

# A aviação e a segurança de voo em um contexto evolutivo da ciência

*Aviation and flight safety in an evolutionary context of science*

*Aviación y seguridad de vuelo en un contexto evolutivo de la ciencia*

Maria Filomena Fontes Ricco<sup>I</sup>

Madison Coelho de Almeida<sup>II</sup>

## RESUMO

Considerando-se a evolução da Segurança de Voo desde os primórdios, tem-se que o caminho percorrido por tal atividade, juntamente com a indústria aeronáutica, acompanhou o trilhar evolutivo da tecnologia, ao longo das décadas do século XX, principalmente. Com base em revisão da literatura que trata dos avanços da ciência, este trabalho presta-se a analisar a situação de evolução tecnológica, propiciando melhorias no que concerne à aviação. Os avanços, traduzidos na fabricação de aeronaves e no transporte de passageiros e de carga, fez também com que a abordagem dos acidentes aeronáuticos passasse a adotar uma metodologia científica. Tal abordagem científica, aliada à normalização de procedimentos, previne e torna a aviação um modal extremamente seguro. Foi realizada, neste trabalho, uma leitura dos momentos pelos quais a ciência passou, desde a Segunda Grande Guerra, bem como o caminho percorrido nessa evolução, em nível mundial, fruto dos avanços do conhecimento, na aviação e na segurança de voo.

**Palavras-chave:** Aviação. Ciência. Segurança de Voo. Tecnologia.

## ABSTRACT

*Considering the evolution of Flight Safety since the beginning, it has been that the path followed by such activity, together with the aeronautical industry, has followed the evolutionary path of technology, throughout the decades of the 20th century, mainly. Based on a review of the literature that deals with the advances in science, this work lends itself to analyzing the situation of technological evolution, providing*

*improvements regarding aviation. The advances, translated in the manufacture of aircraft and in the transport of passengers and cargo, also made the approach to aeronautical accidents in order to adopt a scientific methodology. Such a scientific approach, allied with normalization of procedures, prevents and makes aviation an extremely safe mode. In this work, a reading of the moments that science went through, since the Second World War, was carried out, as well as the path followed in this evolution, on a global level, as a result of advances in knowledge, in aviation and in flight safety.*

**Keywords:** Aviation. Science. Flight safety. Technology.

## RESUMEN

*Teniendo en cuenta la evolución de la seguridad de vuelo desde sus orígenes, el camino seguido por dicha actividad, junto con la industria aeronáutica, ha seguido el camino evolutivo de la tecnología, a lo largo de las décadas del siglo XX, principalmente. Basado en una revisión de la literatura que trata sobre los avances en la ciencia, este trabajo se presta para analizar la situación de la evolución tecnológica, proporcionando mejoras con respecto a la aviación. Los avances, ocurridos en la fabricación de aeronaves, de transporte de pasajeros y carga, también hicieron que el enfoque de los accidentes aeronáuticos adoptara una metodología científica. Tal enfoque científico, combinado con la estandarización de procedimientos, previene y hace de la aviación un medio de transporte considerablemente seguro. En este trabajo, se llevó a cabo una lectura de los momentos por los que pasó la ciencia, desde la Segunda Guerra Mundial, así como el camino recorrido*

I. Universidade da Força Aérea (UNIFA) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. Doutora em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail: filricco@gmail.com

II. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. Mestre em Ciências Aeroespaciais pela Universidade da Força Aérea (UNIFA). E-mail: madisonalmeida@hotmail.com

Recebido: 20/10/2017

Aceito: 03/04/2018

*en esta evolución, a nivel mundial como resultado de los avances en el conocimiento, en la aviación y en la seguridad de los vuelos.*

**Palabras clave:** *Aviación. Ciencias. La seguridad de vuelo. Tecnología.*

## 1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

Da Vinci destacou-se como engenheiro autodidata, matemático, físico, arquiteto, além de ter se dedicado a uma série de outras atividades de pesquisa. Traçou bases para pesquisadores que vieram, posteriormente, considerar seus cálculos, esboços e ilações para o desenvolvimento de mecanismos que aperfeiçoariam conceitos científicos, notadamente na mecânica. Como Rosa (2012, p. 399) cita, Da Vinci “estudou a anatomia das aves (ajustamento e flexão das asas, tipos de penas, movimentos da cauda) para entender sua capacidade para voar”.

Com o passar dos séculos, inventos foram sendo criados e, desde os primórdios, a ciência notabilizou-se por avançar em várias áreas do conhecimento humano, produzindo pesquisas e resultados que, como regra, beneficiaram a vida humana.

Se o cientista pesquisador, precursor de tantos outros estudos que tomariam forma no velho continente, viveu nos Apeninos do século XV, no continente sul-americano, mais precisamente no Brasil, o avanço científico seria notado cerca de quatro séculos depois, mais precisamente com a chegada de D. João VI ao Brasil, em 1808, quando houve a subsequente criação das primeiras instituições técnico-científicas nacionais, conforme Motoyama (1985): o Colégio Médico-Cirúrgico da Bahia, a Escola Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro, a Biblioteca Nacional, o Real Horto, a Academia de Guardas-Marinhas e o Museu Nacional.

Mais iniciativas surgiram e, passado mais um século, um marco na evolução científico-tecnológica viria de um brasileiro, em solo europeu. O voo do mais pesado que o ar, por meio de Santos-Dumont com seu 14-Bis, redefiniu conceitos de então. A transposição do ar pelo homem não mais se daria apenas por aeróstatos. E, de 1906 até os dias atuais, o avião incorporou inovações que melhoraram sua capacidade e sua segurança, sempre à luz das inovações tecnológicas.

## 2 A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA AO PROPICIAR AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AVIAÇÃO

O objeto de estudo “aviação”, ainda novo, no alvorecer do século passado, propiciaria campo fértil a considerações técnicas, promovendo uma abordagem específica da ciência. Notabilizaram-se nações construtoras, a partir de então. E

o início do século XX tanto trouxe angústia ao criador do avião, ao ver seu emprego em ações bélicas, como também proporcionou avanços nos estudos aerodinâmicos e de propulsão, na Europa e nos Estados Unidos, sobretudo na iniciante beligerância continental europeia.

Velho (2011) comenta aspectos cronológicos do saber científico, pontuando importantes questões nessa linha evolutiva que abrange os últimos setenta anos. É nessa análise que serão salientados os contextos brasileiro e mundial, de forma a verificar-se o caminho trilhado na aviação.

### 2.1 O “motor do progresso”: a ciência e o pós-guerra

Neste período, assim denominado Velho (2011), verifica-se a assunção do papel da ciência justificada “por si própria”. Na medida em que a comunidade acadêmica dissocia-se de processos sociais, a pesquisa está liberada de compromissos para com a sociedade. Mais que isso: debateu-se, na Segunda Guerra, a questão de uma ciência “nazista”, por exemplo, que pudesse buscar fins, tanto de forma autônoma, quanto de forma partidária.

Findo aquele conflito, houve um “excedente de guerra” que gerou a entrega de equipamentos norte-americanos, talvez como forma embrionária de domínio expansionista-industrial, de mercados emergentes, tanto civis, quanto militares. Tais cessões, destinadas a países que haviam se aliado às nações vencedoras do conflito, iriam assinalar, sobretudo na década de 1950, o marco de expansão de companhias aéreas brasileiras, sem falar no próprio amálgama da Força Aérea Brasileira (FAB), criada em plena guerra (1941).

Surge, em 1947, a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO). As décadas de 1950 e 1960 marcaram a aceitação e o ajuste da aviação a protocolos internacionais, surgidos inicialmente em 1944, e a posterior adequação da legislação brasileira, no que tangia ao transporte aéreo. Quanto à segurança de voo, não havia, até aquele momento, uma metodologia investigativa dos acidentes. Inquéritos de cunho policial davam o tom de apuração de culpa, nos casos de acidentes aéreos. Futuramente, seria observado que a sistematização no tratamento das ocorrências aeronáuticas contribuiria, sobremaneira, para a segurança do avião como meio de transporte.

Particularmente na década de 1950, o avanço da construção aeronáutica foi patente, sendo necessário acompanhamento de pesquisas e também de inovações. Por situações catastróficas ocorridas no decênio, na Europa e nos Estados Unidos, estudos levaram a avanços tecnológicos.

Transcorridos 10 (dez) anos da Convenção de Chicago, que ocorreu em 1944, 2 (dois) acidentes da

aviação comercial, na Europa, tornavam-se marcos da nova metodologia de investigação: os “De Havilland Comet”<sup>1</sup>, ingleses, que se acidentaram próximos à Itália, em 10 de janeiro e em 8 de abril de 1954, em que falhas catastróficas de material foram levantadas e viriam a mudar os requisitos de projeto dessa aeronave, tornando-a mais segura na linha de produção. Tais sistemáticas de segurança foram implementadas graças à metodologia da descoberta e disseminação ágil de informações técnicas.

Passados 2 (dois) anos dos acidentes de 1954, portanto em 1956, uma tragédia que comoveu os Estados Unidos foi também catalisadora de pesquisas científicas: no inóspito sobrevoo do “Grand Canyon”,<sup>2</sup> (duas) aeronaves comerciais que cruzavam o país chocam-se no ar, colidindo, após, com o solo, sem deixar sobreviventes. O acidente com o DC-7 da “United” e o “Constellation” da “TWA” impulsionou tanto procedimentos de coordenação de tripulantes, quanto pavimentou as bases da criação da agência reguladora e fiscalizadora da aviação americana. Tanto possibilitou a concentração de recursos para radares de tráfego aéreo em todo o território dos EUA, como despertou a necessidade de incorporação, na indústria aeronáutica, de equipamentos que gravassem o que transcorria no voo, auxiliando assim uma posterior apuração.

## 2.2 A ciência “amadurece”: os anos 1960, 1970 e o maior desastre de aviação

A reboque desse amadurecimento, foram criados organismos nacionais brasileiros com foco na pesquisa

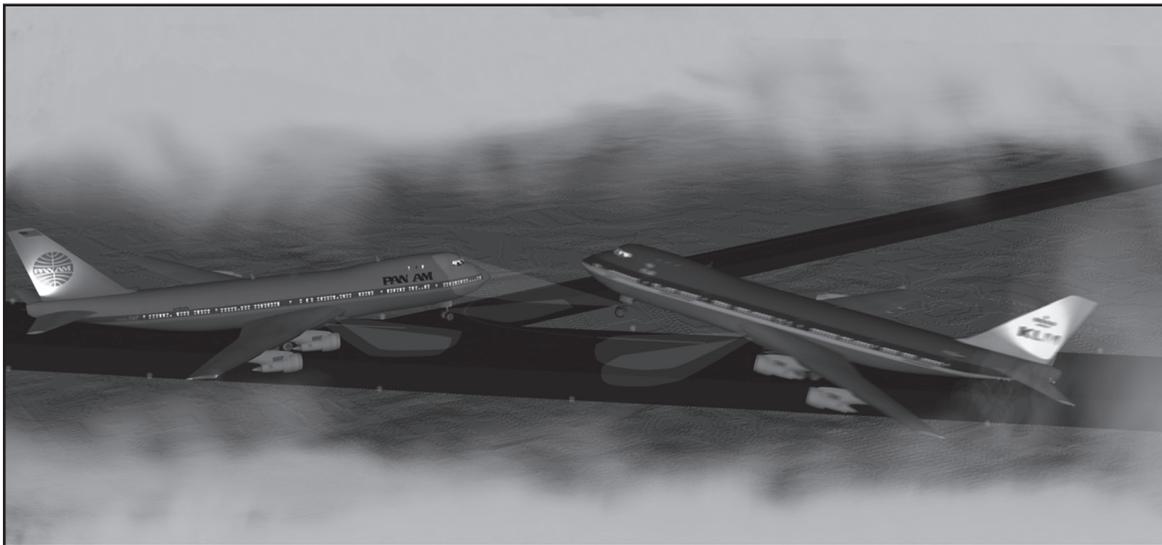
científica. Motoyama (1985) exemplifica 2 (dois), no início dos anos 60: a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), em 1962, e a Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), em 1963.

Era visível, segundo Velho, uma movimentação da ciência, tendo “visão unicamente positiva de seus impactos” (VELHO, 2011, p. 139) e cujo combustível eram os próprios movimentos sociais e da contracultura, reinantes até os anos 1970.

A aviação adota, na busca pela ótima operação – segura e econômica –, um modelo a ser testado posteriormente por outros segmentos industriais: a união, em torno de um projeto, de fabricante, empresa operadora e autoridade governamental. Tal conceito tripartite, de *Maintenance Steering Group* (MSG), estabeleceria padrões e processos, consolidando-se nas décadas seguintes. Sob a égide do MSG foram produzidas as maiores aeronaves comerciais da época: o Boeing 747 e o DC-10.

A época marcava o avanço dos voos comerciais de longo alcance, propulsionados pelo motor a jato. E, nos anos 70, ocorre a maior tragédia da aviação até os dias atuais. O “acidente de Tenerife”, como seria eternizado, foi motivador de reestudo do insipiente conceito de “gerenciamento de recursos de cabine”. No evento, em que tripulantes em 2 (duas) aeronaves, mais controlador de tráfego aéreo não tinham plena certeza da posição das mesmas, ficou notória a necessidade de reformulação de procedimentos de fraseologia, bem como de coordenação entre as partes.

**Figura 1** - Concepção artística da colisão em Tenerife, em 1977.



Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenerife747s.png#/media/File:Tenerife747s.png>

<sup>1</sup> As aeronaves “De Havilland Comet”, de marcas “G-ALYP” (voo BOAC781) e “G-ALYY” (voo SAA201), pertenciam à companhia britânica “British Overseas Airways Corporation” (BOAC). A investigação dos dois acidentes em tela – ocorridos com apenas três meses de diferença, no Mar Mediterrâneo, e vitimando todos os ocupantes – mudou drasticamente os requisitos de projeto dessa aeronave, que passou a incorporar modificações estruturais que viriam a eliminar o problema de descompressão explosiva.

Houve, nesses dois decênios, o efetivo implemento de uma cooperação internacional, de sistematizações de segurança de voo. Iniciou-se o pensamento da investigação de acidentes como ciência, abarcando um método indutivo-dedutivo. O termo “inquérito” foi gradualmente substituído por “investigação”, uma vez que esta poderia, até mesmo no intuito de ampliar o alcance de medidas preventivas, basear seu trabalho em hipóteses de acontecimentos. É nessa época que foi concretizada a metodologia de apuração de fatores contribuintes dos acidentes, e não de uma única causa. Em ocorrências com poucos elementos de investigação, em que se chega a “hipóteses prováveis” do que pode ter levado ao acidente, as medidas preventivas baseadas em tais deduções são igualmente válidas, formalizadas em um relatório final, aceito internacionalmente, e válido apenas como ferramenta de prevenção, sem fins judiciais, posto que não apura responsabilidades.

Data dessa mesma época a criação do organismo brasileiro para a segurança de voo, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), em 1971.

### 2.3 A ciência e uma visão estratégica – décadas de 80 e 90

A economia mundial buscava formas de maior autonomia, à época, como aponta Velho (2011, p. 142): “processos de globalização da economia [...] privatização, desregulamentação, redução ou remoção de subsídios e de barreiras tarifárias”. Esse era o *modus operandi* dos mercados, buscando tais ajustes governamentais. Já a aviação mundial, nesses dois decênios, notabilizou-se pela pesquisa científica buscando novos materiais e processos, com vistas à economia de escala (motivada, sobretudo, pela crise do petróleo em período anterior).

A despeito de tais avanços, os anos de 1985 e 1996 trariam o maior número de fatalidades em acidentes aéreos já visto. Um contrasenso, já que novas técnicas eram incorporadas à ciência da aviação. Em 1985, um acidente aeronáutico provocaria quebra de paradigmas em termos de trabalhos de manutenção aeronáutica: o voo “JAL 123” promoveu necessidade de revisão de conceitos acerca de instruções claras para interpretação conjunta de dados técnicos de reparo estrutural. Especificamente no caso em tela, uma interpretação

errônea por parte da equipe de manutenção japonesa propiciou uma instalação inadequada no cone de cauda, que não suportou os subseqüentes ciclos de pressurização.

A abordagem dos acidentes aeronáuticos consolidou um movimento iniciado 20 (vinte) anos atrás: a adoção de uma metodologia científica, redundando em análise de relações de causa-efeito que, por sua vez, passaram a ser sistematizadas em ações de correção de não conformidades, além de estudos de causalidade dos acidentes, como a teoria dos dominós e a do alinhamento de condições para a “oportunidade do acidente” (REASON, 1997).

### 2.4 A ciência e o bem estar social: o século XXI

Na atualidade, vigora o conceito de ciência promotora de inovação, de algo a ser comercializado e, mais que isso, que agregue valor ou qualidade a um processo ou à vida humana. O acrônimo CT&I, ou simplesmente CTI, passou a ser documentado. Em contraponto ao entendimento da ciência descompromissada com a sociedade, como pensamento reinante no pós-guerra, como já visto, passa-se a pensar ciência como algo que possa de fato alavancar melhorias das sociedades. Portocarrero (1994, p. 17), enfatiza sua “constituição ética e social [...] e a responsabilidade política de que deve estar investida”, enquanto Velho (2011) entende que o foco da Política de CTI é, ou deve vir a ser, o bem-estar social, cabendo, portanto, políticas públicas de CTI.

Nesse contexto e conforme demonstra o Quadro 1, a aviação recebe, por parte da ciência, os benefícios que ela própria demanda na busca pelo transporte ótimo de pessoas e de cargas, com a máxima segurança e o maior lucro. Assim, em um claro movimento de “demanda por novas tecnologias” (CASSIOLATO; LASTRES, 2005), tem-se a aviação como exemplo clássico de *demand pull*, muito mais que o avanço do desenvolvimento científico sendo aplicado ao avião (*science push*) que se viu apenas nos primórdios do século passado.

Inovações crescentes, nas 2 (duas) indústrias de aviação (tanto a de construção, quanto a de transporte), foram vistas neste século: novos materiais compostos foram pesquisados e aplicados com sucesso, em programas como o Boeing 787 e os europeus A380 e A350, tornando as aeronaves mais leves, velozes e econômicas.

**Quadro 1** - Evolução comparativa “Ciência e Aviação”.

Fases do avanço científico Comparativo “ciência-aviação”	Décadas de 1940 e 1950	Décadas de 1960 e 1970	Décadas de 1980 e 1990	Século XXI
<b>Alguns pontos da conjuntura científica mundial que viriam afetar a aviação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pesquisa e produção alavancadas pela Segunda Grande Guerra;</li> <li>- excedente do pós-guerra;</li> <li>- navegação aérea dissemina-se com base em estações emisoras de terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disseminação de centros de pesquisa;</li> <li>- ciência espacial impulsionada pela Guerra Fria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- universidades expandem pesquisa e desenvolvimento;</li> <li>- energias renováveis começam a ser pesquisadas em escala mundial;</li> <li>- protocolos globais acerca de meio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reflexão de “ciência para o bem”;</li> <li>- evolução do conceito de CT&amp;I.</li> </ul>
<b>Contexto de evolução na aviação mundial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- surgimento do radar;</li> <li>- “Convenção de Chicago” (1944);</li> <li>- criação da ICAO (1947);</li> <li>- acidentes de 1954 e 1956 (Europa e EUA, respectivamente), influenciando em projetos aeronáuticos e em controle de tráfego aéreo;</li> <li>- pressurização estende-se à construção aeronáutica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pesquisa de materiais compostos;</li> <li>- processo investigativo de acidentes sistematizado;</li> <li>- conceito “MSG”</li> <li>- colisão de Tenerife<sup>2</sup> (1977), cuja investigação gerou avanços na técnica de “Cockpit Resource Management” (CRM);</li> <li>- uso do motor a jato na aviação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- efetiva utilização de materiais compostos em escala;</li> <li>- início do decréscimo de taxas de ocorrência de acidentes (embora com aumento de número de vítimas);</li> <li>- acidente da JAL<sup>3</sup> (1985), cuja investigação gerou mudanças de procedimentos de manutenção;</li> <li>- uso em escala de tecnologia GPS, bem como de painéis de instrumentos em raios catódicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- motores mais confiáveis e econômicos;</li> <li>- produção de combustíveis não fósseis para a aviação;</li> <li>- efetiva redução do número de vítimas em acidentes;</li> <li>- consolidação da hegemonia mundial dos fabricantes de grandes aeronaves: Boeing e Airbus.</li> </ul>
<b>Evoluções aeronáuticas no Brasil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recebimento de materiais de aviação excedentes, do pós-guerra;</li> <li>- FAB e empresas aéreas têm significativo impulso;</li> <li>- criação do ITA (1950).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- voo do Bandeirante (1968);</li> <li>- criação da EMBRAER (1969);</li> <li>- criação do CENIPA e do SIPAER (1971);</li> <li>- inquérito policial, no acidente aeronáutico, sendo substituído pela investigação técnica, não punitiva;</li> <li>- “pensar científico” da segurança de voo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMBRAER dedica-se à construção de jatos de pequeno e médio porte;</li> <li>- SIVAM passa a exercer controle do espaço aéreo nacional amazônico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conversão do DAC em ANAC (2006);</li> <li>- segmento militar crescente na EMBRAER/ativação de unidade industrial em Gavião Peixoto (2001);</li> <li>- redução significativa dos acidentes aeronáuticos, a partir de 2012.</li> </ul>

**Fonte:** O autor.

<sup>2</sup> O voo KLM 4805 colidiu com o “Pan Am” 1736 a 27/03/1977 (dois Boeings 747), na pista de decolagem em Tenerife, Ilhas Canárias, tornando-se até hoje o maior acidente aeronáutico do mundo em número de vítimas fatais (583), tendo como principal contribuinte a falha de coordenação entre tripulações e controle de tráfego.

<sup>3</sup> O voo 123 da “Japan Air Lines”, um Boeing 747, acidentou-se a 12/08/1985, em Ueno, Japão, vitimando fatalmente 520 pessoas. Até hoje, é o maior acidente do mundo em número de vítimas em uma única aeronave. Teve como principal contribuinte a execução errônea de um reparo de manutenção, sete anos antes do acidente, cujo material entrou em colapso em voo, vindo a romper estruturalmente parte da aeronave.

### 3 A CONCEPÇÃO NORMATIVA DA AVIAÇÃO COMO ALICERCE PARA A SEGURANÇA DE VOO

A Convenção de Chicago, em 1944, organizou, de forma embrionária, a entidade supranacional que não mais tornaria o planejamento aéreo ação isolada entre os povos.

Ao tempo que respeitou a soberania jurídica de cada nação, a ICAO, como organismo demandado da Convenção, recomendou e recomenda, fortemente, o cumprimento de seus ditames, sugerindo a adequação às leis e normas nacionais, a fim de

promover o entendimento político entre os Estados, padronizar procedimentos, elencar melhores práticas regulatórias e trabalhar pela implementação de políticas comuns.<sup>4</sup> (Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. 2014).

A reboque do organismo internacional maior, alguns Estados europeus, americanos e asiáticos foram os primeiros a criar seus próprios órgãos de investigação ou, em acepção mais ampla, estruturas de Segurança de Voo. Ao norte-americano “National Transportation Safety Board” (NTSB), ao britânico “UK Air Accidents Investigation Branch” (AAIB) e ao francês “Bureau d’Enquêtes et d’Analyses” (BEA), seguiu-se a iniciativa brasileira de criação do CENIPA com a tarefa de tornar-se o órgão executivo do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). O conceito de Segurança de Voo, em termos mais amplos, foi traduzido em “Segurança Operacional”, sendo, após, incorporado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Segundo esse enfoque, a Segurança de Voo passou a ser estudo interdisciplinar, envolvendo aspectos de treinamento, aspectos médico-psicológicos, legais, de engenharia, de meteorologia e de outras tantas ciências. Segurança de Voo que – organizada na forma de protocolos internacionais – permitiu a criação de um novo ordenamento normativo em cada país.

Por meio da investigação dos acidentes e incidentes, da rápida divulgação dos resultados, da atuação nos achados (*findings*) de investigação (fossem eles de fabricação, manutenção ou operação), seguidas as recomendações emitidas pelos organismos, o avião consolidava-se, já com meio século após sua invenção, como o meio de transporte mais seguro que existia.

Nos anos que se seguiram à Convenção de Chicago, documentos foram formalizados. Assim, em 19 (dezenove) anexos, ações vieram a ser contempladas, da meteorologia aeronáutica ao transporte de bens

perigosos, da formação de pessoal à preocupação com o meio ambiente, passando pela área fulcral deste objeto de estudo, a “Investigação de Acidentes na Aviação” (Anexo número 13 da ICAO).

A ICAO identificou importância cabal nas ações de investigação dos acidentes, de forma que as recomendações advindas de um trabalho técnico, de apuração de fatores que contribuíram para a ocorrência, pudessem ser do conhecimento e da consequente aplicação por parte dos países representados por seus operadores e fabricantes. Assim, as revisões do “Anexo 13” à Convenção de Chicago foram consensualmente obtidas, tratando da Segurança de Voo sob uma égide maior, sendo adotadas como base pelos países na confecção de seus protocolos de investigação. A última dessas revisões foi no ano de 2010.

### 4 CONCLUSÃO

Não há estatística de acidentes evitados. Essa é a máxima que o CENIPA demonstra nos bancos escolares. Assertiva fática, traduzida no trabalho de prevenção diuturno, que se vale dos avanços da ciência. No entanto, há estatística de acidentes ocorridos e esta caminha para a terceira redução anual consecutiva no país. Números favoráveis, sobretudo, se considerados os aumentos no número de aeronaves da frota nacional e nas horas voadas, no mesmo período.

Se a ciência, com seus avanços, foi o motor da humanidade desde o último século, o avião ajudou e foi ajudado pela ciência. Na atualidade, em um modelo *demand pull*, a aeronáutica emprega avanços em forma de inovação, seja na fabricação, seja na operação, seja na manutenção, melhorando os índices de segurança de voo.

A ciência aeroespacial, enriquecendo-se das inovações, tendo o avião como artefato de emprego de várias tecnologias e propiciando quebra de paradigmas (do “voo do mais pesado que o ar” à união de povos e culturas), fundamentou-se, no pós-guerra, em um alicerce: descobertas técnicas deveriam circular entre operadores e fabricantes, de forma que se produzissem aeronaves, bem como processos operativos e de manutenção cada vez mais seguros, evitando-se, com isso, acidentes desnecessários.

A disseminação de conhecimentos entre signatários de Chicago dar-se-ia, então, pela normalização de processos investigativos. Surgiu assim a “Segurança de Voo” (Flight Safety) como área do conhecimento especializado, técnico, evolutivo, instigante, que, por meio da ciência e da tecnologia, evoluiu para o bem dos povos.

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/FAQ.aspx?categorias=52&palavraChave=>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC).

**Relatório de atividades 2012:** Agência Nacional de Aviação Civil. Brasília, DF: ANAC, 2012. Disponível em: [http://www.anac.gov.br/publicacoes/publicacoes-arquivos/relatorio\\_de\\_atividades\\_anac\\_2012.pdf/view](http://www.anac.gov.br/publicacoes/publicacoes-arquivos/relatorio_de_atividades_anac_2012.pdf/view). Acesso em: 24 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira.** FCA 58-1/2014. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/19/Estat%C3%ADsticas%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20Civil%202004%20a%202013.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2015.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistema de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política.** 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392005000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392005000100003&script=sci_arttext). Acesso em: 02 abr. 2015.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira.** FCA 58-1/2015. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/19/Ocorr%C3%AAcias%20Aeron%C3%A1uticas%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20Civil%202005%20a%202014.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2016.

MAGRINI, D. F. **Anexos Convenção de Chicago de 1944.** DocSlide, 18 jul. 2015. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/anexos-convencao-de-chicago-de-1944.html>. Acesso em 24 ago. 2016.

MOTOYAMA, S. **Os principais marcos históricos em ciência e tecnologia no Brasil.** 1985. Disponível em: [http://www.mast.br/arquivos\\_sbhc/20.pdf](http://www.mast.br/arquivos_sbhc/20.pdf). Acesso em: 02 abr. 2015.

PORTOCARRERO, V. (Org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents.** Farnham: Ashgate. 1997.

ROSA, C. A. P. **História da Ciência: da antiguidade ao renascimento científico.** 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

VELHO, L. **Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação.** 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/soc/v13n26/06.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2015.

WIKIMEDIA COMMONS. **The free media repository.** [2008?]. Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenerife747s.png#/media/File:Tenerife747s.png>. Acesso em: 24 ago. 2016.