



A AVIAÇÃO NO SÉCULO DO AQUECIMENTO GLOBAL

O tráfego aéreo está aumentando em todo o mundo, mas uma ameaça paira no ar: o aquecimento global poderá frear o crescimento da aviação comercial.

Por: Solange Galante

Os problemas com o meio ambiente estão colocando a aviação comercial no banco dos réus. Através da internet, cada pessoa pode calcular a parcela de poluição que produz por seus hábitos de vida, dos alimentares aos meios de transporte utilizados, e verificará que as viagens aéreas sempre têm enorme peso nos resultados. Até já existem recomendações para que, sempre que possível, o passageiro troque o avião pelo trem. Aviões consomem grande

quantidade de combustível, que vai para a atmosfera sob a forma de CO₂ (dióxido de carbono), colaborando para o tão comentado aquecimento global. Basta lembrar que uma medição da temperatura atmosférica nos Estados Unidos nos três dias após os atentados de 11 de setembro de 2001, quando todas as aeronaves civis daquele país estavam proibidas de voar, mostrou que mais temperaturas baixas apareciam na escala da variação térmica diária,

Nos três dias que se seguiram ao ataque terrorista de 11 de setembro de 2001 nenhuma aeronave civil decolou ou pousou em aeroportos dos Estados Unidos. Os aeroportos ficaram lotados de aviões. Foi o suficiente para se perceber a influência da aviação no clima daquele país. A amplitude térmica (diferença entre as temperaturas diurna e noturna) foi de cerca de 1 grau Celsius.



A aviação civil é responsável por cerca de 2% a 3,5% das emissões mundiais de gases poluentes, muito menos do que outros meios de transporte emitem. Mas o tráfego aéreo cresce de forma acelerada, aumentando as emissões.

O ataque terrorista de 11 de setembro foi um divisor na história da aviação comercial, inclusive em relação aos estudos das emissões de dióxido de carbono pelos aviões.

bem diferente do que ocorre com intenso tráfego aéreo.

A polêmica que está no ar teve início com o Protocolo de Kyoto, assinado na cidade japonesa de mesmo nome. Trata-se de um acordo internacional que estabelece metas de redução de gases poluentes para os países industrializados para reduzir o efeito estufa. Baseado nos princípios do Tratado da ONU sobre Mudanças Climáticas, de 1992, o protocolo entrou em vigor oficialmente em 2005. Está assinado por quase 170 países, mais de trinta deles industrializados, com o compromisso de redução, entre

2008 e 2012, da emissão de CO₂ em 5,2% em relação aos níveis de 1990.

No caso específico do transporte aéreo, segundo estudo do Instituto Brasileiro de Estudos Estratégicos e de Políticas Públicas em Transporte Aéreo, está previsto que as políticas para tornar mais eficientes as viagens aéreas com o uso de novas tecnologias e novos padrões de consumo de combustível farão com que haja uma redução mundial de emissões de poluentes de 23% até 2010 e 53% até 2020, mesmo considerando-se a expansão do transporte aéreo. Mas as previsões de que a aviação

conseguirá reduzir por conta própria a emissão de poluentes ainda não convence todo mundo. Em 2002, a Comissão Real Britânica sobre poluição ambiental estimou que as emissões da aviação comercial já eram "a maior contribuição para o aquecimento do planeta" e pediu urgência aos governos para elaborarem políticas que privilegiem o uso do trem.

O próprio protocolo de Kyoto abrangeria apenas as aterrissagens e decolagens, deixando de fora todos os vôos que cruzam o espaço aéreo de um país e que também contribuem para as alterações climáticas. A aviação civil é responsável por cerca de 2 a 3,5% das emissões mundiais de gases poluentes lançados pela

atividade humana. Os veículos terrestres emitem 22% do total e os navios mercantes europeus são responsáveis por 30% mais emissões de gases do que os aviões, mas a aviação é o setor que mais cresce e suas emissões, segundo a Comissão Européia, têm aumentado de forma acelerada. A Comissão calcula que, se esse crescimento se mantiver nos níveis atuais, as emissões de vôos internacionais com partida dos aeroportos europeus aumentarão, até 2012, 150% em relação a 1990.

O transporte aéreo internacional não foi incluído no esforço de redução de gases assumido pelos países signatários do Protocolo de Kyoto. Na época, não foi possível para a União

A British Airways vem aperfeiçoando a eficiência de sua frota quanto ao consumo de combustível e, desde 1990, tem reduzido as emissões de dióxido de carbono em mais de 55 toneladas. Ela foi pioneira entre as empresas aéreas que já aderiram ao comércio de créditos de carbono.



Fabricantes de motores aeronáuticos como a CFM International, Pratt & Whitney e Rolls-Royce estudam tecnologias para melhorar a eficiência dos motores. Especialistas afirmam que nos últimos 30 anos a aviação tem reduzido as emissões de CO₂ em 70%.



Europa (UE) adotar nenhuma medida para que as companhias assumissem o compromisso de promover reduções e isso ocorreu devido à rejeição das companhias americanas, que fizeram coro com o governo norte-americano, que rejeitou assinar o Protocolo. Outro problema seria saber a que país atribuir as emissões dos aviões: ao país da companhia aérea ou ao país da partida do voo? Mas a Comissão Europeia voltou a pensar em cobrar um preço pela poluição, atingindo não só as empresas aéreas europeias como também qualquer uma que voe para o velho continente. Com isso, surgiu um projeto visando diminuir a emissão de CO₂ pelas empresas aéreas, integrando-as aos esforços contra o aquecimento global, como, por exemplo, o comércio de créditos de carbono.

Com origem no Protocolo de Kyoto, esse comércio existe desde 2005. Na Europa, a UE emite licenças para a emissão de dióxido de carbono pelas empresas, sendo que aquelas que poluem menos e, portanto, não utilizam todas

as suas licenças, podem vendê-las para aquelas que não conseguem reduzir suficientemente as emissões. Um projeto de lei foi apresentado no final de 2006 incorporando a aviação ao comércio. Vãos dentro da UE deverão ser incluídos a partir de 2011 e os vôos de longo curso para aeroportos do bloco europeu ou a partir dele, no ano seguinte. Como era esperado, as companhias aéreas criticaram a proposta e alegaram que ela reduz a competitividade da região. A aviação civil europeia ficaria em desvantagem na concorrência mundial e o tráfego aéreo na UE se tornaria mais caro. A compra de créditos de carbono também aumenta o custo das companhias aéreas, diminuindo a lucratividade. O grau no qual as empresas podem investir para reduzir as emissões é limitado, forçando-as a comprar permissões. A consequência direta será o aumento do preço das passagens aéreas no continente. A única companhia aérea no mundo que já participa do comércio de créditos de carbono por decisão própria é a British Airways. Além disso, há sete anos a empresa britânica promove esse comércio como o caminho mais eficiente para que a aviação limite as emissões poluentes.

As emissões poluentes dos motores aeronáuticos podem ser reduzidas, mas o mesmo não ocorre com o vapor que forma os contrails. O tráfego aéreo intenso aumenta a permanência e a quantidade dessas trilhas no ar, que contribuem para o efeito estufa.

Progressos técnicos e eficiência

As mudanças no clima vão exigir da indústria de aviação um salto tecnológico semelhante ao da mudança dos turbojatos para os turbofans no final da década de 1960. Desde então, os aperfeiçoamentos na aviação foram apenas gradativos. Seja por pura economia ou também pela preocupação ambiental, ao longo das últimas décadas os motores dos aviões evoluíram muito, tornando-se menos poluentes e menos ruidosos. Mas o aumento do tráfego aéreo, decorrente de uma extraordinária redução de custos operacionais, praticamente anulou esse progresso técnico, contínuo mas pouco divulgado. Por exemplo, a CFM International, joint-venture entre a General Electric e Snecma, está desenvolvendo a tecnologia Leap 56 que, além de reduzir custos

de manutenção e ruídos e aumentar a vida útil de motores para narrow bodies, cortará as emissões poluentes em pelo menos 50%. A Pratt & Whitney e a Rolls-Royce estão de maneira semelhante estudando tecnologias para melhorar a eficiência dos motores. Contrariando as afirmações da Comissão Europeia, especialistas em aviação afirmam que nos últimos 30 anos a emissão de CO₂ pela aviação tem sido reduzida em 70%.

Por sua vez, em março último, o Ministro de Transportes alemão, Wolfgang Tiefensee, revelou que quer implantar taxas de aterrissagem proporcionais ao consumo de combustível dos aviões e promover um controle mais racional do tráfego aéreo, para evitar vôos longos e desnecessários. Uma melhor organização do tráfego aéreo permitiria reduzir as emissões e a despesa de combustível. A implantação de taxas de pouso em função do nível de poluição dos aviões, taxaria mais as frotas mais velhas e representaria um incentivo para o uso de aviões mais modernos. A chegada de aeronaves mais eficientes, como o Boeing 787, com menor consumo de combustível em 20% depende da renovação da frota atual. Só 5% da frota mundial deverá ser renovada anualmente, já que aviões têm uma vida média de 20 anos.

Baixas tarifas, baixos custos e alta taxa de dióxido de carbono

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) e o Painel Internacional de Mudança do Clima (IPCC) prepararam um estudo, publicado em 1999, sobre os efeitos mundiais das atividades aeroportuárias na atmosfera. Ele considerou o ano de 1990 como base e estimou que o crescimento do transporte aéreo seria mais rápido que a economia global, provavelmente 5% ao ano até 2050. A concorrência entre companhias eleva o consumo e dispara a emissão de CO₂. Os benefícios da renovação das frotas para torná-las mais eficientes e consumir menos combustível estariam sendo

anulados pelo aumento das viagens.

Também atua contra a poupança de energia a tendência (intensificada pelas companhias de baixo custo) de oferecer muitas frequências de vôo com aeronaves pequenas, em vez de efetuar menos vôos com aviões de maior capacidade. Um avião de 100 passageiros consome uma determinada quantidade de querosene mas se for substituído por outro com 200 passageiros não consumirá o dobro, porém muito menos. Porém, para se reduzir o número de vôos para agrupar os passageiros seria necessário mudar a mentalidade dos viajantes acostumados cada vez mais a escolher entre muitas frequências.

Boa parte do crescimento do tráfego mundial se deve justamente à criação de companhias aéreas de baixo custo, popularizando esse meio de transporte. A política de baixos custos aumenta o desperdício de energia: faz aumentar o congestionamento nos aeroportos, aumentando o tempo de taxiamento no solo e de espera em vôo para pousar. As low-costs tomam o lugar de meios de transporte menos poluentes e mais eficientes para percursos curtos, como o ferroviário. Na Europa essas empresas recebem generosas subvenções dos governos regionais que, na competição entre cidades, isentam de impostos as companhias de baixo custo a fim de atraí-las para os seus aeroportos locais.

Como o avião ecologicamente correto é uma alternativa ainda incipiente, na prática, o que podemos fazer hoje é sermos bons consumidores e tomar medidas para diminuir as emissões de CO₂ relacionadas às viagens. A mais drástica é deixar de viajar de avião, ou viajar apenas quando estritamente necessário e procurar empresas com melhores ofertas (os vôos provavelmente estarão mais cheios e a eficiência do transporte será maior) ou que sejam "ecologicamente corretas". Entre outras medidas, a British Airways tem aperfeiçoado a eficiência de sua frota quanto ao consumo de combustível em 27% desde 1990, reduzindo as

Várias empresas têm testado aviões com motores movidos a combustíveis alternativos, menos poluentes, especialmente os biocombustíveis. Um exemplo é o Van's RV-3A, que se apresentou em Oshkosh em 2006. O motor é 100% etanol.



emissões de dióxido de carbono em mais de 55 toneladas no período. A empresa prepara sua renovação de frota, visando reduções de 17 a 30% de emissões de CO₂ por passageiro, comparadas à frota atual. A empresa também é pioneira em práticas operacionais, como aproximações em descidas diretas, que reduzem a queima de combustível, além de incentivar alterações no tráfego aéreo europeu. Como ela, muitas empresas aéreas já destacam suas preocupações ambientais em suas páginas na internet.

O problema do combustível

O alto preço do combustível de aviação já o faz superar o custo trabalhista como a despesa número 1 para muitas empresas aéreas, o que é um incentivo para que economizem e, conseqüentemente, poluam menos. Depois de cortar pessoal, reduzir as frotas e adotar outras medidas para enfrentar uma enorme recessão do setor que começou em 2001, e ainda desesperadas para cortar despesas, as companhias de todo o mundo estão contando com sofisticados softwares de "planejamento de voo" para encontrar o melhor equilíbrio entre consumo de combustível e velocidade e rota utilizadas. Parte da nova equação é minimizar – quando possível – as taxas de sobrevoo mais caras cobradas por alguns países pelo serviço de seus controladores de tráfego aéreo. Por exemplo, o Canadá cobra de acordo com a distância voada e o peso do avião. Assim, novos softwares estão redesenhando rotas que os aviões voam para ir de um ponto A a um ponto B e permitindo a economia de milhões de dólares. Desenvolvido pela Lufthansa, um deles, o sistema Lido, já é utilizado por dezenas de empresas aéreas em todo o mundo. Já a United Airlines está utilizando o programa "f.wz" desenvolvido pela Lockheed Martin em parceria com a Flugwerkzuege Aviation Software e que ajuda a companhia aérea a planejar rotas com mais eficiência, determinando melhores perfis de altitude e velocidade.

O avião é um agente poluidor devido à dependência do petróleo. Operadores comer-

ciais e militares estão buscando fontes alternativas para combustíveis de aviação que possam ser baratas e limpas, mais do que a gasolina e o querosene atuais. Combustíveis alternativos podem ser de duas origens: os derivados de fontes fósseis não-renováveis, como o carvão e o gás natural, geralmente descritos como combustível sintético, e aqueles de fontes renováveis biologicamente, como as colheitas, e geralmente chamados bio-combustíveis. A Força Aérea Norte-Americana (USAF) realizou vôos de testes com combustíveis sintéticos em um bombardeiro Boeing B-52. Em meados de dezembro de 2006, o B-52 começou a voar com uma mistura 50:50 de combustível JP8 sintético e padrão em todos os oito motores. Os testes apresentaram resultados encorajadores, o uso no B-52 já foi aprovado, e o combustível será testado em outras aeronaves, a próxima delas um Boeing C-17. A USAF pretende certificar toda sua frota com o novo combustível até 2011. Os militares norte-americanos estão testando o combustível sintético devido às amplas reservas de carvão dos EUA. A sul-africana Sasol produz 100 mil barris por dia de combustível sintético de carvão usando um processo F-T (Fischer-Tropsch) modernizado. Ela produz o único combustível sintético para jatos aprovado, uma mistura de 50% com querosene J-A convencional e está disponível comercialmente no aeroporto internacional de Johannesburg. Há três tipos de fabricação de querosene F-T: carvão-para-líquidos (CTL: coal-to-liquids); gás-para-líquidos (GTL: gás-to-liquids) e biomassa-para-líquidos (BTL: biomass-to-liquids), ainda no estágio piloto. Focando o alerta global para reduzir a poluição atmosférica, as pesquisas buscam desenvolver um combustível BTL viável e "neutro em carbono" para não adicionar CO₂ ao efeito estufa. O BTL reduz as emissões, aumenta a vida do motor, é renovável mas os custos de fabricação ainda são altos e depende da disponibilidade e transporte de biomassa. Outro desafio é aproximar o combustível alternativo das qualidades do querosene de aviação, como permanecer líquido e homogê-

Este bombardeiro B-52 é um exemplo da poluição gerada pelo combustível tradicional para uso em aviões a jato, o querosene de aviação.



A Embraer já comercializa o "panemão" com tecnologia AvAlc, com motor movido 100% a álcool. Mas esse combustível não é compatível com as necessidades da aviação comercial, sendo ainda restrito para aviões menores, como os agrícolas.

neo até a zona de combustão dos motores mesmo em grande altitude. O poder calorífico tem de ser o mais elevado possível e o produto deve apresentar resistência física e química às variações de temperatura e pressão, além de ter boas características lubrificantes.

A presença de oxigênio nos atuais biocombustíveis ainda prejudica seu uso na aviação comercial pelo peso e a densidade de energia é pobre. Novos combustíveis irão requerer novas tecnologias e infra-estrutura, além de um longo prazo de desenvolvimento. Além disso, para ser uma fonte sustentável de energia, a produção de biocombustível necessita fazer crescer colheitas o suficiente para atender a demanda em todos os setores, e evitar conflitos com a necessidade de plantações para produzir gêneros alimentícios. Para suprir apenas as companhias aéreas norte-americanas, mesmo uma mistura de 15% de biocombustível iria requerer mais de 7.6 bilhões de litros por ano. Para produzir essa quantidade de combustível de soja, por exemplo, seria necessária uma área de terra do tamanho da Flórida.

Na década de 1990, o Instituto para Ciência do Ar da Universidade Baylor do Texas voou um Beech King Air por 60 horas com um turboélice P&W Canadá PT6A funcionando

com uma mistura 20:80 de biodiesel e querosene e o outro motor com 100% JetA. O avião voou até 25 mil metros e não apresentou problemas aparentes. Foram testadas misturas até 50% com o avião no chão, com a mesma boa performance. Enquanto isso, o criador do biodiesel e também do bioquerosene produzido com óleo de babaçu e que já foi testado em um avião Bandeirante da Embraer em 1984, o engenheiro químico brasileiro Expedito Parente, mostra-se otimista e acredita que dentro de dois anos já será possível abastecer aviões com bioquerosene. Seu combustível já está sendo testado pela Boeing, com acompanhamento da NASA. Em 2008, também a Virgin Atlantic irá testar o uso de combustível de biomassa em um Boeing 747-400 da companhia. Para os testes será selecionado um de três biocombustíveis de diferentes processos e fontes.

Vôos noturnos X contrails

Quem poderia imaginar que naqueles aparentemente inofensivos rastros brancos que persistem no céu após a passagem de um avião a jato reside um grande perigo ambiental? Chamadas trilhas de condensação ou, em inglês, contrails ("CONdensation TRAILS") os rastros são gotículas de vapor d'água que se formam do contato do ar quente e úmido que sai dos motores dos aviões com o ar frio e de baixa pressão das camadas mais altas da atmosfera. O vapor se torna visível porque condensa, isto é, torna-se líquido. Quando mais úmida estiver a atmosfera, maior será a duração das trilhas, e elas poderão ser espalhadas ou empurradas pelos ventos.

Para que existam os contrails, além de ar saturado de vapor d'água, também é necessária a presença de "núcleos de condensação ou higroscópicos", que absorvem umidade do ar. São poeiras ou quaisquer partículas sólidas em torno das quais a água se aglutinará. Mas a permanência dos contrails em altitude por longo tempo no céu pode ser perigosa para a aviação. Alguns reportes durante a Segunda Guerra Mundial relatavam que durante alguns

Testes que foram realizados com um bombardeiro B-52 a partir de dezembro de 2006 apresentaram resultados encorajadores. A mistura usada foi 50:50 entre querosene JP8 e querosene sintético em todos os oito motores. O resultado para o meio ambiente é bem visível.





combates aéreos havia tantas trilhas de condensação que elas prejudicavam o contato visual dos pilotos em relação aos outros aviões, fossem eles amigos ou inimigos. O mais grave, porém, é que os contrails estão se tornando cada vez mais comuns e numerosos, a ponto de ser possível que alterem o clima da Terra. Formando uma espécie de manto isolante na atmosfera superior, eles estariam contribuindo com o aumento da temperatura ambiente do planeta. Durante muito tempo, essa hipótese foi muito pouco levada em consideração. Quando as negociações sobre um acordo internacional de proteção ao clima começaram, o movimento no espaço aéreo era bem menor do que é hoje. O problema se agrava à noite e no inverno, pois os contrails absorvem radiação ultravioleta (calor) emitida pela superfície da terra, contribuindo com o aquecimento global. Aquela radiação é o único meio do planeta expulsar o excesso de calor, que seria perdido na atmosfera caso não fosse absorvido pelas trilhas.

As emissões poluentes dos motores podem ser reduzidas mas o mesmo não ocorre com o vapor que forma os contrails. Para cada quilo de combustível queimado, pouco mais de um quilo de vapor de água também é produzido. Agrupado em minúsculos cristais de gelo, esse vapor pode perdurar por meses no céu e, aparentemente tão inofensivo, altera até mesmo a concentração de ozônio, que em 2050 deverá atingir 15% (hoje está por volta de 6%), agravando o efeito estufa em até 40%.

Em 1998, os cientistas da NASA realizaram um experimento com um avião a jato circulan-

do sobre a costa do Pacífico dos EUA. Constatou-se que ele poderia produzir contrails cobrindo cerca de 3.600 km². Fotos de satélite confirmaram que em outra ocasião uma aeronave comercial sobre o Novo México havia produzido uma nuvem cobrindo nada menos que 34.000 km²! A partir daí, começou-se a investigar a hipótese de que o tráfego pesado nos céus norte-americanos poderia afetar o clima. Com a suspensão dos vôos durante três dias após os atentados de 11 de setembro, medições comprovaram que sem os contrails a amplitude térmica local (diferença entre as temperaturas diurna e noturna) foi de cerca de um grau Celsius mais do que imediatamente antes dos atentados.

As pesquisas sobre o impacto dos contrails prosseguem. Como auxílio ao levantamento de dados, periodicamente são recrutados observadores em todo o mundo para isso. Um exemplo ocorre através do programa Globe de educação que tem a NASA como um dos principais patrocinadores. Através do Globe, jovens estudantes e cientistas em todo o mundo estudam conjuntamente o planeta Terra. Na Semana da Ciência da Terra, de 9 a 15 de outubro de 2005, o dia 13 foi dedicado ao reporte de contrails. Nesse dia, pessoas em todo o mundo relacionaram e contaram contrails que avistaram entre 11:00h e 13:00h (hora local). Encaminhadas ao site do programa, as informações ajudam as pesquisas para se entender um pouco mais sobre o comportamento da atmosfera relacionado ao aumento dos contrails. Pouco a pouco as curiosas trilhas revelarão seus segredos e sua influência no clima do planeta.

Construir um avião ecologicamente correto é idéia para o futuro, mas os mais recentes modelos lançados, como o Boeing 787 Dreamliner, com tecnologia que permite vôos mais eficientes, econômicos e menos poluentes, são a contribuição do presente para essa meta.