



Nota técnica n.º 56/2013/SBQ

Rio de Janeiro, 25 de março de 2013.

**Assunto: Arcabouço regulatório necessário ao uso do querosene de aviação sintético**

## **1. Introdução**

A Lei n.º 9.478, de 6 de agosto de 1997, que dispõe sobre a política energética nacional, é a base legal para a introdução do arcabouço regulatório da ANP no ordenamento jurídico, com destaque para os objetivos da Política Energética Nacional descritos nos incisos IV, VIII, XII, XIII, XIV, XVII e XVIII do Art. 1º, quais sejam:

...

*IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia;*

*VIII - utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis;*

*XII - incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional;*

*XIII - garantir o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional;*

*XIV - incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa e de subprodutos da produção de biocombustíveis, em razão do seu caráter limpo, renovável e complementar à fonte hidráulica;*

*XV - promover a competitividade do País no mercado internacional de biocombustíveis;*

*XVII - fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável;*

*XVIII - mitigar as emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis.*

Os incisos XIII, XIV, XV, XIV, XVII e XVIII indicados acima foram incluídos pela Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011, que acrescentou e deu nova redação a alguns dispositivos da Lei nº 9.478/1997, ampliando a competência da ANP para toda a Indústria de Biocombustíveis, definida como o conjunto de atividades econômicas relacionadas com produção, importação, exportação, transferência, transporte, armazenagem, comercialização, distribuição, avaliação de conformidade e certificação de qualidade de biocombustíveis.

A Lei nº 12.490/2011 alterou a definição de biocombustível, dispondo que a ANP estabelecerá as substâncias que poderão ser consideradas como biocombustíveis, e incluiu a definição de bioquerosene de aviação:

*XXIV - Biocombustível: substância derivada de biomassa renovável, tal como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da ANP, que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores a combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.*

...

*XXXI - Bioquerosene de Aviação: substância derivada de biomassa renovável que pode ser usada em turborreatores e turbopropulsores aeronáuticos ou, conforme regulamento, em outro tipo de aplicação que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil."*

Diante desse novo cenário de atribuições da ANP, a presente Nota Técnica tem o objetivo de apresentar as justificativas e assim, propor um novo regulamento para uso não compulsório de dois tipos de querosenes de aviação sintéticos específicos, que podem ser obtidos a partir de biomassa, carvão e gás natural, conforme o processo de produção, para serem adicionados ao querosene de aviação convencional até o teor de 50% em volume.

## **1.2. Regulamentação atual de combustíveis de aviação**

A regulamentação estabelecida pela ANP aplicável aos combustíveis de aviação abrange querosene de aviação (QAV-1) e gasolina de aviação.

As Resoluções e Portarias que regulamentam a produção e comercialização do querosene de aviação (QAV-1) e que dispõem sobre as obrigações dos agentes quanto ao seu controle da qualidade e envio de dados para ANP, são mencionadas a seguir:

- a) produção (Resolução ANP n° 16/2010);
- b) especificação e controle da qualidade do combustível ao longo da sua cadeia produtiva (Resolução ANP n° 37/2009);
- c) controle da qualidade na importação (Portaria ANP n° 311/2001);
- d) distribuição (Resolução ANP n° 17/2006);
- e) revenda (Resolução ANP n° 18/2006);
- f) ponto de abastecimento (Resolução ANP n° 12/2007);
- g) importação (Portaria ANP n° 204/1998);
- h) exportação (Portaria ANP n° 107/2000); e
- i) apresentação de dados relativos à comercialização por Produtor e Importador (Portaria ANP n° 297/2001).

## **1.3. Comercialização do querosene de aviação**

Segundo o modelo de abastecimento aplicado no país, a Refinaria comercializa o produto no mercado nacional com o Distribuidor de Combustíveis de Aviação e este com o Revendedor de Combustíveis de Aviação. O produto também pode ser adquirido no mercado internacional, via importação.

## **1.4. Regulamentação da produção e qualidade do querosene de aviação**

A Resolução que regula a produção de querosene de aviação (QAV-1) é a Resolução ANP n° 16/2010, que estabelece os requisitos técnicos, econômicos e jurídicos a serem atendidos pelas requerentes para construção, modificação, ampliação de capacidade e operação de refinarias de petróleo, condicionados à prévia e expressa autorização da ANP, bem como as exigências de projeto quanto à proteção ambiental e à segurança industrial e das populações.

De acordo com a Resolução ANP nº 16/2010, o Produtor (refinador de petróleo) autorizado deve atender aos requisitos de qualidade do querosene de aviação (QAV-1), considerando a sua especificação (Regulamento Técnico ANP nº 6/2009, parte constante da Resolução ANP nº 37/2009), bem como as obrigações quanto a seu controle da qualidade, incluindo a certificação do produto em laboratório próprio ou terceirizado.

O setor da aviação tem requisitos rigorosos para os seus combustíveis, pois eles devem possuir características que permitam o escoamento a baixas temperaturas, que tenham compatibilidade com os materiais de contato e que forneçam uma densidade energética alta devido às longas distâncias percorridas pelas aeronaves.

O querosene de aviação (QAV-1) destina-se exclusivamente ao consumo em turbinas de aeronaves e é constituído de hidrocarbonetos de 9 a 16 átomos de carbonos e de aditivos. Estes hidrocarbonetos devem ser derivados das seguintes fontes convencionais: petróleo, condensados líquidos de gás natural, óleo pesado e óleo de xisto.

A comercialização e o uso do querosene de aviação são condicionados ao atendimento de sua especificação que descreve minuciosamente as características relacionadas à sua composição, volatilidade, fluidez, combustão, corrosão, estabilidade, condutividade e lubrificidade. Além disso, os aditivos são utilizados para melhorar as propriedades físico-químicas do combustível e verificar a presença de contaminantes.

Muitos países, inclusive o Brasil, possuem suas próprias especificações para querosene de aviação, contudo a maioria está alinhada com as seguintes normas internacionais:

a) “Defence Standard 91-91 - Turbine Fuel, Aviation Kerosine Type, Jet A-1, NATO code F-35, Joint Service AVTUR” do Ministério da Defesa da Grã-Bretanha, usada na maior parte do mundo;

b) “ASTM D1655 – Standard Specification for Aviation Turbine Fuels”, utilizada nos Estados Unidos e por outros países, inclusive países da América do Norte, Central e do Sul.

A especificação brasileira incorpora os requisitos mais rigorosos das especificações ASTM D1655 e “British Ministry of Defence Standard” DEF STAN 91-91.

O controle da qualidade do produto ao longo da sua cadeia produtiva é previsto na Resolução ANP nº 37/2009 por meio de análise de amostra representativa e emissão dos seguintes documentos da qualidade: Certificado da Qualidade (Produtor e Importador); Boletim de Conformidade (Distribuidor) e Registro da Análise da Qualidade (Distribuidor ou Revendedor, conforme o caso), atestando que o produto atende aos limites estabelecidos na Tabela 1 de Especificação de Querosene de Aviação (QAV-1) constante no Regulamento Técnico ANP nº 6/2009 da referida Resolução.

Tabela 1 - Especificação de Querosene de Aviação - QAV-1(1)

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODOS	
			ABNT NBR	ASTM
<b>APARÊNCIA</b>				
Aspecto	-	claro, límpido e isento de água não dissolvida e material sólido à temperatura ambiente	Visual	Visual D4176 (Procedimento 1)
Cor (2)	-	Anotar	14921 -	D156 D6045
Partículas contaminantes, máx. (3)	mg/L	1,0	-	D5452
<b>COMPOSIÇÃO</b>				
Acidez total, máx. mg	KOH/g	0,015	-	D3242
Aromáticos, máx. ou	% volume	25,0	14932	D1319
Aromáticos totais, máx. (4)	% volume	26,5	-	D6379
Enxofre total, máx.	% massa	0,30	6563 - 14533 -	D1266 D2622 D4294 D5453
Enxofre mercaptídico, máx. ou,	% massa	0,0030	6298	D3227
Ensaio Doctor (5)	-	negativo	14642	D4952
Componentes na expedição da refinaria produtora (6)				
Fração hidroprocessada	% volume	anotar	-	-
Fração severamente hidroprocessada	% volume	anotar	-	-
<b>VOLATILIDADE</b>				

Destilação (7)	°C		9619	D86
P.I.E. (Ponto Inicial de Ebulição)		anotar		
10% vol. recuperados, máx.		205,0		
50% vol. recuperados		anotar		
90% vol. recuperados		anotar		
P.F.E. (Ponto Final de Ebulição), máx.		300,0		
Resíduo, máx.	% volume	1,5		
Perda, máx.	% volume	1,5		
Ponto de fulgor, mín.	°C	40,0 ou 38,0	7974	D56 D3828
Massa específica a 20°C (8)	kg/m <sup>3</sup>	771,3 - 836,6	7148 14065	D1298 D4052
<b>FLUIDEZ</b>				
Ponto de congelamento, máx	°C	- 47	7975 - - -	D2386 D5972 D7153 D7154 (9)
Viscosidade a -20°C, máx.	mm <sup>2</sup> /s	8,0	10441	D445
<b>COMBUSTÃO</b>				
Poder calorífico inferior, mín.	MJ/kg	42,80	-	D4529 D3338 D4809
Ponto de fuligem, mín. ou Ponto de fuligem, mín. e Naftalenos, máx.	mm mm % volume	25,0 19,0 3,00	11909 -	D1322 D1840
<b>CORROSÃO</b>				
Corrosividade ao cobre (2h a 100°C), máx.		1	14359	D130
<b>ESTABILIDADE</b>				

Estabilidade térmica a 260°C (11)			-	D3241
queda de pressão no filtro, máx.	mm Hg	25,0	-	-
depósito no tubo (visual)	-	< 3 (não poderá ter depósito de cor anormal ou de pavão)	-	-
<b>CONTAMINANTES</b>				
Goma atual, máx. (12)	mg/100 mL	7	14525	D381
Índice de separação de água, MSEP (13)			-	D3948
com dissipador de cargas estáticas, mín.	-	70		
sem dissipador de cargas estáticas, mín.	-	85		
<b>CONDUTIVIDADE</b>				
Condutividade elétrica (14)	pS/m	50 - 600	-	D2624
<b>LUBRICIDADE</b>				
Lubricidade, BOCLE máx. (15)	mm	0,85	-	D5001
<b>ADITIVOS (16)</b>				
Antioxidante (17)	mg/L	17,0 - 24,0	-	-
Desativador de metal, máx. (18)	mg/L	5,7	-	-
Dissipador de cargas estáticas, máx. (19)	mg/L	5,0	-	-
Inibidor de formação de gelo (20)	% volume	0,10 - 0,15	-	-
Detector de vazamentos, máx. (21)	mg/kg	1,0	-	-
Melhorador da lubricidade		(22)	-	-

Observações:

- (1) O produtor, importador, distribuidor e revendedor de querosene de aviação deverão assegurar que durante o transporte do produto não ocorrerá contaminação com biodiesel ou produtos contendo biodiesel.
- (2) A Cor deverá ser determinada na produção e, no caso de produto importado, no tanque de recebimento após a descarga.
- (3) Limite aplicável somente na produção. No caso de produto importado, a determinação deverá ser realizada no tanque de recebimento após a descarga e o resultado anotado no Certificado da Qualidade. No carregamento da aeronave será aplicado o limite estabelecido pela IATA - International Air Transport Association.
- (4) Em caso de conflito entre os resultados de Aromáticos e Aromáticos Totais prevalecerá o limite especificado para Aromáticos.
- (5) Em caso de conflito entre os resultados de enxofre mercaptídico e de ensaio Doctor, prevalecerá o limite especificado para o enxofre mercaptídico.
- (6) Deverá constar no Certificado da Qualidade emitido pelo Produtor: o percentual das frações hidroprocessada e severamente hidroprocessada de combustível na batelada, inclusive as não adições das frações mencionadas. Entende-se como fração severamente hidroprocessada aquela fração de hidrocarbonetos derivados de petróleo, submetida a uma pressão parcial de hidrogênio acima de 7.000 kPa durante a sua produção
- (7) Embora o QAV-1 esteja classificado como produto do Grupo 4 no ensaio de Destilação, deverá ser utilizada a temperatura do condensador estabelecida para o Grupo 3.
- (8) O valor da massa específica a 20°C deverá ser sempre anotado. A massa específica a 15°C poderá ser anotada adicionalmente para facilitar as transações comerciais internacionais. Para a temperatura de 15°C, aplicam-se os limites de 775,0 a 840,0 kg/m<sup>3</sup>.
- (9) Em caso de conflito entre os resultados pelos diferentes métodos prevalecerá o resultado pelo método ABNT 7975/ASTM D2386.
- (10) A avaliação do depósito no tubo de aquecimento deverá ser realizada até no máximo duas horas após o término do teste. Somente tubos fornecidos pelo fabricante do equipamento, especificado para a determinação da estabilidade térmica poderão ser utilizados.
- (11) Poderá ser empregado na distribuição o método IP 540, aplicando-se o mesmo limite de especificação. A análise de consistência só se aplica à Goma Atual, quando utilizada, na produção e na distribuição, a mesma metodologia.
- (12) Limite aplicável na produção. Na distribuição deverão ser observados os procedimentos contidos na ABNT NBR 15216.
- (13) Limites exigidos no local, hora e temperatura de entrega ao comprador no caso do combustível conter aditivo dissipador de cargas estáticas.
- (14) Limite aplicado na produção. O controle da lubricidade aplica-se somente aos combustíveis que contêm mais que 95% de fração hidroprocessada, sendo que desta, no mínimo 20% foi severamente hidroprocessada. Esse controle é realizado, também, para todos os combustíveis que contêm componentes sintéticos, conforme a Defence Standard 91-91, Issue 6 (<http://www.dstan.mod.uk>).

(15) O Certificado da Qualidade e o Boletim de Conformidade devem indicar os tipos e as concentrações dos aditivos utilizados.

São permitidos apenas os tipos de aditivos relacionados na Tabela I deste Regulamento Técnico, qualificados e quantificados na edição mais atualizada da “ASTM D1655 Standard Specification for Aviation Turbine Fuels” e na Norma do Ministério da Defesa da Inglaterra denominada “Defence Standard 91-91 (“Defence Standard 91-91 do United Kingdom - Ministry of Defence” - [www.dstan.mod.uk](http://www.dstan.mod.uk)).

(16) Se o combustível não for hidroprocessado, a adição do antioxidante é opcional. Neste caso, a concentração do material ativo do aditivo não deverá exceder a 24,0 mg/L. Se o combustível ou componente do combustível for hidroprocessado, a adição do antioxidante é obrigatória e a concentração do material ativo do aditivo deverá estar na faixa de 17,0 a 24,0 mg/L.

A adição do antioxidante deverá ser realizada logo após o hidroprocessamento e antes do produto ser enviado aos tanques de estocagem. Quando o combustível final for composto de mistura de produto hidroprocessado e não hidroprocessado, deverão ser anotados: a composição da mistura e os teores de aditivos utilizados nas frações hidroprocessada e não hidroprocessada, separadamente.

(17) O aditivo desativador de metal poderá ser utilizado para melhorar a Estabilidade térmica do Querosene de Aviação. Neste caso, deverão ser reportados os resultados da Estabilidade térmica obtidos antes e após a adição do aditivo.

A concentração máxima permitida na primeira aditivação é de 2,0 mg/L. Uma aditivação complementar posterior não poderá exceder ao limite máximo acumulativo de 5,7 mg/L.

(18) O aditivo dissipador de cargas estáticas poderá ser utilizado para aumentar a Condutividade elétrica do Querosene de Aviação.

A concentração máxima permitida na primeira aditivação é de 3,0 mg/L. Uma aditivação complementar posterior não poderá exceder a concentração máxima acumulativa especificada de 5,0 mg/L.

(29) É opcional a adição do aditivo inibidor de formação de gelo, mediante acordo entre o revendedor e o consumidor, desde que sejam atendidos os limites especificados na Tabela I.

(20) Quando necessário, o aditivo poderá ser utilizado para auxiliar na detecção de vazamentos no solo provenientes de tanques e sistemas de distribuição de querosene de aviação. Este aditivo deverá ser utilizado somente quando outros métodos de investigação forem exauridos.

(21) A adição do aditivo melhorador da lubricidade deverá ser acordada entre revendedor e consumidor, respeitados os limites para cada tipo de aditivo.

O Certificado da Qualidade é requerido do Produtor e Importador. Em relação à importação, quem emite o Certificado da Qualidade do produto é a firma inspetora credenciada na ANP e contratada pelo Importador.

O Boletim de Conformidade e o Registro da Análise da Qualidade são documentos da qualidade emitidos pelo Distribuidor de Combustíveis de Aviação e o Revendedor de Combustíveis de Aviação, respectivamente. Esses documentos são para a certificação parcial do produto, apresentando parte das características previstas no Regulamento Técnico ANP n°

6/2009. No caso de operação por sistemas dedicados será permitida a emissão do Registro da Análise da Qualidade pelo Distribuidor.

O Produtor de QAV-1, o Importador e o Distribuidor de Combustíveis de Aviação deverão atender às regras contidas na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 15216 - Controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento de combustíveis de aviação.

## **2. Motivação**

A concentração global de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera resultante das atividades humanas está crescendo rapidamente. Esses gases têm um tempo de residência de cerca de 100 anos na atmosfera. O componente de dióxido de carbono total, que responde pela maior participação, aumentou de 280 partes por milhão (ppm) antes do início da Revolução Industrial para mais de 390 ppm em 2011. O aumento da concentração de GEE na atmosfera, que obstrui a saída de energia irradiante a partir da superfície do planeta, tem levado a um aumento na temperatura média da superfície do planeta.

O IPCC (“Intergovernmental Panel on Climate Change” ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial é um órgão intergovernamental aberto para os países membros do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), responsável por fornecer informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas e seus impactos potenciais, além de propor opções de adaptação e mitigação. Segundo dados do Quarto Relatório do IPCC, publicado em 2007, a aviação contribuiu com 2% das emissões globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ou 13% das emissões dos meios de transporte, e há previsão de crescimento de 3 a 4% a.a. da quantidade total de emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente da aviação.

As emissões de poluentes decorrentes do setor de aviação têm se elevado e isto se deve, principalmente, ao aumento da demanda por este tipo de transporte, que tem se expandido a cada ano. O tráfego de passageiros cresceu de 1960 até a década de 1990 cerca de 9% ao ano, 2,4 vezes a taxa média de crescimento do produto interno bruto (PIB). O tráfego de mercadorias, que representa aproximadamente 80% do que é transportado por aviões de passageiros, também cresceu no mesmo período.

Em 2011 as companhias aéreas transportaram 2,8 bilhões de passageiros e a Associação Internacional de Transportes Aéreo (IATA, sigla em inglês), associação que representa o transporte aéreo internacional, prevê que as companhias aéreas devem transportar 3,6 bilhões de

passageiros em 2016. Isso é cerca de 800 milhões a mais que em 2011. O aumento do número de voos demandará cada vez mais um consumo maior de querosene de aviação.

Há uma gama de opções para reduzir o impacto das emissões da aviação por meio de ganho de eficiência, das quais se pode citar: mudanças na tecnologia de produção de aeronaves, de motores, nas práticas operacionais, na infraestrutura e nas medidas regulamentares e econômicas.

Contudo, o ganho em eficiência por intermédio de medidas tecnológicas e operacionais e de alterações na infraestrutura não compensam as emissões globais, previstas para serem geradas pelas projeções de expansão do tráfego aéreo. Para alcançar a sustentabilidade do transporte aéreo, outras estratégias são necessárias a fim de compensar esse crescimento das emissões.

## **2.1. Ações para mitigar os efeitos das mudanças climáticas**

No âmbito das Nações Unidas, a “International Civil Aviation Organization” (ICAO), agência especializada da ONU em aviação, está tomando a iniciativa no sentido de promover o desenvolvimento de conteúdo científico a respeito das emissões da aviação, bem como de oferecer um fórum com o objetivo de facilitar as discussões sobre soluções para o problema das emissões. O foco dessas discussões são as opções de políticas que irão reduzir as emissões de motores de aeronaves, sem afetar negativamente o crescimento do transporte aéreo, especialmente em relação ao desenvolvimento econômico dos países membros.

Em 2010, a 37ª Sessão da Assembléia da ICAO introduziu um novo marco sobre a relação entre a aviação e as mudanças climáticas, por meio da “Resolution A37-19 (2): Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection – Climate Change”, que estabelece que países e organizações relevantes do setor de aviação trabalhem junto a ICAO para alcançar uma melhoria global de eficiência de combustível de 2% a.a. até 2050. Adicionalmente, convida os Estados a elaborarem planos de ação contendo informações sobre as medidas e refletindo suas respectivas capacidades nacionais e circunstâncias.

No âmbito da União Européia (UE), busca-se a adoção do comércio de emissões, que é um mecanismo de flexibilização previsto no artigo 17 do Protocolo de Quioto, pelo qual os países compromissados com a redução de emissões de gases do efeito estufa podem negociar o excedente das metas de emissões entre si. Este mecanismo permite que países não passíveis de alcance da sua meta de redução, possam utilizar o excedente de redução de outro país compromissado, ou seja, que também tenha metas em relação ao Protocolo de Quioto.

Este mecanismo de flexibilização, no âmbito do Protocolo de Quioto, somente pode ser utilizado pelo país adquirente se este o contabilizar em conjunto com atividades de redução efetivamente implementadas, de modo a não permitir que algum país apenas "compre" a redução de outros países sem reduzir suas próprias.

Desde o início de 2012, as emissões da aviação internacional estão incluídas no “EU Emissions Trading System”, Sistema de Comércio de Emissões da União Européia (EU ETS, sigla em inglês). O sistema aplica-se a todas as companhias aéreas, inclusive aquelas não européias. As companhias aéreas devem comprovar direitos de emissão de CO<sub>2</sub> por créditos de carbono para voos com origem ou destino na Europa. Em outras palavras: quanto mais CO<sub>2</sub> o voo emitir, mais caro ficará para a companhia.

Os voos de chegada podem ser isentos do ETS UE, se a UE reconhecer que o país de origem está tomando medidas para limitar as emissões da aviação.

Buscando um acordo por meio da ICAO, em novembro de 2012, em apoio a uma solução internacional, a Comissão propôs o adiamento da aplicação para voos provenientes de fora ou saindo da União Européia até depois da Assembléia Geral da ICAO que ocorrerá este ano.

A Comissão acredita que uma solução global está ao alcance da Assembléia, e que a adoção de abordagem baseada no mercado global para regular as emissões de gases de efeito estufa provenientes da aviação será uma solução.

A UE espera que um acordo no âmbito da ICAO que inclua reduções de emissões da aviação, pelo menos, na mesma proporção do EU ETS, contenha metas e medidas para os países membros da ICAO e envolva todas as companhias aéreas.

## **2.2. Combustíveis alternativos**

Considerando a limitação das medidas tecnológicas e operacionais e das alterações na infraestrutura do setor de aviação, bem como a proposta do comércio de emissões na União Européia, o uso de combustíveis de aviação de fontes alternativas vem se apresentando como uma abordagem promissora para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa das aeronaves. Tal entendimento decorre dos benefícios que esses combustíveis podem proporcionar. No entanto, é importante ter em mente que estes combustíveis estão sendo desenvolvidos como substitutos diretos do querosene de aviação convencional, sendo imprescindível apresentarem características semelhantes ao seu sucedâneo derivado de petróleo, que possui padrões de certificação muito rigorosos.

Os combustíveis alternativos "drop-in", como são conhecidos internacionalmente são funcionalmente idênticos ao combustível derivado do petróleo, pois sua composição é de hidrocarbonetos. Além disso, não requerem adaptação da aeronave e da infraestrutura dos aeroportos.

A "ASTM International" publicou um guia de qualificação e certificação de querosenes alternativos de aviação: "ASTM D4054 - Standard Practice for Qualification and Approval of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives". A intenção desta norma é simplificar o processo de aprovação do uso de um novo combustível de aviação de forma a guiar o patrocinador de um combustível novo ou aditivo novo a um processo de homologação claramente definido, que inclui: o teste de pré-requisitos e interações necessárias com os fabricantes de motores e fuselagem; organismos de normalização; e agências de aeronavegabilidade: Federal Aviation Administration (FAA)" e "European Aviation Safety Agency" (EASA).

Após alguns anos de discussão em grupos de trabalho da ASTM, seguindo os requisitos exigidos pela norma ASTM D4054, foram estabelecidos dois tipos de querosenes de aviação, de fontes alternativas à convencional, permitidos para utilização em teor de até 50% em volume no querosene de aviação convencional: o querosene parafínico sintetizado hidroprocessado por Fischer-Tropsch (FT-SPK) e o querosene parafínico sintetizado de ésteres e ácidos graxos hidroprocessados (HEFA-SPK).

Nesse sentido, foi publicada a norma "ASTM D7566 - Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons" que estabelece a especificação desses combustíveis e os critérios que devem ser seguidos no controle da qualidade do produto na fase final de produção. Esses dois combustíveis alternativos especificados pela ASTM podem ser utilizados em aeronaves somente misturados ao querosene de aviação convencional.

O FT-SPK é um combustível sintético constituído de hidrocarbonetos lineares que compreende essencialmente isoparafinas, *n*-parafinas e cicloparafinas obtido de um ou mais precursores produzidos pelo processo "Fischer-Tropsch" (FT) que utiliza de biomassa e/ou carvão ou gás natural além de catalisadores de Ferro ou Cobalto.

Apesar da especificação do FT-SPK ter sido aprovada no âmbito da ASTM em 2008, desde 1999 companhias aéreas utilizam querosene de aviação obtido a partir de carvão com teor até 50% em volume misturado ao QAV convencional em voos comerciais partindo do Aeroporto Internacional Oliver R. Tambo na África do Sul.

O HEFA-SPK é um combustível sintético constituído de hidrocarbonetos que compreende essencialmente isoparafinas, *n*-parafinas e cicloparafinas obtido totalmente pela

hidrogenação e desoxigenação de ésteres de ácidos graxos e ácidos livres de origem vegetal e/ou animal.

Desde a certificação do HEFA-SPK em 2011, pelo menos 15 (quinze) companhias aéreas realizaram mais de 1.400 (mil e quatrocentos) voos comerciais com passageiros com misturas de teor até 50% de biquerosene em volume, produzido a partir de óleo de frita, *jatropha*, camelina e algas.

As companhias aéreas KLM, Lufthansa, Finnair, Interjet, Aeroméxico, Iberia, Thomson Airways, Air France, United, Air China, Alaska Airlines, Thai Airways, LAN, Qantas, Jetstar utilizaram o HEFA em voos regulares.

Destaca-se a experiência da Lufthansa que operou, de 15 de julho a 27 de dezembro de 2011, oito voos diários com aeronave Airbus A321 entre Hamburgo e Frankfurt, operando uma turbina com 50% em volume de bioquerosene. De acordo com os primeiros cálculos da empresa, a redução das emissões de CO<sub>2</sub> foi de aproximadamente 1.500 toneladas só nos seis meses de testes.

A Lufthansa contou com o apoio de fortes parceiras nesse teste de longo prazo. O Ministério de Economia e Tecnologia alemão (BMWI) apoiou os testes com cerca de 2,5 milhões de euros por meio de seu programa de pesquisa aeroespacial (LuFo). Pesquisadores do Centro Aeroespacial Alemão (DLR) foram responsáveis, entre outros, pelas medições das emissões diretamente na turbina e analisaram todos os resultados juntamente com especialistas da Lufthansa.

### **3. Objetivo**

O objetivo do novo regulamento é o de estabelecer as especificações dos querosenes de aviação sintéticos (FT-SPK e HEFA-SPK) e de suas misturas com querosene de aviação convencional (QAV-1), bem como as regras necessárias para o uso voluntário dessas misturas até o volume de 50%.

### **4. Proposta de regulamentos**

Como ambos os combustíveis de aviação, o convencional e o de fonte alternativa (FT e HEFA), apresentam características semelhantes e requerem regras rigorosas de qualidade, a proposta é adotar como referência a cadeia produtiva do querosene de aviação (QAV-1), quando couberem as mesmas regras, as quais incluem: especificação e controle da qualidade do produto, distribuição, revenda, ponto de abastecimento e importação.

#### 4.1. Especificações dos querosenes de aviação sintéticos

As especificações propostas para os querosenes de aviação sintéticos, FT-SPK e HEFA-SPK, seguem integralmente a norma “ASTM D7566 - Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons”, mencionada no item 2.2. A Tabela 2 mostra as características, limites e as metodologias que devem ser utilizadas para avaliação da conformidade desses combustíveis.

Tabela 2 – Especificação do querosene de aviação sintético (1)

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODOS	
			IP	ASTM
<b>COMPOSIÇÃO</b>				
Acidez total, máx. mg	KOH/g	0,015	354	D3242
<b>VOLATILIDADE</b>				
Destilação Física (2)	°C		123	D86
P.I.E. (Ponto Inicial de Ebulição)		Anotar		
10% vol. recuperados, máx.		205,0		
50% vol. recuperados		Anotar		
90% vol. recuperados		Anotar		
P.F.E. (Ponto Final de Ebulição), máx.		300,0		
(90% vol. Recuperados) T90 - (10% vol. Recuperados) T10, mín		22,0		
Resíduo, máx.		% volume		
Perda, máx.				
<b>Destilação Simulada</b>				
10% vol. recuperados, máx. (T10)	°C	Anotar	406	D2887

50% vol. Recuperados (T50)				
90% vol. Recuperados (T90)				
P.F.E. (Ponto Final de Ebulição), máx.				
Ponto de fulgor, mín.		38,0	170 523	D56 D3828
Massa específica a 15°C	kg/m <sup>3</sup>	730 a 770	160 365	D1298 D4052
<b>FLUIDEZ</b>				
Ponto de congelamento, máx	°C	- 40,0	435 529 528 16	D2386 D5972 D7153 D7154 (3)
<b>ESTABILIDADE</b>				
Estabilidade térmica a 325°C				
queda de pressão no filtro, máx.	mm Hg	25,0		
depósito no tubo (visual)	-	< 3 (não poderá ter depósito de cor anormal ou de pavão)	323	D3241
<b>CONTAMINANTE</b>				
Goma atual, máx. (4) (5)	mg/100 mL	7,0	540	D381
Teor de biodiesel, máx.	ppm	<5	585 590	-
<b>ADITIVOS (6)</b>				
Antioxidante	mg/L	17,0 a 24,0	-	-

Observações:

(1) Os limites das características goma atual e teor de biodiesel devem ser atendidos apenas para o querosene de aviação sintético SPK-HEFA.

(1) O Produtor de Querosene de Aviação (QAV-1), o Distribuidor de Combustíveis de Aviação e o Importador deverão assegurar que durante o transporte do Querosene de Aviação Sintético que não ocorrerá contaminação com biodiesel ou produtos contendo biodiesel.

(2) Embora o combustível esteja classificado como produto do Grupo 4 no ensaio de Destilação, deverá ser utilizada a temperatura do condensador estabelecida para o Grupo 3.

(3) Em caso de conflito entre os resultados oriundos de diferentes métodos, prevalecerá o resultado pelo método ASTM D2386.

(4) Limite aplicável na produção. Na distribuição deverão ser observados os procedimentos contidos na ABNT NBR 15216.

(5) Limite que deve ser atendido apenas para o Querosene de Aviação Sintético SPK-HEFA.

(6) A adição do antioxidante deverá ser realizada logo após o hidroprocessamento e antes do produto ser enviado aos tanques de estocagem.

Comparando a Tabela 1, de especificação do querosene de aviação (QAV-1) e a Tabela 2, de especificação do querosene de aviação sintético, vale mencionar que o querosene de aviação sintético apresenta 04 (quatro) características não previstas na especificação do QAV-1 (90% vol. recuperados (T90) - 10% vol. recuperados (T10), 10% vol. recuperados (T10), 50% vol. recuperados (T50), 90% vol. recuperados (T90), Ponto final de ebulição, Goma atual e Teor de biodiesel):

a) o querosene de aviação (QAV-1) é composto de uma mistura de hidrocarbonetos, a característica T90 – T10 é uma curva de destilação, cujo limite de 22 ° C garante que o querosene de aviação sintético não é apenas um único composto;

b) as características Goma atual e Teor de biodiesel foram incluídas para garantir a qualidade do produto tendo em vista o processo de produção do SPK-HEFA que é obtido pelo hidroprocessamento de ésteres e ácidos;

c) as demais características não possuem limites aceitáveis, os ensaios devem ser realizados e os resultados reportados no Certificado da Qualidade do produto.

#### **4.2. Especificação da mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético**

A mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético deve conter, em volume, até 50% de querosene de aviação sintético e atender a todas as características, limites e metodologias utilizadas para avaliação da conformidade do querosene de aviação, constante no Regulamento Técnico ANP n° 6/2009 da Resolução ANP n° 37/2009, e de 03 (três) características adicionais (Aromáticos, T50-T10 e T90-T10), vide Tabela 3, conforme dispõe a norma ASTM D7566:

a) a presença de aromáticos contribui para preservação dos elastômeros usados no sistema de combustível da aeronave e corrobora no sentido do combustível atingir a densidade mínima

especificada, o limite mínimo para garantir essa ação é de 8 ou 8,4%, conforme a metodologia utilizada, D1319 ou D6379, respectivamente;

b) as características T50-T10 e T90-T10 são limitadas em 15 e 40<sup>0</sup>C, respectivamente, para garantir a distribuição de hidrocarbonetos (faixa de número de carbonos) no produto.

Tabela 3 – Requisitos adicionais para certificação da mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético.

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>LIMITE</b>	<b>MÉTODOS ASTM</b>
<b>COMPOSIÇÃO</b>			
Aromáticos (1) mín	%volume	8,0	D1319
		8,4	D6379
<b>VOLATILIDADE</b>			
Destilação			D86 D2887
T50 (50% vol. Recuperados) - T10 (10% vol. Recuperados), °C, mín	°C	15,0	
T90 (90% vol. Recuperados) - T10 (10% vol. Recuperados), °C, mín		40,0	

Observação:

(1) Atender a um dos dois limites vinculado ao método indicado.

#### **4.3. Comercialização do querosene de aviação sintético e suas misturas com querosene de aviação sintético**

No Brasil, não há produtores de querosene de aviação sintético e, por isso, este produto será adquirido, exclusivamente, via importação por Importadores autorizados pela ANP.

O Produtor de Querosene de Aviação e o Distribuidor de Combustíveis de Aviação poderão adquirir querosene de aviação sintético de Importador autorizado pela ANP.

Tendo em vista que não há metodologia disponível para determinar o teor do querosene de aviação sintético na mistura, será vedada a importação da mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético. A formulação da mistura será realizada após a sua internalização, exclusivamente por Produtores de QAV-1 e Distribuidores de Combustíveis de Aviação autorizados pela ANP.

No caso das misturas de querosene de aviação/querosene de aviação sintético, propõe-se manter os mesmos dispositivos presentes nas Resoluções ANP nº 17/2006 e 18/2006, que estabelecem os requisitos necessários à autorização, respectivamente, para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis de aviação e revenda de combustíveis de aviação e a sua regulamentação.

No entanto, será necessário incluir na presente minuta de resolução previsão no sentido de que o Distribuidor de Combustíveis de Aviação possa formular as misturas querosene de aviação/querosene de aviação sintético, bem como poderá adquirir querosene de aviação sintético de Importador autorizado pela ANP.

Da mesma forma como ocorre com o querosene de aviação (QAV-1), a comercialização da mistura para os Revendedores de Combustíveis de Aviação que abastecem os consumidores finais, só poderá ser realizada pelo Distribuidor. No caso da mistura ser realizada pelos Produtores de QAV-1, a sua comercialização também seguirá as disposições atuais, ou seja, só poderá ser adquirida pelo Distribuidor.

Adicionalmente, para a Portaria ANP nº 204/1998, que regulamenta o exercício da atividade de importação de querosene de aviação (QAV-1), será incluído que a referida Portaria se aplica também ao querosene de aviação sintético.

Outro agente que faz parte do mercado de querosene de aviação (QAV-1) é o detentor do ponto de abastecimento, cuja instalação é dotada de equipamentos e sistemas destinados ao armazenamento de combustíveis, com registrador de volume apropriado para o abastecimento de equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas. Esse agente somente pode adquirir combustíveis da refinaria, unidade de processamento de gás natural (UPGN), Produtor de biodiesel e Importador de combustíveis líquidos, autorizados pela ANP, central petroquímica, Distribuidor de Combustíveis Líquidos, Distribuidor de Combustíveis de Aviação, Transportador Revendedor Retalhista e diretamente do mercado externo, na forma da legislação aplicável.

A Resolução ANP Nº 12/2007 estabelece a regulamentação para operação e desativação das instalações de Ponto de Abastecimento assim como os requisitos necessários à sua

autorização. A mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético será incluída como combustível que poderá utilizar as instalações de pontos de abastecimento.

#### **4.4. Obrigações quanto ao controle da Qualidade do querosene de aviação sintético**

O Importador deverá garantir a qualidade do querosene de aviação sintético a ser comercializado em todo o território nacional, por meio de emissão do Certificado da Qualidade de Amostra Representativa a ser analisada por firma inspetora, antes da internalização do produto, cujos resultados deverão atender aos limites da(s) especificação(ões) da ANP. Tal regra já é prevista atualmente para todos os combustíveis e produtos derivados de petróleo importados, conforme dispõe a Portaria ANP nº 311/2001.

O Certificado da Qualidade do querosene de aviação sintético emitido pelo Produtor deverá indicar a matéria prima utilizada (biomassa, gás natural e carvão) para sua produção, caso seja usado mais de um tipo de matéria-prima, devem ser informadas suas respectivas proporções.

Ademais, como já ocorre para o querosene de aviação, o Produtor de QAV-1, o Distribuidor de Combustíveis de Aviação e o Revendedor de Combustíveis de Aviação deverão atender para os combustíveis de aviação sintéticos os requerimentos contidos na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 15216 - Controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento de combustíveis de aviação.

#### **4.5. Obrigações quanto ao controle da qualidade das misturas querosene de aviação/querosene de aviação sintético**

Para a mistura querosene de aviação/querosene de aviação sintético, propõe-se manter os mesmos dispositivos quanto às obrigações do controle da qualidade do querosene de aviação estabelecidos na Resolução ANP nº 37/2009.

O Produtor de QAV-1, o Distribuidor de Combustíveis de Aviação e o Revendedor de Combustíveis de Aviação deverão atender às regras contidas na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 15216 - Controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento de combustíveis de aviação.

Propõe-se que a mistura querosene aviação querosene de aviação/querosene de aviação sintético seja denominada querosene de aviação B-X (QAV B-X), no qual X representa o teor de querosene de aviação sintético na mistura que deve ser no máximo 50%, por exemplo, caso o teor de querosene de aviação sintético seja 10%, esse produto é denominado querosene de aviação B-10.

Propõem-se as seguintes medidas para garantir a rastreabilidade do QAV B-X:

a) O Produtor de QAV-1 e o Distribuidor de Combustíveis de Aviação que formularem o QAV B-X deverão certificar o produto e indicar no Certificado da Qualidade o teor de querosene de aviação sintético;

b) Quando o QAV B-X for formulado pelo Produtor de QAV-1, o Boletim de Conformidade ou Registro da Análise da Qualidade emitido pelo o Distribuidor de Combustíveis de Aviação, de acordo com o tipo de operação, deverão indicar o número do Certificado da Qualidade do QAV B-X;

c) No caso do Revendedor de Combustíveis de Aviação, o Registro de Análise da Qualidade deverá indicar o número do Boletim da Qualidade, quando o QAV B-X for formulado pelo Produtor de QAV-1, e o número do Certificado da Qualidade, quando o QAV B-X for formulado pelo Distribuidor;

d) A documentação fiscal referente às operações de comercialização da mistura deve ser acompanhada de cópia do Certificado da Qualidade, Boletim de Conformidade e Registro de Análise da Qualidade, conforme o caso.

### **Considerações Finais**

Nas disposições finais do novo regulamento proposto, foram incluídas todas as alterações necessárias para adequação do atual arcabouço regulatório para permitir a comercialização do querosene de aviação sintético e suas misturas com querosene de aviação, desde a importação do querosene de aviação sintético até a comercialização da sua mistura com o querosene de aviação para o consumidor final.

O arcabouço regulatório proposto tem em vista os seguintes benefícios:

a) incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de biocombustíveis de aviação, e uma das formas de atingir este fim é fomentar a introdução no mercado desses combustíveis por meio de regulamentação;

b) estimular a produção de bioquerosene de aviação no país, o que pode proporcionar benefícios significativos em termos de criação de emprego e atividade econômica nas localidades onde se encontram as instalações de processamento, contribuindo para a economia local ou regional, na medida em que são utilizados insumos locais;

c) coletar informações desse novo mercado de uso voluntário de querosene de aviação sintético e suas misturas com QAV-1, considerando um eventual cenário futuro de uso obrigatório;

d) contribuir para mitigação das emissões de poluentes que afetam a qualidade do ar local, em particular, SO<sub>x</sub> e material particulado, cujas emissões podem levar a doenças respiratórias como a asma e são os maiores responsáveis da chuva ácida, poluição atmosférica e visibilidade reduzida;

e) contribuir para mitigação das mudanças climáticas.

Nota Técnica elaborada por:

**Alexandre Duarte da Silva (SBQ)**

De acordo:

**Rosângela Moreira de Araújo (SBQ)**