

# Física Nuclear

Paulo Freitas Gomes

Outubro 2013

# Tópico 2: Fissão Nuclear

# Ementa

- Reações Nucleares
- Fissão Nuclear
- Medicina Nuclear
- Armas Nucleares
- Fusão Nuclear

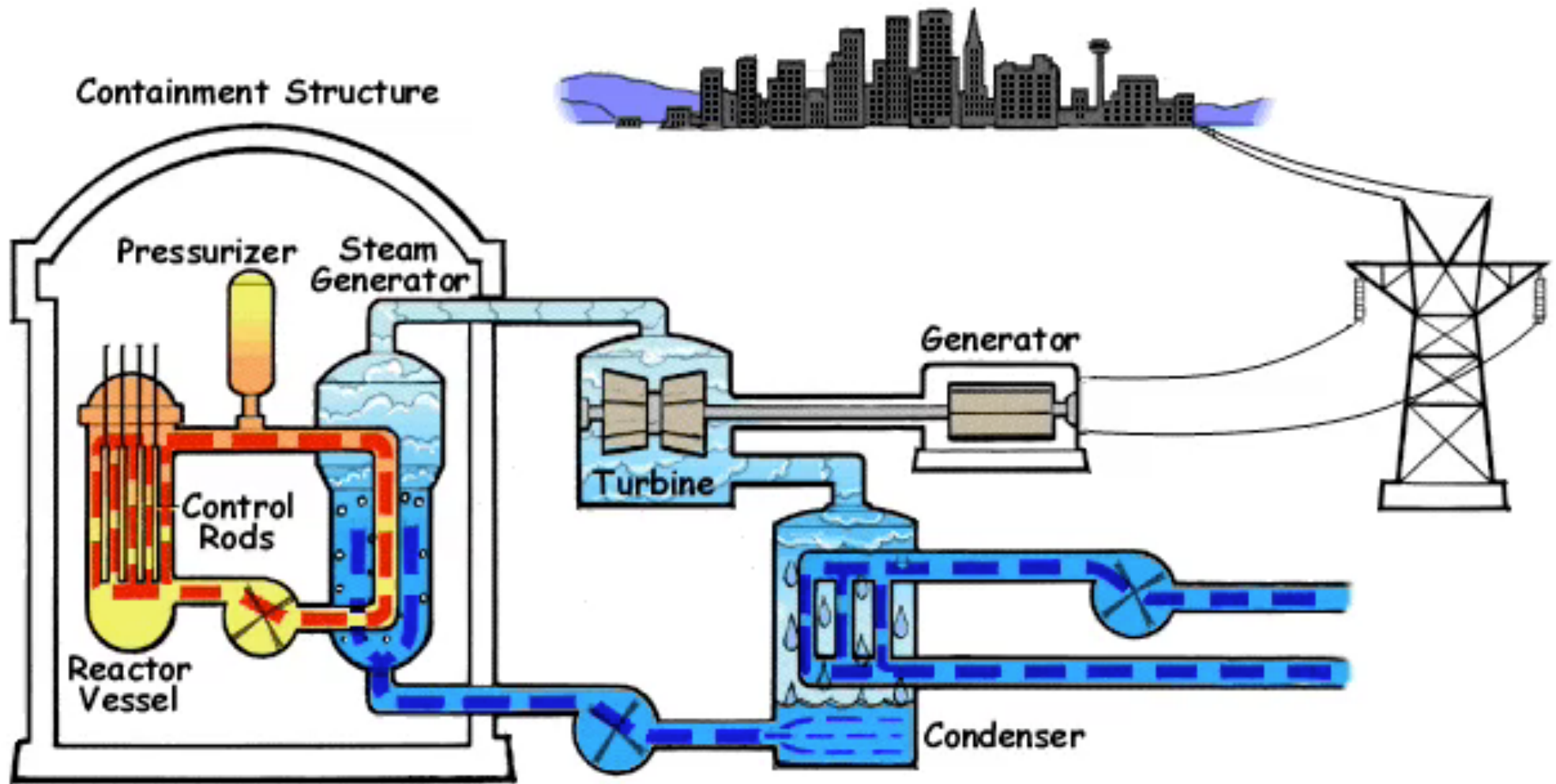
# Fissão Nuclear

- Quebra de núcleos
- Reação em cadeia
- Usina nuclear
- Energia atômica no contexto mundial
- Programa nuclear brasileiro: Angra 1, 2 e 3
- Desastre de Chernobyl
- Acidente em Fukushima

# Usina Nuclear

- Como funciona
- Vantagens e desvantagens
- Lixo nuclear

# Como funciona



# Como funciona

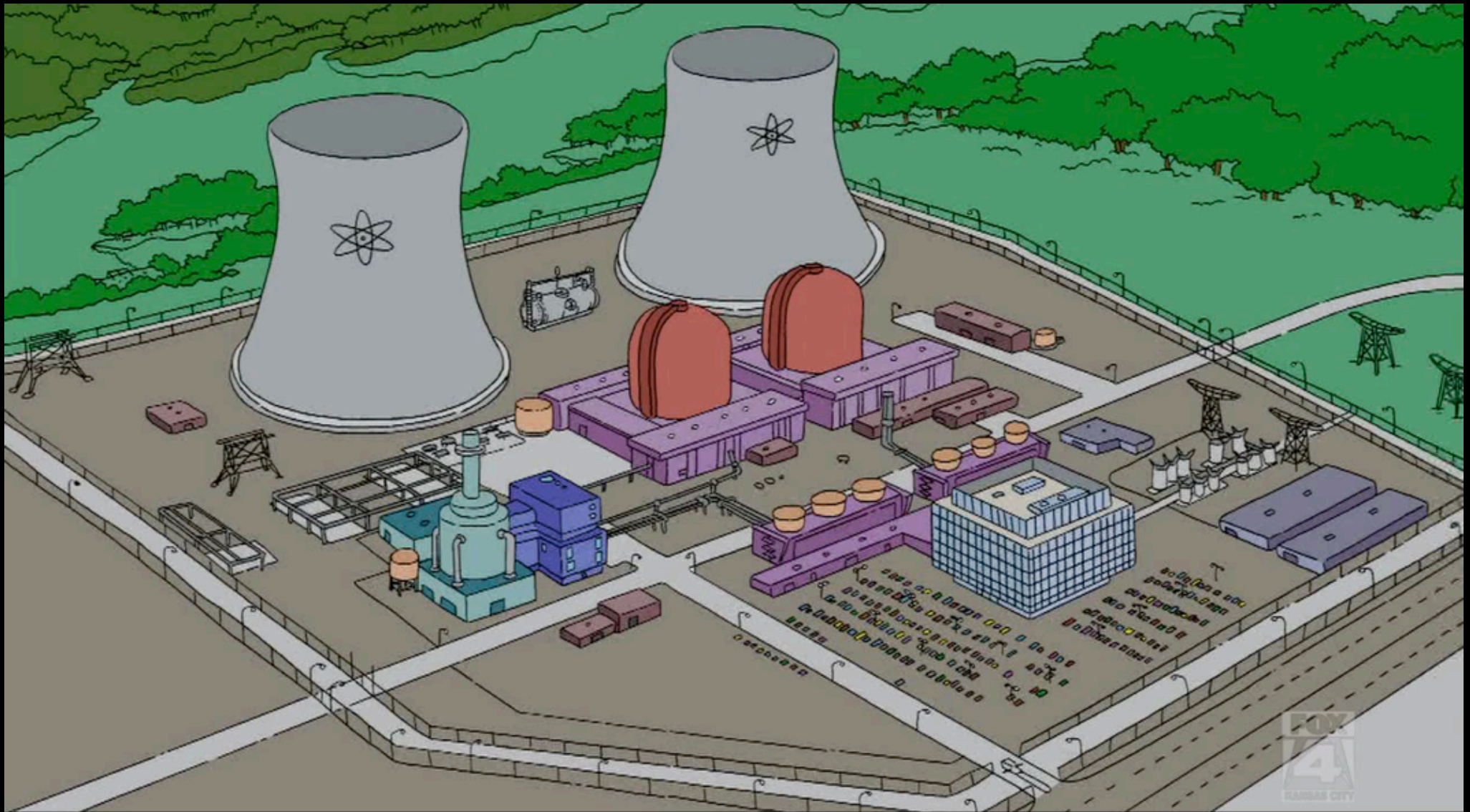
- Vídeo: Nuclear power plant

**Pressurized Water Nuclear Reactor**

**by**

**[www.mekanizmalar.com](http://www.mekanizmalar.com)**





# Como funciona

- Núcleo do reator: onde fica o urânio enriquecido que sofre fissão
- Urânio é colocado em cilindros, junto com as barras de controle e o moderador

# Como funciona

# Barras de controle

- Barras de controle: absorvem nêutrons
- Podem ser colocadas ou tiradas no núcleo
- Inserindo as barras: inibe a fissão do urânio
- Retirando as barras: induz a fissão
- Ou seja, as barras determinam o valor de  $k$

# Moderador

- Tudo fica imerso em um moderador
- Função diminuir a velocidade dos nêutrons rápidos
- Pois nêutrons mais lentos tem maior probabilidade de induzir fissão
- Moderador mais utilizado: água pesada  $D_2O$  (D = deutério = um próton + um nêutron)

# Núcleo do reator

- Todo o núcleo é imerso em água para prevenir qualquer aumento de temperatura
- Se aumentar muito a temperatura pode derreter o núcleo (varetas de urânio e barras de controle)
- A camada mais externa bloqueia toda radiação gerada no núcleo
- Esse volume de água que absorve o calor é o que evapora e gira a turbina

# Eficiência

- A fissão de um átomo de  $^{235}\text{U}$  gera  $3.2 \times 10^{-11} \text{ J}$
- Uma grama gera então  $10^{11} \text{ J}$
- Isso é  $3 \times 10^6$  vezes mais energia que uma grama de carvão pode produzir

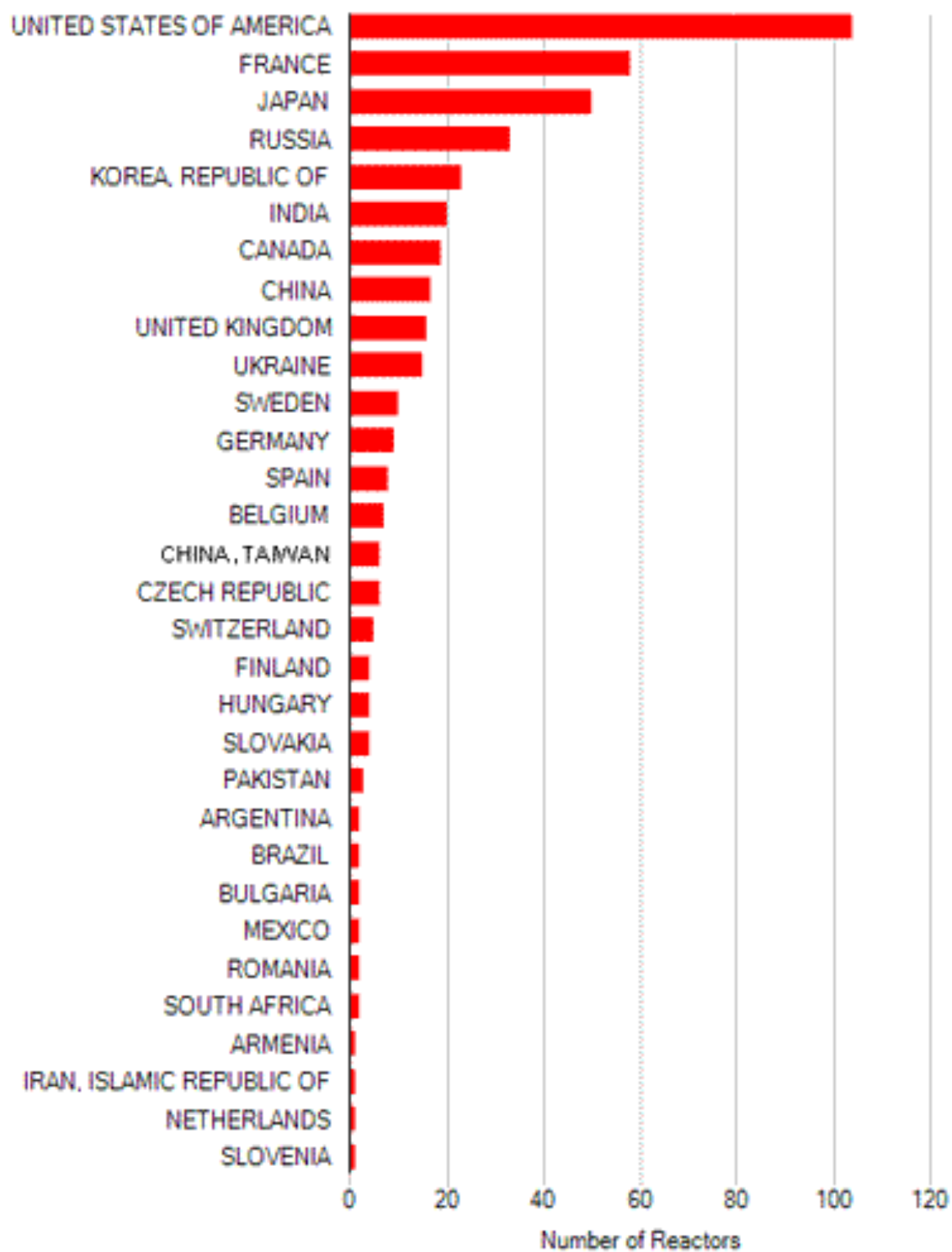






American nuclear powered ships,(top to bottom) cruisers USS Bainbridge, the USS Long Beach and the USS Enterprise, the longest ever naval vessel, and the first nuclear-powered aircraft carrier. Picture taken in 1964 during a record setting voyage of 26,540 nmi (49,190 km) around the world in 65 days without refueling. Crew members are spelling out Einstein's mass-energy equivalence formula  $E = mc^2$  on the flight deck.





Country	In operation		Under construction	
	Number	Electr. net output MW	Number	Electr. net output MW
Argentina	2	935	1	692
Armenia	1	375	-	-
Belgium	7	5,927	-	-
Brazil	2	1,884	1	1,245
Bulgaria	2	1,906	-	-
Canada	19	13,665	-	-
China				
• Mainland	17	12,816	29	28,753
• Taiwan	6	5,018	2	2,600
Czech Republic	6	3,766	-	-
Finland	4	2,736	1	1,600
France	58	63,130	1	1,600
Germany	9	12,068	-	-
Hungary	4	1,889	-	-
India	20	4,391	7	4,824
Iran	1	915	-	-
Japan	50	44,215	3	3,993
Korea, Republic	23	20,754	3	3,640
Mexico	2	1,300	-	-
Netherlands	1	482	-	-
Pakistan	3	725	2	630
Romania	2	1,300	-	-
Russian Federation	33	23,643	11	9,927
Slovakian Republic	4	1,816	2	782
Slovenia	1	688	-	-
South Africa	2	1,830	-	-
Spain	8	7,560	-	-
Sweden	10	9,325	-	-
Switzerland	5	3,263	-	-
Ukraine	15	13,107	2	1,900
United Arab Emirates	-	-	1	1,345
United Kingdom	16	9,246	-	-
USA	104	101,465	1	1,165
<b>Total</b>	<b>437</b>	<b>372,210</b>	<b>68</b>	<b>65,406</b>

# Usinas no Brasil

- Dois reatores em funcionamento: Angra 1 e 2
- Angra 1 começou a funcionar em 1982
- Angra 3 está em construção
- 3% da energia elétrica consumida no país é gerada em Angra 1 e 2