

# Pequenos Reatores Modulares (SMRs) no Brasil: Desafios e Oportunidades

Prof. Dr. Giovanni Laranjo de Stefani

Vice-Coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear

COPPE/UFRJ

Chefe de Departamento da Graduação em Engenharia Nuclear POLI/UFRJ



# O Que São Pequenos Reatores Modulares?



## Potência Reduzida

Reatores com capacidade de até 300 MWe, ideais para aplicações diversificadas e descentralizadas



## Construção Modular

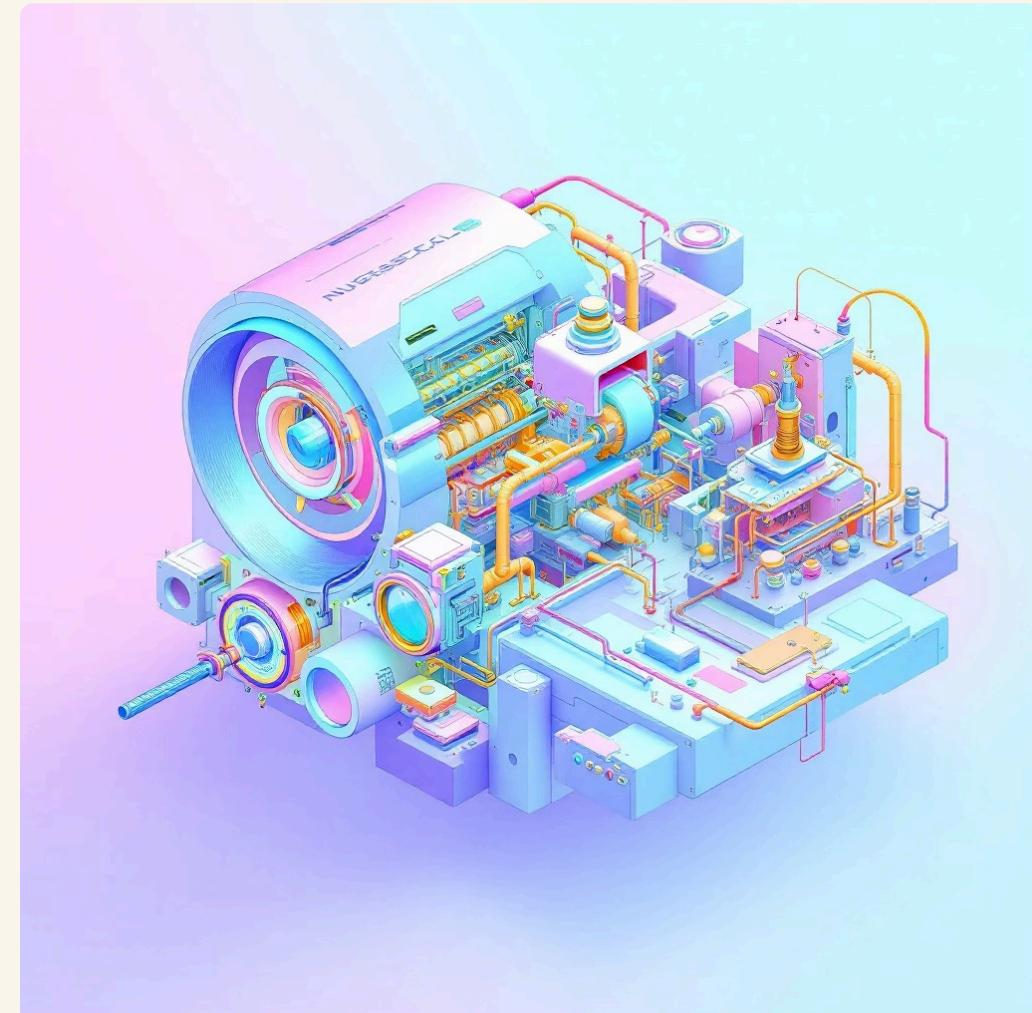
Fabricados em módulos pré-fabricados, permitindo produção em série e instalação mais ágil



## Segurança Passiva

Sistemas de segurança que operam por princípios naturais, sem necessidade de intervenção humana

Os SMRs representam uma nova geração de tecnologia nuclear, já operacionais na China e Rússia. No Brasil, o debate sobre sua implementação está apenas começando.



# Oportunidades Estratégicas para o Brasil



## Segurança Energética

Diversificação da matriz energética nacional, reduzindo dependência de fontes hídricas e garantindo fornecimento estável de energia de base



## Flexibilidade Geográfica

Aplicações em regiões remotas da Amazônia, polos de mineração e complexos industriais isolados da rede elétrica principal



## Sustentabilidade

Geração de energia limpa com emissões zero de CO<sub>2</sub>, contribuindo para as metas climáticas do país



## Indústria Nacional

Fortalecimento de empresas como INB, Nuclep e Eletronuclear, criando cadeia produtiva local



## Potencial de Exportação

Desenvolvimento de tecnologia nacional que pode ser exportada para outros países em desenvolvimento

# Desafios Técnicos e Regulatórios

## Marco Regulatório

A regulação da ANSN precisa ser modernizada e adaptada para as especificidades dos SMRs, que diferem significativamente dos reatores convencionais

## Investimento Inicial

Financiamento elevado para desenvolvimento e construção dos primeiros módulos, exigindo parcerias público-privadas

## Aceitação Social

Percepção pública limitada sobre segurança nuclear demanda campanhas educativas e diálogo transparente

## Capacitação Técnica

Necessidade urgente de formar mão de obra especializada em universidades e centros de pesquisa

## Ciclo do Combustível

Gestão adequada do combustível nuclear e dos rejeitos radioativos requer infraestrutura e protocolos rigorosos



**Superando Barreiras:** Cada desafio representa uma oportunidade de desenvolvimento institucional e tecnológico

# Panorama Internacional de SMRs

1

🇷🇺 Rússia – Akademik Lomonosov

Primeira usina nuclear flutuante do mundo, operacional desde 2020, fornecendo energia para regiões árticas remotas

2

🇨🇳 China – Linglong One

Primeiro SMR comercial a entrar em operação, aprovado para construção em 2021, marco na comercialização da tecnologia

3

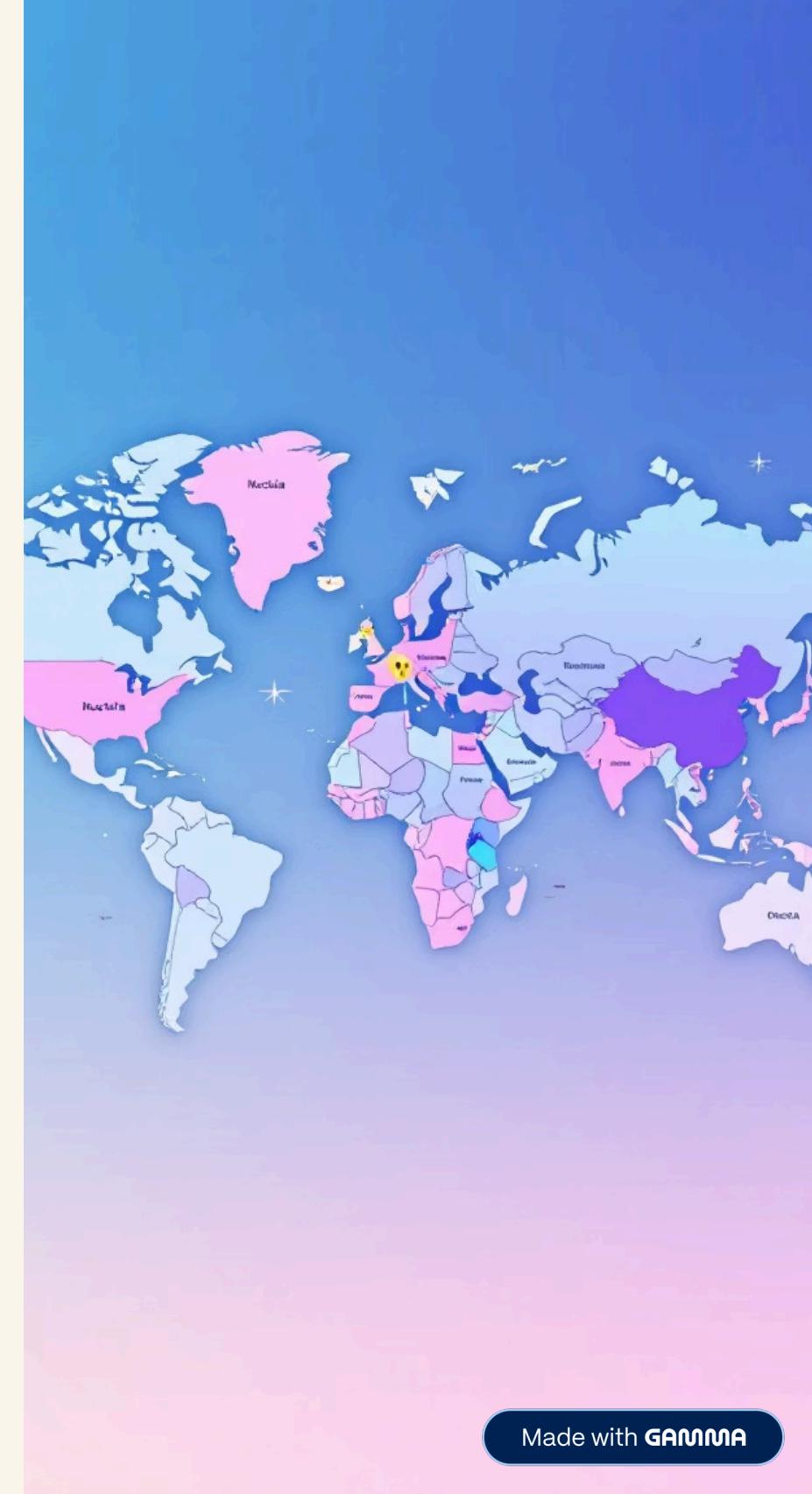
🇺🇸 Estados Unidos – NuScale

Primeiro projeto de SMR aprovado pela NRC em 2020, com construção prevista em parceria com operadoras elétricas

4

🇨🇦 Canadá – Projetos Remotos

Desenvolvimento focado em aplicações para mineração em regiões isoladas e substituição de geradores a diesel



# Experiência Russa: Akademik Lomonosov



## Inovação em Mobilidade Nuclear

A usina nuclear flutuante russa demonstra a viabilidade de SMRs em aplicações não convencionais. Com dois reatores KLT-40S de 35 MWe cada, fornece eletricidade e aquecimento para a cidade de Pevek.

**70MW**

Capacidade Total

**2020**

Início Operação

**50K**

População Atendida

# Caminhos para Implementação no Brasil

01

## Projetos-Piloto Estratégicos

Estabelecer parcerias com a Marinha do Brasil e polos industriais para demonstração tecnológica em ambiente controlado

02

## Fortalecimento de P&D Nacional

Incentivar pesquisa e desenvolvimento em instituições como UFRJ, CNEN e CTMSP, garantindo domínio tecnológico

03

## Modernização Regulatória

Trabalhar junto à ANSN para criar framework regulatório específico, ágil e adequado às características dos SMRs

04

## Mecanismos de Financiamento

Estruturar parcerias público-privadas e acessar fundos climáticos internacionais para viabilizar investimentos iniciais

05

## Cooperação Internacional

Estabelecer acordos com IAEA, Canadá, Estados Unidos e China para transferência de conhecimento e boas práticas

# O Papel das Instituições Brasileiras

## Universidades e Centros de Pesquisa

UFRJ, CNEN e outras instituições são fundamentais para formação de recursos humanos e desenvolvimento de pesquisa aplicada

## Indústria Nuclear Nacional

INB, Nuclep e Eletronuclear possuem expertise e infraestrutura para participar da cadeia produtiva de SMRs

## Órgãos Reguladores

ANSN e MME devem liderar a atualização do marco regulatório e políticas públicas de incentivo

- ❑ **Sinergia Necessária:** O sucesso dos SMRs no Brasil depende da articulação efetiva entre academia, indústria e governo

# SMRs como Peça Estratégica do Futuro Energético



“

## Visão Integrada

SMRs não são uma solução mágica, mas uma peça estratégica que pode combinar segurança, inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental

”



### Complementaridade Energética

Integração com fontes renováveis intermitentes, garantindo estabilidade da rede elétrica



### Desenvolvimento Tecnológico

Oportunidade de posicionar o Brasil na fronteira da inovação nuclear mundial



### Alinhamento de Políticas

O futuro depende de integrar ciência, indústria e políticas públicas em uma estratégia coerente



# Obrigado!

Perguntas e Discussão

Prof. Dr. Giovanni Laranjo de Stefani  
COPPE/UFRJ | POLI/UFRJ

[laranjogiovanni@poli.ufrj.br](mailto:laranjogiovanni@poli.ufrj.br)