



**Título: Participação da DCA-BR na Palestra “Biocombustíveis para Aviação” ministrada dentro do Programa SkyScience.**

Participante DCA-BR: Pablo N. Pusterla

Lugar e data: Sala 511B Universidade Anhembi-Morumbi-Rua Casa do Ator, 294-São Paulo-SP

20 de outubro de 2012.

Apresentador: Sr Adalberto Febeliano

### **Objetivo**

O objetivo deste relatório é o de registrar os assuntos apresentados na palestra acima, acrescentando a visão e a interpretação dos mesmos com a experiência e o conhecimento já adquiridos na matéria pela DCA-BR.

Cabe lembrar aqui que este assunto, efeitos ou participação da aviação no contexto geral do meio ambiente, é parte fundamental das atividades da DCA-BR e consta do seu estatuto original. Muitos trabalhos e atividades com foco neste assunto foram desenvolvidos pela DCA-BR ao longo dos anos, e este relatório apenas registra mais uma destas atividades.

### **Introdução**

O apresentador informou que ele estava fazendo esta palestra em representação da ABEA (Associação Brasileira das Empresas Aéreas), recentemente formada, e que a apresentação continha posturas próximas das representadas e, nas conclusões, refletia as opiniões pessoais do palestrante. É bom esclarecer que o palestrante indicou que a sua formação e experiência não são especificamente na área de biocombustíveis, mas ressaltou que a sua vivência profissional de muitos anos na indústria e em empresas aéreas, permitiu a ele desenvolver uma visão global do problema e seus efeitos na aviação comercial.

### **Desenvolvimento**

Os pontos principais da palestra foram:

- Porque precisamos de biocombustíveis
- Os biocombustíveis em motores alternativos
- Os Bbiocombustíveis em turbinas
- Biomassas
- Tecnologias
- Resultados até hoje
- Tecnologias mais promissoras
- Conclusões



### Porque precisamos dos biocombustíveis?

Esta parte foi a mais longa da palestra, e o apresentador tentou mostrar os fundamentos das teorias ambientalistas relacionadas com o chamado efeito estufa, que seria o principal responsável pelo aquecimento global. Primeiramente mostrou o processo de formação e difusão no ambiente dos gases, de uma maneira simples e didática. Posteriormente mostrou as controvérsias entre os diferentes grupos de pesquisadores, da indústria, da imprensa, e mesmo da opinião pública, sobre este assunto muito atual do meio ambiente (MA) em geral, e dos efeitos produzidos pela aviação comercial, em particular.

Os principais assuntos relacionados com o aquecimento global podem ser resumidos em 3 temas principais: emissões de CO<sub>2</sub>, efeito estufa, e o buraco da camada de ozônio. Estes três assuntos somados seriam os principais responsáveis pelo aquecimento global.

Entretanto, estas teorias ambientalistas, hoje praticamente aceitas internacionalmente e amplamente disseminadas entre a opinião pública, são fortemente contestadas por muitos cientistas, grupos e organizações importantes. Basicamente eles refutam o princípio básico dos ecologistas, segundo o qual o aquecimento global é antropogênico; i.e., provocado pelo homem. Estes grupos argumentam que há evidências de que o meio ambiente na terra passou em diferentes épocas e eras, por grandes mudanças climáticas, com ciclos de aquecimento e esfriamento mais significativos que os atuais, com enormes emissões de CO<sub>2</sub> (queimadas, fogo, vulcões, etc.), talvez maiores que as atuais. Assim o efeito estufa já teria provocados os problemas agora alegados, já na antiguidade.

Portanto, podemos concluir (seguindo o raciocínio do palestrante), que há no mínimo controvérsias significativas sobre o assunto, colocando dúvidas reais nos argumentos e afirmações dos grupos ambientalistas.

Entretanto, a discussão parece interminável, e há pressões das sociedades, dos governos, e da opinião pública, para que os envolvidos com atividades econômicas que produzem gases do efeito estufa tomem ações no sentido de controlar e minimizar a emissão destes gases, e a de oferecer compensações.

A explicação simples do mecanismo do efeito estufa e seus efeitos no aquecimento global seria a de que as emissões de gases vão formando uma espécie de escudo na atmosfera, que permite a passagem dos raios solares, produzindo aquecimento no solo, mas esses mesmos gases produzem um isolamento térmico impedindo a saída do calor, que se concentra perto do solo e ali fica confinado.

Por fim existem os fluorcarbonos que produzem em altitude o chamado buraco na camada de ozônio. Por causa deste buraco os raios solares passam sem filtragem as radiações UV que são capazes de produzir sérios danos ao ser humano. Este foi o caso das campanhas para substituição de certos tipos de gases em extintores de incêndio, em refrigeração, e até em aerossóis.

Em todos estes casos, houve indícios que mostram como interesses de todo tipo influem e afetam campanhas, informações, notícias, e até pareceres e investigações científicas relacionados com estes temas.



No cenário acima, quais são finalmente as questões ambientais relacionadas com a aviação? Fundamentalmente são duas:

- **Ruído**, o qual na visão do palestrante é o mais importante (mais do que o efeito estufa); e
- **Emissões** de carbono e de óxido de nitrogênio, NOx.

É mundialmente aceito que a aviação civil responde por 2% a 3% da emissão total dos gases GHG (Greenhouse Gases), principalmente de CO<sub>2</sub>. O óxido de nitrogênio aparece como subproduto na tentativa de melhora da eficiência dos motores a turbina, devido ao aumento da temperatura de queima nestes motores; ou seja é um efeito colateral (não desejado) de uma ação para aumento de potencia com a mesma quantidade de combustível nos motores (efeito desejado). Em alta temperatura o N deixa de ser um gás inerte e se combina com o O dando o NOx que forma parte dos gases do efeito estufa. Esta é uma característica neste processo de procura de melhoras, aumento de eficiência, redução de emissões e de ruído. Ações e soluções que melhoram alguns parâmetros trazem aparelhado algum tipo de piora em outros. A busca de melhorias tem sempre que levar em conta esta situação e decidir sempre no sentido de que o balanço seja sempre positivo.

Outro fenômeno que acontece frequentemente na operação de aviões em grande altitude é a condensação do vapore de água emitido pelos motores sob algumas condições exteriores especificas (temperatura, pressão, umidade). São os chamados “contrails”, que são aquelas linhas brancas deixadas no ar pelas aeronaves na sua trajetória. Este fenômeno tem sido cada vez mais notado nos céus devido ao aumento da quantidade de vôos.

Finalmente pode ser mencionado como efeito colateral prejudicial ao meio ambiente o uso do Halon nos extintores de incêndio usados nas aeronaves. Em um futuro próximo este gás será certamente substituído nos extintores.

O palestrante salientou ainda mais uma vez que os argumentos ambientalistas, certos ou não, conseguiram um grau de aceitação na sociedade que se traduz em campanhas e ações que prejudicam o desenvolvimento da aviação comercial. Isto tem efeitos na indústria aeronáutica como um todo: fabricantes de aeronaves e motores, empresas de transporte aéreo, empresas de infraestrutura (aerportos), etc. Mobilizados em defesa do crescimento da atividade, os envolvidos estão se organizando em associações e grupos para desenvolver meios de minimizar os efeitos acima descritos. ATAG (Air Transport Action Group) é um destes grupos que tem proposto metas objetivas de redução da contaminação a ser cumpridas pela indústria de maneira voluntária. As metas principais são:

- Diminuir as emissões de GHG 1,5% ao ano até o ano 2020
- Crescimento neutro da aviação e da contaminação após essa data

Para atender estas metas se está trabalhando para melhorar a eficiência dos sistemas de propulsão, e sobre tudo, em viabilizar o uso dos biocombustíveis.

O raciocínio básico com o uso dos biocombustíveis é o de substituir em parte ou em tudo os derivados de petróleo para queima nos motores de combustão interna das aeronaves. O petróleo é fóssil, não renovável e, portanto limitado. Como ele tem múltiplos usos, é melhor não gastá-lo na queima e permitir alongar o seu ciclo de uso. Por outro lado os



biocombustíveis seguem um ciclo de balanço com respeito aos GHG, já que as emissões são equilibradas significativamente pelo seqüestro de carbono feito pelas plantações da biomassa. Fazendo um resumo deste item pode-se dizer:

- Os dois principais efeitos da aviação no MA são: **Ruído e Emissões de GHG**
- As duas principais ações da indústria para minimizar estes efeitos são: **Melhoras Tecnológicas e Desenvolvimento dos Biocombustíveis.**

### **Biocombustíveis em motores alternativos**

O conceito básico dos motores alternativos pode ser resumido ao uso do ciclo Otto ou do ciclo Diesel. A diferença principal está em que o motor diesel trabalha com pressões nas câmaras de combustão muito maiores que o de ciclo Otto. Assim enquanto este precisa de um combustível volátil (gasolina) e do auxílio da centelha para realizar a explosão, o diesel trabalha com combustíveis menos voláteis (diesel, querosene) já que a combinação da alta pressão do ar com o combustível injetado é suficiente para realizar a explosão. Existe uma diferença também em seu funcionamento; enquanto o motor de ciclo Otto produz mais potência, o diesel produz mais torque (para a mesma quantidade de combustível). A queima no caso do diesel é mais lenta e continua enquanto o pistão se desloca; já no Otto a queima é imediata (explosão) provocando o deslocamento súbito do pistão.

As alternativas de biocombustíveis no caso destes motores são: para os motores de ciclo Otto o etanol misturado à gasolina ou puro; no caso do ciclo Diesel, biodiesel ou bioquerosene. O inconveniente nestes casos é que devem ser feitas modificações nos motores, nos sistemas e na própria aeronave, o que complica um pouco esta solução. Atualmente há uma clara tendência para o uso de motores do ciclo diesel para aeronaves. Exemplos já existentes de motores ciclo diesel usados em aviões são o do Thielert usado no Diamond DA-40 e, o SMA Safran usado no Trinidad TB-20 e no Cessna 182. Estes motores podem operar com biodiesel e bioquerosene. Em aviação a preferência é pelo bioquerosene.

Os exemplos acima e a discussão dos motores alternativos, embora importante, não é muito significativa devido ao pequeno número de usuários e a pouca participação da aviação geral nas emissões da aviação como um todo. Apenas de notar o pioneirismo do Brasil neste segmento com o bem sucedido exemplo do Embraer BEM-202 Ipanema, primeiro avião pulverizador agrícola aprovado para uso do etanol de fábrica.

Como comentado acima a participação da aviação geral no total de emissões da aviação é considerada pequena e estimada em algo em torno de 5%, o que representaria um valor desprezível quando considerarmos as emissões globais (próximo de 0,1%). Assim, embora sem desencorajar as pesquisas e melhoras de eficiência e desenvolvimento de biocombustíveis para a aviação geral o que vem ocorrendo, o foco principal deve ser dado aos motores de turbina que equipam as grandes aeronaves de transporte de passageiros e cargas.

### **Biocombustíveis em motores a turbina**

Foi visto no item anterior que o foco na aviação em termos da diminuição de emissões é na aviação de transporte e motores a turbina. Assim o esforço maior está hoje no



desenvolvimento do bioquerosene, para substituir total ou parcialmente o querosene de aviação derivado de petróleo. O querosene é um produto que por suas características está localizado entre a gasolina e o diesel. Não é tão volátil como a gasolina nem tão pesado como o diesel. Há limites para o uso de diesel ou biodiesel em turbinas devido a problemas como alta viscosidade, ponto de névoa (congelamento), poder calorífico menor, etc., o que se traduz em menor carga paga, menor alcance, peso, etc.

Se considerar preço e disponibilidade atuais do querosene e o bioquerosene, o derivado de petróleo ganha com folga. Para facilitar o problema de disponibilidade foi desenvolvido o conceito “drop in” para o bioquerosene, de modo a facilitar a operação tanto com um ou outro ou misturados, que popularmente podemos chamar de “completar o tanque”. Para isto o bioquerosene tem que ser provado ser compatível com o querosene, com tanques e sistemas de combustíveis e a aeronave como um todo. O bioquerosene proveniente de biomassas diversas e obtidos através de processos diferentes, terão que ser modificados de maneira a atender a esta condição essencial de poder ser usados no sistema “drop in”.

### **Biomassas**

As biomassas das quais se obtém o bioquerosene são de diversas origens e processos. As mais comuns são:

- Algas que podem ser de origem marinha ou de pântanos e até de esgotos.
- Óleos vegetais que podem ser de soja, milho, girassol, algodão, etc.

A tecnologia básica para os óleos vegetais é a denominada HEFA (Ésteres e Ácidos Graxos Hidroprocessados). A grande desvantagem é a competição com a produção de alimentos e proteínas.

O pinhão manso poderia ter um grande potencial no Brasil, mas apresenta uma desvantagem que é o alto teor de toxicidade do farelo o que por enquanto dificulta sua produção em escala já que os subprodutos não podem ser utilizados comercialmente para alimentação de animais por exemplo. Como sua produção é muito pequena não há ainda muita experiência agrícola.

- Palmáceas podem ser de grande potencial no Brasil, mas por enquanto há dificuldades de colheita e o custo é alto. As palmáceas mais comuns por aqui são macaúba, babaçu e dendê.
- Açúcares e Amidos podem ser processados para se obter álcool e deste o bioquerosene (ATJ Alcohol to Jet). A vantagem no caso do Brasil é a enorme produção de cana de açúcar e a alta produtividade final de álcool por hectare.

No caso específico do açúcar existe um processo desenvolvido pela empresa americana Amyres, que tem planta e desenvolve pesquisas no Brasil, denominado pela sigla DSTH (Direct Sugar to Hydrocarbons). O método basicamente consiste na modificação genética dos fungos que excretam o álcool que uma vez modificados passam a excretar diretamente o farnezeno que por sua vez é transformado em bioquerosene. Estudos do ciclo de vida conduzidos pela Amyres indicam que este processo reduz as emissões de carbono em 82% pelo balance entre as emissões e o seqüestro de carbono.

- Celulose tem um grande potencial pelo seu alto rendimento, similar ao da cana de açúcar, mas ainda não se domina a tecnologia de transformação.



- Lixo e dejetos têm também um bom potencial com a vantagem de que estes existem no mundo todo o que ajudaria muito no quesito disponibilidade, além do benefício ambiental com o aproveitamento dos resíduos. Os problemas logísticos certamente serão um inconveniente grande a resolver.

## Tecnologias

As principais e mais conhecidas tecnologias disponíveis são:

- Processo ou síntese de Fisher-Trpsch  
Este processo consiste em uma coleção de reações químicas que convertem uma mistura de monóxido de carbono e hidrogênio em hidrocarbonetos líquidos. Este processo, fundamental na tecnologia para transformação de gases em líquidos, produz combustível sintético a partir de carvão, gás natural ou biomassas,
- HEFA  
Designação genérica de bioquerosene desenvolvido a partir de óleos vegetais. Sigla em inglês que significa Ésteres e Ácidos Graxos Hidroprocessados.
- ATJ (Acohol to Jet)
- DSTH (Amyres)  
O processo da Amyres, já descrito no item anterior, obtém a partir de mudança genética dos fungos que excretam o álcool no processo da cana de açúcar, para liberar o farneseno, que posteriormente é transformado em querosene. Assim o bioquerosene é obtido sinteticamente a partir da cana de açúcar.

## Resultados até hoje

Considerando o estágio atual dos métodos e tecnologias discutidos acima e os resultados obtidos até agora, o processo que já obteve querosene aprovado é o de Fisher-Trapsch a partir de carvão mineral, os restantes estão em processo de algum tipo de aprovação (Amyres, Byogy, outros). Entretanto a aprovação não é o problema mais importante a resolver e sim o da disponibilidade, o que implica produzir e distribuir o bioquerosene em quantidades suficientes, o que hoje está longe de acontecer.

## Conclusões

A sociedade, os governos, a opinião pública hoje requer que todas as atividades levem em consideração as conseqüências e os efeitos que podem afetar o meio ambiente. Independentemente de ser um assunto controverso, o chamado efeito estufa que seria produzido pelas emissões dos chamados gases GHG é hoje motivo de grande preocupação da comunidade mundial. A aviação, principalmente a comercial responsável pelo transporte de passageiros e carga, está sob pressão para oferecer ações e compensações para controlar e minimizar os efeitos de sua atividade sobre o meio ambiente, notadamente quanto ao Ruído e Emissões. Os regulamentos de certificação contêm limitações que as aeronaves devem cumprir tanto para ruído como emissões, entretanto, a preocupação principal nestes casos



não é apenas a proteção do MA e seus valores não parecem atender às expectativas dos ambientalistas. Embora a participação da aviação no conjunto total das emissões de CO<sub>2</sub> seja apenas de 2% a 3%, a indústria, preocupada com as conseqüências que esta preocupação generalizada com o MA relacionado com a aviação pode trazer ao crescimento da atividade, tem se mobilizado no sentido de oferecer à comunidade internacional, ações concretas que atendam a essas preocupações. O grupo ATAG (Air Transport Action Group) tem proposto metas e compromissos voluntários a ser seguidos pela indústria como um todo (fabricantes de motores e aeronaves, e empresas de transporte aéreo) para os próximos anos. O objetivo desta proposta é permitir o aumento da atividade com o mínimo de efeito no MA utilizando tecnologia dentro do conceito de crescimento com efeito neutro. A indústria com o intuito de atender estas metas está trabalhando coordenadamente, no caso do ruído através de melhoras aerodinâmicas e nos motores; e no caso das emissões basicamente com o desenvolvimento dos biocombustíveis dentro do conceito “drop in”. Todos os esforços estão concentrados atualmente para desenvolver tecnologias e processos que permitam a produção e a distribuição dos biocombustíveis em quantidades suficientes e a preços sustentáveis.

24 de outubro de 2012