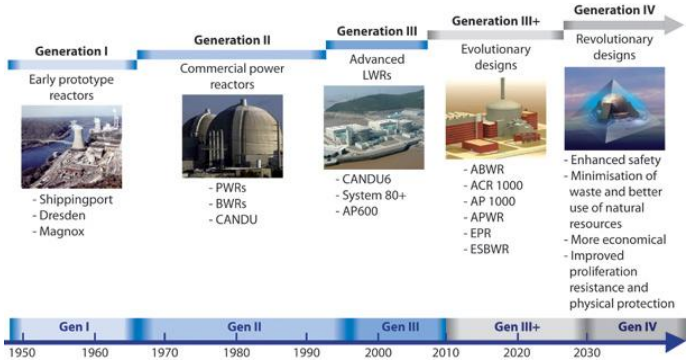
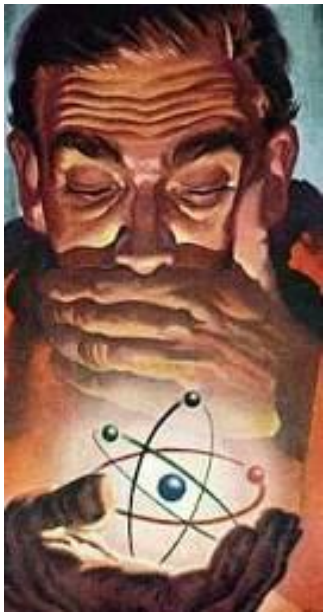


Gerações III+ e IV

SMR

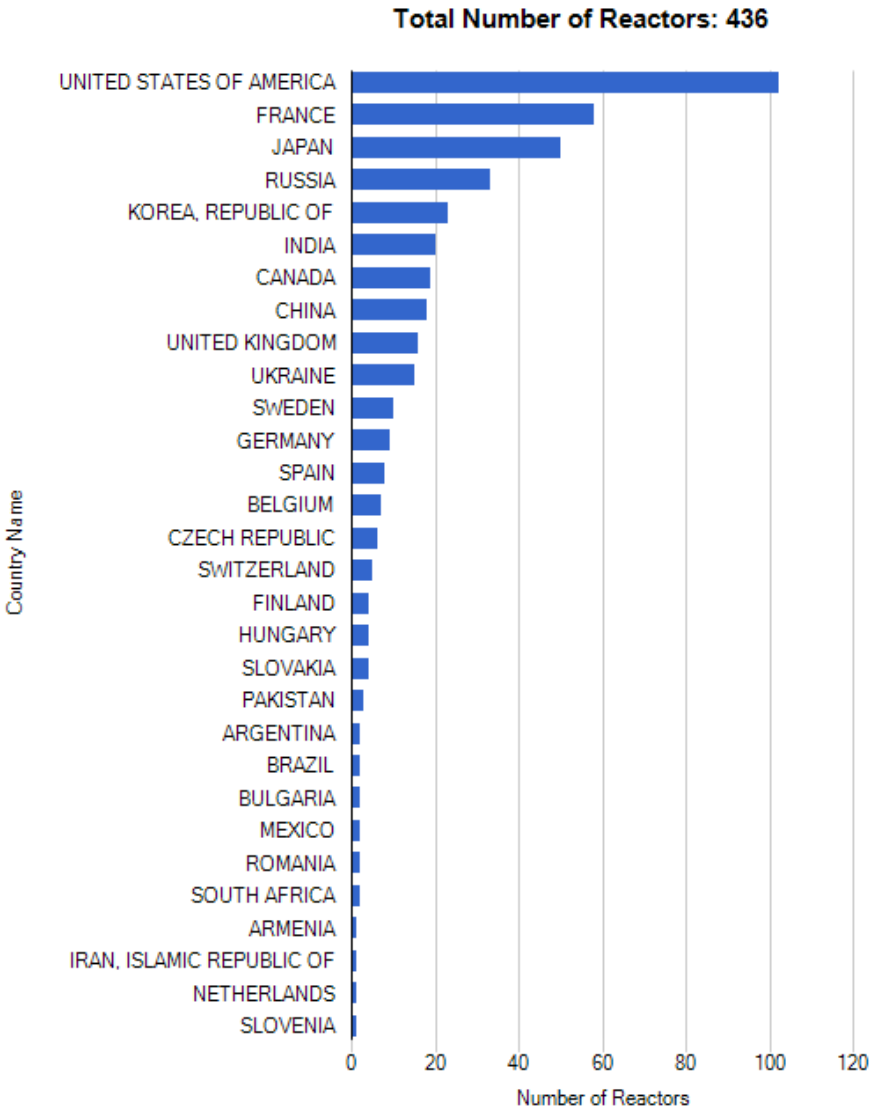
Fusão



Futuro Tecnológico da Geração Nuclear

INAC 2013, Recife, 27 de novembro de 2013
New Technologies for Nuclear Power

Leonam Guimarães, Diretor Técnico-Comercial da AMAZUL SA

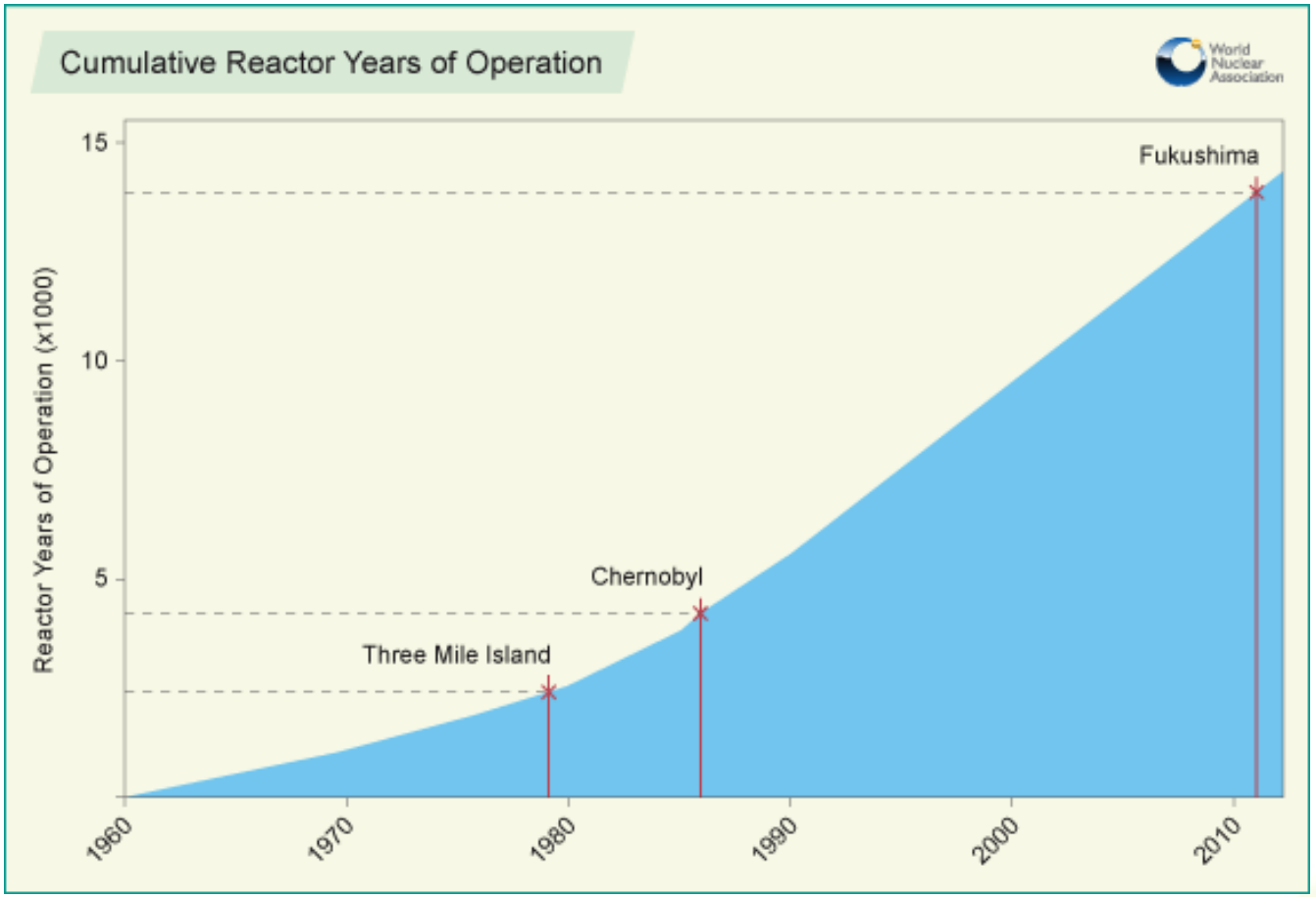


Parque de Geração Nuclear Mundial em Operação

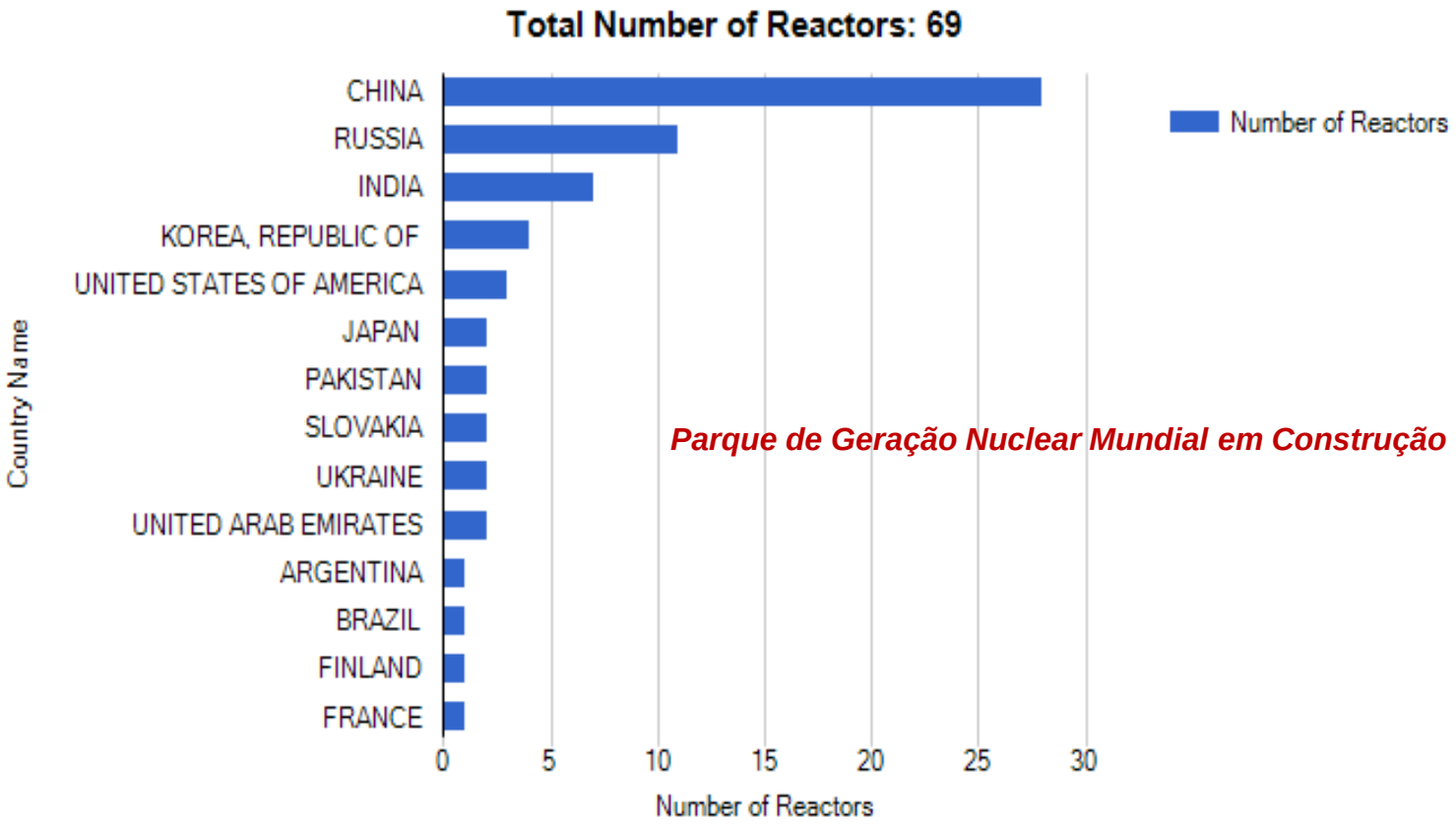
- O estado-da-arte da tecnologia de geração elétrica nuclear é o resultado de mais de 50 anos de pesquisa, desenvolvimento e engenharia.

- Essa tecnologia está consolidada nas **436 usinas nucleares** atualmente **em operação**.

- Esse parque, ao qual se soma as usinas já descomissionadas, representa uma **experiência operacional cerca de 15.000 reatores-ano**



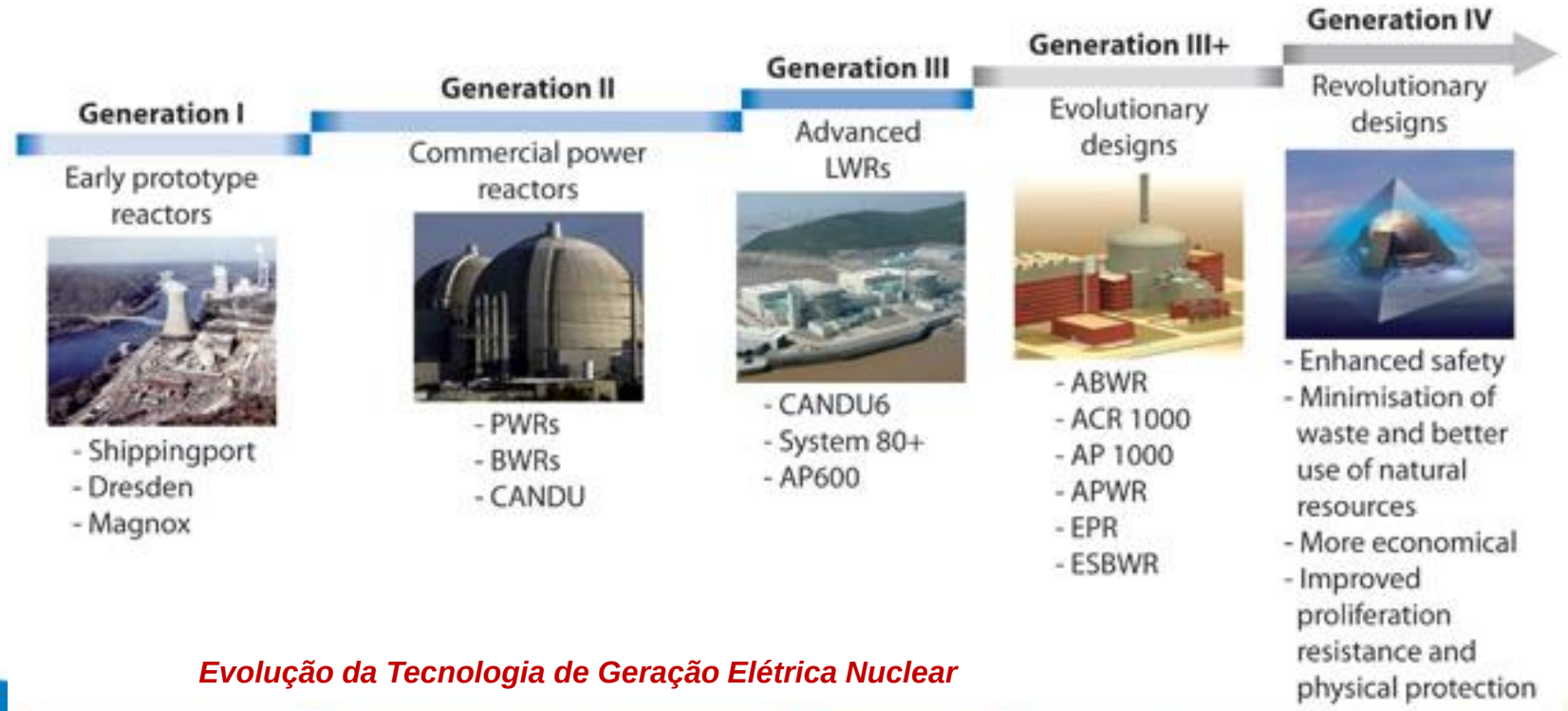
Experiência operacional acumulada (em reatores-ano)



Parque de Geração Nuclear Mundial em Construção

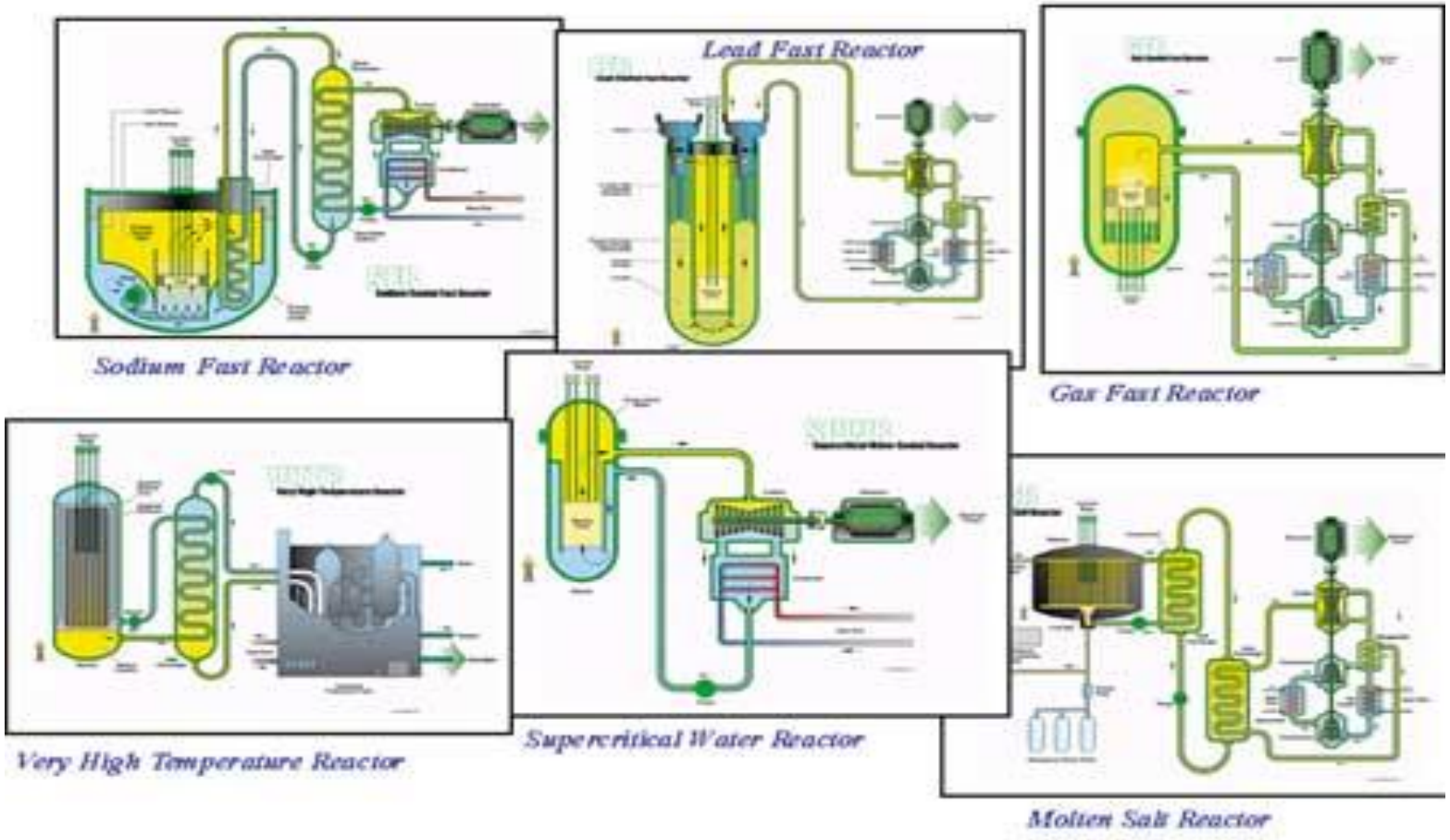
- Os modernos projetos de usinas nucleares, hoje em construção, incorporam lições aprendidas dessa experiência assim como os mais recentes **avanços tecnológicos para melhoria da segurança e da produtividade.**
- **A geração nuclear é uma tecnologia madura**
  - com muito baixa emissão de carbono, que se encontra disponível hoje para ampla utilização

- as primeiras usinas comerciais são de **“Geração I”**.
- as usinas que compõem o parque em operação são de “**Geração II**”.
- Os projetos incluindo evoluções tecnológicas são chamados de “**Geração III**”.
  - continuam reatores resfriados a água com combustível óxido de urânio mas com:
    - I&C digital, dispositivos para acidentes severos (recuperador de “corium”).
    - “**Geração III+**”**,** quando incluem dispositivos inovadores de segurança intrínseca, como resfriamento passivo por circulação natural



Evolução da Tecnologia de Geração Elétrica Nuclear

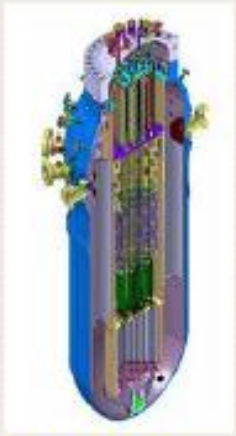
Geração IV: seis sistemas inovadores



- **Encontram-se também em pesquisa e desenvolvimento reatores nucleares para emprego após a década de 2020, chamadas de "Geração IV".**
  - **São conceitos bastante diversos dos atuais, empregando novos tipos de combustíveis e fluidos de resfriamento.**

SMR avançados

(incluindo PWRs integrados e modulares)

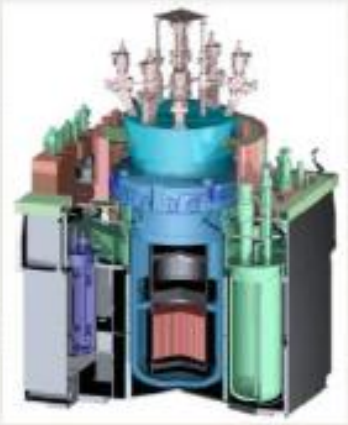


CAREM-25
Argentina

SMART
Korea, Republic of

VBER-300
Russia

WWER-300
Russia



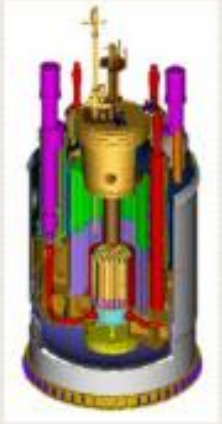
ABV-6
Russia

HTR-PM
China

mPower
USA

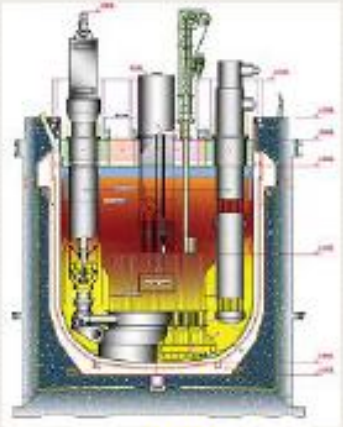
NuScale
USA

Westinghouse
SMR - USA



CEFR
China

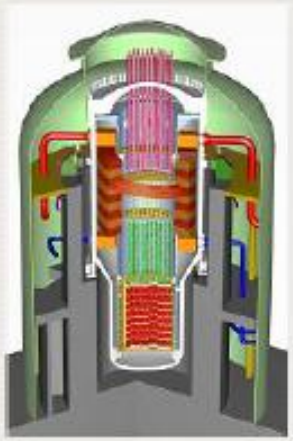
4S
Japan



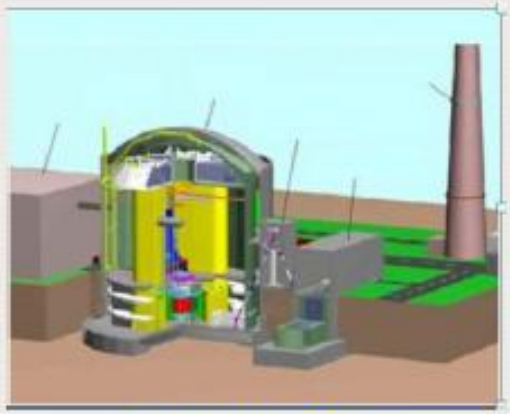
PFBR-500
India

SMR inovadores

(incluindo PWRs integrados e modulares)



IMR
Japan



AHWR300-LEU
India

GT-MHR
USA

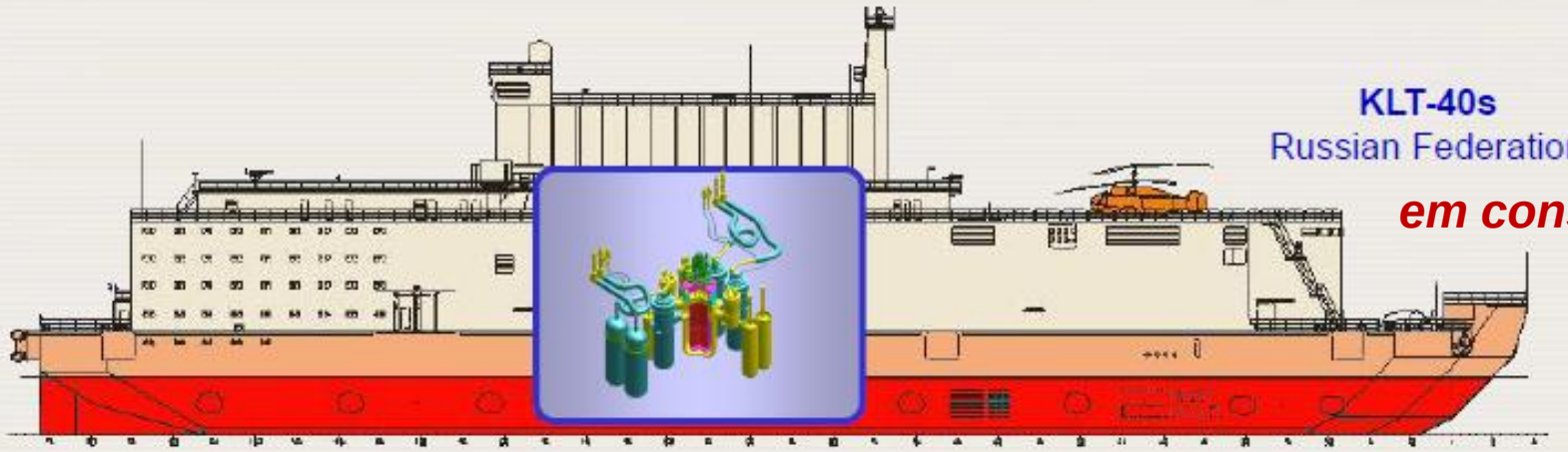
PRISM
USA

EM²
USA

PBMR
South Africa

SMR convertidos/modificados

(usinas flutuantes)



KLT-40s
Russian Federation

em construção

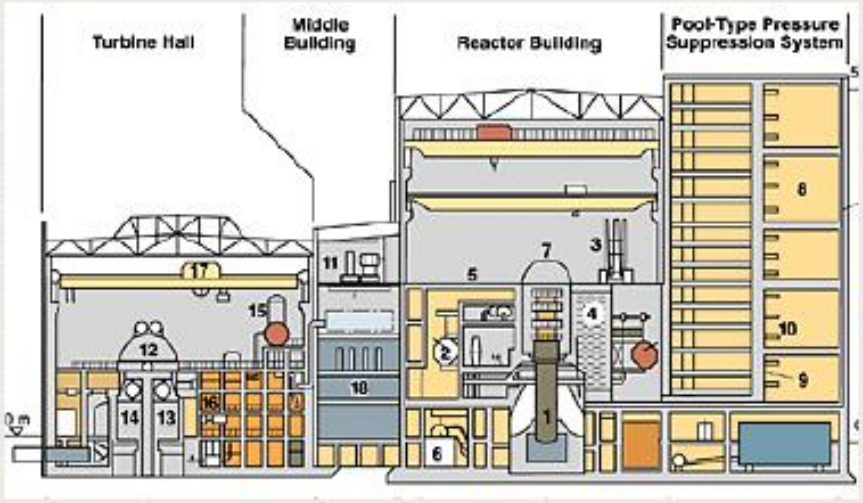
SVBR-100
Russian Federation

SMR “convencionais”

CNP-300
China, Peoples Republic of

PHWR-220, 540, & 700
India

VVER-440,
Russian Federation



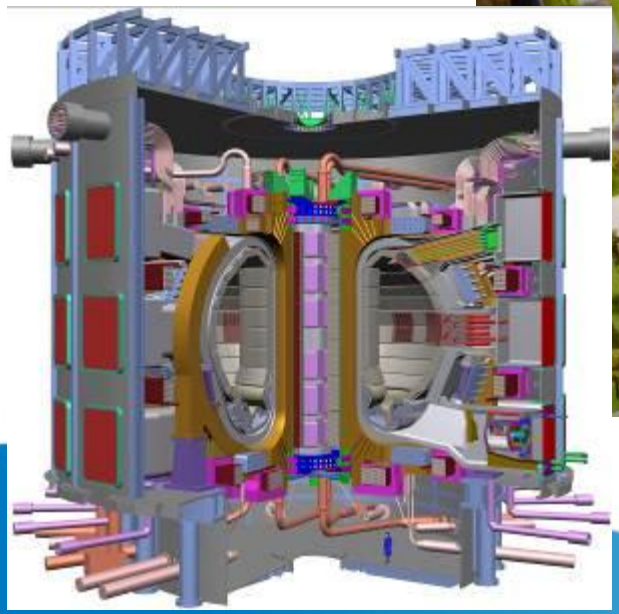
SMRs com projeto mais adiantado

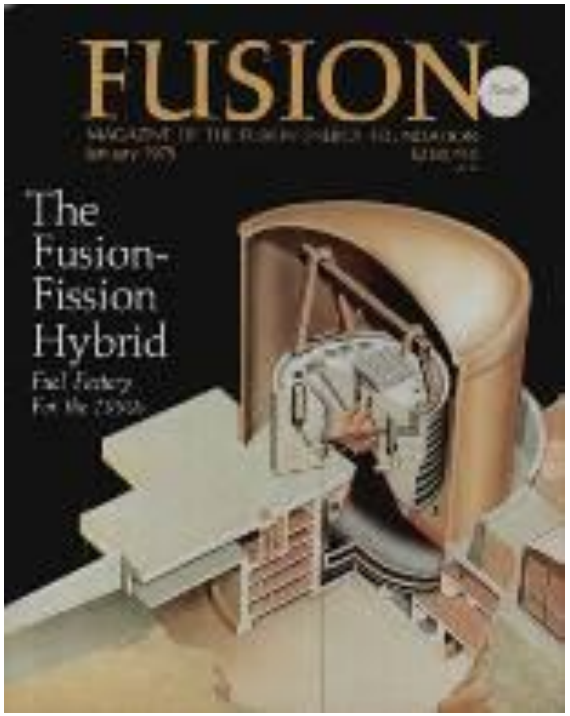
1	SVBR-100	JSC AKME Engineering	Russian Federation	100	Detailed design for prototype construction
2	System Integrated Modular Advanced Reactor (SMART)	Korea Atomic Energy Research Institute	Republic of Korea	100	Standard Design Approval Received 4 July 2012
3	mPower	Babcock & Wilcox	United States of America	180/module	Detailed design, to apply for certification - end of 2013
4	NuScale	NuScale Power Inc.	United States of America	45/module	Detailed design, to apply for certification - end of 2013
5	Westinghouse SMR	Westinghouse	United States of America	225	Detailed Design
6	VBER-300	OKBM Afrikantov	Russian Federation	300	Detailed design
7	Super-Safe, Small and Simple (4S)	Toshiba	Japan	10	Detailed design

ITER

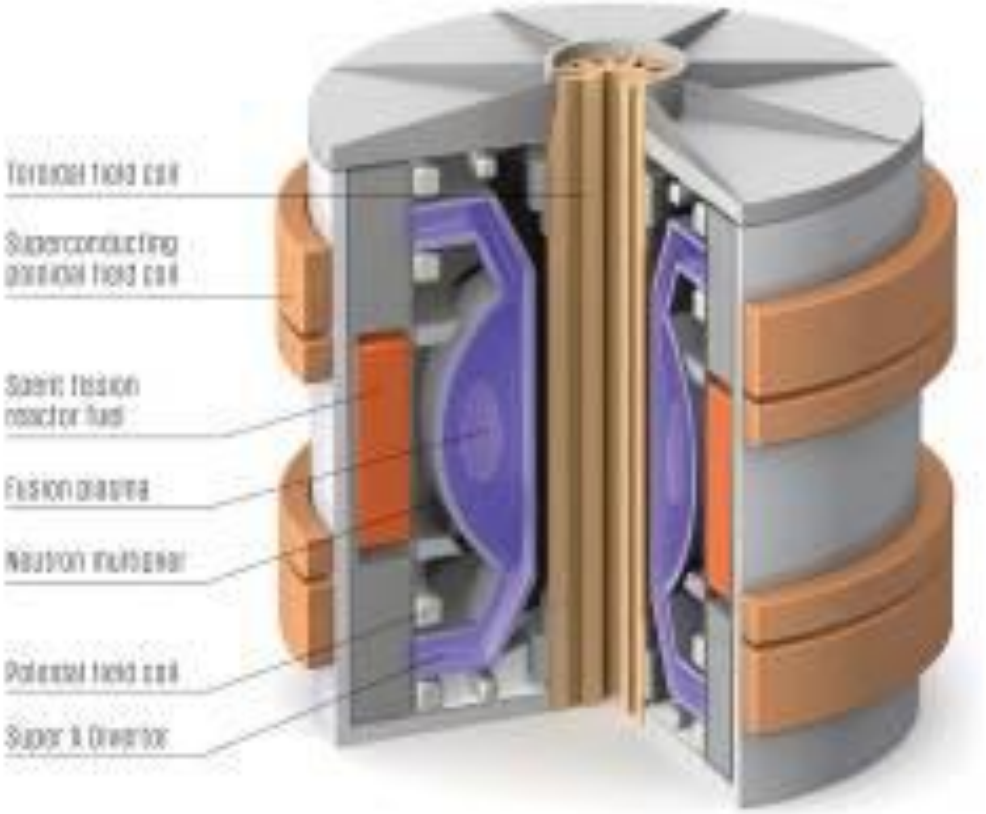
International Thermonuclear Experimental Reactor - (ITER)

500 MWe



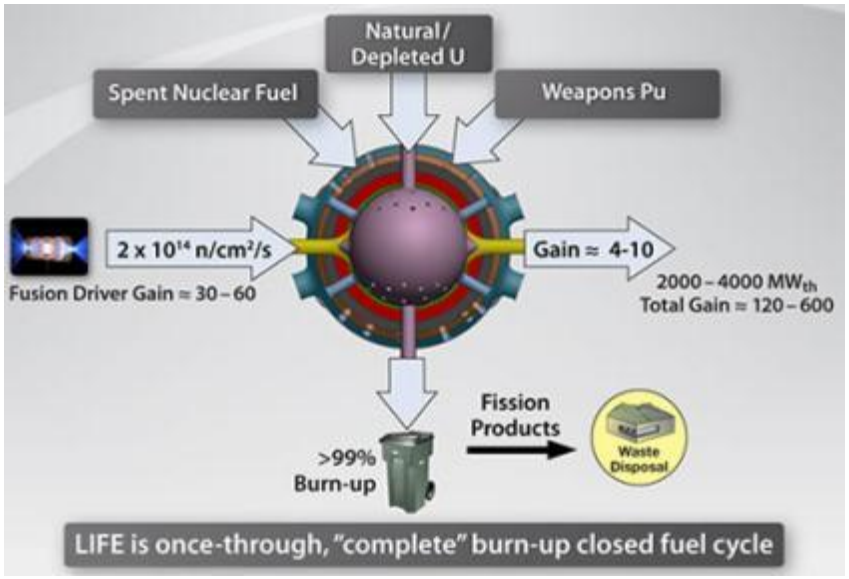


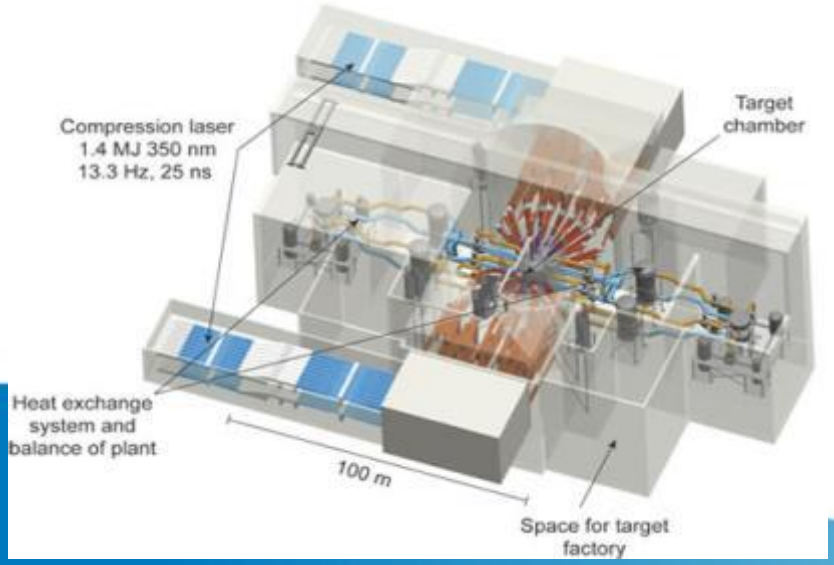
Reatores Híbridos fusão-fissão

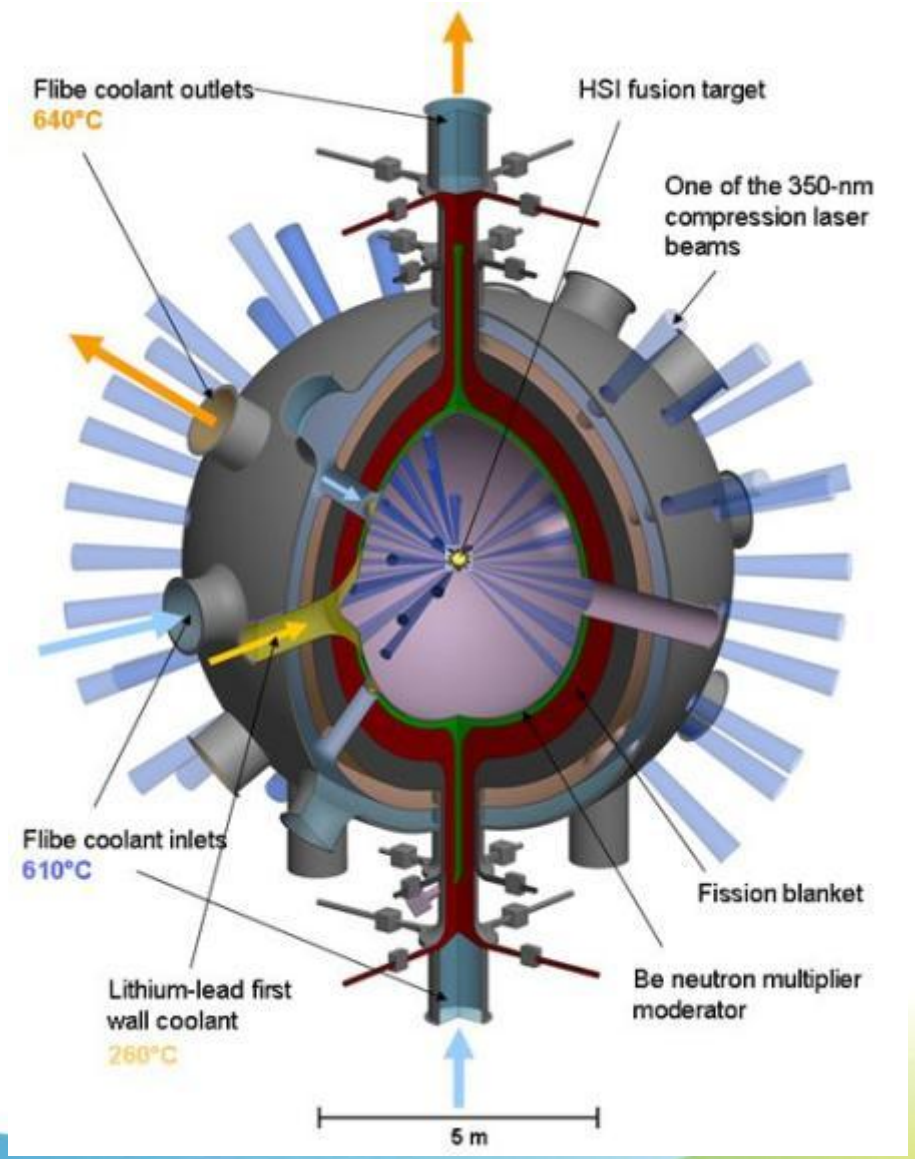


Super X Divertor (Tokamak de Transmutação)

Laser Inertial Fusion/Fission Experiment (LIFE)
Lawrence Livermore National Laboratory







Futuro Tecnológico da Geração Elétrica Nuclear

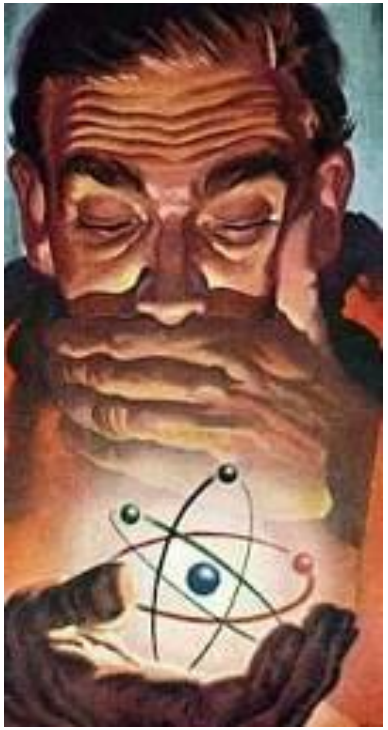
- ***Sustentabilidade:***
  - ***oferecer geração de energia sustentável, capaz de atender objetivos de ar limpo e descarbonização da economia;***
  - ***promover garantias em longo prazo do fornecimento de combustível nuclear e utilização efetiva de combustível para a produção de energia global***
  - ***minimizar e gerenciar de forma segura os resíduos nucleares***
  - ***e assim melhorar a proteção aos trabalhadores, ao público e ao meio ambiente.***

Futuro Tecnológico da Geração Elétrica Nuclear

- ***Economia***
  - ***produzir uma clara vantagem em termos de custo de ciclo de vida em relação a outras fontes de energia***
  - ***ter um grau de risco financeiro comparável a outros projetos de geração elétrica.***

Futuro Tecnológico da Geração Elétrica Nuclear

- ***Segurança e confiabilidade***
  - ***manter operações em alto nível de segurança e confiabilidade;***
  - ***manter a probabilidade e gravidade de danos no núcleo do reator ainda mais baixos;***
  - ***eliminar a necessidade de resposta a emergências externa ao sítio da usina;***
  - ***resistência à proliferação e proteção física***
    - ***inviabilizar o desvio ou roubo de materiais utilizáveis para a produção de armas;***
    - ***aumentar a proteção física contra atos de terrorismo.***



Sustentabilidade energética não pode prescindir da geração elétrica nuclear

MUITO OBRIGADO!