embora que, para os dias de hoje, ainda tenhamos algumas restrições financeiras e tecnológicas para armazenamento físico de dados dessa magnitude (TSURUTA, 2009).

Já utilizada atualmente, mas com grande potencial a ser explorado e difundido, a transmissão de dados via satélite em tempo real (sistema ACARS), parece ser a tendência

para os próximos anos. A companhia recebe os dados de voo imediatamente, sem a necessidade de a aeronave estar pousada, e menos ainda, de serviço de remoção de algum tipo de mídia.

Existem aplicações para o FOQA que sequer foram descobertas ainda. Na área de pesquisa, em relação a fatores humanos, por exemplo, uma médica brasileira realizou recentemente uma pesquisa utilizando dados de FOQA de uma empresa aérea brasileira, e constatou que a incidência de eventos possuía uma correlação com o horário de trabalho e a variação de temperatura do corpo humano (SANTOS, 2005).

Na área de saúde, registros precisos de tempo de exposição à radiação cósmica, pela primeira vez são apresentados às autoridades, graças aos dados precisos de escala de trabalho e níveis de voo voados por tripulantes⁹.

⁹ Disponível em <http://www.dft.gov.uk/pgr/aviation/hci/protectionofaircrewfromcosmi2961> acesso em: 12 out. 2009

8 CONCLUSÃO

As companhias aéreas iniciaram o FOQA com intenções de melhorar a segurança, mas já perceberam os enormes benefícios financeiros diários quando o programa é bem gerenciado. Os custos iniciais são altos, mas diminuem consideravelmente após a implantação e estabilizam-se predominantemente associados a custos de força de trabalho.

FOQA representa um conjunto de mudanças conceituais da gestão de segurança e da operação de voo. É conhecido de experiências passadas que mudança traz incerteza e falta de aceitação, mas é necessário ter em mente que a grande finalidade do FOQA é aumentar a segurança da operação das aeronaves.

O acesso rápido à informação é crítico no mercado atual, e de impacto competitivo. O processo FOQA permite a captura de dados e sua transformação em ações corretivas e preventivas executáveis. Permite que se tomem decisões gerenciais baseadas em informações válidas, atualizadas e confiáveis, e não em meras suposições ou conjecturas. A economia gerada em operações e segurança agregada, mais que justificam sua implantação e manutenção. Um operador atual simplesmente não pode se dar ao luxo de não ter um sistema de acompanhamento de dados em sua empresa.

Passamos, com a migração de análise de dados de Flight Recorder para a análise rotineira de FOQA, de uma mentalidade de segurança reativa para proativa. Sabemos que apenas um único acidente, historicamente, já eliminou grandes companhias do mercado. A falta de atualização e modernidade deverá eliminar ainda, mais algumas...

REFERÊNCIAS

ARINC. Disponível em: <<http://www.arinc.com/about/history.html>>. Acesso em: 10 set. 2009.

AVIATION GLOSSARY: Defining the Language of Aviation. Disponível em: <<http://aviationglossary.com/>>. Acesso em: 17 set. 2009.

AD AEROSPACE. Disponível em: <http://www.ad-aero.com/news_nr_details.php?news_id=2>. Acesso em: 25 out. 2009.

BOEING COMPANY. Flight Data Recorder Rule Change. Aeromagazine, Vol. 1, No 2. Disponível em: <http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_02/s/s01/story.html>. Acesso em 28 out. 2009.

CAA SAFETY REGULATION GROUP, **CAP 739 Flight Data Monitoring. A Guide to Good Practise**. Civil Aviation Authority. United Kingdom. First issue 29. August 2003. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP739.PDF>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

DAC. **IAC 119-1005: Programa de Acompanhamento e Análise de Dados de Vôo (PAADV)**. Comando da Aeronáutica. Brasil. 20 DEZ 2004. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC119_1005.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2009.

EUROPEAN UNION: **Regulations: EU-OPS 1, COMMISSION REGULATION (EC) No 8/2008** of 11 December 2007. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:010:0001:0206:EN:PDF>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

FACULDADE DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS – PUCRS. **Manual de Segurança de Voo dos Operadores Aeronáuticos**. EDIPUCRS. Porto Alegre. 2004. P. 37 – 40. Disponível em: <http://www.flightsafety.org/files/OFSH_portugese.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2009.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **Flight Safety Digest: Aviation Safety: U.S. Efforts To Implement Flight Operational Quality Assurance Programs**. Vol. 17 No. 7-9 July – September 1998.

FREE PATENTS ONLINE. 2004. : <<http://www.freepatentsonline.com/6721640.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2009.

GROSSI, Dennis R. **Aviation Recorder Overview**. International Symposium on Transportation Recorders. NTSB. Arlington. 1999. Disponível em: <http://www.nts.gov/Events/symp_rec/proceedings/authors/grossi.htm>. Acesso em: 12 set. 2009.

HOLTOM, M. **FOQA – Flight Data Analysis of Aircraft for Flight Safety: The Airline Pilots**. Disponível em: <http://www.theairlinepilots.com/flight/foqaflightdataanalysis.htm>. Acesso em: 10 out. 2009. by Captain Mike Holtom, British Airways -- Source: PIA Air Safety Publication, 29 jan 2006.

HORNE, Mike. 1999. Disponível em: <http://www.nts.gov/Events/symp_rec/proceedings/May_5/SessionIV/Press_Horne.ppt>. Acesso em: 25 out. 2009.

IATA, **IOSA Standards Manual**, January 2008. Disponível em: <<http://www.iata.org/NR/rdonlyres/6E494988-9670-4B51-8EDF-0CCFDBDCB960/60779/ISMEd2Rev1April2007withEd2Rev1TR1.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

L3 COMMUNICATIONS. History of Flight Recorders. Disponível em: <<http://www.l-3ar.com/html/history.html>>. Acesso em: 10 set. 2009.

M-U-T AVIATION. Disponível em: <<http://www.mut-aviation.com/fileadmin/images/products/PGAR.gif>>. Acesso em: 7 nov. 2009.

NTSB. Cockpit Voice Recorders (CVR) and Flight Data Recorders (FDR). 2004. Disponível em: <http://www.nts.gov/aviation/CVR_FDR.htm>. Acesso em: 13 set. 2009.

SAGEM. Avionics Systems & Navigation: Civil aircraft. Disponível em: <<http://www.sagem-ds.com/eng/site.php?spage=02010101>>. Acesso em: 10 set. 2009.

SAGEM. Avionics: Products. Disponível em: <[http://www.sagemavionics.com/Products/Products.aspx?category=Flight Data Management](http://www.sagemavionics.com/Products/Products.aspx?category=Flight%20Data%20Management)>. Acesso em: 10 out. 2009.

SANTOS, Déborah Cristina. **A relação entre o erro e o horário de trabalho dos pilotos de uma empresa aérea brasileira**. Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, 2005.

SENDZIMIR, Vanda. **Black Box**. American Heritage Magazine. Rockville, USA. Fall 1996, vol. 12. Disponível em: <http://www.americanheritage.com/articles/magazine/it/1996/2/1996_2_26.shtml>. Acesso em: 02 set. 2009.

SMITHSONIAN AIR AND SPACE MUSEUM. Disponível em: <http://collections.nasm.si.edu/media/full/A19310028000CP01.JPG>>. Acesso em: 2 set. 2009.

SWISS49 AG, **FDM booklet for Pilots**, V1.0, 13. January 2009. Disponível em: <<http://www.swiss49.com/docs/s49%20FDM%20Booklet%20for%20Crew.pdf>>. Acesso em: 23 ago.2009.

TELEDYNE CONTROLS. **Flight Data Monitoring Solutions Brochure**. Los Angeles, USA. 2003

TELEDYNE Controls Products and Services. Disponível em: <<http://www.teledyne-controls.com/productsolution/productinfo.asp>>. Acesso em: 12 out. 2009.

TSURUTA, George. **The Analysis of Flight Operational Quality Assurance (FOQA) Data: Exploration of a Proposed List of Improved Safety Parameters**. Saarbrücken, Germany: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2009.

UNITED STATES GOVERNMENT. **Code of Federal Rules, Title 14: Aeronautics and Space, Part 13—Investigative and Enforcement procedures.** Disponível em: <http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/janqtr/pdf/14cfr13.401.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2009.

US DOT: **Advisory Circular: Flight Operations Quality Assurance (FOQA)**, AC No: 120-82, 12. April 2004. Disponível em: <[http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/\\$FILE/AC120-82.pdf](http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/$FILE/AC120-82.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2009.

VAZ FERNANDES, R. **An Analysis of the Potential Benefits to Airlines of Flight Data Monitoring Programmes.** Cranfield University, Cranfield, UK - School of Engineering Air Transport Group, 2002. Disponível em: <http://www.aviassist.org/images/logo//Cranfield%20M.sc%20Thesis%20on%20Flight%20Data%20Monitoring.pdf>

GLOSSÁRIO

Durante o estudo, muitos termos associados ao FOQA foram utilizados. As definições a seguir foram inseridas para auxiliar os leitores a terem uma interpretação padronizada dos termos e expressões oferecidas neste trabalho¹⁰.

Aeronautical Radio Incorporated (ARINC): é a organização técnica e administrativa que define e publica padrões definidos de formatos, encaixes, funções e interfaces dos componentes aviônicos (Tsuruta, 2009).

Agregação: é o processo que agrupa e combina matematicamente elementos de dados individuais baseados em algum critério, isto é, o horário, localização geográfica, a categoria de severidade do evento, tipo de aeronave. Cada agregação é baseada em fatores de interesses do analista em um espaço particular no tempo.

Comitê de Direção do FOQA: é um comitê geral formado no começo do plano de programa do FOQA que serve de guia para o seu estabelecimento. Pode incluir uma pessoa mais experiente no gerenciamento e representantes de departamentos da empresa como: operações de voo, manutenção, treinamento e segurança. Um representante da associação de pilotos normalmente está incluso neste comitê.

Dados de Tendências: são a média estatística dos índices reunidos e associados com categorias de severidade de eventos FOQA, baseados na análise de operações de várias aeronaves e voos diferentes.

Dados Descaracterizados: são dados de um voo, dos quais foram removidos os elementos que poderiam ser usados para associá-los a uma data ou tripulação.

Desenho da Moldura Lógica: é um mapa de dados que descreve a forma na qual os dados de parâmetros são transcritos para o dispositivo de gravação. Este documento detalha onde cada bit de informação é armazenado. É o modo como os dados físicos do avião são convertidos em uma corrente de dados digitais codificados para o DFDR (TSURUTA, 2009).

Evento: é uma ocorrência ou condição na qual valores predeterminados de parâmetros de uma aeronave são excedidos. Os eventos representam as condições a serem rastreadas e

¹⁰ Disponível em: <[http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/\\$FILE/AC120-82.pdf](http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/$FILE/AC120-82.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2009.

monitoradas durante várias fases do voo e são baseadas em parâmetros de dados registrados para uma frota de aeronaves específicas.

Fase de Voo: é um conjunto de atividades específicas efetuadas por pilotos durante operação de todos os voos, ou seja, pré-voo, acionamento de motores, *push-back*, táxi, decolagem, subida, cruzeiro, descida, espera, aproximação, pouso, táxi e operações pós-voo.

FOQA: é um programa para o recolhimento rotineiro e análise de dados operacionais de voo para que se tenham mais informações e mais visão do ambiente de operações de voo como um todo. O FOQA combina esses dados com outras fontes e experiências operacionais para desenvolver ações objetivas que aumentem a segurança e a eficiência do treinamento, dos procedimentos operacionais, dos procedimentos de engenharia e manutenção, e dos procedimentos de controle de tráfego aéreo.

Gravador de Acesso Rápido (QAR): é uma unidade de gravação a bordo da aeronave que armazena dados gravados de voo. Estas unidades são projetadas para fornecer acesso rápido e fácil a uma mídia removível na qual os dados de informação de voo são guardados. QARs podem também armazenar dados em uma memória sólida que é acessada através de um leitor de *download*. QARs foram desenvolvidos para gravar muitos dados, às vezes mais de 2000 parâmetros a uma razão muito mais alta do que os gravadores de dados de voo. Este maior número de dados aumenta incrivelmente a precisão dos programas de análise de solo.

Gravador de Dados de Voo (FDR, DFDR): é um dispositivo necessário que grava parâmetros pertinentes e informações técnicas sobre um voo. No mínimo, ele grava os parâmetros requeridos pela agência reguladora do estado, mas pode gravar um número muito maior. O gravador é projetado para aguentar as forças de um impacto de forma que a informação gravada possa ser usada para reconstruir as circunstâncias que levaram ao acidente.

Grupo de Monitores do FOQA: é um grupo formado geralmente por representantes do grupo de pilotos da companhia que é responsável por revisar e analisar dados de voo, bem como, identificar, recomendar, e monitorar as ações corretivas.

Medição Operacional de Rotina: é um panorama de valores de parâmetros selecionados a pontos pré-definidos no tempo ou espaço para todos os voos que estão sendo analisados. Ele fornece estatísticas padrão, isto é, mínimo, máximo e média para um parâmetro especificado para uma condição e período de tempo em particular. Uma vez que os

dados são coletados em cada voo, eles fornecem uma visão de tendências valiosas dentro das operações normais. Medidas de operações rotineiras também são úteis para se estabelecer uma base para as operações normais de uma aeronave dentro de uma frota.

Níveis de Eventos: são os limites de parâmetros que classificam o grau de desvio de uma norma estabelecida em duas ou mais categorias de severidade de eventos. Quando são associados níveis a um evento, especial atenção é dada para o cumprimento das leis e regulamentos federais, limitações da aeronave, políticas e procedimentos da companhia.

Parâmetros: são variáveis medidas que fornecem informação sobre o estado de um sistema de uma aeronave, sua posição, ou ambiente de operação. Parâmetros são coletados por uma unidade de aquisição de dados instalada na aeronave, e então são enviados para sistemas de análise e relatório.

Plano de Implantação e Operação do FOQA: é uma especificação detalhada de aspectos chave para o programa de FOQA a ser implantado por uma companhia aérea, incluindo: uma descrição do plano da operadora para coletar e analisar os dados, procedimentos para tomar ações corretivas necessárias com interesse na segurança, procedimentos para gerenciar dados descaracterizados e procedimentos para informar às autoridades quais ações corretivas estão sendo tomadas.

Razão de Amostragem: é o número de vezes por segundo que um parâmetro específico é gravado por um sistema de gravação a bordo. Normalmente, a maior parte dos parâmetros é amostrada uma vez por segundo. O aumento ou diminuição da razão de amostragem vai aumentar ou diminuir diretamente o tamanho dos dados gravados pelo sistema de bordo. A habilidade de mudar a razão de amostragem de alguns parâmetros é função da fonte da medida e da capacidade do sistema de gravação de bordo. Variar a razão de amostragem pode ser útil para melhorar a capacidade de análise que dependa do tempo.

Representante do Grupo de Voo ou “Gate Keeper”: é um membro do grupo do FOQA que é o principal responsável pela segurança dos dados identificados. O “Gate Keeper” é o indivíduo que faz a ligação dos dados do FOQA com um tripulante específico e normalmente é membro da associação de pilotos.

Sistema de Repasse e Análise de Dados de Solo (GDRAS): é um programa de aplicação projetado para: transformar dados gravados em voo em alguma forma ou tipo de análise, processar e procurar determinados parâmetros de dados selecionados, comparar

valores calculados ou gravados às normas predeterminados usando algoritmos de eventos, e gerando relatórios para revisão.

Transmissão de Dados Sem Fio: é um sistema que permite a transferência de dados em alta velocidade da aeronave até unidades no solo que utiliza tecnologias de transmissão sem fio. Também pode ser usada para o carregamento de dados para aeronave. Às vezes é chamada de GDL (*Ground Data Link*).

Unidade de Aquisição de Dados de Voo (FDAU, DFDAU): é um dispositivo que recolhe dados da aeronave através de fontes de dados digitais e entradas analógicas e ajusta a informação para entregá-la ao gravador de dados de voo de acordo com os requerimentos das agências reguladoras. Além de suas funções normais muitas unidades têm um segundo processador e módulo de memória que permite que elas façam funções e relatórios de condições de monitoração adicionais. A unidade pode fornecer dados e relatórios pré-definidos para a impressora da cabine, diretamente para o ACARS para a transmissão para o solo, ou para um QAR para gravação de armazenamento dos dados de voo puros. A unidade também pode mostrar dados para os tripulantes.

Unidade de Gerenciamento de Dados (DMU, DFDMU): é uma unidade que faz a mesma conversão de dados que a Unidade de Aquisição de Dados de Voo (FDAU, DFDAU), mas tem a capacidade adicional de processar os dados a bordo da aeronave. Ela possui, ainda, um processador de dados poderoso projetado para efetuar o acompanhamento e análise de dados de desempenho dos motores e da aeronave em voo. Algumas unidades têm comunicação terrestre sem fio e sistema anticolisão incorporados.

Validação de Dados: é o processo durante o qual os dados de voo são revisados para ver se não foram gerados como resultado de gravações errôneas ou sensores danificados.

Validação de Evento: é o processo no qual um evento é considerado como sendo válido para uma operação que está fora das normas estabelecidas. Mesmo que os limites de parâmetros da aeronave tenham sido excedidos, um evento válido pode não ter ocorrido, por exemplo, se um significativo desvio do localizador foi registrado quando uma aeronave estava fazendo uma aproximação do tipo *sidestep* para uma pista paralela.

ANEXO A – Transcrição da teleconferência APIMEC - Resultados do segundo trimestre de 2005 da GOL - 09 de agosto de 2005 – Davi Barioni – Vice-presidente técnico da GOL Linhas Aéreas¹¹.

David Barioni:

Bom dia a todos. Em nome da GOL, é um prazer poder estar aqui conversando com vocês da APIMEC. Eu vou falar um pouquinho sobre a segurança de vôo em uma empresa aérea, que é um assunto muito caro para nós todos da indústria de aviação especialmente para a GOL, que é uma empresa que nasceu em 2001, uma empresa jovem, porém com mais de 30 anos de experiência, visto que o seu corpo técnico, todos nós já temos bem mais do que 25 anos de experiência na aviação...

...Como eu disse a vocês, dois itens que eu falaria em seguida, então vamos ao primeiro: o *Flight Operations Quality Assurance*, essa é com certeza a maior ferramenta de segurança de vôo que o mundo tem hoje, a GOL hoje tem 100% de suas aeronaves monitoradas pelo FOQA, o que é o FOQA? O FOQA são 364 sensores instalados no avião, que captam tudo o que a aeronave faz, e colocam isso num disquete, num PCMCIA, né, num cartão, de tal forma que nós pegamos esses dados, colocamos num computador, num software, e podemos verificar se aquele avião está sendo operado exatamente de acordo com o que a gente deseja; e a partir daí a gente realimenta a instrução, a partir daí a gente realimenta inclusive até a eficiência da operação. Será que esse avião está sendo operado com a eficiência que nós queremos para trazer um resultado tanto de segurança quanto financeiro que a empresa deseja; será que aquele nível de vôo que é o mais econômico, para gastar menos, está sendo seguido; será que aquele procedimento de frenagem está sendo utilizado da melhor maneira, para que nós tenhamos uma total segurança, e para que o gasto do freio seja o mínimo possível, e assim por diante. Então, essa ferramenta é uma ferramenta muito, muito útil, sem dúvida nenhuma, a maior utilidade, a maior ferramenta de segurança de vôo que o mundo já pôde ter contato. Então, hoje nós temos de vôos monitorados, 100%, nós viemos crescendo no início da implantação do plano, hoje 100% da nossa frota é monitorada, os eventos catalogados no início da operação foram sendo trabalhados, trabalhados de tal forma

¹¹ Disponível em: < http://www.mz-ir.com/gol/2006/web/arquivos/GOL_Transc2T05_Apimec20050809_port.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2009

que praticamente hoje não tenhamos mais eventos em desconformidade com este ou aquele procedimento, quer seja econômico, ou quer seja de segurança. Como é que nós fazemos para alimentar...pois não?

Participante:

Você poderia dar exemplo de um evento, o que acontecia no começo que não acontece mais, e como é que se compara com outras operações no Brasil, ou seja, Varig e TAM, nesse sentido de monitorar, também.

David Barioni:

Olha, você sabe que a nossa política é sempre de não falar nos concorrentes, eu honestamente não sei, quer dizer, acho que eles estão fazendo o melhor esforço para se adequar a isso, o que eu posso te dizer é que a GOL monitora absolutamente 100% dos vôos, isso é de vital importância para nós, tanto na segurança quanto na economia. Você falou de um exemplo, não é? Eu posso dar um exemplo, por exemplo, a frenagem do avião. O avião tem uma característica, o freio é algo muito caro em aviação, porque o freio é algo de uma tecnologia muito forte. Eu sempre dou um exemplo, vou me permitir repetir. Se nós pegamos um automóvel de corrida, o Junior conhece bem, além de piloto de aviões, também é piloto de automóvel dos bons. Automóveis de corrida são leves e andam em muita velocidade, então o freio tem que suportar pouco peso e alta velocidade. Se nós pegamos um trator, ele tem baixíssima velocidade e alto peso, então o conjunto freio e roda tem que suportar baixa velocidade e alto peso. O avião pega o pior dos dois mundos, altíssimo peso e altíssima velocidade, então a tecnologia de freio e rodas em um avião é algo muito moderno, de muito custo de investimento e muito custo para se manter. Então, no pouso, nós usamos bastante o reversor, de tal forma em que a gente segure a aeronave através do motor, para depois, no final da corrida do pouso, utilizar o freio. Agora, aonde a gente utiliza isso, qual é o ponto exato disso? Aí é que falar é fácil. Acertar esse ponto exato de até onde o piloto deve estar com o reversor, e até onde o piloto deve começar a usar o freio, aí é que entra o FOQA. Aí é que a gente consegue balancear, como nós chamamos, cada pista, de tal forma em que a gente chegue a seguinte conclusão: na pista X, você usa o reversor até 90 nós, e a partir daí você usa o freio. Isso, obviamente, hoje a gente programa o computador, a gente freia automaticamente, a gente programa esse computador de tal forma em que obtenha o melhor resultado reversor/freio. Isso não pode ser feito olhando, isso não pode ser feito simplesmente *man-made*, isso tem que ser feito a partir de uma ferramenta como essa, porque a gente está

falando aí de uma energia cinética muito forte, onde a gente está desacelerando 70 a 80 toneladas, de 350 km/h para 0 km/h, em 800m. Quer dizer, então o que se passa nesses 800 m, quer dizer, a transformação de energia cinética em calor, em energia térmica, que é o que faz o freio, é algo de uma tecnologia bastante interessante, aonde o FOQA, Dani, alimenta os engenheiros nossos, e da Boeing etc., da companhia de freios, no nosso caso a Honeywell, que conseguem estabelecer os melhores cálculos matemáticos para alimentar o computador, e assim por diante. Pois não.

Participante:

[Inaudível].

Richard Lark:

Vou falar, a gente repete aqui. Pode falar, a gente repete a pergunta aqui. Pois não.

Participante:

A escala desse gráfico, imagino que seja diferente de uma linha para outra, não é? São duas escalas. Não seria 100% de aviões, acho que a GOL não existiria hoje.

David Barioni:

Isso, exatamente.

Participante:

Pois é, mas você precisa dar um idéia, o que é aquele... você sabe o que é o evento, eu não.

David Barioni:

Claro, eu lhe dou uma idéia, com prazer. Aqui, na realidade equivale a 100% de vôos monitorados, e aqui equivale a 0.02 eventos, que é um número bem insignificante, é um número bem pequeno. Não colocamos a escala, justamente porque poderia causar alguma confusão e deixamos para explicar.

Participante:

[Inaudível].

David Barioni:

Aqui? Aqui é algo como 4% de início de monitoramento, aqui entrava ainda os freios, onde a gente estava iniciando o monitoramento, e veio caindo aqui para praticamente nenhum defeito de frenagem fora da área de eficiência.

Participante:

Essa... Aproveitando que o microfone estava próximo, essa curva, ela reflete também uma curva de aprendizado do pessoal envolvido com o modelo da aeronave?

David Barioni:

Ela significa uma curva de resultado da realimentação do aprendizado, ou seja, à medida que nós detectamos algo que pode ser melhorado, por exemplo a frenagem, posso dar o exemplo que eu dei para a Dani, à medida que nós pegamos algo que pode ser melhorado, realimentamos o processo e o resultado vai melhorando. Então aquilo mostra um resultado, mas não uma curva de aprendizado.

Participante:

Eu acredito que esse tipo de curva, apesar de que existe bastante mérito, eu já vi esse esforço de se atingir melhor eficiência, porém, eu acredito que deveriam ser trocadas mais informações com o fabricante do freio, para que esse processo seja de aprendizado, ou de ferramenta de se buscar outros pontos mais apropriados para se trabalhar num curto espaço de tempo e sem colocar em risco a aeronave.

David Barioni:

Com certeza isso é feito 100%. Estou de total acordo com o senhor, isso é feito, como eu citei, entre GOL, entre o fabricante do freio e entre a Boeing, com certeza absoluta. E é feito no menor espaço de tempo possível, esse resultado foi apresentado em apenas 3 meses, é um tempo realmente recorde em relação à indústria.

ANEXO B – Os gráficos que podem mudar o mundo - por Fernanda Viégas¹²

A Guerra da Crimeia acontecia no mar Negro, entre 1853 e 1856: um conflito sangrento entre a Rússia e uma coligação entre Inglaterra, França e Império Otomano. Uma guerra normal, com os feridos e mortos de sempre. Mas, às vezes, temos a capacidade de aprender com as tragédias. E esse foi o caso das fatalidades na guerra: elas causaram uma revolução nos hospitais do mundo que, ainda hoje, reduz bastante o risco de morte por infecção hospitalar. O cerne dessa revolução foi uma imagem...

...É uma imagem de números - um gráfico. Florence Nightingale, uma enfermeira inglesa, resolveu usar estatísticas sobre a morte de soldados para pintar um retrato da situação. O diagrama revelou que a maioria dos soldados morria nos leitos de hospitais, e não nos campos de batalha - eram 10 vezes mais mortes causadas por tifo, cólera e disenteria do que por ferimentos de batalha. A falta de ar fresco, luz e higiene nos hospitais provocava milhares de mortes desnecessárias. Era a primeira vez que se via fatalidades militares com números - e o diagrama era tão dramático que o governo inglês resolveu melhorar as condições sanitárias dos hospitais militares. E, assim, reduziu a mortalidade de soldados de 42% para 2,2%. Tudo graças a uma imagem. Visualização é isso: o poder de contar histórias e tomar decisões baseando-se em dados. Visualizações fazem com que assuntos complexos se tornem concretos e acessíveis. Em 2006, por exemplo, Al Gore transformou o debate mundial sobre aquecimento global ao subir em um guindaste para mostrar uma curva que representava o aumento de CO₂ e da temperatura na Terra. Imagine se Al Gore, em vez de gráficos, tivesse mostrado apenas uma tabela de centenas de números? Quantas pessoas teriam entendido a gravidade da situação? É por isso que a visualização é o fotojornalismo do século 21. Não só retrata os fatos da nossa época, mas motiva o debate...

...A habilidade de transformar números em imagens e entender o que elas significam será cada vez mais importante...

¹² Disponível em: < <http://super.abril.com.br/cotidiano/graficos-podem-mudar-mundo-508991.shtml>>. Acesso em 16 nov. 2009.