

ANÁLISE DE VIABILIDADE DO BIOQUEROSENE NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Andressa Alves Isidoro, Fatec Guarulhos, andressa465@outlook.com

Professor Dr. Devanildo Damião da Silva, Fatec Guarulhos, devanildo@gmail.com

Professor Me. Marcos José Corrêa Bueno, Fatec Guarulhos,

marcosjcbueno@gmail.com

Resumo

A aviação civil tornou-se parte do cotidiano das pessoas de modo a facilitá-lo, o transporte aéreo vem aumentando consideravelmente tanto em âmbito internacional quanto nacional, porém tal aumento gerou problemas ambientais. O setor aeronáutico é o setor de transporte que mais contribui nas emissões de gases de efeito estufa, o que fez com entidades relacionadas ao setor estabelecessem metas de redução na emissão de poluentes. Dentre as possíveis medidas para alcançar tal objetivo, emergiu a tecnologia do bioquerosene de aviação (bioQAV), a qual estuda-se a possibilidade de substituição ao querosene de aviação de origem fóssil. O objetivo deste estudo é descrever a experiência brasileira na utilização e desenvolvimento do bioQAV e a questão de pesquisa envolve analisar a viabilidade da utilização deste combustível em escala comercial na aviação civil brasileira neste momento; para tal serão destacadas algumas variáveis de impacto e desenvolvida a análise comparativa com a tecnologia dominante. Os resultados evidenciam que a tecnologia do bioQAV está se consolidando e pode ser uma alternativa viável.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Biocombustível; Bioquerosene de Aviação

Abstract

The civil aviation has become part of people's routine to make it easier, the air transport has been growing considerably in international and national scenario, but this growth causes environmental problems. The aeronautic sector is the one that

most contributes to the greenhouse gases emissions, as consequence the sector authorities have established pollutants reduction goals. Among the potential policies to reach these goals it was thought about the aviation biokerosene (bioQAV), which is being studied as a possibility to replace the civil aviation fossil kerosene. The objective of this study is to describe the Brazilian experience in utilization and development of bioQAV and the question of research involves analyzing the viability of commercial scale utilization of this fuel in Brazilian civil aviation at this moment; for this, variables of impact in literature will be highlighted and developed the comparative analysis with the dominant technology will be developed. The results highlight that the technology of bioQAV is being consolidated and can be a viable alternative.

Keywords: Environment; Biofuel; Aviation Biokerosene

1 INTRODUÇÃO

Dado o grande crescimento do setor aéreo tanto em âmbito internacional quanto nacional, há uma preocupação e pressão conjunta entre organizações ambientais e entidades do setor aéreo cada vez maior ligada à emissão de gases de efeito estufa, principalmente o CO₂. O setor aéreo é o ramo de transporte de que mais contribui para emissão de CO₂ no mundo, sendo responsável por 2% do total das emissões feitas pelo homem, o que fez com que o setor se compromettesse em reduzir as emissões drasticamente até 2050 (ATAG, 2016).

Portanto se justifica que o Brasil, que apresenta o nono maior mercado de aviação do mundo e devido seu bem-sucedido caso com uso de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar tenha papel fundamental na redução dos gases de efeito estufa (GEE) tanto com o desenvolvimento de novas tecnologias em aeronaves quanto ao enfoque do presente trabalho que é o desenvolvimento de biocombustíveis aeronáuticos.

O objetivo principal deste trabalho é analisar a viabilidade de utilização do biocombustível, com base na comparação com a principal matriz energética utilizada atualmente. De forma secundária apresenta os esforços, realizações e também os entraves no desenvolvimento de bioquerosene na aviação brasileira, mostrando a importância do uso deste na redução das emissões de GEE do setor aéreo, bem como o potencial que o Brasil apresenta em se tornar o carro chefe no

desenvolvimento deste visto suas condições vantajosas se comparado a outros países.

Inicialmente no trabalho é apresentada a revisão da literatura, onde é mostrado um panorama do mercado de aviação civil brasileiro com dados históricos do setor, seguindo-se de um breve discorrimento sobre o combustível aeronáutico de origem fóssil que é o mais utilizado no país, onde é mostrado os principais impactos decorrentes de sua utilização, inclusive na formação dos custos da aviação.

Como alternativa à utilização do querosene aeronáutico fóssil uma das soluções apresentadas para minimizar os impactos gerados por esse combustível, é sua substituição pelo bioquerosene de aviação (bioQAV); o trabalho tratará da sua definição, formas de obtenção, programas nacionais voltados ao bioQAV, a experiência brasileira em sua utilização e as principais vantagens comparativas deste em relação ao querosene aeronáutico de origem fóssil.

1.1 METODOLOGIA

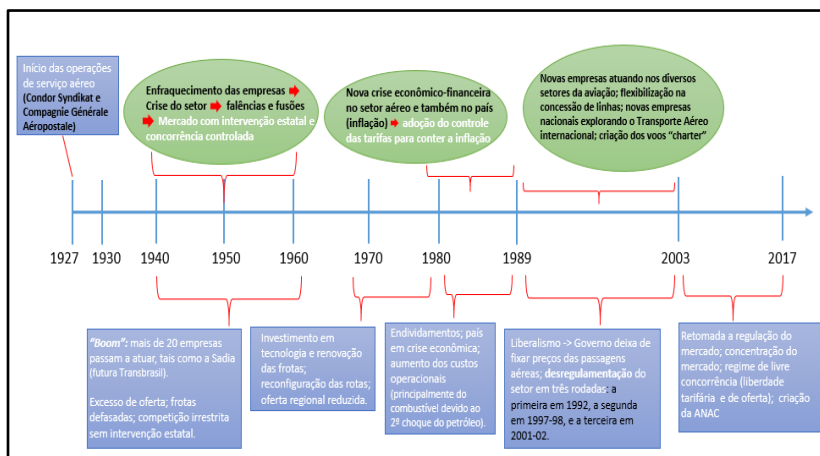
A metodologia utilizada no artigo, de acordo com GIL (2008), trata-se de uma pesquisa qualitativa, onde foi realizada uma análise de viabilidade da tecnologia de forma comparativa entre a tecnologia tradicional e a tecnologia de biocombustíveis. Para a análise foram levantadas as principais variáveis de impacto na utilização de combustíveis as quais foram validadas pela opinião de especialistas acadêmicos da aviação civil. Como instrumentos para análise foi realizada a análise SWOT, utilizando-se como referência dados comparativos obtidos. A Matriz SWOT é um impactante instrumento estratégico de posicionamento, considerando o ambiente interno e externo da iniciativa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MERCADO DA AVIAÇÃO CIVIL NO BRASIL

A história da aviação civil brasileira e seu mercado pode ser resumida desde seu início na década de 20, onde as operações de serviço aéreo têm início até meados dos anos 2000, onde ocorre a liberdade tarifária e de ofertas, conforme a figura abaixo:

Figura 1- Histórico da aviação civil brasileira



Fonte: Adaptado

de BIELSCHOWSKY e CUSTÓDIO, 2011.

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2015) desde 2000 houve um crescimento da demanda e reconfiguração das empresas líderes, com a falência e/ou aquisição das ex-líderes (como VASP, VARIG e Transbrasil), surgimento de novas empresas e fortalecimento de outras já existentes, que vieram a dominar e concentrar o setor (tais como TAM, GOL e Azul: TAM segue na liderança em termos de demanda com 36,7% de participação em 2015, seguida pela Gol, com 35,9%, pela Azul com 17,0%, e pela Avianca, com 9,4%). Tam e Gol tiveram sua participação no mercado doméstico reduzida em 3,8% e 0,6%, respectivamente, com relação ao ano de 2014, enquanto Azul e Avianca registraram crescimento de 2,1% e 12,8%, respectivamente.

Desde 2010, o avião tem sido o principal meio de transporte utilizado pelos passageiros nas viagens interestaduais com distâncias superiores a 75 km, quando considerados os modais aéreo e rodoviário. Há dez anos, a participação do transporte aéreo neste mercado era de 38%, contra 62% do rodoviário. Em 2015, o modal aéreo ampliou a sua participação e alcançou 65%, ante 63% no ano anterior; mesmo que em 2015 o transporte aéreo tenha tido sua demanda afetada pela recessão econômica em que o Brasil se encontrava ocorreu uma alta de 1,1% na demanda doméstica, atingindo o seu maior nível nos últimos dez anos (ANAC, 2015).

Em 2013 a Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA, 2013 apud ESTADÃO, 2017) estimava que o Brasil seria o terceiro maior mercado de aviação do mundo em 2017, superado apenas pelos EUA e China, porém este ano o

Brasil em dados divulgados pela mesma, aponta uma queda do Brasil de quinto maior mercado em quantidade total de embarques (inclui os embarques de passageiros domésticos, internacionais e em conexão) em 2015 para a nona posição em 2017.

A quantidade de carga paga transportada em voos domésticos atingiu 357 mil toneladas, com variação negativa de 8,1% em relação ao ano anterior e alta de 12,6% com relação a 2006. No mercado internacional, a quantidade de carga paga transportada registrou crescimento médio de 2,4% ao ano os últimos dez anos e atingiu 750 mil toneladas em 2015, o que representou queda de 5,2% em relação a 2014 e alta de 24% desde 2006 (ANAC, 2015).

2.2 QUEROSENE DE AVIAÇÃO CIVIL (QAV) NO BRASIL

O combustível mais utilizado na aviação civil brasileira é de origem fóssil, o querosene de aviação (QAV) internacionalmente conhecido como JET-A1. Sua escolha e ampla utilização datam de antigamente, década de 30, onde inicialmente foram feitas comparações com a gasolina, onde o querosene sobressaiu-se por apresentar características desejáveis para os combustíveis de aviação, tais como: menor volatilidade nas condições de baixa pressão, maior densidade de energia por volume, contribuía também para a redução de fuligem por meio de uma queima mais limpa e aumento da vida útil da câmara de combustão dos motores (comparando-o com a gasolina), menor ponto de congelamento e maior estabilidade térmica. No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo (ANP) determina a especificação do QAV, no que diz respeito a suas características específicas e aos aditivados utilizados, através da Resolução 37 de 2009.

Segundo a ANP (2014) podemos observar que num período de quatorze anos (entre 2000 até 2014), o setor consumiu 3,96% a mais de QAV. Vale ressaltar que quanto maior for o consumo, maior será o custo que as companhias aéreas terão e maior será a emissão dos gases do efeito estufa.

2.3 COMBUSTÍVEIS NA COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DA AVIAÇÃO

Em 2015 houve uma queda do preço médio do barril de petróleo no mercado internacional de 47% com relação ao ano anterior, e tal preço é adotado como base de precificação do querosene de aviação no Brasil, que é um dos

principais insumos do setor onde os Combustíveis e Lubrificantes de Aeronaves representaram aproximadamente 30% do total de custos e despesas da indústria em 2015, custos e despesas que mesmo assim cresceram 3,5% quando comparado a 2014, atingindo 35,1 bilhões de reais (ANAC, 2015).

A composição da formação do preço do querosene de aviação (QAV) é composta da seguinte maneira, preços de refinaria que representam 73% do preço do combustível, os impostos (PIS, COFINS e ICMS) que representam 26% e 1% restante é a taxa do aeroporto (ANAC, 2015).

Com relação aos impostos que compõem o preço do combustível, merece destaque em nossa análise o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) que incide nos voos domésticos, pois desde que o Governo deixa de controlar o setor nos anos 90 o ICMS varia de estado para estado, entre 12% até 25% (ABEAR, 2017); essa variação da alíquota de estado para estado leva ao abastecimento e direcionamento de voos para os estados onde o combustível é mais barato.

De acordo com a IATA, o querosene de aviação no Brasil, em 2015, é o segundo mais caro do mundo, atrás apenas do Malawi, país no sudeste da África. Para se ter uma ideia, o preço do litro do combustível fóssil de aviação no Brasil custa em média 46% a mais do que nos EUA (FOLHA, 2017).

O peso relativo do combustível (querosene fóssil) na estrutura total de custos caiu para 25,5% em 2016, devido à constante retração do mercado (o que leva a menos horas de voo), mas mesmo com essa queda o peso segue acima da média dos países que assim como o Brasil são autossuficientes na produção do combustível (apenas 15% a 20% do combustível é processado fora do país) (FOLHA, 2017).

2.3.1 PRINCIPAIS PROBLEMAS ENFRENTADOS PELOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Entre os principais problemas enfrentados pelos combustíveis de origem fóssil na aviação civil brasileira destacam-se a alta dependência do setor em relação ao mercado externo no que diz respeito ao fornecimento do produto para o mercado interno, onde 25% do combustível demandado é importado de vários países (ANP, 2012 apud UNICAMP, 2013); a precificação do produto também é feita com base no

valor médio do barril do petróleo, o que contribui para elevação de seus preços dada uma oscilação do setor; outro grande problema é devido ao crescimento do setor no Brasil o que faz com que os índices de poluição decorrentes também aumentem, a aviação segundo dados do setor já é responsável por 2% das emissões de CO₂ feitas pelo homem, sendo o combustível fóssil sua principal matriz energética faz com as emissões se agravem cada vez mais. Outro ponto que merece destaque é a subutilização da matriz energética renovável nacional, que pode ser utilizada na fabricação de combustíveis alternativos ao de origem fóssil, os biocombustíveis aeronáuticos que contribuiriam significativamente para diminuir os índices de poluição do setor.

2.4. BIOCOMBUSTÍVEIS: DROP-IN E BIOQUEROSENE NA AVIAÇÃO BRASILEIRA

No Brasil as primeiras tentativas de utilização de biocombustíveis em aeronaves datam de 1976, quando o professor João Roberto Barbosa e sua equipe desenvolveram e homologaram uma turbina a gás, que operava com etanol, para ser utilizada como unidade aerotransportável para partida da aeronave AT-26 Xavante; porém devido à baixa densidade energética o etanol não apresentou perspectivas na substituição do QAV fóssil (CGEE, 2010).

Em 1977 surge mais uma alternativa à utilização do QAV de origem fóssil, o Prosene obtido por meio de óleos vegetais (onde foram testadas diversas matérias-primas tais como, óleo de soja, de babaçu, de dendê, etc.). No final de 1982 o “querosene vegetal” para aviões a jato foi considerado pronto e tiveram início os testes em turbinas em bancada no Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), em São José dos Campos, cujos resultados levaram à homologação do Prosene. Finalmente em 1983 um turbohélice “Bandeirante”, abastecido com o Prosene decolou de São José dos Campos e sobrevoou Brasília, comprovando pioneiramente a possibilidade de utilizar biocombustíveis em modernos propulsores. Porém o combustível apresentou alguns problemas e os preços do petróleo voltaram a cair após 85 o que fez com que o programa fosse descontinuado (CGEE, 2010).

Dentre os biocombustíveis merece destaque o bioquerosene de aviação (bioQAV). No Brasil, o bioquerosene de aviação é definido na Lei nº 12.490/2011 e,

também na resolução da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) nº 63 de 2014 como: substância derivada de biomassa renovável que pode ser usada em turboreatores e turbopropulsores aeronáuticos ou, conforme regulamento, em outro tipo de aplicação que possa substituir parcial ou totalmente o combustível de origem fóssil. Já, de acordo com a IATA, biocombustível que vem a ser uma nova tecnologia de produção de combustível para aviação do tipo drop-in, sendo, “drop-in” definido como: “O combustível alternativo que é indistinto do combustível convencional e que não requer mudanças na infraestrutura de suprimento, no motor ou na aeronave”; logo é um combustível que pode ser misturado ao combustível fóssil de aviação, atualmente utilizado, sem que seja necessário alterar os motores existentes para se adaptar à ele, e ainda assim deve apresentar desempenho e segurança equivalente ao QAV (SANTOS, 2015). A ANP também estipula a proporção em que os biocombustíveis podem ser misturados ao QAV fóssil, sendo:

- ✓ até o limite máximo de cinquenta por cento em volume no caso do SPK-FT (querosene parafínico sintetizado por Fischer-Tropsch) e SPK-HEFA (Querosene parafínico sintetizado por Ácidos graxos e ésteres hidroprocessados) e;

- ✓ até o limite máximo de dez por cento no caso do SIP (iso-parafinas sintetizadas).

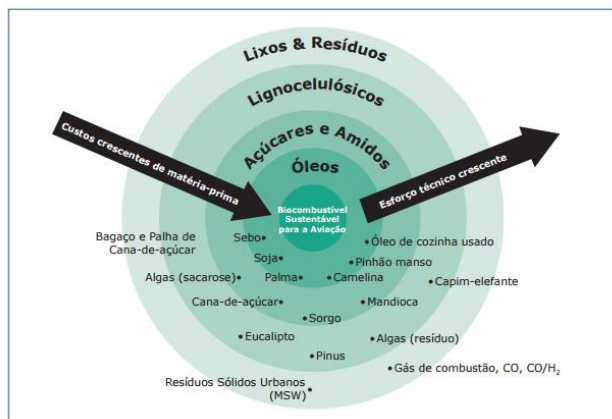
Também é através da resolução nº 63 de 2014 da ANP - que define as especificações dos querosenes alternativos de aviação e as obrigações quanto ao controle de qualidade a serem atendidos pelos diversos agentes econômicos ao longo da cadeia de valor- que torna a Agência responsável pela regulamentação do bioQAV no Brasil. (ANP, Resolução Nº 63, DE 5.12.2014)

Atualmente dado os avanços tecnológicos existem várias matérias-primas a partir das quais é possível fazer a produção do bioQAV, sendo que a escolha se dá devido a maior “adaptabilidade” região/matéria-prima; as que se destacam no Brasil, de acordo com o CGEE, 2010, são: a cana-de-açúcar, soja, colza, palma, sebo, pinhão manso, babaçu, camelina, algas e outras oleagionosas. É a partir da escolha da matéria-prima a ser utilizada que vai se definir o processo de obtenção do bioQAV.

A figura abaixo mostra, de maneira simplificada, que quanto mais perto do centro, mais cara é a matéria-prima, porém mais fácil ou menos cara é a tecnologia

de conversão:

Figura 3- Matérias-primas e sua posição relativa segundo custos e esforços técnicos para serem convertidas em biocombustível para a aviação.



Fonte: UNICAMP, 2013

Os processos de obtenção do bioQAV podem ser, segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010):

- a) Químicos, como a transesterificação e o hidrocraqueamento catalítico que utilizam como matéria-prima óleos vegetais ou gorduras animais;
- b) Termoquímicos, utilizando em geral biomassa lignocelulósica, inicialmente gaseificada, com posterior produção de hidrocarbonetos líquidos e;
- c) Bioquímicos, empregando leveduras ou bactérias modificadas, capazes de processar açúcares e produzir hidrocarbonetos.

A Agência Internacional de Energia (IEA) em 2009, estimava que os biocombustíveis poderão responder por 30% do consumo energético no transporte aéreo em 2050 (CGEE, 2010).

Dado o aumento da importância do uso de biocombustíveis para a aviação, inclusive no Brasil existem diversos programas/iniciativas nacionais, com destaque para:

- ✓ O Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) de 2004, possível marco inicial para o bioquerosene de aviação;
- ✓ A Aliança Brasileira para Biocombustíveis de Aviação (Abraba) fundada em 2010, com o objetivo de promover iniciativas públicas e privadas que busquem o desenvolvimento, a certificação e a

produção comercial de biocombustíveis sustentáveis para a aviação (ABRABA, 2017);

✓ A Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (ABPM). Essa associação, aberta a outras empresas, tem o objetivo de “promover iniciativas públicas e privadas que busquem o desenvolvimento e a certificação de biocombustíveis sustentáveis para a aviação por meio de diálogos com criadores de políticas públicas” (BIODIESELBR, 2017) e;

✓ Plataforma Brasileira de Bioquerosene que une diversas empresas privadas e instituições públicas que trabalham com algumas matérias-primas para o desenvolvimento do bioquerosene.

Já no âmbito legal, merecem destaques os seguintes projetos de leis:

✓ Projeto de Lei Nº 3213/2009 que: “Dispõe sobre a criação do Programa Nacional do Bioquerosene como incentivo à sustentabilidade ambiental da aviação brasileira, e dá outras providências” (BONASSA et al, 2014) e;

✓ Projeto de Lei Nº 416/05 que determina que a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estimule a realização de pesquisas de tecnologias aplicáveis à aviação voltadas ao uso de combustíveis renováveis (CGEE, 2010).

2.5 PLATAFORMA BRASILEIRA DE BIOQUEROSENE

A Plataforma Brasileira de Bioquerosene (PBB) foi “lançada” pela União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio) e com o apoio de grandes instituições (Boeing, Petrobrás, Curcas, entre outras), na Conferência Rio+20 em 2012, com o objetivo de afirmar a importância socioeconômica e ambiental da utilização de biocombustíveis para o setor da Aviação (UBRABIO, 2012).

A Plataforma ainda busca o uso regional do biocombustível e busca integrar a agricultura familiar ao agronegócio; sendo assim outro critério para a escolha da matéria-prima para o desenvolvimento do bioquerosene é a que melhor possa desenvolver a região em que as plataformas de bioquerosene regionais atuem. Outro ponto importante é o contínuo investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação nos processos de transformação e na logística de distribuição do biocombustível (UBRABIO, 2013).

As bases da plataforma se apoiam nos fundamentos do desenvolvimento

sustentável, atendendo quatro pilares da sustentabilidade tais como: econômico, social, ambiental e tecnológico da inovação (UBRABIO, 2013).

O Curcas atua dentro da Plataforma como o agente integrador da mesma, tornando-a uma plataforma aberta e colaborativa dentro do segmento de biocombustíveis para o uso na aviação comercial com matérias-primas renováveis. O objetivo é reunir todos os stakeholders chave formando uma cadeia de valor integrada “ desde o campo à asa” e preencher todas as lacunas identificadas dentro do setor (UBRABIO, 2013).

2.5.1 PLATAFORMA MINEIRA DE BIOQUEROSENE

Integrada à PPB, está a Plataforma Mineira de Bioquerosene (PMB), que visa contribuir para produção de combustível de baixo carbono e produtos renováveis competitivos em relação aos combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de GEE provenientes do setor de aviação, além de promover o desenvolvimento regional do estado de Minas Gerais (SEDE MG, 2014).

A PMB atuará de forma integrada, envolvendo instituições de pesquisa, universidades, produtores de matérias-primas sustentáveis, fornecedores de tecnologia, logística e processos industriais, até chegar às companhias aéreas, baseada no conceito from Farm to Fly, que pode ser traduzido como, do campo ao voo (SEDE MG, 2014). Segundo a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (2014), os principais eixos de atuação da PMB são: o planejamento estratégico, visando à estruturação da cadeia produtiva do bioquerosene no estado, o desenvolvimento de matérias-primas com potencial bioenergético, o desenvolvimento e atração de tecnologias de refino, logística e infraestrutura, certificação e pesquisa e desenvolvimento.

2.6 EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NA UTILIZAÇÃO DO BIOQAV

Apesar de todos os esforços, pesquisas e capacidade de produção que o país dispõe, os testes com voos tripulados no Brasil utilizando o bioquerosene de aviação só começaram efetivamente em 2010, com um voo experimental da TAM, seguido de uma série de outros conforme o quadro a seguir:

Quadro 1- Série de voos realizados com bioquerosene no Brasil

Ano	Tipo de voo	Companhia Aérea	Origem/Destino	Matéria-Prima	% de mistura
2010	Experimental	TAM	Aeroporto do Galeão (RJ)/ Aeroporto do Galeão (RJ)	Pinhão-manso	50 (em um dos motores)
2012	Demonstração	AZUL	Aeroporto de Viracopos (SP)/ Aeroporto Santos Dumont (RJ)	Cana-de-açúcar	50
2013	Comercial (Doméstico)	GOL	Aeroporto de Congonhas (SP)/Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek (Brasília)	Milho e gorduras residuais	25
2014	365 voos comerciais (Domésticos)	GOL	Rio de Janeiro/Diversos destinos	Milho e gorduras residuais	4
2014	Comercial (Internacional)	GOL	Orlando/São Paulo	Cana-de-açúcar	10
2014	Comercial (Rota Fixa - Doméstica)	GOL	Recife/Fernando de Noronha	Pinhão-manso	10

Fonte: Adaptado de (GLOBO, 2012; RIDESA; VALOR, 2013; UNICA, 2016), 2017.

Todos os voos realizados não apresentaram problemas quanto o desempenho das aeronaves, o que confirma a viabilidade que esses voos possam ser realizados com segurança conforme os parâmetros estipulados pela organização normatizadora no país.

Com relação ao percentual de redução de GEE se utilizando desses combustíveis, a Tam ao realizar o voo acima citado com bioQAV de pinhão-manso, avaliou que houve uma redução na emissão dos GEE entre 65% e 80% quando comparado ao querosene de origem fóssil. (BIODIESELBR, 2010).

Já o voo da AZUL durante a Rio+20, conforme estudo realizado pelo Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (Icône), sobre o ciclo de vida dos GEE do bioQAV da Amyris utilizado no voo, mostra que este combustível pode reduzir em até 82% a emissão de dióxido de carbono em comparação ao querosene de origem fóssil (DEFESANet, 2012)

A primeira rota fixa a utilizar bioQAV (10% na mistura, feito de pinhão-manso) foi em 2014, operada pela GOL entre Recife e Fernando de Noronha. Foi

estimada uma redução de 30% das emissões de CO₂ em cada viagem, porém o custo do bioQAV foi estimado em 30% mais caro que o QAV fóssil (BIODIESELBR, 2014).

Durante uma reunião da Comissão Mista Permanente de Mudanças Climáticas (CMMC) em dezembro de 2016, foi apontado que a aviação brasileira emitiu mais de 19 milhões de toneladas de CO₂ em 2015 e pode reduzir 4 milhões de toneladas em 2020 caso incorpore a utilização de bioQAV, a proposta recebeu apoio do senador relator da CMMC, Fernando Bezerra Coelho. O senador ressaltou que no mercado europeu o bioQAV ainda não “destravou” devido à posição da Alemanha que entende que o bioQAV compete com a produção de alimentos destinados ao consumo, porém nos próximos 50 anos não há outra tecnologia além da utilização de biocombustíveis na aviação para que se reduza a emissão dos GEE. Logo esse seria o grande mercado que se abre para o Brasil, dado a biodiversidade e condições que o país já dispõe sem que comprometa a alimentação da população (SENADO NOTÍCIAS, 2016).

Donato Aranda, consultor técnico da Ubrabio, durante uma reunião da União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio) com a Aliança Brasileira para Biocombustíveis de Aviação (Abraba) e agentes do setor, para discutir a consolidação e o desenvolvimento do bioquerosene na matriz energética renovável do Brasil, destacou também o fato da questão da segurança alimentar do bioquerosene brasileiro – que não compete com a produção de alimentos como nos EUA (UBRABIO, 2017).

Já no cenário internacional, ensaios realizados pela NASA, em parceria com o Centro Aeroespacial Alemão (DLR) e o Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá (NRC), concluíram que uma mistura com metade de combustível de aviação convencional e metade de biocombustível, reduz as emissões de partículas de fuligem liberadas pelos motores das aeronaves entre 50% e 70%. (NATURE, 2017)

Em 2015 a indústria mundial de biocombustíveis que registrou um avanço de 3,5% na produção em relação a 2014. No total, foram fabricados 133,3 bilhões de litros, segundo o Relatório de Status Global produzido pela Rede de Políticas de Energias Renováveis para o Século 21, REN 21 (BIODIESELBR, 2016).

3. VARIÁVEIS DO BIOQAV PARA COMPARAÇÃO COM O QAV FÓSSIL

Com base em estudos realizados sobre o assunto, merecem destaque três variáveis na análise da viabilidade do bioQAV no setor brasileiro, consideradas a seguir.

3.1 CUSTOS

O custo do bioQAV ficam em torno 30 a 40% mais caro que o QAV fóssil, tirando uma média pelos custos dos experimentos até então realizados, não sendo competitivos em relação ao bioquerosene fóssil.

Segundo o presidente da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (Abear), Eduardo Sanowicz, para ampliar a escala de produção de biocombustível e tornar o uso dos biocombustíveis “sustentáveis”, ainda é preciso reduzir em cerca de 30% o custo do bioquerosene (EXAME, 2014).

Pedro Scorza, diretor técnico operacional da GOL, aponta que: “Em termos comerciais, o biocombustível ainda enfrenta gargalos de logística e de custos” (VALOR, 2013).

Nas contas da GOL, em 2013, o biocombustível é quatro vezes mais caro o QAV e Scorza diz que: “Se o ICMS fosse cortado de 25% para 12% já seria viável usar o biocombustível na proporção de 10% para 90% de querosene. ” A companhia pode demandar até 80 mil toneladas por ano de biocombustível para abastecer com 10% de bioQAV todos os voos (VALOR, 2013).

Conforme apontado por Paulus Figueiredo, gerente comercial da Amyris no Brasil (empresa que desenvolveu no bioQAV da cana-de-açúcar), além da questão do custo, há a necessidade da maior oferta. Paulus diz que a fábrica localizada no interior de São Paulo tem capacidade máxima para produzir 20 milhões de litros anuais, o que representa apenas 0,27% do consumo do mercado de aviação nacional. “Temos um plano de expansão para aumentar em até quatro vezes a produção do bioquerosene, conforme a demanda”, diz Figueiredo. “Paralelamente, nos últimos dois anos, reduzimos nosso custo de produção em mais de dez vezes. Se for possível equiparar o preço do bioquerosene com o do querosene tradicional, sua adoção será uma opção natural das companhias aéreas. ” (AEROMAGAZINE, 2015).

Antonini Puppini-Macedo, diretor do Centro de Pesquisas da Boeing no Brasil, lembra: “O biocombustível ainda é significativamente mais caro, mas, no início,

o álcool [etanol] dos carros também tinha preço elevado e, com a demanda, tornou-se mais barato” (AEROMAGAZINE, 2015).

3.1 VIABILIDADE TÉCNICA

Conforme dito, o bioquerosene de aviação não requer que seja feita nenhuma mudança ou adaptação nos motores de aeronaves projetados inicialmente para o uso do querosene fóssil.

Tecnicamente o Brasil dispõe de recursos (tamanho, tecnologia, matéria-prima, etc.) necessários e suficientes para a produção do combustível, tudo isso sem que a alimentação de sua população seja comprometida.

Os bioquerosenes já feitos mostram que são tecnicamente iguais aos combustíveis fósseis, no que diz respeito a performance de voo.

3.2 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

Dados do setor mostram que a aviação gera aproximadamente 2% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) causadas pelo homem; de acordo com estudos na área estima-se que atingirão um nível de 3% até 2030. Apesar do baixo índice de emissão, o setor de transporte aéreo (que usa o QAV de origem fóssil) é responsável por 12% das emissões de gases do efeito estufa (GEE) se comparado a outros tipos de transportes, sendo suas emissões mais prejudiciais por conta da incidência direta em grandes altitudes de GEE o que leva a uma intensificação do fenômeno do aquecimento global (UNICAMP, 2013).

Devido ao aquecimento global e o nível crescente de emissões de GEE, a questão energética ganha um enfoque cada vez maior; o setor aeronáutico, tem como meta uma redução de 50% nas emissões líquidas de CO₂ sobre níveis de 2005 até 2050, conforme consta em diversos órgãos relacionados; há também um compromisso ambiental assumido entre a IATA e os Estados-Membros da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), se apoiam em uma estratégia de quatro pilares para a mitigação dos GEE, que são (ATAG,2016):

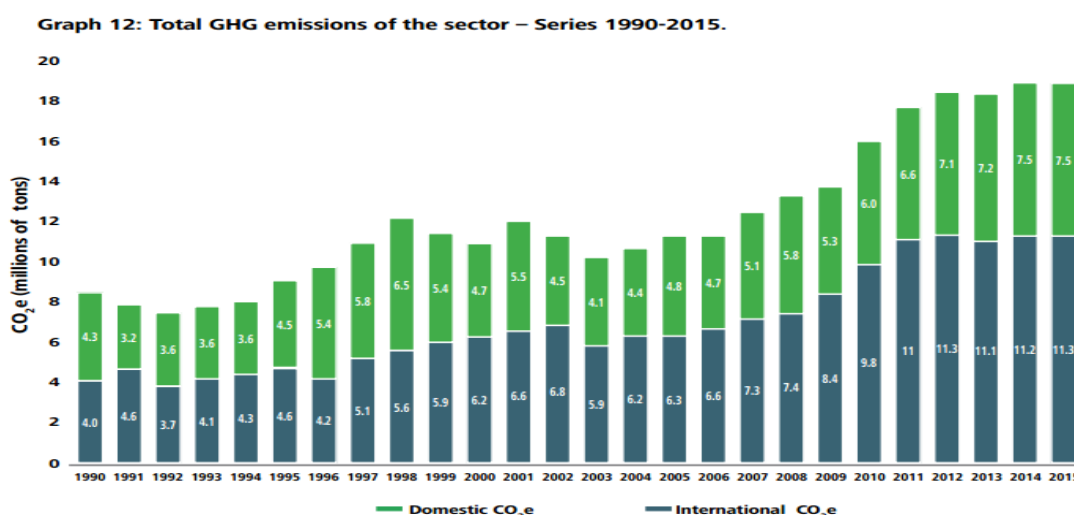
- ✓ Uso de novas tecnologias, incluindo aquelas que aumentem a eficiência na redução de consumo de combustíveis;
- ✓ Maior eficiência nas operações de empresas aéreas;
- ✓ Incrementar a infraestrutura de aeroportos e espaço aéreo;

✓ Medidas econômicas positivas.

Para alcançar tais objetivos, a indústria aeronáutica tem se dedicado a aumentar a eficiência operacional das aeronaves, por meio do desenvolvimento de motores mais modernos e eficientes e da utilização de estruturas e ligas metálicas mais leves (CGEE, 2010). Outra forma de contribuição para a redução de emissões de GEE é a substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis. Em nível global foi criada a SAFUG (Sustainable Aviation Fuel Users Group), que visa acelerar o desenvolvimento e comercialização de biocombustíveis de aviação.

O gráfico abaixo mostra a emissão de CO₂ pelo setor aéreo brasileiro:

Gráfico 1: Total de emissões do setor aéreo – série 1990-2015



Source: ANAC

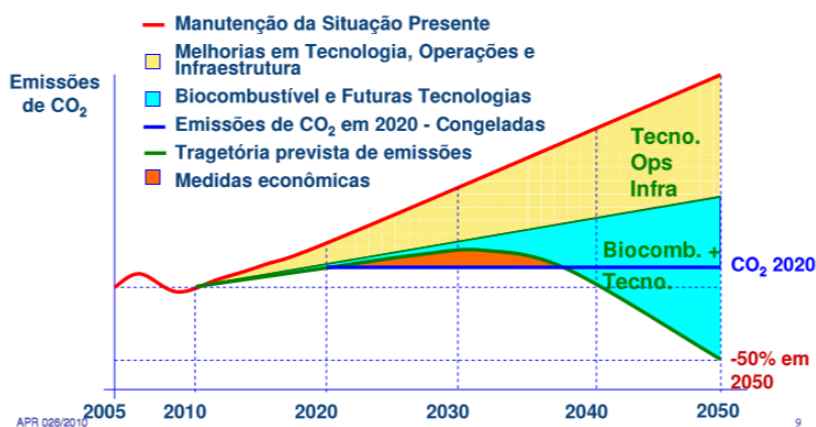
Fonte: ANAC, 2015

Frente a esse cenário, com iniciativas globais visando reduzir a emissão de GEE na aviação, um aumento da demanda por combustível e queda na produção mundial de petróleo, no Brasil merece destaque o programa de biocombustíveis, com destaque ao bioquerosene de aviação (bioQAV).

A figura abaixo mostra o quanto a utilização de novas tecnologias sustentáveis pode contribuir para a redução na emissão de CO₂, com destaque para o uso dos biocombustíveis:

Figura 2: “Roadmap” da aviação civil para redução de emissões

“ROADMAP” DA AVIAÇÃO CIVIL PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES



Fonte: AIAB, 2010

4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BIOCOMBUSTÍVEIS DA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA: BIOQAV X QAV FÓSSIL

Após um detalhado estudo sobre a viabilidade do bioquerosene de aviação comercial no mercado brasileiro, se comparado ao usual QAV fóssil, chegamos a três principais variáveis a serem levadas em conta durante a tomada de decisão entre qual combustível aeronáutico escolher, sintetizadas as diferenças entre ambos no quadro a seguir

Quadro 2: Análise comparativa entre bioQAV e QAV fóssil.

Variáveis	BioQAV	QAV Fóssil
Econômica	Maior preço devido à produção em baixa escala, falta de melhorias na questão logística	Menor preço devido à economia de escala
Técnica	Produção em fases iniciais; não há necessidade de adaptação dos motores das aeronaves; disponibilidade de recursos e técnica de produção;	Produção em larga escala; qualidade já difundida no mercado.
Ambiental	Reduções significativas na emissão de gases poluentes (variando de acordo com a matéria-prima a ser utilizada)	Elevadas emissões de poluentes

4.2 ANÁLISE SWOT DO BIOQAV

Para análise foi utilizada a técnica de análise SWOT, a qual foi elaborada pelo norte-americano Albert Humphrey em projetos de pesquisa na Universidade de Stanford entre as décadas de 1960 e 1970, disseminando-se como ferramenta para análise de posicionamento em diversas perspectivas. A análise de SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*), cuja tradução para o português é Análise FOFA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) possibilita a analisar a viabilidade da tecnologia considerando o estágio atual da tecnologia e potencialidades.

O quadro a seguir mostra de forma resumida uma análise SWOT feita sobre o bioQAV brasileiro:

Quadro 3: Análise SWOT do bioQAV

Ambiente Interno	
Forças	<p>F1 - Tecnologia disponível;</p> <p>F2 - Áreas de cultivos disponível; menor dependência em relação ao mercado externo;</p> <p>F3 - Redução nas emissões de gases poluentes gerados pelo setor aéreo e;</p> <p>F4 - Inserção da agricultura familiar às cadeias de valor.</p>
Fraquezas	<p>FR 1 - Falta de investimento e incentivos;</p> <p>FR 2 - Processos de produção sem larga escala;</p> <p>FR 3- Falta de colaboração entre governo, iniciativa privada, universidades e centros de pesquisa e;</p> <p>FR 4 – Comprometimento da qualidade do solo com o tempo, devido à retirada das matérias-primas.</p>
Ambiente Externo	
Ameaças	<p>A 1 - Forte dependência de fatores externos, tal qual o clima, o que pode tornar seus preços voláteis;</p> <p>A 2 – Falta de mercado consumidor que justifique a produção em larga escala e;</p> <p>A 3 – Outros países desenvolverem tecnologias mais competitivas no segmento e acabarem ganhando esse segmento de mercado.</p>
Oportunidades	<p>OP 1 - Ganho do mercado externo com a exportação do bioQAV, como já acontece com outros biocombustíveis onde o Brasil é líder no segmento, por exemplo de etanol;</p> <p>OP 2 – Desenvolvimento de plataformas de tecnologia nacionais, com ênfase em pesquisa e desenvolvimento;</p> <p>OP 3 – Exportação da tecnologia para outros países e;</p> <p>OP 4 – Vantagens comerciais na economia do carbono com redução de emissão.</p>

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioquerosene de aviação (bioQAV), mostra-se como uma alternativa viável na substituição do querosene de aviação de origem fóssil, dentro da aviação civil brasileira; a tecnologia necessária para a produção do drop-in de bioQAV de

aviação já existe no país e por meio da série de testes realizados já está evidenciado o quão vantajoso este é em relação à redução dos GEE com relação ao seu principal concorrente, o QAV fóssil; o Brasil, dado seu pioneirismo com biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar, sua dimensão que permite o cultivo das culturas citadas sem que seja comprometido o fornecimento de alimentos para a população, suas condições climáticas favoráveis (água, solo, temperatura, etc) tem enorme potencial de se tornar líder no mercado de produção de biocombustíveis de aviação, o que abriria um nicho de mercado para o país que se torne um grande exportador do setor, não só do produto final mas também de tecnologias relacionadas. Outros pontos de destaque é o desenvolvimento de plataformas de tecnologia nacional relacionadas ao biocombustível aeronáutico, a inserção da agricultura familiar nas cadeias de valor e diminuição da dependência externa com relação aos custos do barril de petróleo, onde as economias periféricas são as mais afetadas, além é claro de que setor se tornaria menos dependente de um recurso escasso e finito.

Mas é claro que o custo ainda é impeditivo para que as companhias aéreas passem a demandar o bioquerosene em maior quantidade de modo que passem a utilizá-lo em toda sua frota; por outro lado se todas as companhias aéreas passassem a demandá-lo, poderia servir como um incentivo para que mais empresas entrassem no ramo aumentando-se as pesquisas e elevando assim a oferta do produto, o que levaria a uma diminuição de seu preço.

O governo então seria o grande responsável por fazer políticas de incentivo, tais como subsidiar a produção, cortar as alíquotas de imposto sobre o produto, ou impor que as companhias aéreas passem a utilizar determinada quantidade do produto em suas frotas. Deverá também aumentar seus investimentos em infraestrutura e logística (desde o transporte até o armazenamento), pois estes se tornam um dos principais componentes do custo do produto, visto que no Brasil tais componentes são precários não só no modal aéreo; as matérias primas utilizadas na produção do bioQAV são produtos de baixo valor e densidade unitário, os centros de transformação de tais insumos em produto final se encontram longe da área de transformação, dadas algumas exceções, e longe dos maiores consumidores que se concentram na região sudeste do país o que faz com que tais investimentos sejam tidos como prioritários.

Outros fortes fatores de entrave para o bioquerosene de aviação, em

âmbito nacional, ficaram evidenciados no decorrer do trabalho: as informações ainda são escassas e de difícil acesso, e percebe-se uma falta de integração e entre as entidades envolvidas nas pesquisas e os órgãos governamentais.

Embora apresentem inúmeras vantagens, os biocombustíveis no setor aéreo são apenas soluções parciais para o problema das emissões de GEE, mas até que apareçam soluções mais viáveis, as iniciativas de produção do bioQAV despontam como as melhores opções para minimizarem os problemas, portanto continuam em desenvolvimento nos países onde sua segurança alimentar esteja garantida.

6 REFERÊNCIAS

ABEAR - Associação Brasileira das Empresas Aéreas. Brasil cai de 5º para 9º maior mercado aéreo mundial em ranking da IATA. 2017. Disponível em:<
<http://www.agenciaabear.com.br/hotnews-4/brasil-cai-de-5o-para-9o-maior-mercado-aereo-mundial-em-ranking-da-iata/> > Acesso em: 03 de junho de 2017.

ABEAR – Associação Brasileira das Empresas Aéreas. Qual é o tributo que mais pesa sobre os custos da aviação no Brasil? Disponível em:<
<http://querovoar.abear.com.br/#fatos>> Acesso em 18 de setembro de 2017.

AIAB – Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil. Fontes Renováveis de Energia na Aviação: Aspectos Regulatórios. São José dos Campos, 2010.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. Anuário do transporte aéreo 2015. 2015. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-do-anuario-do-transporte-aereo>> Acesso: 14 de junho de 2017.

ATAG - Air Transport Action Group (2016). Facts & Figures. Disponível em:<
<http://www.atag.org/> >. Acesso em 21 de maio de 2017.

BIELSCHOWSKY, Pablo; CUSTÓDIO, Marcos da Cunha. A evolução do setor de transporte aéreo brasileiro. Revista Eletrônica Novo Enfoque, v. 13, n. 13, p. 72 – 93, 2011. Disponível

em: <http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/13/artigos/7_Prof_Pablo_Marcos_Art4_VF_2.pdf > Acesso em: 16 de abril de 2017.

BONASSA G. et al. Bioquerosene: Panorama da produção e utilização no Brasil. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 3, p. 97-106, 2014.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Biocombustíveis aeronáuticos - Progressos e desafios. 2010. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/biocombustiveis_aeronauticos_24012011_9559.pdf> Acesso em 25 de junho de 2017.

ESTADÃO. CHADE Jamil. Brasil será 3º mercado de aviação até 2017 Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-sera-3-mercado-de-aviacao-ate-2017-imp-,1107049>> Acesso em: 03/06/2017.

FOLHA – BRASIL QUE VOA. Preço do combustível de aviação no Brasil é 46% maior do que nos EUA. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://estudio.folha.uol.com.br/brasil-que-voa/2017/05/1886629-preco-do-combustivel-de-aviacao-no-brasil-e-46-maior-do-que-nos-eua.shtml> > Acesso em 18 de setembro de 2017.

GIL Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª edição. Editora Atlas. São Paulo, 2008.

GLOBO. LEITA Isabela. Azul faz voo experimental usando combustível à base de cana. Campinas, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2012/06/azul-faz-voo-experimental-usando-combustivel-base-de-cana-de-acucar.html>> Acesso em: 17 de setembro de 2017.

ICAO - International Civil Aviation Organization. Q&A: THE ICAO CO2 STANDARD FOR AIRCRAFT. 2016. Disponível em: <<http://atag.org/component/downloads/downloads/307.html> > Acesso em: 14 de junho de 2017.

RIDESA – Rede Interuniversitária para o desenvolvimento do setor sucroenergético. Gol voa de Orlando para São Paulo com bioquerosene de cana de açúcar. Disponível em: < <https://ridesa.agro.ufg.br/n/72309-gol-voa-de-orlando-para-sao-paulo-com-bioquerosene-de-cana-de-acucar> > Acesso em: 24 de setembro de 2017.

SANTOS Felipe Iovasso Viera dos. Bioquerosene de Aviação: panorama e perspectivas do biocombustível. Limeira, 2015. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000958419> > Acesso em 24 de maio de 2017.

SENADO NOTÍCIAS. Comissão de Mudanças Climáticas debate produção de bioquerosene para aviação. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/audios/2016/12/comissao-de-mudancas-climaticas-debate-producao-de-bioquerosene-para-aviacao>> Acesso em: 03 de junho de 2017.

VALOR Econômico. OLIVEIRA João José. Gol quer voo diário com biocombustível em 2014. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/3313896/gol-quer-voe-diario-com-biocombustivel-em-2014>> Acesso em: 17 de setembro de 2017.

UBRABIO – União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene. Plataforma Brasileira de Bioquerosene, 2013. Disponível em: < <http://cdieselbr.com.br/Documents/2013.09.11%20Plataforma%20Brasileira%20Bioquerosene-Ubrabio.pdf>> Acesso em: 29 de maio de 2017.

UNICA – União da Indústria de cana-de-açúcar. SUSTENTABILIDADE – A cana no plano de voo da aviação brasileira. 2016. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/7657299920324775593/a-cana-no-plano-de-voe-da-aviacao-brasileira/>> Acesso em: 17 de setembro de 2017.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Boeing, Embraer. Plano de Voo para

Biocombustíveis de Aviação no Brasil: Plano de Ação. 2013. Disponível em: <
<http://www.fapesp.br/publicacoes/plano-de-voo-biocombustiveis-brasil-pt.pdf?x=2>>.
Acesso em: 19 de maio de 2017.