

# AULA 10 - OPERAÇÃO DO MOTOR



## OPERAÇÃO DO MOTOR

1. A imagem mostra o painel de instrumentos, destacando os instrumentos e os controles necessários para a operação do motor.

### 2. Mistura Ar-Combustível

É importante compreender a mistura para entender o funcionamento do motor nas diversas fases de voo.

- AR = mistura de oxigênio, nitrogênio e outros gases – mas na combustão apenas o oxigênio interage de forma a contribuir para a reação.

- COMBUSTÍVEL = Específico para a aviação

### COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO

As propriedades são controladas com muito rigor.

Não pode ser instável.

Deve ser estável mesmo com variação da temperatura, densidade e pressão. SEGURANÇA EFICIÊNCIA ECONOMIA CONFORTO.

### Mistura Ar-Combustível

- MISTURA = ar + combustível (ambos devem estar vaporizados para poderem interagir e a partir da faísca gerar combustão)

- Proporção de Ar x Proporção de Combustível → Define se a mistura é rica ou pobre!

Muito ar e pouco combustível → Mistura pobre

Pouco ar e muito combustível → Mistura rica

“Equilíbrio” entre ar e combustível → Mistura quimicamente correta

- “Equilíbrio” → Partes não são iguais em números, mas equilibram-se de modo que haja a quantidade perfeita de combustível para uma dada quantidade de ar.

## CLASSIFICAÇÃO DA MISTURA

- RICA
- POBRE
- QUIMICAMENTE CORRETA

Termo “MISTURA” também serve para indicar a relação entre as massas de ar e de combustível de três maneiras diferentes:

**10:1** → Dez partes de ar para uma de combustível

**1:10** → Uma parte de ar para dez de combustível

**0,1:1** → 0,1 parte de combustível para uma de ar

**NOTE QUE O NUMERO MAIOR INDICA SEMPRE A MASSA DE AR**

Variação dessas proporções **NÃO** pode ser a vontade, porque:

### Mistura for muito pobre (pouco combustível)

Não haverá queima por falta de combustível

### Mistura for muito rica (muito combustível)

Não haverá queima por falta de ar

## IMPORTANTE

**Misturas Incombustíveis** Misturas que não entram mais em combustão devido a desproporção entre os agentes da combustão (ar e combustível).



Mais pobre que **25:1** – não queima por falta de gasolina.

Mais rica que **5,55:1** – não queima por falta de ar

## 3. Potência x Eficiência

### POTÊNCIA

Sempre relacionada com o regime do motor e com a mistura

Maior o regime (fluxo de ar) e mais rica a mistura  
→ Maior a potência

Menor o regime (fluxo de ar) e mais pobre a mistura  
→ Menor a potência

Potência x Eficiência

### EFICIÊNCIA

Relacionado com a economia máxima para aquele determinado regime do motor.

Queimar BEM a mistura, mas sem desperdiçar combustível.

**Melhor a eficiência** → Melhor combinação entre os agentes da combustão.

### MISTURA RICA

Motor funciona com maior potência

Motor funciona com menor eficiência

#### Por que menor eficiência?

Porque ele utiliza muita mistura para queimar uma dada quantidade de ar, sendo que não precisaria de tudo isto e parte da mistura não é queimada é expelida juntamente com os gases de escape.

### MISTURA POBRE

Motor funciona com menor potência

Motor funciona com maior eficiência

#### Por que maior eficiência?

Porque não há desperdício de combustível.  
Combustível mínimo para queimar aquela quantidade de ar.

Mistura Quimicamente Correta

• Mistura quimicamente correta → Teórica

**Na prática não é utilizada porque:**

- Queima não é perfeita
- Queima não é completa

- Haverão resíduos inaproveitáveis de combustível
- Não haverá potência máxima
- Não haverá eficiência máxima
- Não há vantagem de utilizá-la na prática

## 4. Fases Operacionais do Motor

• Existem várias condições em que o motor funciona durante o voo:

- **Marcha Lenta**
- **Decolagem**
- **Subida**
- **Cruzeiro**
- **Aceleração**
- **Parada**

OBS: Não confundir **fases operacionais** com **fases de funcionamento**

### Fases Operacionais do Motor

• Fases operacionais estão diretamente ligadas com

A posição na manete de potência

A posição da Borboleta do carburador

O fluxo de ar

O fluxo de combustível

Marcha Lenta

**O motor funciona:**

- Sem solicitação de esforço
- Com velocidade apenas suficiente para não parar
- Manete de potência reduzida (puxada para trás)
- Borboleta do carburador restringindo a passagem de ar
- Pouco ar e pouco combustível

IMPORTANTE: A mistura deve ser RICA, porque o fluxo de ar já é pouco o que limita a aspiração da gasolina no carburador.

• Além disto, parte da mistura pode ser perdida misturando-se com os gases do escape durante o cruzamento das válvulas que ocorre devido as modificações do Ciclo Otto

Ajuste de marcha lenta  Mecânico em solo!

Decolagem

- Fase em que se exige máxima potência do motor.
- Manete de potência plena (máxima/fullpower)
- Borboleta do carburador totalmente aberta
- Fluxo de ar máximo
- Fluxo de combustível máximo



• Temperatura pode aumentar, mas isto não será problema porque após a decolagem o motor terá a potência novamente reduzida assim que possuir altura para suficiente.

**ALTURA → MENOR DENSIDADE → “MENOS AR” → REDUÇÃO DA MISTURA PARA COMPENSAR A “DIMINUIÇÃO DE AR”.**

MAIOR ALTURA → MAIS POBRE A MISTURA → GRANDE BENEFÍCIO DE VOAR ALTO – ECONOMIA!

Subida

- Após adquirir um pouco de altura/altitude
- Piloto reduz a rotação do motor ajustando a potência para máxima contínua.
- **Potência Máxima x Potência Máxima**

Contínua

**Observação:**

Em aviões de pequena performance não será reduzida a potência durante a subida.

**IMPORTANTE: Mistura ideal para subida**  
Moderadamente RICA (12,5:1)

• **Durante a subida**

Empobrecimento gradativo da mistura, motor trabalhará de uma forma mais suave, porque estará com a quantidade de ar equalizada com a quantidade de combustível. Esse pequeno “empobrecimento” da mistura, melhora a eficiência!

## TÉCNICA DE CORREÇÃO ALTIMÉTRICA

- Achar o ponto da mistura correto tendo como sinais a rotação da hélice.
- Empobrecer a mistura até uma queda abrupta da rotação, quando esta ocorrer enriquecer um pouco mais.

“Feeling”

Cruzeiro

- Fase mais longa do voo
  - Viagem até o destino
  - Potência reduzida e mistura pobre – ECONOMIA
  - Manete ajustada para a rotação recomendada de acordo com o manual da aeronave.
- Ex: 2200 RPM
- Deve-se verificar constantemente a rotação da hélice no tacômetro.

Aceleração

• Em caso de emergência → Aceleração Rápida → Levar a manete rapidamente a frente faz com que entre em atuação a bomba de aceleração rápida, que injeta uma quantidade adicional de combustível rapidamente, para que a aceleração imediata ocorra.

• **Exemplo:**

Surge um obstáculo inesperado na pista e é necessário arremeter imediatamente.

**Fluxo de ar** → Aumenta assim que a borboleta se abre

**Fluxo de combustível** → Existe uma certa demora devido a inércia do fluído, tubulações, válvulas...

Sem um sistema de aceleração rápida a inércia atrapalharia a arremetida, podendo até mesmo evitá-la dependendo das condições (operacionais/meteorológicas)

**Para arremeter rápido**

Sistema de aceleração injeta uma quantidade de combustível extra, tornando a mistura rica e diminuindo a inércia do fluxo de combustível

**Acionamento do sistema**

Automaticamente quando o piloto leva a manete a frente rapidamente.

Parada do Motor

**Desligando-se a chave...**

Parte da mistura permanece nas linhas de combustíveis e nos cilindros do avião o que provoca diluição do óleo lubrificante.

**Cortando-se a mistura...**

Procedimento correto porque o motor continuara funcionando até eliminar toda a mistura existente nos cilindros e nas linhas de combustíveis do avião.

