

LABDATA: O PROJETO VIROU REALIDADE NO CENIPA

Fernando Silva Alves de Camargo¹

Artigo submetido em 07/10/2011.

Aceito para publicação em 15/11/2011.

RESUMO: Um dos produtos tecnológicos mais importantes no contexto da investigação de acidentes aeronáuticos é o gravador de voo, comumente chamado de “caixa-preta”. No artigo, é apresentado o histórico dos gravadores de voo, sua evolução e o contexto no qual se dá a leitura de dados nas investigações conduzidas pelo SIPAER. É ressaltado o significativo crescimento da atividade de leitura de dados dos gravadores após a implantação do LABDATA no CENIPA, em contraste com o período anterior, no qual se recorria ao suporte de laboratórios no exterior, mostrando como esta ferramenta de prevenção (gravador de voo) está mais acessível para o investigador no Brasil. É apresentado o histórico do LABDATA, sua operação e perspectivas futuras.

PALAVRAS-CHAVE: Gravadores de voo. LABDATA. Leitura de dados.

1 INTRODUÇÃO

A investigação figura como uma das mais antigas ferramentas de prevenção de acidentes existentes na indústria do transporte aéreo, e, certamente, é a de maior notoriedade.

É possível observar um grande desenvolvimento nas técnicas de investigação ao longo das últimas décadas, suportado pelo avanço em diversas áreas de conhecimento que permeiam a atividade aérea.

Hoje, a tecnologia, por exemplo, facilita o exame microscópico de partes acidentadas, determinando as causas de rupturas, ou permite que pessoas próximas ao local do evento fotografem ou filmem com seus telefones celulares.

Portanto, se por um lado, a tecnologia tem tornado a investigação de

¹ Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Academia da Força Aérea (1984), Bacharel em Direito pela Universidade Católica de Santos (1994), Pós-graduado em Ciências Jurídicas e Sociais pela Universidade Católica de Santos (1996), Mestre em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2010). É Auditor da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) na área de investigação de acidentes aeronáuticos, Gerente dos Projetos LABDATA e SIGIPAER e Assessor na Divisão de Tecnologia da Informação do CENIPA. fernando.camargo@cenipa.aer.mil.br

acidentes cada vez mais complexa, exigindo mais e mais esforços, não só dos órgãos responsáveis pelo suporte técnico e administrativo, mas, principalmente, dos investigadores-encarregados no tocante à condução das equipes de investigação e à coordenação de suas atividades, por outro lado, esta mesma tecnologia tem fornecido ferramentas compatíveis com o grau de sofisticação dos cenários encontrados em certos acidentes.

Um dos produtos tecnológicos mais importantes no contexto da investigação de acidentes aeronáuticos é o gravador de voo, comumente chamado de “caixa-preta”.

Os gravadores de voo podem propiciar a recuperação das conversas havidas na cabine de comando de uma aeronave, ou de informações relativas aos parâmetros dentro dos quais os diversos sistemas da aeronave operavam, permitindo a reconstrução virtual destes parâmetros, por meio de animação gráfica, fornecendo ao investigador a visualização do comportamento da aeronave nos momentos que antecederam a um acidente.

Desde a sua invenção, os gravadores têm mudado não só em termos de *design*, mas quanto as suas funcionalidades.

2 A HISTÓRIA DOS GRAVADORES DE VOO

2.1 Origem

Embora pouco conhecido, o primeiro equipamento construído especificamente para o registro de parâmetros de voo com o objetivo de auxiliar às investigações de acidentes surgiu da iniciativa do Dr. David Warren, um jovem cientista do Laboratório de Pesquisas Aeronáuticas², da Austrália.

No início da década de 50, no florescer da era dos jatos, a falta de evidências

² Do inglês: *Aeronautical Research Laboratories* (ARL), situado em Melbourne, foi um predecessor da atual Organização de Tecnologia e Ciência de Defesa (do inglês: *Defence Science and Technology Organisation* - DSTO).

disponíveis para as investigações da série de acidentes catastróficos envolvendo o primeiro jato comercial da história, o famoso De Havilland DH-106 Comet³, motivou o Dr. Warren pensar na necessidade de algum dispositivo que pudesse ajudar os investigadores.

Ele entendia que, durante os momentos que precediam aos acidentes, os pilotos certamente estariam trocando ideias sobre os problemas que estariam enfrentando e, portanto, as informações contidas nesses diálogos possibilitariam aos investigadores a elucidação dos eventos.

Em função da falta de interesse inicial das autoridades ligadas à aviação, o Dr. Warren desenvolveu, em 1958, um protótipo⁴, medindo 18cm X 8cm X 6cm, que usava um fio de aço como mídia para a gravação e que dispunha de um mecanismo de memória capaz de armazenar quatro horas de áudio do piloto e oito leituras dos instrumentos a uma razão de quatro *inputs* por segundo (Figura 1).

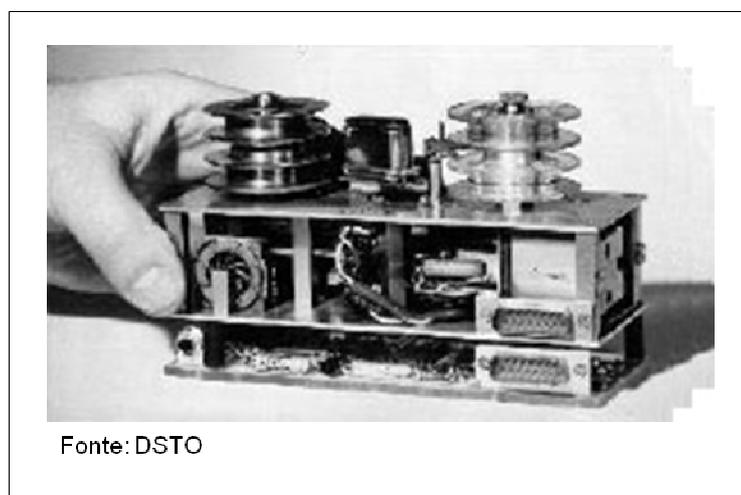


Figura 1 - Primeiro gravador de voo.

Se, por um lado, as autoridades Australianas não se sensibilizaram com a ideia de incorporar o dispositivo às aeronaves comerciais, (possivelmente em face

³ O Dr. David Ronald de Mey Warren era químico especializado em combustíveis e foi convidado a participar das investigações dos acidentes com o Comet com o objetivo de tentar determinar se explosões de combustível teriam causado os acidentes. Um fato que marcou a sua vida foi a perda de seu pai em 1934, coincidentemente, num acidente aeronáutico.

⁴ Este dispositivo foi batizado de *ARL Flight Memory Recorder*.

dos baixos índices de acidentes da Austrália, à época), houve um grande entusiasmo por parte do Secretário da Comissão de Registro Aéreo do Reino Unido, onde o projeto foi amplamente divulgado, enquanto as autoridades britânicas se mobilizavam para tornar o gravador mandatório em sua aviação civil.

Como consequência do sucesso na demonstração do dispositivo no Reino Unido e, posteriormente, no Canadá, aliada à falta de apoio por parte das autoridades australianas permaneceu, empresas de outros países (especialmente no Reino Unido e nos Estados Unidos) investiram no desenvolvimento de gravadores de voo, antecipando-se ao mercado potencial para o dispositivo.

Somente depois de um acidente em Mackay, Queensland, em 1960, que a justiça australiana recomendou, com veemência, que as “caixas-pretas” fossem instaladas nas empresas aéreas. A partir daí, a Austrália se tornou o primeiro país a tornar mandatórios os gravadores de voz de cabine (CVR, do inglês *Cockpit Voice Recorder*).

Em 1962, o Dr. Warren apresentou um segundo modelo de gravador, aperfeiçoado, dotado de um mecanismo capaz de gravar as leituras dos instrumentos com maior precisão, com uma razão de 24 leituras por segundo.

Nesta versão, o dispositivo de gravação ficava protegido por uma caixa a prova de impacto e de fogo (Figura 2).



Fonte: DSTO

Figura 2 – Segundo modelo de gravador de voo.

Entretanto, para o cumprimento da determinação judicial de instalar os gravadores nas aeronaves de linhas aéreas australianas, as autoridades aeronáuticas optaram por contratar uma empresa americana, que desenvolveu um modelo que usava fita magnética em vez de fio usado pelo gravador desenvolvido pelo Dr. Warren, que acabou não tendo sido utilizado pela aviação.

A introdução daquela nova tecnologia encontrou problemas técnicos que retardaram sua entrada em operação até 1967.

2.2 A Evolução dos Gravadores

A primeira geração de gravadores a entrar em operação na aviação comercial, no início dos anos 60, utilizava uma espécie de folha magnética, conhecida como aço incanol (Figura 3).



Figura 3 – Gravador de voo de folha de aço incanol (1ª geração).

Esta geração gravava cinco parâmetros correspondentes às condições de voo: proa, altitude, velocidade, acelerações verticais e tempo.

As informações dos parâmetros eram fisicamente registradas por agulhas sobre a folha metálica (Figura 4). Os investigadores recuperavam as informações gravadas por meio de leitura ótica das marcas deixadas pelas agulhas, geralmente usando um microscópio, convertendo então os valores relativos ao afastamento da marcação em relação à linha de referência em unidades de engenharia.

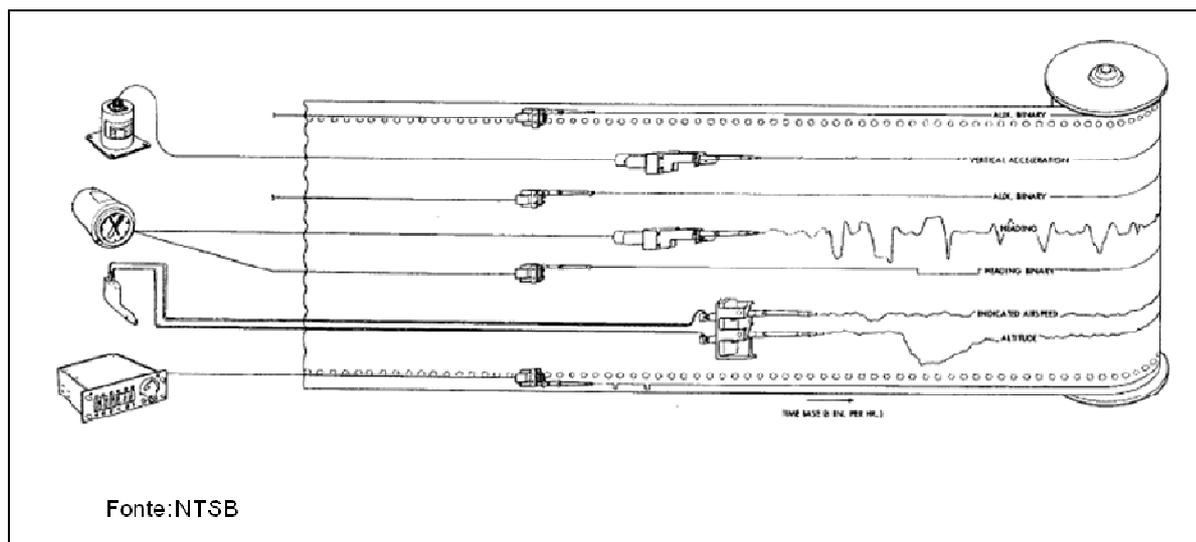


Figura 4 – Ilustração do processo de gravação na folha metálica.

Este processo exigia um tempo enorme, além de não garantir a precisão desejada para os fins de uma investigação, ensejando uma boa dose de interpretação por parte do investigador.

Inicialmente, acreditava-se que este tipo de material seria bastante resistente, o que se mostrou falso com o passar do tempo. A integridade dos dados após os acidentes era um problema recorrente.

Mais tarde, em 1965, a crescente evolução tecnológica somada às limitações dos gravadores de 1ª geração – especialmente o pequeno número de parâmetros gravados e a própria resistência dos equipamentos disponíveis no mercado – impulsionaram o surgimento de uma segunda geração de gravadores.

No final dos anos 1960, entrou em operação uma série de aeronaves de maior porte e sofisticação (conhecidas como *wide body*), aumentando o receio de que, num acidente de massa, não houvesse informações suficientes para identificar os fatores contribuintes, o que levou à necessidade de mais parâmetros nos gravadores.

Boa parte dos gravadores de folha metálica em operação à época possuíam agulhas múltiplas para a gravação, o que permitiu a marcação de ambos os lados da folha. Assim, foi possível a adição dos parâmetros referentes ao rolamento, à arfagem e à posição dos flapes.

Entretanto, este incremento resultou numa menor confiabilidade⁵ das unidades. Além disso, a leitura e a interpretação destes parâmetros adicionados tornaram-se muito difíceis. Isto ajudou a tornar obsoletos os gravadores de 1ª geração.

Na nova geração de gravadores que surgia, a folha de aço incanol foi substituída pela fita magnética, permitindo a gravação 30 minutos de som ambiente na cabine de pilotagem: nascia aí o CVR (Figura 5).

O uso de fitas magnéticas exigiu um nível de proteção contra impactos e fogo muito maiores. Como consequência, os gravadores passaram a ser projetados para resistir a impactos de até 1000 g (dez vezes mais do que os da 1ª geração).



Fonte: CENIPA

Figura 5 – CVR de fita magnética (2ª geração).

Também por conta das novas aeronaves wide body, se deu a introdução das unidades de aquisição de dados de voo (FDAU⁶, do Inglês *Flight Data Aquisition Unit*), tornando possível ampliar a capacidade de gravação dos FDR de 2ª geração.

⁵ Um estudo feito em meados dos anos 80, quanto à confiabilidade dos gravadores de folha metálica (ainda sendo instalados em modelos antigos de aeronaves que ainda estavam em fabricação) revelou que, em 48% dos acidentes investigados, os FDR não estavam funcionando durante o voo.

⁶ Os FDAU consistem em unidade que recebem os sinais discretos, analógicos e digitais dos diversos sensores da aeronave e dos sistemas aviônicos e os convertem numa trilha única de sinal digital que é enviado ao FDR e outros dispositivos utilizados para a armazenagem de parâmetros da aeronave.

A partir da incorporação do FDAU, os gravadores produzidos passaram a adotar um padrão de gravação digital de 64 palavras de 12 bits gravadas a cada segundo, tendo a capacidade de gravação de dados chegado a 25 horas⁷.

A tecnologia que empregava métodos eletromecânicos de retenção de dados por meio de fita magnética predominou até o final dos anos 90, quando a geração dos componentes eletrônicos *solid state* começou a surgir.

A tecnologia empregada nos gravadores *solid state*, que tornou-se economicamente viável a partir do início da década de 90, consistia no armazenamento de dados em memórias de semicondutores ou circuitos integrados (Figura 6).

Além de permitir a gravação de um número muito maior de parâmetros (os modelos atuais chegam a gravar algumas centenas de parâmetros), a própria recuperação dos dados é feita com maior rapidez nos gravadores *solid state*, o que criou o conceito de uso dos dados gravados para o acompanhamento do desempenho da aeronave, contribuindo para a melhoria dos programas de manutenção.



Figura 6 – Gravador de voo *solid state* (3ª geração).

Mais ainda, tendo um nível de exigência muito menor em termos de manutenção, ao contrário do que acontecia com os sistemas eletromecânicos, a implementação dos gravadores de 3ª geração acabou representando uma economia para o operador.

⁷ Esta capacidade correspondia, à época, à gravação de um voo de ida e volta entre Nova Iorque e Tóquio, ou entre Los Angeles e Paris.

A introdução desta tecnologia nos CVR ocorreu um pouco mais tarde, devido à necessidade de muita memória, inicialmente com uma capacidade de gravação de 30 minutos. Os CVR produzidos atualmente disponibilizam até 2 horas de áudio gravado.

No tocante à regulamentação, existe uma diversidade de exigências relacionadas aos gravadores de voo, as quais variam em função da categoria da aeronave e da sua data de fabricação.

Como exemplo, para as aeronaves brasileiras da aviação regular fabricadas após 11 de outubro de 1991, as especificações para os gravadores de dados estão dispostos no Apêndice B do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 121⁸. Neste documento são apresentados 29 parâmetros obrigatórios e 17 parâmetros adicionais recomendados.

As especificações dos parâmetros abrangem a faixa, a precisão da entrada do sensor no gravador, o intervalo da amostragem por segundo e a resolução da leitura.

3 A LEITURA DE DADOS PELO CENIPA POR MEIO DE PARCERIAS INTERNACIONAIS

Embora a evolução tecnológica exerça uma enorme influência na aviação como uma indústria global, observa-se uma heterogeneidade muito grande no que concerne ao grau de sofisticação desta mesma indústria em cada país.

Embora não sejam muito numerosos os fabricantes de gravadores, a diversidade de modelos continuamente entregues ao mercado, cada qual exigindo um suporte físico e lógico específico para o acesso aos dados gravados, acabam impondo um custo muito alto para equipar, capacitar e manter um laboratório em condições de ajudar nas investigações.

Assim, como um reflexo, um pequeno número de países dispõe de recursos

⁸ O RBAC 121 trata dos requisitos operacionais para operações domésticas, de bandeira e suplementares.

para a leitura e a análise dos dados e do áudio dos gravadores de voo.

É uma prática comum, entre os países signatários da Convenção de Chicago, oferecer o suporte necessário às investigações de acidentes. Isto inclui o apoio na leitura e, até mesmo, nas análises de dados de gravadores de voo.



Figura 7 – Leitura dos gravadores do JJ 3054 nos Estados Unidos.

No caso do Brasil, o CENIPA tem recorrido ao suporte de outros órgãos de investigação (Figura 7), mas esta alternativa, por ser onerosa, acaba sofrendo limitações⁹.

Por outro lado, com a entrada o início das atividades de leitura do LABDATA, a partir de 2010, o número de leituras de gravadores tem aumentado significativamente, conforme ilustra a tabela 1.

Tabela 1 – Quadro comparativo do número de leituras feitas no exterior e no LABDATA.

ANO	LEITURAS		
	EXTERIOR	LABDATA	TOTAL
2008	4		4
2009	2		2
2010	3	29	32
2011 ¹⁰	4	27	31

Este crescimento reflete o fato de que a implantação do Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo do CENIPA está trazendo a

⁹ Embora os laboratórios dos órgãos de investigação estrangeiros não cobrem pelo serviço, os custos da viagem dos investigadores brasileiros é relativamente elevado e recai sobre o CENIPA.

¹⁰ Dado parcial considerado o período de 1º de janeiro a 10 de novembro de 2011.

possibilidade de acesso aos dados de gravadores até mesmo em ocorrências mais simples. Em outras palavras, esta ferramenta de prevenção que é o gravador de voo está mais acessível para o investigador no Brasil.

Paulatinamente, com a conquista da autossuficiência pelo Centro no que diz respeito ao acesso aos dados dos gravadores de voo (danificados ou não), o suporte às investigações será ainda maior.

Além do apoio dos órgãos de investigação, a comunidade internacional que atua nestes laboratórios se organizou num grupo chamado Grupo Internacional de Investigadores de Gravadores (IRIG, do inglês *International Recorder Investigators Group*).

Este grupo se reúne anualmente para discutir problemas relacionados às atividades de leitura e análise de dados armazenados em gravadores de voo e em outras mídias, além de tracar experiências de sucesso em investigações de acidente e de apresentar novas técnicas de investigação na área (Figura 8).



Figura 8 – Encontro promovido pelo IRIG .

4 O LABDATA

4.1 A Criação

A conquista da capacidade de ler e analisar os dados e o áudio de gravadores de voo para apoio às investigações era um anseio antigo da comunidade do SIPAER.

Alguns estudos chegaram a ser feitos, mas o primeiro passo concreto neste sentido se deu com a aquisição pelo COMAER, em 2005, de licenças da plataforma de *softwares Insight*¹¹ da fabricante canadense Flightscape¹² e do *software* Sound Forge para o tratamento e a análise de áudio, bem como de equipamentos¹³ para a sua operação (Figura 9).



Figura 9 – Acervo adquirido pelo DAC.

Em 2006, com a efetiva substituição do DAC pela ANAC e a permanência, no COMAER, das atribuições relacionadas às atividades de investigação (outrora conduzidas por aquele Departamento), os equipamentos e *softwares* foram levados para o CENIPA.

Mais tarde, em visita ao CENIPA, o Ministro da Defesa assistiu a uma animação de acidente elaborada na plataforma da Flightscape e tomou conhecimento da aspiração para que fosse montado um laboratório para o SIPAER. De imediato, e na presença do Comandante da Aeronáutica, o ministro deu o seu aval para o projeto.

¹¹ A plataforma Insight é composta por quatro diferentes aplicativos, dos quais o DAC adquiriu três: o Insight Recovery, que permite a conversão dos dados do arquivo bruto obtido do gravador para um formato aceito pelos aplicativos da família Insight; o Insight Analysis, para a análise de dados de FDR; e o Insight Animation, para a produção de animações a partir dos dados do FDR e do CVR;

¹² Hoje CAE Flightscape, pertencente ao grupo CAE, um dos maiores do ramo de simuladores de voo.

¹³ Foram adquiridos: uma mesa misturadora de áudio com altofalantes e fones de ouvido; um computador de mesa de alto desempenho; e um *notebook* de alto desempenho.

Como consequência, o CENIPA apresentou ao Estado-Maior da Aeronáutica a Necessidade Operacional (NOP), na qual descrevia, como objetivo do projeto: *“Dotar o CENIPA de uma ferramenta que permita extrair e analisar os dados contidos em gravadores de voo e outras mídias das aeronaves da Aviação Brasileira, no estado em que forem recuperados após um evento significativo para o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos”*

Assim, em 17 de setembro de 2007, nasceu oficialmente o Projeto LABDATA - inserido no Programa de Projetos Estratégicos do Comando da Aeronáutica (PEMAER) em 2008 - voltado para o planejamento, a execução e o custeio das atividades relacionadas à implementação do LABDATA no CENIPA.

Paralelamente, foi criado, na estrutura da Divisão de Tecnologia da Informação do CENIPA, o Laboratório de Leitura e Análises de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA), beneficiário direto do projeto, responsável pela execução das atividades de leitura e análise em apoio à investigação.

O Projeto foi estruturado em fases, contemplando a instalação da infraestrutura física e lógica, a partir do legado do DAC, além da capacitação do pessoal lotado no Laboratório.

Assim, os primeiros esforços do projeto foram dirigidos à construção do Prédio Brig Eng Coube - no qual está instalado o LABDATA - que foi inaugurado pelo Comandante da Aeronáutica em 16 de novembro de 2009 (Figura 10).



Figura 10 – Inauguração do prédio do LABDATA.

Em termos de capacitação, em setembro de 2009, a Flightscape ministrou um treinamento para cinco oficiais, da ativa e da reserva, e dois funcionários de empresa aérea no uso da versão 3.0 da plataforma *Insight* nas instalações do CENIPA (Figura 11).



Figura 11 – Treinamento no software Insight ministrado no CENIPA.

Posteriormente, um detalhado levantamento dos modelos de gravadores mais presentes na aviação nacional teve início, de modo a nortear o planejamento para a execução da fase 2 do projeto, que consistia na aquisição da capacidade de leitura de gravadores não danificados.

Esta fase teve uma primeira etapa consumada ainda em 2009, com a instalação e o treinamento (Figura 12) de um pacote de equipamentos e *softwares* adquiridos por meio da Flightscape, dotando o CENIPA da capacidade de leitura de uma vasta gama de gravadores em uso predominantemente na aviação civil.



Figura 12 – Treinamento na operação dos equipamentos da fase 2 do projeto.

A complementação desta fase está em pleno desenvolvimento, concomitantemente à fase 3, a qual, por sua vez, consiste na aquisição dos kits de leitura para gravadores danificados.

4.2 A Operação

Embora a maior parte dos procedimentos executados na operação do laboratório tenha certo grau de complexidade, o fluxo de um processo de leitura pode ser apresentado, de maneira simplificada, por meio da (Figura 13).

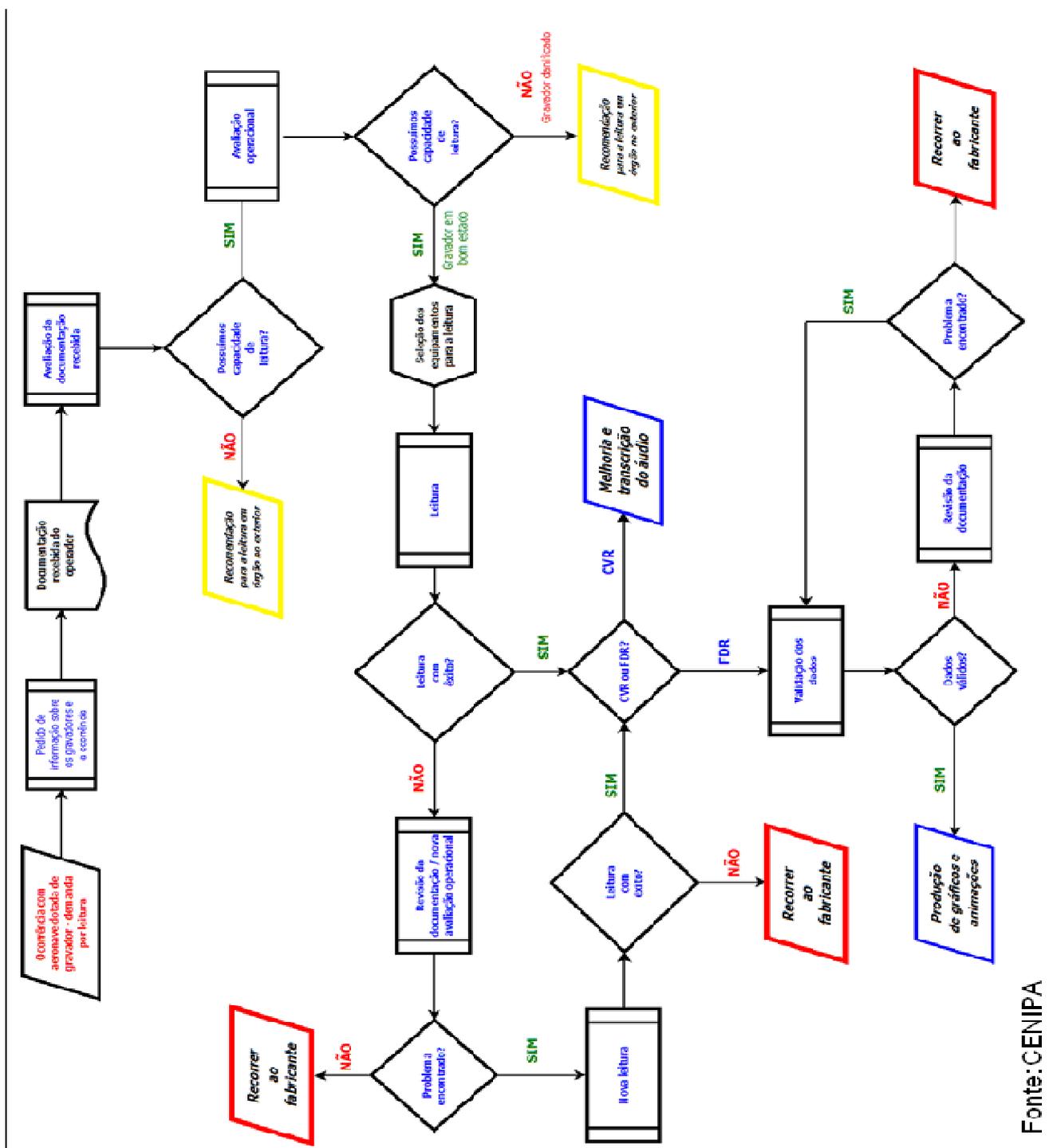
As atividades no LABDATA têm início com o recebimento de uma solicitação de leitura. O primeiro passo a ser dado consiste na coleta, normalmente junto ao operador, das especificações¹⁴ dos sistemas de gravação da aeronave, bem como das circunstâncias relacionadas à ocorrência, inclusive quanto aos danos causados aos gravadores, preferencialmente com fotos.

A partir destas informações, será possível verificar se o LABDATA dispõe dos equipamentos específicos para a leitura daquele modelo de gravador e fazer uma avaliação preliminar quanto ao grau de danos. Desta forma, a impossibilidade de leitura pelo LABDATA pode ser estabelecida com algum grau de precisão, evitando-se a perda tempo e de esforço na remessa do equipamento ao CENIPA.

Nos casos de modelos para os quais o laboratório tenha a capacidade de leitura, uma avaliação operacional é feita logo no recebimento do gravador. Nesta avaliação, será feita uma busca por quaisquer danos na alimentação, nos conectores, em componentes eletrônicos significativos e nos sistemas eletromecânicos, de modo a verificar a viabilidade de leitura.

A reprovação nesta avaliação operacional implicará, normalmente, na recomendação para a leitura em órgão no exterior, preferencialmente no próprio fabricante.

¹⁴ São solicitadas ao operador as seguintes informações: fabricante, modelo, *part number* (PN) e número de série (SN) do gravador; fabricante, modelo e PN do FDAU; histórico de manutenção e de atualizações feitas no sistema de gravação; parâmetros gravados; número de palavras gravadas por segundo; localização do(s) bit(s) de cada parâmetro; e algoritmo de conversão para cada parâmetro.



Fonte: CENIPA

Figura 13 – Fluxograma geral da atividade de leitura no LABDATA.

A Figura 14 traz um exemplo de dano encontrado em componente eletrônico durante a avaliação operacional de um gravador pertencente a uma aeronave boliviana¹⁵. Neste caso, em especial, a leitura foi possível porque o laboratório

¹⁵ Desde que adquiriu a capacidade de leitura, o LABDATA já deu suporte a cinco investigações conduzidas por autoridades estrangeiras.

disponha de uma placa semelhante, de outro gravador de nosso acervo.

Com o sucesso na avaliação operacional, será feita então a seleção dos equipamentos a serem utilizados na leitura, o que inclui: fonte de alimentação, cablagem, computador e *software*.

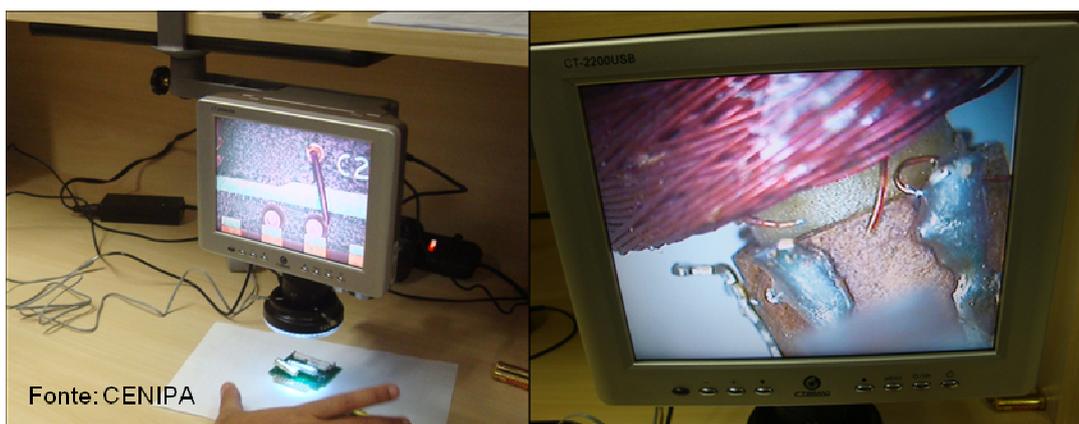


Figura 14 – Problema encontrado em componente eletrônico durante avaliação operacional.

No caso de um CVR, o êxito no processo de leitura culminará na obtenção de um arquivo de áudio, dando ao investigador o acesso imediato à informação, cabendo, apenas, as ações de melhoria na qualidade do som, por meio de filtros construídos e aplicados no Sound Forge.

O LABDATA dispõe de uma sala dotada de equipamentos específicos para a análise e a transcrição de áudio de CVR por uma equipe de até oito pessoas em audição simultânea, ou em duplas (Figura 15).

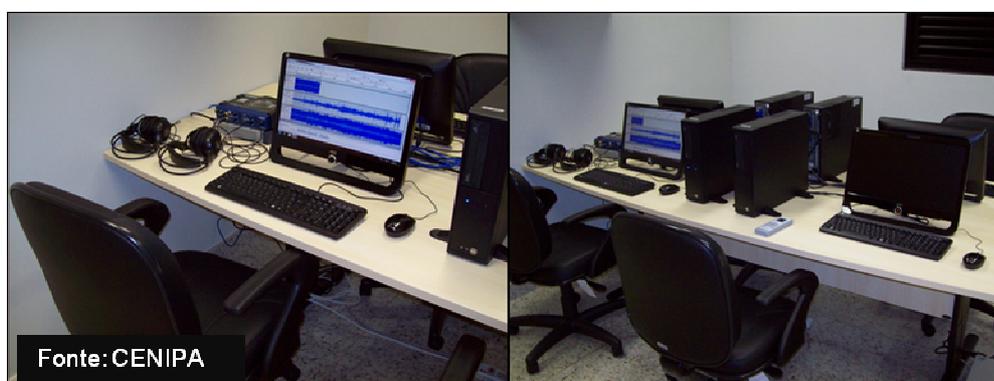


Figura 15 – Sala de CVR, montada para a análise e a transcrição de áudio.

Em se tratando de um FDR, o êxito na leitura possibilitará a obtenção de um arquivo bruto de dados. O acesso às informações de voo que estão neste arquivo ainda dependerá do conhecimento acerca da posição em que cada parâmetro foi gravado. Em outras palavras, a posição de cada *bit* gravado deve ser conhecida para permitir a recuperação da informação.

Os gravadores de dados armazenam as informações de voo em palavras de 12 bits. Há equipamentos que gravam 32, 64, 128, 256, 512 e até 1024 palavras por segundo. Por outro lado, cada parâmetro exige certa quantidade de bits. Vários são os parâmetros que se utilizam de bits de mais de uma palavra num mesmo segundo.

Embora o fabricante de uma aeronave equipada com FDR discrimine na documentação de manutenção a configuração de armazenamento dos dados no gravador, esta pode ser modificada pelo operador.

Como agravante, as aeronaves mais antigas, em geral, passaram pelas mãos de diversos operadores, os quais nem sempre se preocuparam com os registros de tais modificações.

Para o fornecimento de informações confiáveis ao investigador, os operadores do LABDATA precisam validar os dados oriundos do processo de leitura.

Basicamente, o que se faz é uma análise preliminar do formato das curvas representativas dos parâmetros e dos relacionamentos entre elas, de modo a verificar sua coerência (ex.: uma curva que represente a diminuição de velocidade após o pouso seria coerente com uma curva que representasse o aumento de pressão decorrente da aplicação dos freios).

Em seguida, para os parâmetros que não se mostrarem coerentes, uma minuciosa busca na documentação será necessária, de maneira a confirmar em que lugar (em termos de palavra, *subframe* e *bit*) os dados estão armazenados.

Por vezes, será necessária a aplicação de fórmulas matemáticas para gerar parâmetros não gravados, porém necessários à investigação. São os chamados parâmetros derivados (ex.: a razão de subida/descida pode ser determinada a partir da aceleração vertical combinada com a altitude).

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Como já foi mencionado, está em andamento a aquisição de vários *kits* de investigação para gravadores danificados, o que significaria, com a devida capacitação do pessoal para a operação, um largo passo em direção da autossuficiência¹⁶ do LABDATA.

Além disso, a evolução do laboratório já implica na necessidade de ampliação e adequação de suas instalações. Novas salas, detalhadamente projetadas, permitiriam o trabalho com gravadores que tenham ficado submersos. Além disso, gravadores com contaminação orgânica poderiam ter um tratamento eficiente e seguro.

Uma demanda futura seria a leitura de outras memórias não voláteis presentes na aeronave. Esta capacidade auxiliaria muito nas investigações envolvendo aeronaves de menor porte, que não dispõem de gravadores. Hoje, a leitura de memórias de GPS (do inglês: *Global Positioning System*), de FADEC (do inglês: *Full Authority Digital Engine Control*) e até de alguns sistemas de freios é uma realidade disponível em alguns laboratórios.

Com relação a áudio, uma meta de futuro seria a criação de uma base de dados sonoros, na qual ficariam registrados sons específicos (ex.: ruído de bomba de combustível operando na aeronave X, sons dos deslocamentos de trem de pouso ou outros dispositivos etc.). Paralelamente, a capacitação e o aperfeiçoamento na criação e aplicação de filtros para a melhoria de qualidade de áudio é uma necessidade a ser satisfeita.

Assim como ocorreu com os laboratórios mais modernos, o desenvolvimento de um sistema de tecnologia da informação que contemple as necessidades específicas do LABDATA figura entre as metas do projeto. Neste caso, além de

¹⁶ Ao falar em autossuficiência, estamos nos referindo à capacidade de leitura da maior parte dos equipamentos em operação em aeronaves de matrícula brasileira, ainda que com algum grau de danos. Cabe ressaltar, contudo, que a autossuficiência é um conceito relativo, na medida em que novos gravadores estão sempre sendo lançados no mercado, com novas tecnologias. Portanto, há uma necessidade indelével de capacitação continuada para os operadores do laboratório.

substituir a plataforma atualmente em uso (CAE Flightscape Insight), eliminando a dependência e os custos com o contrato de suporte, o sistema deveria já contemplar a leitura de outras memórias não voláteis, integrando, ainda, as funcionalidades voltadas à transcrição de CVR e permitindo a gestão dos processos de controle do laboratório.

Trata-se de um projeto ambicioso cujos frutos já estão sendo colhidos. O LABDATA é uma realidade, uma esperança e uma certeza!

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 121: Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares.** Brasília, ANAC, 2010.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. **Operação de Aeronaves (Anexo 6):** Parte 1. Montreal: ICAO, 2010

L-3 AVIATION RECORDERS. **History of Flight Recorders.** Disponível em: <<http://www.l-3ar.com/html/history.html>>. Acesso em 10 out. 2011.

INSIDE THE BLACK BOX: design news. Disponível em: <http://www.designnews.com/document.asp?doc_id=230504>. Acesso em: 14 out. 2011.

THE BLACK BOX: an Australian Contribution to Air Safety, Defence Science and Technology Organisation (DSTO), disponível em: <<http://www.dsto.defence.gov.au/attachments/The%20Black%20Box.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2011.

LABDATA: THE PROJECT BECAME REALITY IN THE CENIPA

ABSTRACT: One of the most important technological products in the domain of aeronautical accidents investigation is the flight recorder, popularly known as "black box". This article presents the history of flight recorders, their evolution, and the context in which the readouts are performed within SIPAER's investigations. It emphasizes the significant increasing number of flight recorder readouts of recorders after the implementation of the CENIPA's LABDATA, in contrast to the previous period, when the support of other investigative bodies was essential, showing how this prevention tool (the flight recorder) became more accessible to the investigator in Brazil. It also presents the LABDATA history, operation and future prospects.

KEYWORDS: Flight recorders. Data readout. LABDATA.