

1. TIPOS DE FOGUETES E MINIFOGUETES

ALGUNS TIPOS DE FOGUETES OPERACIONAIS:

- 1) Gás frio
- 2) Sólido
- 3) Líquido

O princípio do funcionamento de um motor-foguete é a 3ª lei do movimento de Newton: ação e reação. Isto é, para cada ação (força), ocorre uma reação (força) de mesma magnitude mas em sentido contrário.

Um exemplo é dado por um balão de ar. Ao abrir sua boca, ar sob pressão escapa para fora (força de ação), que provoca o movimento do balão no sentido oposto devido à força de reação.

1.1 FOGUETES A GÁS FRIO

São usados no controle da posição de satélites. Exemplos de gases utilizados: nitrogênio e hélio.

Funcionamento é semelhante a um balão de ar.

1.2 FOGUETES A PROPELENTE SÓLIDO

Início: Idade Média, em guerras. Propelente: pólvora (nitrato de potássio + enxofre + carvão).

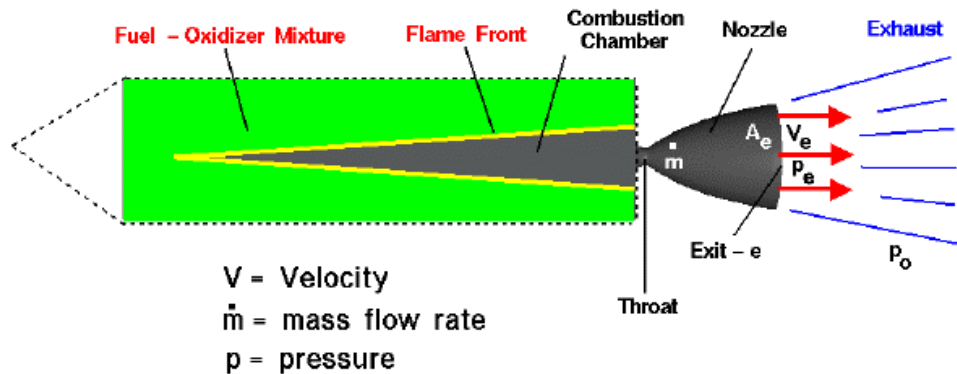


Chinese soldier launches fire-arrow



Solid Rocket

Glenn
Research
Center



$$\text{Thrust} = F = \dot{m} V_e + (p_e - p_o) A_e$$

Propelente no estado sólido.

Propelente: mistura de combustível + oxidante.

Em geral são mísseis (armas), foguetes de pequeno porte (VLS) ou foguetes auxiliares (SRB/SHUTTLE).

Alguns dados são apresentados na tabela abaixo.

Foguete	VLS	SRB/SHUTTLE
Comprimento total (metros)	19,4	48,5
Diâmetro máximo (metros)	1,2	3,7
Massa total (toneladas)	50	590
Número de estágios	4	1
Massa de propelente (toneladas)	41,1 (83% do total)	502 (85% do total)
Propelente: combustível	pó de alumínio e polibutadieno (aglomerante)	idem
Propelente: oxidante	perclorato de amônia	idem
Força de empuxo do motor (toneladas)	30 (1º estágio, cada motor)	1315
Tempo de queima do propelente (segundos)	62 (1º estágio)	123



O foguete brasileiro VLS.

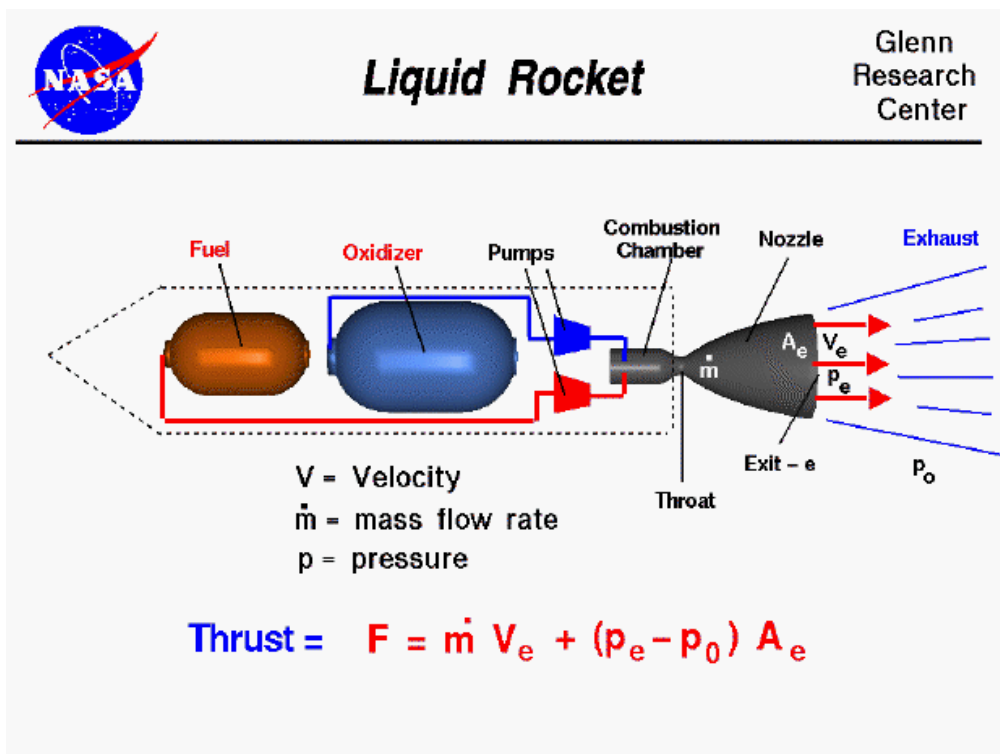
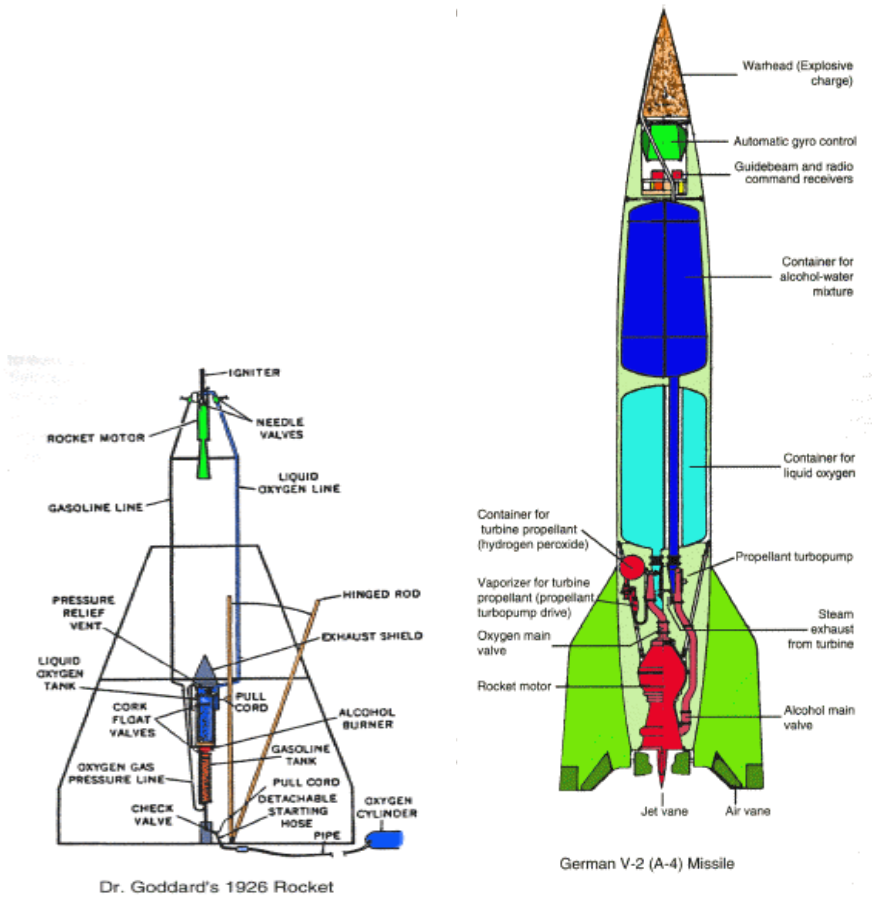


Space Shuttle Discovery

1.3 FOGUETES A PROPELENTE LÍQUIDO

Início: Robert Goddard, 1926

V-2, Von Braun, 2ª Guerra Mundial, 1942



Propelente no estado líquido.

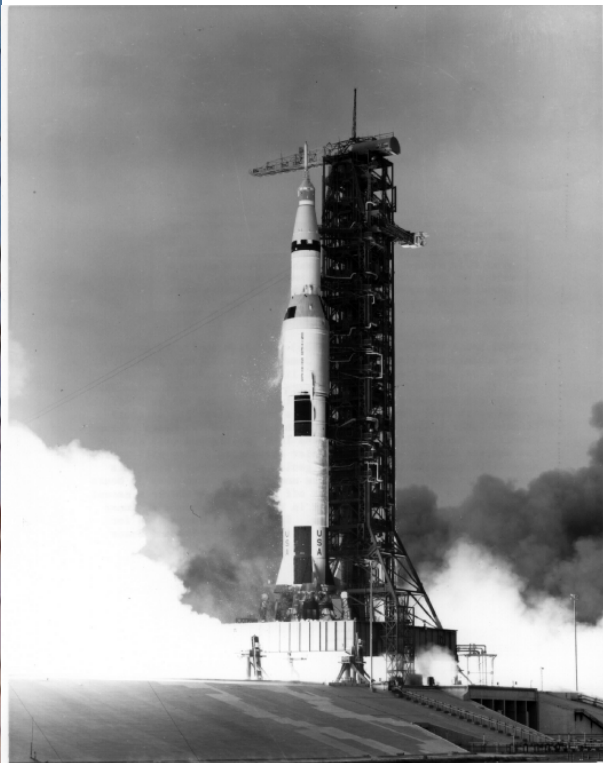
Em geral são foguetes espaciais: ARIANE e SPACE SHUTTLE.

Alguns dados são apresentados nas tabelas abaixo.

Foguete	SPACE SHUTTLE	SATURNO V
Comprimento total (metros)	56 (conjunto)	111
Diâmetro máximo (metros)	8,4 (tanque externo)	10,1
Massa total (toneladas)	2040	2910
Número de estágios	3	3
Motor-foguete líquido (nome)	SSME	F-1 (1º estágio)
Número de motores do item anterior	3	5
Força de empuxo total (toneladas)	2880	3450



Space Shuttle Discovery



Foguete Saturno V com a nave Apollo 13

Motor-Foguete	SSME	F-1
Comprimento total (metros)	4,3	5,6
Diâmetro máximo (metros)	2,4	3,7
Massa total (toneladas)	3,2	8,4
Propelente: combustível	hidrogênio	querosene
Propelente: oxidante	oxigênio	oxigênio
Força de empuxo (toneladas)	185	690
Tempo de queima do propelente (segundos)	522	171



Motor-foguete SSME do Space Shuttle



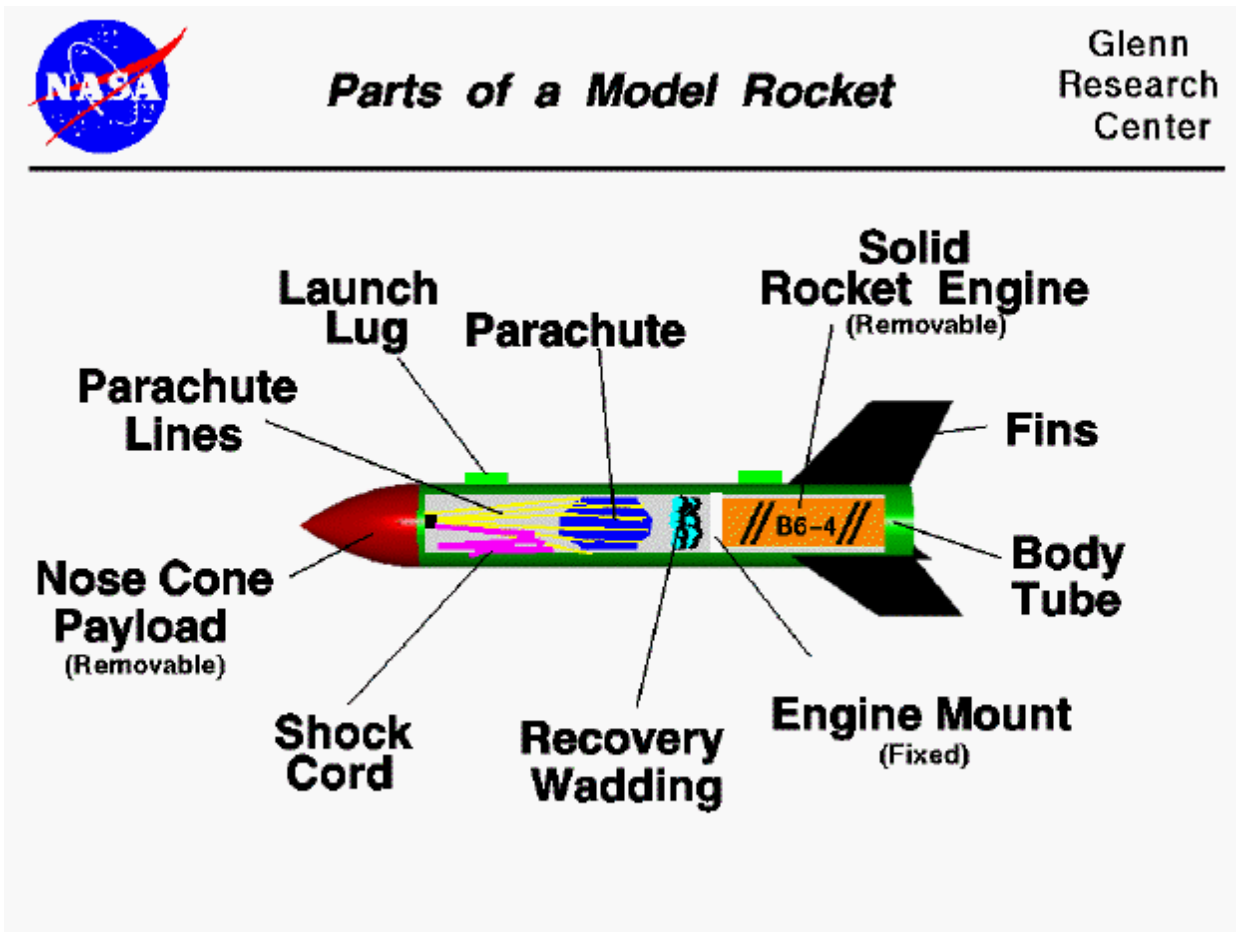
Motor-foguete F1 do foguete Saturno V

1.4 TIPOS DE MINIFOGUETES

Minifoguetes são foguetes de pequeno porte.

Eles podem ser classificados em dois tipos:

- 1) Espaçomodelos
- 2) Minifoguetes experimentais



Partes de um espaçomodelo típico.

Os **espaçomodelos** são industrializados na forma de kits com motores pré-fabricados e feitos de materiais não-metálicos: papelão, madeira e plástico. Exemplo:

Espaçomodelo Sondinha II: kit comercial; materiais = papelão, balsa e plástico; comprimento = 307 mm; diâmetro = 20 mm; propelente = pólvora negra; massa de propelente = 10 g; massa total = 32 g; sem pára-quedas; apogeu = 100 m; tempo de voo = 10 s.



Espaçomodelo Sondinha II

Os **minifoguetes experimentais** não são industrializados. Eles são desenvolvimentos próprios, incluindo o propelente, e geralmente metálicos. Exemplo:

Minifoguete experimental Netuno-R: projeto do CEFEC/LAE; materiais = ligas de alumínio e madeira; comprimento = 430 mm; diâmetro = 44 mm; propelente = sacarose e nitrato de potássio; massa de propelente = 120 g; massa total = 500 g; sem pára-quadras; apogeu = 500 m (previsão); tempo de vôo = 22 s (previsão).



Minifoguete experimental de Nakka



Motor-foguete experimental

Grão-propelente