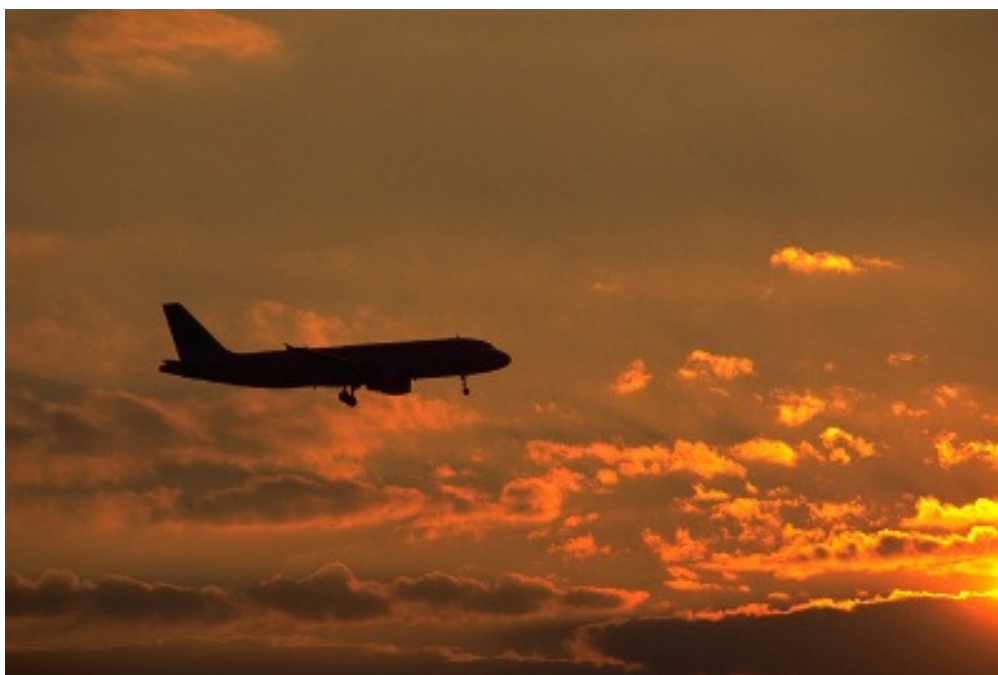


O Impacto Ambiental do Transporte Aéreo

Na primeira década do século XXI, a aviação comercial é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento da sociedade. As contribuições para o desenvolvimento econômico, para a comunicação entre povos e culturas, para a integração da sociedade global e para o bem estar da população são benefícios reconhecidos por todos.

Segundo dados do *Air Transport Action Group* (ATAG), o sistema de transporte aéreo mundial move 2.400 milhões de passageiros por ano, incluindo 40% de turismo internacional; transporta 35% do comércio internacional; cria aproximadamente 32 milhões de postos de trabalho; e gera impacto econômico anual de 3.560 milhões de dólares, o que equivale a 7,5% da riqueza mundial.

Em contrapartida, podemos destacar consequências negativas, causadas pelo impacto ambiental: o consumo de combustíveis fósseis, o ruído, e a contaminação proveniente dos reatores, elementos preocupantes para a questão da sustentabilidade da indústria.



EFEITOS AMBIENTAIS

Ao estudar as repercussões ambientais do transporte aéreo, é necessário distinguir os efeitos locais - que atingem as zonas próximas ao local de operação de aeronaves - e os efeitos globais - que influenciam as condições ambientais do planeta Terra. Entre os primeiros, destaca-se o ruído nas adjacências dos aeroportos, efeito que apenas recentemente tem sido preocupação primordial das autoridades aeronáuticas, fabricantes de aeronaves, operadores

aeroportuários, companhias aéreas e, evidentemente, das comunidades residentes no entorno.

Um segundo elemento a ser controlado são as emissões que prejudicam a qualidade do ar. O combustível mais utilizado na aviação comercial, o querosene, produz, devido a sua combustão, uma série de produtos que podem deteriorar-se em alta concentração - a qualidade do ar, tornando-o perigoso para os seres vivos. Os principais elementos nocivos são o monóxido de carbono, os hidrocarburetos gasosos não queimados, os óxidos de nitrogênio e as partículas sólidas visíveis que formam o humo.

O terceiro aspecto do impacto local são as ocupações dos terrenos, começando por aqueles necessários à infraestrutura aeroportuária, com servidão aeronáutica, zonas de proteção acústica e efeitos de contaminação luminosa, seguidos pelo espaço aéreo reservado a voos comerciais e faixas do espectro radioelétrico destinadas às comunicações da aviação civil.

As principais alterações de alcance global envolvem o consumo de matérias-primas não renováveis, dentre as quais se destacam os derivados do petróleo empregados como combustíveis (querosene e gasolina de aviação) e alguns metais importantes para a indústria aeronáutica, como o titânio. A outra grande vertente dos efeitos globais é a contribuição do transporte aéreo para o aquecimento da terra, através das emissões de dióxido de carbono e outros produtos da combustão.

A REDUÇÃO DO RUÍDO AERONÁUTICO

A opinião pública começou a preocupar-se com o aumento do ruído nas adjacências dos aeroportos no início dos anos 60, devido ao grande crescimento do tráfego aéreo e à generalização do uso de motores comerciais, que necessitavam de pistas maiores, cujo ruído afetava grandes extensões no entorno dos aeroportos.

A primeira solução proposta foi implementar a certificação acústica dos novos modelos de aviões à medida que fossem entrando em serviço. A partir de 1971, os motores civis necessitavam respeitar os níveis acústicos máximos estabelecidos no Anexo 16 da Convenção de Chicago, para que fosse outorgado o certificado de tipo que permitia a produção em série de cada modelo. A certificação se realizava mediante ensaios de voo, medindo-se o ruído em três pontos: um situado abaixo da trajetória de decolagem, outro na lateral da pista e o último abaixo da trajetória de aproximação.

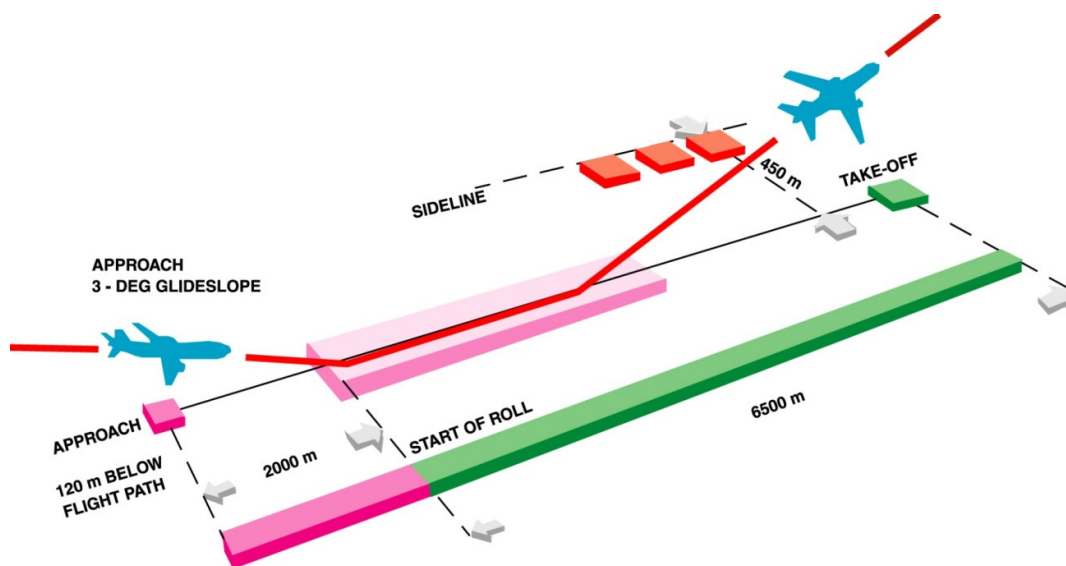


Figura 1. Esquema de ensaio de certificação acústica de uma aeronave civil. Os pontos de medida *Approach* e *Takeoff* são fixos, enquanto que o lateral *Sideline* corresponde ao ponto em que o ruído é maior, a distância da linha situada a 450 metros, em paralelo ao limite da pista.

Os níveis máximos de ruído estabelecidos no Anexo 16 tinham como objetivo “pressionar” os fabricantes de aeronaves a utilizarem tecnologia acústica mais eficaz ao projetarem seus novos modelos. À medida que os engenheiros introduziam técnicas mais avançadas, o Comitê de Meio Ambiente da OACI, CAEP (*Committee on Aviation Environmental Protection*) revisava os limites máximos permitidos a fim de aumentar as exigências, em paralelo às melhorias técnicas. Estes princípios estão descritos em diferentes capítulos do Anexo. Assim, os modelos certificados a partir de 1971 devem cumprir os limites estabelecidos no Capítulo 2; os certificados depois de outubro de 1977, os do Capítulo 3; e, finalmente, a partir de janeiro de 2006, entrou em vigor o Capítulo 4, que representa a tecnologia acústica atual. As normas para a certificação acústica de aviões a turboélice, helicópteros e outras aeronaves estão descritas em outros capítulos do Anexo 16.

Com a redução progressiva da intensidade sonora emitida pelas aeronaves, o número de pessoas afetadas foi diminuindo com o tempo, apesar das elevadas taxas de crescimento do tráfego aéreo. No entanto, as políticas de uso do solo aplicadas no entorno dos aeroportos tem-se revelado pouco eficazes ao prevenir o assentamento de residências em áreas afetadas pelo ruído, pois o problema não foi reduzido na mesma proporção que ocorreram as melhoras do nível de ruído na fonte. Outro fator relevante é a própria natureza do ruído, cuja magnitude depende tanto de elementos físicos como a intensidade da emissão e as condições meteorológicas para a transmissão do som pelo ar, como de elementos psicológicos relativos às perturbações causadas.

Em 2001, a OACI aprovou diretrizes gerais sobre a política contra o ruído, batizada de “Abordagem equilibrada” (*Balanced Approach*), com o objetivo de reduzir o número de pessoas seriamente afetadas pelo ruído aeronáutico. A abordagem equilibrada pretende contemplar as condições particulares de cada aeroporto nas normas de aplicação geral para a

atenuação do impacto acústico. A ideia central é buscar a máxima eficiência mediante o uso de instrumentos mesclados, agrupados em quatro categorias:

- Redução do ruído na fonte
- Melhorias nos procedimentos operativos
- Políticas de uso do solo
- Restrições às operações

Cada aeroporto deve utilizar uma combinação destas medidas, que consiga os melhores resultados no que tange à proteção acústica, ao menor custo possível para todos os envolvidos (aeroporto, companhias aéreas, órgãos da administração pública nacional, local, e residentes). A OACI recomenda que as restrições às operações sejam o último recurso utilizado, já que implicam uma limitação na capacidade do aeroporto e uma possível distorção dos programas de voo das companhias que ali operam.

A política da abordagem equilibrada propagou-se em vários países. Em 2002, a União Europeia considerou-a lei por meio da Diretriz 2002/30/EC, que exige comprovação de aplicação da abordagem sempre que for construído um novo aeroporto, houver ampliação da capacidade existente ou ocorrerem mudanças substanciais na forma de operação das infraestruturas aeroportuárias.

CONTAMINAÇÃO DO AR NAS ZONAS AEROPORTUÁRIAS

As atividades aeroportuárias geram substâncias contagiosas que podem deteriorar a qualidade do ar no entorno. As concentrações máximas das substâncias mais perigosas devem ser reguladas por normas de cada país ou região. Diferentemente do ruído, primordialmente dependente dos movimentos das aeronaves, contribuem para a contaminação do ar muitas outras fontes, tais como os equipamentos de pista, os terminais e outros edifícios, e os meios de transporte utilizados para que a população chegue ao aeroporto. Em muitos casos, os sistemas de medição e controle não permitem distinguir as diversas origens de cada emissão.

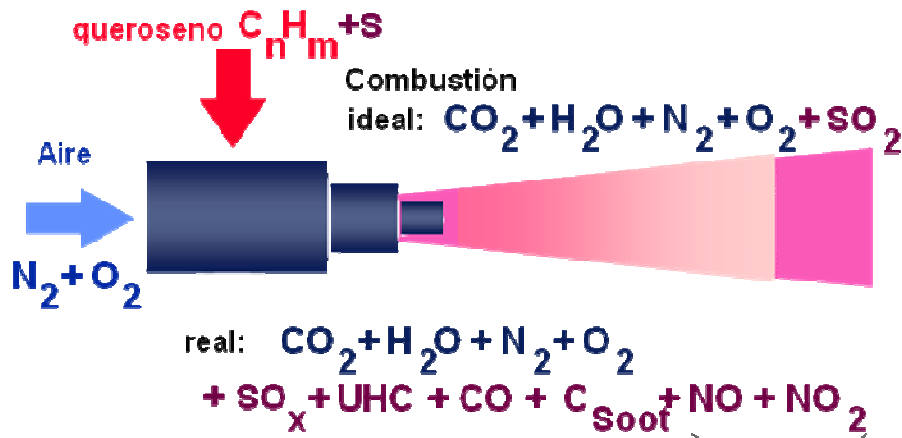


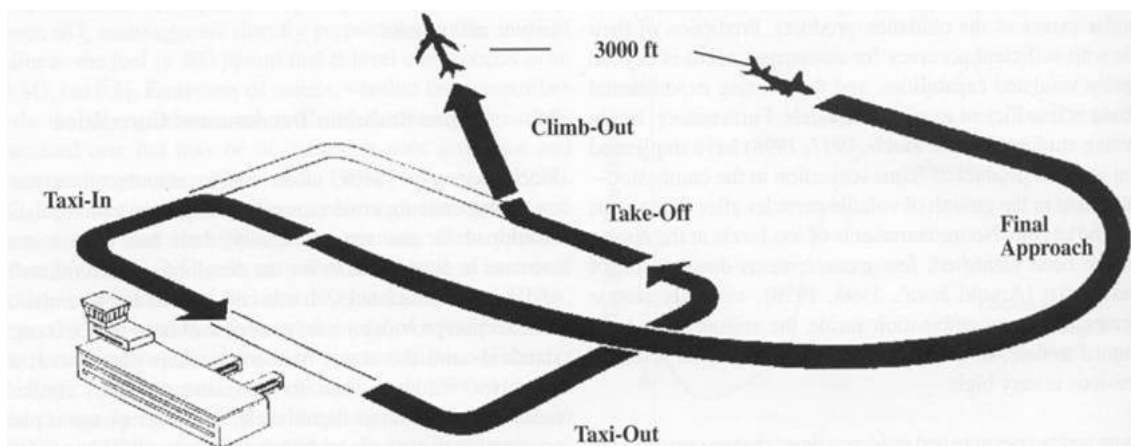
Figura 2. Resumo dos produtos da combustão de querosene da aviação. Em condições ideais de mistura perfeita, gera-se somente CO₂, vapor d'água, ar (nitrogênio e oxigênio) e pequenas quantidades de óxidos de enxofre. Na prática, a eles incorpora-se o CO, os hidrocarburetos não queimados, as partículas de carbono e os óxidos de nitrogênio.

Em 1980, foi publicada a segunda parte do Anexo 16 da Convenção de Chicago, que exigia que os novos motores civis fossem certificados antes de usados no serviço comercial, demonstrando cumprir com os valores máximos das quatro substâncias contagiosas:

- Monóxido de carbono (CO)
- Hidrocarburetos gasosos não queimados (UHC)
- Óxidos de nitrogênio (NO_x)
- Partículas sólidas (C, humo)

A certificação ocorre medindo-se as emissões dos produtos por meio de simulação do ciclo do motor (LTO *Landing Takeoff*), na qual se reproduzem as formas de funcionamento de um ciclo de aproximação, aterrissagem, preparação de chegada, preparação de saída, decolagem e subida inicial, a 3.000 pés sobre o aeroporto. Em cada manobra se assume empuxo característico do motor e um tempo de funcionamento, razoavelmente adequado à fase de voo a que se refere. Os valores certificados são mantidos em banco de dados acessível ao público em geral.

A obrigação legal de certificação das emissões afeta os motores com empuxo máximo certificado maior de 27,4 kiloNewtons (aproximadamente 6.000 libras). Existem também números sobre turboélices, não certificados oficialmente, incluídos em banco de dados mantido pelas autoridades de aviação civil da Suécia.



Fase operativa	Empuxo	Duração (minutos)
Decolagem	100 % Foo	0,7
Subida	85 % Foo	2,2
Aproximação	30 % Foo	4,0
Taxi/marcha lenta	7 % Foo	26,0

Figura 3. Manobras incluídas no Ciclo LTO para certificação de novos motores, com seus tempos e níveis de empuxo (Foo é o empuxo máximo certificado do motor)

A evolução histórica das quatro substâncias contaminantes tem sido relativamente diferente. O monóxido de carbono, os hidrocarburetos gasosos e as partículas sólidas são resultado de imperfeições da mistura de ar e querosene durante o processo de combustão. As melhorias no desenho dos motores têm reduzido substancialmente as emissões. Os motores atualmente fabricados emitem vinte vezes menos substâncias do que quarenta anos atrás. O desaparecimento dos rastros fumaça dos reatores na decolagem é prova evidente das melhorias alcançadas.

Os óxidos de nitrogênio não dependem do combustível utilizado porque são formados pela combinação de dois componentes do ar, graças às altas temperaturas alcançadas dentro das câmaras de combustão. A eficiência energética dos reatores (consumo por unidade de empuxo) aumenta com a temperatura máxima de combustão que, por sua vez, é limitada pelas características mecânicas da primeira parte da turbina. A melhora contínua na metalurgia permite que o motor funcione com maiores temperaturas e diminua o consumo de combustível, em vez de aumentar a formação de óxidos de nitrogênio.

Os avanços limitados na redução desta substância contaminante - comparados aos obtidos com outras substâncias - têm feito com que suas emissões sejam agora dominantes. Desde 1980, o Anexo 16 foi modificado três vezes para reduzir os limites legais de certificação dos óxidos de nitrogênio. A norma mais recente aplica-se a motores fabricados a partir de janeiro de 2008 e exige valores 40% menores do que os estabelecidos na norma original.

A grande maioria dos programas de investigação atuais, tanto os públicos como os privados, dão grande importância à redução das emissões de óxido de nitrogênio. Por exemplo, o programa europeu ACARE pretende desenvolver câmaras de combustão que permitam aos motores certificados a partir do ano de 2020 serem certificados com níveis máximos três vezes menor que os atuais.

USO DO SOLO

Em comparação às necessidades de outros meios de transporte, tais como os rodoviários e ferroviários, o transporte aéreo utiliza poucos terrenos para sua infraestrutura. Desconsiderando as instalações menores, como os centros de controle e suas antenas, as instalações aeroportuárias, pistas, terminais e serviços anexos ocupam áreas muito menores do que as necessárias para autopistas e estações ferroviárias. Na União Europeia, por exemplo, a infraestrutura do transporte utiliza 1,2% da superfície total, enquanto que os aeroportos, por sua vez, usam 1% do solo dedicado aos transportes, apenas uma milésima parte do total.

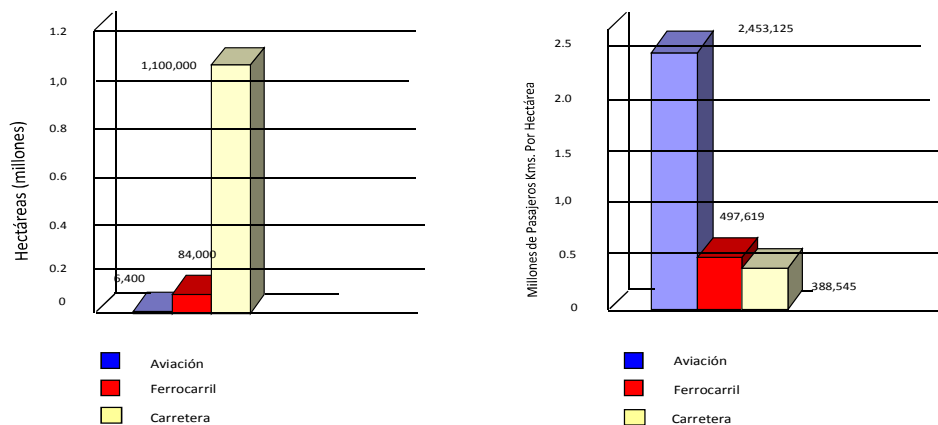


Figura 4. Comparação da ocupação do solo na União Europeia pela infraestrutura dos diferentes modos de transporte. A produtividade (figura da direita), em termos de passageiro-quilômetro por hectare é notoriamente superior no modal aéreo.

Embora os números sejam modestos, a capacidade das zonas aeroportuárias em converterem-se em pontos de atração de atividades econômicas de comunicação, comércio e serviços faz com que nos terrenos próximos, comece a ser construídos prédios comerciais, instalações industriais e residenciais. Há uma “tensão” contínua entre o crescimento do aeroporto e o desenvolvimento de seu entorno, sendo o uso do solo o problema central.

As chamadas zonas de servidão aeronáutica - áreas próximas às pistas cuja utilização para outros fins seria uma ameaça à segurança das operações - devem ser rigorosamente respeitadas em todos os países, estando sob a responsabilidade de autoridade com poderes em âmbito nacional. Os problemas ambientais, no entanto, especialmente o ruído, podem ser controlados por autoridades municipais, não precisam receber proteção tão explícita, o que poderia criar um conflito de difícil solução entre o aumento do valor dos terrenos (por estarem situados perto do aeroporto) e sua desvalorização, como consequência do ruído aeronáutico.

Vários aspectos importantes sobre o impacto ambiental devem ser destacados, tais como a degradação dos ecossistemas, a contaminação do solo e de aquíferos, o impacto paisagístico e a interferência na flora e fauna. A operação aeroportuária é incompatível com alguns tipos de fauna, em particular aves que podem ser “sugadas” pelos motores das aeronaves. O afastamento das aves pode ser feito de diversas formas, mas é necessário que se evite, sobretudo, o crescimento de vegetação que favoreça a construção de ninhos e alimentação, ou possa abrigar as aves durante períodos de migração.



A contaminação do solo e dos aquíferos deve ser contida dentro dos limites aeroportuários, impedindo, assim, que resíduos de combustível, líquido hidráulico, substâncias para o processo de degelo, azeites, etc. misturem-se com as águas pluviais e filtrem-se até os aquíferos.

O espaço aéreo utilizado pela aviação comercial é pequeno, sem considerar os voos militares, geralmente muito menos frequentes. Não é o mesmo caso do espaço radioelétrico, cujas bandas destinadas especificamente a comunicações aeronáuticas (VHF COM) correm perigo de saturação. Algumas possíveis soluções que contemplariam o uso compartilhado de outras áreas do espectro radioelétrico, possivelmente com a aviação militar, estão em estudo.

O CONSUMO DE MATERIAIS NÃO RENOVÁVEIS

A aviação é um importante “cliente” da indústria petrolífera. O conteúdo típico de um barril de petróleo é de 43% de gasolina de automação, 23% de diesel e petróleo, 16% de óleos lubrificantes e asfaltos e 11% de resíduos. Os 7% restantes são de querosene e gasolina de aviação, com alta octanagem. Estas proporções são consequência das demandas do mercado e da composição do petróleo, podendo as porcentagens ser alteradas de acordo com as necessidades, mas sempre respeitando uma margem moderada.

Atualmente a aviação consome em torno de 12% do combustível destinado aos transportes. Em 2006 foram consumidos 217.754 litros de querosene de aviação, com custo de 112 milhões de dólares americanos, cifra equivalente ao Produto Interno Bruto de um país do tamanho da Hungria.

O problema do transporte aéreo é que não se vislumbra a possibilidade de substituir o querosene a curto ou médio prazo por outro combustível equivalente, produzido em quantidade suficiente para atender à demanda mundial. As condições de poder energético por unidade de peso e volume, temperatura na qual permanece em estado líquido, viscosidade, e facilidade de transporte tornam a substituição do querosene muito difícil.

As tentativas atuais priorizam combustíveis sintéticos, derivados de carbono ou gás, através do processo Fischer-Tropsch, ou de matéria orgânica, como o álcool vegetal ou destilado de alguns arbustos como a jatrofa e a camelina. Embora os testes pareçam satisfatórios, o equilíbrio energético resultante da obtenção de querosene artificial e o rendimento do cultivo de plantas destinadas ao biocombustível ainda deixam muito a desejar.



Figura 5. Plantação de jatrofa na Malásia

Outra matéria prima essencial para a indústria aeronáutica é o titânio, presente em muitos componentes metálicos extremamente rígidos e resistentes a altas temperaturas, utilizados na fabricação de aviões e motores comerciais. Nos últimos anos, a empresa norte-americana Boeing tornou-se a maior compradora de titânio do mundo, e tanto ela como a sua concorrente, a Airbus, têm feito acordos de abastecimento com a Rússia, país que detém as maiores reservas mundiais do metal.

A título de curiosidade, a aviação é o último usuário de Halon, clorofluorcarboneto (CFC) utilizado como agente extintor de incêndios em aeronaves, cuja produção foi proibida pelo Protocolo de Montreal (1987) por ser nocivo à camada de ozônio. Da mesma forma como ocorria com o querosene, o Halon possui capacidade de extinção por unidade de peso e volume superior a qualquer outra substância. Na época de sua proibição, todo o Halon disponível no mundo foi concentrado em reservas especiais, destinadas a usos insubstituíveis, tais como o da aviação. Até o momento, tanto os aviões civis como os militares utilizam extintores de Halon. A Airbus anunciou que seu futuro A350, que deverá iniciar suas operações em 2013, empregará um novo agente extintor, não prejudicial à camada de ozônio.

AVIAÇÃO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A necessidade de ações internacionais coordenadas, a fim de prevenir mudanças climáticas, foi concretizada com a aprovação do Convênio Marco das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) em 1992, que entrou em vigor em 1994. Sob seu patrocínio, começou-se a tomar iniciativas, acordadas em sucessivas reuniões da Conferência das Partes (COP), o braço executivo do Convênio.

Em dezembro de 1997, a terceira reunião da COP em Kyoto, Japão, aprovou os primeiros programas quantitativos de redução das emissões de efeito estufa dos países desenvolvidos, com o objetivo de atingir, em 2012, redução de 95% das emissões de 1990. O Protocolo de Kyoto entrou em vigor em fevereiro de 2005 e apontava seis substâncias (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) a limitar, tais como os gases de efeito estufa direto (GEI, sigla em inglês), dentre as quais a aviação produz somente o dióxido de carbono (CO₂).



Além do acordo para reduzir 5% da emissão de GEI, o Protocolo de Kyoto estabelecia objetivos individuais para cada país desenvolvido, incluídos no Anexo 01 ao texto. Os Estados devem realizar anualmente o inventário de GEI emitido em seu território. O CO₂ proveniente de voos nacionais (decolando e aterrissando em aeroportos situados dentro do país) estava, por conseguinte, incluído nos objetivos de redução. Não obstante, os países participantes do Protocolo não entraram em acordo quanto ao GEI emitido por voos internacionais e pela navegação marítima internacional. Nestes casos, foi acordado que as respectivas organizações internacionais, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) e a Organização Marítima Internacional (OMI), determinariam a melhor forma de controlar as emissões.

Seguindo estas instruções, a OACI incumbiu o Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC) a realizar estudo sobre o impacto ambiental da aviação na atmosfera. O informe,

publicado em 1999 com o título *Aviation and the Global Atmosphere*, reúne os conhecimentos da comunidade científica, fabricantes de aviões, companhias aéreas e Autoridades Aeronáuticas sobre o tema e é referência indispensável a desenvolvimentos futuros e trabalhos de investigação.

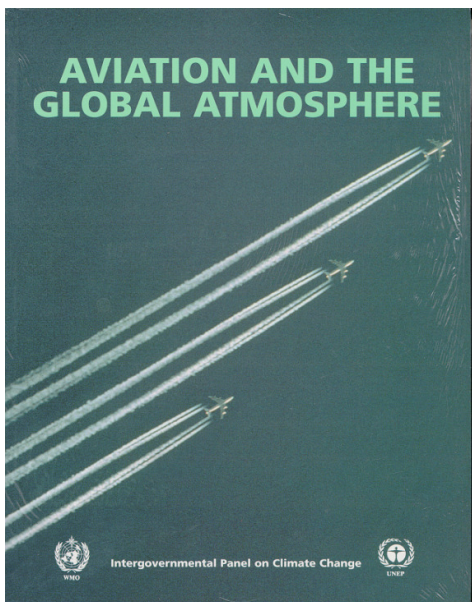


Figura 6. Mais de 350 especialistas trabalharam na confecção do informe, publicado em 1999 pela Cambridge University Press.

A análise detalhada das emissões da aviação revela que, mesmo sendo apenas o CO₂ o único GEI emitido por aviões comerciais, outras substâncias podem também trazer efeitos indiretos por atingirem altas camadas da atmosfera. O informe do IPCC identifica possível influência dos óxidos de nitrogênio, vapor de água, compostos de enxofre e partículas sólidas, ainda que, em alguns casos, o conhecimento científico sobre os efeitos seja pequeno. Uma primeira avaliação quantitativa, baseada em volumes de emissões calculados para o ano de 1992, considerava ser a aviação responsável por 3,5% do aquecimento atmosférico procedente de atividades humanas e, levando-se em conta as elevadas taxas de crescimento previstas, a proporção aumentaria para 5% em 2050.

Em 2004, foi realizado novo estudo, comparando os números resultantes do informe do IPCC - e levando em consideração os incrementos de tráfego aéreo entre 1992 e 2000 - à quantificação *ex novo* baseada nos conhecimentos científicos recentemente adquiridos. Os resultados demonstraram ser a influência da aviação um pouco menor do que inicialmente calculado, mantendo-se, em 2000, porcentagens parecidas às atribuídas ao ano de 1992. Dos 3,5%, aproximadamente 2% são efeito direto do CO₂ e 1,5% correspondem aos efeitos indiretos do restante das emissões.

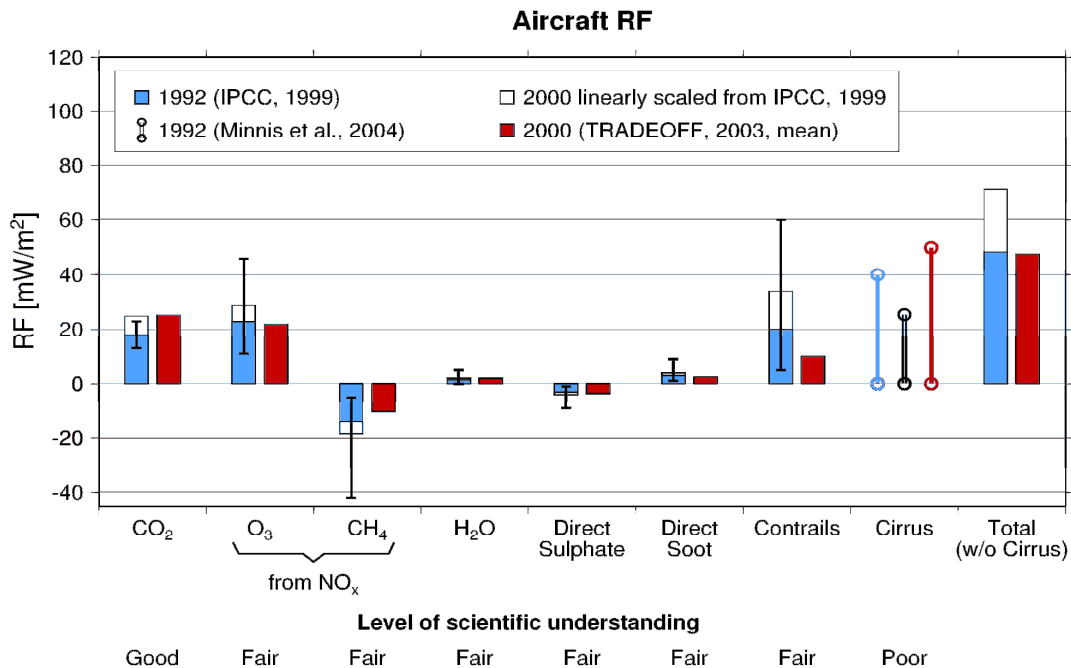


Figura 7. Resumo da revisão dos efeitos da aviação sobre as mudanças climáticas (R. Schumann e outros, 2004). Valores positivos de RF implicam aquecimento e valores negativos, esfriamento. As colunas azuis fornecem dados do informe de 1999 com informações de 1992; as brancas, dados de 2000. As colunas vermelhas representam o novo cálculo do ano de 2000. A linha inferior tenta definir em uma só palavra o nível de conhecimento alcançado sobre cada efeito. No caso das nuvens cirro, sabe-se tão pouco que sua avaliação é excluída da soma total.

O trabalho dos cientistas para avaliar os efeitos indiretos não é fácil. Os óxidos de nitrogênio, por exemplo, ajudam a criar ozônio (aquecimento), mas destroem metano (esfriamento); o vapor de água e as partículas causam pequenos efeitos de aquecimento, enquanto que os compostos de enxofre tendem a esfriar a atmosfera. No entanto, as maiores incertezas estão na possibilidade de que os rastros de condensação dos reatores (efeito de aquecimento) originem aumento de nebulosidade, especialmente de nuvens cirro. Se a resposta for afirmativa, este seria um efeito importantíssimo que modificaria a percepção atual do problema.

Outra dificuldade está no cálculo do efeito acumulado das emissões. A vida média das partículas de CO₂ gira em torno de cem anos, enquanto que os óxidos de nitrogênio podem viver minutos e os rastros de condensação, horas. As análises do IPCC foram feitas empregando-se uma unidade instantânea, RF (*radiative forcing*), que não serve para descrever o fenômeno ao longo do tempo. Não há ainda consenso sobre a melhor unidade para o cálculo agregado de todos os GEI.

INSTRUMENTOS DE MERCADO

As discussões no seio da OACI sobre a melhor forma de limitar o impacto da aviação sobre as mudanças climáticas vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos, sem chegar a produzir um plano de ação concreto. Se há um acordo sobre a impossibilidade de aplicar regulamentações diretas, como no caso do ruído e proteção da qualidade do ar local, pois não há padrões mundialmente aceitos sobre como certificar o consumo de combustível e emissões em voo de aviões comerciais.

O CAEP estudou com detalhes os aspectos técnicos, econômicos, ambientais e legais do uso de instrumentos de mercado, agrupados em quatro tipos distintos: acordos voluntários, impostos, taxas e comércio de emissões. Os resultados demonstram claramente que, se não forem estruturados acordos voluntários entre companhias aéreas, aeroportos, passageiros, fabricantes de aeronaves, e administradores, acordos esses eficazes em curto prazo, a melhor solução é o sistema de comércio de emissões, que permita minimizar custos sem impedir por completo o crescimento da aviação comercial.

O comércio de emissões é um dos mecanismos previstos pelo Protocolo de Kyoto para o cumprimento de compromissos por parte dos Estados. De modo simplificado, consiste em estabelecer um limite de emissões para cada participante, de modo que se este conseguir manter-se abaixo do definido pode vender os direitos que lhe “sobram” a participantes que tenham excedido o volume de emissões. Desta forma, o sistema assegura que empresas eficientes continuem sendo incentivadas a reduzir suas emissões, pois podem lucrar com a venda das “sobras”. As menos eficientes ou com grande taxa de crescimento podem escolher entre investir mais na redução de emissões ou adquirir direitos de outras. Assim, consegue-se que o custo da diminuição das emissões seja mínimo porque as reduzirão os setores que assim julgarem rentável o negócio. Na Europa, o comércio de emissões está em funcionamento desde 2005, incluindo empresas dos seguintes setores: metalúrgico, energético, mineral, químico, da indústria de celulose, de madeira, e de cimento, incluindo aproximadamente 50% de todos os GEI produzidos no continente.

Em relação aos trabalhos da OACI, até o momento foi impossível alcançar um acordo mundial para incluir a aviação comercial em um sistema de comércio de emissões (ETS). Na Assembleia de outubro de 2007, a organização aprovou metodologia a ser utilizada pelos Estados envolvidos. A União Europeia aprovou em dezembro de 2008 uma Diretiva na qual todos os voos civis decolando ou aterrissando em território da EU entrariam no sistema ETS europeu a partir de 2012. O objetivo é manter as emissões de CO₂ em níveis médios anuais do triênio 2004-2006. Os operadores devem começar a reunir dados das emissões e de tráfego no ano de 2010, a fim de solicitar, no ano seguinte, seus direitos de voo para 2012.

A metodologia de cálculo, informação e verificação da EC é muito similar à recomendada pela OACI, exceto em relação a um ponto importante: a OACI recomenda aplicar o ETS somente aos Estados que queiram aderir ao sistema, enquanto que a norma europeia é aplicável a todos os voos que toquem solo europeu, independentemente do país de matrícula da aeronave. A OACI criou um grupo negociador para tentar firmar compromisso antes da próxima Assembleia geral, em 2010, que possa prevenir possíveis conflitos diplomáticos.

RUMO AO TRANSPORTE AÉREO SUSTENTÁVEL

O conjunto de todas as medidas técnicas, leis e econômicas para limitar o impacto do transporte aéreo sobre o meio ambiente tem como objetivo final fazer com que a atividade seja sustentável em longo prazo.

As definições sobre sustentabilidade são bastante variadas, porém a mais aceitável poderia resumir-se a: “assegurar as necessidades atuais da humanidade, sem por em risco as das gerações futuras”. Mesmo de caráter ambíguo (Quem é capaz de prever as necessidades da humanidade dentro de duas ou três gerações?), a ideia traz consequências para o transporte aéreo, nas áreas de consumo de energia e mudanças climáticas.

A tecnologia aeronáutica tem conseguido, nos últimos vinte anos, que a eficiência energética do sistema de transporte aéreo mundial, medida em toneladas-kilômetro transportadas por litro de combustível consumido, tenha melhorado 2% anualmente, taxa considerável. O êxito pode ser ainda mais destacado devido ao aumento de 5% do volume de tráfego anual, enquanto que o consumo global apresenta taxa de crescimento de 3%. Por isso, algumas organizações ecológicas reivindicam o limite de crescimento por meio de impostos sobre a viagem aérea ou diretamente mediante cotas de viagem por cidadão.

Ainda que muitas destas reclamações careçam de possibilidades de aplicação prática, não ocultam o problema: a aviação comercial não pode ficar indiferente aos esforços de outros setores econômicos em reduzir o impacto sobre as mudanças climáticas. É necessário modificar o sistema de maneira que seja possível desacoplar o crescimento do tráfego do contínuo aumento de emissões de GEI. E este objetivo não pode ser alcançado com base em um só elemento, seja tecnológico, legal ou econômico, mas necessita unir todos os mecanismos disponíveis, o que pode exigir períodos extensos de investigação, desenvolvimento e aplicação.

Da mesma maneira como ocorreu com o ruído, tem-se aceitado a teoria da aproximação equilibrada. Em relação às emissões, há quatro elementos a aplicar e desenvolver:

- Investigação e desenvolvimento da tecnologia mais eficiente
- Melhora da infraestrutura aeroportuária e navegação aérea
- Ótimos procedimentos operativos
- Aplicação de mecanismos de mercado

Um último e importante aspecto são as interdependências entre os aspectos ambientais, caso apliquem tecnologias ou procedimentos de efeitos contrapostos. Por exemplo, a ótima configuração avião-motor para ruído pode aumentar o consumo de combustível, ou o aumento das temperaturas de combustão para melhorar a eficiência energética pode produzir mais óxidos de nitrogênio. A redução do impacto ambiental é um campo que necessita cada vez mais de especialistas e *experts* com clara visão do conjunto de problemas.



Figura 8. Desenho preliminar de um avião de 150 lugares, a substituir os atuais A320 e B737, que foi produzido com o objetivo de reduzir ao máximo o impacto ambiental.

Nos próximos anos, haverá importantes novidades nesta área. A sociedade presta cada vez mais atenção às consequências ambientais de seu modo de vida. E a aviação, por sorte ou desgraça, é um setor de grande visibilidade pública. A tecnologia promete trazer novidades interessantes no campo do desenho aerodinâmico, materiais, propulsão, combustíveis e navegação aérea, algumas muito próximas e outras cuja aplicação está ainda longe de ocorrer. A atual crise econômica, cuja repercussão negativa para a indústria é evidente, traz apenas um elemento positivo: diminui a velocidade do crescimento e nos fornece tempo adicional para a aplicação de novos conceitos. É trabalho de todos os profissionais do setor aeronáutico aproveitar esta pequena trégua.



Arturo Benito, abril de 2009.