



# Seminário Combustíveis Alternativos para a Aviação

29 e 30 de novembro de 2011

## Realização



**Organização Brasileira  
para o Desenvolvimento  
da Certificação Aeronáutica**





# Viabilizando o Uso dos Biocombustíveis



Uma Perspectiva Operacional e Econômica

- As necessidades operacionais
  - Compatibilidade
  - Segurança de manuseio
  - Ponto de fulgor e de congelamento
  - Qualidade de queima
  - Densidade
  - Variação de densidade com a temperatura
  - Poder calorífico
- Drop-in não basta
- As necessidade econômicas
  - Disponibilidade
  - Logística de produção e de distribuição
  - Compatibilidade de preço
- Sustentabilidade
- Conclusão

**Azul**  
Linhas Aéreas Brasileiras



# NECESSIDADES OPERACIONAIS





# Necessidades Operacionais

## Compatibilidade

- Os combustíveis alternativos devem ser:
  - Compatíveis com os materiais utilizados nas estruturas de armazenagem e distribuição
    - Tanques, tubulações, mangotes, bombas e válvulas
  - Compatíveis com os sistemas de combustível das aeronaves
    - Tubulações, anéis de vedação, bombas e válvulas
  - Compatíveis com os procedimentos de abastecimento e destanqueamento para manutenção
    - Procedimentos e equipamentos devem ser os mesmos



# Necessidades Operacionais

## Segurança de Manuseio

- As empresas estão acostumadas com uma rotina que garante segurança em dois aspectos:
  - Evitar explosões e incêndios
  - Evitar uso de combustíveis errados
- Os novos combustíveis, portanto:
  - Devem ter a mesma classificação de inflamabilidade, e a mesma resistência aos fatores externos como eletricidade estática e correntes induzidas
  - Devem oferecer o mesmo grau de segurança que o QAV oferece quando houver reabastecimento com passageiros a bordo
- É necessário, ainda, que:
  - A intercambiabilidade dos combustíveis seja total, ou
  - Seja realmente impossível o abastecimento “cruzado”
    - Uma aeronave não pode receber combustível para o qual não tenha sido feito um plano de voo condizente



# Necessidades Operacionais

## Ponto de Fulgor e de Congelamento

- O ponto de fulgor está relacionado:
  - à segurança de manuseio; e
  - à flamabilidade nas turbinas
- Se o ponto de fulgor for:
  - Mais baixo
    - Aumenta a segurança de manuseio e dificulta-se a manutenção da queima;
  - Mais alto
    - Facilita-se a manutenção da queima e diminui a segurança de manuseio
- Em qualquer dos casos é importante que a diferença de comportamento do combustível não seja tão grande a ponto de modificar os procedimentos:
  - Para manuseio do combustível
    - Transporte, abastecimento e destanqueamento
  - Para partida e reacendimento de turbinas



# Necessidades Operacionais

## Ponto de Fulgor e de Congelamento

- Atenção ao ponto de congelamento é fundamental para garantir o abastecimento contínuo em voos de longa duração a grandes altitudes
- Caso seja muito alto, alternativas possíveis são:
  - Sistemas de aquecimento de combustível
    - Exige aeronaves especialmente adaptadas
    - Novas tecnologias de acionamento de superfícies de controle dificultam ainda mais essa solução
  - Adição de aditivos anticongelantes
    - Atividade adiciona custo à operação
    - Pode, ainda, afetar negativamente a segurança
      - Cálculo da quantidade de aditivo é sujeito a erros
      - Processo de adição pode ser incorreto
  - Aditivação de todo combustível é alternativa mais segura, porém ainda mais cara



# Necessidades Operacionais

## Qualidade de Queima

- Uma queima regular e estável é necessária para garantir vida longa aos motores
- Ela é importante, ainda:
  - Para diminuir a emissão de fuligem
  - Para diminuir o acúmulo de resíduos
  - Para aumentar a durabilidade das palhetas da turbina de alta pressão
- Caso sejam necessárias modificações na câmara de combustão para melhorar a queima, elas não deverão diminuir a eficiência do motor



# Necessidades Operacionais

## Densidade

- O volume máximo de combustível que pode ser abastecido em cada aeronave dificilmente poderá ser modificado
- Se a densidade do combustível for menor do que a do querosene, uma massa menor estará disponível para uso
  - A massa menor implica em:
    - Menor alcance; ou
    - Maior consumo de litros por viagem; ou ainda
    - Menor velocidade para voar a mesma distância
  - Nenhuma dessas condições é desejável
- Se a densidade do combustível for maior do que a do querosene, em princípio o desempenho das aeronaves melhorará em termos de alcance, consumo e velocidade
  - Dependendo da diferença, entretanto, pode haver dificuldades quanto ao peso máximo que poderá ser carregado



# Necessidades Operacionais

## Variação da Densidade com a Temperatura

- Na maior parte do Brasil as temperaturas são rotineiramente altas
- Caso a variação da densidade com a temperatura seja maior do que a do querosene, pode haver dificuldades operacionais
  - O volume dos tanques pode não ser suficiente para os voos
- Situação é especialmente preocupante em aeroportos na região amazônica, que podem requerer voos mais longos
  - Adicionar as escalas eventualmente necessárias:
    - Aumenta custos; e
    - Diminui valor do produto para os clientes



# Necessidades Operacionais

## Poder Calorífico

- Variável mais crítica
- Não se prevê aumento de poder calorífico nos combustíveis alternativos
- Se ele for diminuído, as consequências são muito negativas:
  - Redução do alcance dos aviões
  - Redução da carga paga nos voos, se houver limitação de peso de decolagem
  - Provável redução no empuxo máximo dos motores, reduzindo desempenho de decolagem
  - Provável necessidade de aumento de potência no regime de cruzeiro, diminuindo a vida útil dos motores
  - Eventual necessidade de remotorização das aeronaves, com instalação de motores mais potentes e, portanto, com consumo específico pior



# Necessidades Operacionais

## Poder Calorífico

- Eventuais mudanças no poder calorífico trazem, além disso, grandes preocupações ligadas à segurança operacional:
  - Combustíveis com poder calorífico diferentes implicam em cálculos de desempenho diferentes
  - Combustível incoerente com o plano de voo pode gerar:
    - Potência disponível inferior à esperada, acarretando:
      - Desempenho de decolagem inferior ao necessário
      - Desempenho no segundo segmento inferior ao necessário
      - Teto no voo inferior ao necessário
    - Alcance final diferente do esperado, acarretando:
      - Necessidade de escalas não planejadas
      - Pane seca
- Se a confusão de libras com quilogramas já causou acidentes, o que não pode acontecer com um combustível com 10% a menos de Kcal/Kg!

**Azul**  
Linhas Aéreas Brasileiras



**DROP-IN NÃO BASTA**



## *Drop-in* Não Basta

- As observações anteriores já devem ter chamado atenção para o fato de que a garantia de que um combustível é “*drop-in*” não basta
- Nos carros flex o álcool é *drop-in*, mas visivelmente isso não basta para atender às necessidades da aviação
- Um combustível *drop-in* que tenha características muito diferentes do querosene atual pode até fazer funcionar os motores, mas não necessariamente atenderá aos elevados requisitos técnicos e de segurança a que a aviação está acostumada



- O que é importante é que o combustível *pós-drop-in* seja, tanto quanto possível, homogêneo. Isso pode ser conseguido por:
  - Padronização estrita dos combustíveis alternativos
  - Definição de misturas fixas, que permitam a obtenção de valores médios aceitáveis
    - *Blended whisky* é mais uniforme do que *single malt*
  - Introdução preferencial de novas “famílias” de combustível, com transição controlada
    - Cada novo “familiar” ou “filho” poderia ser introduzido em data específica, e com período previsto de uso pré-estabelecido
    - Isso criaria um ambiente controlado, em que os valores de desempenho obtidos com os novos combustíveis variassem de forma previsível, evitando erros – e acidentes

**Azul**  
Linhas Aéreas Brasileiras



NECESSIDADES  
ECONÔMICAS



# Necessidades Econômicas

## Disponibilidade

- Pode parecer óbvio – mas não é
- Os novos combustíveis devem estar disponíveis:
  - Em quantidades adequadas
  - Nos locais necessários
  - No momento necessário
  - Na qualidade necessária
- Isso envolve investimentos:
  - Em geradores de biomassa
    - Agricultura, coleta de resíduos celulósicos, culturas de algas, etc.
  - Em unidades industriais de conversão
  - Em instalações de armazenamento
  - Em redes de distribuição
- É necessário, ainda, um balanceamento adequado entre:
  - disponibilidade de biomassa
  - capacidade de conversão
  - estrutura de armazenagem e distribuição



# Necessidades Econômicas

## Logística de Produção e de Distribuição

- Uma faceta específica da disponibilidade que merece atenção especial
- Não basta ter, é necessário ter no local certo, na hora certa
  - Comenta-se que a Petrobras atende o mercado de QAV do Nordeste com importações da Venezuela
  - Se ela faz isso não será por falta de capacidade de refino, mas sim por ser mais simples e barato trazer o QAV de Caracas do que levá-lo do Sudeste
- O mesmo princípio se aplica aos biocombustíveis
  - Se a maior parte da produção localizar-se no Sudeste, será preciso transportá-lo dali para outras regiões
  - Se a produção de biomassa for sujeita a “safras”, é necessária estrutura de armazenagem que permita o atendimento das “entressafas”
    - Situação atual do etanol automotivo é exemplo de como não fazer
  - Se a biomassa puder ser utilizada em mais de uma cadeia produtiva, são necessários contratos de longo prazo
    - Mais uma vez, situação do etanol é exemplo de como não fazer
  - Se os novos combustíveis forem resultado de misturas de vários tipos de compostos individuais, para cada um deles se aplicam as observações acima



# Necessidades Econômicas

## Logística de Produção e de Distribuição

- Os biocombustíveis, entretanto, oferecem uma potencial vantagem logística, que deve ser explorada:
  - As unidades industriais produtivas podem ser localizadas próximas das fontes de biomassa
- Isso pode minimizar as necessidades de deslocamento de matéria prima, privilegiando o transporte de produtos finais ou intermediários
  - Levar o petróleo do Oriente Médio até Houston, para então refiná-lo e depois enviar o QAV para distribuição, é potencialmente mais caro do que produzir o bio-QAV no quintal do aeroporto
- A cuidadosa seleção de biomassa por região do globo, portanto, poderá ser muito importante na viabilização do uso dos combustíveis alternativos
- Caso se possa usar biomassa imune a “safras”, e que possa ser produzida em qualquer região do planeta, tem-se potencialmente um arranjo muito competitivo
- Isso pode ser obtido, por exemplo, com:
  - Algas cultivadas em estações de tratamento de esgoto sanitário; ou
  - Fermentação de açúcares, seja em álcool ou diretamente em bioquerosene; ou
  - Novas tecnologias que ainda sejam descobertas



# Necessidades Econômicas

## Compatibilidade de Preço

- A parte mais sensível: o bolso
- Nada do descrito até aqui fará sentido se o preço dos combustíveis alternativos não for compatível com os preços atuais
- Se o combustível for mais caro:
  - As empresas aéreas não o utilizarão se moto próprio; ou
  - Se forem obrigadas a utilizá-lo, por força de Lei, repassarão seu custo aos passageiros
    - O custo maior das passagens diminuirá o número de passageiros
    - A diminuição de passageiros forçará a diminuição do número de voos
    - A diminuição do número de voos reduzirá o consumo de combustível
    - A redução do consumo de combustível reduzirá a escala de produção
    - A redução da escala de produção provavelmente aumentará o preço final do combustível alternativo, realimentando negativamente o processo



# Necessidades Econômicas

## Compatibilidade de Preço

- É fundamental, portanto:
  - Que todos os atores envolvidos tenham como meta a manutenção dos mesmos preços atuais
  - Que as biomassas ou matérias primas necessárias possam ser produzidas em larga escala, para manter seus custos compatíveis com a necessidade do mercado
  - Que os processos produtivos não sejam voltados somente para a produção, mas sim para a viabilização econômica da nova Indústria
  - Que a logística de produção não encareça ainda mais o produto final
- ... e, acima de tudo:
  - Que os governos entendam que é necessária a compatibilização dos preços nos novos combustíveis com os atuais, e que flexibilizem a cobrança de impostos tendo isso em mente

**Azul**  
Linhas Aéreas Brasileiras



# SUSTENTABILIDADE





- Não se pode deixar de mencionar esse aspecto fundamental da produção de combustíveis alternativos
- A Indústria do Transporte Aéreo vê-se compelida a trocar o QAV por outro combustível por uma única razão:
  - O uso de combustíveis fósseis não é sustentável no longo prazo
- Não faz sentido, portanto, sair de uma armadilha para cair em outra
  - Qualquer tecnologia que leve à produção, certificação e uso de um novo combustível deve, necessariamente, ter como ponto fundamental a garantia da sustentabilidade:
    - Econômica
    - Ambiental
    - Sócio-cultuural



- As necessidades operacionais
  - Compatibilidade
  - Segurança de manuseio
  - Ponto de fulgor e de congelamento
  - Qualidade de queima
  - Densidade
  - Variação de densidade com a temperatura
  - Poder calorífico
- Drop-in não basta
- As necessidade econômicas
  - Disponibilidade
  - Logística de produção e de distribuição
  - Compatibilidade de preço
- Sustentabilidade