

# **QUEROSENE DE AVIAÇÃO**

*Informações Técnicas*



**Assistência  
Técnica**

A Assistência Técnica Petrobras tem por objetivo prestar suporte técnico aos clientes, com foco na adequação ao uso e corretos manuseio, condicionamento e armazenagem dos produtos comercializados pela Companhia.

O Programa conta com polos de atendimento por todo o Brasil onde gestores locais, estão preparados para atender às demandas dos clientes.

Adicionalmente, o atendimento é reforçado pela divulgação de informações técnicas a respeito dos produtos da Petrobras tanto em nível local como institucional.

**A publicação de manuais técnicos integra essa iniciativa.**

## ÍNDICE

<b>1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2 - TIPOS DE QUEROSENE DE AVIAÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>3 - MOTORES AERONÁUTICOS</b>	<b>5</b>
3.1. Funcionamento básico de um motor aeronáutico	5
<b>4 - REQUISITOS DE QUALIDADE</b>	<b>6</b>
4.1. Principais características de qualidade	7
4.1.1. Escoamento a baixa temperatura	7
4.1.2. Estabilidade térmica	7
4.1.3. Combustão	7
4.1.4. Corrosividade e dissolução de elastômeros	7
4.1.5. Água	8
4.1.6. Segurança	8
4.1.7. Especificação ANP	8
<b>5 - PRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>6 - CUIDADOS PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE</b>	<b>9</b>
<b>7 - ASPECTOS DE SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE</b>	<b>10</b>
<b>8 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b>	<b>10</b>
<b>9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>10</b>

Versão nov/2024

Este material é sujeito a atualizações sem aviso prévio. A última versão está disponível no endereço: <https://petrobras.com.br/quem-somos/assistencia-tecnica>

## 1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO

O combustível querosene de aviação é um derivado de petróleo obtido por destilação direta com faixa de temperatura de 150 °C a 300 °C, com predominância de hidrocarbonetos parafínicos de 9 a 15 átomos de carbono, utilizado em turbinas aeronáuticas.

Para que esse derivado de petróleo apresente características adequadas à geração de energia para motores de turbina a gás, diversos critérios físico-químicos são requeridos durante a sua produção, que incluem desde fluidez (escoamento), estabilidade (estocagem) até a adequada combustão para esses motores.

## 2 - TIPOS DE QEROSENE DE AVIAÇÃO

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é o órgão regulador responsável pela especificação dos querosenes de aviação para uso na aviação civil: JET A, JET A-1 (antigo QAV-1) e JET C.

O JET A difere do JET A-1 apenas na propriedade de ponto de congelamento; o JET C é composto pela mistura de um único tipo de JET alternativo com o JET A ou com o JET A-1. as proporções de mistura estão definidas pela resolução da ANP N° 856/2021.

JET alternativo: combustível derivado de fontes alternativas, como biomassa, óleos vegetais, gordura animal, gases residuais, resíduos sólidos, carvão e gás natural, produzido pelos processos que

atendam ao estabelecido na Resolução ANP 856/2021.

Adicionalmente o JET A e o JET A-1 podem ser formulados a partir do coprocessamento de até 5% de matérias primas de origem vegetal e animal ou sintética, a partir do gás de síntese.

Outro tipo de querosene de aviação é o de alto ponto de fulgor para uso militar pela Marinha do Brasil, especificado pela Resolução ANP N° 895/2022. A diferença básica entre os combustíveis para uso civil (JET A e JET A-1) e uso militar está na maior restrição com relação à presença de compostos leves. no de uso militar, de forma a garantir a segurança no manuseio e na estocagem do produto em embarcações.

### 3 - MOTORES AERONÁUTICOS

Os motores aeronáuticos são projetados para utilizar a expansão do ar e dos gases de combustão produzidas pela queima do querosene de aviação como força motriz.

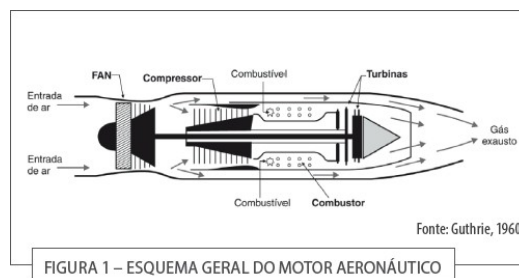
Existem quatro tipos de motores aeronáuticos: TURBOJET, TURBOSHAFT, TURBOPROP e TURBOFAN, que tem como diferença básica o tipo de acionador para geração do empuxo:

- a) **TURBOJET:** a energia gerada pelos gases de exaustão é aproveitada de forma que o empuxo seja todo ele devido à saída dos gases pela parte posterior da turbina. Parte da energia gerada pelos gases é utilizada internamente para mover a turbina e o compressor, entre outros equipamentos. Exemplo: aviões militares e caças.
- b) **TURBOSHAFT:** onde a maior parte da energia dos gases é convertida em energia mecânica para acionamento da hélice, acionando também a turbina e o compressor. Exemplo: helicópteros.
- c) **TURBOPROP:** 90% do empuxo é proveniente da energia mecânica fornecida pela hélice e os outros 10% do empuxo vem da descarga dos gases. “Prop” é uma abreviatura da palavra inglesa propeller, que significa hélice. Por exemplo, as aeronaves turbo-hélice (Electra, Fokker, etc).
- d) **TURBOFAN:** as mais utilizadas atualmente na aviação comercial, com melhor rendimento e economia de combustível, onde

cerca de 80% do empuxo é proveniente da energia mecânica do FAN (“hélice” visível na entrada da turbina) e cerca de 20% do empuxo vem da descarga dos gases.

#### 3.1. Funcionamento básico de um motor aeronáutico

O motor aeronáutico tem como principais componentes o fan, o compressor, o combustor e as turbinas de alta e baixa pressão, conforme esquema apresentado na Figura 1.



Em linhas gerais, o funcionamento do motor aeronáutico ocorre basicamente como se segue:

- Partida de uma unidade auxiliar pneumática para geração de pressão para acionamento do fan. Quando a rotação do fan atinge a taxa de compressão de 60% da sua capacidade, a unidade auxiliar deixa de atuar. O ar succionado da atmosfera pelo fan é comprimido para o compressor, numa relação de 80% passando externamente ao compressor e 20% do ar induzido comprimido e canalizado para câmara de combustão;
- A expansão dos gases produzidos na câmara de combustão irá

rotacionar a turbina de alta e baixa pressão;

- Esse ar aquecido e os gases da combustão produzem a energia mecânica que é transmitida ao eixo da turbina que se encontra acoplada ao compressor;
- A mistura de gases produzidos pela combustão é, então, descarregada para a atmosfera movimentando a aeronave (Figura 2).

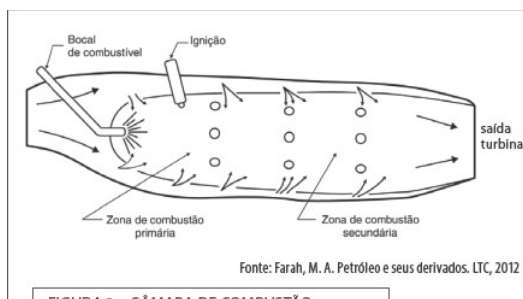


FIGURA 2 – CÂMARA DE COMBUSTÃO

Há um sistema eletrônico de gerenciamento da turbina que controla o funcionamento de todo o

conjunto motor, incluindo o fluxo de combustível e o fluxo de ar no compressor. O combustível passa ainda por um trocador de calor, cuja função é a de resfriar o óleo lubrificante (Figura 3).

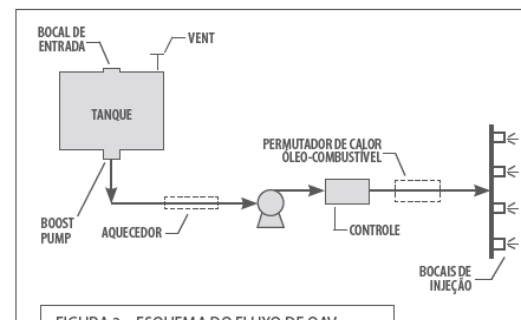


FIGURA 3 – ESQUEMA DO FLUXO DE QAV

A condição de maior consumo de combustível de uma turbina ocorre durante a decolagem da aeronave, com sua redução para cerca de dois terços durante o regime de cruzeiro. Durante a descida e pouso da aeronave o consumo é menor do que no regime de cruzeiro.

## 4 - REQUISITOS DE QUALIDADE

As exigências de qualidade do combustível para uso em turbinas aeronáuticas são:

- Proporcionar máxima autonomia de voo;
- Proporcionar queima limpa e completa com mínimo de formação de resíduos;
- Proporcionar partidas fáceis, seguras e com facilidade de reacendimento;
- Escoar em baixas temperaturas;
- Ser estável química e termicamente;
- Não ser corrosivo aos materiais da turbina;
- Apresentar mínima tendência a solubilização de água;
- Ter aspecto límpido indicando ausência de sedimentos;
- Não apresentar água livre para evitar o desenvolvimento de microrganismos e formação de depósitos que possam obstruir filtros;

- Oferecer segurança no manuseio e estocagem.

## 4.1. Principais características de qualidade

As características físico-químicas essenciais para o desempenho do querosene de aviação nos motores aeronáuticos são avaliadas por meio de ensaios laboratoriais, os quais têm seus limites especificados pela ANP e estão distribuídas basicamente da seguinte forma:

### 4.1.1. escoamento a baixa temperatura

Essa característica é avaliada pelos ensaios de ponto de congelamento e viscosidade, que têm como objetivo garantir que o combustível seja perfeitamente bombeado e com escoamento contínuo durante o voo em grandes altitudes, onde a temperatura externa alcança valores da ordem de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e que seja disperso adequadamente na câmara de combustão.

O ponto de congelamento é a temperatura na qual os cristais de hidrocarbonetos formados pelo resfriamento da amostra desaparecem quando esta é sujeita a reaquecimento sob agitação constante enquanto a viscosidade do produto, por sua vez, é a medida da resistência do fluido ao escoamento.

### 4.1.2. Estabilidade térmica

Na aeronave, o querosene de aviação atua tanto como combustível quanto como fluido lubrificante, hidráulico e de arrefecimento.

Pelas trocas térmicas realizadas, a temperatura do querosene de aviação

pode atingir  $150^{\circ}\text{C}$ , e ao retornar ao tanque de armazenamento pode favorecer a degradação térmica do combustível armazenado, produzindo depósitos que podem afetar o fluxo de combustível, a transferência de calor nos trocadores e a combustão pela obstrução de injetores.

A análise de Estabilidade Térmica é uma técnica laboratorial acelerada, correlacionável às condições de pressão e temperatura a que se submete o combustível na aeronave, de forma a garantir a estabilidade térmica do combustível.

### 4.1.3. Combustão

A qualidade de combustão é avaliada pelas propriedades de poder calorífico, massa específica, ponto de fuligem e teor de aromáticos. Essas características estão ligadas aos seguintes requisitos:

- Poder calorífico e massa específica: garantem que o combustível utilizado produza energia necessária para uma determinada autonomia de voo;
- Ponto de fuligem e teor de aromáticos: permitem a geração de uma chama que não ocasione formação significativa de fuligem e de depósitos, preservando a vida útil da câmara de combustão.

### 4.1.4. Corrosividade e dissolução de elastômeros

Essas características devem ser avaliadas no querosene de aviação para evitar que ocorram danos aos metais do sistema de abastecimento de combustível e elastômeros

empregados na vedação das conexões.

Para esse fim, são utilizadas as análises de corrosividade ao cobre para avaliar a presença de H<sub>2</sub>S e de enxofre elementar que possam atacar os metais, enquanto a tendência de ataque dos elastômeros é avaliada pelo teor de enxofre mercaptídico.

#### 4.1.5. Água

A presença de água no combustível pode acarretar diversos problemas, entre os quais: cristalização a baixas temperaturas, possibilidade de crescimento de microrganismos no armazenamento e formação de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, que ocasionará corrosão em equipamentos.

É uma propriedade crítica para os combustíveis de aviação.

#### 4.1.6. Segurança

Como qualquer combustível líquido considerado como inflamável, práticas básicas de segurança devem ser adotadas para o querosene de aviação, tais como aterrar equipamentos durante bombeio do produto (evitar formação de cargas estáticas), operar em ambiente

aerado (evitar concentração de vapores de combustível) e em locais com ausência de fontes de ignição (faíscas, chamas expostas, entre outros).

Uma análise de laboratório que especifica o limite de risco de inflamabilidade do combustível (teor de compostos leves) é o ponto de fulgor, que assegura o manuseio e estocagem do produto.

#### 4.1.7. Especificação ANP

A especificação do produto é regulamentada pela Resolução ANP Nº 856, de 22/10/2021 - DOU 25/10/2021, a qual pode ser consultada neste caminho: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-856-2021-estabelece-as-especificacoes-do-querosene-de-aviacao-jet-a-e-jet-a-1-dos-querosenes-de-aviacao-alternativos-e-do-querosene-de-aviacao-c-jet-c-bem-como-as-obrigacoes-quanto-ao-controle-da-qualidade-a-serem-atendidas-pelos-agentes-economicos-que-comercializam-esses-produtos-em-territorio-nacional?origin=instituicao&q=856>.



## 5 - PRODUÇÃO

O querosene de aviação é produzido utilizando como processo de refino a destilação atmosférica seguida de tratamento de acabamento (cáustico regenerativo ou hidrotratamento)

(Figura 4). Também pode receber correntes provenientes do craqueamento catalítico e do coqueamento retardado, após passar por um hidrotratamento.

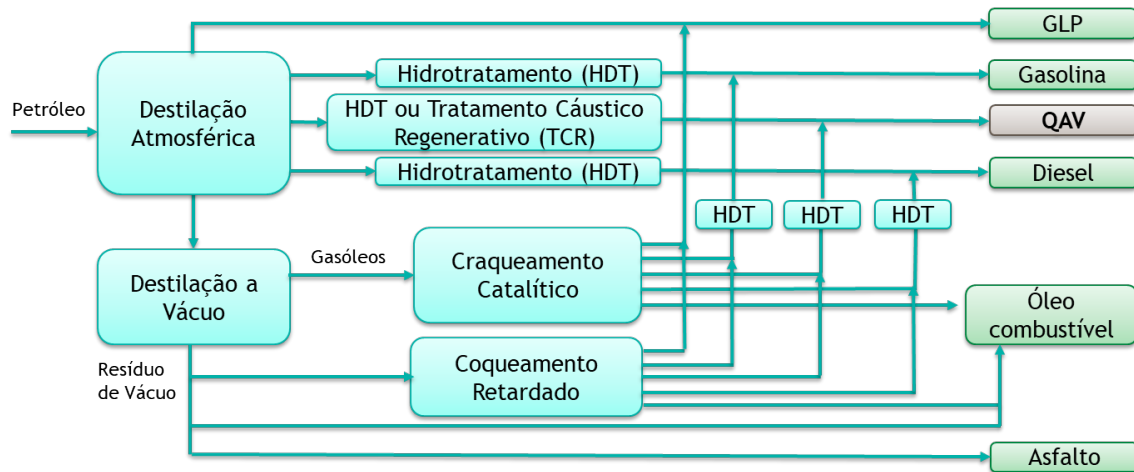


Figura 4: Esquema de produção de querosene de aviação

## 6 - CUIDADOS PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

Para evitar possível degradação do querosene de aviação durante seu armazenamento devem-se ter os seguintes cuidados:

- Evitar presença de água livre: os tanques devem ser drenados periodicamente para evitar que a presença de água livre favoreça a degradação do combustível por microrganismos;
- Evitar contato do produto com componentes de cobre, zinco e suas ligas: esses metais catalisam a reação de degradação do combustível;
- Adotar rotina de inspeção e limpeza nos sistemas de armazenagem do produto: verificar estado de conservação do interior dos tanques, sucção flutuante, conexões, suspiros e presença de ponto morto onde possa ocorrer acúmulo de água livre.

Detalhes adicionais de requisitos e procedimentos para o controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento dos combustíveis de aviação podem ser obtidos por meio da norma ABNT NBR 15216.

## 7 - ASPECTOS DE SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

As recomendações de armazenamento, manuseio e utilização segura estão contidas na correspondente Ficha de Dados de Segurança (FDS).

Para efeito de transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) classifica o querosene de aviação com número ONU 1863 e classe de risco 3 (líquido inflamável).

Sendo considerado como carga perigosa, o seu transporte, carga e descarga devem ser realizados por profissionais devidamente treinados e habilitados para realizar tais operações.

Para sua manipulação e uso, deve-se adotar os seguintes cuidados:

- Evite inalar névoas, vapores e produtos de combustão;
- Manipule combustíveis somente em local aberto e ventilado;
- Evite contato com a pele e com os olhos;
- Utilize luvas de PVC em atividades que demandam contato das mãos com o produto;
- Não deixe ao alcance de crianças ou de animais domésticos. Sua ingestão, mesmo em pequenas quantidades, pode ser fatal;
- Não armazene em residências;
- Afaste o produto do calor, faíscas ou chamas expostas.

## 8 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As condições de armazenamento do produto, sistemas de bombeio e a qualidade dos filtros cesto e coalescedor-separador devem ser

inspecionados periodicamente, realizando as manutenções conforme especificação do fabricante do equipamento.

## 9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Farah, M. A. Petróleo e seus derivados. LTC, 2012.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: <https://www.gov.br/anp/pt-br>.
- NBR 15216 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento de combustíveis de aviação. ABNT. 2010.

Para contatar o SAC Petrobras, o cliente pode utilizar o telefone 0800 728 9001 ou enviar um e-mail para [sac@petrobras.com.br](mailto:sac@petrobras.com.br)

Elaborado por:

Gerência Geral de Marketing - Comercialização no Mercado Interno

Gerência de Experiência do Cliente

Coordenação de Assistência Técnica

Gerência de Planejamento de Marketing e Inteligência de Mercado

Gerência Geral de PD&I em processos Industriais, Produtos e Logística - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Cenpes)

Gerência de Logística, Petróleo & Produtos

Versão novembro/2024