

O AUXÍLIO DE IMAGENS NA INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

Marco Antonio Barbosa¹

Artigo submetido em 06/01/2010.

Aceito para publicação em 03/02/2010.

RESUMO: Durante a investigação de um acidente aeronáutico, inúmeras informações relacionadas à aeronave, ao controle do espaço aéreo e ao local da ocorrência são colhidas com a finalidade de ajudar os investigadores a descobrir os fatores contribuintes que levaram ao acidente. Apesar de um dispositivo padrão de gravação de vídeo ter sido sugerido no relatório de investigação do incidente do voo 105 da UsAir, ocorrido em 1989, até a data de publicação deste artigo um equipamento de gravação de vídeo e imagens não havia se tornado item de série na aviação comercial. Dois acidentes envolvendo aeronaves não equipadas com gravadores de voz, nem dados, foram analisados baseando-se apenas nos dados fornecidos por imagens gravadas durante esses acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: Investigação de Acidentes. Análise de Dados. Imagens.

1 INTRODUÇÃO

A análise de imagens, como método auxiliar para a investigação de acidentes aéreos, já é prática difundida no Brasil e no mundo.

No Brasil, pode-se citar como exemplo o acidente do voo JJ-3054 da TAM, ocorrido em 17 de julho de 2007, quando uma aeronave Airbus A-320 chocou-se contra um prédio da própria companhia após o avião não conseguir frear na pista do Aeroporto de Congonhas em São Paulo.

As imagens das câmeras de segurança do aeroporto foram utilizadas, logo após o acidente, por investigadores do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), para prever a velocidade do avião naquele trecho de pista. A imagem em movimento da aeronave acidentada foi comparada à velocidade de pouso de outra aeronave do mesmo modelo e da mesma companhia aérea, que havia pousado com segurança minutos antes (JORNAL HOJE, 2007).

¹ Engenheiro Mecatrônico formado pela Universidade de Brasília. Atualmente cursa o Mestrado em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. marcombarbosa@gmail.com .

Outro acontecimento de grandes proporções em que se utilizou imagem como método auxiliar de investigação, deu-se após o acidente do voo AF-459, ocorrido em Paris no dia 25 de Julho de 2000 (BEA², 2000).

O avião supersônico Concorde da empresa aérea Air France teve seu tanque de combustível esquerdo perfurado por um pedaço de metal, na corrida de decolagem, atropelado pelo seu próprio trem de pouso principal esquerdo (BEA, 2000).

Segundo o relatório final de investigação do Bureau d'Enquêtes et d'Analyses (BEA), a Agência Francesa de Investigação de acidentes, imagens e vídeos amadores foram utilizados para calcular a quantidade de combustível perdido durante a decolagem (BEA, 2000).

As imagens foram utilizadas em dois modelos físicos diferentes para estimação do combustível restante da aeronave: um modelo baseado no escoamento turbulento para chamas de querosene e um baseado no escoamento laminar do fluido combustível. Estes dois métodos, baseados nas imagens, foram comparados à indicação dos instrumentos do combustível restante do avião (BEA, 2000).

No entanto, estas e outras gravações de vídeos e imagens de acidentes foram ocasionais, feitas por equipamentos não padronizados para esse uso, por passageiros de um voo panorâmico em gravações amadoras de exibições aéreas, por câmeras de vigilância, ou até mesmo registradas por aparelhos celulares de pessoas que estavam próximas ao acidente.

2 INVESTIGANDO ACIDENTES

Segundo o trabalho de Francisco Rios Tejada, das Forças Armadas Espanholas, a investigação de um acidente aeronáutico é uma tarefa difícil, em que grande número de fatores está envolvido e, em muitos casos, parte das pistas

² BEA- *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses*

necessárias encontram-se escondidas (TEJADA, 2004).

O trabalho se assemelha à montagem de um quebra-cabeça em que as peças têm que ser ordenadas a partir das informações obtidas do acidente, mas algumas dessas peças se encontram desaparecidas, queimadas, torcidas, e até mesmo colocadas artificialmente em lugar errado (TEJADA, 2004).

Mesmo dispondo de um grande número de parâmetros armazenados nos gravadores de voo de uma aeronave moderna, algumas investigações não foram capazes de encontrar os fatores que contribuíram para esses acidentes por falta de informações que demonstrassem com clareza todos os fatores que levaram aos acontecimentos (NTSB³, 1999).

A primeira recomendação de segurança a sugerir a implantação de um sistema de câmeras de vídeo em uma aeronave comercial surgiu na Inglaterra, durante a investigação do acidente envolvendo um Boeing 737-236 da British Airtours quando o piloto, sem saber das dimensões do um incêndio no motor esquerdo, executou procedimento de táxi padrão manobrando o avião na posição em que o vento alimentou chamas em direção da fuselagem (AAIB⁴, 1988).

Este relatório sugeriu a criação de um estudo para implantação de métodos capazes de fornecer à tripulação uma visão do exterior da aeronave, possibilitando avaliar a natureza e extensão de um incêndio ou danos externos (AAIB, 1988).

Mais tarde, durante a investigação do acidente da British Midland Airways, foi sugerida a implantação de um circuito fechado de TV nas aeronaves comerciais, capaz de evitar erros como os que levaram a tripulação a desligar o motor bom, do Boeing 737-400, e manter o motor ruim em funcionamento (AAIB, 1990).

Nos Estados Unidos, uma investigação relacionada ao voo 105 da USAir, do dia 8 de Setembro de 1989, recomenda a implantação de câmeras que pudessem gravar o ambiente da cabine de comando das aeronaves em um gravador resistente a acidentes após um resultado inconclusivo desta investigação (NTSB, 1999).

³ NTSB - *National Transportation Safety Board*

⁴ AAIB - *Air Accidents Investigation Branch*

Além do voo 105 da USAir, outros incidentes e acidentes também não encontraram quais foram os fatores que contribuíram para essas ocorrências, mesmo após a recuperação dos dados dos gravadores de voo (NTSB, 2010).

Dentre alguns desses relatórios não conclusivos estão: o voo 592 da ValuJet (1996); o voo 185 da SilkAir (1997); o voo 111 da Swissair (1998); o 990 da EgyptAir (1999) e o voo envolvendo uma aeronave particular Cessna King Air A100 (2002) (NTSB, 2010).

Conforme a recomendação de segurança (A-99-59) da agência de investigações americana (NTSB) o custo estimado para um sistema de gravação, composto por uma câmera, um microfone e um gravador resistente a impactos ficaria, em fevereiro de 2000, inferior a 8.000 dólares americanos (NTSB, 2000).

Em audiência pública realizada em Julho de 2004 o representante da Associação Americana de Pilotos de Linhas Aéreas (ALPA⁵) disse temer que as imagens fossem utilizadas para punir os envolvidos ou ainda divulgadas nos meios de comunicação. (NTSB, 2004) Ele citou exemplos em que os áudios dos gravadores de voz foram divulgados em rede de TV nacional apesar de serem protegidos por leis (NTSB, 2004).

No Brasil deputados federais da CPI do caos aéreo, quebraram o sigilo da investigação do voo TAM-JJ 3054 e revelaram detalhes da conversa gravada dos pilotos durante o acidente (CASTRO, 2007).

Em um simpósio internacional sobre gravadores para meios de transporte foram apresentadas as localizações sugeridas para as câmeras (HORNE, 1999). Uma na empenagem vertical da aeronave com uma visão geral da fuselagem, superfícies de controles e motores; uma na parte inferior da fuselagem mostrando o trem de pouso do nariz, outra virada para trás mostrando o trem de pouso principal e cauda da aeronave; uma posicionada atrás do piloto mostrando os instrumentos principais do comandante; outra mostrando os instrumentos principais do copiloto; e

⁵ ALPA – *Air Line Pilots Association*

uma terceira fixada no teto da cabine, equipada com lente grande angular, para captar a atividade da tripulação (HORNE, 1999).

Os objetivos defendidos por especialistas, para a instalação de câmeras a bordo das cabines de comando das aeronaves são: desenvolver alternativas acessíveis de gravação de dados para pequenas aeronaves; captar se possível o ambiente situacional durante uma pane; avaliar a condição de stress da tripulação; adquirir informações que não são gravadas pelas caixas-pretas (CVR⁶ e FDR⁷); verificar qual era a indicação de visibilidade da cabine; verificar a condição dos displays digitais; além de rever os acontecimentos reais que levaram ao acidente em vez de se tentar recriar o que pode ter acontecido (CAA⁸, 2006).

Dois acidentes, envolvendo aeronaves de asa rotativa, são apresentados por possuírem seus relatórios dados e conclusões baseados nos dados obtidos a partir de gravação de imagens.

2.1 Acidente com aeronave AS350BA sobre o Grand Canyon

Ao efetuar um voo panorâmico de rotina, no dia 20 de Setembro de 2003, uma aeronave AS350BA chocou-se contra a parede do Grand Canyon no estado americano do Arizona (NTSB, 2003).

O piloto e seis ocupantes morreram em consequência do impacto e do incêndio que se sucedeu. A aeronave não estava equipada e não requeria nenhum tipo de dispositivo de gravação de voo, o local não possuía controle de tráfego aéreo por radar e nenhuma testemunha presenciou o acidente (NTSB, 2003).

Dentre os destroços dos seis passageiros foram encontradas quatro câmeras fotográficas digitais que foram encaminhadas para os escritórios de análise da Agência Americana de Investigação de Acidentes (NTSB) em Washington.

Também foram enviadas para comparação fotos feitas, por outro passageiro

⁶ CVR – *Cockpit Voice Recorder*

⁷ FDR – *Flight Data Recorder*

⁸ CAA - *Civil Aviation Authority*

do mesmo helicóptero, não envolvido no acidente, tiradas em um voo anterior naquele mesmo dia (NTSB, 2003).

As imagens tiradas pelo passageiro não acidentado (Figura 1) foram usadas para estabelecer os ângulos de referência entre a longarina da porta esquerda e o terreno (NTSB, 2003). Um programa CAD⁹ foi empregado para traçar as curvas e ângulos de referências.



FIGURA 1: ângulos de referência da aeronave em relação ao terreno (NTSB, 2003)

A fotografia tirada pelo passageiro acidentado (Figura 2) comprova que durante o voo do acidente o aparelho executou manobras de rolagem lateral com uma inclinação de pelo menos 69 (graus) à esquerda antes de colidir contra a parede do Canyon (NTSB, 2003).

⁹ *Computer Aided Drawings*

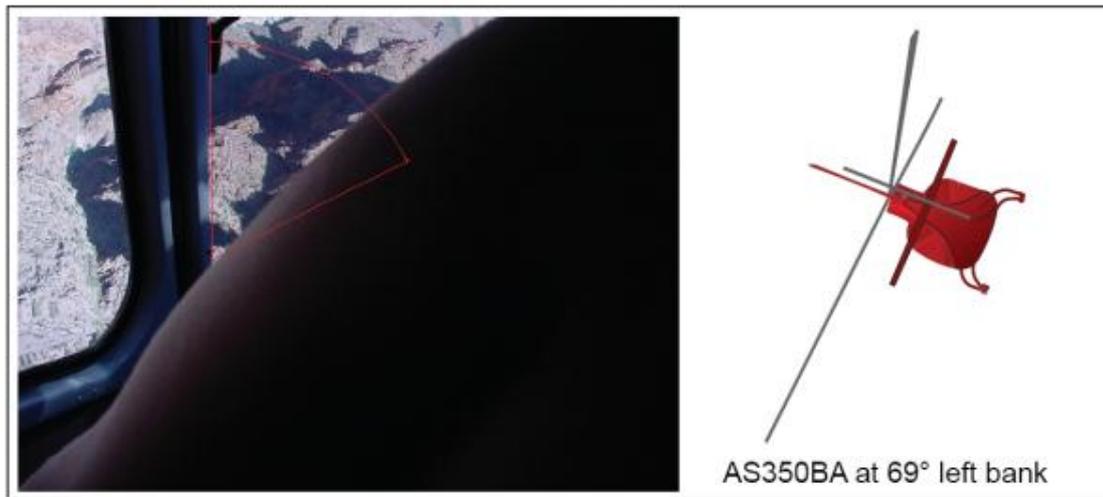


FIGURA 2: Fotografia mostrando o helicóptero com uma inclinação lateral de 69 graus e um gráfico representativo de uma aeronave AS350BA com mesma inclinação (NTSB, 2003)

Conforme outra fotografia digital, tirada pelo mesmo passageiro durante o voo do acidente, o piloto inclinou o helicóptero com uma atitude de 55° para frente em relação ao horizonte durante o voo de descida do Canyon (NTSB, 2003).



FIGURA 3: Fotografia indicando o helicóptero com uma inclinação frontal de 55 graus e um gráfico exibindo uma aeronave AS350BA com mesma atitude (NTSB, 2003).

Segundo o programa de segurança para operações de turismo (Tour Operators Program of Safety), os ângulos máximos permitidos, em voos panorâmicos, não podem exceder 30° de inclinação lateral e 10° de inclinação frontal (NTSB, 2003).

Em adição ao programa de segurança para operações de turismo o Código Federal de Regulamentos Americanos (14 CFR 91.307) recomenda:

(c) a não ser que cada ocupante da aeronave esteja utilizando um pára-quedas homologado nenhum piloto de uma aeronave civil que esteja carregando qualquer pessoa (excluindo a tripulação) pode executar manobras intencionais que excedam:

- (1) uma inclinação lateral de 60° em relação ao horizonte; e
- (2) uma inclinação frontal maior que 30° tanto para frente (picado) quanto para trás (cabrado) (FAA¹⁰, 2005).

Outra imagem feita por um passageiro em um voo anterior ao acidente comprova a proximidade da aeronave em relação à parede direita do Canyon e a velocidade indicada no painel de instrumentos (entre 145 e 150 nós) durante a descida do Canyon (NTSB, 2003).



FIGURA 4: Foto mostrando a proximidade do helicóptero com o terreno e a velocidade indicada no painel (NTSB, 2003).

Antes do acidente, o piloto chefe da *Sundance Helicopters* emitiu uma recomendação de segurança, em 15 de Junho de 2000, a todos os pilotos da empresa limitando a velocidade indicada em 120 nós durante a descida do Canyon (NTSB, 2003).

¹⁰ FAA – *Federal Aviation Administration*

Na conclusão do relatório, o acidente foi atribuído ao resultado de uma série de fatores. Dentre eles, o não cumprimento dos procedimentos de segurança de voo e o julgamento errôneo do piloto em relação à proximidade com o terreno.

Fatores organizacionais relacionados ao operador e à Agência Federal de Aviação Americana (FAA) em monitorar a segurança operacional desses voos panorâmicos também contribuíram para o acidente (NTSB, 2003).

Após o acidente, a *Sundance Helicopters* implantou uma política de “tolerância zero” em relação à segurança envolvendo o comportamento dos pilotos. Dentre elas, várias iniciativas foram utilizadas para implementar o programa de segurança de voo como a instalação de câmeras de vídeo em todas as suas aeronaves para gerenciar o comportamento dos pilotos durante os voos panorâmicos (NTSB, 2003).

Conforme afirma o relatório do acidente, a empresa alega rever os vídeos rotineiramente como forma de avaliação dos pilotos (NTSB, 2003).

O relatório garante que no período de investigação, o proprietário da empresa demitiu um de seus pilotos após rever um vídeo que revelou uma “técnica inapropriada” de pilotagem (NTSB, 2003).

As imagens também são oferecidas aos passageiros interessados em adquiri-las como forma de reduzir os custos que envolvem o programa de segurança.

2.2 Acidente com um MDD500N sobre o vale do rio *Rhine*

Em outro acidente ocorrido no dia 26 de Julho de 2007, um helicóptero MDD500N, colidiu contra cabos de energia que cruzavam o rio *Rhine* na Suíça quando o piloto fazia um voo por baixo de uma ponte ferroviária (BFU¹¹, 2009).

A aeronave, equipada com uma câmera giroestabilizada de alta definição,

¹¹ BFU – Buro Fur Flugunfalluntersuchungen

havia sido contratada para realizar um vídeo documentário sobre as belezas do vale do rio *Toss*.

Durante a preparação do vôo, foi feita uma avaliação dos riscos e obstáculos que envolveriam a atividade. No planejamento do trajeto foi definido que a aeronave voaria a poucos metros da superfície do rio *Toss* abaixo da altura da copa das árvores seguindo o curso do rio (BFU, 2009).

Depois de alguns minutos de voo, logo antes de entrar na área do município de Freienstein, o helicóptero voou por baixo de um cabo telefônico que cruzava o rio. A passagem por debaixo do cabo telefônico tinha sido previamente planejada e a presença desta ameaça estava indicada na carta de obstáculos do local (BFU, 2009).

De acordo com o vídeo recuperado, da câmera giro-estabilizada, é possível notar com clareza a presença do cabo telefônico à grande distância (Figura 5).



FIGURA 5: Cabo telefônico sobre o rio *Toss* (BFU, 2009)

Após realizar várias imagens sobre o rio *Toss*, devido às excelentes condições de iluminação daquele dia, o diretor de filmagens pediu que o piloto fizesse um desvio em direção a cidade de *Eglisau* para filmar o leito do rio *Rhine*. O piloto concordou com o diretor manobrando a aeronave rumo ao vale do rio *Rhine*

(BFU, 2009).

Mais tarde, ao se aproximar de uma ponte ferroviária, o piloto decide fazer uma passagem por debaixo de seu vão após verificar visualmente que haveria espaço suficiente para a aeronave.

Pouco antes de terminar a passagem por baixo da ponte, o piloto avista na altura de seus olhos, um cabo que se estendia de um lado ao outro da ponte. O operador da câmera tentou alertar o piloto com um grito, mas devido à velocidade de deslocamento da aeronave o piloto não teve tempo suficiente para manobrar o helicóptero.

A aeronave chocou-se contra os cabos a uma velocidade de aproximadamente 60Km/h partindo dois cabos elétricos de cobre de 12 mm de diâmetro. Apesar das avarias e da grande vibração sucedida, o piloto conseguiu fazer um pouso de emergência, em um campo gramado localizado na margem direita do rio *Rhine*. Nenhum dos ocupantes saiu ferido do acidente embora a aeronave tenha sofrido sérios danos estruturais.

O filme feito durante o voo aliado às informações registradas pelos equipamentos de gravação baseou o estudo da Agência Suíça de Investigação (BFU), uma vez que a aeronave não estava equipada com gravadores de voo (BFU, 2009).

Durante a primeira passagem por debaixo do cabo telefônico, observa-se o cabo estendido, no topo da imagem (Figura 5), muito antes da passagem da aeronave, contra o contraste de céu claro.

No entanto, a presença do cabo elétrico sob a ponte do rio *Rhine* estava imperceptível à grande distância (Figura 6) devido ao contraste contra os fundos escuros da vegetação e do rio.

Os investigadores concluíram ao rever as imagens a evidente dificuldade de identificação dos cabos de transmissão de energia que se situava na rota de voo da aeronave (BFU, 2009).



FIGURA 6: Ponte sobre o rio *Rhine* (BFU, 2009).

É possível notar na imagem, recuperada do filme, a presença do cabo de energia (Figura 7) situado a 18 metros de altura da superfície da água apenas um segundo antes do impacto.



Figura 7: Um segundo antes do impacto do cabo elétrico com o helicóptero (BFU, 2009).

3 CONCLUSÕES

A utilização de imagens e vídeo provou ser um método complementar de investigação de acidentes em aeronaves não equipadas com gravadores, de voz (CVR) ou dados (FDR). Dados como altitude, velocidade, atitude de voo, condições de visibilidade, entre outros, podem ser extraídos das imagens como foi citado nos dois exemplos dados.

Dados como posição, aceleração lateral, razão de subida, entre outros, podem ser obtidos a partir de integrações e diferenciações matemáticas.

Durante uma investigação, é comum fazer o carregamento (upload) dos dados do gravador de dados (FDR), em simuladores de voo, com a intenção de se resgatar cronologicamente a ocorrência dos eventos da cabine de comando. A utilização de câmeras de vídeo pode ajudar esta tarefa complicada e intuitiva, resgatando com fidelidade o exato acontecimento dos fatos até o momento do acidente.

Sensores das aeronaves permitem o registro das ações dos pilotos nos mecanismos de controle durante uma situação de pane, mas nem sempre é possível prever o ambiente situacional da crise.

Fatores como visibilidade, fumaça, comunicações não verbais e apagamento dos displays foram observados durante pesquisa realizada em simulador por investigadores da Agência Britânica de Aviação Civil (CAA, 2006).

Fazem parte dos requisitos mínimos de desempenho e operação (MOPS¹²) levantados pelo estudo ED-112 um sistema de criptografia com dupla senha para privacidade das imagens (EUROCAE¹³, 2003).

Trabalhos adicionais foram desenvolvidos pela agência britânica de investigação (AAIB) no intuito de proteger as gravações contra quaisquer usos que excluam a investigação de acidentes, principalmente o uso desta tecnologia para fins punitivos (AAIB, 2005).

¹² MOPS – *Minimum Operation Performance Standards*

¹³ EUROCAE - *European Organisation For Civil Aviation Equipment*
ISSN 2176-7777

Vale lembrar que conforme a definição do Comando da Aeronáutica, a investigação de um acidente tem como única finalidade a prevenção de acidentes aeronáuticos não cabendo investigar as pessoas culpadas ou punir os responsáveis (CENIPA, 2006).

REFERÊNCIAS

AIR ACCIDENTS INVESTIGATION BRANCH (Reino Unido). **Report on the accident to Boeing 737-236, G-BGJL at Manchester International Airport**, 1988.

_____. **Report on the accident to Boeing 737-400, G-OBME near Kegworth**, 1990.

_____. **Bulletin No: 5/2005**: Ref: Socata TBM 700B, N30LT, 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-6**: Investigação de Acidente Aeronáutico, Incidente Aeronáutico e Ocorrência De Solo. Brasília, 2008.

BUREAU D'ENQUÊTES ET D'ANALYSES (França). **Accident survenu au lieu-dit la patte d'oie de Gonesse au Concorde immatriculé F-BTSC exploité par Air France**, 2000.

BURO FÜR FLUGUNFALLUNTERSUCHUNGEN (Suiça). **Accident report No. 2017 to the MDD-500N helicopter, HB-XYP operated by Fuchs Helikopter**, 2009.

CASTRO, S. Transcrições da caixa-preta revelam desespero no Airbus. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 01 ago. 2007. Disponível em:

<<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,transcricoes-da-caixa-preta-revelam-desespero-no-airbus,28089,0.htm>>. Acesso em: 25 jan 2010.

CIVIL AVIATION AUTHORITY (Reino Unido). **Cap 762**: The Effectiveness of Image Recorder Systems in Accident Investigations, 2006. Disponível em:

<<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP%20762.pdf>>. Acesso em: xx yyy 2009.

EUROPEAN ORGANISATION FOR CIVIL AVIATION EQUIPMENT. (França). **ED-112**: Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems, 2003. Disponível em: < <http://www.china-cam.cn/chs/edit/UploadFile/200694154224375.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2010.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). Title 14: Aeronautics and Space - 14 CFR 91.307 - Parachutes and parachuting. In: **Code of Federal Regulations**, 2005.

HORNE, M. Future Video Accident Recorder. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRANSPORTATION RECORDERS, 1999, Arlington, Virginia. 2000. Disponível em: <http://www.nts.gov/events/symp_rec/proceedings/authors/horne.htm>. Acesso em: 25 jan. 2010.

JORNAL HOJE. **Investigação:** Avião estava em alta velocidade. Edição nº 4694. 19 jul. 2007..Disponível em: <<http://www.jhoje.com.br/19072007/geral.php>>. Acesso em: 24 jan. 2010.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **Aircraft Accident Brief:** LAX03 MA292, Sundance Helicopters, AS350BA, 20 set., 2003. Washington, D.C., 2007. Disponível em: <<http://www.ntsb.gov/publicn/2007/AAB0703.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

_____. **Most Wanted Transportation Safety Improvements:** Require Image Recorders, 2010. Disponível em: <http://www.ntsb.gov/recs/mostwanted/aviation_recorders.htm>. Acesso em: 04 mar. 2010.

_____. **Public Hearing:** Aviation Image Recording, 2004, Washington, D. C. Transcrição...Washington: NTSB, 2004. Disponível em:

< http://www.ntsb.gov/Events/2004/av_img_rec/transcript_072804.pdf >. Acesso em: 04 mar. 2010.

_____. **Safety Recommendation:** A-99-16 through 18. Washington, D. C., 1999. Disponível em: <http://www.ntsb.gov/Recs/letters/1999/A99_16_18.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2010.

_____. **Safety Recommendation:** A-99-59 through 63. Washington, D. C., 2000. Disponível em: <http://www.ntsb.gov/recs/letters/1999/A99_59_63.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2010.

TEJADA, F. R. **General Aspects in Aircraft Accident Investigation.** Madrid: Spanish Armed Forces Technical Investigation Board, 2004. Disponível em:<<http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/EN/RTO-EN-HFM-113//EN-HFM-113-01.pdf>>. Acesso em: 04 mar 2010

THE HELP OF IMAGES IN AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATIONS

ABSTRACT: In an aircraft accident investigation, innumerable data relative to air traffic control, the crash site and the aircraft are collected to help investigators to find the probable causes that led to the accident. Standard video-recording equipment was first suggested in the UsAir-105 incident investigation report, but, until the date of publication of this article, video-recording devices were not standard items for commercial airliners. Two accidents involving aircraft not equipped with either voice or data recorders were studied based only upon the information provided by images recorded during the accidents.

KEYWORDS: Accident Investigation. Data Analysis. Images.