

# A Energia Nuclear no âmbito do *Plano Nacional de Energia 2050*

## Ministério de Minas e Energia

---

Reive Barros dos Santos

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

# Estratégias de Longo Prazo

## Estratégia de longo prazo *expansão do setor energia*

### Desenho da estratégia

Definição de conjunto de recomendações e diretrizes a serem seguidas

Instrumento: Relatório do PNE 2050

### Implementação da Estratégia

Desenvolver conjunto de ações coordenadas que possibilitem a implementação da estratégia

Instrumento: Plano de Ação

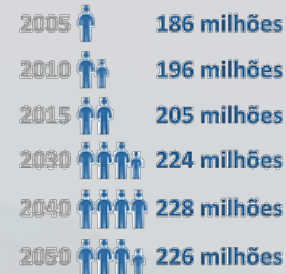
**Estratégia Energética PNE 2050**

Longo prazo para Expansão

## Monitoramento da Estratégia

Monitorar os efeitos e desdobramentos da estratégia

Instrumento: Plano de Monitoramento das Ações Estratégicas

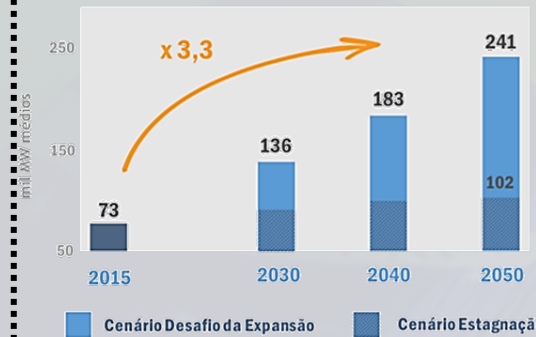


**226 milhões**  
Hab.  
Em 2050

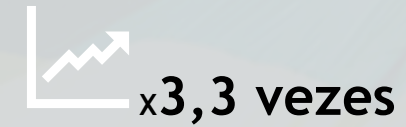


**98 milhões de domicílios**  
Em 2050

## Evolução do Consumo de Energia Elétrica

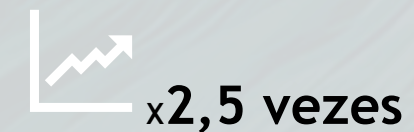
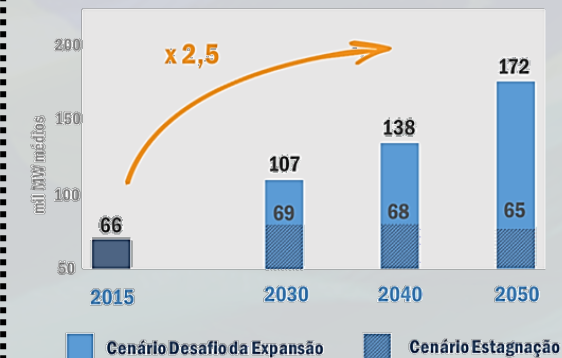


Engloba o consumo na rede, a autoprodução, a geração descentralizada e é calculado antes dos ganhos de eficiência energética



É o número de vezes que o consumo potencial de energia elétrica do País pode atingir em relação ao ano base.

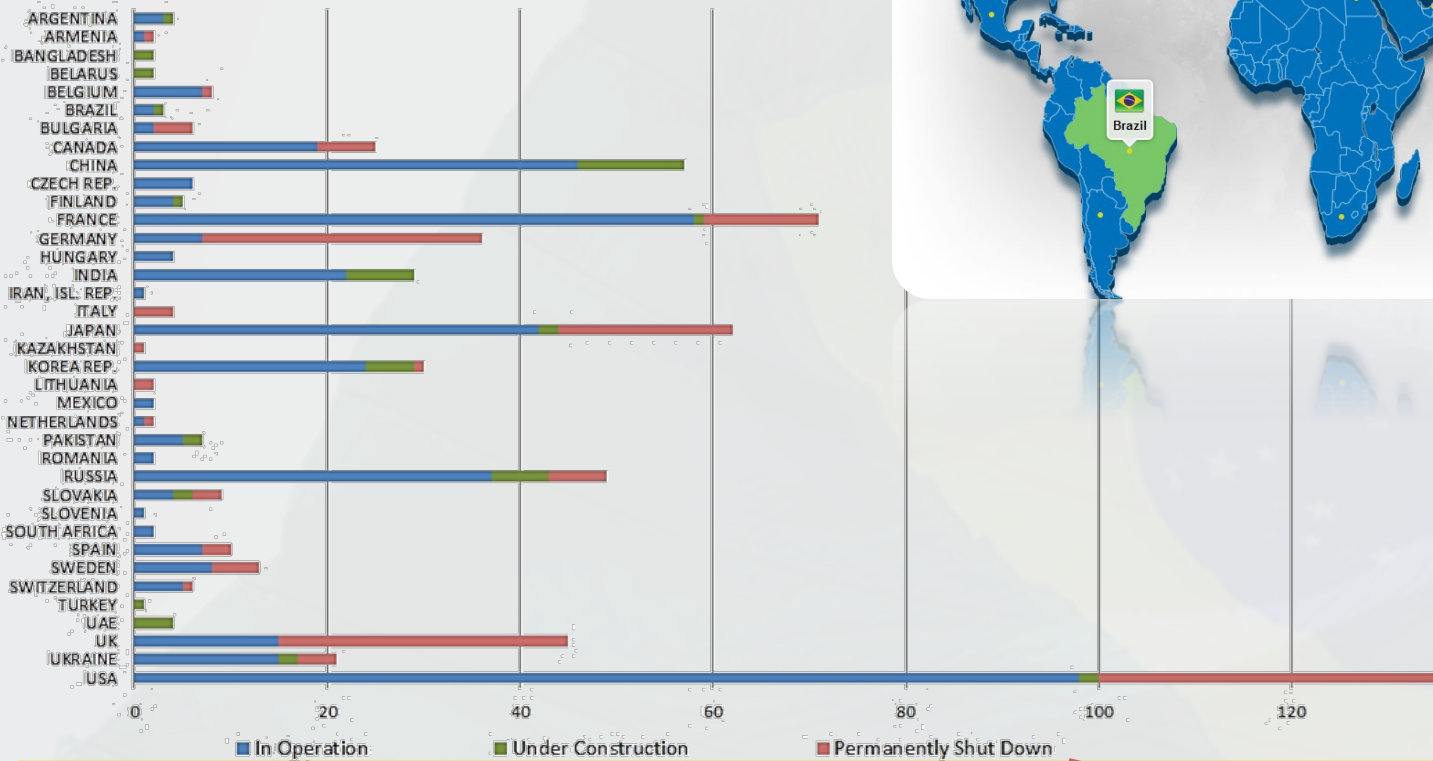
## Evolução do Demanda de Energia Elétrica



É o número de vezes que a demanda de energia elétrica a ser atendida por geração centralizada do País pode atingir em relação ao ano base.

# Energia Nuclear - Panorama Mundial - 2020

## Energia Nuclear Reatores em construção e em operação



## Energia Nuclear Países com Reatores em operação



**441**  
Reatores Nucleares em operação em 22/06/2020

**54**  
Reatores Nucleares em construção em 22/6/2020

**186**  
Reatores Nucleares desativados até 2020

# Energia Nuclear - Perspectivas no longo prazo - PNE 2050


## Energia Nuclear Panorama Mundial


1950

 Forte crescimento a partir de 1950




1980

 **400**  
Reatores Nucleares em operação no fim da década de 1980

 **+300 GW**  
Reatores Nucleares em operação no fim da década de 1980

1990 a 2000

 **418**  
Reatores Nucleares em operação em 1989

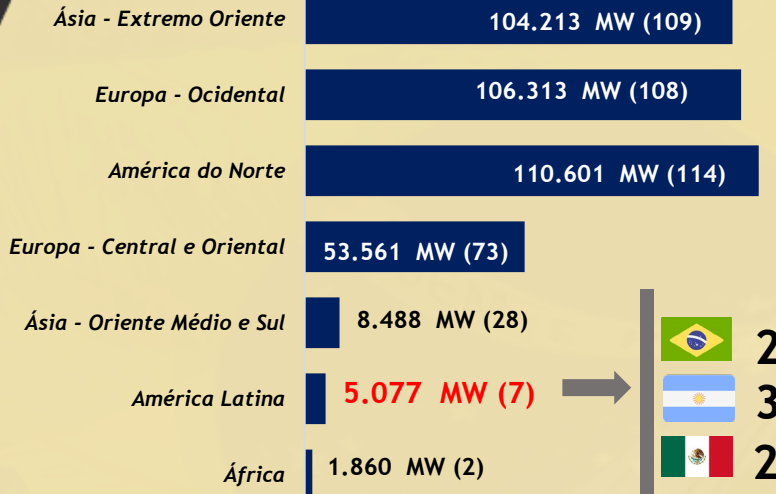
**+300 GW**  
Reatores Nucleares em operação no fim da década de 1980

 **438**  
Reatores Nucleares em operação 2002



**+370 GW**  
Reatores Nucleares em operação em 2002

## Energia Nuclear Panorama Mundial



2020



**390,1 GW**  
Reatores Nucleares em operação em 2020

 **441**   
Reatores Nucleares em operação em 2020

**57,4 GW**  
Reatores Nucleares em construção em 2020

 **54**   
Reatores Nucleares em construção em 22/6/2020

## Energia Nuclear Aperfeiçoamento na Segurança

1979

✓ Acidentes de *Three Mile Island* (EUA)

1986


✓ *Chernobyl* (na extinta União Soviética, hoje Ucrânia)

2011

✓ *Fukushima* (no Japão)

 Ampliação das regulações de segurança de construção e a operação de UTN no mundo

 Comunidade internacional voltada ao aprimoramento regulatório e à fiscalização mútua entre países (através de *peer review*)

 Observa-se um crescente aperfeiçoamento da gestão operacional das usinas.

 Evolução tecnológica dos reatores

# Energia Nuclear - Perspectivas no longo prazo - PNE 2050



Fonte: PNE 2050

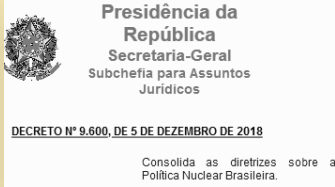
## Energia Nuclear Papel na transição energética

- Serviços de abatimento de emissões de GEE**
- Ampliação na resiliência e a robustez dos sistemas elétricos na transição energética (fonte despachável), dadas as perspectivas progressivas de participação de fontes renováveis não-despacháveis ou com alta variabilidade de fornecimento.**
- Atualmente a energia nuclear é responsável por 10% da produção global de energia elétrica e é a segunda maior fonte de energia de baixo carbono no mundo, atrás apenas da hidroeletricidade.**
- Amplo leque de produtos e serviços relevantes para outros setores**
  - Medicina Nuclear Radioisótopo**
  - Defesa**
  - Controle erosão**
  - Dessalinização**
  - Geração de Hidrogênio**

Fonte: PNE 2050

# Energia Nuclear - Política Nuclear Brasileira (PNB)

## Energia Nuclear Política Nuclear Brasileira



Decreto nº 9.600,  
05/12/2018



Consolida um conjunto de diretrizes norteadoras

Orienta o planejamento, as ações e as atividades nucleares e radioativas no País, em observância à soberania nacional

Orientações visam desenvolvimento, à proteção da saúde humana e do meio ambiente.

Contém:

- ✓ 19 objetivos gerais para a área nuclear
- ✓ 5 objetivos específicos para a mineração
- ✓ 7 objetivos específicos relativos à indústria do setor nuclear.

## Energia Nuclear Alguns Objetivos da PNB

Preservação do domínio da tecnologia nuclear

O uso da tecnologia nuclear para fins pacíficos

Ampliação da geração nucleoe elétrica nacional

Domínio do ciclo e autonomia na produção do combustível nuclear

Incentivo ao:

- ✓ levantamento geológico
- ✓ produção de minérios nucleares
- ✓ Aproveitamento de resíduos da mineração

Formação e a fixação dos RH (motivada pela execução de Grandes Projetos)

Emprego da tecnologia nuclear para o desenvolvimento nacional e o bem estar da sociedade.

Fomento a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear;

## Energia Nuclear Grandes Projetos Brasil

PROSUB-Submarino Nuclear Brasileiro (SN-BR)



RMB-Reator Multipropósito Brasileiro

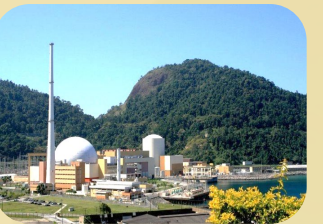


Angra III



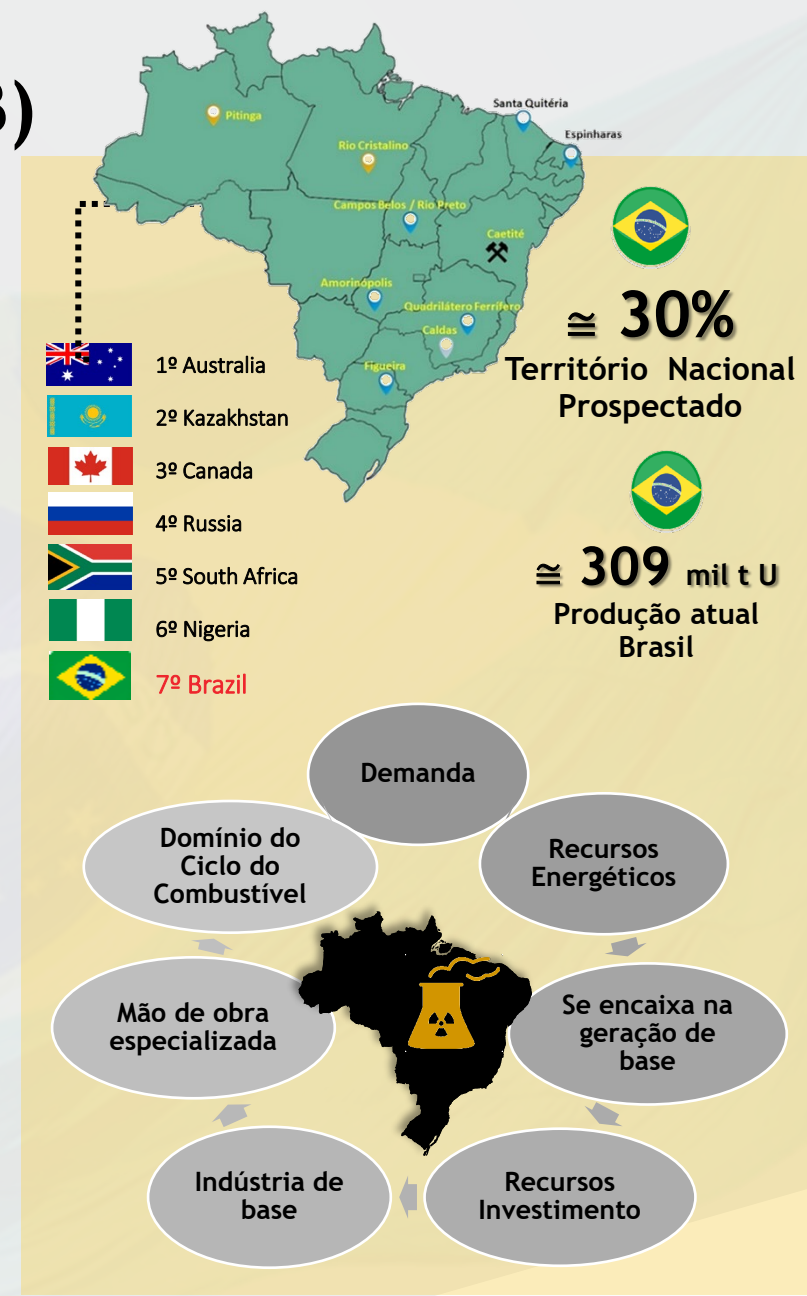
# Energia Nuclear - Política Nuclear Brasileira (PNB)

## Energia Nuclear Questões do Setor Nuclear Brasileiro



## Energia Nuclear Questões Estratégicas no Brasil

- ✓ 6/7ª Reserva Mundial de Urânio com potencial de vir a ocupar a 2ª/3ª posição
- ✓ Um dos três países do mundo que possui minérios nucleares em seu território e domina o ciclo do combustível nuclear
- ✓ Aumento da demanda de energia - População de 210 milhões para 226 milhões em 2050
- ✓ Proximidade ao Centro de carga (SP, RJ e MG)
- ✓ Transversalidade e transbordamento da tecnologia nuclear.



Fonte: PNE 2050

Fonte: PNE 2050

Fonte: MME

# Energia Nuclear - Perspectivas Tecnológicas

## Energia Nuclear Perspectivas Tecnológicas

**Nos próximos anos - horizonte PNE 2050:**

- Nova geração de reatores (III+)**  
*Primeiras unidades entraram em operação nos últimos dois anos.*
- Reatores pequenos modulares (SMR)**  
*Atualmente em processo inicial de licenciamento em diversos países.*
- Reatores da chamada geração IV**  
*Em fase de concepção, não sendo esperada uma entrada significativa dessa tecnologia no horizonte do PNE 2050*
- Expressivo Descomissionamento até 2040**  
*Expressivo número de projetos descomissionados no mundo*

## Energia Nuclear Tecnologias Disruptivas

### Tecnologias Disruptivas no PNE 2050:

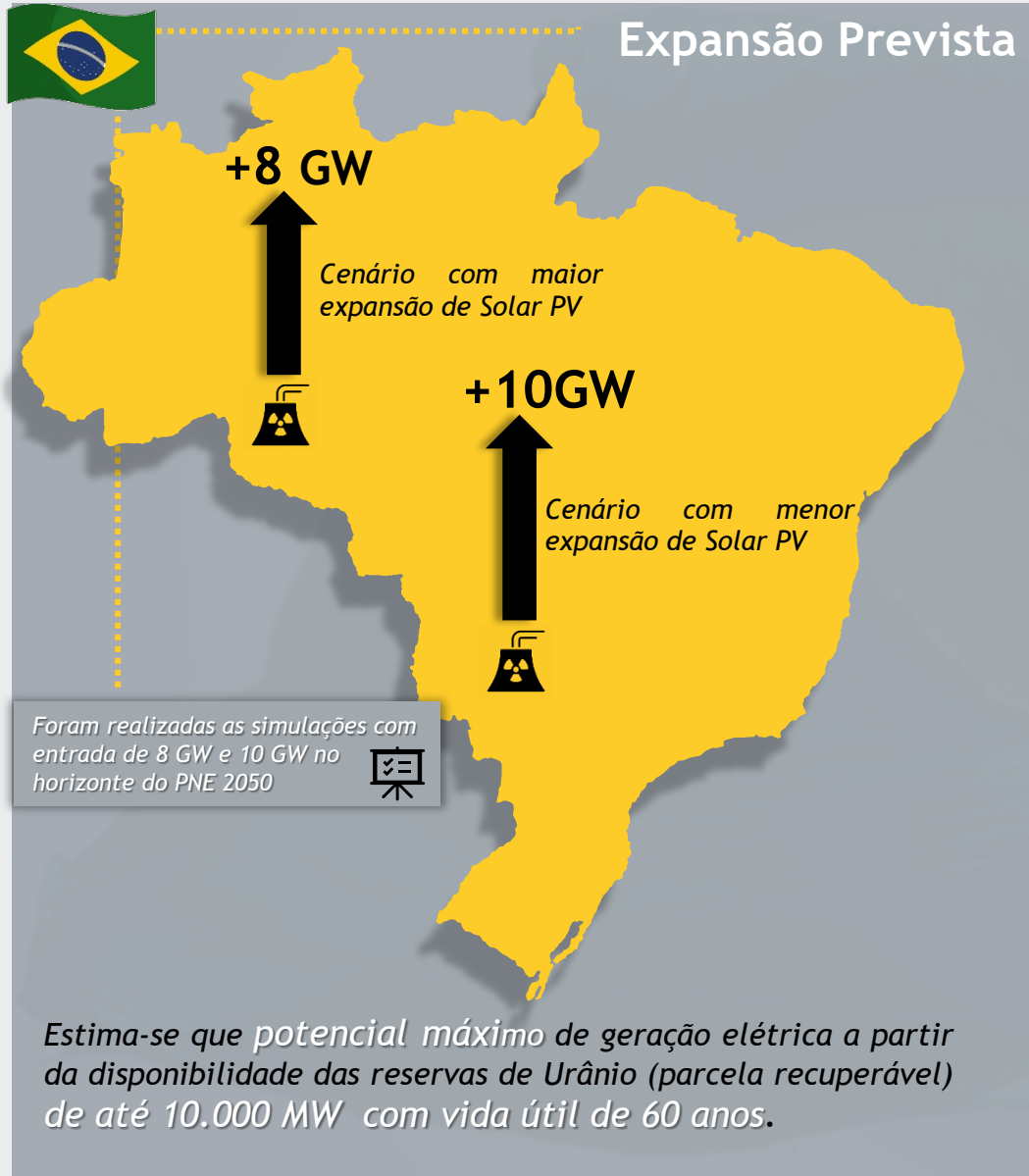
*Aquelas capazes de alterar significativamente o mercado de energia, mas para o qual temos poucos elementos para antever sua inserção na matriz energética e os desdobramentos decorrentes*

- Reatores pequenos modulares (SMR)**
  - Até 300 MW**  
*Small Modular Reactors (SMR) variam de 25 a 300 MW*
  - Transporte**  
*são construídos em uma fábrica e transportados para o local de utilização*
  - Refrigeração**  
*Protótipos refrigerados a água, Gás, metais líquidos ou sais fundidos*
  - Investimento,**  
*projetos simples, maior flexibilidade operacional*
- Fusão Nuclear**
  - Meio Ambiente**  
*emissões de GEE praticamente nulas*
  - Futuro**  
*tecnologia promissora no longo prazo*
  - P&D**  
*requer muitos esforços de P&D ao longo das próximas décadas*

Fonte: PNE 2050



# Energia Nuclear - Exercícios Quantitativos - PNE 2050



## Energia Nuclear Desafios no Horizonte do PNE 2050

@ Comunicação 1

Comunicar de forma efetiva o papel da energia nuclear

👥 Institucional 2

Promover adequações institucionais, legais e regulatórias à expansão da energia nuclear

⚡ Expansão 3

Avaliar a magnitude da expansão termonuclear associada à implementação da Política Nuclear Brasileira

⚛️ Segurança 4

Garantir a segurança das instalações nucleares e do ciclo do combustível

🕒 Vida Útil 5

Expandir a vida útil de reatores e definir regras de descomissionamento

⛏️ Minerais Urânio 6

Ampliar o conhecimento sobre os recursos minerais nacionais aplicáveis ao ciclo do combustível nuclear

Fonte: PNE 2050

# Mapa do Caminho da Energia Nuclear no Brasil

## Desafios do PNE 2050

## Recomendações no Horizonte do PNE 2050

Desafio	Recomendações
<b>1</b> Comunicação	Ampliar a comunicação com a sociedade brasileira, especialmente com as áreas candidatas a novos projetos, desde a mineração até o depósito de resíduos, passando pelas usinas nucleares
<b>2</b> Institucional	Aprimorar o marco regulatório associado à energia nuclear, passando pela flexibilização do monopólio da União, pela estrutura organizacional do setor e pela sua regulamentação
<b>3</b> Expansão	Estabelecer metodologia de cálculo da magnitude da expansão da capacidade termonuclear no âmbito de análise de ganhos de economias de escopo associados à PNB
	Estabelecer maior padronização dos projetos para apropriação de ganhos de escala e aprendizagem
	Articular políticas nuclear, de comércio exterior, de C&TI e de formação de RH
<b>4</b> Segurança	Manter a garantia de segurança da gestão dos rejeitos radioativos
	Aprimorar a cultura de segurança nuclear
	Preservar a segurança de fornecimento de combustíveis
<b>5</b> Vida Útil	Avaliar as implicações de extensão da vida útil das usinas existentes em termos regulatórios e comerciais e adequada preparação para descomissionamento de usinas existentes
<b>6</b> Minerais Urânio	Retomar a prospecção de urânio em todo o território nacional

	2020-2030	2030-2040	2040-2050
Comunicação	●	●	●
Institucional	●	●	●
Expansão	●	●	●
Segurança	●	●	●
Vida Útil	●	●	●
Minerais Urânio	●	●	●

# *Obrigado!*



Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético  
Ministério de Minas e Energia  
(61) 2032-5762  
spe@mme.gov.br

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL  
СОЛЕРНО ФЕДЕРАЛ