

Modernização tecnológica do transporte aéreo

DÉCIO A. DE VILHENA*

1. Perspectiva histórica sumária; 2. As inovações tecnológicas; 3. Progresso futuro; 4. A problemática dos terminais; 5. As novas criações.

1. Perspectiva histórica sumária

O transporte aéreo teve sua primeira experiência em 1919 entre Paris e Londres e outras grandes cidades européias, mas o início da operação regular data de 1920, quando os alemães, face às restrições impostas pelo Tratado de Versailles, e aproveitando a oportunidade oferecida pela América Latina, quase sem transporte de superfície, com distâncias enormes, dificuldades de ordem topográfica e pouco desenvolvimento de seus recursos naturais, criaram a primeira linha aérea regular de passageiros e carga na Colômbia.

Somente nos fins dos anos 20 o Brasil conheceu o transporte aéreo regular quando os alemães e americanos, representados pela Condor e Pan-American, lançaram-se na disputa do mercado brasileiro.

* Comandante em linhas domésticas e internacionais da Panair. Cursos de motores a jato na Rolls-Royce, Inglaterra, e na Pratt and Wintney, Estados Unidos. Curso de instrutor de simulador, de DC-8 e de B-707 nos Estados Unidos. Ex-chefe de engenharia de operações da Panair. Ex-assistente técnico do diretor superintendente e ex-gerente geral de operações da Panair. Ex-comandante nos Transportes Aéreos Portugueses. Atualmente é técnico da Transcon S.A. — Consultoria Técnica.

As empresas aqui formadas, das quais a Condor e a Panair do Brasil * eram exemplos, pertenciam inteiramente a capitais estrangeiros. Os aviões usados nesta época eram de baixa velocidade, pequena capacidade e raio de ação, e as linhas limitavam-se à costa do País, onde, na maioria, hidroaviões disputavam o tráfego aéreo que naturalmente não tinha expressão econômica.

Aos poucos foram ocorrendo outras tentativas de âmbito regional, como a Varig, que operava no Rio Grande do Sul, e a Vasp, em São Paulo, para citar apenas as que sobreviveram.

A eclosão da II Guerra Mundial trouxe grande impulso ao transporte aéreo brasileiro, quando teve que substituir em parte a navegação costeira que, após sofrer uma série de afundamentos de navios de cabotagem, deixou de oferecer a segurança e regularidade necessárias.

Não obstante o aumento repentino da demanda, a frota de aviões não pôde crescer na mesma escala, dada a dificuldade na aquisição de novos equipamentos, o que levou as companhias a aumentarem a utilização do que possuíam, passando a voar por instrumentos e executando horários noturnos apoiados numa infra-estrutura quase inexistente. O transporte aéreo pagou com grande número de acidentes fatais. As pistas pavimentadas eram poucas e a iluminação elétrica rara, e o único sistema eletrônico de ajuda à navegação e aproximação por instrumentos era o radiofarol de baixa frequência (NDB), com todas as suas deficiências conhecidas. Não havia controle de vôo como o que existe hoje. Cada companhia cuidava do seu próprio controle, ignorando, na maioria das vezes, o que faziam as outras. Os terminais aéreos, copiando portos ou estações de estrada de ferro, eram na maior parte apenas um barracão de madeira que atendia a todas as necessidades.

Em conseqüência do esforço de guerra, o transporte aéreo registrou grande avanço. Várias pistas foram abertas e pavimentadas, iluminação elétrica e novos radiofaróis foram instalados, os sistemas de comunicações ampliados e melhorados, controle de vôo organizado, informações meteorológicas também aprimoradas, etc. Houve efetivo progresso.

Finda a guerra, restaram uma rede de pistas pavimentadas, uma infra-estrutura incipiente, mas já existente e uma demanda ainda relativamente grande dada a lenta recuperação da navegação marítima. Estas condições, aliadas à enorme quantidade de excedentes de equipamento de vôo, utilizado no conflito mundial e posto à venda pelos Estados Unidos à baixo preço, permitiram que dezenas de companhias de transporte aéreo se formassem no País. Esta pletera de empresas, todas pequenas e desprovidas de base econômica e administrativa, trouxe uma guerra tarifária danosa à prestação dos serviços, que dela se ressentiu por muito tempo. Daí resultaram fusões que reduziram o número de companhias a menos de meia dúzia. Durante o conflito, a Condor foi nacionalizada, transformando-se na Cruzeiro do Sul e, em 1944, a maioria das ações da Panair passou para

* N. da R. A Panair do Brasil foi constituída com capital majoritário norte-americano da Pan-American Worlds Airways.

as mãos de nacionais. No fim dessa década, foi aberta a primeira linha transatlântica operada por companhia brasileira, tendo sido bastante aumentada a rede doméstica, que era maior que a atual, estendendo-se inclusive à bacia amazônica.

A situação evoluiu rapidamente. No final dos anos 50, as companhias eram nacionais em sua totalidade.

A era dos jatos, nos campos internacional e doméstico, veio dar novo impulso ao transporte aéreo, em face do melhor desempenho das aeronaves, com maior velocidade de cruzeiro, maior capacidade e menor custo direto do assento/quilômetro oferecido, o que se fez acompanhar de uma tendência de crescimento da demanda de forma contínua e rápida, como também ocorreu no campo internacional.

Hoje, o transporte aéreo no Brasil conta com apenas quatro companhias: Varig, Cruzeiro do Sul, Vasp e Transbrasil. A rede internacional liga o Brasil aos países da América do Sul e do Norte, Europa e Oriente. A rede doméstica serve a 60 cidades, contando com uma frota de 36 jatos, 47 turboélices e 30 aviões a pistão. O quadro 1 mostra a evolução do transporte aéreo entre 1962 e 1972 expressa no número de operações e movimentação de passageiros e cargas.

Quadro 1

Brasil: evolução do transporte aéreo — 1962 e 1972

Ano	Número operações	Pass/km 10 ⁶	Em milhões de toneladas/km		
			Bagagem	Correio	Carga
1962	556 737	3 149,2	36,4	4,8	86,4
1972	691 592	6 290,7	96,8	11,2	272,4

Fonte: Transporte Aéreo Comercial Brasileiro — DAC, 1972.

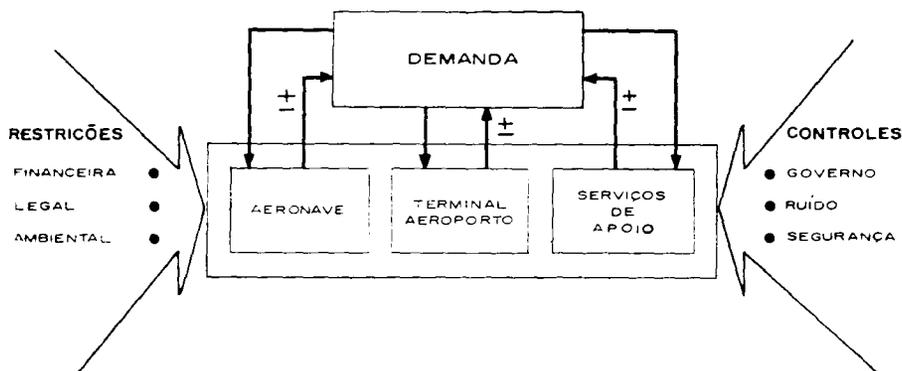
Numa tentativa para dar uma visão global do desenvolvimento do sistema de transporte aéreo, podemos dividi-lo em seus subsistemas e examiná-los, conforme a figura 1 a seguir.

Basicamente, o sistema de transporte aéreo contém três subsistemas: aeronaves, serviços de apoio (aerovias, navegação, controle de vôo, meteorologia, etc.) e terminal/aeroporto, com seus acessos e sistema de coleta e distribuição.

A demanda ao sistema aumenta ou diminui na proporção em que ele oferece ou deixa de oferecer serviços que sejam econômicos, rápidos, confiáveis, convenientes, confortáveis e, acima de tudo, seguros.

Estes subsistemas são interdependentes, e qualquer deficiência num deles afetará o resultado da operação do todo. A falha de um provocará desequilíbrio no conjunto, cuja complexidade é indiscutível.

Figura 1
O sistema de transporte aéreo



Como resultado do desenvolvimento tecnológico, o fluxo de aeronaves que saem da linha de produção e entram em serviço ocorre de uma maneira ordenada e numa razão que é pura função do mercado. A tecnologia neles aplicada é cada vez mais avançada. Todavia, os outros dois subsistemas, serviços de apoio, terminais e aeroportos, com seus acessos, não vêm acompanhando o desenvolvimento das aeronaves. Para enfrentar os problemas destes dois últimos subsistemas, há recursos tecnológicos disponíveis, mas há, muitas vezes, carência do que se poderia chamar de *tecnologia de decisão*, no que se refere à política, planejamento, financiamento uso do solo, planejamento urbano, legislação, regulamentação, administração, etc.

2. As inovações tecnológicas¹

Começando como um pequeno e frágil veículo de raio da ação extremamente curto, o avião amadureceu, tornando-se o único veículo capaz de ligar dois pontos quaisquer da Terra, independentemente de suas topografias, em menos de 24 horas. Mas, embora seja a aeronave apenas um dos subsistemas, a introdução de novos modelos, com seus melhoramentos tecnológicos, é de tal importância que podemos considerá-los como fator principal de desenvolvimento desta modalidade.

Alguns dos mais importantes desenvolvimentos e tendências serão apreciados a seguir, embora deixemos de considerar outros, tais como veículos hipersônicos, uso de hidrogênio como combustível, foguetes e aplicações não-convencionais de aerodinâmica, por ser o seu uso de possibilidade ainda remota.

¹ Veja referências bibliográficas 1, 5, 7, 8, 9 e 14.

No campo da aerodinâmica, o desenvolvimento de melhores perfis trará uma melhoria da razão sustentação/resistência (L/D), assim como o controle da camada-limite, a ser conseguido por um sofisticado sistema, o qual, sugando a camada em contato com a superfície, através de um revestimento poroso das asas, reduzirá a resistência por fricção, melhorando também o L/D , com conseqüente economia em vôo de cruzeiro.

Por outro lado, o uso de dispositivos de aumento de capacidade de sustentação das asas permitirá velocidades mais baixas de aproximação e pouso, ocasionando, portanto, pistas mais curtas, ângulo de planeio mais pronunciado, maior razão de subida inicial e menor ruído.

O desempenho dos novos perfis (medido pelo número de Mach em que a resistência ao avanço, devido ao processo de sustentação, aumenta bruscamente o chamado Mach de divergência) vem melhorando, como resultado dos testes em modernos túneis aerodinâmicos.

Os novos perfis, com características mais avançadas, poderão ser explorados em vários sentidos no desenho de asas, usando menor enflexamento para uma mesma velocidade; por exemplo, traria maior relação de aspecto, permitindo, portanto, maior altitude de vôo e maior raio de ação, mantendo os outros parâmetros constantes; ou mantendo os atuais enflexamentos, mas usando perfis mais espessos, o que permitiria uma estrutura mais leve, resultando em maior carga útil.

As turbinas, que já atingiram notável desenvolvimento, têm um futuro previsível de grandes melhorias, tais como, maior índice de confiabilidade, maior tempo entre revisões, maior economia em consumo específico e potências cada vez mais altas. Há seguras indicações de que a relação potência/peso terá melhoria de pelo menos 10% nos próximos 20 anos.

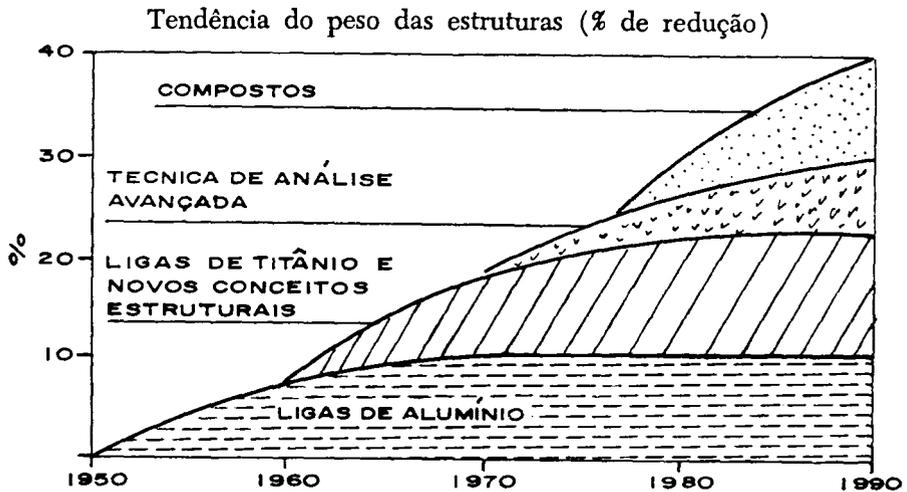
O limite do empuxo que se pode obter de uma turbina é função da máxima temperatura admissível na entrada das rodas de turbina, das perdas internas e da eficiência dos seus componentes. Avanços em metalurgia, desenho e métodos de construção, permitindo temperaturas de entrada mais altas, podem ser esperados, pois substancial progresso já se obteve em relação às palhetas de turbina e experiências de resfriamento das mesmas por convecção e transpiração prometem temperaturas de trabalho mais altas. As perdas internas vêm diminuindo, como resultado de maior conhecimento e melhores métodos de cálculo e desenho, tais como, novos processos de queima de combustível, maior número de estágios de compressor, melhoria da relação de passagem exterior da massa de ar (turbofan) e outros.

Houve um contínuo progresso no desenho e construção das estruturas, que vêm sendo cada vez mais leves e seguras. Não houve revolução neste campo nos últimos 20 anos, mas os próximos 20 poderão assistir a um avanço notável.

Uso de novos elementos, aumento das taxas de trabalho dos materiais usados nas estruturas de aviões, tais como titânio e outros, compostos ou não, uso de colas e soldas, de membros estruturais usinados, peças forjadas e fundidas permitirão estruturas mais leves, conforme é mostrado pela figura 2.

Dispondo de motores e estruturas mais leves, o veículo aéreo com o mesmo peso bruto poderá levar maior carga útil, sendo, conseqüentemente, mais econômico.

Figura 2



As novas tecnologias nos campos da metalurgia, metodologia de cálculo, análise e desenho de estruturas deixam prever que será possível, nos próximos 20 anos, redução de 20 a 40% no peso das estruturas de aeronaves.

A eletrônica aplicada ao transporte aéreo registrará, também, grandes progressos nos sistemas de comunicações, navegação, apoio e controle pelo uso mais difundido dos computadores de bordo, que permitindo maior precisão e controle da operação trarão, como conseqüência, aumento de segurança e conforto aos passageiros.

A aproximação e pouso sem visibilidade, que já é hoje fato concreto, será de uso difundido no fim desta década. O uso mais amplo de sistemas integrados no desenho e construção dos equipamentos, além da redução de peso e maior índice de confiabilidade, poderá apresentar redução dos custos de aquisição e manutenção.

Os sistemas de comunicações empregarão os satélites, *laser* e transmissões em blocos digitais compatíveis com a linguagem dos computadores, permitindo maior rapidez e confiabilidade. Na navegação, os sistemas de inércia aumentarão a precisão e, conseqüentemente, a segurança e economia de operação.

Os sistemas chamados AWLS (aproximação de alta precisão para pouso em qualquer condição atmosférica) deverão ter o seu uso generalizado, bem como os sistemas de detecção de turbulência e anticolisão.

No controle de voo, sistemas já em prática e outros em experiência ou em estágio de laboratório terão sua aplicação, como por exemplo, a transmissão automática, em sistema digital, das informações necessárias, direta e continuamente, para os computadores de terra, resultando em

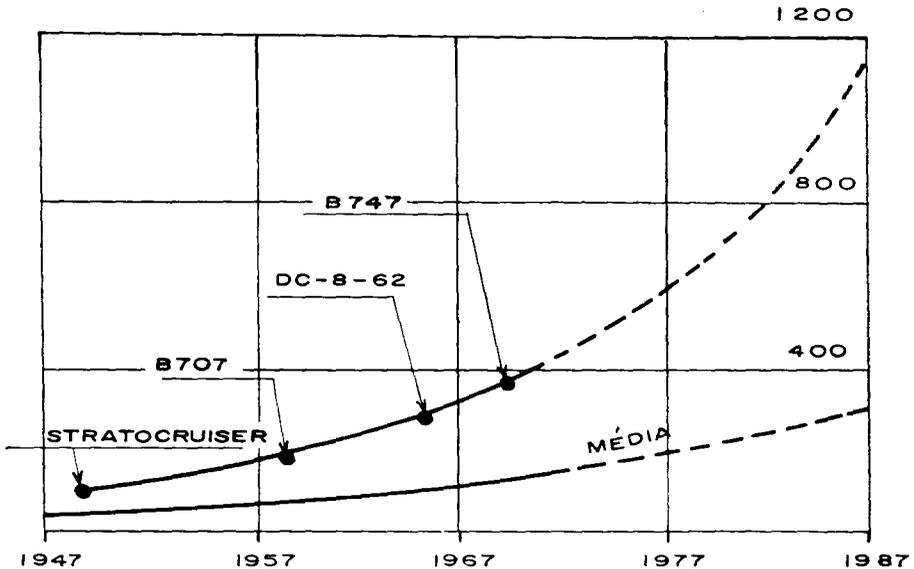
mais perfeita ordenação dos fluxos, maior segurança e eficiência no uso do espaço aéreo. Como exemplo desses sistemas de bordo, podemos citar: computadores para controle automático da navegação; sistemas integrados de apresentação dos dados de operação; sistema de aviso de aproximação e indicador do ângulo de ataque; sistema de aviso de falha dos sistemas de bordo e ajudas de terra; apresentação dos dados de operação nos pára-brisas (*head up*); marcação automática da posição em mapas móveis; sistemas de previsão de resultados de operação.

As melhorias dos sistemas eletrônicos refletirão melhor desempenho das aeronaves.

3. Progresso futuro²

Depois de um desenvolvimento rápido, desde o pequeno monomotor de madeira e tela até os grandes jatos atuais, não há indicação de que nova revolução no desenho e construção do avião convencional venha a ocorrer nos próximos 20 anos. Tal não significa, entretanto, que deixará de haver progresso, mas apenas que o avião convencional atingiu sua maioridade e que seu desempenho será bastante melhorado no futuro.

Figura 3
Tendência da capacidade de assentos



A capacidade de transporte dos aviões vem crescendo com a demanda, como mostra a figura 3. A curva de crescimento é bem definida e dela

² Veja referências bibliográficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

pode-se deduzir que, em 1985, aparecerão aviões com capacidade para mais de mil passageiros.

A introdução dos aviões de maior porte trouxe a fuselagem mais larga, que veio assegurar maior conforto. A previsão de dois e três andares nos aviões futuros, não deverá descurar esse aspecto.

O aumento de capacidade será naturalmente obtido pelo crescimento do avião, que nos próximos 20 anos deverá estar na faixa das 500 toneladas de peso bruto, produzindo carga útil da ordem de 200 a 300 toneladas. O custo direto de operação, assento/quilômetro, tende a decrescer no futuro, como mostra a curva da figura 5, apresentada mais adiante.

Espera-se, por outro lado, que o crescimento do transporte aéreo seja obtido sem maior deterioração do ambiente. Tecnologias já em desenvolvimento prevêm turbinas com sistemas de queima mais aperfeiçoados para evitar a poluição do ar, e vários estudos e experiências sugerem aviões mais silenciosos no futuro. Esta redução do ruído seria conseguida, entre outros métodos, pelo aumento da razão de subida inicial e ângulos mais pronunciados de aproximação para o pouso.

Prevê-se que as pistas necessárias para os aviões dos anos 90 serão praticamente as mesmas atualmente em uso, isto é, cerca de 14 mil pés para o nível do mar, em condições de atmosfera-padrão.

A aviação de turismo e recreio, executivos e táxis-aéreos vem crescendo continuamente, esperando-se que as melhorias já obtidas nos desenhos e o uso mais difundido de turboélices e jatos puros acelerem ainda mais o processo de crescimento, dada a melhoria de desempenho e de segurança.

A introdução dos aviões de decolagem e pousos curtos (STOL) deverá trazer grande impulso aos vôos de curta e média distância, pelo uso de pistas curtas, ângulos mais pronunciados de saída e aproximação e menor ruído. Ainda mais, cruzando a velocidades altas subsônicas, e apresentando um custo de operação mais baixo, com velocidades de aproximação e manobra mais compatível com áreas congestionadas, as possibilidades dos STOL aumentam.

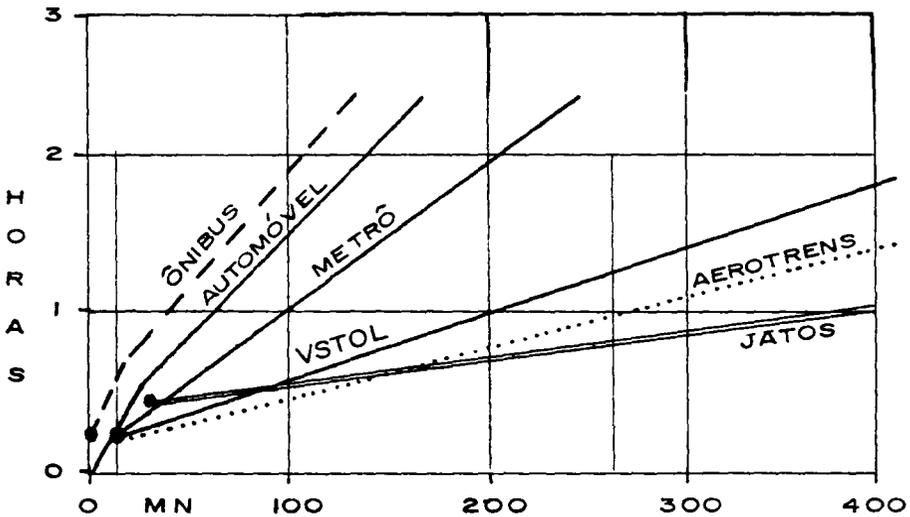
Os helicópteros também, pela melhor aplicação da aerodinâmica e de novos conceitos de estrutura, novos materiais e motores, serão, sem dúvida, mais eficientes que os atuais. Serão de maior aplicação nos vôos de curta distância para táxis-executivos, ligações entre terminais, ou operações específicas.

O uso de STOL e VTOL, formando uma malha para ligação centro a centro de cidades, com aeroportos e terminais de transporte, é uma experiência que começa a tomar forma nos grandes centros populacionais. As distâncias consideradas viáveis para tal projeto são da ordem de 250 milhas náuticas (450 km) ou duas horas de porta a porta (figura 4 — área achureada).

O grande atrativo dos STOL para este tipo de aplicação está no uso de pistas de tamanho reduzido, baixo nível de ruído, velocidade reduzida de manobra e custo do assento/quilômetro compatíveis com curtas distâncias e alta frequência de operação. Por ser especialmente projetado para esta faixa de distância, o STOL tem estrutura leve e a relação peso bruto/carga útil é melhor que nos aviões convencionais.

Figura 4

Área de aplicação de um sistema "metroliner"



Contudo, devido à capacidade de assentos prevista para esta classe, 200 a 300 lugares, o problema de aeroporto será semelhante, ou ainda mais crítico que para os jumbos, face à necessidade de trânsitos mais curtos que os aviões de longa distância, com igual capacidade.

Quanto aos helicópteros e veículos de decolagem vertical, enquanto não for atingido um estágio em que se obtenha maiores velocidades de cruzeiro e menor custo de operação, ficarão limitados a operações específicas ou de curtas distâncias ou nos casos em que o fator de restrição for o tamanho da pista de pouso. A operação sem visibilidade exterior, já resolvida, facilitará a aplicação dos helicópteros nestas ligações.

Não se pode esquecer, no tipo de malha de curtas distâncias, as possibilidades dos aerotrens, deslizando sobre colchão de ar a velocidades de 150 a mais de 300 km por hora. Este sistema pode trazer alto grau de conforto, regularidade e segurança e custo do assento/quilômetro competitivo com o avião.

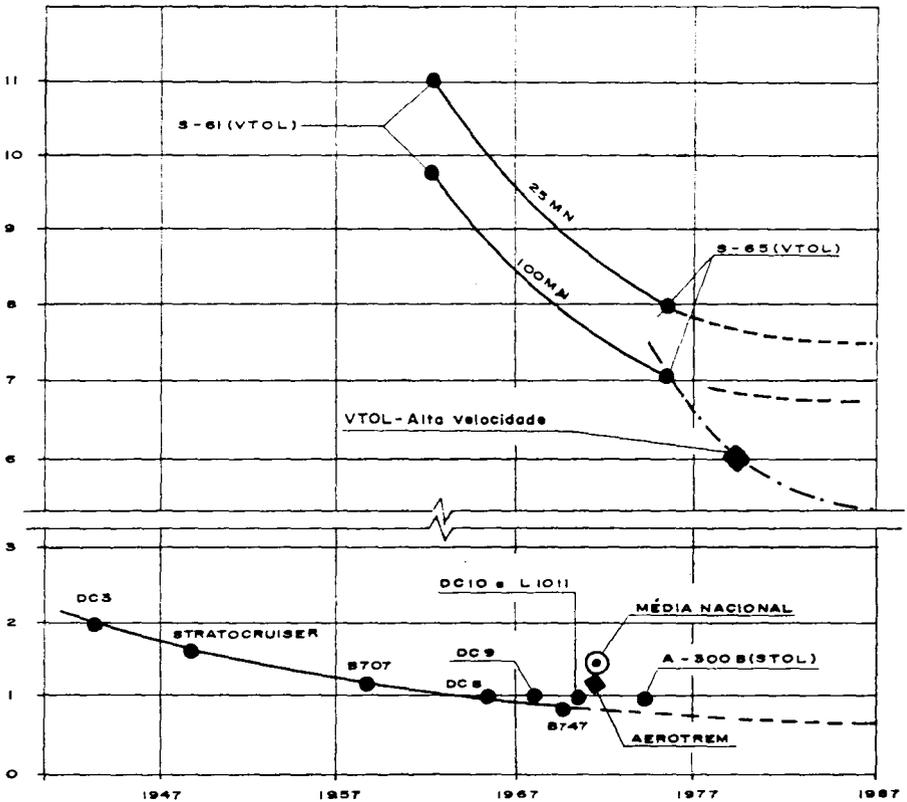
A extensão em que os desenvolvimentos previstos serão incluídos nas frotas comerciais vai depender dos seguintes fatores: época em que fica-

rem disponíveis para uso; aceitação do ponto de vista operacional; custo de aquisição e de manutenção; índice de confiabilidade; grau de contribuição para maior eficiência; compatibilidade com outros sistemas e equipamentos já em uso.

Cabe lembrar que o fator principal para o emprego ou não de determinado tipo de aeronave ainda é o seu custo de operação.

Figura 5

Tendência do custo direto
US\$ centavos/assento/milha



A figura 5 mostra uma comparação geral dos custos diretos de assento/quilômetro para vários veículos representativos de sua classe, por onde se pode notar a tendência futura destes custos. No caso do transporte aéreo, via de tráfego é o espaço compreendido entre a origem e o destino, que é dividido em controlado e não-controlado, sendo que o primeiro é que interessa ao tráfego aéreo.

Como o veículo aéreo, uma vez em vôo, dispõe de ampla liberdade de movimentação, o uso do espaço aéreo será uma função da organização e controle da sua utilização. Para efeito de organização, o espaço controlado é dividido em setores, em função de operações, segurança, restrições e outros usos, notando-se que não há uma uniformidade absoluta em todos os trechos. No caso, bastaria citar as diferenças geográficas e topográficas para justificar um tratamento diverso a cada par de origem/destino. Os objetivos principais visados na organização do espaço aéreo são: segurança; máxima capacidade de fluxo; fluxo ordenado; simplicidade na operação e controle; economia na operação dos vôos; eficiência do sistema.

Não podendo ser inteiramente balizados, como acontece nas outras modalidades, as vias de tráfego aéreo são definidas em função de pontos (normalmente localizadores de rádio), regulamentos de como usar estas vias, e da forma como são controladas.

A organização deste espaço (tendo em vista a dinâmica do veículo aéreo, que uma vez em vôo não pode estacionar, e que as reduções ou aumento de velocidade e altitude estão restritos às características de cada aeronave) tem que começar antes que o veículo movimente-se para a saída e terminar quando o mesmo estiver estacionado no destino. A segurança exige que cada veículo disponha de espaço suficiente para ter proteção contra os riscos de colisão com outros veículos ou com o terreno. Por outro lado, a eficiência exige que o espaço não seja desperdiçado, e que o veículo tenha, portanto, apenas o absolutamente necessário à segurança.

O aumento de fluxo de aviões vai exigir mais espaço, e como o mesmo fica limitado em face dos pontos de origem e destino, fatalmente exigirá um melhor e mais eficiente sistema de controle, para permitir a alocação de menores espaços à operação de cada veículo. A eficiência deste sistema será uma função de melhores regulamentos e de equipamentos mais sofisticados, tanto a bordo como em terra. Alguns dos campos que podem apresentar possibilidades de melhoria são: navegação; comunicações; sistemas de aproximação sem visibilidade; sistemas de controle.

3.1 *Navegação*

Com o aumento de fluxo e conseqüente exigência de mais espaço, menores blocos serão atribuídos a cada veículo, e a precisão da navegação assumirá maior importância, pois terão que ser diminuídos os espaçamentos longitudinais, laterais e verticais entre aeronaves. As características primordiais dos vários tipos de ajuda em uso, ou que estarão em uso no futuro, são apresentadas no quadro 2 a seguir.

Quadro 2

Características primordiais dos vários tipos de ajuda em uso

Ajuda	Função	Alcance	Instalação
A D F	Dar marcações de estações emissoras de baixa frequência.	50 a 200 milhas náuticas dependendo da razão sinal/ruído obtida no receptor de bordo	Emissoras em terra Receptores a bordo
V O R	Dar marcações de estações especiais de VOR que operam em frequências muito altas (VHF).	Linha de alcance visual $A = 1,23\sqrt{h}$ (h em 1 000 pés)	Emissores em terra Receptores a bordo
D M E	Medir a distância direta do veículo à estação de terra.	0 a 192 milhas náuticas	Emissoras em terra Receptores a bordo
Loran C	Determinar a posição do veículo pelo cruzamento de duas marcações de emissores em terra.	A noite 1 000 milhas náuticas De dia 1 300 milhas náuticas	Transmissores em terra Receptores a bordo
Omega	Determinar a posição do veículo.	6 000 milhas náuticas	Emissores em terra Receptores a bordo
Doppler	Determinar vetor e distância voada, computando a variação da frequência de transmissão na volta do sinal ao receptor.	Ilimitado	Emissores, receptor e computador a bordo
Transponder	Dar identificação e indicação de altitude da aeronave. O sinal é lido em terra na tela do radar de controle.	200 milhas náuticas	Emissor de sinal de interrogação em terra. Emissor do sinal inteligente a bordo
I L S	Dar informações direcionais nos planos horizontal e vertical para aproximação e pouso com baixa visibilidade. (Categ. I e II)	20 milhas náuticas	Emissores em terra Receptores a bordo
Maker beacon	Indicar distância das cabeceiras de pista nos sistemas de aproximação sem visibilidade.		Emissores em terra Receptores a bordo
A W L S	Dar informações direcionais nos planos horizontal e vertical de alta precisão para a aproximação e pouso com qualquer condição de visibilidade e teto. (Cat. I, II e III)	20 milhas náuticas em qualquer condição atmosférica	Emissores em terra Receptores a bordo
I N S	Determinar a posição com alto grau de precisão e dar outras informações.	Ilimitado	Sistema de inércia e computador a bordo
Radar	Determinar a posição do veículo e sua trajetória. Indicações num tubo de raios catódicos.	300 milhas	Emissor e receptor em terra

Os VTOL e STOL, devido ao tipo de operação, vão exigir navegação precisa, com indicações imediatas e de simples interpretação, para manter desvios mínimos das rotas preestabelecidas. O uso conjunto destes sistemas tem possibilidade de produzir tais condições.

3.2 Comunicações

A rede de comunicações, ponto a ponto e terra/ar é evidentemente a parte essencial de um sistema de controle de tráfego aéreo, pois sem ela não é possível controlar a aeronave em voo entre os terminais. Com o aumento da velocidade dos aviões, o período para o qual a previsão do tempo e tráfego decresce e perfis de vôos programados serão uma realidade, mesmo para os vôos intercontinentais, com o controle começando antes da decolagem no aeroporto de origem.

Os sistemas de comunicações a serem usados no futuro deverão ser capazes de manipular, processar e apresentar muito mais informações, funcionar automaticamente e mais rapidamente que os atuais. A aplicação da técnica digital, com arranjo multiplex para acomodar vários aviões simultaneamente, poderá atender às necessidades por algum tempo. Será possível a integração das funções de comunicações, navegação e identificação, com conseqüente melhoria da eficiência no uso das faixas e frequência rádio e redução dos equipamentos de bordo e de terra.

3.3 Sistemas de aproximação sem visibilidade

A ICAO (International Civil Aviation Organization) vem concentrando esforços no sentido de permitir a operação de aeronaves em categoria II no maior número de aeroportos possível e no mais curto prazo; espera-se que o desenvolvimento dos equipamentos atinjam, nos anos 80, a eficiência exigida para permitir a operação em categoria III.

As categorias para pouso, estabelecidas pela ICAO, são mostradas no quadro a seguir:

Quadro 3

Classificação por visibilidade para pouso

Categoria	I	II	III A	III B	III C
Altitude de decisão em pés	200	100	0	0	0
Visibilidade RVR em pés	2 400	1 200	700	150	0

Fonte: International Civil Aviation Organization — ICAO.

O controle de vôo é indispensável no uso do espaço aéreo e a segurança e eficiência do uso deste espaço dependem inteiramente dele. É através do controle que se estabelecem e mantêm as separações, continuidade e ordem no fluxo de aeronaves partindo, chegando e em rota.

O uso maior da eletrônica, que se traduz em equipamentos como radar, *transponder*, computadores, sistema anticolisão, navegação inercial, etc., ligados por um sistema digital de comunicações automatizado, dará ao controle os meios para atender às melhorias que dele serão exigidas.

Com base na utilização desses equipamentos, os blocos de espaço reservados a cada aeronave em operação poderão ser reduzidos sem afetar a segurança, trazendo, simultaneamente, mais conforto aos passageiros, pela maior rapidez e ordem e, ainda, pela maior economia resultante de rotas diretas, sem esperas e atrasos.

4. A problemática dos terminais³

Do barracão inicial, o aeroporto cresceu com o desenvolvimento do transporte aéreo, principalmente depois da II Guerra, quando projetados para servir os centros urbanos. Atingiu o grau máximo de sofisticação com o de Roissy, na área de Paris, que atende praticamente a todas as necessidades dos usuários: amplas áreas para estacionamento, acessos fáceis e confortáveis, por auto-estradas, ferrovias e monotrilhos, restaurantes, hotéis, serviços médicos, facilidades para as operações de embarque e desembarque, carga e descarga, manutenção de aeronaves e muitas outras vantagens, além de sistemas de controle sofisticado no ar e terra, de segurança, emergência, administrativos, etc.

O aeroporto é um elemento-chave no transporte aéreo, em torno do qual giram viajantes, efeitos meteorológicos, espaço aéreo e todo o sistema de vôo, quando este é posto em operação. A tecnologia aplicável à solução dos problemas de aeroporto já existe, do mesmo modo que novos métodos de construção, materiais e equipamentos. O uso da imaginação tem aqui um campo irrestrito para produzir soluções ótimas para cada caso, procurando tornar o aeroporto coerente com o sistema a que vai servir e integrando-o com os outros meios de transporte, planos urbanos, etc.

Intimamente ligado ao aeroporto está o seu sistema de coleta e distribuição, que vai influir enormemente na sua eficiência. O sucesso do sistema de transporte aéreo vai depender largamente da habilidade em se conseguir eficiência na coleta e distribuição de passageiros e cargas, de maneira expedita, e em consonância com os avanços alcançados pelos aviões comerciais.

O tempo ideal de viagem de porta a porta deverá ser o critério para determinar o grau de eficiência do sistema. Isto quer dizer que os ganhos na redução do tempo de vôo não devem ser eliminados pelo aumento de

³ Veja referências bibliográficas 2 3, 4, 11, 13 e 14.

tempo nos transportes terrestres, uma tendência que prevalecerá, se não forem tomadas providências para reduzir o tempo em terra, tanto nos acessos como no processamento de passageiros e carga. A coleta e a distribuição apresentam problema complexo, por operar num ambiente não controlado, onde o usuário não pode ser forçado a viajar de e para o aeroporto, pela modalidade e rota que dá a maior eficiência ao sistema. O máximo que se pode conseguir é propiciar ao usuário o meio mais eficiente de porta a porta e esperar que ele o utilize.

É preciso não esquecer o fato de que as mudanças em curso na tecnologia dos transportes de superfície promete cobrir toda uma faixa de sistemas de elevado desempenho e menores custos, que irá igualar, ou talvez, ultrapassar os avanços da tecnologia do transporte aéreo.

5. As novas criações

Mesmo dispondo de aeronaves modernas, de um completo sistema de apoio modernamente equipado e instalado e de aeroportos atualizados, o sistema de transporte aéreo não funcionaria sem o *software* que, através de um projeto de operação, regulamentação e controle adequados, unisse-os formando um verdadeiro sistema. A tecnologia existente e previsível apresenta oportunidades ilimitadas para novas criações.

Visando um mercado importante, as modernas aeronaves vêm sendo projetadas e construídas com maior capacidade, adotando tecnologia cada vez mais avançada e sofisticada. Novas idéias e pesquisas referentes aos serviços de apoio continuam a aparecer, daí resultando sistemas mais confiáveis, precisos e econômicos.

Em escala mundial, vem sendo acelerado o desenvolvimento dos aeroportos, seja por evolução e melhoramentos dos existentes, seja pela construção de novas unidades, partindo de concepções baseadas nas novas tecnologias. Alguns dos campos mais propícios à aplicação de novas criações são: operações, treinamento, organização, planejamento, política, etc. Uma boa engenharia de operações pode tirar partido dos desenvolvimentos disponíveis para obter uma operação *segura, confortável e econômica*, seguindo esta ordem de prioridade e objetivando a máxima eficiência.

No que se refere às aeronaves, os conceitos de segurança, conforto e economia já são observados desde a concepção e projeto até a construção, tornando-se necessária a integração dos outros subsistemas de forma coerente.

O treinamento específico de todo o pessoal envolvido na operação de um sistema de transporte aéreo é condição essencial para o sucesso. Devido aos altos custos de operação, estes treinamentos têm recebido atenção especial. Foram introduzidos novos conceitos e equipamentos, como os simuladores de vôo com alto grau de reprodução das condições reais de operação, simulando até as condições de vôo visual.

A possibilidade de registro em fita magnética, que permite reproduzir com exatidão qualquer manobra executada, cria condições para melhor análise e correção dos operadores. Espera-se que nos próximos anos todo o treinamento possa ser feito exclusivamente em simuladores.

O uso das gravações dos parâmetros de vôo veio permitir uma análise de acompanhamento contínuo de todos os vôos realizados e, conseqüentemente, da eficiência da operação. A automatização da operação de aeronaves, que hoje cobre grande parte da mesma, deverá ser ampliada a quase 100% porque, somente pela automatização, será possível o pouso sem visibilidade alguma.

A automatização deverá atingir os controles de área e aproximação, bem como o despacho de passageiros, carga e bagagens, tornando-os mais confortáveis, convenientes e econômicos. Em vista dos elevados investimentos exigidos pelo sistema de transporte aéreo e do tempo necessário às implementações, o planejamento torna-se indispensável.

Derivando da política adotada, e baseado em projeções socioeconômicas, o planejamento, integrado com os outros meios de transporte, deve ter atualização contínua e ampla divulgação para permitir aos concessionários seu próprio planejamento e crítica. Mas, tal planejamento só será possível e válido se calcado numa política de transporte aéreo, que, começando pela subordinação desta modalidade, defina:

EXPLORAÇÃO

- do transporte aéreo
- da infra-estrutura

COMPETIÇÃO

- no campo internacional
- no campo doméstico

CONCESSÃO

- modalidade
- prazo

ESTRUTURA DAS LINHAS

- viabilidade
- aproveitamento
- subsídios

FINANCIAMENTOS

- externos
- internos

TRIBUTAÇÃO

TARIFAS

Summary

In this article, the author analyzes the recent trends of technological changes in aircrafts, as well as in landing systems and their repercussions upon the airport facilities. The increases in the unitary transportation capacity of aircrafts and in their average speed, reducing considerably the unit costs, together with the increasing diversity of functions of the vehicles in use (intercontinental, interregional, feeding and distributing lines, as well as local traffic in metropolitan areas) will demand heavy investments in airport facilities. The airport will consequently have diversified functions and its deficiencies would be an weak point in the expansion of air transportation in Brazil.

Vilhena's article, though specific, serves to raise the problem of adequacy of the infrastructure and terminal and transshipment facilities to the technical evolution of transportation in general, specially regarding the modern techniques of combined transportation. Bottlenecks in our ports and railways' terminals, for example, could, indeed, endanger seriously the ambitious targets related to increases in productive scales and supplies to the external market, if they are not adequately planned to keep pace with the technical innovations originated in the industrialized countries.

Referências bibliográficas

1. Boeing Company. *Jet transport performance methods*. Doc. n.º D6-1420, Renton, Washington, 1964.
2. Hall, E. N. *New transportation modes*. U. A. Research Laboratory, Conference for american ass. for advancement of science, East Hartford, Connecticut, 1971.
3. Horonjeff, R. *The planning and design of airports*. N. Y., MacGraw-Hill, 1962.
4. IATA. *Airport terminals*. Montreal, Canadá, 1966.
5. ICAO. Anexo 10 – *Telecomunicações aeronáuticas*. 3. ed. Montreal, Canadá, 1972.
6. ICAO. Doc. 8295 – *Planejamento e estabelecimento de rede de comunicações*. 3. ed. Montreal, Canadá, 1967.
7. ICAO. Doc. 8071 – *ILS*. 3. ed. Montreal, Canadá, 1972.
8. ICAO. Anexo 6 – *Operação de aeronaves*. 3. ed. Montreal, Canadá, 1972.
9. ICAO. Anexo 16 – *Ruído das aeronaves*. 1. ed. Montreal, Canadá 1971.

10. ICAO. Anexo 11 — *Serviços de trânsito aéreo*. 6. ed. Montreal, Canadá, 1970.
11. ICAO. Doc. 7920 — *Manual de aeroporto*. 4. ed. Montreal, Canadá, 1969.
12. ICAO. Doc. 4444 RAC — *Regulamento do ar e serviços de trânsito aéreo*. 10. ed. Montreal, Canadá, 1970.
13. Moss, W. *Special aspects of jet statistics*. Paper for international air safety seminar, Anaheim, Califórnia, 1968.
14. Schriever, Bernard A. & Seifert, William W. *Air transportation 1975 and beyond*. N. Y., MacGraw-Hill, 1967.
15. Vickers, T. K. *Vistol navigation in high density terminal area*. N. Y. Institute of Navigation, 1967.

ARQUIVOS MODERNOS — Princípios e Técnicas

de T. R. Schellenberg

“Os arquivos não são, de maneira alguma, cemitérios de documentos velhos e esquecidos. A qualidade essencial dos arquivos está em que registram não somente as realizações, mas também os processos pelos quais foram efetuados.”

Essas palavras de T. R. Schellenberg demonstram sua preocupação em transformar os arquivos em elementos vivos da administração, a serviço do desenvolvimento e do bem-estar público. Seu livro, que aparece em boa hora no Brasil, procura neutralizar os efeitos negativos decorrentes do predomínio de uma bibliografia européia sobre arquivos, que nem considera as realidades dos países novos, nem elabora e soluciona os problemas decorrentes da entronização de uma moderna tecnologia.

Pedidos para a livraria da Fundação Getulio Vargas. Praia de Botafogo, 188, C.P. 21.120 — ZC-05 — Rio de Janeiro, GB.