



**"OS ARSENAIS NUCLEARES NO MUNDO:
HISTÓRIA E ATUALIDADE"**

Palestra realizada no dia 01/09/2011

Local: Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense

Palestrante: Dalton Ellery Girão Barroso

ORGANIZAÇÃO:

LOGISDEF – Laboratório de Logística de Defesa (NEST/UFF)

LOGIS – Núcleo de Logística Integrada e Sistemas (Escola de Engenharia/UFF)

PANORAMA HISTÓRICO E ATUAL DOS ARSENAIS NUCLEARES NO MUNDO

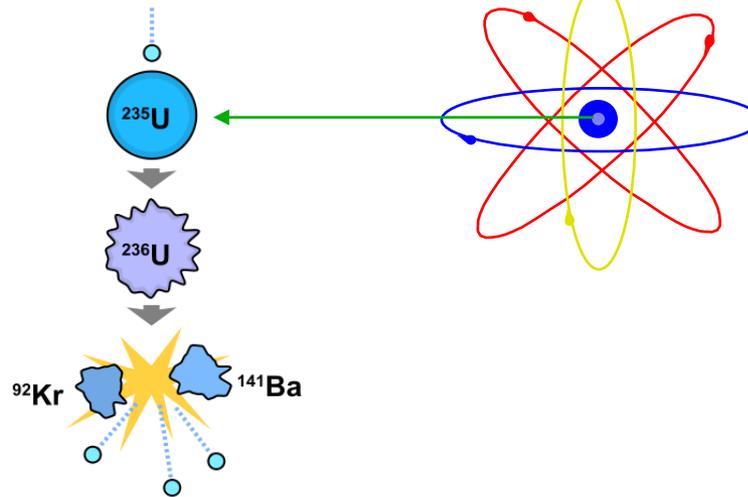
Palestrante: Dalton Ellery Girão Barroso

SUMÁRIO

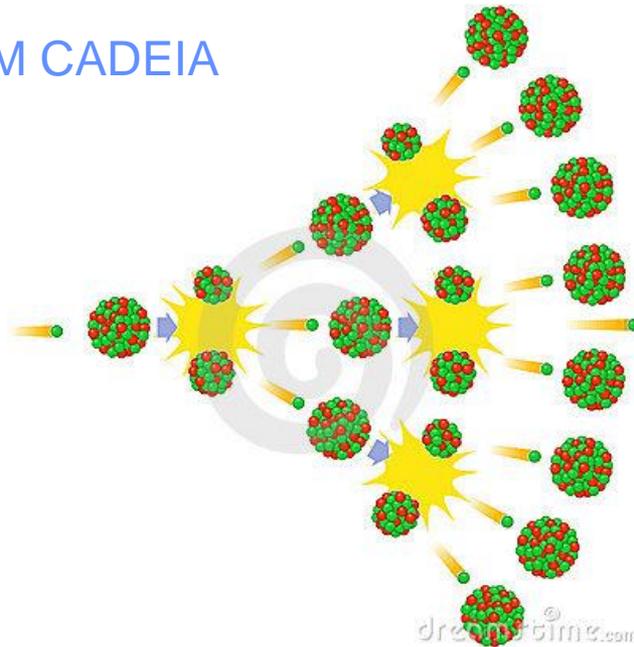
- Introdução
- Estados Unidos
- Rússia
- Inglaterra
- França
- China
- O programa abortado da Suécia
- Índia
- Paquistão
- O programa abortado da África do Sul
- Israel
- Coreia do Norte
- A ameaça do Irã
- Conclusões

CONCEITOS BÁSICOS

FISSÃO: 1938



REAÇÃO EM CADEIA



FISSÃO DE 1 kg: 19 KT (quilotons)

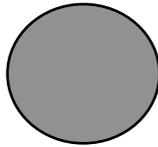
1 KT = 1000 Ton de TNT

1 MT = 1.000.000 Ton de TNT

Bomba de Hiroxima: 13 KT

MASSA FÍSSIL SUBCRÍTICA

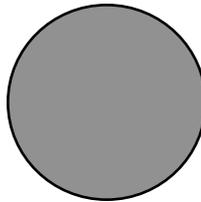
Taxa de produção de nêutrons < taxa de perda de nêutrons



Sem reação em cadeia auto-sustentada

MASSA CRÍTICA

Taxa de produção de nêutrons = taxa de perda de nêutrons



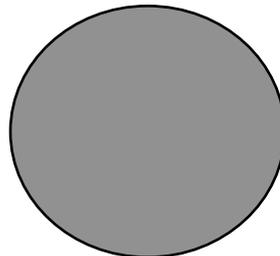
Reação em cadeia possível (controlada)

Plutônio: 10 kg ($R \approx 5$ cm)

Urânio -235(93%): 56 kg ($R \approx 9$ cm)

MASSA SUPERCRÍTICA

Taxa de produção de nêutrons > taxa de perda de nêutrons



Reação em cadeia crescente (descontrolada)

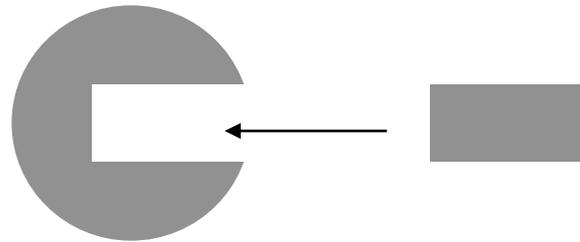
Bomba atômica

O PROBLEMA BÁSICO DA BOMBA ATÔMICA

Juntar rapidamente a massa físsil em uma configuração supercrítica de modo a produzir uma explosão nuclear

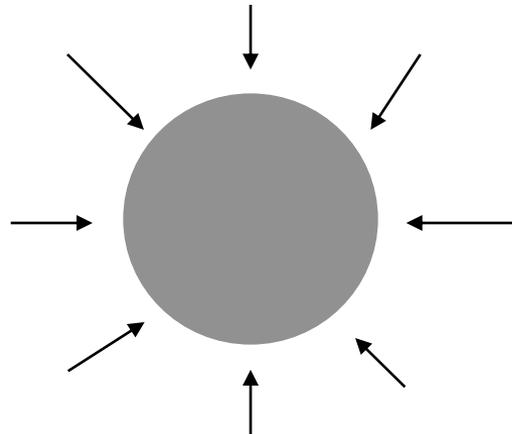
Métodos:

Bala de canhão



$$\Delta t \approx 10^{-3} - 10^{-4} \text{ seg}$$

Por implosão ou compressão



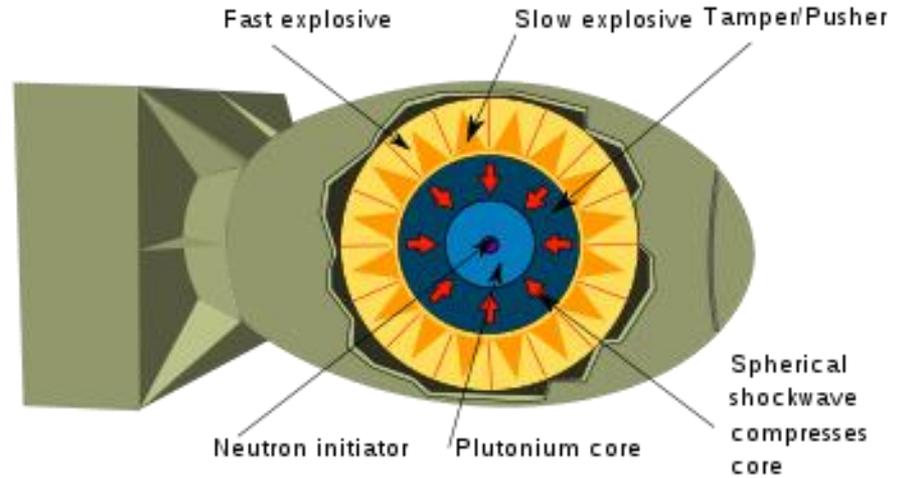
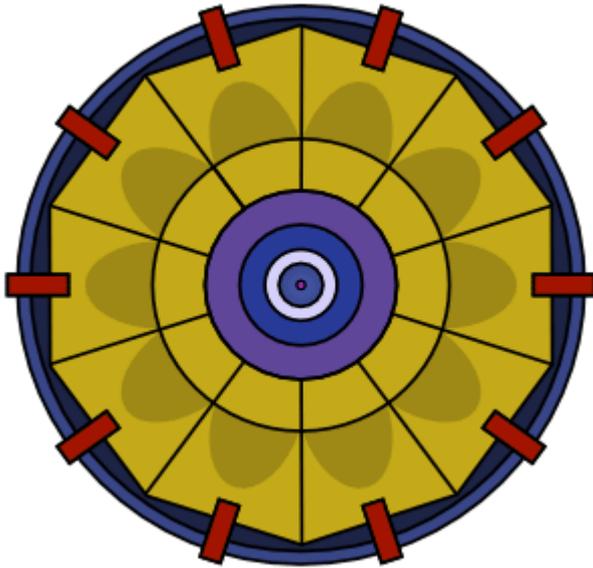
$$\rho > \rho_0$$

$$\Delta t = \text{alguns } \mu\text{seg}$$

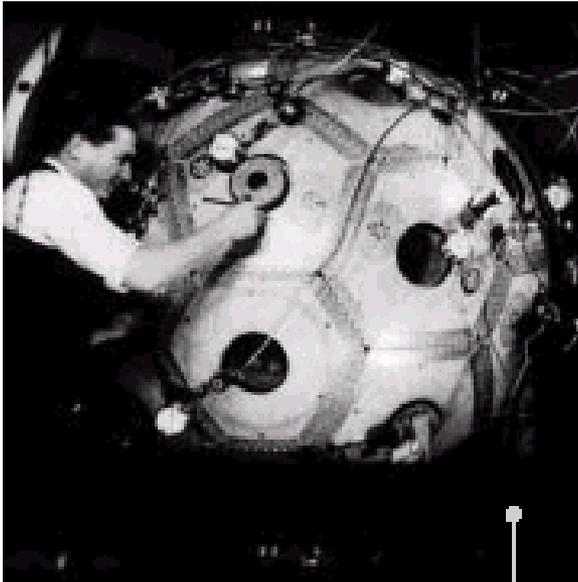
$$P_u: 3-8 \text{ kg}$$



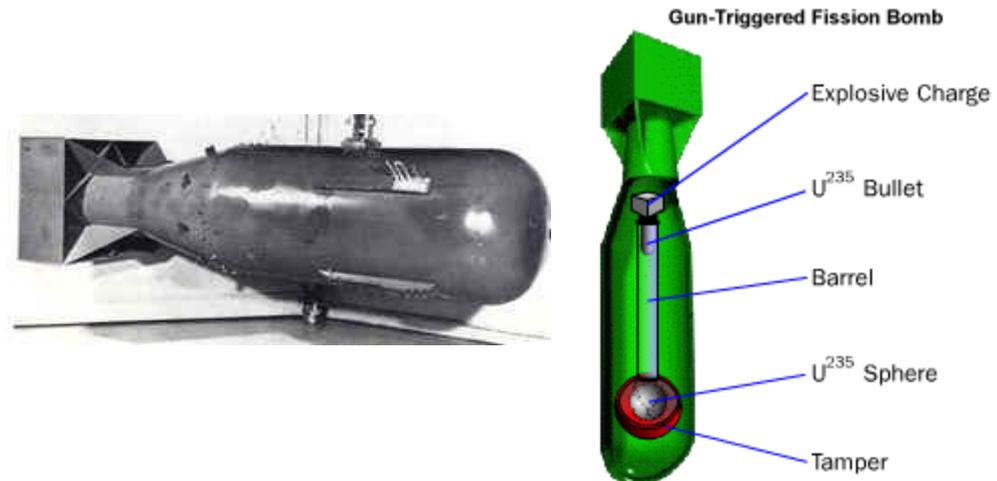
MÉTODO DA IMPLOÇÃO



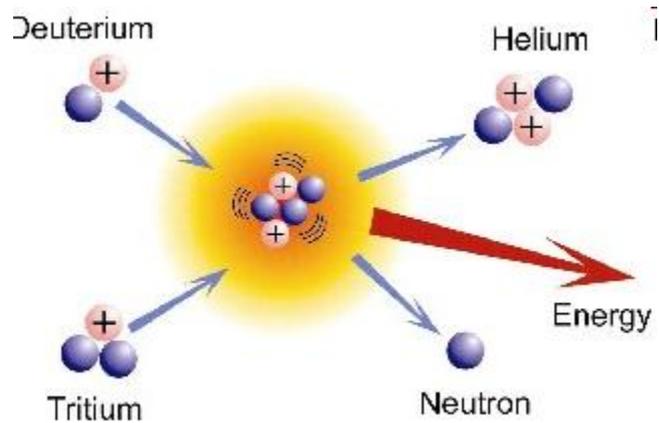
1ª bomba inglesa



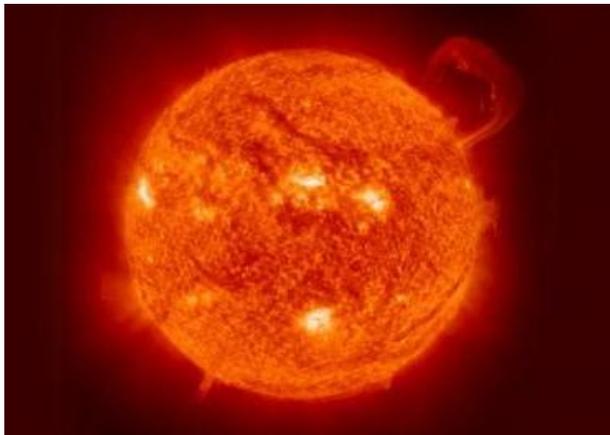
MÉTODO DA "BALA DE CANHÃO"



FUSÃO



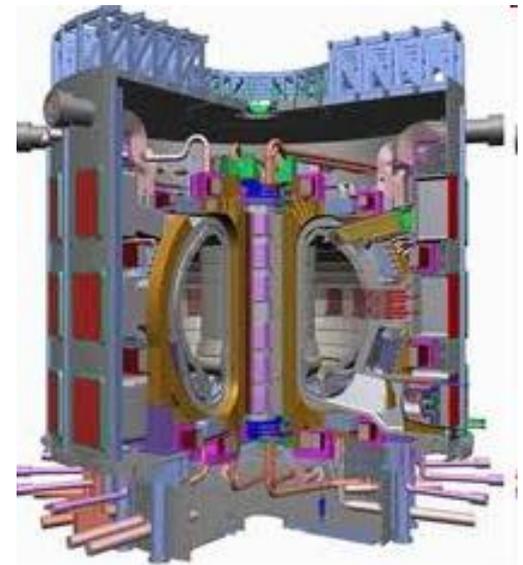
SOL



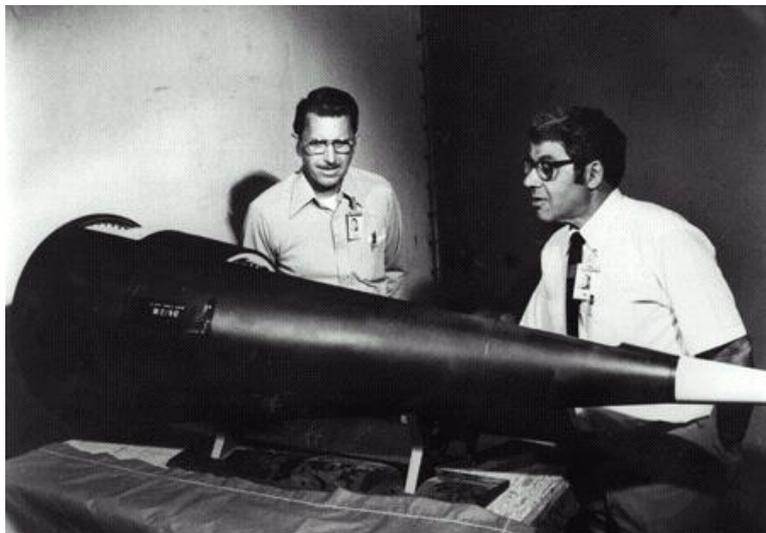
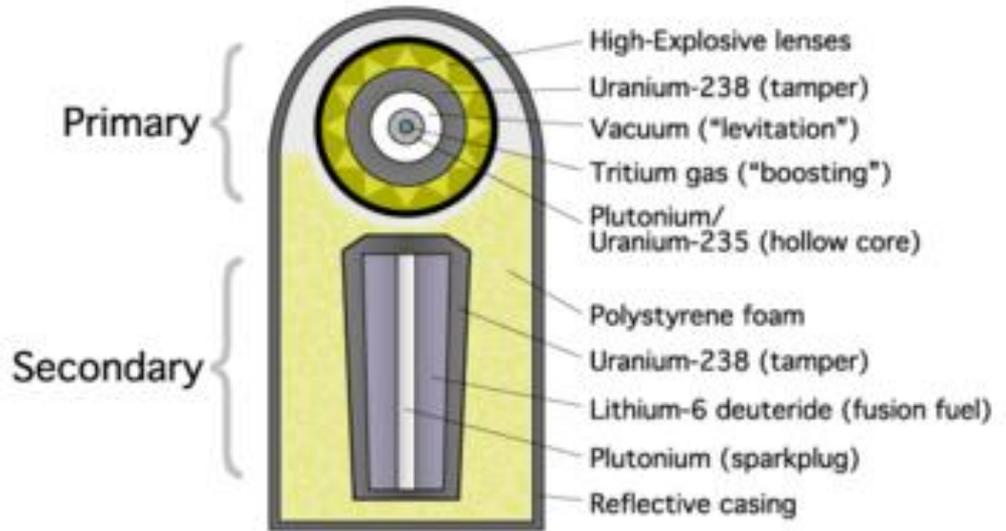
BOMBA H



REATOR
A FUSÃO



BOMBA DE FUSÃO. ARRANJO DE TELLER-ULAM



A modern thermonuclear

This W87 thermonuclear warhead is launched on an MX intercontinental missile. Packed into a multiple independently targeted re-entry vehicle (MIRV, shown below), it splits off from the missile to strike its target.

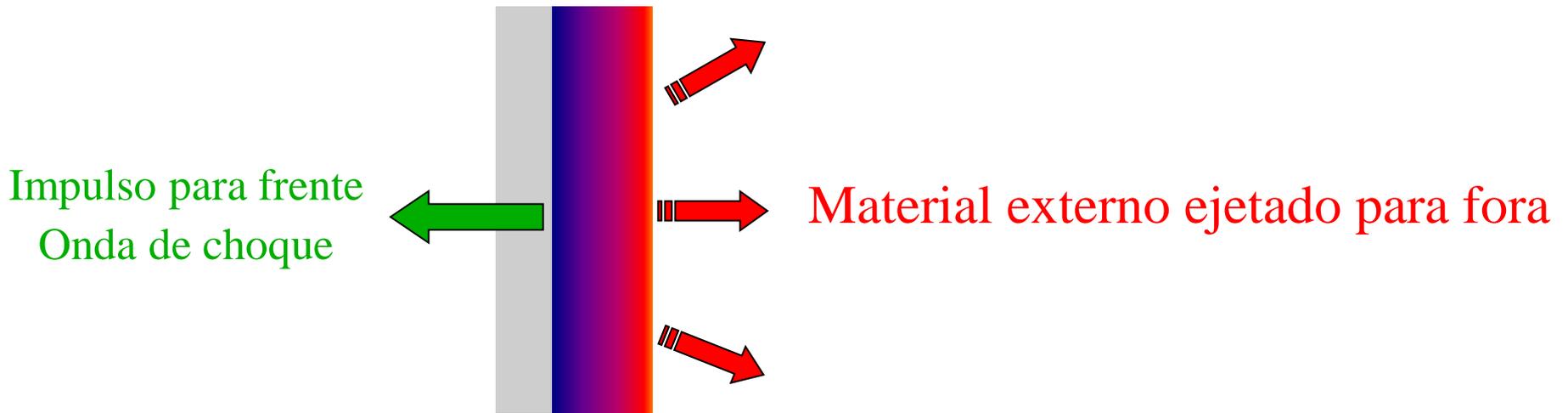
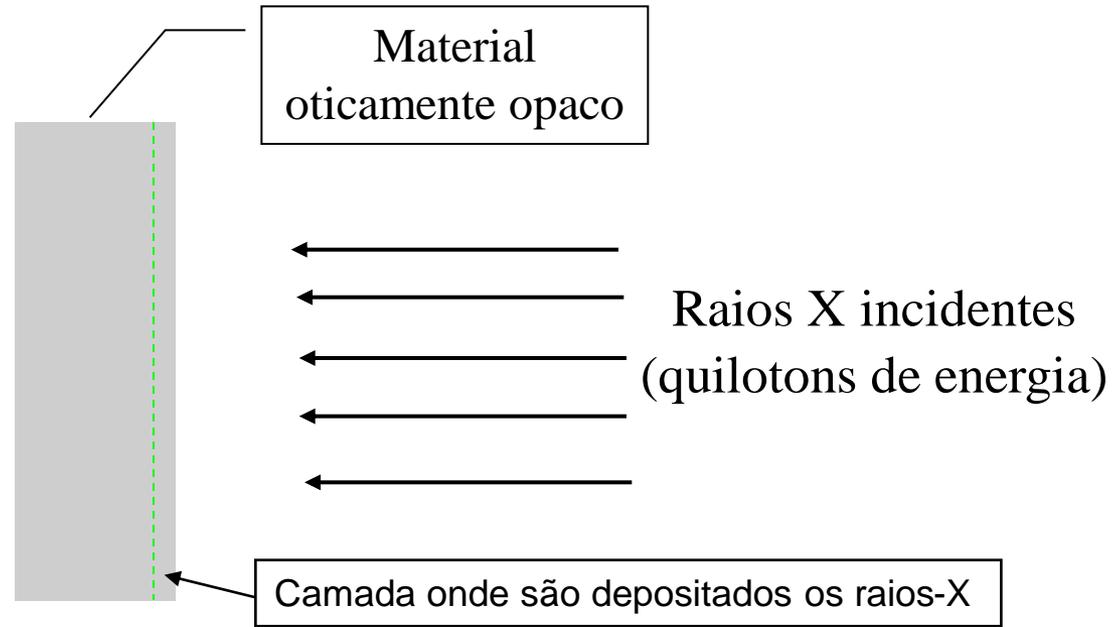
The diagram shows the internal components of a MIRV warhead:

- Fission trigger:**
 - Chemical explosive
 - Beryllium
 - Plutonium-239
- Fusion device:**
 - Uranium-238 or 235
 - Lithium deuteride (fusion fuel)
 - Uranium-235
- Other components:**
 - Neutron generator
 - Deuterium-tritium (DT) gas
 - Foam
 - Uranium-238 case
 - X-rays

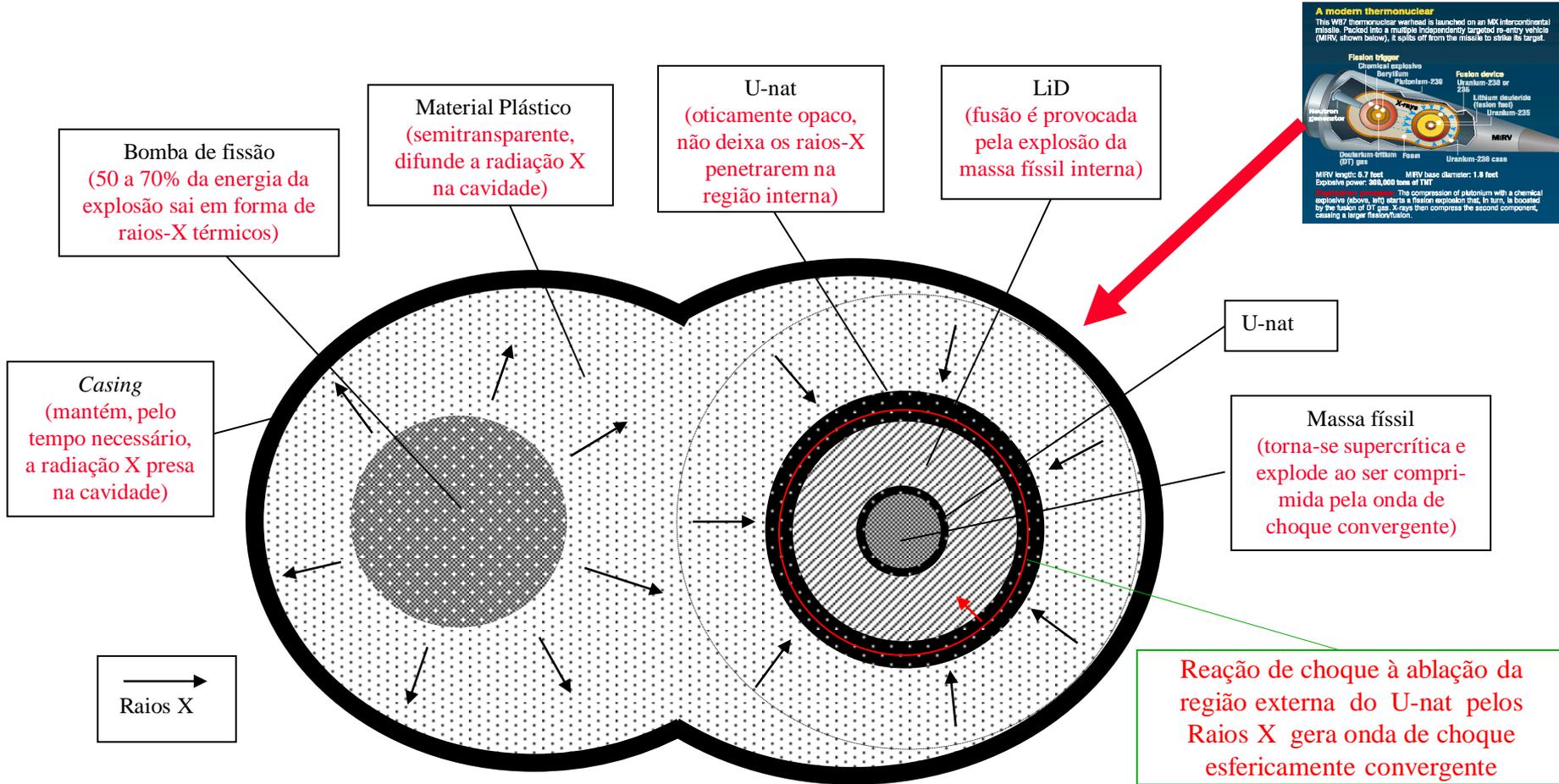
MIRV length: 5.7 feet **MIRV base diameter: 1.8 feet**
Explosive power: 300,000 tons of TNT

Explosion process: The compression of plutonium with a chemical explosive (above, left) starts a fission explosion that, in turn, is boosted by the fusion of DT gas. X-rays then compress the second component, causing a larger fission/fusion.

Efeito físico importante envolvido no processo de detonação termonuclear:
pressão de ablação (efeito foguete)

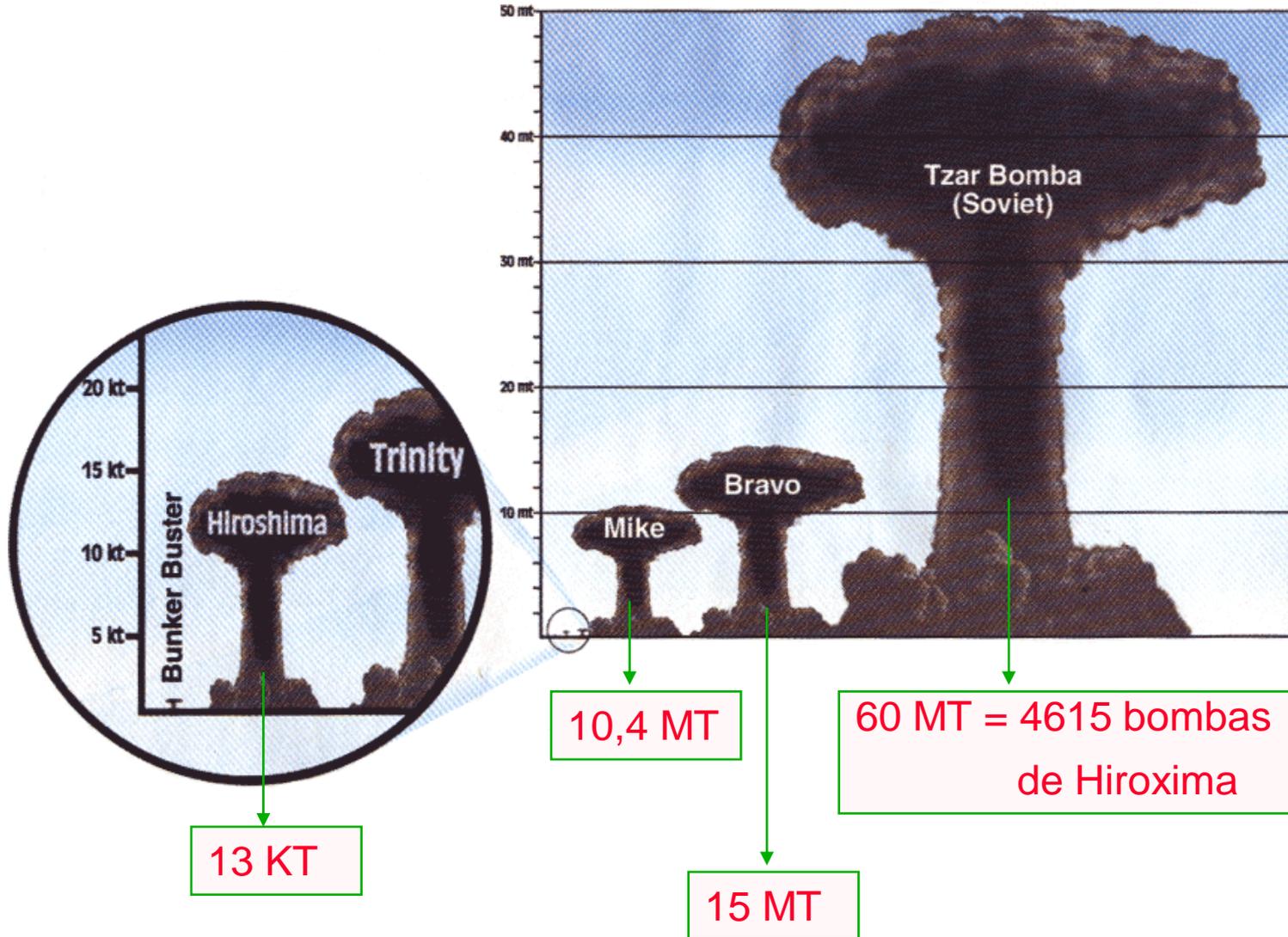


REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCESSO DE DETONAÇÃO TERMONUCLEAR

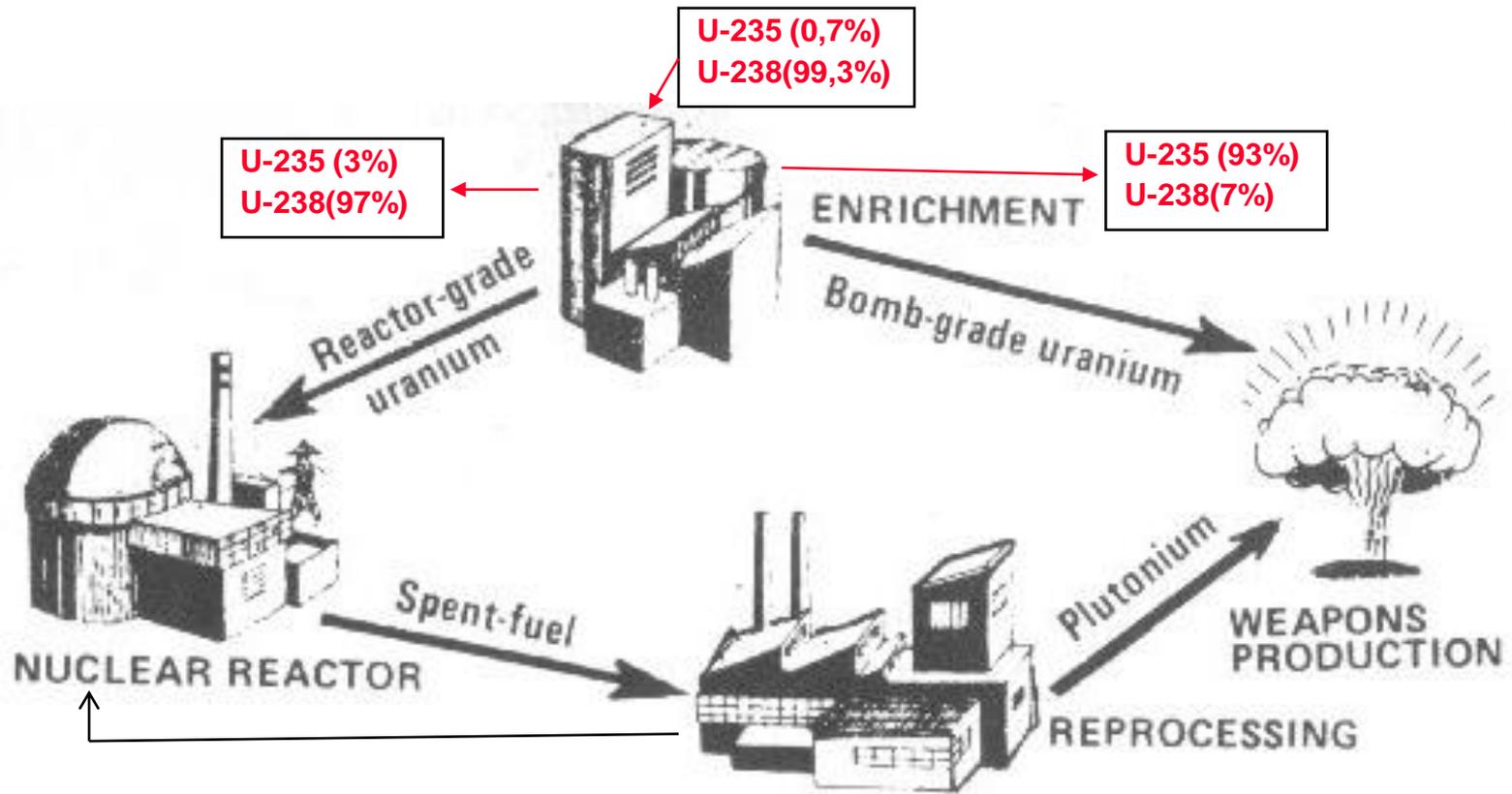


1 KT = 1 quiloton = 1.000 ton de TNT

1 MT = 1 megaton = 1.000.000 ton de TNT



TECNOLOGIAS CRÍTICAS PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL FÍSSIL



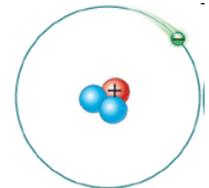
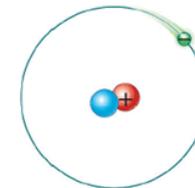
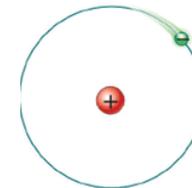
MATERIAIS ESTRATÉGICOS: Plutônio

Urânio-235 (93%)

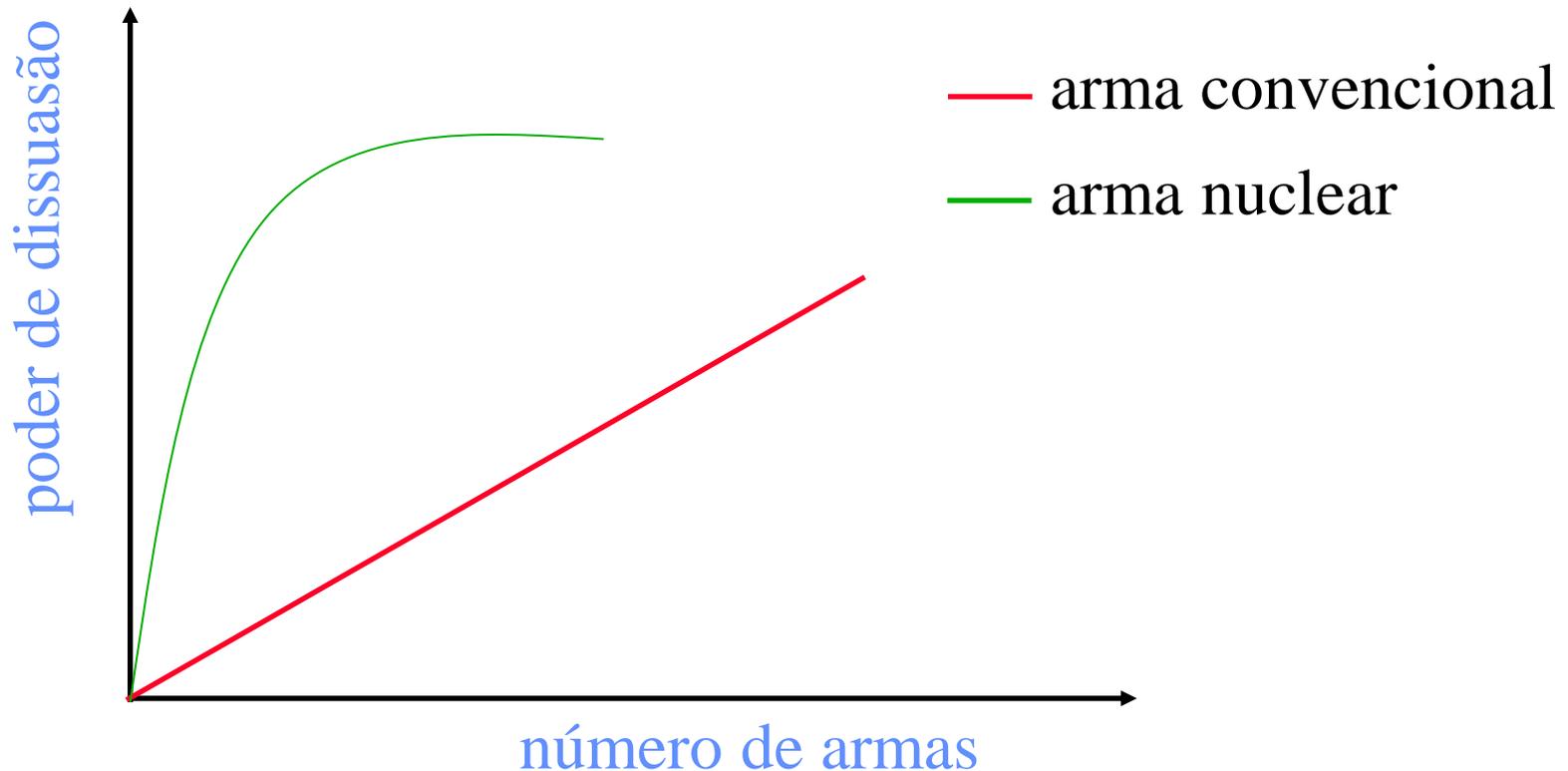
Deutério (^2H)

Trítio (^3H)

Lítio-Deutério (LiD)



O CONCEITO DE SATURAÇÃO DAS ARMAS NUCLEARES



Arma nuclear estratégica: Alta potência (>100 KT) para dissuasão.

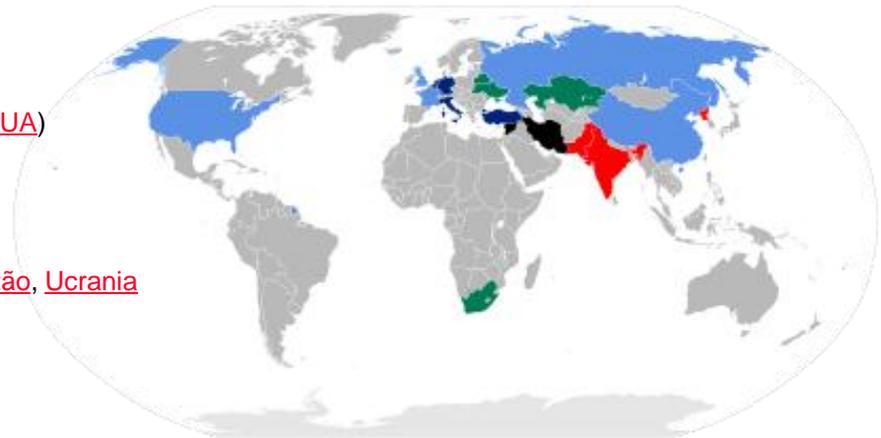
Arma nuclear tática ou não-estratégica: Menor potência (0,01-100 KT) para ser usada em operação de guerra.

DATAS IMPORTANTES

1963: Tratado de Banimento Parcial de Testes Nucleares: na atmosfera, sob a água e no espaço (subterrâneos são permitidos). Assinado por E.U., Rússia e Inglaterra.

1968: Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP). Em vigor a partir de 1970, com a adesão de 189 países. **Objetivo**: Restringir a posse de armas nucleares às 5 potências nucleares: E.U, Rússia, Inglaterra, França e China.

- Estados com Armas Nucleares (EAN) ([China](#), [França](#), [Rússia](#), [Reino Unido](#) e [EUA](#))
- Estados com Armas Nucleares não EAN ([Índia](#), [Coreia do Norte](#), [Paquistão](#))
- Estados com Armas Nucleares não-declaradas ([Israel](#))
- Estados acusados de terem programas de armas nucleares ([Irã](#))
- Países que compartilham armas com a [OTAN](#)
- Estados que possuíam armas nucleares anteriormente ([Bielorrússia](#), [Cazaquistão](#), [Ucrania](#) e [África do Sul](#))



1996: Tratado de Banimento Completo de Testes Nucleares (CTBT). Assinado por 181 estados e ratificado por 151. Dentre os que não ratificaram, incluem-se E.U e China.

ESTADOS UNIDOS

O PROJETO MANHATTAN (1942-1945)

Finalidade: Construir a bomba atômica, antes que os alemães o fizessem, durante a Segunda Guerra Mundial.

Antecedentes:

- Fissão descoberta em 1938.
- Possibilidade teórica de uma reação de fissão em cadeia redundar numa bomba atômica.
- Carta de Einstein a Roosevelt, alertando sobre a bomba atômica e a possibilidade de a Alemanha desenvolvê-la.

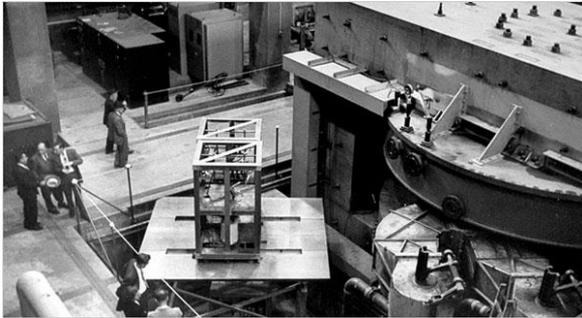


PRINCIPAIS REALIZAÇÕES



Grandes avanços na ciência nuclear

21 Prêmios Nobel (presentes e futuros)



Usinas de enriquecimento do urânio

Método: Eletromagnético e difusão gasosa

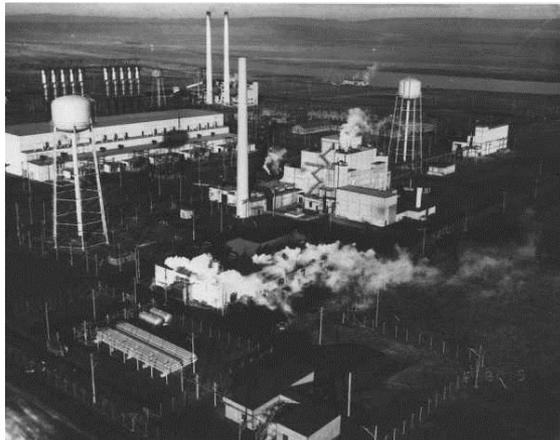
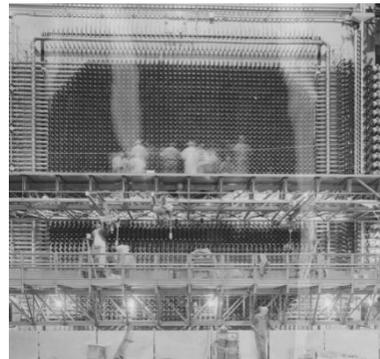
3 Pilhas atômicas

Potência: 270 MWt

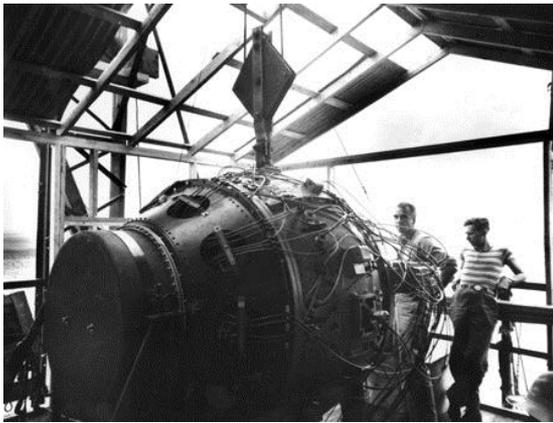
Combustível: U-nat

Moderador: grafite

Refrigerante: água

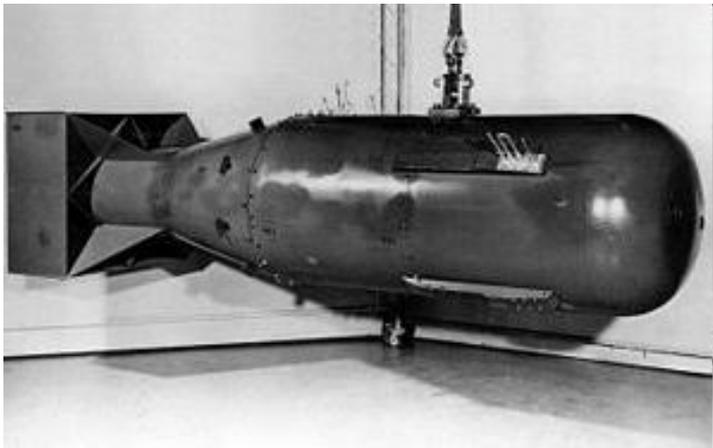


Produção de 3 explosivos nucleares



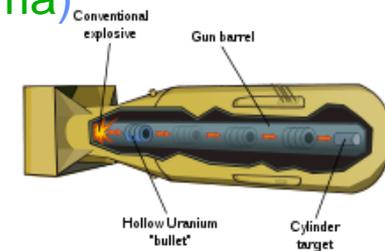
“Gadget” (implosão)

Material físsil: **Plutônio**
Potência: **22 KT (Trinity)**



Little Boy (“bala de canhão”)

Material físsil: **U-235(93%)**
Potência: **12-15 KT (Hiroxima)**
Peso: **4,4 ton**
Comprimento: **3 m**
Diâmetro: **71 cm**



Fat Man (implosão)

Material físsil: **Plutônio**
Potência: **22 KT (Nagasaki)**
Peso: **4,6 ton**
Comprimento: **3,3 m**
Diâmetro: **1,5 m**



Principais personagens:

Físico Oppenheimer
(chefe do laboratório de Los Alamos)



General Groves
(chefe geral do projeto)



Gastos estimados: 2 bilhões de dólares (\cong 20-30 bilhões de dólares atuais).

Nº de participantes: 150.000 pessoas

Característica importante: Perfeita interação entre cientistas (teoria, concepção e experimentação) e engenheiros (detalhamento e construção), bem como entre laboratórios e indústria.

Consequências sociais:

- Maior valorização dos cientistas na sociedade americana.
- União definitiva entre estes, os militares e a indústria.
- Impactos profundos no posterior desenvolvimento científico e tecnológico dos Estados Unidos e na criação de seu complexo industrial- militar.

SITUAÇÃO DO ARSENAL NUCLEAR APÓS A GUERRA

Após a guerra, continuam os esforços para melhorar o desempenho, a segurança e a confiabilidade dos explosivos nucleares, que, em 1948, já somavam 50, com potência variando de 10 a 50 KT, divididos em 3 tipos:

- **MARK III** (implosão): 4635 kg
- **MARK IV** (implosão): 4905 kg
- **LITTLE BOY** (balístico): 4000 kg

Monopólio da bomba até 1949, ano em que os russos explodem seu primeiro artefato.

DESENVOLVIMENTO DO EXPLOSIVO TERMONUCLEAR

Antecedentes:

- Possibilidade teórica estudada desde os primórdios do Projeto Manhattan, principalmente por Edward Teller (o pai da bomba H).
- Oposição de grande parte dos cientistas que participaram do projeto da bomba A ao seu desenvolvimento, incluindo Oppenheimer (o qual, posteriormente, viria a sofrer célebre processo, pondo em cheque sua lealdade aos E.U^(*)).
- Prioridade era para o aprimoramento dos explosivos nucleares de fissão.
- Desconfianças quanto à viabilidade técnica e grandes dificuldades para a produção de trítio.



(*) Devido a algumas ligações suas, no passado, com pessoas de tendência esquerdista, o FBI americano tentou, diversas vezes, colocar Oppenheimer fora do projeto Manhattan. Posteriormente, no auge do macartismo, foi-lhe tirado, após o processo acima citado, o acesso a documentos sigilosos do governo americano ligados ao setor nuclear. Mais tarde, foi reabilitado e homenageado pelo governo Kennedy. Morreu de câncer na garganta em 1967, aos 62 anos de idade. Sua participação foi considerada fundamental para o sucesso do projeto Manhattan.

Razões principais que levaram ao seu desenvolvimento (1950)

- Pressão de um grupo de cientistas encabeçados por Teller e apoiados pela Aeronáutica.
- Explosão da bomba russa em 1949 e eclosão da Guerra da Coreia. Acirramento da Guerra Fria.
- Klaus Fuchs, físico inglês que havia participado em Los Alamos das discussões sobre o explosivo termonuclear, é preso na Inglaterra por espionagem em favor dos russos.
- **A bomba H (1951): Arranjo de Teller-Ulan.**



Teller



Ulan



1º TESTE TERMONUCLEAR: *Mike* (1952)

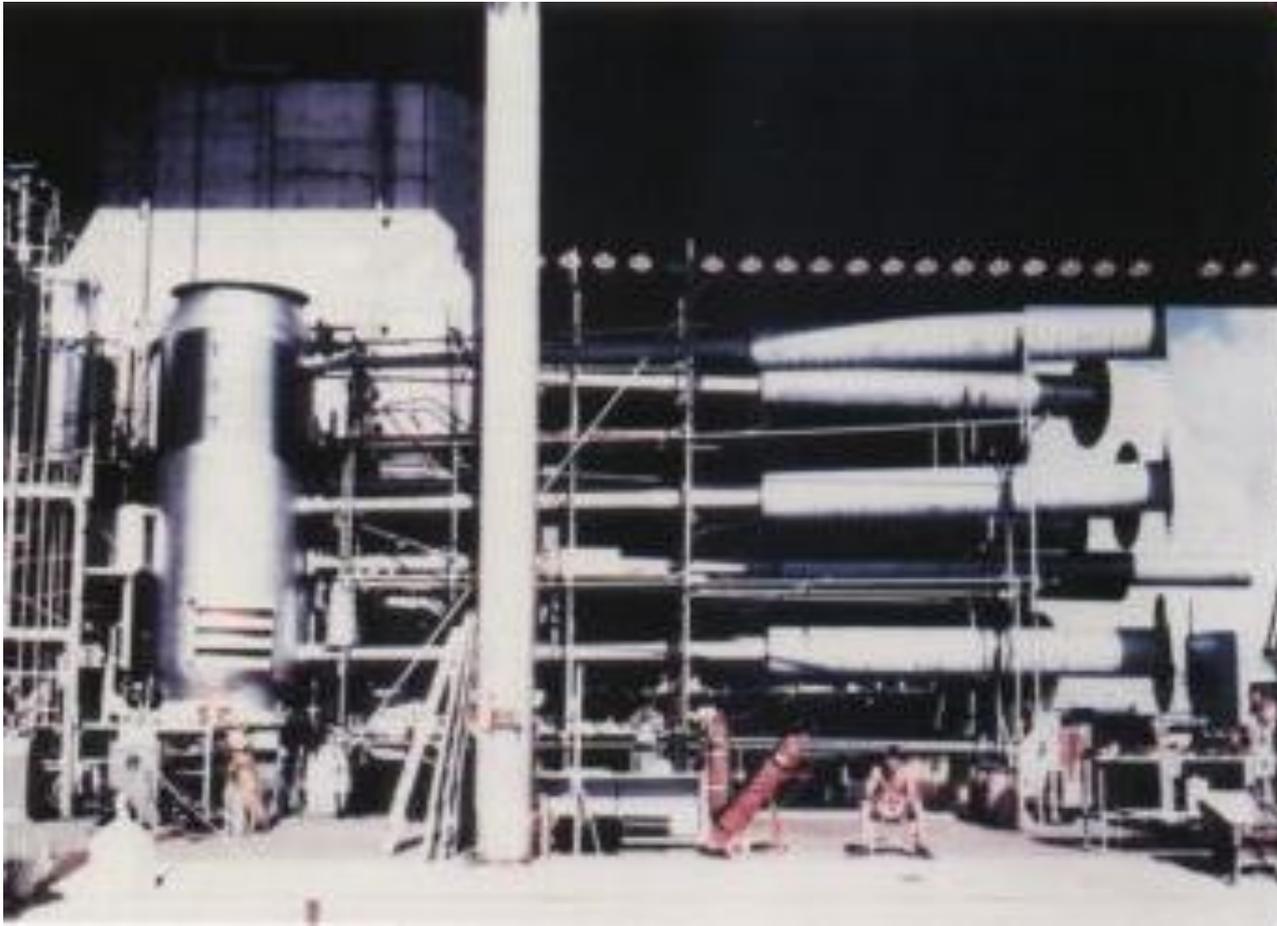
Combustível: D líquido (criogênico)

Arranjo de Teller-Ulan

10-12 MT (megatons)



Clique filme



Atol de Enewetak



2º TESTE: CASTLE BRAVO (1954)

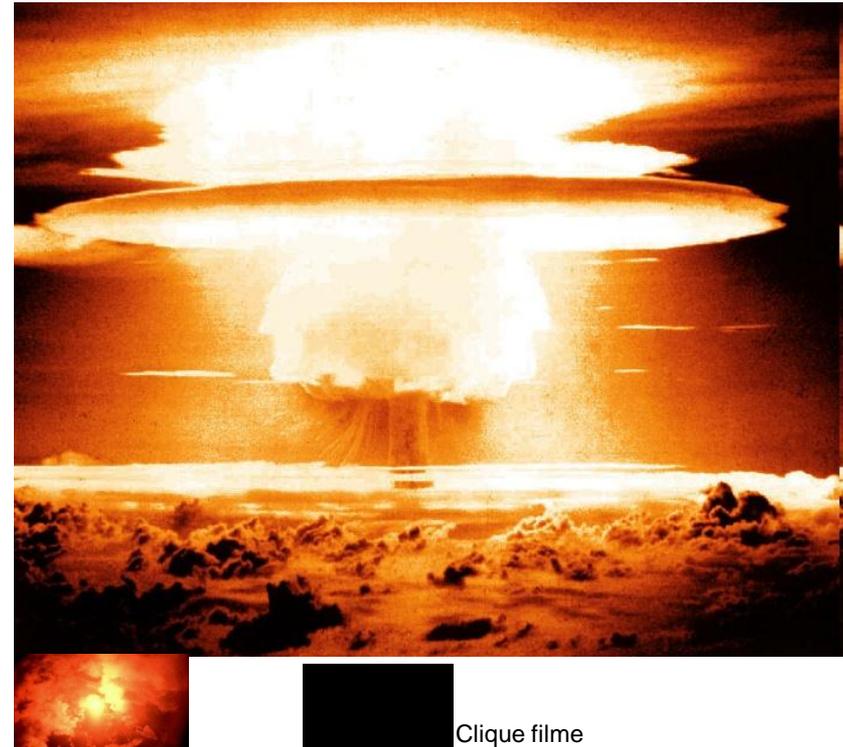
Combustível: LiD (sólido à temperatura ambiente)

Peso: 10,5 ton

15 MT (10 Mt da fissão e 5 Mt da fusão)

Potência 3 x superior à prevista (Li-7)

Atol de Bikini



Clique filme

VEÍCULOS OU MEIOS DE ENTREGA

- Mísseis
- Aviões
- Submarinos
- Tanques
- Canhões
- Soldados (Bombas de demolição) →

W54: 73 kg 0,1-1 KT



1º Submarino nuclear: 1955

Rickover



Nautilus



1º Míssil balístico intercontinental: 1959

Atlas(*)



(*) O desenvolvimento dos programas espaciais das grandes potências deu-se, em grande medida, impulsionado pelo desenvolvimento das armas nucleares (mísseis balísticos → foguetes espaciais).

VISTA GERAL DO COMPLEXO MILITAR ATÔMICO CRIADO NOS E.U.

Produção de Pu e Trítio: - 3 pilhas do Projeto Manhattan
- Até 1955 +5 reatores (4 a água_pesada e 1 pilha). Todos em *Shut down*.

Usinas de enriquecimento: 3 usinas de difusão gasosa (2 operacionais).
Futuro: Ultracentrifugação ou Laser.

Órgão de controle: **NNSA** (National Nuclear Security Administration).



Missão: Manter a segurança do país por meio da aplicação militar da energia nuclear.
Responsável pelo complexo nuclear militar.

Pessoal: $\cong 1.500$ + **Laboratórios:** 37.000.

Verba (Obama): \$11.8 bilhões

PRINCIPAIS LABORATÓRIOS

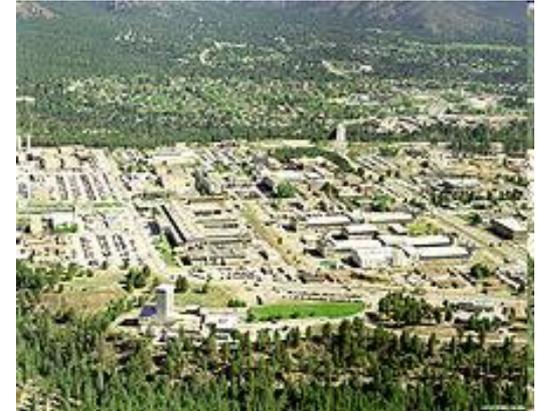
LOS ALAMOS

Criação: 1943

Pessoal (cientistas, engenheiros, técnicos etc.): 9.000

1/3 de físicos, 1/4 de engenheiros etc.

Verba atual: \$2,2 bilhões



LAWRENCE LIVERMORE LABORATORY

Criação: 1952

Pessoal: 6.800 (distribuição: idem)

Verba atual: \$1,5 bilhões



SANDIA

Criação: 1948

Pessoal: 8.400 (1.600 PhDs)

Verba atual: \$2,4 bilhões



Instalações industriais diversas



Rocky Flats (Denver, Colorado): Fabricação dos Núcleos de Pu e U usados nos explosivos.



Planta Y-12 (Oak Ridge): Componentes de U e LiD. **Pessoal:** 4700.



Savannah River: Produção e processamento do trítio. **Pessoal:** 10.000.



Mound (Miamisburg): Detonadores e circuitos eletrônicos associados.



Planta de Pinella (St. Petersburg): Fonte de nêutrons usada nos explosivos.



Planta de Kansas City: Eletrônica e partes não nucleares. **Pessoal:** 2.800.



Planta de Pantex (Amarilho): Altos-explosivos químicos e montagem final dos explosivos nucleares.
Pessoal: 3.800.

Current US Nuclear Weapons Complex



Testes nucleares (até 1994): 1030 (27 para aplicações pacíficas), a maioria em Nevada, nos E.U.



Baker: 21 KT (1947)

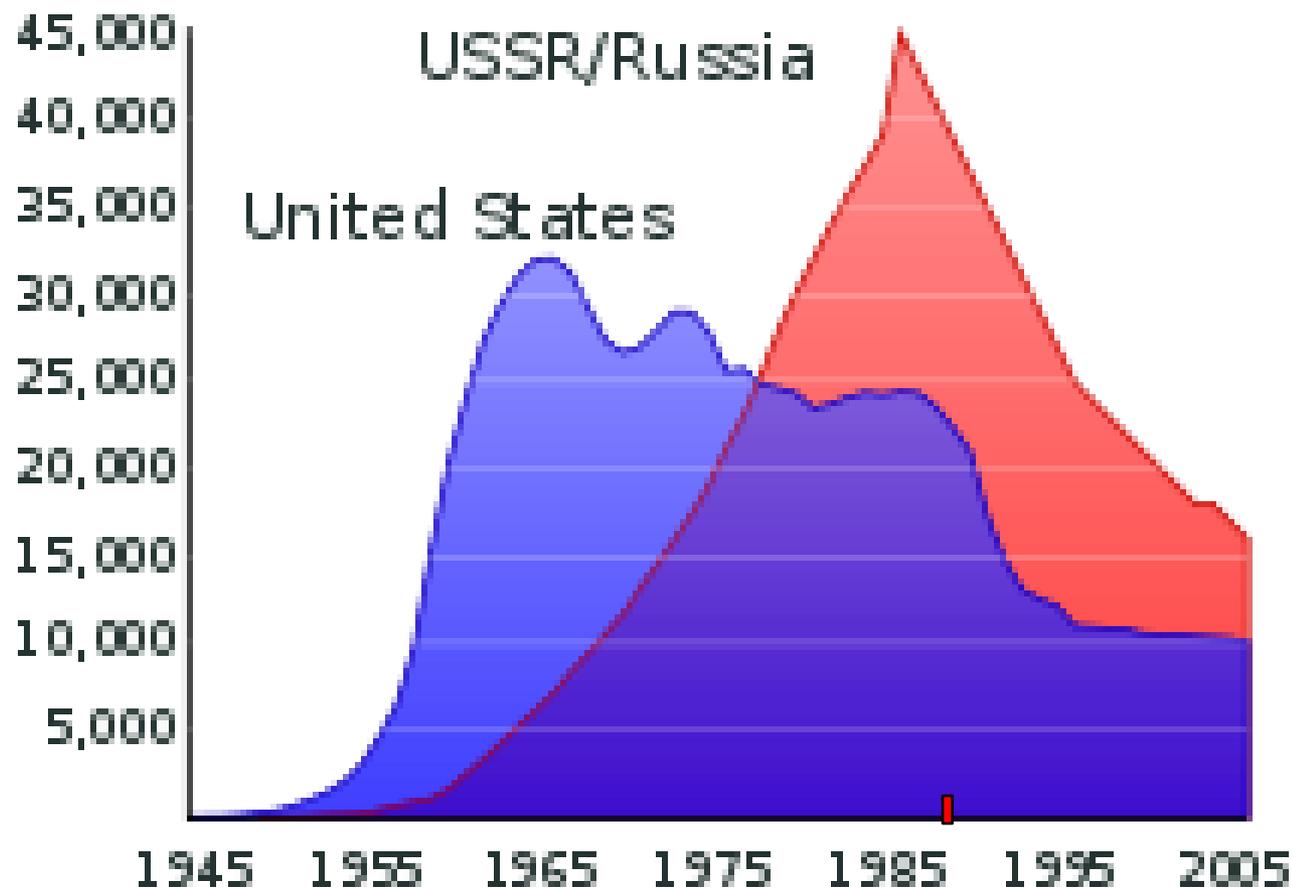
Clique filme

Gastos estimados (\$ de 1988): Bombas: \$230 bilhões. Sistemas de entrega e suporte: \$5,5 trilhões.

Nº de empregados diretos: mais ou menos 90.000 pessoas.

Potência nuclear civil: 104 reatores (20% da potência elétrica total)
Renascimento da energia nuclear: americanos planejam construir dezenas de reatores nucleares até o ano 2050.

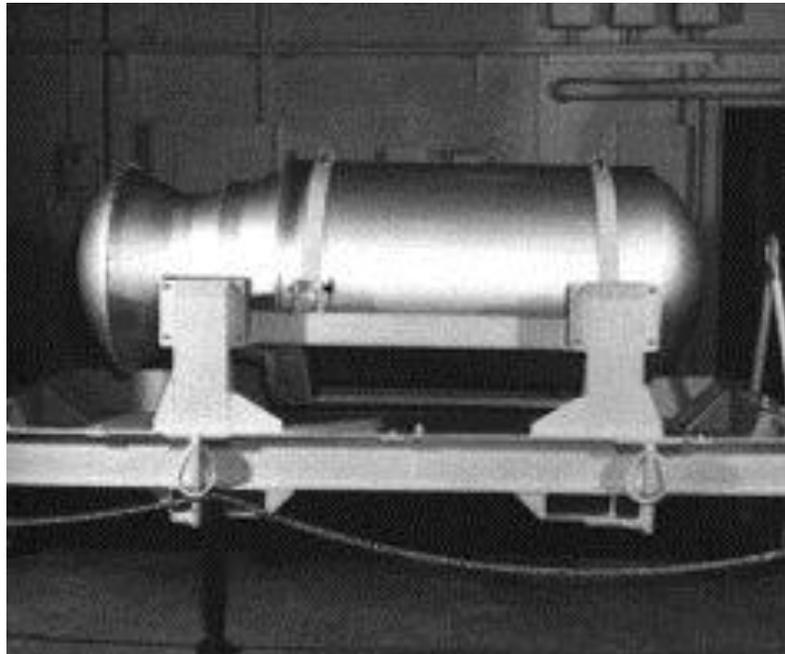
1988: -23.400 bombas (59% estratégicas 41% táticas)
-Força Aérea(43%), Marinha (41%), Exército (16%).
-27 tipos diferentes (6 novos tipos em produção).



B53: 9 MT



W53: 9 MT



Teste atômico (1953)

15 KT (10 km)



W-54 (73 kg): 0,1-1 KT

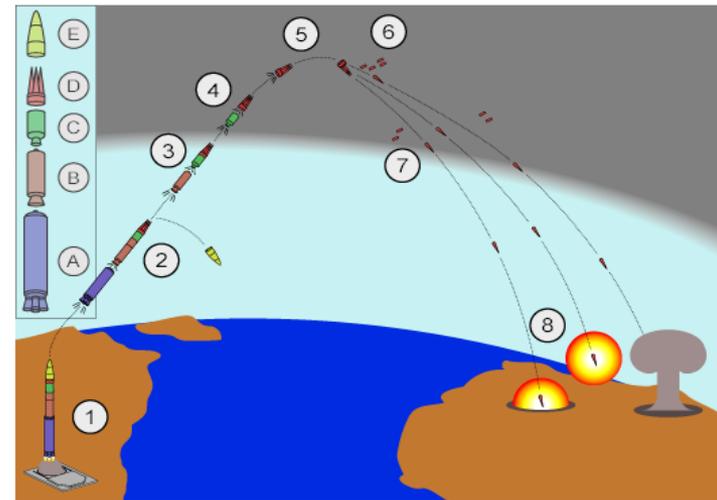
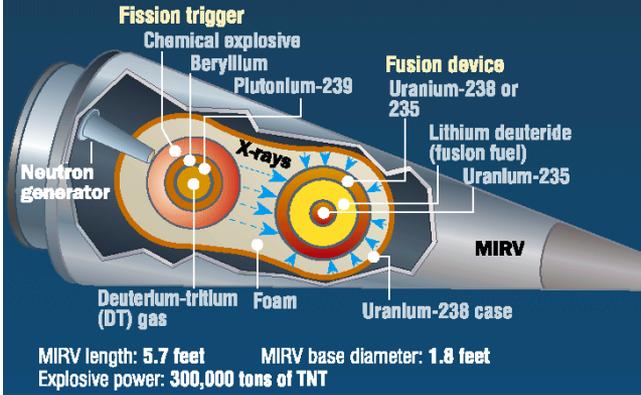


ICBM Minuteman

W-87 (270 kg): 300 KT

A modern thermonuclear

This W87 thermonuclear warhead is launched on an MX intercontinental missile. Packed into a multiple independently targeted re-entry vehicle (MIRV, shown below), it splits off from the missile to strike its target.



THE U.S. NUCLEAR ARSENAL, 2010

TYPE/DESIGNATION	NO.	YEAR DEPLOYED	WARHEADS X YIELD (KILOTONS)	DEPLOYED
ICBMS				
LGM-30G Minuteman III				
Mk-12	—0	1970	1–3 W62 x 170 (MIRV)	—0 ¹
Mk-12A	250	1979	1–3 W78 x 335 (MIRV)	250
Mk-21/SERV	200	2006 ²	1 W87 x 300	250
TOTAL	450			500

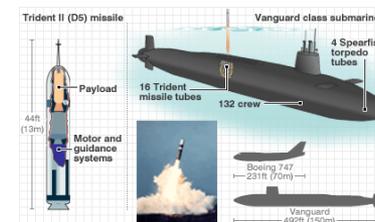
SLBMs³				
UGM-133A Trident II D5				
Mk-4		1992	4 W76 x 100 (MIRV)	568
Mk-4A		2008	4 W76-1 x 100 (MIRV)	200
Mk-5		1990	4 W88 x 455 (MIRV)	384
TOTAL	288			1,152

Bombers				
B-52H Stratofortress	93/44 ⁴	1961	ALCM/W80-1 x 5–150	216
B-2A Spirit	20/16	1994	B61-7/-11, B83-1	100
TOTAL	113/60			316⁵

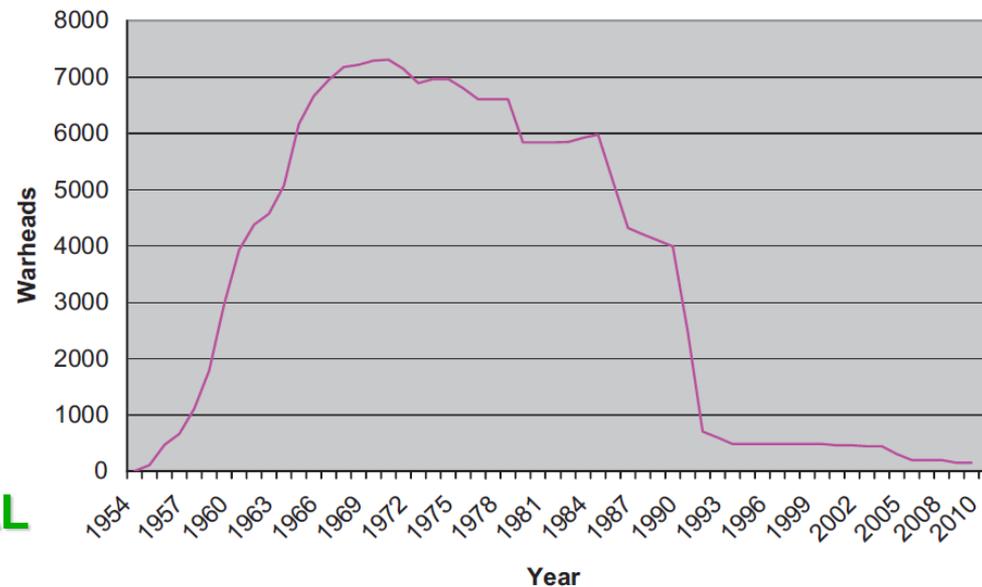
Nonstrategic forces				
Tomahawk SLCM	325	1984	1 W80-0 x 5–150	(100) ⁶
B61-3, -4 bombs	n/a	1979	0.3–170	400 ⁷
TOTAL	>325			500

GRAND TOTAL ~2,468⁸ + 2600 em reserva = 5068

ALCM: air-launched cruise missile
 ICBM: intercontinental ballistic missile
 MIRV: multiple independently targetable reentry vehicle
 SERV: security enhanced reentry vehicle
 SLCM: sea-launched cruise missile
 SLBM: submarine-launched ballistic missile
 TLA/M/N: tomahawk land attack missile-nuclear



FORÇAS NUCLEARES AMERICANAS NA EUROPA



2005:

	US	HOST(*)	TOTAL
Bélgica	0	20	20
Alemanha	90	60	150
Itália	50	40	90
Holanda	0	20	20
Turquia	50	40	90
Inglaterra	110	0	110
TOTAL	190	180	480

B-61

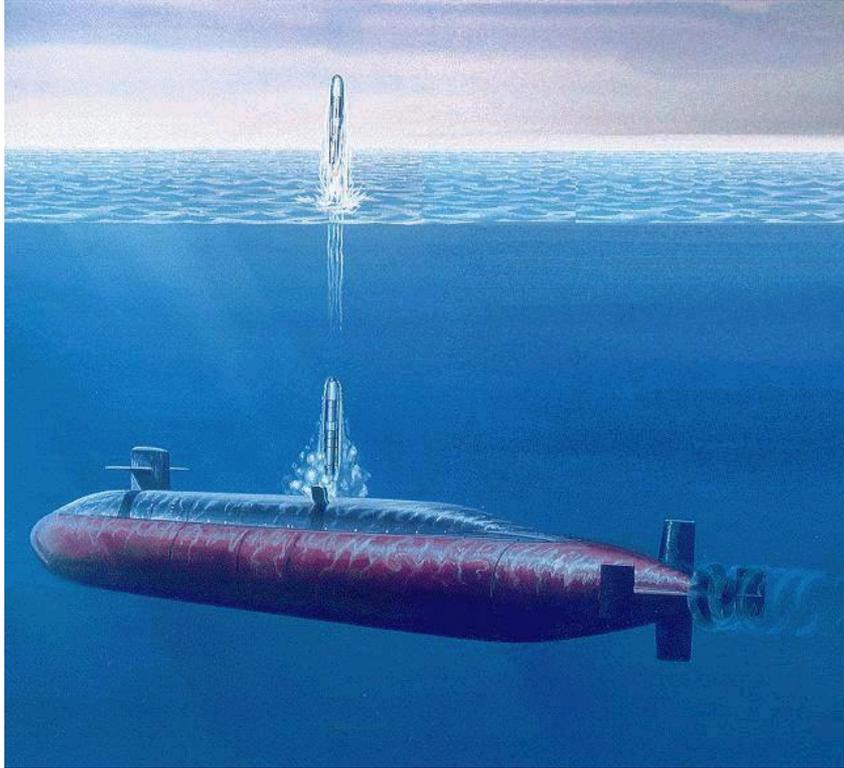


Vários modelos: de 0,3 a 340 KT

(*) Bombas sob custódia americana, mas, em caso de guerra, elas podem ser operadas pelos países onde estão sediadas, os quais participam também de treinamentos operacionais com as mesmas. Força ligada a OTAN.

2011: 150-200 bombas

PROPULSÃO NUCLEAR NAVAL



SUBMARINOS

Classe: Ohio: 18

Virginia: 7

Seawolf: 3

Los Angeles: 43

Classe Ohio:

Dimensões: 171 m x 10 m; velocidade.: 25 nós

Reator nuclear: S8G; recarga: 9 anos

24 Tubos contendo mísseis Trident

Cada míssil leva 4 ogivas W76 de 100 kt

Total de bombas: 96 (9,6 Mt)



PORTA-AVIÕES

Nimitz (2 reatores): 10

Enterprise (8 reatores): 1

DOCTRINA ATUAL

Manter postura nuclear agressiva, com bombas nucleares em alta alerta, para combater adversários munidos com armas de destruição em massa, com possibilidades, inclusive, de ataques preventivos.

Bush:

“Armas nucleares desempenham um papel fundamental na capacidade de defesa dos Estados Unidos, de seus aliados e amigos. Elas fornecem opções militares confiáveis para deter uma ampla gama de ameaças, incluindo ADM e forças militares convencionais de larga escala.”

Obama:

“Os Estados Unidos não vão usar ou ameaçar usar armas nucleares contra estados sem armas nucleares que são parte do TNP e que estejam cumprindo com suas obrigações de não proliferação nuclear.”

RÚSSIA

ANTECEDENTES

1940: Criada comissão para investigar a questão do urânio e fundos para a sua prospecção.

1942: O físico Igor Kurchatov é encarregado de analisar as possibilidades de uma bomba A. Trabalho é interrompido pela invasão da Rússia pelos Alemães.

1943: Trabalho é reiniciado laboratórios de física, mas em pequena escala; após a guerra, em larga escala. Beria, braço direito de Stalin, é nomeado superintendente geral do projeto da bomba atômica.

Lavrentia Beria



Espionagem nos E.U. durante a guerra: Greenglass (mecânico) e o casal Rosemberg: detalhes do mecanismo interno da bomba. Físicos ingleses Alan May e Klaus Fuchs: informações gerais sobre o projeto da bomba americana. Russos tinham cientistas em quantidade e qualidade suficientes para o projeto da bomba A.

1946: Primeiro reator nuclear soviético fica crítico.

1947: Ministro das Relações Exteriores declara nos E.U. que a Rússia já possui os segredos da bomba A.

1º reator produtor de Pu: Reator A, em Chelyabinsk, construído em 18 meses e operacional em jun/1948.

Agosto/1949: Primeiro teste nuclear russo: bomba de Pu (22 KT). Cópia fiel da *Fat Man* americana.

Principal figura de destaque: Igor Kurchatov (físico)



EXPLOSIVO TERMONUCLEAR

1948-1951: Produção de trítio em um reator a água pesada.

Agos/1953: Teste de uma bomba termonuclear *boosted*:
400 kt (modelo do “bolo de camadas”, de Sakharov).

Clique filme



Nov/1955: Teste termonuclear pleno (modelo de 2 estágios): 1,6 Mt.

Principais figuras:
(Físicos)

Sakharov,



Prêmio Nobel
da Paz de 1975

Zeldovich,



Khariton.



INFORMAÇÕES GERAIS

Sítios: Chelyabinsk-40;
Estação Atômica da Sibéria (Tomsk-7);
Dodonov.

Produção de Pu e T: 14 reatores

Reprocessamento: Usinas de reprocessamento do combustível irradiado nas 3 localidades citadas.

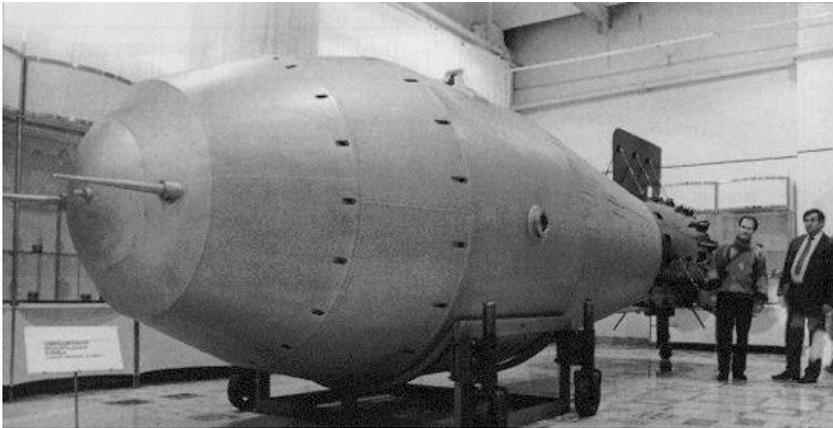
Enriquecimento: Usinas de difusão gasosa.

Laboratórios: - Arzamas-16, ativo desde 1946, em Sarova.
- Instituto de Física Técnica (1955), a oeste dos Urais, a 20 km ao norte de Kasli.

Testes nucleares: 715 (120 com finalidades pacíficas), principalmente em Semipalatinsk, no Casaquistão, e na ilha ártica de Nova Zemlya.

Maior explosão termonuclear (Out/1961)

Bomba Tsar



Potência: 58 MT (4615 bombas de Hiroxima)

Projeto original: 100 MT (com *tamper* de U)

Peso: 30 Ton

Diâmetro da bola de fogo: 8 km



Clique filme



1º ICBM: 1960 (SS-6).

1º Submarino nuclear com mísseis: 1968 (Yankee/SS-N-6).

Potência nuclear civil (URSS): 46 reatores nucleares e vários em construção.

PRINCIPAL LABORATÓRIO

Arzamas 16 (hoje chamado de "Centro Nuclear Federal Russo"):
Ativo desde 1946

Em Sarov – Cidade totalmente cercada e patrulhada por militares. Proibida a entrada de estrangeiros e russos não residentes, sem permissão.

Pessoal (população): $\cong 87.000$ Área: 232 km²



Submarinos equipados com mísseis balísticos:

10 ativos

160 mísseis

576 bombas atômicas.

Typhoon class submarine



Julho/2009: Presidente Medvedev afirma que a Rússia desenvolverá supercomputadores para testar a efetividade das forças nucleares russas.

Nov/2009: Medvedev declara que em 2010 as forças nucleares russas receberão mais 30 mísseis balísticos lançados por mar e terra, e mais 3 novos submarinos nucleares.

RUSSIAN NUCLEAR FORCES, 2010

TYPE	NAME	LAUNCHERS	YEAR DEPLOYED	WARHEADS X YIELD (KILOTONS)	TOTAL WARHEADS
STRATEGIC OFFENSIVE WEAPONS					
ICBMs					
SS-18	Satan	50	1979	10 x 500/800	500
SS-19	Stiletto	60	1980	6 x 400	360
SS-25	Sickle	150	1985	1 x 800	150
SS-27 (Mod. 1)	(Topol-M, silo)	50	1997	1 x 800	50
SS-27 (Mod. 1)	(Topol-M, mobile)	18	2006	1 x 800?	18
SS-27 (Mod. 2)	(RS-24)	3	2009	~4 x 400?	12
SUBTOTAL		331			1,090
SLBMs					
SS-N-18 M1	Slingshot	4/64	1978	3 x 50 (MIRV)	192
SS-N-23	Skiff	2/48	1986	4 x 100 (MIRV)	128
SS-N-23 M1	Sineva	4/48	2007	4 x 100 (MIRV) ¹	256
SS-N-32	Bulava-30	(1/16)	~2010	6 x 100 (MIRV)	0
SUBTOTAL		10/160			576
Bombers/weapons					
Tu-95 MS6	Bear H6	31	1984	6 x AS-15A ALCMs, bombs	186
Tu-95 MS16	Bear H16	31	1984	16 x AS-15A ALCMs, bombs	496
Tu-160	Blackjack	13	1987	12 x AS-15B ALCMs or AS-16 SRAMs, bombs	156
SUBTOTAL		75			838
SUBTOTAL STRATEGIC OFFENSIVE FORCES					~2,600
NONSTRATEGIC AND DEFENSIVE WEAPONS					
ABM/Air defense					
53T6	Gazelle	68	1986	1 x 1,000/10	68 ²
SA-10	Grumble	1,900	1980	1 x low	630
Land-based air					
Bombers/fighters		~524		ASM, bombs	650
Naval					
Submarines/surface ships/air				SLCM, ASW, SAM, ASM, DB, torpedoes	700
SUBTOTAL NONSTRATEGIC AND DEFENSIVE FORCES					~2,000³
TOTAL					~4,600⁴ + 7300 em reserva = 11900

ABM: Antibalistic missile
 ALCM: Air-launched cruise missile
 ASM: Air-to-surface missile
 ASW: Antisubmarine weapon
 DB: Depth bomb
 ICBM: Intercontinental ballistic missile
 MIRV: Multiple independently targetable reentry vehicle
 SAM: Surface-to-air missile
 SLBM: Submarine-launched ballistic missile
 SLCM: Sea-launched cruise missile
 SRAM: Short-range attack missile

DOCTRINA RUSSA ATUAL

Rússia se reserva o direito de usar armas nucleares em resposta ao uso de armas nucleares ou de destruição em massa por outras nações contra ela ou seus aliados, e no caso de agressão contra ela com armas convencionais que ponham em perigo a existência do estado.

Rússia mantém armas nucleares como o item principal de sua segurança: “Rússia deve ser forte” — é o pensamento dominante do governo russo.

Putin afirmou, recentemente, que 90% da segurança do território russo é mantido pelas forças nucleares russas.

Rússia não abre mão de seu arsenal nuclear como expressão de poder e prestígio no mundo, abalados após o fim da Guerra-Fria.

INGLATERRA

Objetivos: - Manter o status de superpotência
- Criar uma força nuclear dissuasiva própria

1942-1945: Cooperação com os americanos durante o Projeto Manhattan. Após a guerra, essa cooperação foi praticamente interrompida pelos americanos (retomada em 1958, após os ingleses mostrarem sua capacidade).

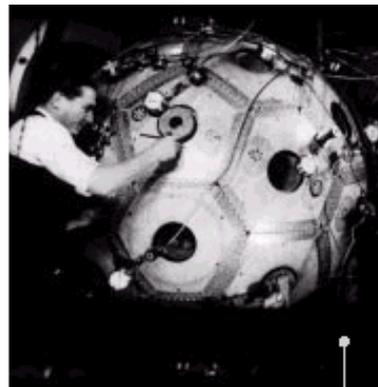
1947: Lançado oficialmente o programa nuclear militar inglês. Em 1948, ele é tornado público no Parlamento.

Produção de Pu: Inicialmente em 2 pilhas atômicas em Windscale (U-nat, grafite, refrigerada a ar, 150 Mwt).
Posteriormente: em 4 reatores de potência do tipo Calder Hall (U-nat, grafite, CO₂, vaso de pressão).

Usina de enriquecimento: Difusão gasosa (Copenhurst, Manchester).

1952: 1ª explosão: bomba de Pu de 25 KT.

Principal responsável: William Penny, matemático e especialista em altos explosivos químicos. Trabalhou no Projeto Manhattan.



1957: 1ª explosão termonuclear (1,8 MT)

Laboratório: Aldermarston (perto de Reading).

Nº de testes nucleares: 45 (a maioria em Nevada, nos E.U.)

1968: 1º submarino nuclear com mísseis (Resolution/ Polaris A3)

1982: Guerra das Malvinas. Submarino nuclear afunda o navio argentino Belgrano. Possível ameaça de Margaret Thatcher de soltar bomba atômica na cidade de Córdoba, caso o presidente francês Mitterrand não fornecesse os códigos de desativação dos mísseis exocet em poder da Argentina.

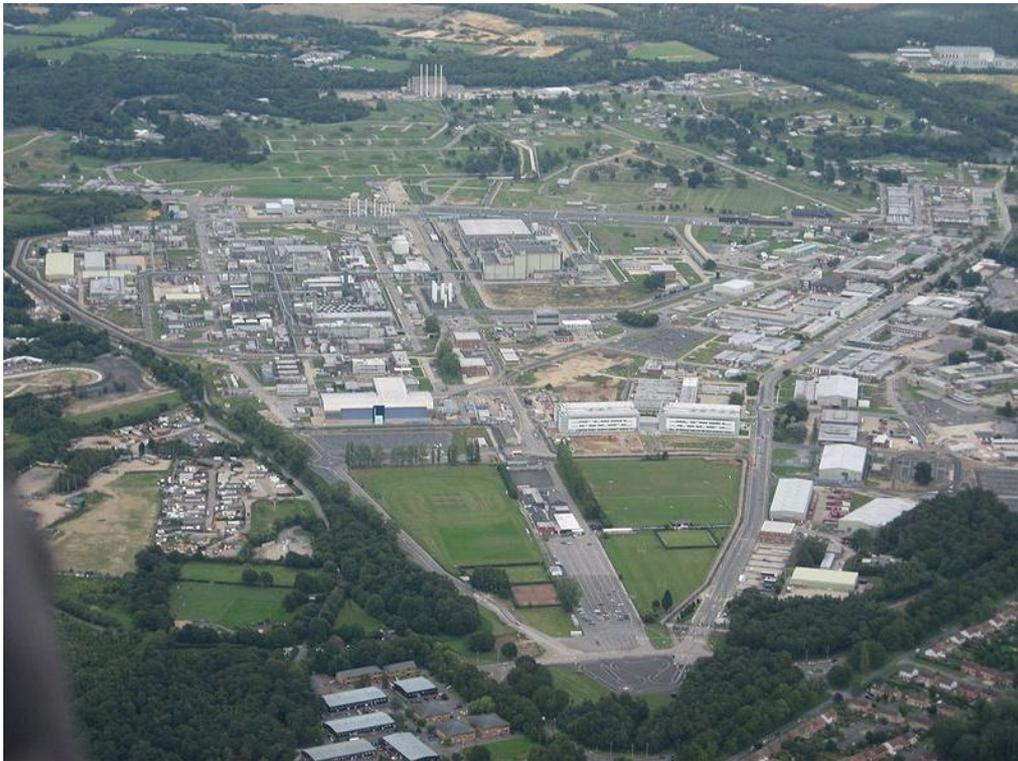
Potência nuclear civil: 39 reatores nucleares de potência (21,7% da potência elétrica instalada).

PRINCIPAL LABORATÓRIO



Investimento recente: £ 1
bilhão de libras em 3 anos

ATOMIC WEAPON ESTABLISHMENT



Fundação: 1950

Pessoal: 6.500



Obs: Pertence ao Min. da Defesa, mas é operada por companhias privadas (Serco, Lockheed Martin e Jacobs Engineering Group).

SISTEMA E ARSENAL ATUAL

Míssil Trident



U.S. W-76 (100 KT)



Submarino nuclear classe *Vanguard*



- N_0 de submarinos: 4
- N_0 de mísseis Tridents/submarino: 16
- N_0 de bombas/mísseis: 1-3 W76 (100 KT)
- N_0 total de bombas: 192 (19,2 MT)

Obs: Assim como os americanos, os ingleses estão desenvolvendo novos submarinos nucleares que não precisam de recarga do combustível nuclear, durante a vida útil do submarino.

POLÍTICA BRITÂNICA

Manter um nível mínimo de dissuasão nuclear (reduzida a 25% do total já existente)

Manter o prestígio e o status de superpotência

Manter a estreita colaboração com os E.U.

Manter a inteligência e a capacidade de modernizar seu arsenal nuclear e de projetar e fabricar, se necessário, novos artefatos nucleares.

FRANÇA

Motivação principal: Criação de uma segurança própria independente, baseada na dissuasão nuclear.

1945: Criação da CEA (Comissão de Energia Atômica), dirigida inicialmente por Dautry e Joliot Curie (um administrador e um cientista; este último, comunista e pacifista, foi demitido em 1950). Até 1950, apenas atividades ligadas a fins pacíficos.

1952: Plano de 5 anos para construção de 2 pilhas atômicas para a produção de Pu e de uma usina de reprocessamento (inicialmente para fins pacíficos).

1954: É tomada a decisão de implementar um programa para o desenvolvimento de uma bomba atômica e de um submarino nuclear.

1956: Criação de uma divisão de aplicações militares na CEA.

1960: Construídas 3 pilhas atômicas: G1 (43 MWt)
G2 e G3 (250MWt)

1960: 1ª explosão nuclear: bomba de Pu (60 KT).

1967: Usina de enriquecimento de U (Pierrelate, difusão gasosa).
Produção de trítio em 2 reatores (HWR): Celestin 1 e 2 (190MWt).
Com a explosão da bomba H da China, De Gaulle impacienta-se e manda acelerar os trabalhos finais da bomba H da França.

1968: 1ª explosão termonuclear (2,6 Mt)

Testes nucleares: 192. A maioria no atol de Moruroa

{	41 testes atmosféricos (1966-74)
	134 subterrâneos (1975/91)
	8 testes (1995/96)

1971: 1º míssil balístico de alcance intermediário (S-2).

1972: 1º submarino nuclear.

Potência nuclear civil: 59 reatores de potência (cerca de 80% da capacidade elétrica total).

Principal laboratório: Limeil-Valenton (Val-de-Marne). Efetivo: 950

Centro de montagem: Valduc (corte-d'Or). Efetivo: $\cong 1000$

BOMBAS OPERACIONAIS

TN81: Termonuclear (até 300 KT)

200 kg

Carregada por mísseis de médio alcance

TN75: Termonuclear (100 KT)

Stealthy (à prova de detecção por radar)

Em mísseis M45 lançados por submarinos

Novas bombas: TNA e TNO (testes em Moruroa em 1996)

THE FRENCH ARSENAL

LAND-BASED AIRCRAFT

	NO.	YEAR OPERATIONAL	RANGE (KILOMETERS)	WARHEADS x YIELD (KILOTONS)	ACTIVE WARHEADS
Mirage 2000N/ASMP	50	1988*	2,750**	1 TN81 X VARIABLE TO 300	50
Rafale F3/ASMP-A	?	2008	2,000	1 TNA X VARIABLE TO ?	—

CARRIER-BASED AIRCRAFT

	NO.	YEAR OPERATIONAL	RANGE (KILOMETERS)	WARHEADS x YIELD (KILOTONS)	ACTIVE WARHEADS
Super Étendard/ASMP	10	1978	650**	1 TN81 X VARIABLE TO 300	10
Rafale MK3/ASMP-A	?	(2010)	2,000	1 TNA X VARIABLE TO ?	—

SLBMs

	NO.	YEAR OPERATIONAL	RANGE (KILOMETERS)	WARHEADS x YIELD (KILOTONS)	ACTIVE WARHEADS
M45***	48	N/A	4,000+	4–6 TN75 x 100	240

* The ASMP first became operational on the Mirage IV in 1986.

** Maximum range of the ASMP is 300 kilometers; for the ASMP-A it is 500 kilometers.

*** Three sets of 16 M45 missiles are deployed on three of four SSBNs in the operational cycle.

TOTAL: 300

FRENCH SSBNs

NAME/SLBM*	YEAR OPERATIONAL	MISSILE RANGE (KILOMETERS)	WARHEADS x YIELD (KILOTONS)	TOTAL WARHEADS
<i>Le Triomphant</i> /M45	1997	4,000+	4–6 TN75 x 100	80
<i>Le Téméraire</i> /M45	1999	4,000+	4–6 TN75 x 100	80
<i>Le Vigilant</i> /M45	2005	4,000+	4–6 TN75 x 100	80
<i>Le Terrible</i> /M51.1**	(2010)	6,000	4–6 TN75 x 100	0

* Three sets of 16 M45 missiles are deployed on three of four SSBNs in the operational cycle.

** Its first deployment is scheduled for 2010.

SSBN: Nuclear-power ballistic missile submarine

SLBM: Submarine-launched ballistic missile

DOCTRINA FRANCESA

Manter sua política de independência em relação aos E.U., com força nuclear própria. Pode usar armas nucleares contra países que promovam ataques terroristas contra seu território.

Desde o final da Guerra-Fria tem reduzido seu poderio e desativado várias instalações de seu complexo nuclear militar, bem como o campo de testes e laboratórios de produção de material físsil.

Continua, porém, a modernizar seus sistemas remanescentes do complexo nuclear-militar.

CHINA

Motivações: - Quebrar o monopólio dos E.U., da Rússia e da Inglaterra e criar uma força nuclear dissuasiva própria. (A China foi ameaçada nuclearmente pelos americanos durante a Guerra da Coreia.)

- Recuperar atraso científico e tecnológico por meio do desenvolvimento nuclear

1955: China toma a decisão de desenvolver armas nucleares.

1957: Acordo de cooperação entre a Rússia e a China para dotá-la da capacidade de fabricar armas nucleares.

1959: Acordo é rompido, devido a rugas ideológicas e às intenções russas de tutelar e controlar as futuras armas chinesas. (Após visitar a China, Krushev tem péssima impressão de Mao Tse-Tung.)

1960: Retirada de todos os técnicos soviéticos da China, que é obrigada a prosseguir, sozinha, com os empreendimentos iniciados em cooperação com a Rússia.

Antes de 1964: Usina de enriquecimento de urânio, em Lanzhou (Kansu). Difusão gasosa; capacidade provável (1972): 270 kg de U-235 (93%)/ano

Out/1964: 1ª explosão nuclear: bomba de U (20 KT).

Maio/1966: Bomba *boosted* (200 kt).

Jun/1967: 1ª explosão termonuclear plena (3 MT).

1967: Início da produção de Pu no complexo do reator de Yumen.
Capacidade: 600 MWt (200 kg de Pu/ano).

Laboratórios: 2 complexos para pesquisa, produção e montagem de explosivos nucleares (Qinhai e Sichuan).

Testes nucleares: 41, no deserto de Lop Nur.

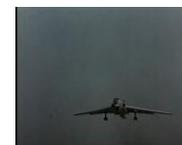
1979: 1º ICBM (Dong Feng-5)

1986: 1ª submarino nuclear com mísseis (XIA Julang-1).

1988: Provável teste, com sucesso, de uma bomba de nêutron (1-20 KT).

Potência nuclear civil: 13 reatores em operação, 25 em construção e 50 planejados (principalmente do tipo PWR).

Um dos pais da bomba A e
H chinesa: Deng Jiaxian
(físico, PhD nos E.U.)



Clique filmes

PRINCIPAL LABORATÓRIO:

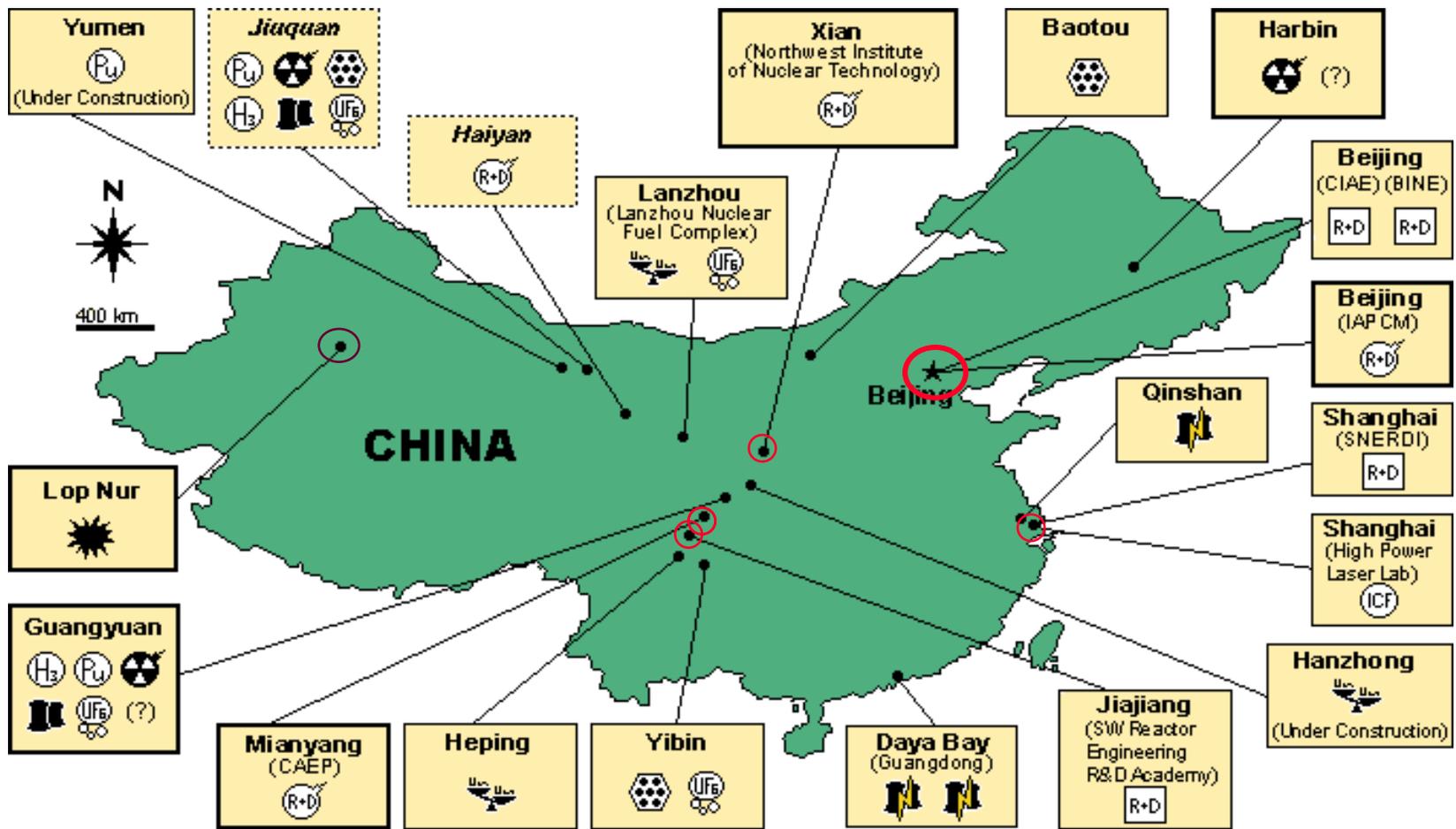
Academia Chinesa de Engenharia Física

Ano de fundação: 1960

- Pesquisa, projeto e desenvolvimento de armas nucleares
- 20.000 empregados (8.000 pesquisadores e técnicos)
- 12 institutos de pesquisa
- 15 laboratórios de natureza estratégica
- Sede dos mais proeminentes cientistas da China
- Complexo totalmente vigiado e vedado a estrangeiros



Obs: Cooperação com os americanos totalmente inviabilizada após publicação, pelo Congresso americano, do Relatório Cox, acusando os chineses de espionagem, e também pelo bombardeio da embaixada chinesa em Belgrado, em 1999.



Military Oversight	Uranium Conversion	Inertial Confinement Fusion (ICF)
Civilian Oversight	Uranium Enrichment	Nuclear Testing
Closed	Fuel Fabrication	Weaponization
Nuclear Reactor	Plutonium Reprocessing	Nuclear Weapons Research & Design
Nuclear Power Reactor	Tritium Production	Nuclear Research Organization

SUBMARINOS NUCLEARES

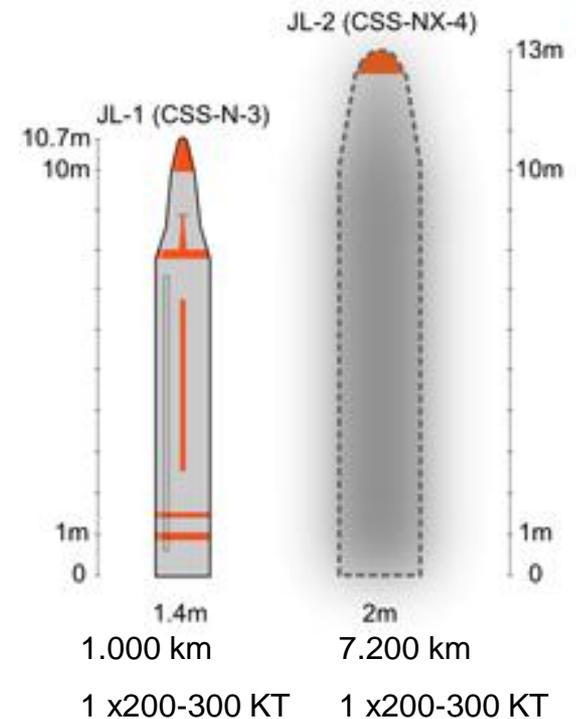
Programa envolto em mistério

- 2 construídos: 1 da classe Xia e 1 da classe Jim.
- + 2 sendo construídos ou prontos: Classe Jim.
- Estima-se que há previsão de construção de 8 ou mais submarinos.

Submarino nuclear classe Jim



12 tubos de lançamento de mísseis



Chinese nuclear forces, 2010

Type	NATO designation	Number	Year deployed	Range (kilometers)	Warhead × yield (kilotons)	Number of warheads
<i>Land-based ballistic missiles</i>						
DF-3A	CSS-2	~17	1971	3,100	1 × 3,300	~17
DF-4	CSS-3	~17	1980	5,400+	1 × 3,300	~17
DF-5A	CSS-4	~20	1981	13,000+	1 × 4,000–5,000	~20
DF-21 ^a	CSS-5 Mods 1,2	~60	1991	2,150	1 × 200–300	~60
DF-31	CSS-10 Mod 1	~8	2006 ^b	7,200+	1 × 200–300?	~8
DF-31A	CSS-10 Mod 2	~13	2007	11,200+	1 × 200–300?	~13
<i>Submarine-launched ballistic missiles^c</i>						
JL-1	CSS-NX-3	(12)	1986	1,000+	1 × 200–300	(12)
JL-2	CSS-NX-4	(36)	2012?	7,200+	1 × 200–300?	(36)
<i>Aircraft^d</i>						
H-6	B-6	~20	1965	3,100	1 × bomb DH-10	~20 ? ^e
Others (?)	?	?	1972–?	–	1 × bomb	~20
Total						~175 ^f

Reserva: ≈65

Total: ≈240

Arsenal táctico: desconhecido

DOCTRINA BÁSICA DA CHINA:

Manter uma capacidade mínima de dissuasão, de pressão psicológica, não só contra os E.U. e a Rússia, mas também contra adversários mais próximos, como a Índia e o Japão.

- Embalados pelo atual progresso econômico, possível aumento e modernização de seus sistemas de armas nucleares (aumento da força estratégica de mísseis e da frota de submarinos).

O objetivo é aumentar a capacidade de dissuasão, frente às outras potências nucleares e, principalmente, frente a potências locais, como Japão e Índia.

O PROGRAMA ABORTADO DA SUÉCIA

- 1947: Criada a Companhia de Energia Atômica da Suécia.
- 1950: Líderes militares dão declarações públicas favorecendo o desenvolvimento de armas nucleares, com o objetivo de garantir a segurança do estado.
- 1954: Comandante das forças armadas recomenda investigação para aquisição de armas nucleares táticas.
- 1955: Estabelecido programa de longa duração, oficialmente com finalidades civis, aprovado pelo Parlamento: construção de reatores, mineração doméstica de urânio, fabricação de água pesada e reprocessamento.
- 1958: Reator a água pesada (60 Mwt) construído em rocha profunda (20-25 kg Pu/ano), em Agesta, subúrbio de Estocolmo (até 1974).
- Ainda em 1958: Parlamento proíbe a montagem de explosivos, mas, por razões de defesa, permite a continuação das pesquisa e experimentos.

1960: Problemas de custo e pressão americana. Interesse da indústria nos reatores do tipo PWR (impróprios para a produção de Pu para fins militares.)

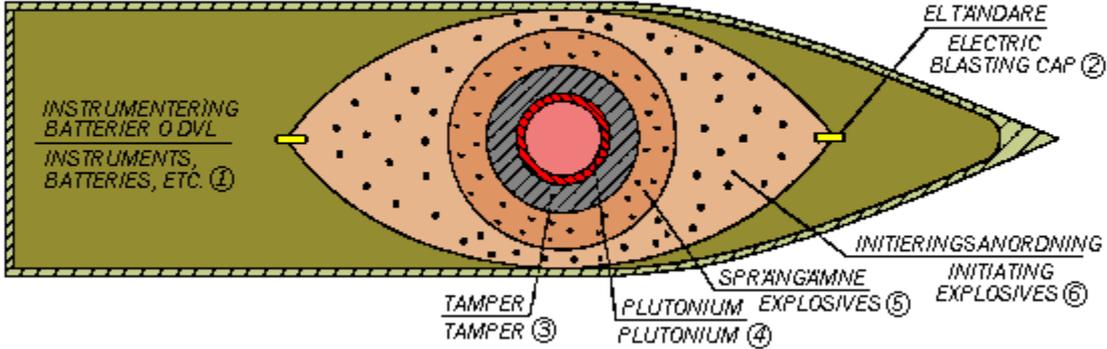
1968: Parlamento proíbe definitivamente a posse de explosivos nucleares. Assinatura do TNP.

Potência nuclear civil: 12 reatores (45% da capacidade elétrica total).

Sala de controle do reator de Agesta



Atomvapnens konstruktion
Atomic Weapons Construction



Principkonstruktion av uranbomb

ÍNDIA

Programa nuclear: Antigo e conduzido de forma coerente e contínua ao longo dos anos. Foi criado para servir como o carro chefe do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial do país.

Ambições militares e estratégicas: - Prestígio internacional.
- Fazer face ao poder nuclear da China.
- Conflito com o Paquistão.
Índia jamais assinou o TNP

1949: Criação da AEC (Comissão de Energia Atômica), dirigida por Homi Bhabha até sua morte, em 1966.

1954: Reestruturação da AEC. Bhabha convence Nheru, Primeiro Ministro, da importância estratégica, militar e diplomata da energia nuclear. É criado o Centro de Pesquisa Atômica de Bhabha.

1955: Diante da sugestão de que a Índia deveria renunciar unilateralmente ao uso de armas nucleares, Nheru retruca que discutiria o assunto no dia em que a Índia tivesse capacidade de fabricá-las.

- 1960: 1° reator a água pesada (Cirus), construído em cooperação com o Canadá, fica crítico (40 MWt). Embora para pesquisa, produziu o Pu para o 1° teste nuclear indiano, de 1974.
- 1965: Planta de reprocessamento com tecnologia própria.
- 1971: Tratado de amizade e cooperação com a URSS. Invasão do Paquistão. Americanos intervêm no conflito com o porta aviões (nuclear) *Enterprise*.
- 1972: Primeira Ministra Indira Gandhi decide em segredo desenvolver e testar um explosivo nuclear.
- 1974: 1° (e único até 1998) teste nuclear. Bomba de Pu (12 kt).
- 1980: Programa de *fusão por confinamento inercial*, no centro de Bhabha (explosivos termonucleares).
- OBS: Programa nuclear bélico foi iniciativa de um grupo de cientistas nacionalistas, com ligação direta com os governos indianos.

1988: 5 testes nucleares no deserto de Pokhran.

2006: Após 30 anos de boicote ao programa nuclear da Índia, Estados Unidos assinam amplo acordo nuclear com o país, num reconhecimento tácito da Índia como potência nuclear.



2011: Presidente Obama visita a Índia e defende a entrada do país no Conselho de Segurança da ONU (mais uma prova do reconhecimento da Índia como potência nuclear bélica).



RESUMO DO COMPLEXO NUCLEAR DA ÍNDIA

- 14 reatores de potência em operação (a maioria PHWR) + 6 em construção
- 5 reatores de pesquisa [incluindo CIRUS e um reator HWPR (DHRUVA) de 100 MWt não sujeito a quaisquer salvaguardas]. Estoque abundante de PU para uso militar (Pu-239 > 95%).
- 7 usinas de produção de água pesada.
- 2 usinas de reprocessamento do combustível irradiado de reatores
- Vários centros de pesquisa e de tecnologias avançadas.

Projeto dos explosivos: Centro de Bhabha

Montagem final para uso militar: *DRDO (Defense Research Development Organization)*

- Reator rápido de plutônio e refrigerado a sódio de 50 MWt (atualmente, a Índia está construindo um reator rápido de 500 MWe).

- Instalações diversas ligadas ao domínio completo do ciclo do combustível nuclear.
- Pequena planta de enriquecimento de urânio, pelo método da ultracentrifugação (próximo a Mysore).
- Desenvolvimento de mísseis balísticos de curto e médio alcance com capacidade de levar cargas nucleares. (A Índia tem, também, um avançado programa espacial.)
- Construção de submarinos nucleares

BARC: Bhabha Research Atomic Center



Inaugurado: 1957

Pessoal: 9.000

Principais reatores produtores de Pu p/fins militares:

Cirus (40 MW)

Dhruva (100 MW)

Homi Bhabha



Dois dos principais cientistas responsáveis pelo programa nuclear bélico da Índia.



R.Chidambaram K.Santhanam,

DRDO: Defense Research Development Organization



Pessoal: 30.000 (7.000 cientistas)

Verba: \$2,3 bilhões

Local: Nova Delhi

OS TESTES DE MAIO/1998

5 explosões no deserto de Pokhran (350 milhas de Nova Deli).

11/maio: 0,2 KT

12 KT (bomba mais leve e compacta)

40 KT (explosivo termonuclear de dois estágios)

17/maio: 0,2 KT e 0,6 KT (finalidade não especificada)

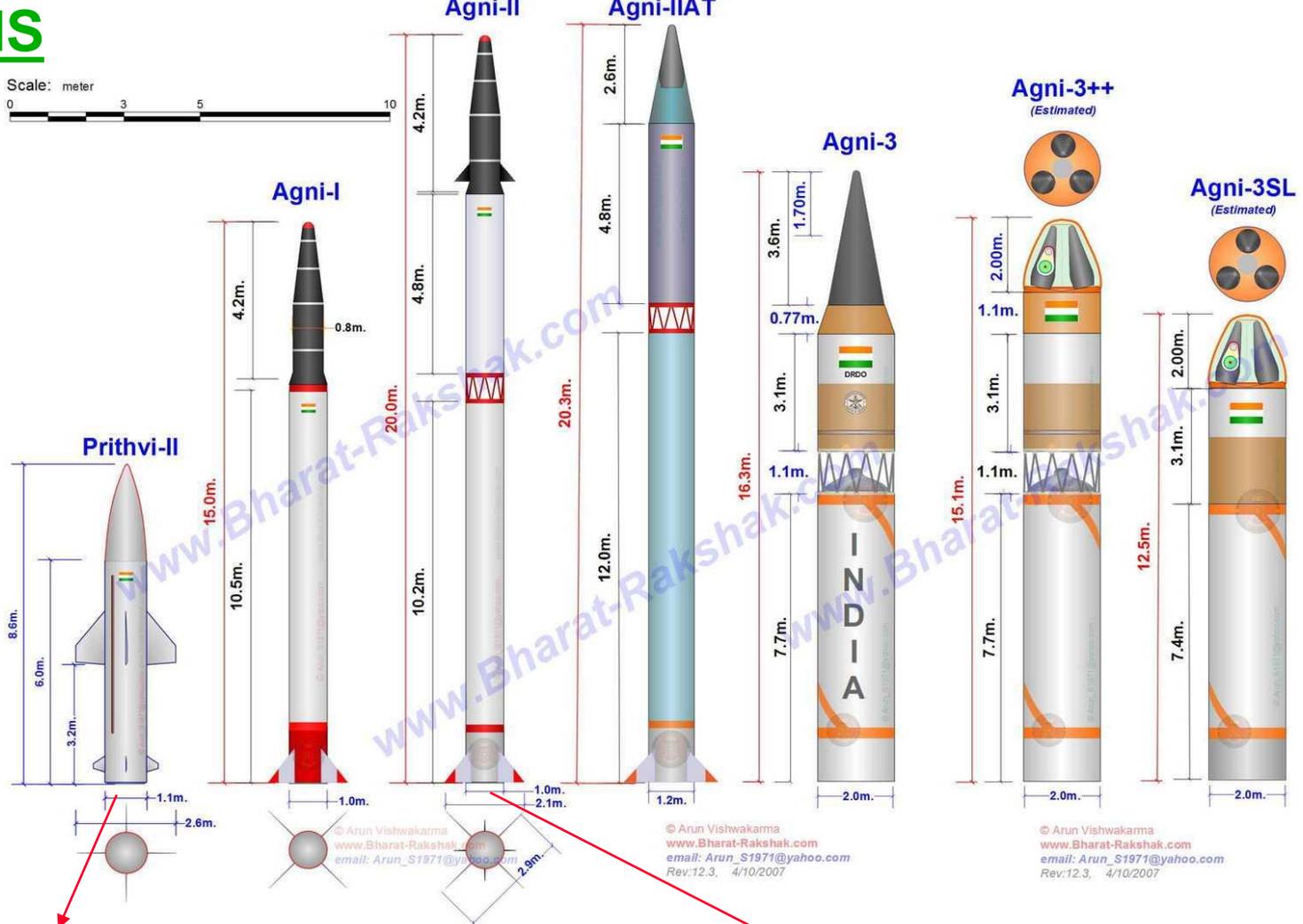
Arsenal provável: 60 a 80 bombas nucleares.

“WEAPONIZAÇÃO”:

- Sofisticação e otimização dos artefatos nucleares.
- Colocação das bombas nos meios ou veículos de entrega.
- Criação de um centro de controle nuclear militar.



MÍSSEIS



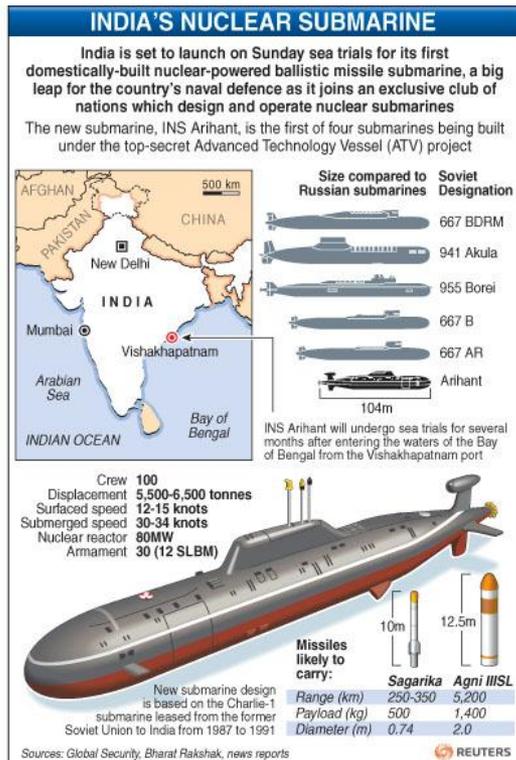
Prithvi: 1 Ton/280 km



Agni II: 1 Ton/2000 km

SUBMARINOS

- 6 submarinos convencionais com capacidade de lançar mísseis cruzeiros com ogivas nucleares.
- Aluguel (de 1988 a 1991) de um submarino nuclear russo para ganhar experiência. Aquisição de conhecimento com os russos.
- 2009: 1 submarino nuclear indiano (Arihant) + 2 em construção.



Arihant (2009)

- **Reator:** PWR de 85 MW com U-235(40%)
- **Velocidade:** superfície: 22-28 km/h
submerso: 44 km/h
- **Mísseis:** 12 tubos verticais p/lançamento de mísseis balísticos com ogivas nucleares



PAQUISTÃO

Motivação principal: Fazer face ao poder nuclear da Índia. Ali Bhutto (1965):

“Se necessário os paquistaneses comerão grama a fim de manter a paridade nuclear com a Índia”

1955: Criação da Comissão de Energia Atômica.

1965: Início da construção de um reator de potência de 125 MWe em Karachi, com o Canadá, sujeito a salvaguardas. Crítico em 1971.

1972: Após a derrota na guerra com a Índia, Bhutto lança o chamado “Projeto 706” (apelo aos cientistas para construírem a bomba atômica para sobrevivência da nação).

1972-1975: Abdul Khan (chefe do projeto de enriquecimento de U) trabalha em firma alemã ligada a Urenco, subtraindo segredos tecnológicos do processo de ultracentrifugação.

1979: Após a invasão do Afeganistão pela Rússia, é renovada, pelos E.U., a ajuda militar e econômica ao Paquistão.

1982: Ano em que se suspeita que a China forneceu ao Paquistão detalhes do projeto de sua bomba A CHIC-4, de 1966, de 12 KT e 1.290 kg.

1983: Provável número de centrífugas operacionais na usina de Kahuta: 1.000 [25-75 kg de U-235(93%)/ano].

Capacidade atual estimada: 10.000-20.000 centrífugas (75-100 kg de U(93%)/ano: 2 a 3 bombas /ano)

1985-1987: Importação da Alemanha de equipamentos de purificação do trítio (planta em *bunker* militar).

1989: Testes com 2 mísseis de curto alcance: 90 e 330 km/ 500 kg de carga.

Produção de Pu: Construção de um reator de 50 MWt para produção de Plutônio (8-10 kg de Pu/ano: 1 a 2 bombas/ano).

Reprocessamento: planta em Islamabad (10-20 kg/ano).

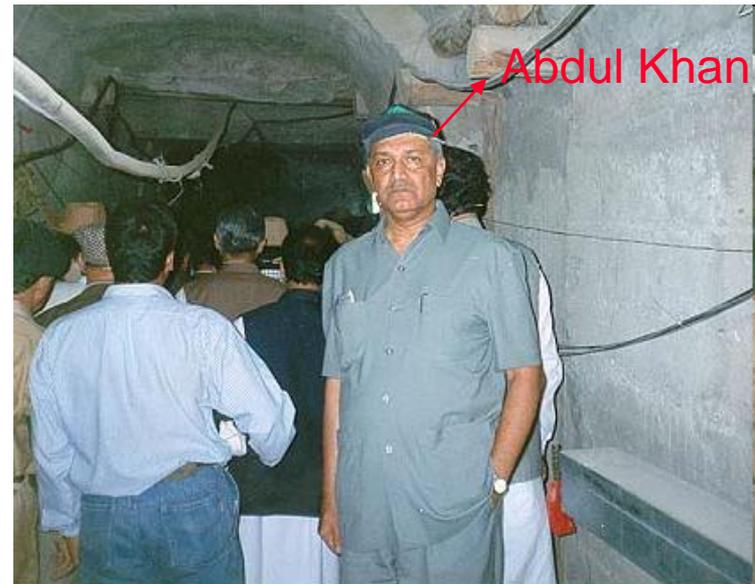
Arsenal provável: 70-90 bombas nucleares (principalmente com Urânio altamente enriquecido).

OS TESTES DE MAIO/1988

28/Maio: 5 artefatos (um com potência de 30-45 KT)

30/Maio: 1 artefato (mais leve, de tamanho menor, de 15-18 KT)

- OBS: 1) Tais potências não foram confirmadas por dados sismográficos internacionais.
- 2) Há antecedente de que a China testou um artefato nuclear do Paquistão em 1990.



PAKISTANI NUCLEAR FORCES, 2009

We estimate that Pakistan has produced 70-90 nuclear warheads that can be deployed on the following delivery vehicles:

TYPE	RANGE ¹ (kilometers)	PAYLOAD (kilograms)
Aircraft		
F-16A/B	1,600	1 bomb (4,500)
Mirage V	2,100	1 bomb (4,000)
Ballistic missiles		
Ghaznavi (Hatf-3)	~400	Conventional or nuclear (500)
Shaheen-1 (Hatf-4)	450+	Conventional or nuclear (1,000)
Shaheen-2 (Hatf-6)*	2,000+	Conventional or nuclear (1,000)
Ghauri (Hatf-5)	1,200+	Conventional or nuclear (1,000)
Cruise missiles		
Babur (Hatf-7)*	320+	Conventional or nuclear (n/a)
Ra'ad (Hatf-8)*	320+	Conventional or nuclear (n/a)

Arsenal provável: 70-90 bombas nucleares.

Não se sabe o estado operacional dessas bombas.

Proliferação Nuclear



Abdul Khan, herói nacional, é acusado de repassar e vender segredos e tecnologia nuclear para países como o Iran, a Líbia, a Coreia do Norte e outros.

Prisão domiciliar, mas paquistaneses se recusam a entregar Khan para ser interrogado pelos americanos.

Após anos de prisão domiciliar, Khan tem sua liberdade decretada pela justiça do Paquistão.

Sua figura continua cultuada como herói nacional, embora atualmente encontre-se à margem do programa nuclear do Paquistão.

ÁFRICA DO SUL

- Desenvolveu, entre as décadas de 70 e 90, programa de armas nucleares, alimentado, politicamente, pelo seu isolamento da comunidade internacional (devido ao *apartheid*), por conflitos fronteiriços e pela maciça presença soviética e de soldados cubanos no sul da África.
- Bomba A provavelmente seria usada mais como arma política do que como arma militar.
- Programa encerrado em 1991, antes de assumir o poder o governo eleito democraticamente pela maioria negra do país.

A partir de 1950: Estreitos contatos de cooperação com a Alemanha.

1970: Desenvolvido novo processo de enriquecimento isotópico (versão modificada do projeto *jet-nozle*, cuja tecnologia havia sido absorvida da empresa alemã STEAG).

Usina piloto (1977): 50 kg de U-235(93%)/ano; fechada em 1990.

Usina industrial (1989): Alta capacidade (U para reatores).

1971: AEC tem permissão para iniciar os trabalhos em explosivos nucleares (sob o pretexto de aplicações pacíficas).

Centro de Pelindaba: Local a 25 km de Pretória onde foram realizadas as pesquisas e parte das experiências no projeto dos explosivos.

Sítio de Advena: Local onde foram projetados e armazenados os explosivos nucleares, sob a responsabilidade da Armscor (estatal de armamentos).

1977: Moscou alerta Washington de que seus satélites detectaram preparativos para um teste nuclear, no deserto de Kalahari. Americanos confirmam a suspeitas e pressionam governo sul africano. Provável teste “frio”, sem o material físsil presente.

1979: Satélite americano detecta intenso *flash* luminoso no sul da África, característico de um teste nuclear de baixa potência. Suspeita de que Israel esteja envolvido no teste.

1987: Confeção do 1º artefato de U do tipo balístico, satisfazendo a todos os requisitos da operacionalidade militar (mais 6 seriam fabricados até o final do programa).



Bomba atômica da África do Sul

Tipo: balístico (“bala de canhão”)

Material físsil: U-235 (90%)

Refletor: Tungstênio

Peso global: \cong 1 Ton

Potência: 10-18 KT



1988: Pik Botha, Ministro do Exterior, admite em Viena que seu país já possui a tecnologia dos explosivos nucleares.

Nov/1989: Governo de de Klerk toma a decisão de encerrar o programa de explosivos nucleares.

1991: Início dos trabalhos para desmantelamento dos explosivos. Assinatura do TNP.

1993: de Klerk admite publicamente a existência do programa e confirma seu encerramento.

Preocupação com relação a dispersão dos técnicos do programa.

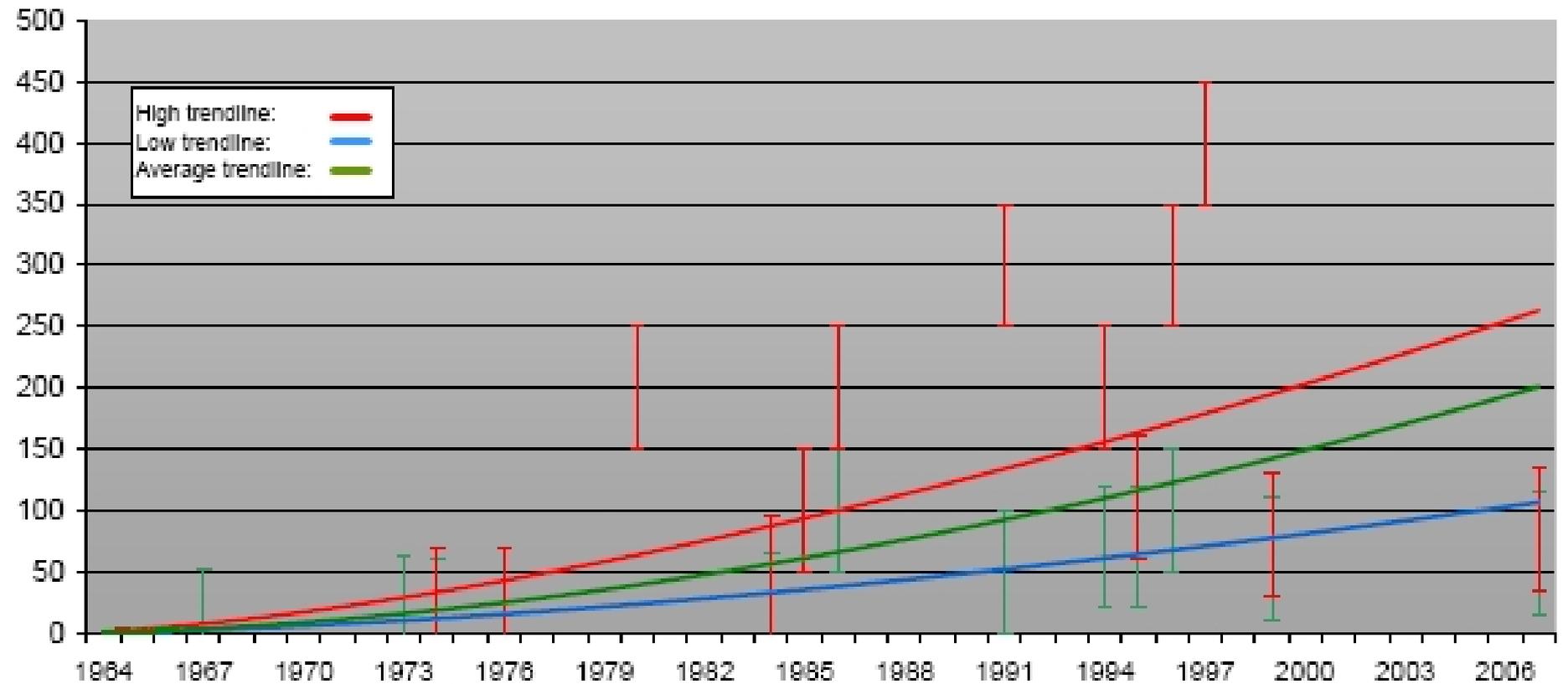
Potência nuclear civil: 2 reatores PWR (7,5% das necessidades energéticas).

ISRAEL

- Motivação principal: Garantir, como último recurso, a segurança do estado de Israel, frente à ameaça dos países árabes. Jamais admitiu ou desmentiu possuir armas nucleares. Não assinou o TNP.
- 1949: Ministério da Defesa monta departamento para pesquisa e desenvolvimento nuclear no Instituto de Weizmann.
- 1952: Israel cria secretamente sua Comissão de Energia Atômica. Envio de numerosos israelenses para fazerem cursos no exterior.
- 1956: Cooperação entre Israel e a França. Planos de construção de um reator de pesquisa a água pesada (sem salvaguardas).
- 1960: É anunciado que o reator está em construção, em Dimona, no deserto de Negev. Frente à reação árabe, governo alega propósitos pacíficos.

- 1963:** Provável data de conclusão do reator de Dimona (24 MWt).
Desconfia-se que, a partir de 1977, o reator opere a 70 MWt ou mais (com produção de Pu para, no mínimo, 3 bombas/ano).
- 1966:** Concluída usina de reprocessamento subterrânea, no complexo de Dimona.
- 1967:** Guerra dos 6 Dias. Ataque preventivo contra o Egito e aliados, que pretendiam destruir a capacidade nuclear de Israel. Aparentemente Israel chegou a equipar aviões com 2 bombas atômicas para serem usadas, se necessário.
- 1981:** Esquadrão de bombardeiros israelense, numa ação espetacular, destrói o reator iraquiano de Tammuz, construído junto com a França e quase pronto para operar.
- 1981:** Técnico de Dimona (Vanunu) foge de Israel e fornece à imprensa informações sobre o complexo de Dimona.
Posteriormente, esse técnico foi sequestrado, condenado e preso, por alta traição, em Israel.
- Laboratórios:** Centro Nuclear de Sorec (30 km de Telaviv) e no complexo de Dimona.
- Mísseis:** Mísseis de curto e médio alcance com capacidade de levar cargas nucleares (Ex: Jericó II: 1450 km).

Israeli Nuclear Weapons Estimates

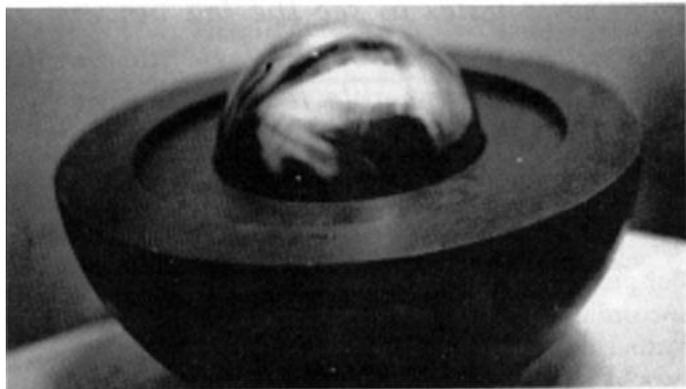
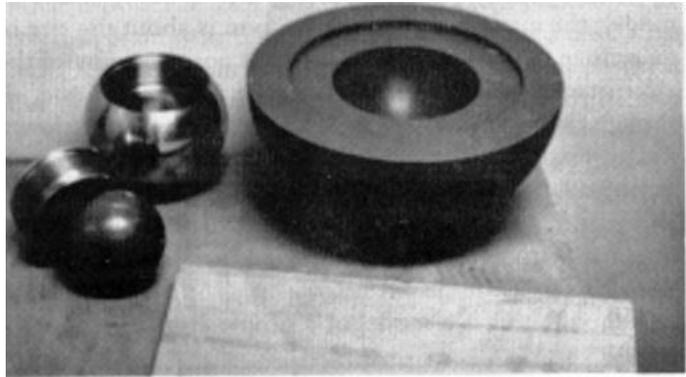


Mordechai Vanunu



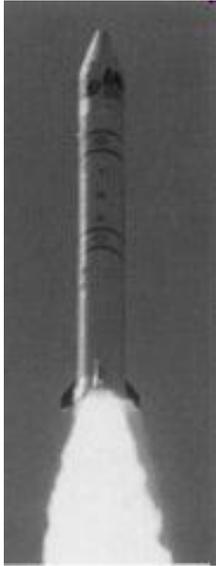
18 anos preso
por alta traição
em Israel

Fotos
fornecidas por
Vanunu



Reator de Dimona





Míssil Jericho II

Comprimento: 12 m

Largura: 1.2 m

Peso: 6.500 kg

Propulsão: propelente sólido de dois estágios

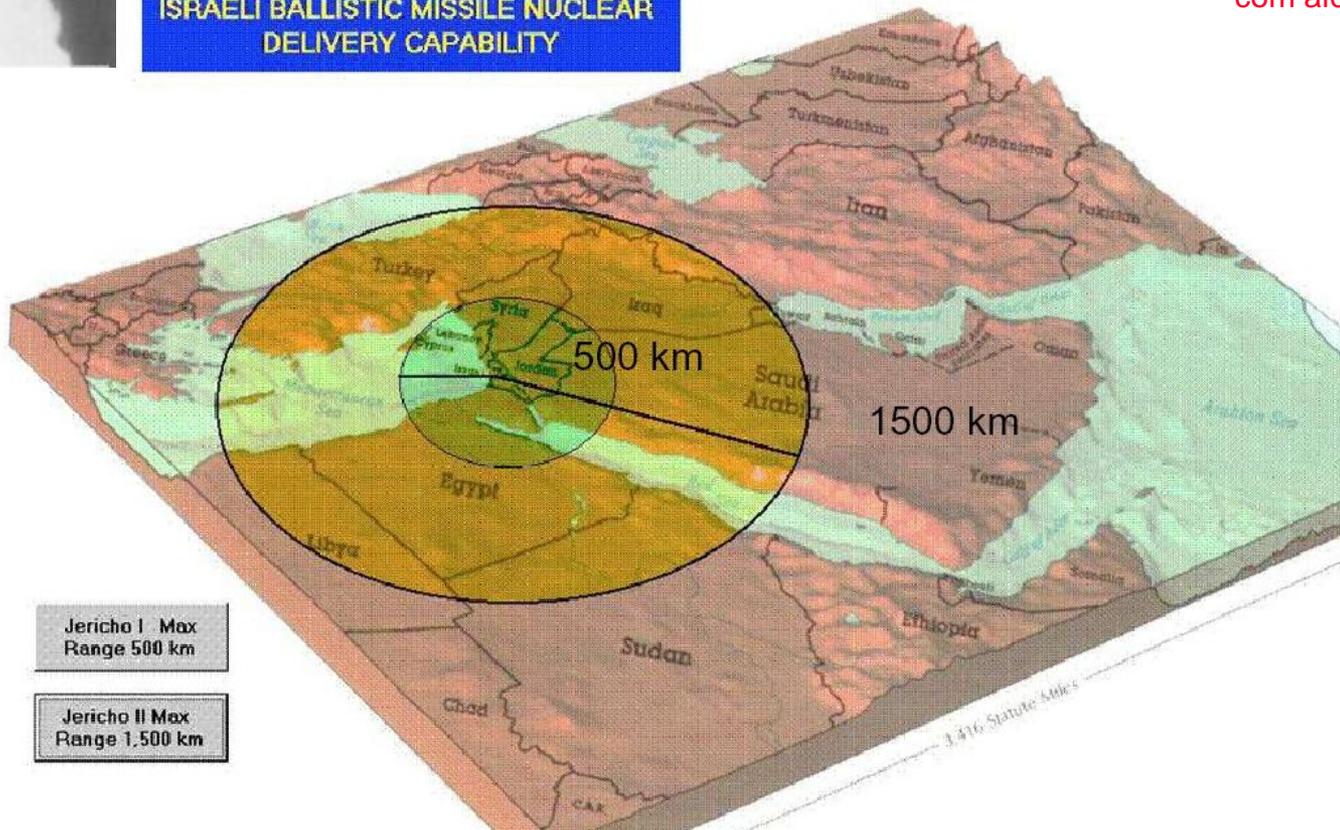
Alcance: 1.500 km

Carga: 1.000 kg

ISRAELI BALLISTIC MISSILE NUCLEAR
DELIVERY CAPABILITY

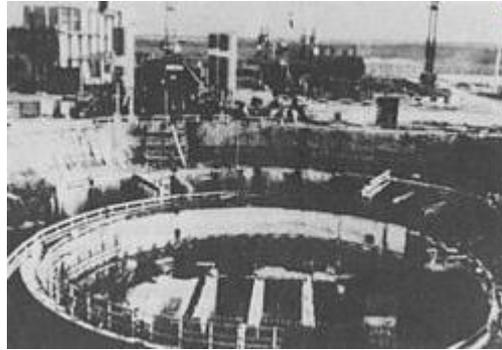


Míssil recente (2011): Jericho III,
com alcance de 4500 km.





Reator de pesquisa iraquiano, destruído por Israel em 1981



Construtor: França

Vários soldados iraquianos e 1 francês mortos no ataque.



Provável reator sírio destruído por Israel em 2007

Tipo: U-nat-gás-grafite

Parceria: Coreia do Norte

Há notícias da morte de 10 norte-coreanos no ataque.

CORÉIA DO NORTE

Antecedentes:

- Guerra da Coréia (1950-1953): Americanos ameaçaram, várias vezes, usar armas nucleares no conflito. Após o armistício, americanos mantêm forças militares na Coréia do Sul.
- A partir de 1958, americanos começam a instalar vários tipos de armas nucleares na Coréia do Sul. No auge, em 1967, havia 950 armas nucleares, de 8 tipos diferentes.

Em 1980, esse número caiu para 150, mantendo-se apenas bombas táticas de artilharia e de demolição.

Somente em 1991 presidente George W. Bush mandou retirar todas as armas nucleares da Coréia do Sul.

1960: Kim Il Sung dá início ao pretenso programa nuclear bélico da Coreia do Norte, com a ajuda da Rússia e, nas duas décadas seguintes, da China também.

1986: Início da operação de um reator térmico de 20 MWt (5 a 10 kg de Pu/ano), construído na cidade de Yongbyon. Provável capacidade também de reprocessar o Pu do combustível irradiado.

1989: Provável data de parada do reator para retirada do plutônio produzido. Estimativa da quantidade varia de 8 a 24 kg.

1990: Desconfianças de que Abdul Khan, pai do programa nuclear bélico do Paquistão, forneceu à Coreia do Norte equipamentos para a construção de uma usina de enriquecimento de urânio e, também, plantas do projeto de um artefato nuclear.

1994: Acordo com os americanos susta a construção de mais dois reatores nucleares, um de 200 MWt, em Yongbyon, e outro de 700 MWt, em Taechon. Acordo é rompido, mas coreanos não reassumem a construção dos reatores.

2002: Acusados pelos americanos de operarem secretamente uma usina de enriquecimento de urânio, retiram, em represália, os selos de salvaguarda e as câmeras de vigilância do reator de Yongbyon, expulsando os agentes da AIEA do país.

2003: Coreanos anunciam sua retirada do TNP e reiniciam as operações no reator de 20 MWt de Yongbyon e na usina de reprocessamento. São retirados mais cerca de 20 a 30 kg de Pu do combustível estocado no sítio do reator.

2006: Coreia do Norte anuncia ter explodido um artefato nuclear. Coleta de dados sísmicos no Japão leva à estimativa de 4 KT para a potência do explosivo, corroborando a estimativa anunciada pela Coreia do Norte.

2009: Novo teste nuclear, de potência não especificada. Russos estimam o teste entre 10-20 KT. Outros países dão estimativas menores.

Reator de Yongbyon



- 20 MWt (5 MWe)
- U-nat-Gás-grafite-Magnox
- 5,5 a 8 kg de Pu/ano (1 a 2 bombas/ano)



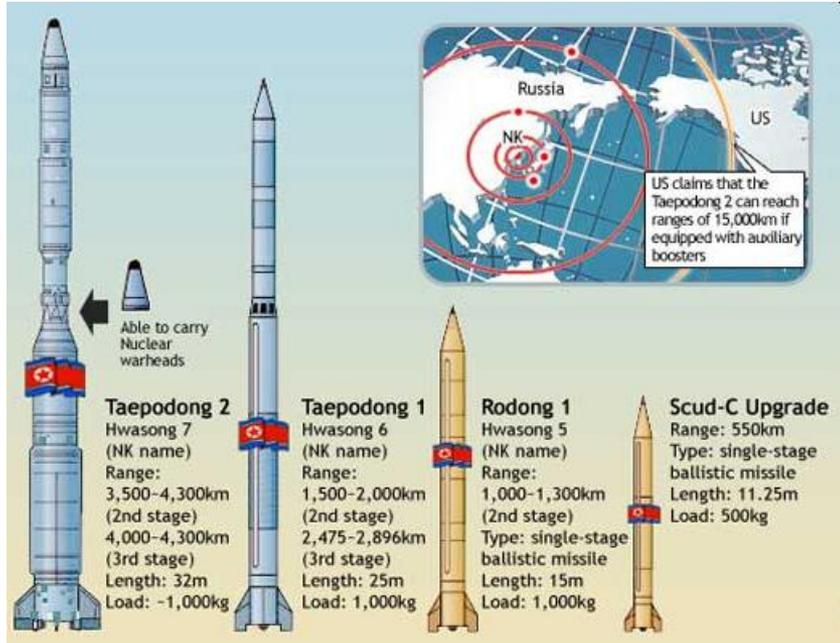
Arsenal nuclear provável da Coreia do Norte: < 10 bombas

“Weaponização”? incerta

North Korean ballistic missiles

	MAXIMUM RANGE (KILOMETERS)	PAYLOAD (KILOGRAMS)	COMMENT
SCUD B	320	1,000	Reverse-engineered Soviet Scud B
SCUD C	570	770	Conventional explosives, chemical, and cluster warheads
NODONG	1,480	1,200	Test-fired in May 1993; flew 500 kilometers. Fewer than 50 launchers deployed. Designed to carry a nuclear warhead
TAEPODONG-1	2,300	1,000-1,500	Test-launched August 31, 1998. Not yet deployed
TAEPODONG-2	6,200+	700-1,000	Not yet tested
TAEPODONG-2 (THREE-STAGE)	15,000	unknown	More than a decade away. May be capable of striking all of North America

SOURCE (FOR RANGE): NATIONAL AIR AND SPACE INTELLIGENCE CENTER



POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA DO PROGRAMA NUCLEAR BÉLICO DA CORÉIA DO NORTE

Japão e Coreia do Sul (países com alta capacidade nuclear) podem sentir-se compelidos a desenvolver programas nucleares bélicos para sua defesa.

Japão: 54 reatores nucleares de potência e vários de pesquisa.

Usinas de enriquecimento e reprocessamento.

Mais de 40 ton de plutônio em seu poder.

Domínio completo do ciclo do combustível nuclear.

Domínio de áreas relacionadas à física dos explosivos nucleares.

“Japão tem capacidade de fabricar explosivos nucleares mesmo com plutônio de reatores nucleares de potência”, afirmou recentemente um ministro japonês.

Coreia do sul: 20 reatores de potência

Domínio do ciclo do combustível nuclear

A AMEAÇA DO IRÃ

Justificativas para adquirir capacitação nuclear bélica

- Liderança no mundo árabe.
- Presença americana no Iraque e nas águas do mar do golfo.
- Ameaça de Israel de atacar instalações nucleares do Irã.
- Presença de inimigos vizinhos, incluindo o Paquistão nuclear.

BREVE HISTÓRICO

1950-60: Cooperação com os americanos (programa átomos para a paz), durante o governo do Xá Reza Pahlavi.

1967: Fundado o Centro de Pesquisa Nuclear de Teerã, comandada pela Organização de Energia Atômica do Irã (AEOI). Reator de pesquisa de 5 MW com urânio altamente enriquecido.

1968: Assinatura do TNP e ratificação em 1970.

1970: Reza Pahlavi considera o petróleo nobre demais para ser queimado e declara o desejo de construir no país, com a ajuda dos E.U., 23 reatores nucleares de potência até o ano 2000.

1974: Irã empresta \$1 bilhão para a construção da Eurodif (planta de enriquecimento de urânio na França) com direito de compra de 10% do produto.

1976: Gerald Ford, presidente dos E.U., oferece ao Irã a chance de comprar e operar uma usina de reprocessamento.

1979-89: -Revolução islâmica de 1979 retira Reza Pahlavi do poder. E.U. cortam cooperação nuclear com o Irã e diminui também a cooperação com a França, a Alemanha e outros países.

-França se recusa a ceder urânio enriquecido ao Irã, o qual cobra o débito de \$1 bilhão do empréstimo concedido.

-Sob pressão americana, Alemanha paralisa a construção de 2 reatores nucleares no Irã (50% e 80% completados), em grande parte já pagos.

- Em 1981 governo decide que programa nuclear deve continuar, mas cooperação com a AIEA é desencorajada pelos americanos.
- Acordo de cooperação nuclear com a Argentina assinada em 1987.

1990-2002: - Cooperação nuclear com a Rússia. Contrato para término de um dos reatores parcialmente construídos pela Alemanha.

- Acordo com a França com relação à Eurodif.

- Contrato com a China para construção de uma usina de conversão de urânio.

2002-2006: - Revelada publicamente a existência da usina de enriquecimento de urânio do Irã, em Natanz.

-Revelada a existência de um reator a água pesada de 40 MWt, em Arak (10-12 kg de Pu/ano). Irã alega que o reator se destina a pesquisas e à fabricação de radioisótopos para uso medicinal e industrial.

-Provável capacidade também de reprocessar o combustível em células quentes.

2007-presente: Conselho de Segurança emite 6 resoluções sobre o Irã, estabelecendo que devem cessar as atividades de enriquecimento de urânio e impondo sanções.

2009: Revelada a construção de uma segunda usina de enriquecimento de urânio. Planta subterrânea.

2010: Irã declara que está produzindo urânio enriquecido a 20% para um reator de produção de radioisótopos. Presidente Mahamoud Ahmadinejad declara o Irã um “estado nuclear”.



Reator a água pesada IR-40

Potência: 40 MWt

Início da construção: 2004

Operação: 2011-2013 (?)

Produção de Pu: 10-12 kg/ano (1 a 3 bombas/ano)



Planta de enriquecimento de Natanz

Processo: Ultracentrifugação

Provável nº de centrífugas: 8.000

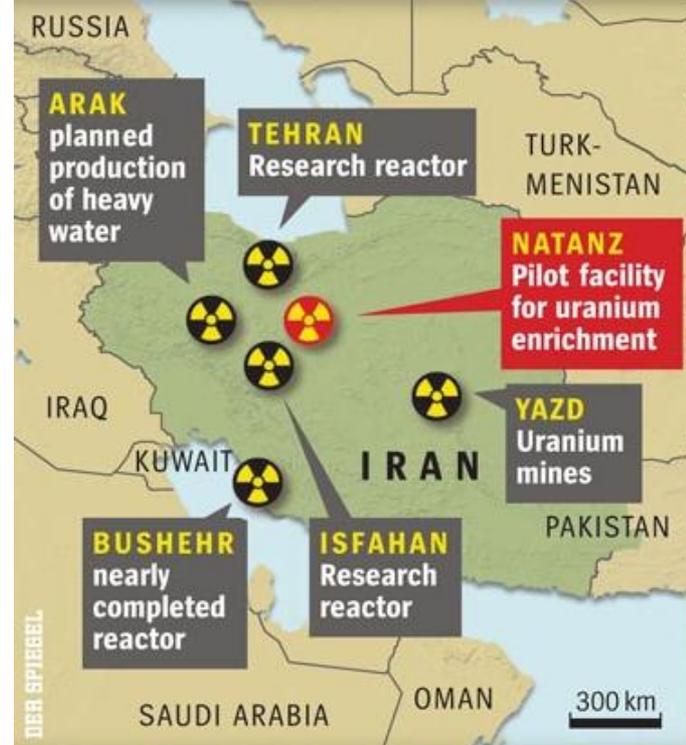


Reator de potência de Bushehr

Potência: 915 MWe

Tipo: VVR (russo)

Situação: em testes de operação





Iran's Nuclear Capable Missiles

Name/Designation	Class	Range (varies with payload weight)	Payload	Status
<u>Shahab-2</u>	<u>SRBM</u>	300–2,000 km	6,370–6,500 kg	Operational
<u>Shahab-3</u>	<u>MRBM</u>	2,100 km	990 kg	Operational
<u>Shahab-4</u>	<u>MRBM</u>	2,000 km	1,000 kg	Under Development
<u>Shahab-5</u>	<u>ICBM</u>	10,000 km	Unknown	Alleged Program

IMPLICAÇÕES:

- Pode levar a uma corrida nuclear bélica na região, estimulando países como Egito, Arábia Saudita^(*), Turquia etc.
- Suspeita de ligação do país com terroristas, aumentando o risco de que estes venham a ter em mãos armas de destruição em massa.
- Reação de Israel imprevisível. Potencial risco de conflito generalizado na região.
- Americanos não descartam a opção de promover um ataque maciço às instalações nucleares iranianas, com consequências imprevisíveis para a região.

(*) Na década de 1980 fez a compra enigmática de dezenas de mísseis balísticos da China, cuja precisão, de mais de 2 km, torna-os inúteis para serem usados como vetores com cargas explosivas convencionais.

CONCLUSÕES

Potências nucleares mantêm seus arsenais nucleares e seus complexos nucleares militares não só como itens essenciais de sua segurança, mas estão também continuamente a modernizá-los.

Possibilidade de desarmamento nuclear pode ser considerada nula. As armas nucleares vieram para ficar e a humanidade vai ter que conviver (e sobreviver!) com elas, inexoravelmente.

Paradoxalmente, elas foram responsáveis pela relativa paz entre os dois grandes blocos antagônicos, dos E.U. e da Rússia, mantendo a “Guerra Fria” em vez da “Guerra Quente”.

Maiores desafios do Século 21

Proliferação nuclear

Como promover o desenvolvimento da tecnologia nuclear para fins pacíficos, sem que haja diversificação generalizada para fins bélicos, tendo em vista a natureza dual desta tecnologia?

Quais países têm justificativas geopolíticas para desenvolver armas nucleares?

Nações continentais, com enorme acervo de recursos naturais, têm o direito natural de desenvolver capacidade de dissuasão nuclear para sua defesa?