



Regulamentação e garantia da qualidade de combustíveis de aviação sustentáveis

Fábio da Silva Vinhado - ANP

Lorena Mendes de Souza - ANP

Marcelo de Freitas Gonçalves - Embraer



Agenda

- O crescimento do transporte aéreo e os compromissos de redução de emissões de GEE na aviação
- Principais conceitos
- A ASTM e o desenvolvimento de normas técnicas para combustíveis de aviação
- Especificação internacional do QAV fóssil (ASTM D1655)
- Principais ensaios para certificação do QAV
- Aprovação de novos querosenes de aviação alternativos: protocolo de testes segundo ASTM D4054
- Principais rotas de produção de QAV alternativo
- Especificação internacional QAV alternativo (ASTM D7566)
- O papel da ANP na promoção da produção e uso de combustíveis sustentáveis para aviação (SAF)
- Entendendo o potencial dos SAF: balanço de carbono dos combustíveis de aviação fóssil *versus alternativos*



O crescimento do transporte aéreo e os compromissos de redução de emissões de GEE na aviação



Transporte aéreo

Crescimento exponencial

- Segundo a IATA, o número de passageiros transportados aumentou 67% nos últimos 10 anos, sendo 8.1% de 2017 a 2018

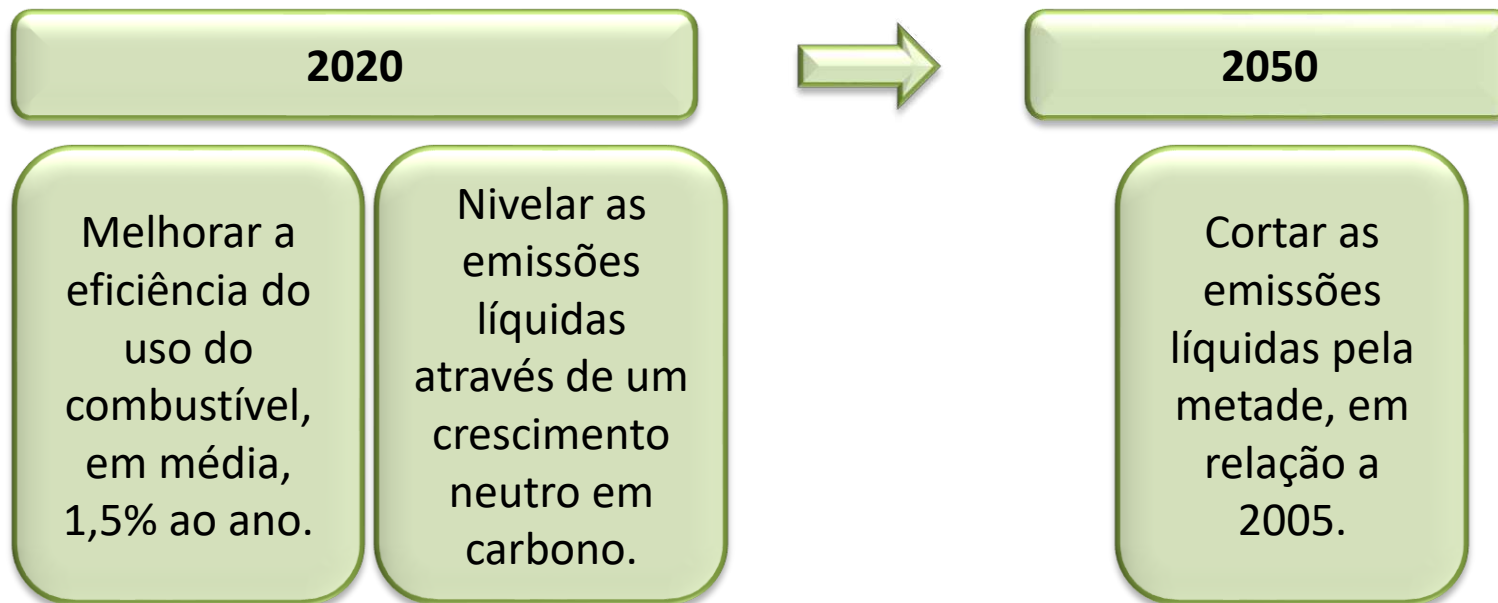
Emissões

- Transporte aéreo é responsável por aproximadamente 2% das emissões de CO2 no mundo (IATA, 2018)



Compromisso Global Redução das Emissões da Aviação

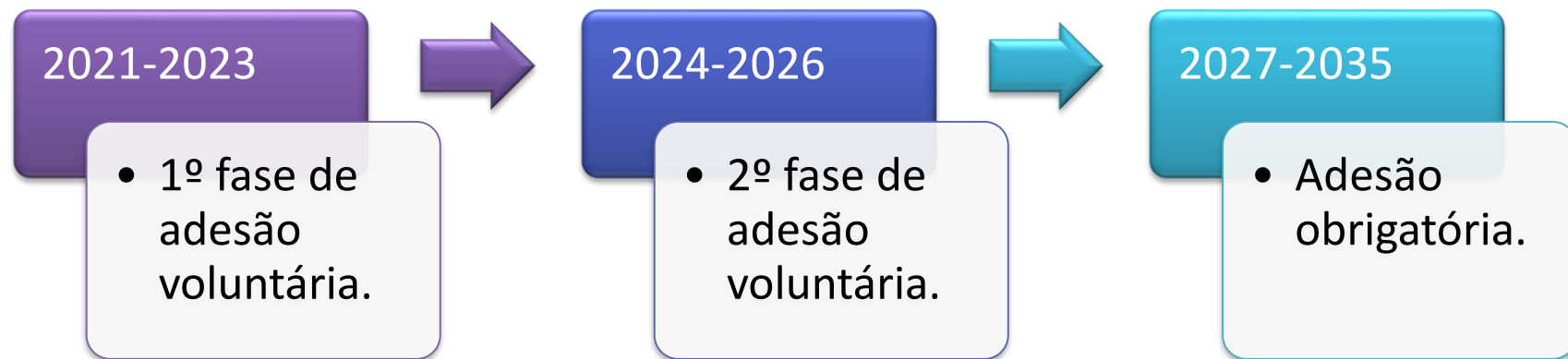
Metas propostas pela ICAO





CORSIA

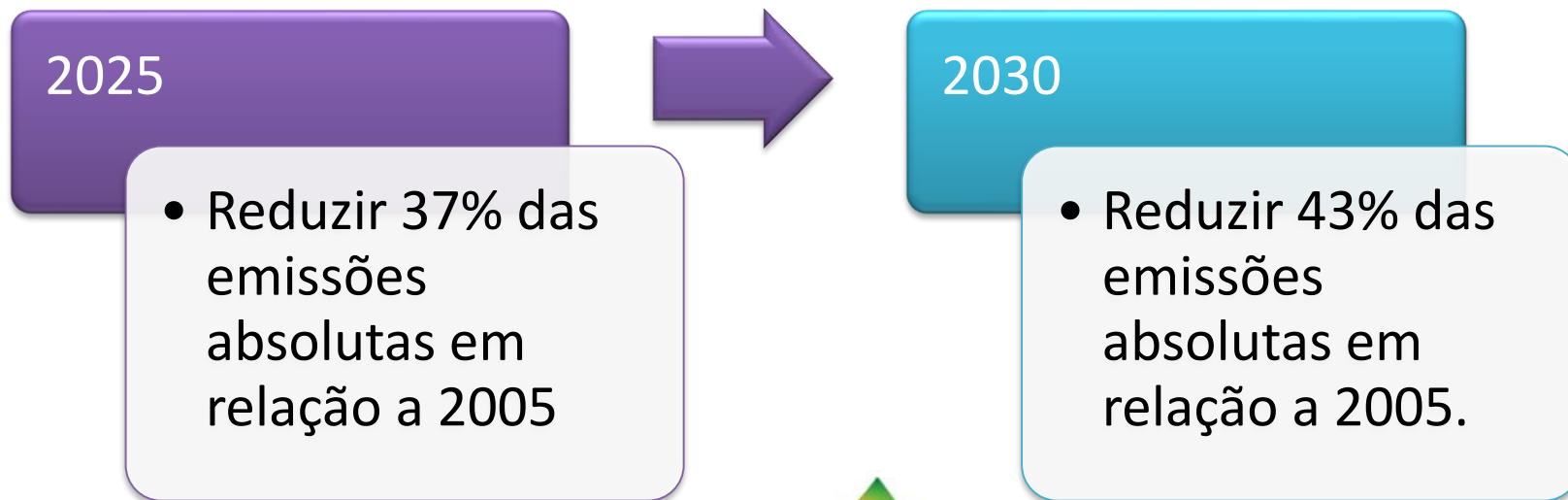
A indústria de aviação civil internacional dos países signatários deverão neutralizar ou compensar qualquer emissão de CO₂ acima da linha base de 2020





NDC - Compromisso brasileiro

NDC firmada na COP21 e ratificada na COP 22 e 23





Principais conceitos



anp



Combustíveis Não Renováveis

Combustíveis Renováveis

ENERGIA NUCLEAR

Também conhecida como energia atômica, a energia nuclear é obtida por meio da fissão nuclear de materiais radioativos, como o urânio-235.

COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

É uma fonte de energia não-renovável. Os três tipos mais conhecidos são o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, mas a lista é muito mais extensa.

ENERGIA EÓLICA

Energia produzida a partir da força do vento. Necessita de altos custos para implantação.

ENERGIA SOLAR

A energia solar é gerada a partir do sol. Os custos ainda são elevados para a implantação, mas houve muita evolução nessa área na última década.

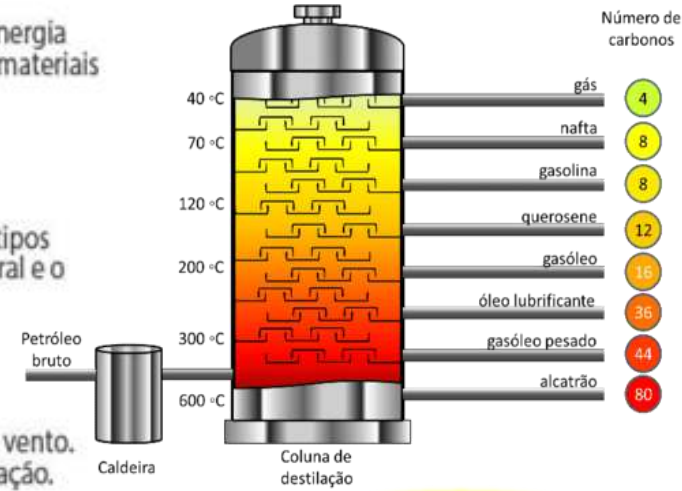
ENERGIA HIDRELÉTRICA

É a principal forma de energia utilizada no Brasil. Trata-se do aproveitamento da água dos rios para movimentar poderosas turbinas geradoras de eletricidade.

BIOMASSA

Biomassa é toda matéria orgânica não fóssil, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (MSM) E GASES INDUSTRIAIS



Destaques no Brasil



BioQAv



Biodiesel



Etanol de cana



AAF – Alternative aviation fuel e Drop in

Alternative aviation fuel – AAF (definição ICAO) → combustíveis produzidos a partir de diferentes fontes (alternativas ao petróleo) como o carvão, gás natural, biomassa, gorduras, óleos hidrogenados ou matéria-prima residual, como resíduos sólidos e gases residuais.

Possui potencial para ser produzido de forma sustentável considerando como base o ciclo de vida.



Drop in: Combustíveis totalmente compatíveis com as aeronaves existentes e sistemas de abastecimento de combustível.



- ▶ SAF é um AAF que atende critérios de sustentabilidade, a serem definidos pela ICAO.
- Critérios de sustentabilidade em curso no desenvolvimento do CORSIA.
- Esses critérios serão parte do pacote de normas e práticas recomendadas (SARPs - *Standards and Recommended Practices*) da CORSIA.
- ▶ Dois tipos de certificação estão associados à AAFs:

1. Certificação técnica
2. Certificação de sustentabilidade





Combustível Alternativo e Bioquerosene - Brasil

LEI 12.490/2011:

Apenas os derivados de biomassa são biocombustíveis.

Combustível Alternativo \neq Biocombustível

RANP 778/2019:

Querosene de Aviação Alternativo (QAV alternativo): combustível derivado de fontes alternativas, como biomassa, gases residuais, resíduos sólidos, carvão e gás natural, destinado ao consumo em turbinas de aeronaves

(Ex: FT de carvão - é alternativo, mas não é bioquerosene)

Assim...

Bioquerosene de Aviação (BioQAV): QAV alternativo derivado de biomassa renovável

(Ex: HEFA, SIP e FT de biomassa)



anp



Outras definições

➤ Gasolina de aviação (GAV): gasolina (mistura de HCs de C₅ a C₁₂) destinada ao uso em aeronaves dotadas de motores do ciclo Otto

Tabela I - Especificação da Gasolina de Aviação - GAV 100 LL

RANP nº 5/2009

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	LIMITES	MÉTODOS	
			ABNT	ASTM
Aparência				
Aspecto		Claro, límpido, isento de água e material sólido	Visual	
Cor(1), ou		Azul	-	D2392
Cor(1), Lovibond		1,7 – 3,5	-	IP 17
Poder antidetonante				
Mistura pobre, Número de Octano, mín.(2)		99,6	-	D2700
Índice de desempenho, mín. (2)		130	-	D909
Chumbo Tetraetila, máx.	g Pb/L	0,56	-	D3341 D5059
	mL/L	0,53		
Poder Calorífico Inferior, mín.	MJ/kg	43,5	-	D1405 D3338



anp



Outras definições

LL: low lead

VLL: very low lead

TABLE 1 Detailed Requirements for Aviation Gasolines^A

		Grade 80	Grade 91	Grade 100VLL	Grade 100LL	Grade 100	ASTM Test Method ^B
Octane Ratings							
Knock value, lean mixture ^C							
Motor Octane Number	min	80.7	90.8	99.6	99.6	99.6	D2700
Aviation Lean Rating	min	80.0	91.0	100.0	100.0	100.0	D2700
Knock value, rich mixture							
Octane number	min	87	98				D909
Performance number ^{D,E}	min			130.0	130.0	130.0	D909
Tetraethyl lead, mL							
TEL/L	max	0.13	0.53	0.43	0.53	1.06	D3341 or D5059
gPb/L	max	0.14	0.56	0.45	0.56	1.12	
Color		red	brown	blue	blue	green	D2392
Dye content ^F							
Blue dye, mg/L	max	0.2	3.1	2.7	2.7	2.7	
Yellow dye, mg/L	max	none	none	none	none	2.8	
Red dye, mg/L	max	2.3	2.7	none	none	none	
Orange dye, mg/L	max	none	6.0	none	none	none	



Outras definições

➤ Querosene de aviação (QAV-1): combustível de origem fóssil (mistura de HCs na faixa de C_8 a C_{16}) , denominado internacionalmente de Jet A-1, destinado exclusivamente ao consumo em turbinas de aeronaves;

- *Jet A: ponto de congelamento $-40^{\circ}C$*

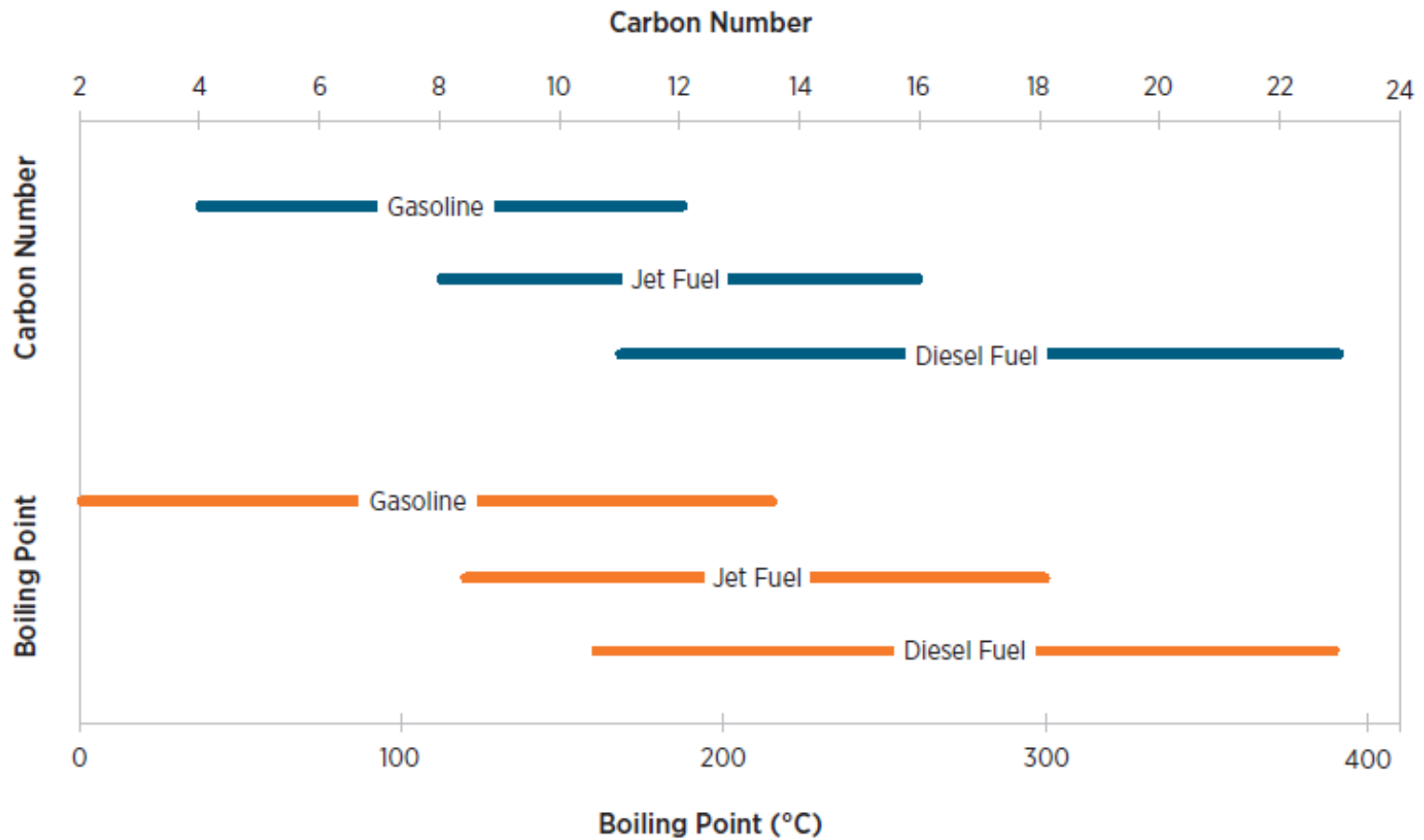
- *Jet A-1: ponto de congelamento $-47^{\circ}C$*



anp



Composição dos principais derivados





anp



Composição do QAV

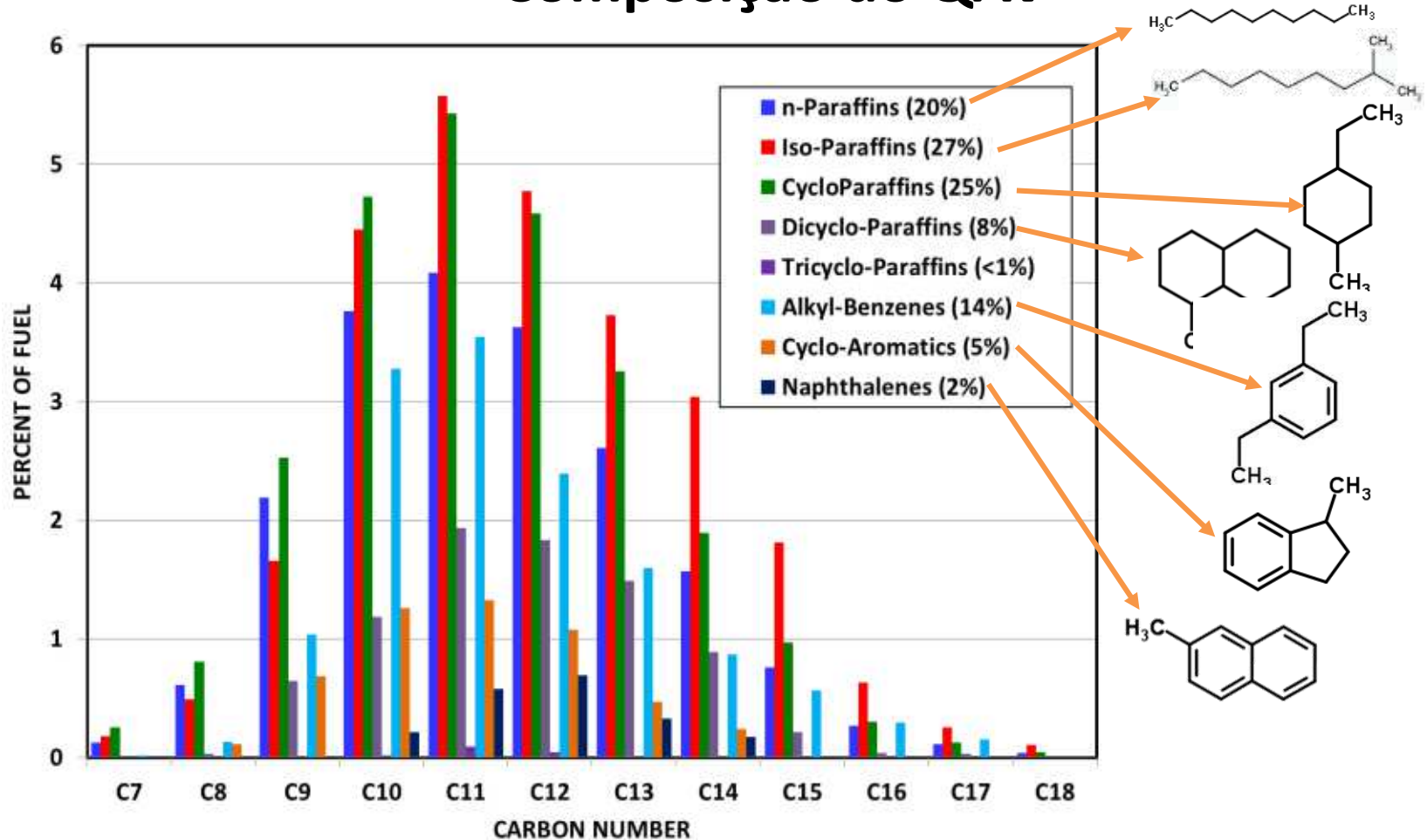
Compound Name	Formula	Hydrocarbon Class	Boiling Point, °C (°F)		Freezing Point, °C (°F)	
n-Octane	C ₈ H ₁₈	n-Paraffin	125.7	(258.2)	-56.8	(-70.2)
2-Methylheptane	C ₂ H ₁₈	Isoparaffin	117.6	(243.8)	-109.0	(-164.3)
1-Methyl-1-ethylcyclopentane	C ₈ H ₁₆	Naphthene	121.5	(250.7)	-143.8	(-226.8)
Ethylcyclohexane	C ₈ H ₁₆	Naphthene	131.8	(269.2)	-111.3	(-168.4)
o-Xylene	C ₈ H ₁₀	Aromatic	144.4	(292.0)	-25.2	(-13.3)
p-Xylene	C ₈ H ₁₀	Aromatic	138.4	(281.0)	+13.3	(+55.9)
Cis-Decalin	C ₁₀ H ₁₈	Naphthene	195.8	(384.5)	-43.0	(-45.4)
Tetralin	C ₁₀ H ₁₂	Aromatic	207.6	(405.8)	-35.8	(-32.4)
Naphthalene	C ₁₀ H ₈	Aromatic	217.9	(424.3)	+80.3	(+176.5)
n-Dodecane	C ₁₂ H ₂₆	n-Paraffin	216.3	(421.4)	-9.6	(+14.8)
2-Methylundecane	C ₁₂ H ₂₆	Isoparaffin	210.0	(410.0)	-46.8	(-52.3)
1-Ethyl-naphthalene	C ₁₂ H ₁₂	Aromatic	258.3	(497.0)	-13.8	(+7.1)
n-Hexylbenzene	C ₁₂ H ₁₈	Aromatic	226.1	(439.0)	-61.0	(-77.8)
n-Hexadecane	C ₁₆ H ₃₄	n-Paraffin	286.9	(548.4)	+18.2	(+64.7)
2-Methylpentadecane	C ₁₆ H ₃₄	Isoparaffin	281.6	(538.9)	-7.0	(+19.4)
n-Decylbenzene	C ₁₆ H ₂₆	Aromatic	297.9	(568.2)	-14.4	(+6.1)



anp



Composição do QAV

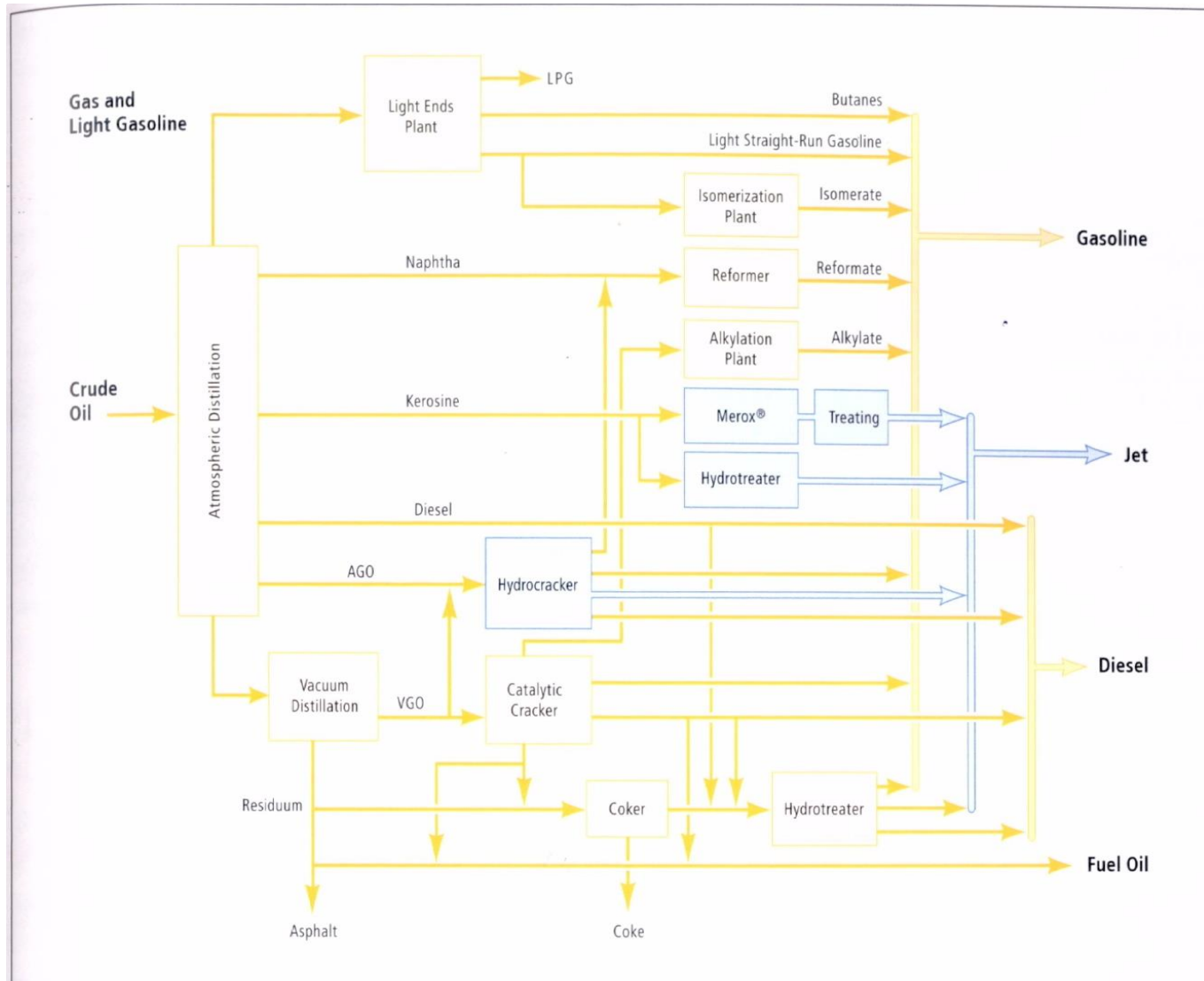




anp



Produção de QAV



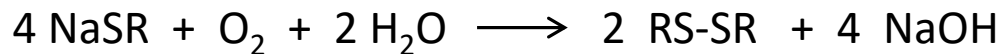
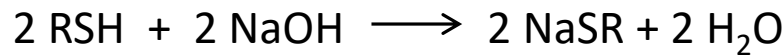


anp



Produção de QAV

➤ Processo Merox



enxofre mercaptídico é convertido a dissulfeto

➤ Hidrotratamento

H₂ e catalisador

Processo mais utilizado para produzir QAv

➤ Hidrocraqueamento

Mais caro, mas tem vantagens, pois favorece a produção do QAv.

Diminui a lubricidade



anp



Histórico

- Querosene iluminante: primeiro combustível usado em turbinas de aviões porque a gasolina era usada na guerra
- Após 2ª Guerra Mundial: Força Aérea americana (US AF) passou a usar combustível “wide-cut” (mistura entre gasolina e o querosene)

Desvantagens do “wide-cut”:

- Maior perda de voláteis em elevadas altitudes
- Maior risco de incêndio durante o manuseio em terra
- Anos 70 a US AF volta para o querosene

JP-4 para o JP-8



anp



Especificações QAV

Combustível	Uso	Especificação	Ponto fulgor	Ponto congelamento
Jet A	Civil (EUA)	ASTM D1655	38 °C min.	- 40 °C (máx.)
Jet A-1	Civil (maioria dos países)	ASTM D1655 Def Stan 91-091	38 °C min.	- 47 °C (máx.)
Jet B	Civil (Alasca e Canada)	ASTM D6615	*	- 47 °C (máx.)
JP-4	Militar (US AF)	MIL-DTL-5624	*	- 58 °C (máx.)
JP-5	Militar (US Navy)	MIL-DTL-5624	60 °C min.	- 46 °C (máx.)
JP-8	Militar (US AF)	MIL-DTL-83133	38 °C min.	- 47 °C (máx.)

* Não requerido na especificação

- Aviação civil: especificações da ASTM e do MOD (Def Stan) são referência para as especificações de QAV em todo o mundo
- Joint Checklist : une os mais restritivos requerimentos de Jet A-1 da D1655 e a Def Stan 91-091



ASTM

- A ASTM International, antes American Society for Testing and Materials, é uma associação de normas de consenso internacional, sem fins lucrativos, que coleta, padroniza e dissemina informações técnicas.
- Fundada em 1898, conta com mais 30.000 membros em todo o mundo, os quais representam produtores de combustíveis, OEMs, fabricantes de equipamentos e órgãos de governos.
- Atividades: i) Normalização; ii) Certificação (produtos, serviços, sistemas e pessoas); iii) Provimento de ensaios de proficiência; iv) Publicações técnicas diversas e v) Capacitação



anp



ASTM

- As normas da ASTM são usadas no mundo todo.
- 145 comitês técnicos
- Comitê D02 (Produtos de petróleo, combustíveis líquidos e lubrificantes) existe desde 1904 e conta atualmente com cerca de 2500 membros.
- 2 reuniões por ano, com cerca de 1000 participantes (produtores de combustíveis e lubrificantes, OEMs, fabricantes de equipamentos, outras associações e órgãos de governo) de vários países.
- Mais de 800 normas sob sua jurisdição
- Mais de 30 subcomitês
- Suas normas técnicas são referência para especificações e métodos de ensaio em todo o mundo (D86, D2700, D2892, D5453, D975, D1655, etc)



anp



Comitê D02 - ASTM

➤ Subcomitês designados por números: métodos de ensaio

D02.03: Elementos

D02.04: Cromatografia

D02.08: Volatilidade

➤ Subcomitês designados por letras: especificação

D02.A0: Gasolina

D02.J0: Combustíveis de aviação

-D02.J0.01: Especificações de QAV

-D02.J0.02: GAV

-D02.J0.03: Combustão e propriedades térmicas

-D02.J0.04: Aditivos e propriedades elétricas

-D02.J0.05: Limpeza de combustíveis

-D02.J0.06: Novos combustíveis (bioquerosene)



Especificações QAV

- QAV é uma mistura de hidrocarbonetos bastante complexa para ser especificado por composição;
- Sua especificação é descrita por testes de performance que são:
 - Empíricos
 - Baseados em experiência e histórico
 - Desenvolvidos para evitar problemas específicos
- A especificação enfatiza a importância dos aspectos do sistema;
- A especificação do QAV é dividida em:
 - Bulk properties
 - Trace properties



anp



Especificações QAV D1655

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D1655 – 19

An American National Standard

Standard Specification for Aviation Turbine Fuels¹

This standard is issued under the fixed designation D1655; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification covers the use of purchasing agencies in formulating specifications for purchases of aviation turbine fuel under contract.

1.2 This specification defines the minimum property requirements for Jet A and Jet A-1 aviation turbine fuel and lists acceptable additives for use in civil operated engines and aircrafts. Specification D1655 is directed at civil applications, and maintained as such, but may be adopted for military, government or other specialized uses. Guidance information for these other applications is available in the appendix.

1.3 This specification can be used as a standard in describing the quality of aviation turbine fuel from production to the aircraft. However, this specification does not define the quality

1.8 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

1.9 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

2. Referenced Documents

- 2.1 ASTM Standards:²
 - D56 Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester



Especificações QAV D1655

Property		Jet A or Jet A-1	Test Methods
COMPOSITION			
Acidity, total mgKOH/g	max	0.10	D3242/IP 354
1.Aromatics, percent by volume	max	25	D1319 or IP 156
1.Aromatics, percent by volume	max	26.5	D6379/IP 436
Sulfur, mercaptan, percent by mass	max	0.003	D3227/IP 342
Sulfur, total percent by mass	max	0.30	D1266, D2622, D4294, D5453 or IP 336
VOLATILITY			
Distillation temperature, °C			D86, D2887/IP 406, D7344, D7345, IP 123
10 % recovered, temperature	max	205	
50 % recovered, temperature		Report	
90 % recovered, temperature		Report	
Final boiling point, temperature	max	300	
Distillation residue, %	max	1.5	
Distillation loss, %	max	1.5	
Flash point, °C	min	38	D56, D93, D3828, IP 170 or IP 523
Density at 15 °C, kg/m ³		775 to 840	D1298/IP 160 or D4052 or IP 365
FLUIDITY			
Freezing point, °C	max	-40 Jet A -47 Jet A-1	D5972/IP 435, D7153/IP 529, D7154/IP 528 or D2386/IP 16
Viscosity – 20 °C, mm ² /s	max	8	D445/IP 71, Section 1, D7042 or D7945



Continuação

COMBUSTION

Net heat of combustion, MJ/kg min 42.8 D4529, D3338, D4809 or IP 12

One of the following requirements shall be met:

- | | | | |
|------------------------------|-----|----|--------------|
| (1) Smoke point, mm, or | min | 25 | D1322/IP 598 |
| (1) Smoke point, mm, | min | 18 | D1322/IP 598 |
| (2) and Naphthalenes, vol, % | max | 3 | D1840 |

CORROSION

Copper strip, 2h at 100 °C max No 1 D130/IP 134

THERMAL STABILITY

2.5 h at control temperature of 260 °C min)

Filter pressure drop, mm Hg max 25 D3241/IP 323

Tube rating: One of the following requirements shall be met

- | | | | |
|---|-----------|---|--|
| (1) Annex A1 VTR, VTR Color Code | less than | 3 (no peacock or abnormal color deposits) | |
| (2) Annex A2 ITR or Annex A3 ETR, mm average over area of 2.5 mm ² | max | 85 | |

CONTAMINANTS

Existent gum, mg/100 mL	max	7	D381, IP 540
Microseparometer, Rating			D3948
Without electrical conductivity additive	min	85	
With electrical conductivity additive	min	70	

ADDITIVES

Electrical conductivity, pS/m D2624/IP 274



Principais ensaios para certificação do QAV



Especificações: QAV D1655 e RANP 778/2019

➤ Bulk properties

Propriedades que requerem maiores mudanças na composição para o ensaio ser impactado.

- Volatilidade
- Operação sob baixas temperaturas
- Propriedades de combustão
- Densidade



Propriedades Bulk

➤ Volatilidade

- Destilação

Medida de capacidade de evaporação do combustível.

Importante para segurança.

Método: ASTM D86 – Destilação sob pressão atmosférica

Outros métodos aceitos

- ASTM D2887 – Destilação simulada (CG)

Coluna cromatográfica separa os componentes por ordem de P.E.

- ASTM D7345 – Destilação sob pressão atmosférica (método micro)

Ambos devem ser correlacionados com a D86.





anp



Propriedades Bulk

➤ Volatilidade

- Ponto de fulgor

Relacionada à segurança no manuseio do combustível

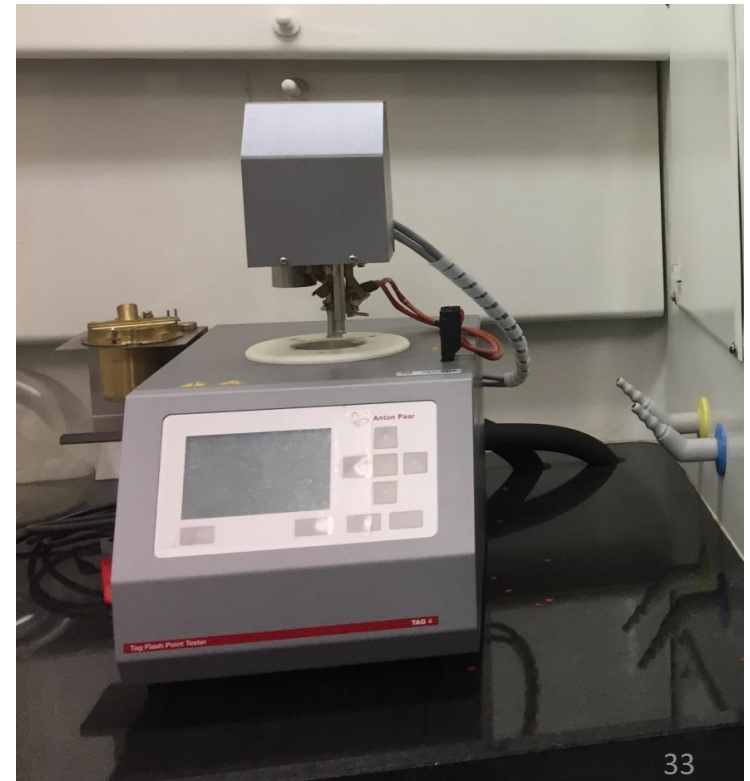
Método: ASTM D56 – Tag

Outros métodos aceitos

- ASTM D93 – Pensky Martens

Limitação é o escopo: 40 °C a 360 °C.

- ASTM D3828 – Small Scale Closed Cup





anp



Propriedades Bulk

- Baixas temperaturas
- Ponto de congelamento

Menor temperatura na qual o combustível está 100 % líquido e uma única fase

Método: ASTM D2386 – Ponto de congelamento em combustíveis de aviação (manual)

Outros métodos aceitos:

- ASTM D5972 – método de transição de fase automático
- ASTM D7153 – automático fibra óptica
- ASTM D7154 – automático laser



Propriedades Bulk

➤ Baixas temperaturas

- Viscosidade a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Resistência ao fluxo, afeta a atomização em bocais.

Método: ASTM D445 – viscosidade cinemática

Outros métodos aceitos:

- ASTM D7042 – Stabinger
- ASTM D7945 – viscosidade dinâmica e cinemática derivada





anp



Propriedades Bulk

➤ Propriedades de combustão

- Ponto de fuligem

Correlacionada com a vida útil das partes quentes e formação de fumaça

Método: ASTM D1322 – ponto de fuligem

- Naftalenos

Anéis aromáticos irradiam mais energia na queima.

Método: ASTM 1840 – Naftalenos em querosene de aviação por espectrofotometria UV



Propriedades Bulk

➤ Propriedades de combustão

- Aromáticos

Fornece uma medida bruta da qualidade de combustão e afeta vedações

* Também poderia entrar na parte de compatibilidade

Métodos aceitos:

- ASTM D1319 – FIA (max. spec. 25 % v/v)
- ASTM D6379 – HPLC-IR (max. spec. 26,5 % v/v)

Obs: para blends com renováveis, também há mín.





anp



Propriedades Bulk

➤ Propriedades de combustão

- Poder calorífico

Dá medida líquida (corrigida) da qualidade de combustão

Método: ASTM D4809 – calorímetro

Outros métodos aceitos:

- ASTM D4529 – calculado a partir da densidade e do ponto de anilina
- ASTM D3338 – calculado a partir da densidade, ponto ebulição médio e aromáticos



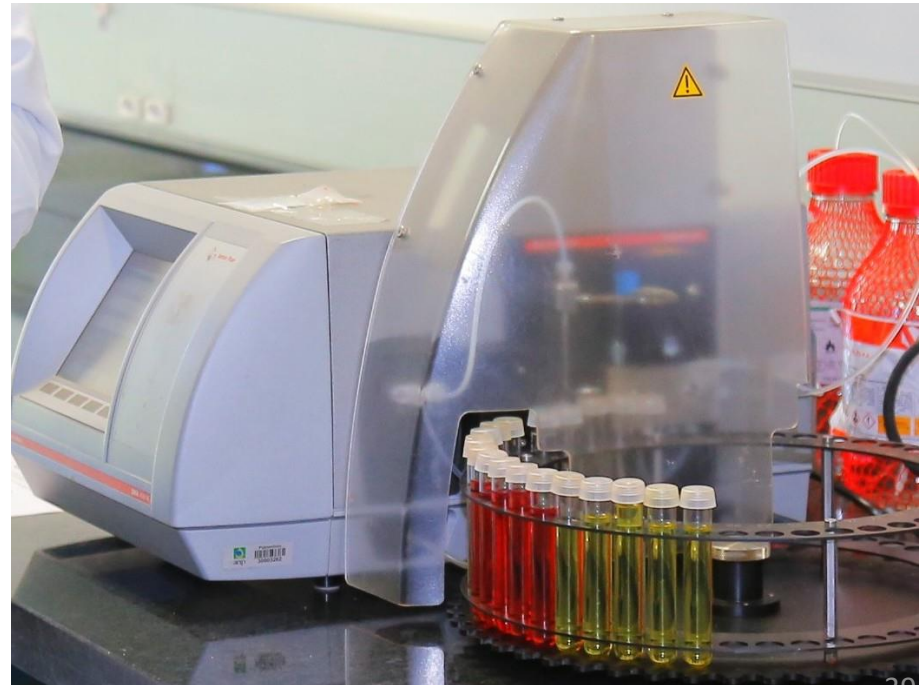
Propriedades Bulk

➤ Densidade

Combustível é medido e vendido em base volumétrica, mas o desempenho da aeronave é determinado em base mássica.

Métodos aceitos:

- ASTM D1298 – hidrômetro
- ASTM 4052 – densímetro digital





Propriedades Bulk

➤ Enxofre

- Total

Seu controle visa evitar possível corrosão de partes metálicas da aeronave e também controlar a poluição do ar.

Métodos aceitos:

- ASTM D1266 – método da lâmpada

- ASTM D2622 – XRF (Horiba)

- ASTM 4294 – EDXRF

- ASTM D5453 – UV (Multitek)

- Mercaptídico

São reativos com certos elastômeros.

Método: ASTM D3227 – titulação potenciométrica

* Também poderia entrar na parte de compatibilidade (trace properties)



Propriedades Trace

Propriedades bastante sensíveis a contaminações em níveis de traços

- Estabilidade
- Separação de água
- Limpidez
- Compatibilidade
- Lubricidade
- Condutividade elétrica

ASTM D1655
ASTM D7566

9.2 A number of jet fuel properties, including thermal stability, water separation, electrical conductivity, and others, are very sensitive to trace contamination, which can originate from sample containers. For recommended sample containers, refer to Practice [D4306](#).



Propriedades Trace

➤ Estabilidade

- Estabilidade térmica

Turbinas comerciais são de longa duração e têm longos intervalos de manutenção, sendo que a estabilidade térmica é fator determinante destes intervalos de manutenção.

Método: ASTM D3241 – JFTOT

Método ainda tem limitações, relacionadas ao design instrumental.

GTs em curso no Sub J da ASTM para rever aspectos da norma, sobretudo os metrológicos.



Propriedades Trace

➤ Estabilidade

- Goma

Material dissolvido no combustível que deposita durante o armazenamento sob temperaturas mais baixas, sendo o resultado de oxidação a longo prazo.

Método: ASTM D381 – goma atual



anp



Propriedades Trace

➤ Compatibilidade

- Acidez

Possível corrosão a componentes da aeronave.

Método: ASTM D3242 – acidez em querosene de aviação

- Corrosividade ao cobre

Corrosividade de um combustível ao cobre indica que o combustível pode atacar componentes de cobre e bronze. O cobre também tem sido implicado em níveis muito baixos em causar falhas no JFTOT.

Método: ASTM D130 – lâmina de cobre

**Aromáticos, enxofre total e mercaptídico também estão relacionados à compatibilidade do combustível com componentes da aeronave.*



Propriedades Trace

➤ Separação de água

- Índice de separação de água (MSEP)

Simula desempenho de filtros-separadores (F-S) sob condições aceleradas. Visa mostrar a degradação de desempenho de F-S devido à presença de surfactantes.

Vale lembrar que a D1655 é uma especificação para a refinaria.

Método: ASTM D3948 – separômetro portátil

Outros métodos:

- ASTM 7224 – MCell

Aceito na distribuição e revenda.



Propriedades Trace

➤ Condutividade elétrica

Garante que a condutividade do combustível é suficientemente elevada para dissipar, com segurança, as cargas estáticas.

Método: ASTM D2624 – condutividade elétrica por medidor de campo





Propriedades Trace

➤ Lubricidade

Importante para componentes do motor. Pode ser corrigida pelo uso de um aditivo.

Combustíveis hidrocraqueados geralmente têm lubricidade muito baixa, o que pode ser um problema para aeronaves mais antigas

Método: ASTM D5001 - BOCLE



Propriedades Trace

➤ Limpidez

Limpidez (limpeza) do combustível é dinâmica, ou seja, ela constantemente é afetada ao longo do transporte e da distribuição.

A indústria do QAv utiliza muitos sistemas de filtração até o ponto de abastecimento da aeronave.

Métodos principais:

- ASTM D2276 – contaminante particulado por filtração em linha
- ASTM D5452 – contaminante particulado por filtração em laboratório



anp



Ensaio complementares

ENSAIOS COMPLEMENTARES (29)					
Teor de biodiesel, máx. (30)	mg/kg	50	-	IP 583 IP585 IP 590 IP 599	D7797
Aditivo redutor de arrasto em dutos (DRA), máx.	µg/l	72	-	-	D7872

- Biodiesel: preocupação para uso de sistemas de distribuição não dedicados.
 - Limite de 100 mg/kg foi inicialmente rejeitado na ASTM.
 - Método de referência: IP 585 – CG-MS
- Aditivo redutor de arrasto: DRA são usados em dutos não dedicados e seu controle visa evitar eventual contaminação.
 - Método: cromatografia de permeação em gel (GPC)



Defence Standard 91-091 Ministério da Defesa do Reino Unido

Semelhante à norma ASTM D1655, porém mais restritiva.

- Diferenças:
 - Partículas Contaminantes: máx 1,0 mg/l (não especificado pela D1655)
 - Condutividade Elétrica: 50 a 600 pS/m. Limite é atingido a partir da adição de aditivo antiestático (D1655 exige tais limites apenas para o caso do combustível ser aditivado com antiestático, não sendo obrigatório)






Joint Inspection Group (JIG) - Boletim nº 117

Joint Inspection Group (JIG) → Grupo de desenvolvimento de padrões de fornecimento de combustível para a aviação, cobrindo toda a cadeia de suprimento de combustíveis de aviação, desde a refinaria até o abastecimento das aeronaves.

Boletim nº 117 → Consolidado da ASTM D1655 e Defence Standard 91-091.

Product Quality Bulletin



jigonline.com

Bulletin No 117 Aviation Fuel Quality Requirements for
Jointly Operated Systems 12th November 2018
(AFQRJOS): Issue 30 – Nov 2018

JOINT FUELLING SYSTEM CHECK LIST FOR JET A-1

Issue 30 – October 2018
Supersedes Issue 29 - October 2016



Querosenes de aviação alternativos



Por que usar combustíveis alternativos a partir de fontes renováveis ?

- ✓ Diminuir os níveis de emissões de GEE
- ✓ Diminuir a dependência do petróleo
- ✓ Diversificar matérias-primas

Novos combustíveis devem ser drop-in: sem necessidade de mudanças nos componentes das aeronaves e em sistemas da distribuição de combustíveis

Criada a ASTM D7566



This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D7566 – 19

An American National Standard

Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons¹

This standard is issued under the fixed designation D7566; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification covers the manufacture of aviation turbine fuel that consists of conventional and synthetic blending components.

1.2 This specification applies only at the point of batch origination, as follows:

1.2.1 Aviation turbine fuel manufactured, certified, and released to all the requirements of Table 1 of this specification (D7566), meets the requirements of Specification D1655 and shall be regarded as Specification D1655 turbine fuel. Duplicate testing is not necessary; the same data may be used for both D7566 and D1655 compliance. Once the fuel is released to this specification (D7566) the unique requirements of this specification are no longer applicable: any recertification shall be done in accordance with Table 1 of Specification D1655.

hydrocarbons and lists acceptable additives for use in civil operated engines and aircrafts. Specification D7566 is directed at civil applications, and maintained as such, but may be adopted for military, government, or other specialized uses.

1.4 This specification can be used as a standard in describing the quality of aviation turbine fuel from production to the aircraft. However, this specification does not define the quality assurance testing and procedures necessary to ensure that fuel in the distribution system continues to comply with this specification after batch certification. Such procedures are defined elsewhere, for example in ICAO 9977, EI/JIG Standard 1530, JIG 1, JIG 2, API 1543, API 1595, and ATA-103.

1.5 This specification does not include all fuels satisfactory for aviation turbine engines. Certain equipment or conditions of use may permit a wider, or require a narrower, range of



Table A2.1

Property		HEFA-SPK	Test Methods
COMPOSITION			
Acidity, total mgKOH/g	max	0.015	D3242/IP 354
VOLATILITY			
Both of the following requirements shall be met:			
1. Physical Distillation			
Distillation temperature, °C			D86, D2887/IP 406, D7344, D7345, IP 123
10 % recovered, temperature	max	205	
50 % recovered, temperature		Report	
90 % recovered, temperature		Report	
Final boiling point, temperature	max	300	
Distillation residue, %	max	1.5	
Distillation loss, %	max	1.5	
2. Simulated Distillation			
10 % recovered, temperature		Report	
50 % recovered, temperature		Report	
90 % recovered, temperature		Report	
Final boiling point, temperature		Report	
Flash point, °C	min	38	D56, D93, D3828, IP 170 or IP 523
Density at 15 °C, kg/m ³		730 to 770	D1298/IP 160 or D4052 or IP 365
Freezing point, °C	max	-40	D5972/IP 435, D7153/IP 529, D7154/IP 528 or D2386/IP 16
Existent gum, mg/100 mL	max	7	D381, IP 540
FAME, ppm	max	< 5	IP 585 or IP 590



Table A2.1 - continuação

Property		HEFA-SPK	Test Methods
Thermal Stability (2.5 h at control temperature)			
Temperature, °C	Min	325	D3241/IP 323
Filter pressure drop, mm Hg	Max	25	
Tube rating: One of the following requirements shall be met (1) Annex A1 VTR, VTR Color Code (2) Annex A2 ITR or Annex A3 ETR, mm average over area of 2.5 mm ²	Less than Max	3 (no peacock or abnormal color deposits) 85	
ADDITIVES			
Antioxidant, mg/L	Min Max	17 24	D2624/IP 274



Table A2.2

Property		HEFA-SPK	Test Methods
Hydrocarbon Composition			
Cycloparaffins, mass percent	Max	15	D2425
Aromatics, mass percent	Max	0.5	D2425
Paraffins, mass percent		Report	D2425
Carbon and hydrogen, mass percent	Min	99.5	D5291
Non-Hydrocarbon Composition			
Nitrogen, mg/kg	Max	2	D4629/IP 379
Water, mg/kg	Max	75	D6304 or IP 438
Sulfur, mg/kg	Max	15	D5453 or D2622
Metals (Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, etc), mg/kg	Max	0.1 per metal	D7111 or UOP 389
Halogens, mg/kg	Max	1	D7359



Rotas aprovadas na ASTM

Id	Matéria-prima	Produtos	% no QAv	Status	Produtores
FT-SPK	Carvão ou Gás Natural ou Biomassa	Iso & N-parafinas	50	ASTM D7566 Anexo A1	SASOL, Syntroleum, Shell
HEFA	Óleos e gorduras	Iso & N-parafinas	50	ASTM D7566 Anexo A2	UOP, Syntroleum, Neste,
SIP	Açúcar	Iso-Parafina	10	ASTM D7566 Anexo A3	Amyris
FT-SPK/A	Carvão ou Gás Natural ou Biomassa	Iso, N-parafinas e aromáticos	50	ASTM D7566 Anexo A4	SASOL, Syntroleum, Shell
ATJ	Etanol e Butanol	Iso & N-parafinas	50	ASTM D7566 Anexo A5	GEVO, Cobalt, Lanzatech, Biogy
CHJ	Óleos e gorduras	Iso, N- e ciclo-parafinas e aromáticos	-	ASTM D7566 Anexo A5 (em votação)	ARA, Chevron



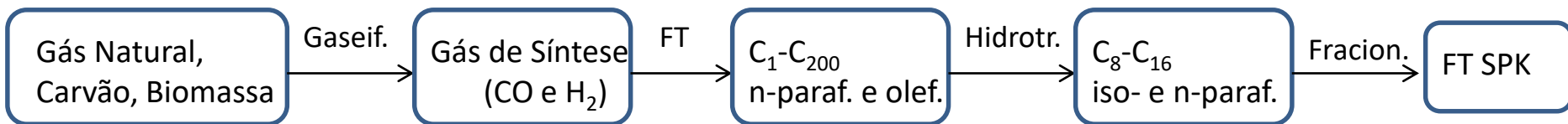
Rotas em teste

Id	Matéria-prima	Produtos	% no QAv	Status	Líder do Task Force
SAK	Açúcar	Iso, N-parafinas e aromáticos	-	Tier 1 e 2 concl. Aval. OEMs	Virent
IH ²	Resíduos celulósicos	Iso, N- e ciclo-parafinas e aromáticos	-	Tier 1 e 2	Shell
HFP-HEFA	Óleos e gorduras	Iso & N-parafinas + rico em N-paraf.	-	Tier 1 e 2 concl. Aval. OEMs	Boeing
ATJ-SKA	Etanol e Butanol	Iso, N-parafinas e aromáticos	-	Tier 1 e 2	Swed Biofuels
IHI Bb Oil	Microalgas	Iso & N-parafinas	-	Tier 1 e 2	IHI

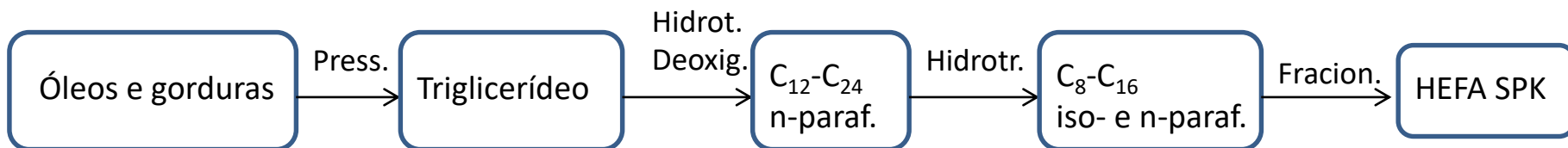


Rotas aprovadas na ASTM

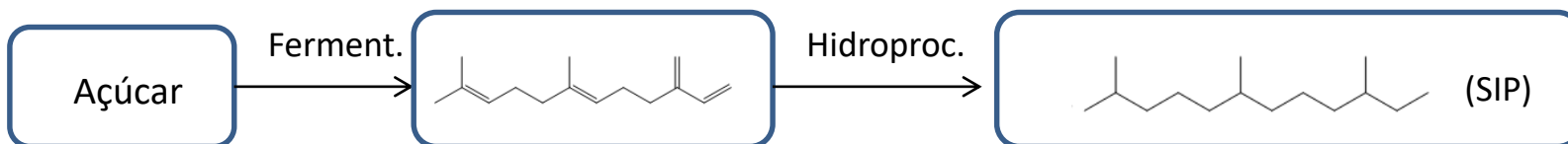
FT-SPK - Anexo A1 da D7566



HEFA-SPK - Anexo A2 da D7566



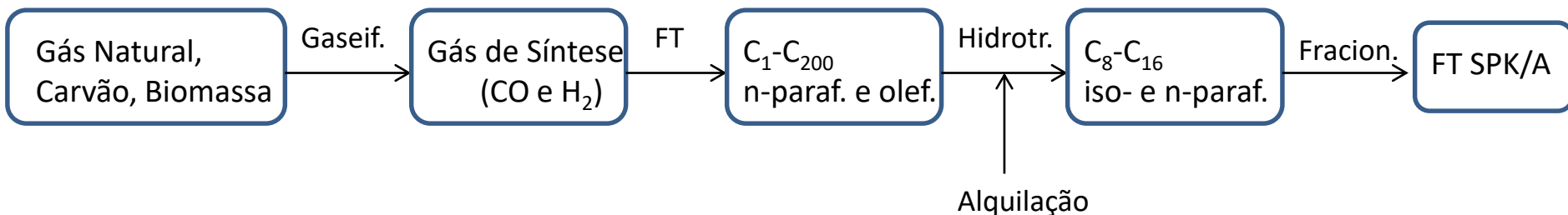
SIP - Anexo A3 da D7566



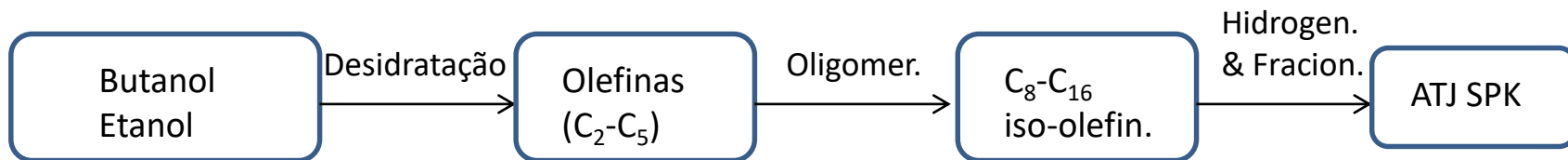


Rotas aprovadas na ASTM

FT-SPK/A - Anexo A4 da D7566



ATJ - Anexo A5 da D7566





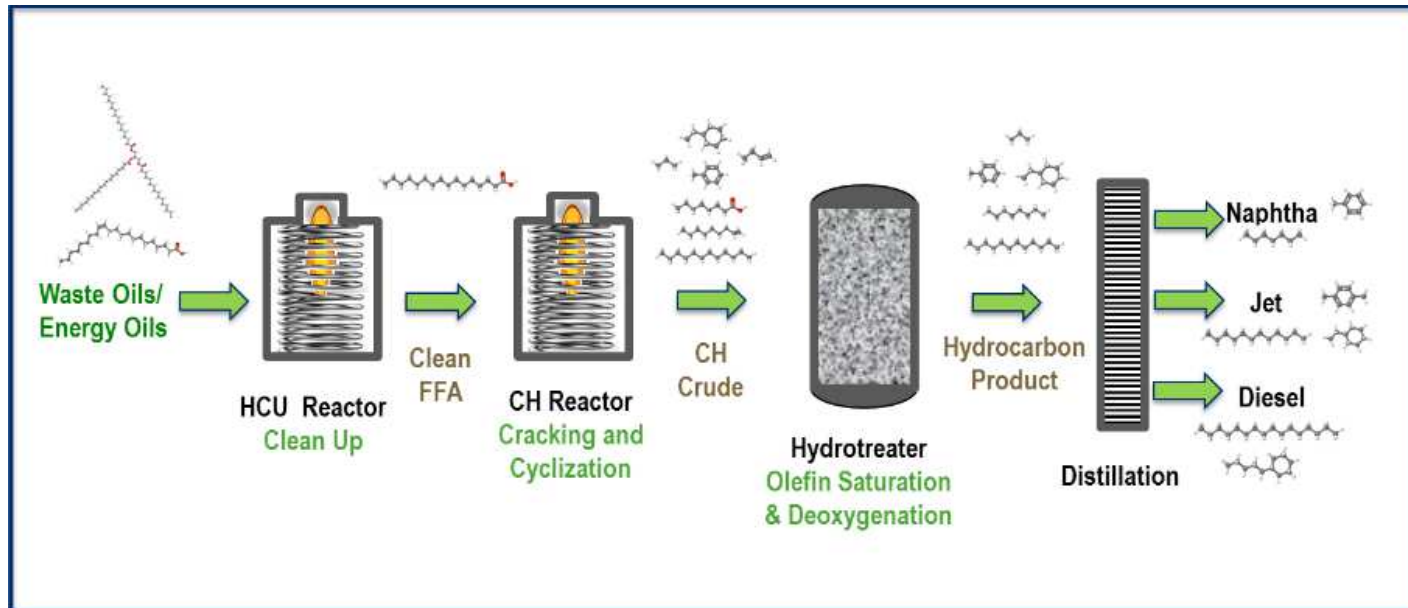
anp



Em votação na ASTM

- CHJ (Catalytic Hydrotermolysis Jet)

Empresa: ARA



Esquema do processo CHJ*

Ao final, cicloparafinas e aromáticos são formados no processo

*Figura obtida de www.readifuels.com/ARA-CH-technology.html

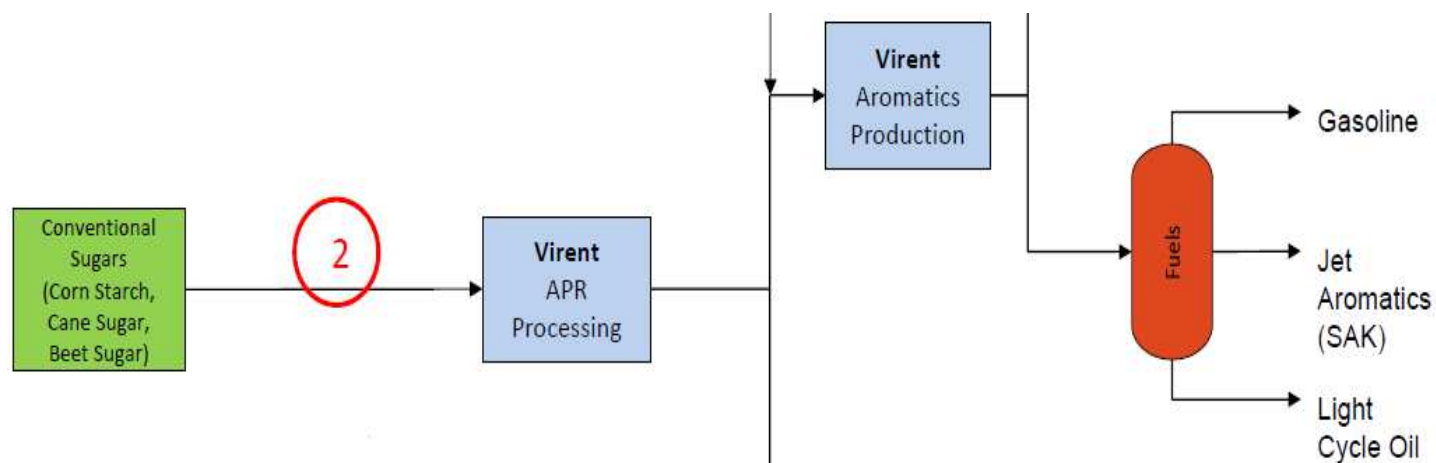


Processos em testes

- SAK (Synthesized Aromatic Kerosene)

Empresa: Virent

Estágio atual de testes: Avaliação pelos OEMs após Tier 1 e 2 da D4054



Esquema do processo SAK*



Processos em testes

- HFP-HEFA (High Freeze Point HEFA)

Empresa: GreenDiesel

Estágio atual: avaliação pelos OEMs após Tier 1 e 2 da D4054

Resumo do processo: o mesmo processo do HEFA (Anexo A2 da ASTM D7566), mas com maior teor de n-parafinas mais longas (n-C18)

- ATJ - SKA

Empresa: Biogy

Estágio atual: Tier 1 e 2 da ASTM D4054

Resumo do processo: ATJ (Anexo A5 da ASTM D7566) com produção de aromáticos. O objetivo é conseguir futuramente aprovação para blends com QAv fóssil maiores que 50 %.



Processos em testes

- Bb Oil

Empresa: IHI Corporation

Estágio atual: Tier 1 e 2 da ASTM D4054

Resumo do processo: HEFA tradicional, (Anexo A2 da ASTM D7566), mas a partir de microalgas.

- CPK IH²

Empresa: Shell

Estágio atual: Tier 1 e 2 da ASTM D4054

Resumo do processo: processo termoquímico catalítico composto de hidropirólise e hidrotratamento. O produto obtido é majoritariamente C9 a C13, com predomínio de naftênico e di-naftênico.



Aprovação de um novo combustível ASTM D4054

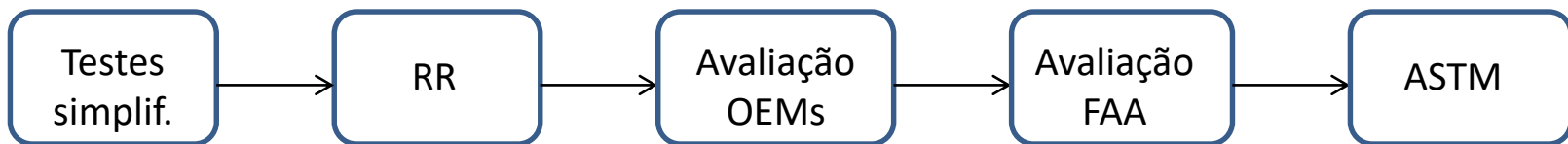
- Qualificação e aprovação de novos combustíveis e aditivos
- Objetivo do programa de testes é assegurar que o candidato a combustível ou aditivo não terá impacto negativo na segurança, durabilidade e desempenho do motor e da aeronave;
- O processo de aprovação requer avaliação de diversos OEMs da cadeia e do FAA – Federal Aviation Administration. No entanto a avaliação da tecnologia candidata será também avaliada por representantes da indústria do petróleo, aeroespacial, agências governamentais (civis e militares) e demais membros votantes do subcomitê D02.J.
- O responsável pela tecnologia candidata deve apresentar ao D02.J um conjunto de dados robustos que demonstrem a viabilidade inicial da tecnologia e requerer a abertura de um Task-Force junto a sessão “Emerging Turbine Fuels”.



Aprovação de novo combustível - ASTM D4054

Proposta para combustível sintético com propriedades e características típicas de combustíveis já aprovados teria os seguintes testes:

- Informação sobre matéria-prima e processo produtivo
- Características especificadas na Tabela da D1655
- Teor de aromáticos entre 8 – 25 % v/v
- Composição química detalhada
- Teores de contaminantes (por exemplo, metais)



Seriam misturados ao QAv fóssil em menores proporções (10 % v/v ?).



ASTM D4054 Aprovação de novos combustíveis e aditivos

- ASTM publishes six different types of standards: test method, specification, classification, practice, guide, and terminology.*
 - **SPECIFICATION:** An explicit set of requirements to be satisfied by a material, product, system or service (D1655, D7566)
 - **PRACTICE:** A definitive set of instructions for performing one or more specific operation that does not include a test result (D4054).



Designation: D4054 – 16

An American National Standard

Standard Practice for Qualification and Approval of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives¹

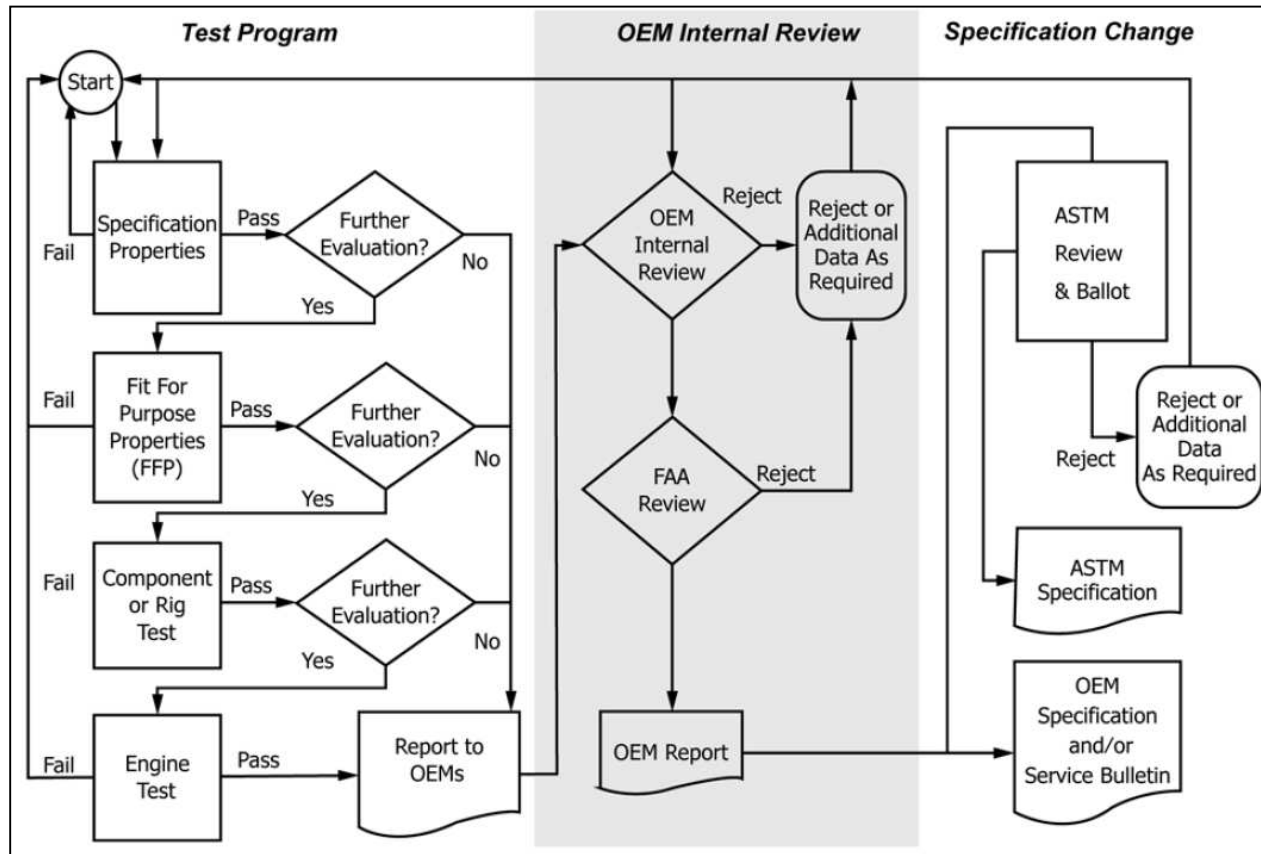
This standard is issued under the fixed designation D4054; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.



anp



D4054 – Processo de aprovação de combustíveis e aditivos



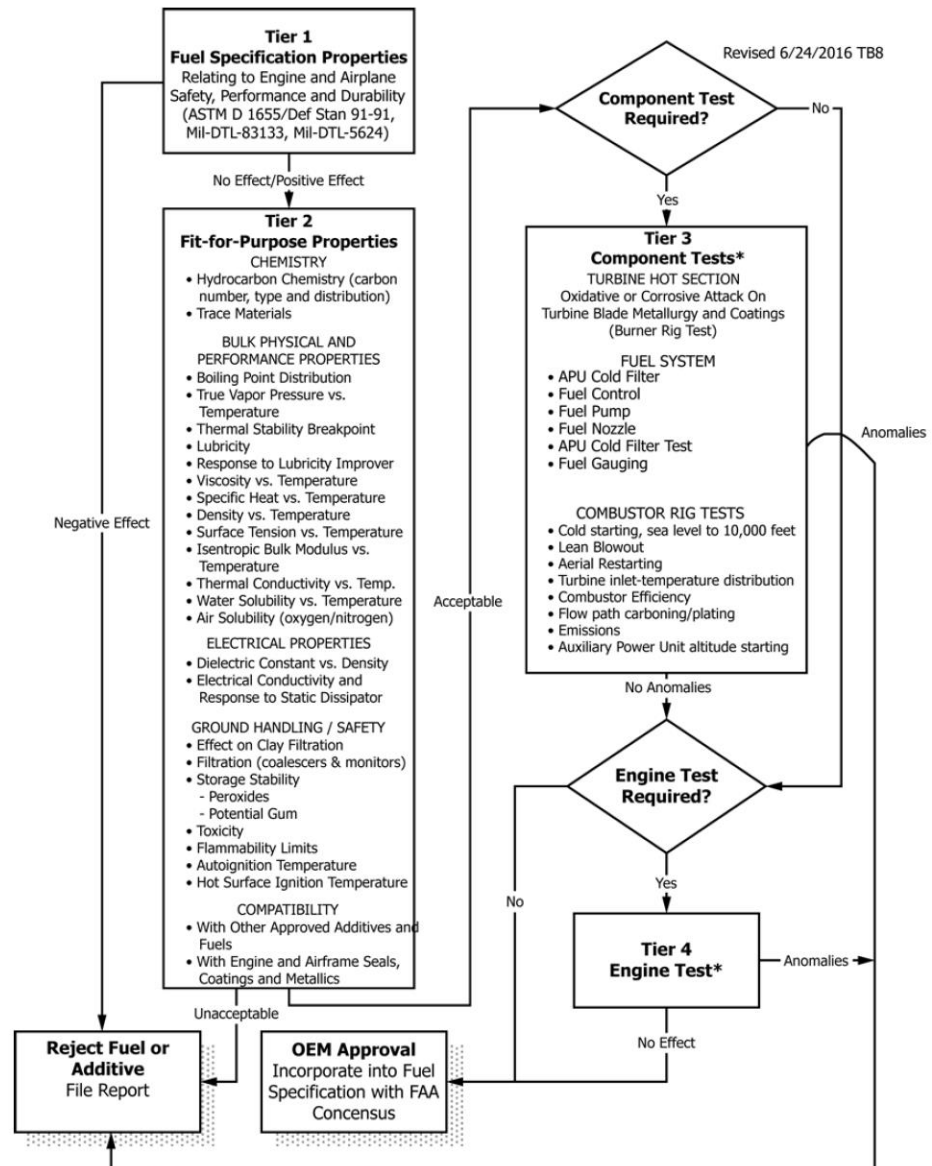
The purpose of the test program is to ensure that the candidate fuel or additive **will have no negative impact on engine safety, durability, or performance.**



anp



Programa de Testes de Qualificação



* Testing must be performed at P&W, GE, Rolls Royce, Snecma, Honeywell, or in other locations per OEM agreement due to proprietary concerns and test methods.

NOTE 1—Additive testing to be performed at 4x the concentration being requested for approval except for filtration.



Aprovação de novo combustível ASTM D4054

Tier	Descrição dos testes	Volume (L)	Tempo	Custo (U\$)
1	Especificação	37,8	Mínimo 6 meses	50 mil*
2	Fit for purpose	320		
3	Component and rig tests	946 a 37.854	2 a 3 anos	4 milhões**
4	Motores	1.703 a 851.718		

*OEMs levam de 6 meses a 1 ano e podem requerer um gasto de até U\$ 350 mil

**OEMs levam de 6 meses a 1 ano e podem requerer um gasto de cerca de U\$ 1 milhão

6. Funding the Investigation and Qualification Process

6.1 The organization (for example, the additive manufacturer or refiner) seeking approval of a new fuel or fuel additive is responsible for funding all aspects of the fuel or additive qualification process. Costs include laboratory, rig, or engine Tests,...



anp



Tabela 2 - Propriedades *Fit-For-Purpose* - I

Tier 2 – Tabela 2 da norma

- Composição HCs, aromáticos, H, álcoois, fenóis, ésteres, N, metais;
- Destilação, JFTOT, lubricidade,
- Viscosity x T, densidade x T, condutividade térmica x T, tensão superficial x T, solubilidade em água x T, constante dielétrica x densidade,
- Efeito nas propriedades de filtração, estabilidade na estocagem, toxicidade, limites de flamabilidade,
- compatibilidade frente a alguns selantes e componentes metálicos.

Fuel Property	Test Method ^A	Units	Min	Max	Comments
CHEMISTRY					
Hydrocarbon Types	ASTM D2425	mass %	Report		Determines normal and iso-paraffins, cyclo-paraffins, mono-aromatics, indans, indanes, tetralins, naphthalenes, acenaphthenes, acenaphthalenes, tricyclic aromatics.
Aromatics	ASTM D1319 or ASTM D6379	Vol %	8 8.4	25 26.5	
Hydrogen	ASTM D5291 , D3701, or D7171	mass %	Report		
Trace materials					
Organics					
Carbonyls	ASTM E411	µg/g (ppm by mass)	Report		No limits established.
Alcohols	EPA Method 8015	m % or mg/L (ppm)	Report		
Esters	EPA Method 8260	mg/L (ppm)	Report		
Phenols	EPA Method 8270	mg/L (ppm)	Report		
Inorganics: N	ASTM D4629	mg/kg (ppm by mass)	Report		
Trace Elements					
Cu	ASTM D6732	µg/kg (ppb by mass)		< 20	
Zn, Fe, V, Ca, Li, Pb, P, Na, Mn, Mg, K, Ni, Si	ASTM D7111 or UOP 389	mg/kg (ppm by mass)	Report		



Tabela 2 - Propriedades *Fit-For-Purpose* - II

Fuel Property	Test Method ^A	Units	Min	Max	Comments
BULK PHYSICAL AND PERFORMANCE PROPERTIES					
Boiling point distribution	ASTM D86	°C			Based on CRC World Survey and Defense Logistics Agency Energy Petroleum Quality Information System survey. Minimum and maximum values are based on Coordinating Research Council World Survey and Defense Logistics Agency Energy Petroleum Quality Information System survey.
Initial Boiling Point		°C	Report		
10 % Recovery (T10)		°C	150	205	
20 % Recovery		°C	Report	Report	
30 % Recovery		°C	Report	Report	
40 % Recovery		°C	Report	Report	
50 % Recovery (T50)		°C	165	229	
60 % Recovery		°C	Report	Report	
70 % Recovery		°C	Report	Report	
80 % Recovery		°C	Report	Report	
90 % Recovery (T90)		°C	190	262	
Final Boiling Point		°C		300	
T50 - T10		°C	15	—	
T90 - T10		°C	40	—	
Simulated Distillation	ASTM D2887		Report Full Range		
Thermal Stability, JFTOT Breakpoint	ASTM D3241, Appendix X2	°C	See Comment		Additives cannot degrade breakpoint.
Deposit Thickness at Breakpoint	ASTM D3241, Annex A3 (Ellipsometer) or ASTM D3241, Annex A2 (Interferometer)	nm	Report		
Lubricity	ASTM D5001	mm WSD		0.85	Based on Defence Standard 91-91 requirements.
Response to Corrosion Inhibitor/ Lubricity Additive	ASTM D5001	mm WSD	Conform ^B		See Fig. A1.2 for typical response.
Viscosity vs. Temperature	ASTM D445 or D7042	mm ² /s	Conform ^B		Plot viscosity at -40 °C (or freezing point plus 5 °C, whichever is higher), -20 °C, 25 °C, and 40 °C. See Fig. A1.1 for typical values.



Tabela 2 - Propriedades *Fit-For-Purpose* - III

Fuel Property	Test Method ^A	Units	Min	Max	Comments
Specific Heat vs. Temperature	ASTM E1269	kJ/kg/K	Conform ^B		See Fig. A1.3 for temperature ranges, typical values, and temperature variations. Specific Heat on a dodecane standard must run and submitted along with the fuel value.
Density vs. Temperature	ASTM D4052	kg/m ³	Conform ^B		Plot density at -20 °C, 20 °C, and 60 °C. See Fig. A1.4 for typical values.
Surface Tension vs. Temperature	ASTM D1331	mN/m	Conform ^B		See Fig. A1.5 for minimum values and typical variation.
Isentropic Bulk Modulus vs. Temperature and Pressure	ASTM D6793	MPa	690 MPa (100 000 psi)		Limits not known; see Fig. A1.6 for typical values and variation.
Thermal Conductivity vs. Temperature	ASTM D2717	watts/m/K	Conform ^B		Limits not known; see Fig. A1.7 for typical values and variation.
Water Solubility vs. Temperature	ASTM D6304	mg/kg	Conform ^B		See CRC Handbook of Aviation Fuel Properties for typical values.
Air Solubility (oxygen/nitrogen)	Ostwald & Bunsen Coefficient (mm ³ of gas/mm ³ of fuel)		Conform ^B		See Fig. A1.9 for typical values. OEM experience is based on the air solubilities of TS-1 and JP-5, which is the least and most dense and volatile to which engines are currently designed.
True Vapor Pressure vs. Temperature	ASTM D6378	kPa or psi	Report -28, 12, 25, 38, 78, and 200 °C		See Fig. A1.10 for typical true vapor pressures for various jet fuel types.
Flash Point	ASTM D56, D3828, or D93	°C		68	
Freezing Point Test Methods—Response to Manual vs. Automatic Phase Transition	ASTM D2386 and D5972	°C	Conform ^B		

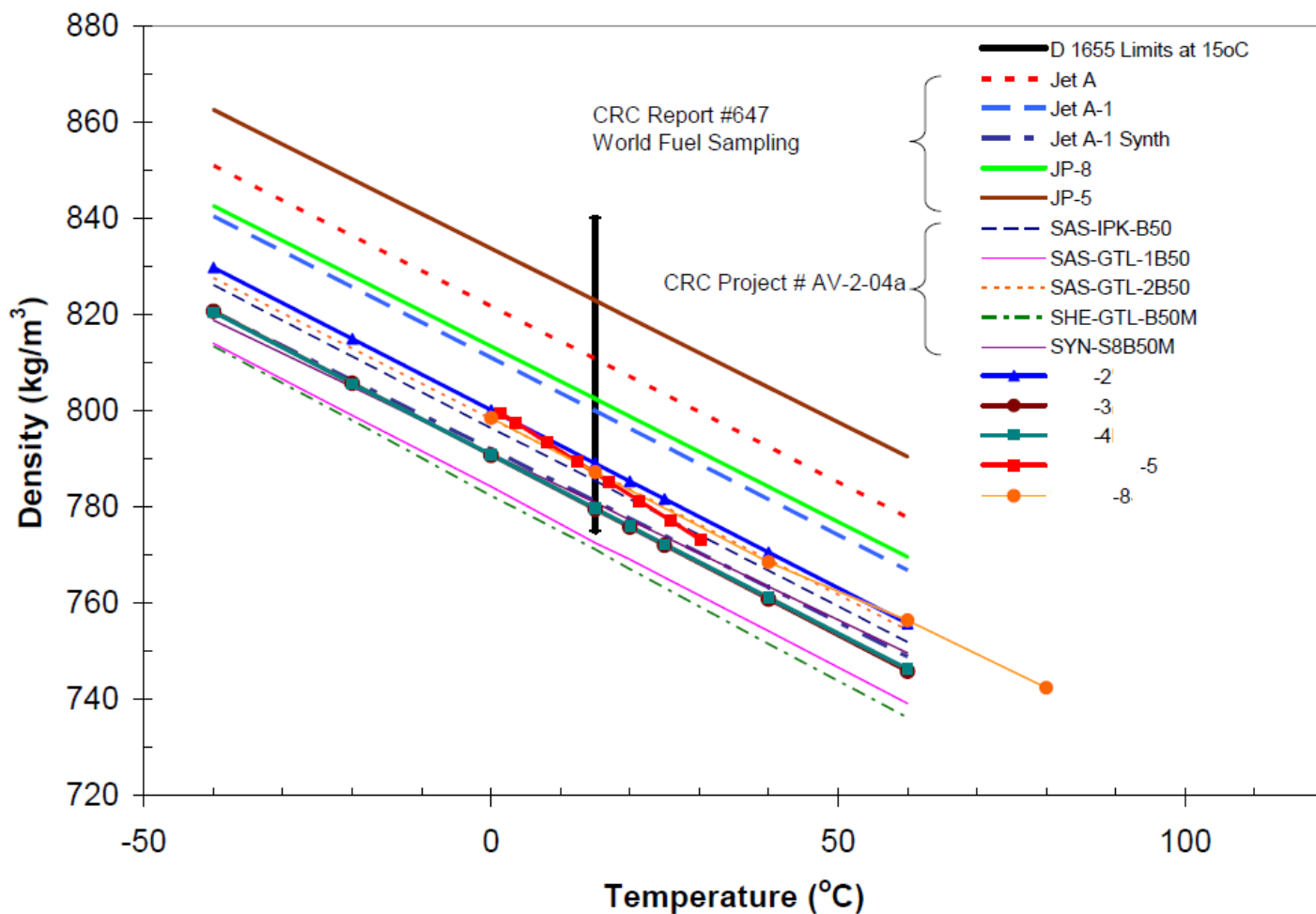


Tabela 2 - Propriedades *Fit-For-Purpose* - IV

Fuel Property	Test Method ^A	Units	Min	Max	Comments
Dielectric Constant vs. Density	ASTM D924	N/A	Conform ^B		See Fig. A1.8 for typical values.
Conductivity Response	ASTM D2624	pS/m	Conform ^B		See Fig. A1.9 for typical response.
GROUND HANDLING PROPERTIES AND SAFETY					
Effect on Clay Filtration	ASTM D3948	MSEP No.	See Comment		No impact when compared to Jet A
Filtration – Coalescer Filters & Monitors (water fuses)	API/EI 1581	ppm by volume	See Comment		No impact when compared to Jet A
Storage Stability					
Peroxides	ASTM D3703	mg/kg (ppm by mass)	—	8.0	Store for 6 weeks at 65 °C.
Potential gums	ASTM D5304	mg/100 mL	—	7.0	Store for 16 h at 100 °C.
Toxicity	MSDS Review				
Flammability Limits	ASTM E681	°C	See Comment		No impact when compared to Jet A
Autoignition Temperature	ASTM E659	°C	See Comment		No impact when compared to Jet A
Hot Surface Ignition Temperature	FED-STD-791, Method 6053 or ISO 20823	°C	See Comment		No impact when compared to Jet A
COMPATIBILITY					
With Other Approved Additives	ASTM D4054, Annex A2	N/A	See Comment		Antioxidant, Corrosion Inhibitor/Lubricity Additive Fuel System Icing Inhibitor, Static Dissipator Additive No visible separation, cloudiness, solids, or darkening of color.
With Engine and Airframe Seals, Coatings and Metallics	ASTM D4054, Annex A3				



Comparação de Resultados para Validação – Densidade



SPK B50 Blends Density vs. Temperature



anp



Referências para Comparação de Dados

CRC – Coordinating Research Council

(<https://crcao.org/publications/aviation/index.html>):

- Aviation Fuel Properties Handbook - 2014 Fourth Edition - CRC Report No. 663
- CRC Aviation Committee - World Fuel Sampling Program – 2006 - CRC Report No. 647
- Comparative evaluation of semi-synthetic jet fuels – 2008 - CRC Project No. AV-2-04a

DLA – Defense Logistic Agency (<https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA619019>):

- PQIS - Petroleum Quality Information System 2013 Annual Report

CRC
COORDINATING RESEARCH COUNCIL

Aviation

- [CRC Project No. AV-20-14](#)
Determination of Heat of Vaporization and Creating Enthalpy Diagrams for Several Common Jet Fuels
- [CRC Project AV-23-15/17](#)
Review of Existing Test Methods Used for Aviation Jet Fuel and Additive Property Evaluations with Respect to Alternative Fuel Compositions
- [CRC Project AV-18-17](#)
The Quality of Aviation Fuel available in the United Kingdom Annual survey 2014
- [CRC Project No. AV-22-15](#)
Charge generation and dissipation in aviation fuel handling with filter monitors
- [CRC Project No. AV-19-14](#)
Alternative Aviation Fuels – Water Solubility & Demulsibility Impact
Executive Summary
[Journal Article](#)
- [Panel AV-24-16 - Guide from Marathon Petroleum](#)
[Marathon Petroleum Troubleshooting Guide for Jet Fuel Thermal Stability](#)
- [CRC Report No. AV-17-13](#)
Carburetor Ice Test Methodology Evaluation



PQIS – Report Defense Regions



Aprovação de novo combustível ASTM D4054

➤ Testes SwRI

- Todos os querosenes sintéticos com curva de destilação típica e que atendem aos limites da Tabela 1 da especificação D1655 (especificação QAv fóssil) para densidade e viscosidade atenderão aos testes físicos exigidos pela D4054 (calor específico X Temperatura; pressão de vapor X Temperatura; condutividade térmica X Temperatura, etc);
- Combustíveis que atendam às características exigidas na D1655 não comprometem durabilidade e desempenho dos motores;
- Querosenes não típicos são aqueles com as seguintes características: i) altas concentrações de poucas moléculas; ii) curva de destilação anormal; iii) breakpoint do JFTOT < 325 °C.



Aprovação de novo combustível ASTM D4054

➤ Testes UDRI

- Materiais (O-rings, selantes, revestimentos, etc) respondem aos aromáticos provenientes dos hidrocarbonetos sintéticos da mesma maneira que respondem aos aromáticos do QAv fóssil. É provável que o simples controle de aromáticos (mínimo de 8 % e tetralinas + indanos na fração de aromáticos < 30 %) seja suficiente para garantir a compatibilidade com os materiais;

ASTM D7566 –
Research Reports

²¹ Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR:D02-1884. Contact ASTM Customer Service at service@astm.org.

²² Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR:D02-1828. Contact ASTM Customer Service at service@astm.org.



anp



Tier 1 - Specification Properties



Tier 2 - Fit-For Purpose Properties

Phase 1
ASTM
Research
Report

OEM
Review &
Approval

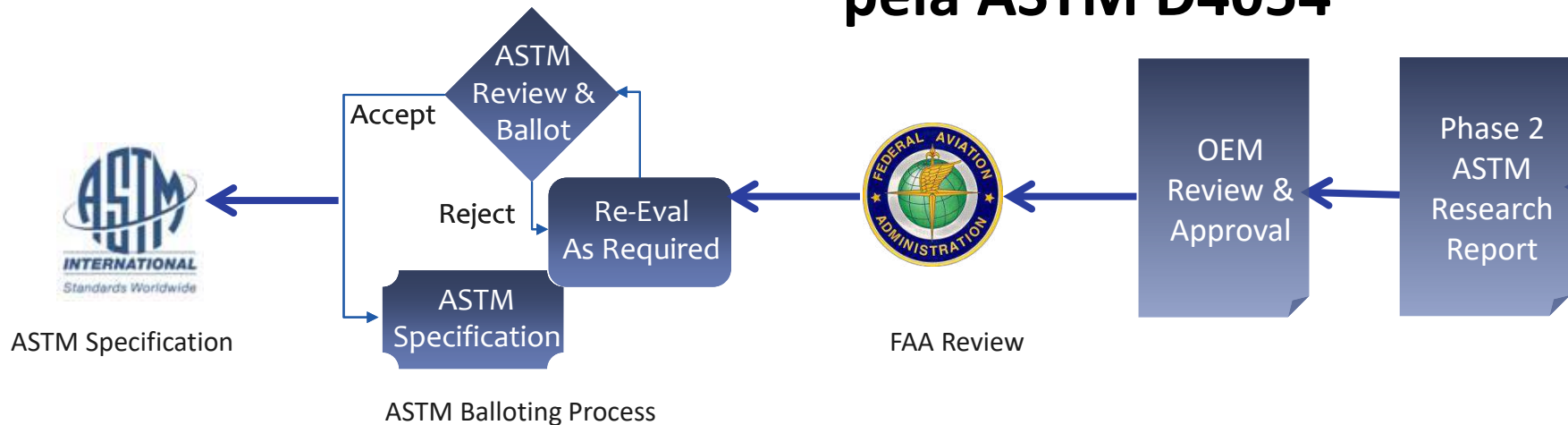


Tier 3
Component/
Rig/APU Testing



Tier 4 -
Engine Testing

Processo de Aprovação Completo pela ASTM D4054





anp



FAA 20-24D



U.S. Department
of Transportation
**Federal Aviation
Administration**

Advisory Circular

Subject: Approval of Propulsion Fuels,
Additives, and Lubricating Oils

Date: 6/30/14

AC No: 20-24D

Initiated by: AIR-20

1. Purpose. This advisory circular (AC) provides guidance applicable to adding fuels and oils as engine, aircraft, or auxiliary power unit (APU) operating limitations. It also provides guidance on fuel and lubricating oil specifications and standards, and on propulsion fuel and/or lubricating oil certification plans. This AC provides acceptable methods, but not the only methods, that may be used to approve aircraft, engines, or APUs to operate with specified propulsion fuels and lubricating oils.



anp



FAA 20-24D II

1 ASTM D4054, “Standard Practice for Qualification and Approval of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives,” provides a procedure for evaluating new jet fuels or significant modifications to existing fuels to determine if the new fuel is suitable for aviation use. Seemingly, minor changes to specification properties or criteria may result in changes in a fuel’s performance, but the laboratory, rig, and engine tests specified in D4054 are sufficient to fully evaluate the fit for purpose or suitability of new fuels with engine and airframe fuel systems. The D4054 evaluation is conducted for both new fuels and revisions to existing fuel properties to verify that the resulting fuel is suitable for aviation use, based on its performance characteristics and chemical compositions. The U.S. DoD has developed a similar document, MIL-HDBK-510-1, for the evaluation of fuels to be used on military aircraft.

2 ASTM D7566, “Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons.” This specification defines criteria for synthetic jet fuels that have been qualified to ASTM D4054. Because D7566 fuels meet or exceed the requirements of D1655 fuels, both of these specifications are cross-referenced to allow D7566 fuels to be redesignated as D1655 fuels. A redesignated fuel can move seamlessly through the ground distribution infrastructure without separate tracking. The redesignated fuel can also be used in aircraft without amending the operating limitations of those aircraft.

3 If the fuel type is incorporated in D7566 and current specified operating limitations are adequate to accommodate D1655 fuels, then further FAA testing is not required.

4 TC/STC holders do not need to revise aviation fuel operating limitations to use D7566 fuels that have been redesignated to D1655 fuels, if the existing operating limitations include D1655 fuels.

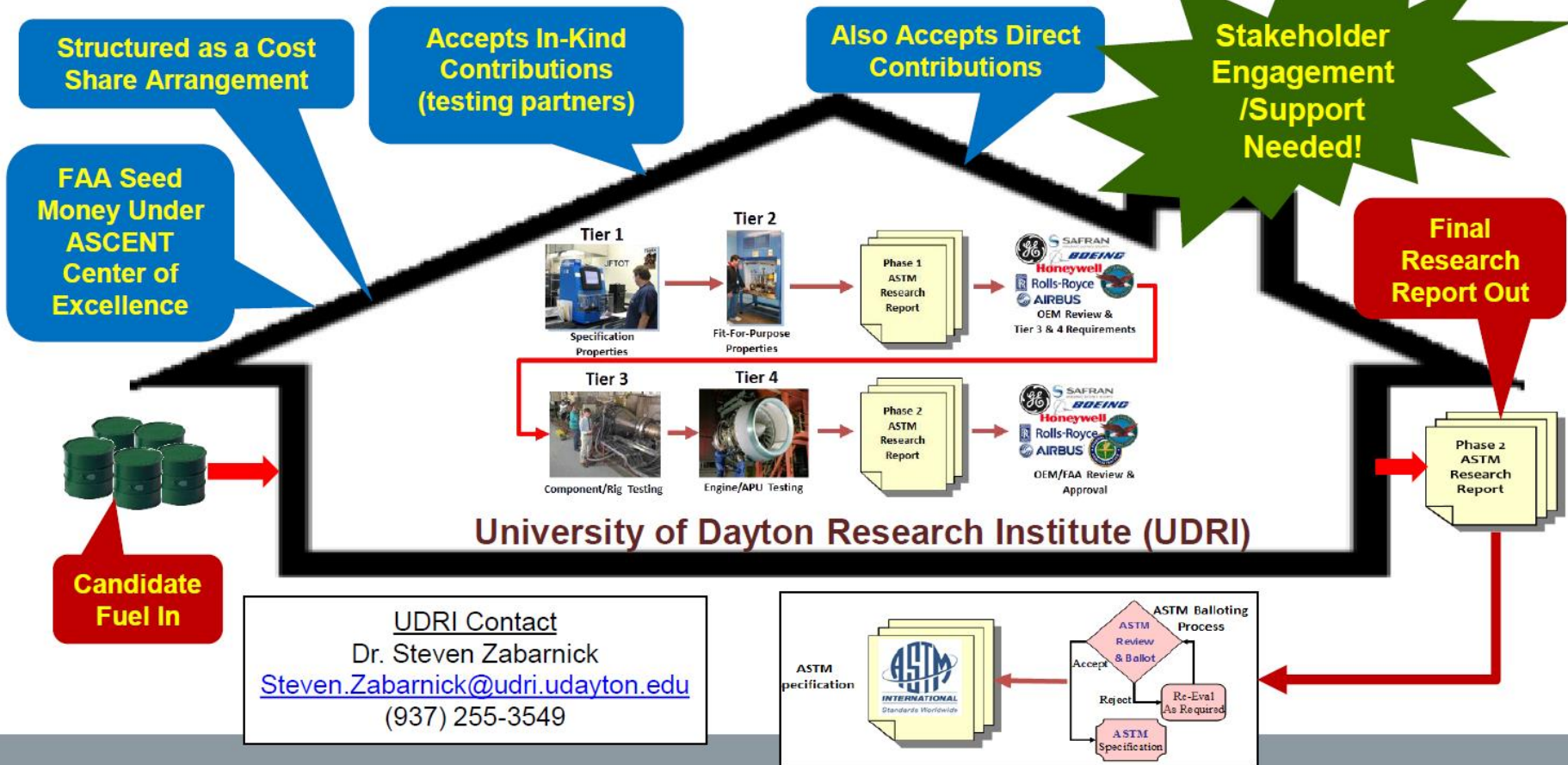


anp

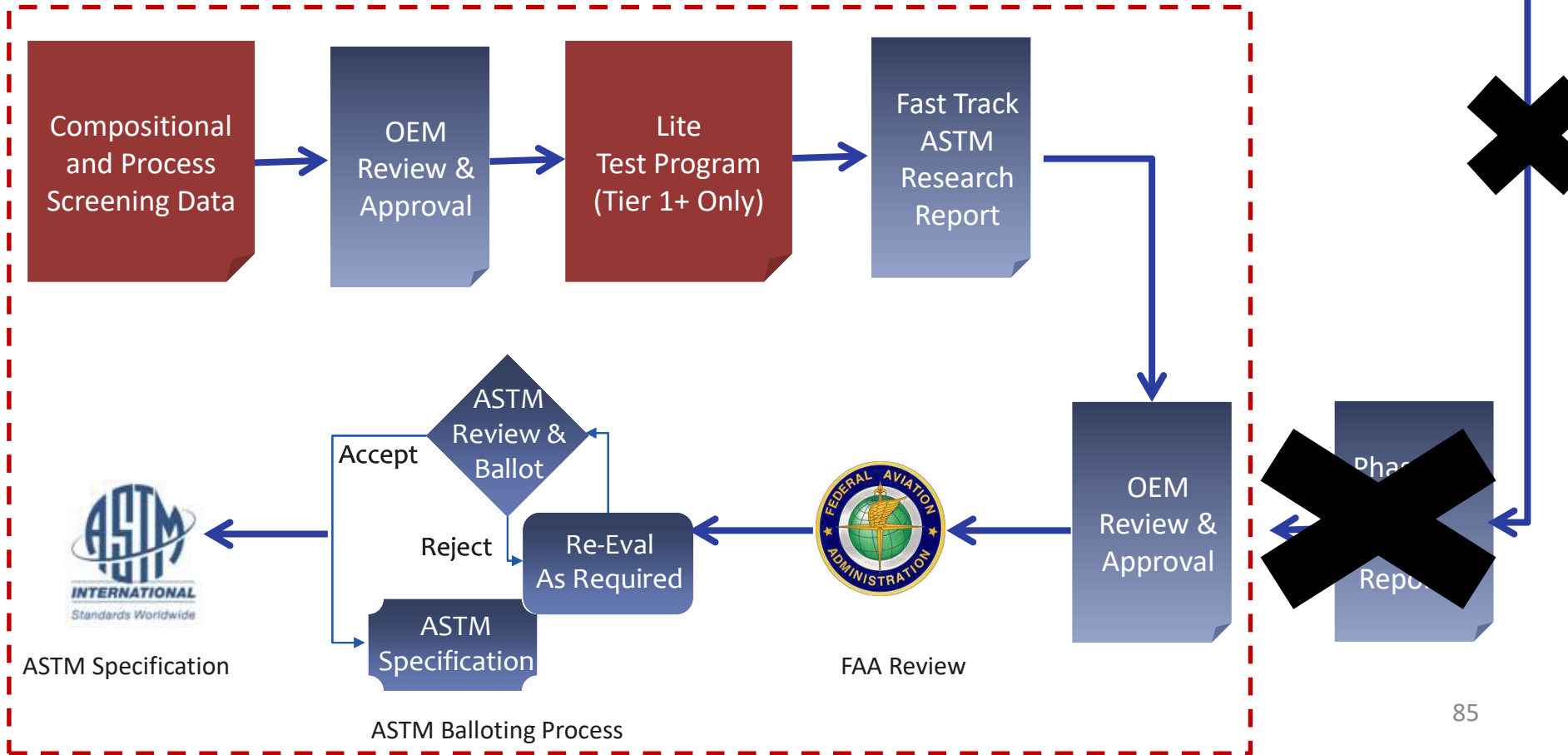
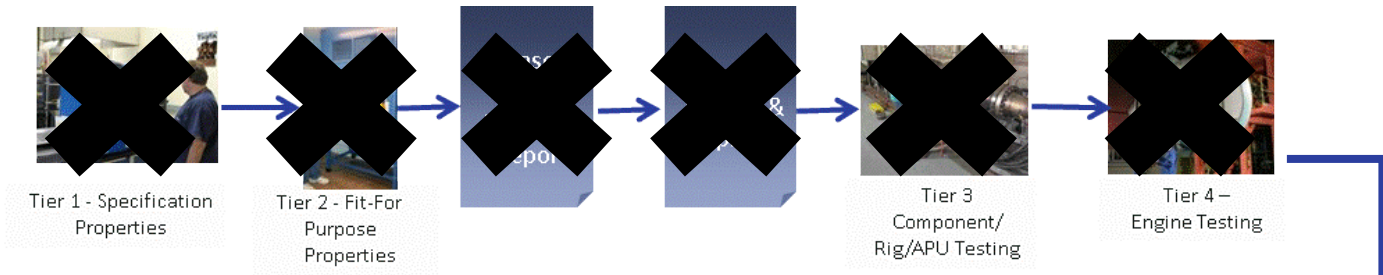


ASTM D4054 - Clearinghouse

ASTM D4054 Clearinghouse Concept



Processo de Aprovação “Fast Track” pela ASTM D4054 – Em Discussão





Norma de manuseio, estocagem e distribuição de combustíveis de aviação Joint Inspection Group – JIG 1530 (em revisão)

- EI JIG 1530 - *Quality Assurance Requirements for the Manufacture, Storage and Distribution of Aviation Fuels to Airports*
 - Operações seguidas internacionalmente
 - Referência para a ABNT NBR 15216 (em processo de revisão)



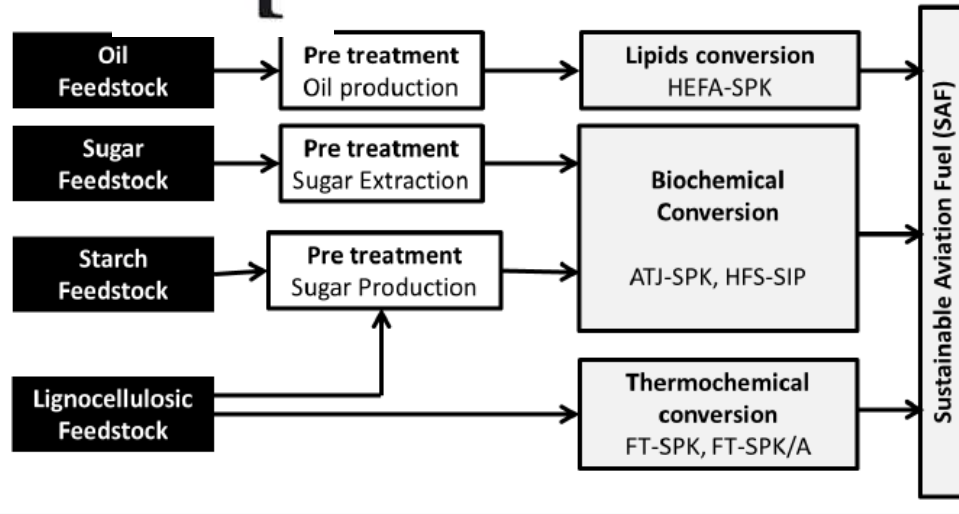


Outros documentos para cuidados na distribuição e no aeroporto

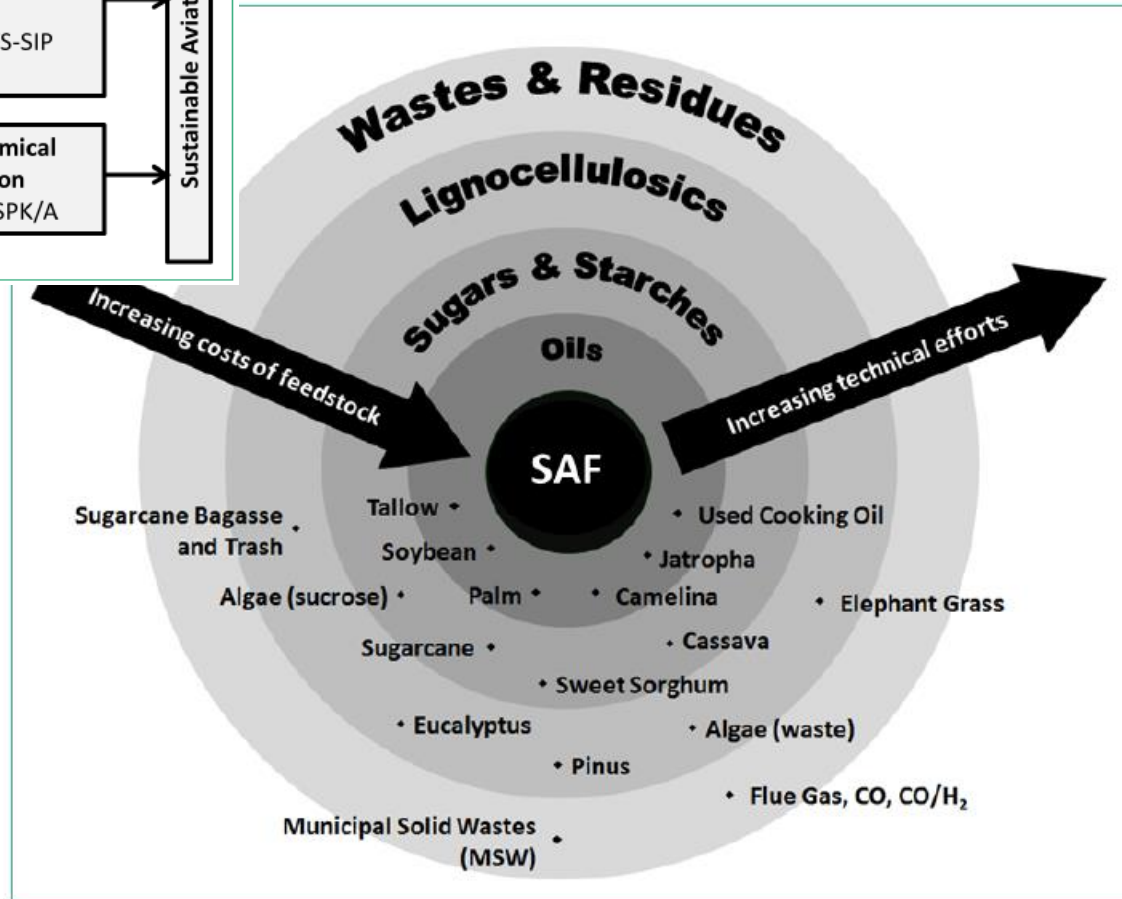
- Cleanliness publications
 - EI 1550 - Handbook on Equipment Used for the Maintenance and Delivery of Clean Aviation Fuel;
 - API/EI 1581 - Specifications and Qualification Procedures for Aviation Jet Fuel Filter/Separators
 - EI 1583 - Laboratory Tests and Minimum Performance Standards for Aviation Fuel Filter Monitors (deverá ser excluída).
 - API/EI 1590 - Specifications and Qualification Procedures for Aviation Fuel Microfilters
 - API/EI 1596 - Design and Construction of Aviation Fuel Filters Vessels
 - API/EI 1598 - Consideration for Electronic Sensors to Monitor Free Water and/or Particulate Matter
 - API/EI 1582 - Specification for Similarity for API/EI 1581 Aviation Jet Fuel Filter/Separators
 - EI 1530 - Quality Assurance Requirements for the Manufacture, Storage and Distribution of Aviation Fuels to Airports
 - ATA 103 - Standard for Jet Fuel Quality Control at Airports



anp



MATÉRIAS-PRIMAS Custo X Tecnologia





Principais incertezas do mercado de QAV alternativo

Type of Uncertainty	Uncertainties
Technological	Reduced technical dominance of feedstocks with higher energy density, such as macauba palm and jatropha Most refining technologies are still under development Product yields are still considered low for large-scale production Few studies are available on the use of second-generation feedstocks in bio-refining scenarios
Commercial	High cost of feedstocks, refining routes, and final product Lack of public-private investment Lack of an effective regulatory framework that confers commercial predictability on the market No clear destination for co-products that could help the financial performance of the biojet market Infrastructure issues
Organizational	Lack of effective coordination between different stakeholders
Social	Lack of consensus on the use of well-established methodologies to evaluate emissions compromising environmental gain assessment Lack of well-defined sustainability criteria for the biojet industry Food security risks

de Souza, L. M., Mendes, P., & Aranda, D. (2018). Assessing the current scenario of the Brazilian biojet market. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 98, 426-438.



O papel da ANP na promoção da produção e uso de combustíveis sustentáveis para aviação (SAF)



Resolução ANP nº 778/2019

Revisão das Resoluções ANP nº 37/2009 e 63/2014

Motivação

- Tendência de harmonização internacional das especificações dos combustíveis de aviação

Harmonização na aviação: Uma tendência mundial

Uma aeronave abastecida no Brasil pode ser abastecida em qualquer região do mundo, trazendo a necessidade de disponibilidade mundial de combustível com padrão mínimo de qualidade.

- Necessidade de simplificar e facilitar o entendimento referente à qualidade dos combustíveis de aviação: QAV, QAV alternativo e suas misturas

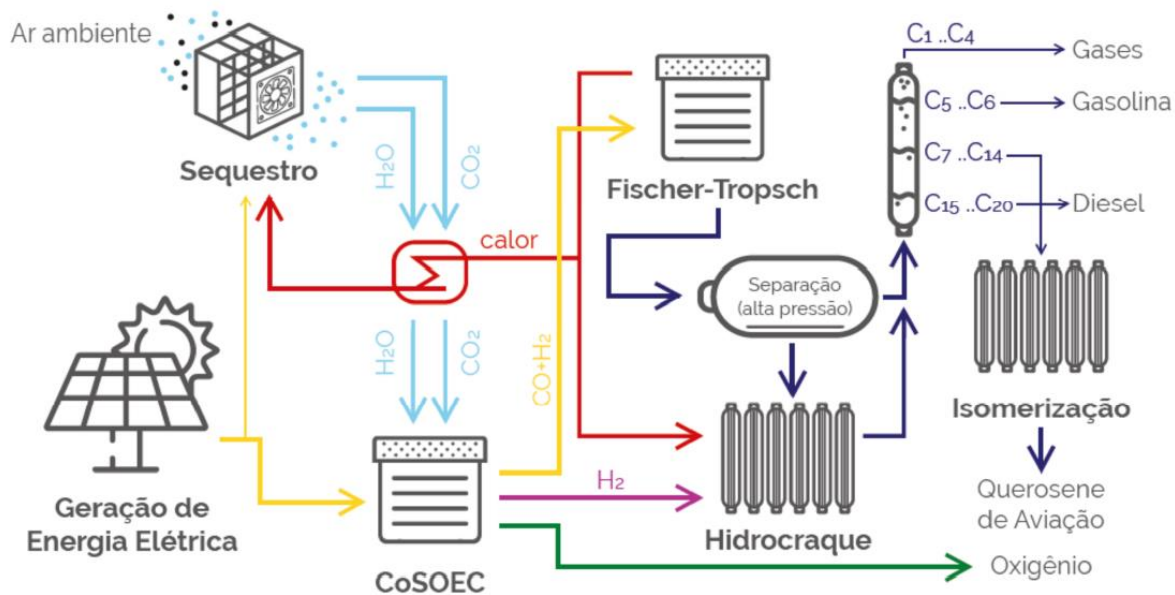


Principais alterações Resolução ANP nº 778/2019

- Alinhamento às especificações da ASTM, principal responsável pela especificação internacional desses combustíveis:
 - Inclusão de dois novos QAV alternativos: ATJ e SPK/A (incluindo matéria-prima renovável, como o etanol). Limite de adição ao QAV fóssil: 50%.
 - Permissão de co-processamento de matéria-prima fóssil com até 5% de óleos (como vegetais) na produção do fóssil.
- Unificação das Resoluções em um único regulamento, simplificando e facilitando o entendimento referente à qualidade dos combustíveis de aviação.

Projeto ProQR

- Acordo de Cooperação Técnica entre Brasil e Alemanha
- Rota: Fischer-Tropsch (gás de síntese produzido a partir de CO₂ e H₂O)
- Planta Piloto para produção de Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos no CPT/ANP





anp



Instalações no mundo



BlueCrude: *Sunfire* em Dresden, Alemanha

2,5 t_{BlueCrude} / mês, 75 kW_{el}

CO₂ do ar:
Climeworks em Hinwil, Suíça
75 t_{CO2} / mês



upscaling

1ª planta comercial (em 2021):
Nordic Blue Crude no parque industrial de Heroya, Noruega
670 t_{BlueCrude} / mês, 20 MW_{el}





RenovaBio

Lei nº 13.576,
de 2018

- Política Nacional de Biocombustíveis

Objetivos

- Expandir o uso de biocombustíveis na matriz energética
- Fornecer segurança energética
- Contribuir para o atingimento das metas do Acordo de Paris

Meta Nacional
de Redução de
GEE

- 10.1% até 2028 (na matriz de combustíveis)



Metas Nacionais do RenovaBio

- Definidas pelo **Conselho Nacional de Política Energética – CNPE** (Decreto nº 9.308/2018, Art. 1º)
- Resolução CNPE nº 5/2018

Art. 1º Definir as seguintes metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, e os respectivos intervalos de tolerância, considerada a melhoria da intensidade de carbono da matriz brasileira de combustíveis:

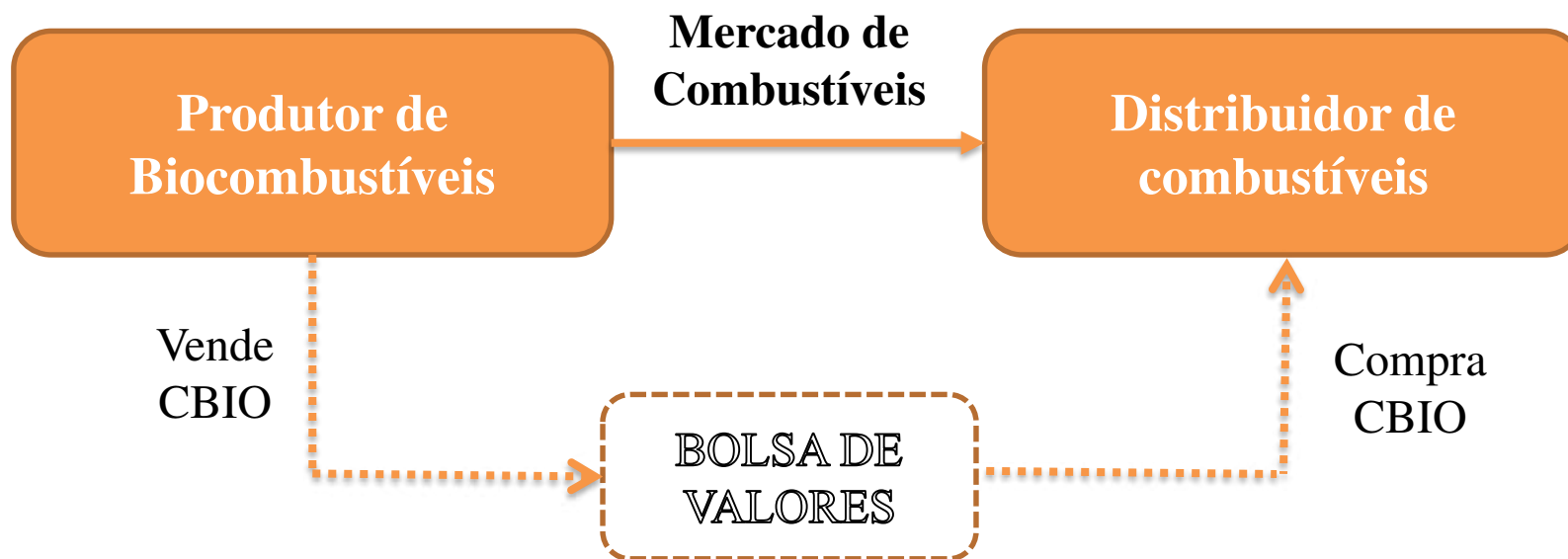
Ano	2018 <small>(a partir de 24/06/18)</small>	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Intensidade de Carbono Projetada (gCO²/MJ)	73,55	73,51	72,83	72,55	72,34	71,81	70,62	69,49	68,39	67,49	66,75
Redução da IC Pretendida	-	1,0%	1,9%	2,3%	2,5%	3,3%	4,9%	6,4%	7,9%	9,1%	10,1%
Meta CBIO (em MM)	-	16,8	28,7	41,0	49,8	59,6	66,9	73,3	79,5	85,1	90,1
Intervalos de tolerância	-	21,3	33,2	45,5	54,3	64,1	71,4	77,8	84,0	89,6	94,6
	-	12,3	24,2	36,5	45,3	55,0	62,4	68,8	75,0	80,6	85,6



RenovaBio

Crédito de Descarbonização CBIO

- As metas dos distribuidores serão quantificadas através do CBIO
- O distribuidor deve adquirir a quantidade de CBIO estabelecida por sua meta
- CBIO será emitido pelos produtores de biocombustíveis
- RENOVALCALC - quantifica a eficiência da redução de carbono por meio de análise do ciclo de vida)

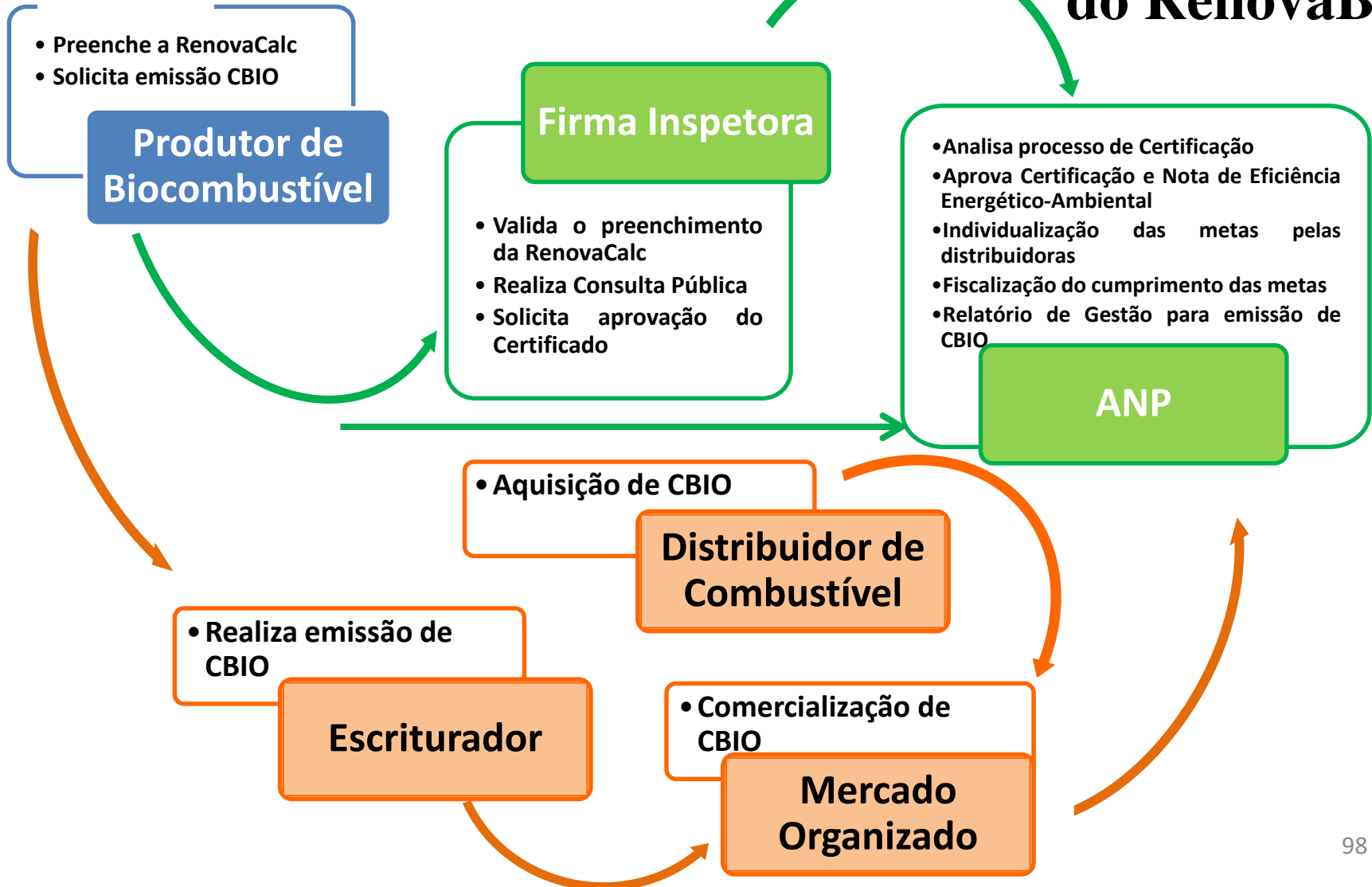




anp



Fluxo detalhado do RenovaBio





Rotas inclusas na RenovaCalc

Etanol de cana-de-açúcar

Etanol de milho em usina dedicada

Etanol em usinas "flex"

Etanol de milho importado

Etanol de segunda geração

Etanol 1G2G em usina integrada

Biometano de resíduos

Biodiesel

Bioquerosene de HEFA





Entendendo o potencial dos SAF:
balanço de carbono



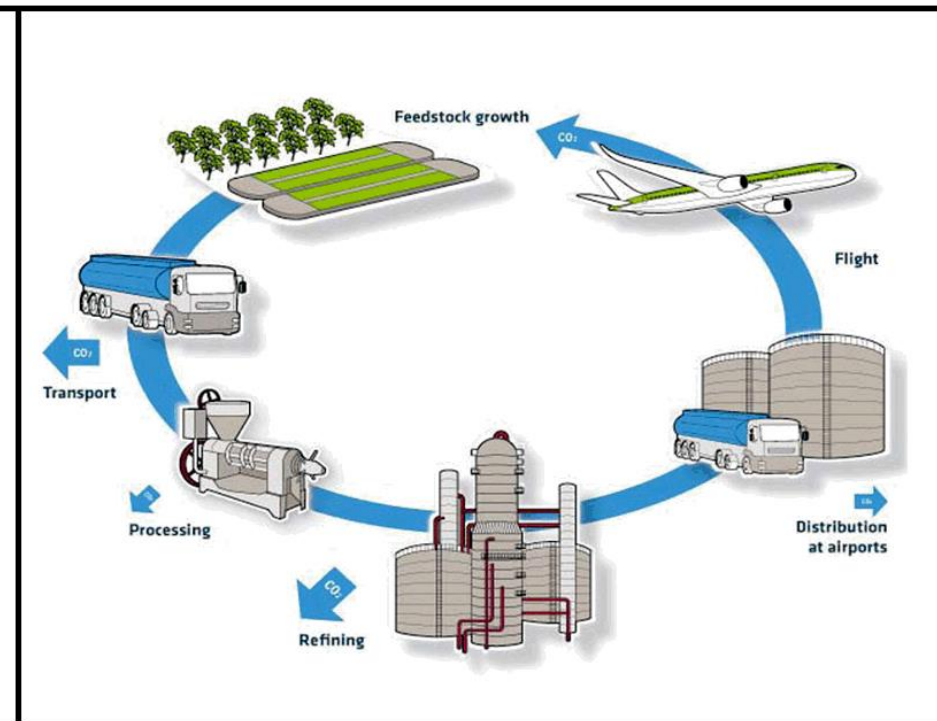
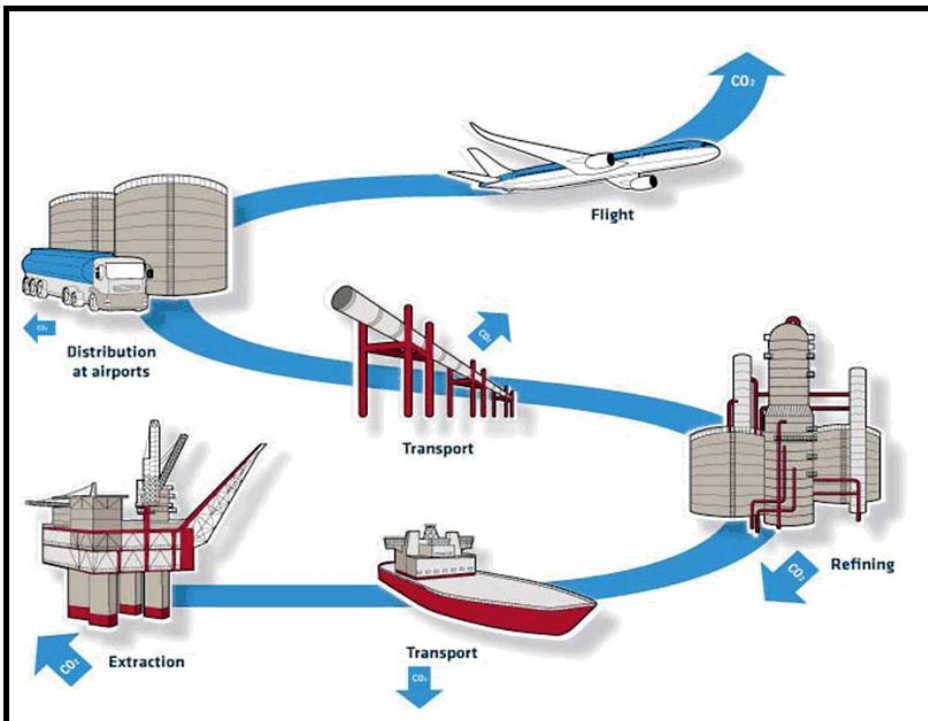
anp



Ciclo de carbono

QAV fóssil

Bio QAV

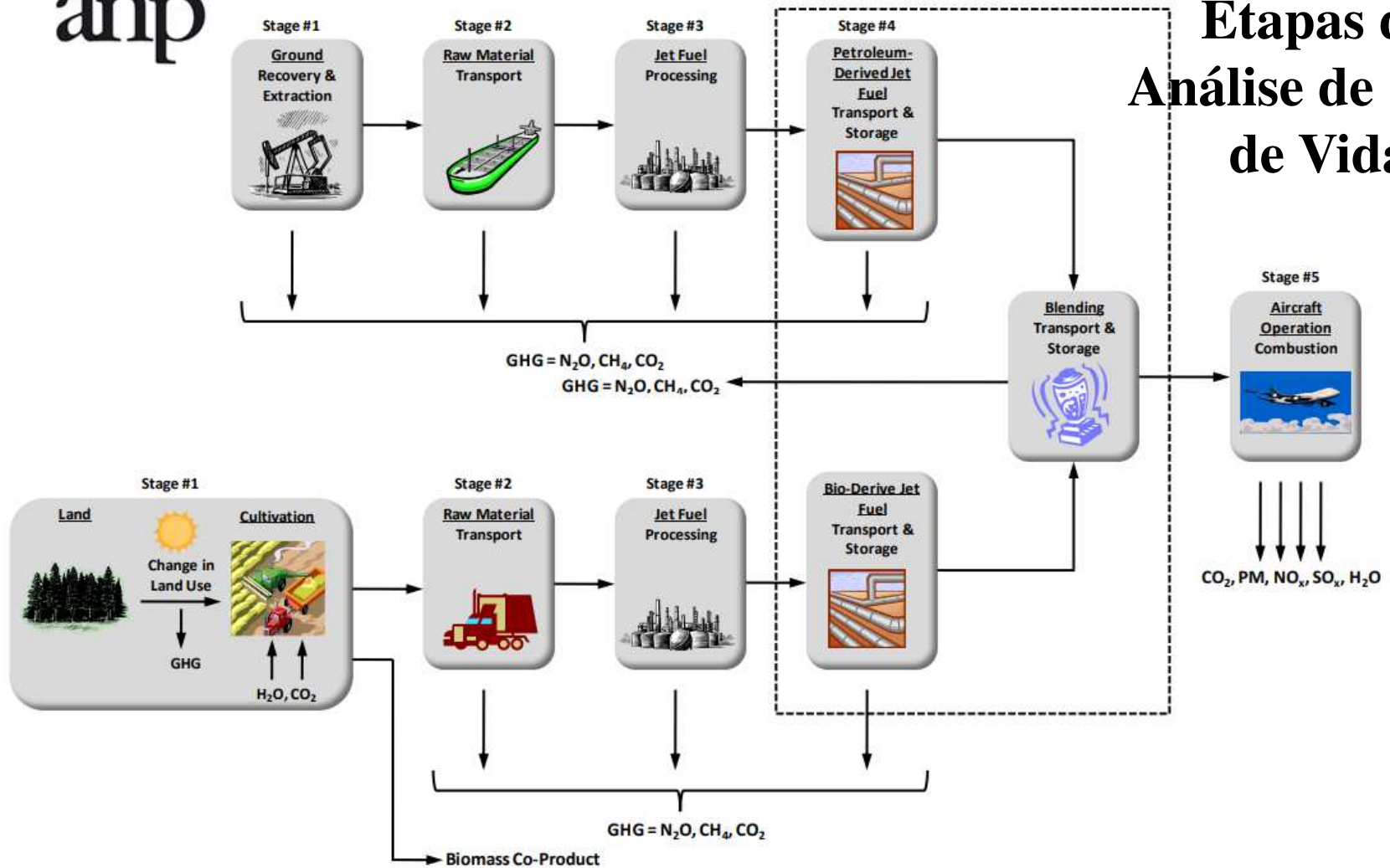




anp



Etapas da Análise de Ciclo de Vida



Framework and Guidance for Estimating Greenhouse Gas Footprints of Aviation Fuels (Final Report)

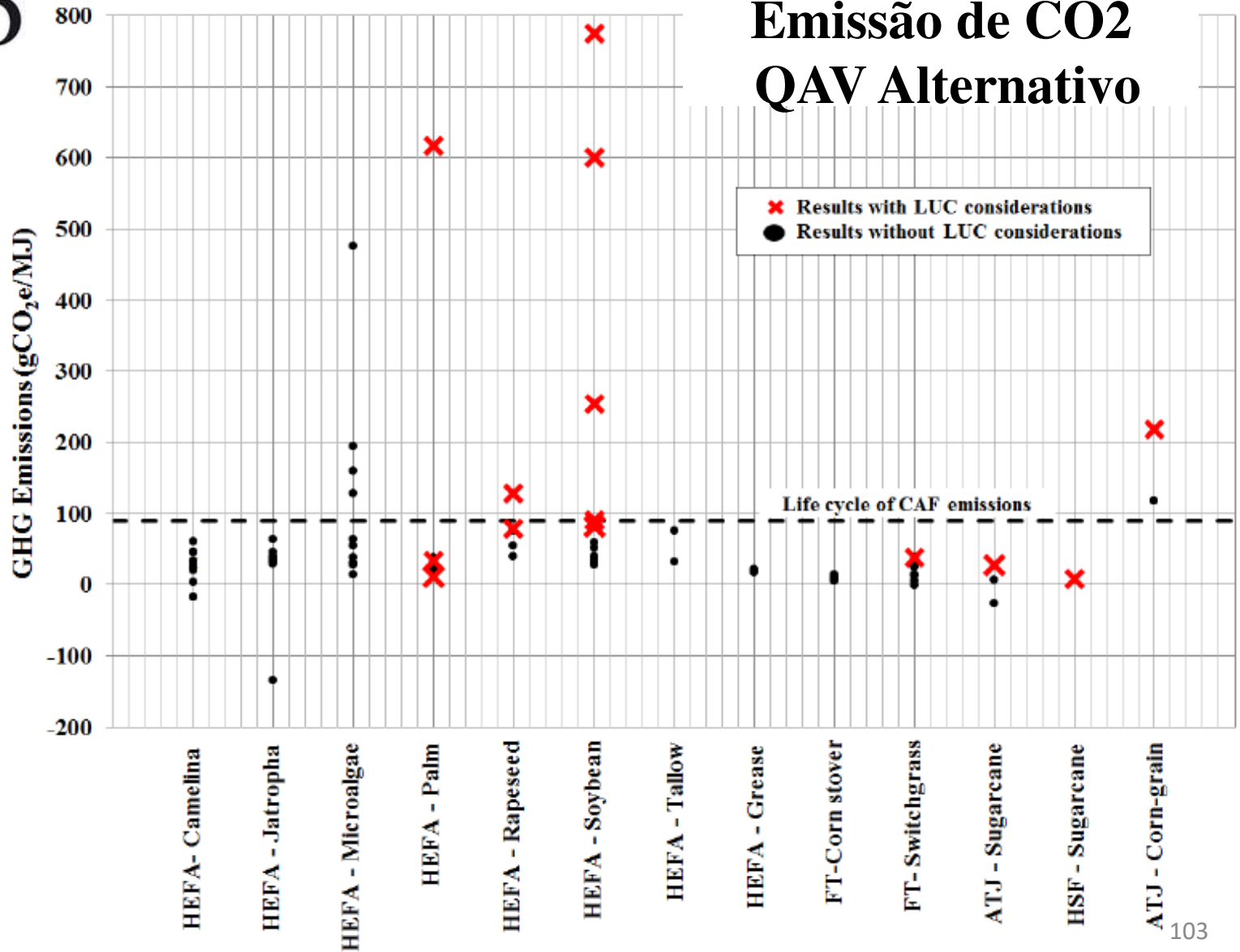
<https://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/EstGHGFtpntsAvFuels2009.pdf>



anp

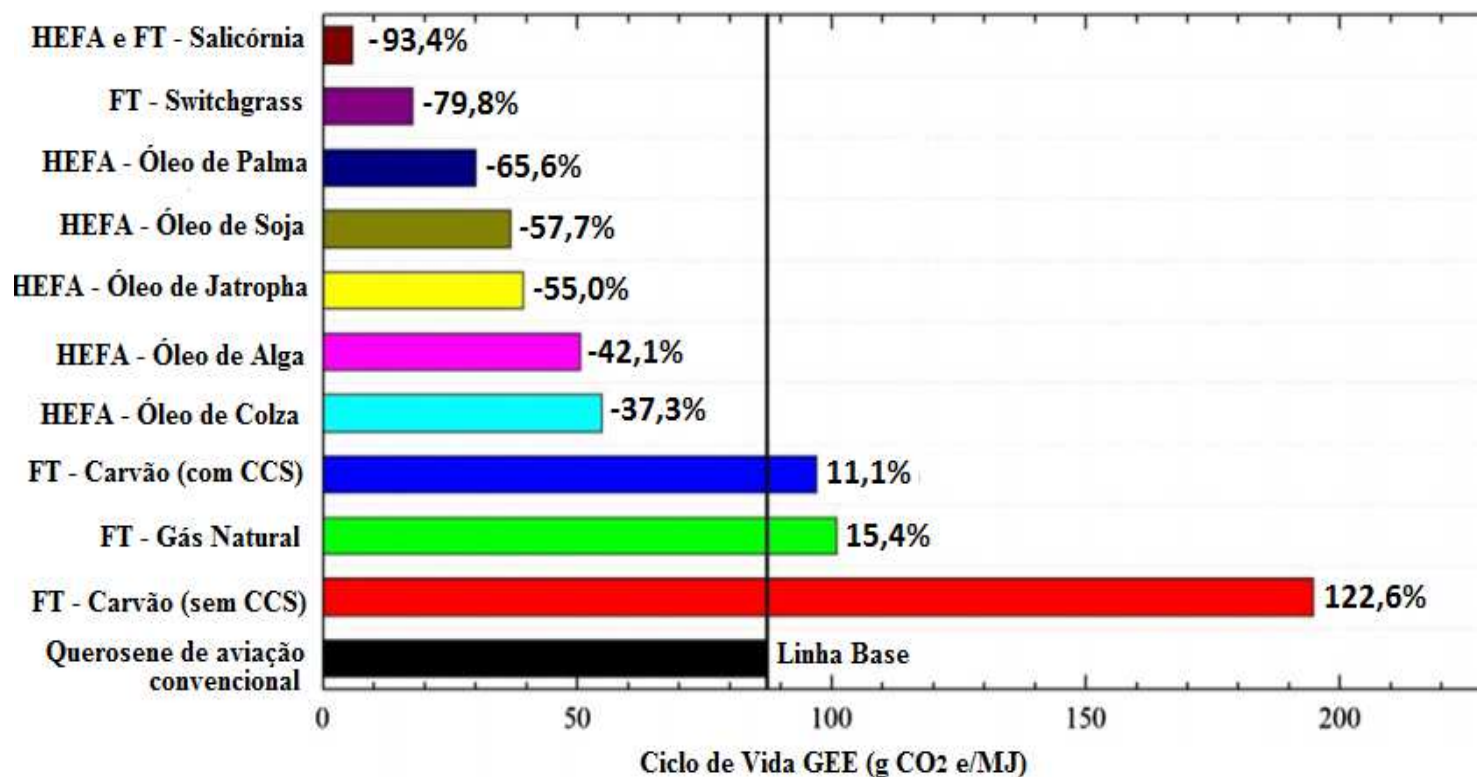


Emissão de CO₂ QAV Alternativo





Análise de Ciclo de Vida - ACV HEFA E FT



Adaptado de: R.W. Stratton, H.M. Wong, J.I. Hileman - PARTNER Project 28 report



anp



Obrigado!

fvinhado@anp.gov.br – (61) 3426 5181

lsouza@anp.gov.br – (61) 3426 5126

marcelo.goncalves@embraer.com.br – (12) 3927 4621