



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

Ministério de Minas e Energia

André Luiz Rodrigues Osório – DIE/SPE

Nuclear Generation in Brazil's Energy Plan – VI ENIN ORAL TECHNICAL SESSIONS

21 a 25/10 – Santos - Brasil

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Agenda

- O Planejamento Energético
 - O Planejamento Energético de Longo prazo
- Questões para o Planejamento de Longo Prazo
- Questões já apresentadas no INAC
 - Mensagens do PDE 2029 (preliminares)
 - Preparando o caminho para a expansão da geração termelétrica Nuclear
 - Participação e Iniciativas do MME para o setor nuclear
 - Considerações Finais



Planejamento Energético

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Arranjo Institucional e Governança

Pilares da Política Energética



Governança



Estabilidade Regulatória e Jurídica



Previsibilidade



Respeito aos Contratos



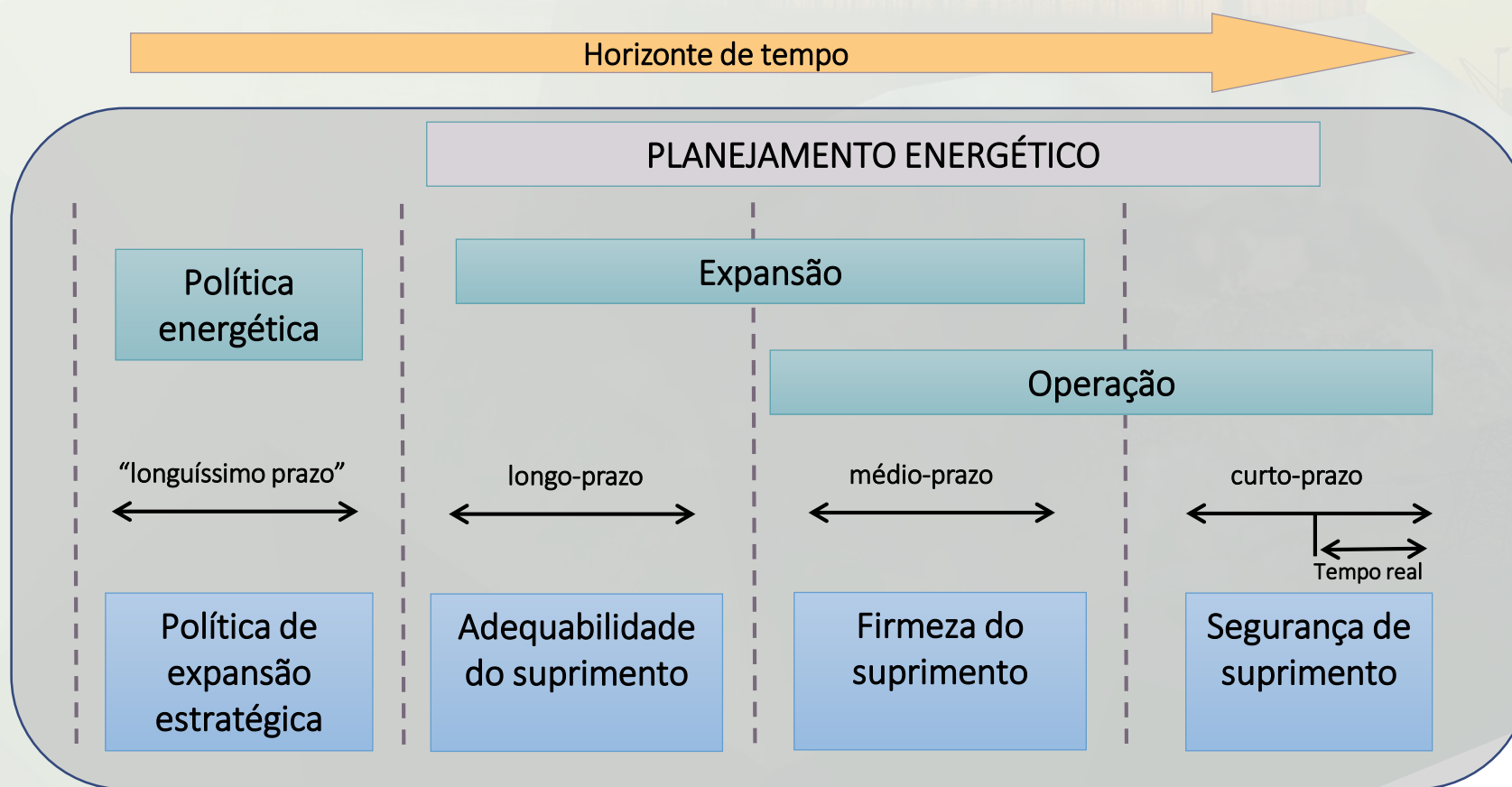
Garantia dos Recebíveis



Sustentabilidade

Conceitos Fundamentais

“o planejamento é uma cadeia de ações integradas”



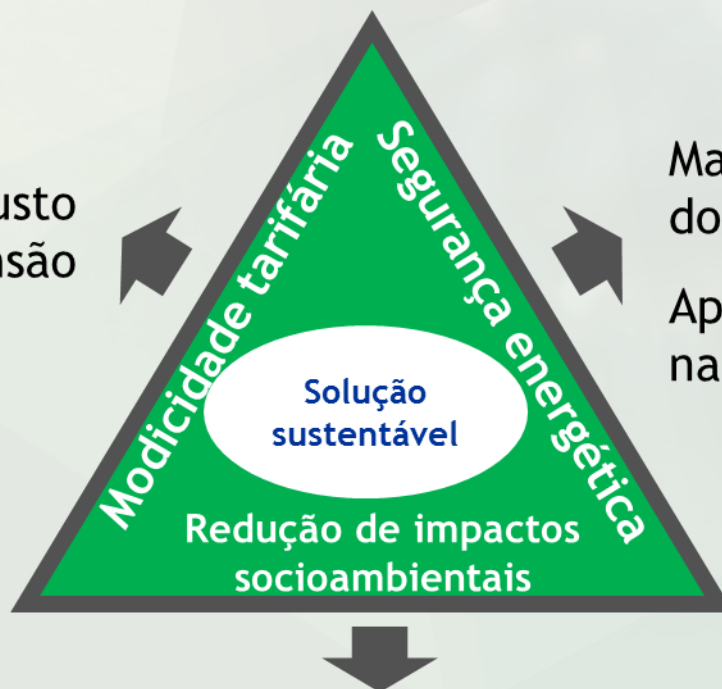
Diretrizes para a Expansão da Matriz Elétrica

O desafio do Planejador



O desafio para a Matriz Elétrica Brasileira é **atender à demanda de energia de forma segura**, com o **menor custo possível** e considerando políticas e compromissos de **proteção ambiental e social**

Buscar o menor custo possível da expansão



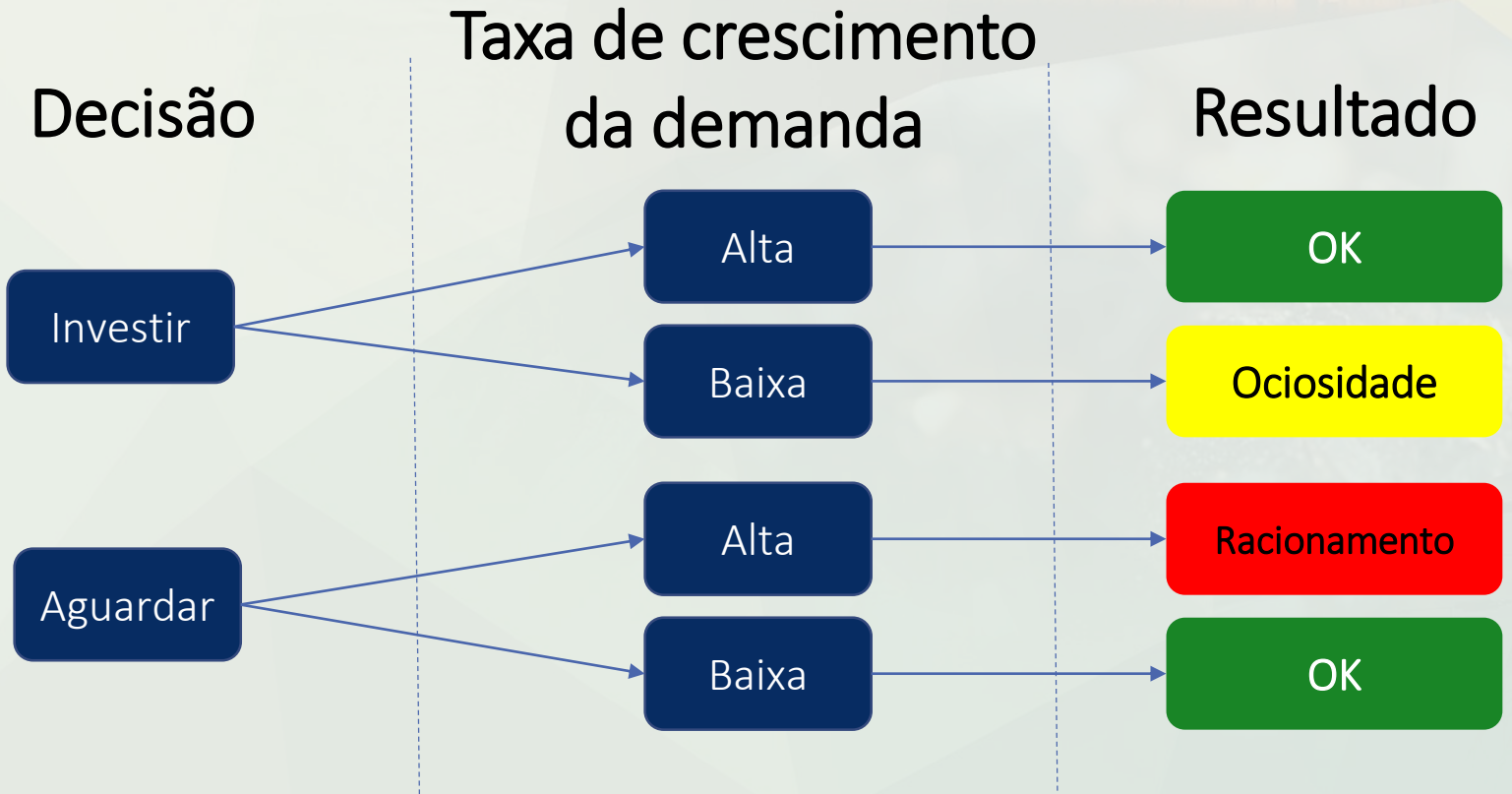
Manter a confiabilidade do sistema

Aproveitar os recursos nacionais

Manter emissões de GEE no menor patamar possível
Minimizar interferências em áreas protegidas

O dilema do Planejamento da Expansão

“investir ou esperar?”



A estrutura presente e futura do setor elétrico



Presente



Futuro



Icon made by Freepik from www.flaticon.com



- ✓ Digitalização
- ✓ **Descentralização**
- ✓ Eficiência Energética
- ✓ Comportamento do Consumidor
- ✓ Mudanças Climáticas
- ✓ Descarbonização
- ✓ Economia do Compartilhamento
- ✓ Geopolítica Mundial
- ✓ Eletrificação da Matriz Energética
- ✓ Precificação de Carbono
- ✓ P&D&I

Maior número de agentes; Decisão nem sempre com base em aspectos econômicos -> mais incerteza para o planejamento

O Processo do Planejamento da Expansão

- ✓ Estudos econômicos
- ✓ Modelo para projeção de demanda
- ✓ Inventário dos recursos primários
- ✓ Análise tecnológica e ambiental
- ✓ Escolha dos projetos candidatos para a modelagem
- ✓ Estabelecimento de premissas para construção de cenários
- ✓ Planejamento energético integrado e produção de um plano, que atenda a algum critério econômico/físico
- ✓ Ao repetir o processo anterior para distintas hipóteses, podemos comparar planos candidatos oriundo do planejamento
- ✓ Implementação de mecanismos de política e regulação para implementação

Visão Integrada dos Estudos de Planejamento

Estudos Econômicos

Modelos
Macroeconômicos

Modelos
Econômicos Setoriais

Estudos da Demanda

Premissas setoriais

Eficiência energética

Demografia

Meio ambiente

Modelos Setoriais de
Demanda de Energia

Outros
Modelos

Modelo do
Setor
Residencial

Modelo de
Eletricidade

Modelo de
Transportes

Estudos da Oferta

Recursos energéticos

Sazonalidade

Tecnologia

Meio ambiente

Regulação

Custos

Modelos de Oferta
de Energia

Outros
Modelos

Modelo de
Expansão do Refino

Modelo de Expansão
de eletricidade

GD

Centraliz.

Resultados Finais

Consumo Final
de Energia

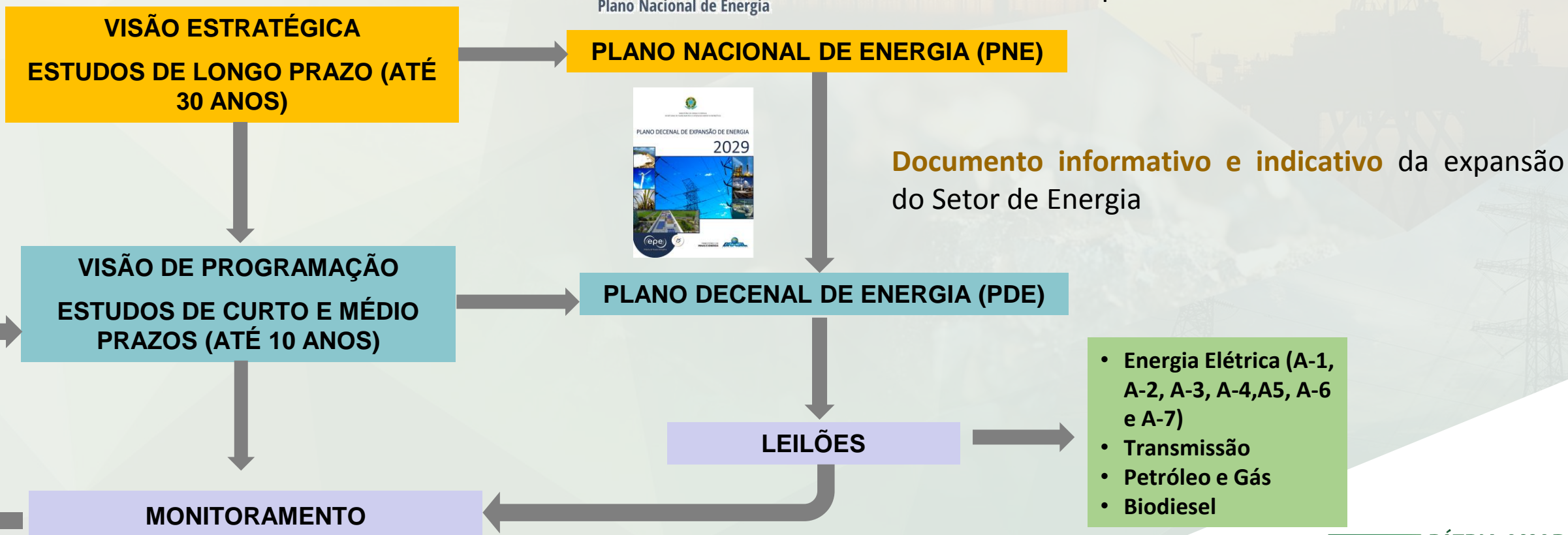
Matriz
Energética

Oferta Interna
de Energia

Planejamento Energético – 3 Dimensões



Fornece **insumos para a formulação de Políticas Energéticas, orientando tendências** e balizando as alternativas de expansão



Instrumentos de Planejamento Energético

**Plano Decenal
(10 anos)**



**Plano Nacional
(30 anos)**



PLANEJAMENTO DE MÉDIO E LONGO PRAZO

OBJETIVOS

- O PNE é um plano com abordagem estratégica com horizonte de longo prazo
- O PDE é um plano indicativo para um horizonte de 10 anos
- Os planejamentos de longo e médio prazo são importantes para:
 - ✓ **Criar um diálogo permanente com a sociedade**
 - ✓ **Apresentar uma visão integrada dos diversos recursos energéticos**
 - ✓ **Mapear os desafios de gestão ótima de recursos energéticos**
 - ✓ **Gerar insumos às políticas energéticas**
 - ✓ **Reduzir os custos sistêmicos e as ineficiências**
 - ✓ **Orientar tendências tecnológicas**

PNE 2050



Estudos econômicos

- formulação de cenários referenciais para a expansão da oferta e da infraestrutura de energia

Estudos da demanda

- de energia elétrica, de combustíveis fósseis e de biocombustíveis

Estudos de recursos energéticos

- aspectos setoriais, econômicos, tecnológico e ambientais

Estudos de expansão da oferta de energia

- geração e transmissão de energia elétrica e de expansão da capacidade de oferta de outros energéticos

Identificar diretrizes para o plano de ação, que contribuam para formulação da estratégia de expansão do setor energético brasileiro até 2050

- Fornece orientação da direção
- Facilita a coordenação dos agentes
- Possibilita melhor organização dos esforços
- Auxilia na tomada de decisão
- Aumenta a eficiência

PDE 2029



- Prover mercado e sociedade brasileira com melhor informação
- Identificação de oportunidades
- Dimensões associadas ao planejamento energético: econômica, estratégica e social
- Visão integrada para os diversos energéticos no horizonte de 10 anos
- Expansão com caráter indicativo

Planejamento Energético de Longo Prazo – PNE 2050

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Estratégia de Longo Prazo para a Expansão do Setor de Energia no Brasil



- Fornece orientação da direção
- Facilita a coordenação dos agentes
- Possibilita melhor organização dos esforços
- Auxilia na tomada de decisão
- Aumenta a eficiência

Visão estratégica a partir da qual Planos, Políticas, Programas, Iniciativas e Estudos são elaborados

Fontes e Tecnologias Consideradas no PNE

Fontes renováveis

- ✓ **Hidrelétrica** (UHE e PCH)
- ✓ **Biomassa** (cana, cavaco, resíduos lenhosos, agrícolas, pecuários, urbanos; Tecnologias de condensação, gaseificação e biodigestão)
- ✓ **Eólica** (on shore e off shore)
- ✓ **Solar** (Fotovoltaica, Heliotérmica e off shore)
- ✓ **Oceânica** (ondas, correntes e pressão osmótica)
- ✓ **Bio-CCS / Co-queima**

Fontes não renováveis

- ✓ **Gás natural** (CS e CC)
 - ✓ **Carvão** (nacional, importado, Tecnologias de gaseificação e supercrítico)
 - ✓ **Nuclear**
 - ✓ **Diesel**
 - ✓ **Óleo combustível**
- ✓ **Armazenamento** (UHR e Baterias)



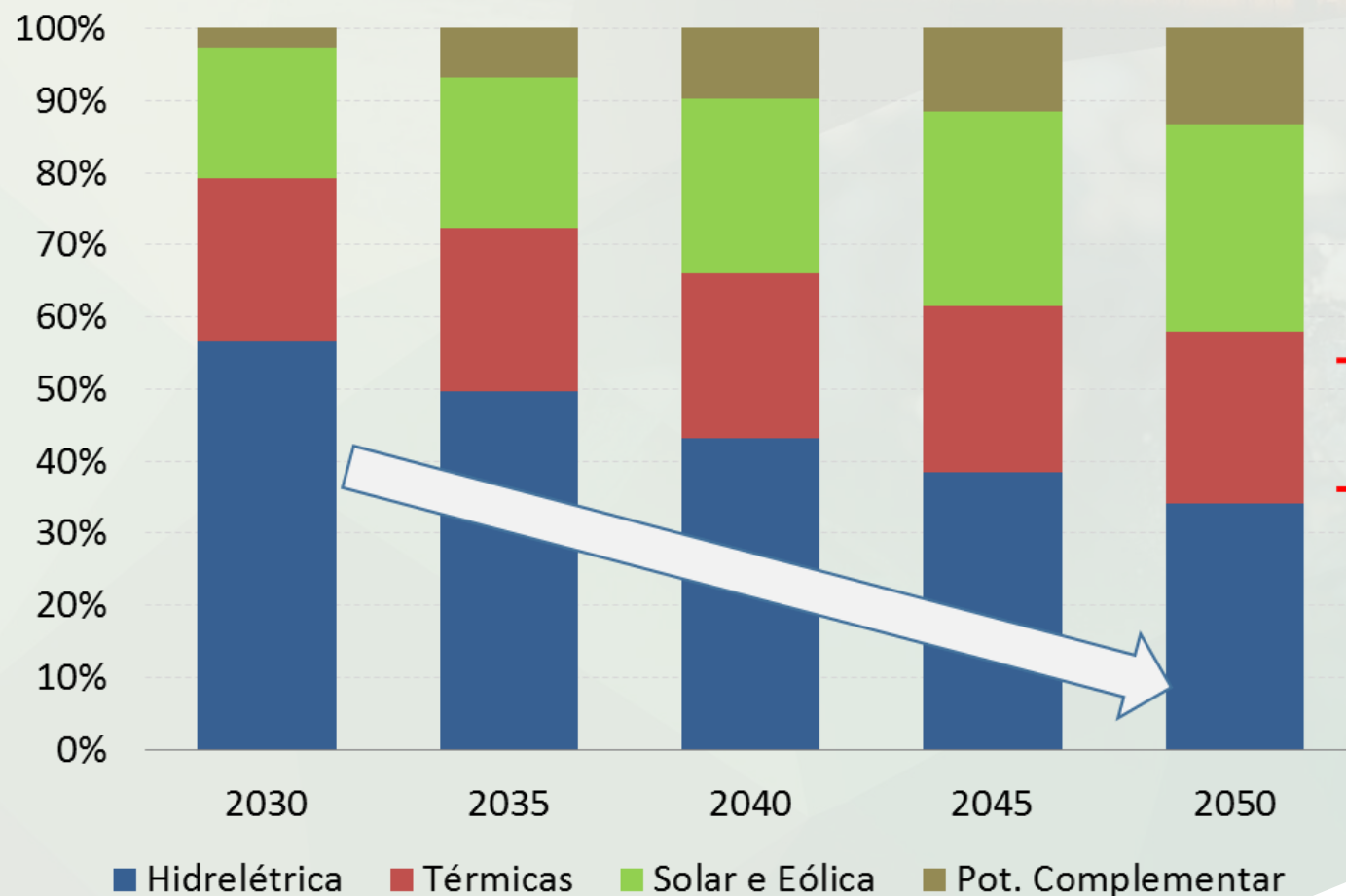
Temas Transversais: Transição Energética

- Digitalização
- Descentralização
- Eficiência Energética
- Comportamento do Consumidor
- Mudanças Climáticas
- Economia “Verde” / Descarbonização
- Economia do Compartilhamento
- Geopolítica Mundial
- Eletrificação da Matriz Energética
- Precificação de Carbono
- P&D&I

Análise Preliminar – PNE 2050

✓ ANÁLISES PRELIMINARES INDICAM CRESCENTE NECESSIDADE DE GERAÇÃO DE BASE E COMPLEMENTAR

CRESCIMENTO DE FONTES COM VARIABILIDADE NA MATRIZ ELÉTRICA



POTÊNCIA COMPLEMENTAR E ARMAZENAMENTO

NUCLEAR

GÁS NATURAL

CARVÃO

Nuclear Centralizado - Custos

O acidente de Fukushima (2011) foi determinante para uma rigorosa revisão dos protocolos de segurança, que ficaram mais conservadores. Como consequência, as projeções de custos para o longo prazo que, antes do acidente de Fukushima, eram decrescentes, alteraram-se sensivelmente.

Custo de Investimento e O&M

Os projetos de reatores nucleares de Geração III e III+, que estão planejados ou já se encontram em construção em países membros e não membros da OCDE, pelas diferenças específicas de cada país com relação a recursos financeiros, técnicos e regulatórios, apresentam diferenças significativas (2.000 a 8.000 US\$/kW). O CAPEX utilizado na modelagem foi de US\$5.000/kW.

Descomissionamento

A apropriação dos custos de descomissionamento podem obedecer os seguintes critérios: i) pré-pagamento, ii) amortização ao longo da vida útil ou iii) seguro. Optou-se aqui fazer o valor amortizado e incorporado ao O&M.

Combustível

O custo do combustível das usinas nucleares é composto pela soma dos custos de cada uma das etapas do ciclo do urânio, que vai da mineração até a fabricação dos elementos combustíveis. O custo do combustível é da ordem de R\$ 25/MWh.

Parâmetros	Unidade	Valores
CAPEX	US\$/kW	Até 5.000
Potência	MW	1000
FC Médio	%	90
O&M fixo	R\$/kW/ano	320
Vida útil	Anos	30
Combustível	R\$/MWh	25

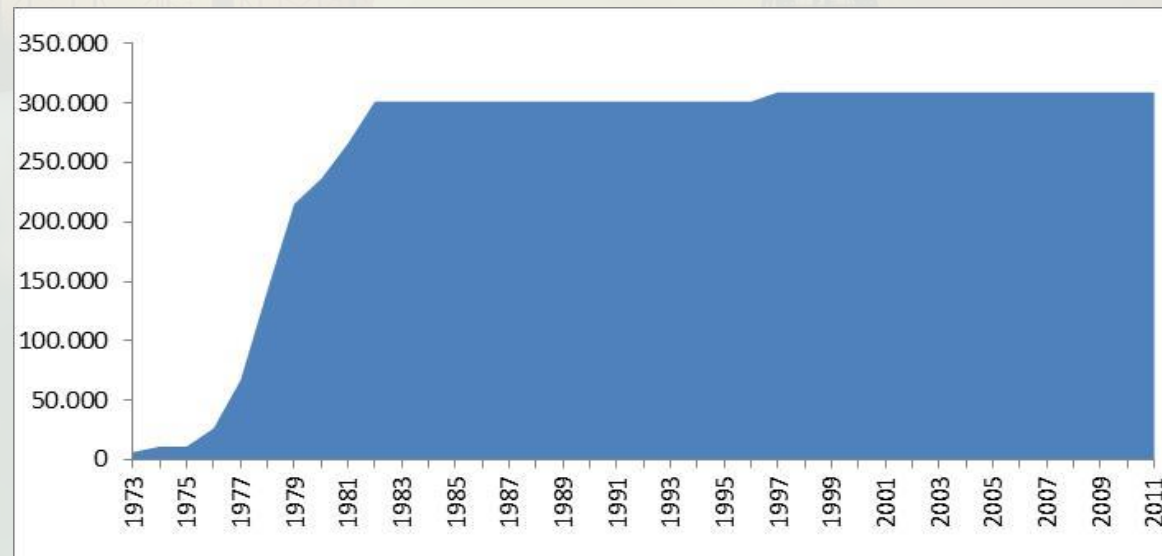
MINAS E ENERGIA

Nuclear Centralizado - Recursos

O potencial máximo de geração elétrica a partir da disponibilidade das reservas (parcela recuperável) medidas e indicadas é de até 10 novas unidades de 1000MW com vida útil de 60 anos.

- ✓ A prospecção e pesquisa para minerais radioativos cobre cerca de 30% do território nacional e alcança pouco mais de 309 mil toneladas de U3O8 in situ, equivalentes a 1,25 x109 tep .

Evolução das Reservas de Urânio (t de U₃O₈)



Reservas brasileiras de urânio por depósitos (t U3O8)

Depósito - Jazida	Medidas e Indicadas (U ₃ O ₈ t)			Inferidas (U ₃ O ₈ t)	Total (t)
	<40 U\$/kgU	<80 U\$/kgU	Sub-total	<80 U\$/kgU	
Caldas (MG)	-	500	500	4.000	4.500
Lagoa Real /Caetité (BA)	24.200	69.800	94.000	6.770	100.770
Santa Quitéria (CE)	42.000	41.000	83.000	59.500	142.500
Outras	-	-	-	61.600	61.600
Total	66.200	111.300	177.500	131.870	309.370

Potencial adicional (Prognosticado): Pitinga (AM) e Carajás (AM) - 300.000 t

Especulativo: aprox. 500.000 t

Fonte: INB (2018).

Diferentes tipologias de geração descentralizada

MINI E MICROGERAÇÃO



AUTOPRODUÇÃO INDUSTRIAL

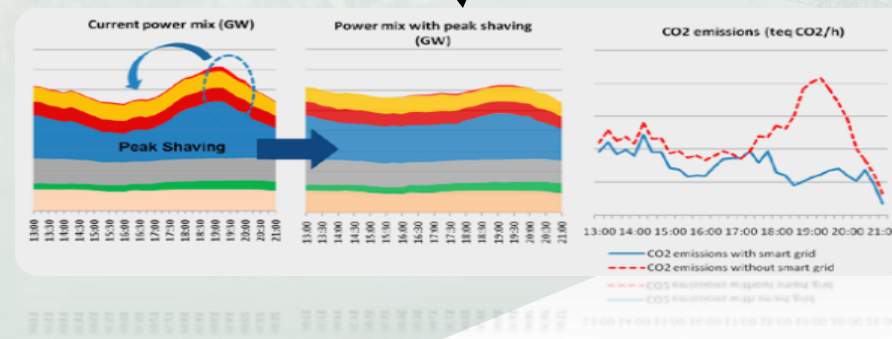


RED – Recursos Energéticos Distribuídos

COGERAÇÃO/MULTI GERAÇÃO



GERAÇÃO NA PONTA



Diferentes Escalas = Diferentes Agentes =
Diferentes óticas de investimento

Como a fonte nuclear se encaixa neste conceito?

Questões ao Planejamento

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Principais questões para o Planejamento

1

Qual patamar de crescimento da demanda de energia como um todo (eletricidade e combustíveis) em função das perspectivas de crescimento econômico e populacional de longo prazo?

2

Diante do impacto das mudanças climáticas sobre a economia, como o setor energético brasileiro será afetado em termos de disponibilidade de energia e custos e quais estratégias de mitigação serão adotadas para menor impacto sobre segurança energética e confiabilidade?

Principais questões para o Planejamento

3

Como um cenário de eletrificação de transporte (cargas, mas principalmente passageiros) afeta outras cadeias como a de etanol e de petróleo?

4

Um sistema elétrico 100% renovável é possível e viável economicamente até 2050? E energético?

5

Qual o espaço da geração distribuída e dos demais recursos energéticos distribuídos (RED) no total de atendimento à carga de energia?

Principais questões para o Planejamento

6

Em que ritmo os ganhos de eficiência energética poderão contribuir para a redução do crescimento da demanda de energia?

7

Quais as perspectivas de aproveitamento do potencial remanescente de UHEs no Brasil?

8

Que tecnologias são as mais promissoras para prover a flexibilidade adequada para mitigar a variabilidade das fontes de geração renovável, em termos de custo, disponibilidade, etc.?

Principais questões para o Planejamento

10 Geração Nuclear – Centralizada e Descentralizada



Aspectos da fonte nuclear

Competitividade da fonte nuclear

- ✓ Angra 2 operou em 2018 com **97,5%** de fator de disponibilidade
- ✓ As usinas nucleares ocupam uma área pequena e podem ser construídas próximas dos grandes centros consumidores
- ✓ A energia nuclear faz uso de um combustível de origem nacional
- ✓ O Brasil posiciona-se como a **7^a** maior reserva de urânio do mundo

Por que nuclear?

- ✓ Um mercado elétrico em transformação, com o aumento global do consumo e da necessidade da eletricidade
- ✓ Uma base hídrica chegando ao limite do seu aproveitamento
- ✓ Não emissora de gases do efeito estufa; destacada pegada ecológica; permite instalação perto dos grandes centros de carga; e elevada confiabilidade
- ✓ Promove o desenvolvimento econômico e social

Obrigado !

André Luiz Rodrigues Osório

andre.osorio@mme.gov.br

Contato: (61) 2032-5867

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



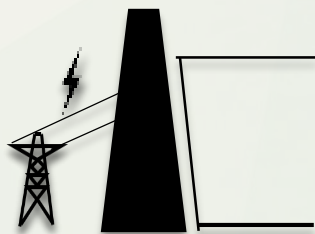
PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL
ГОУЕРНО ФЕДЕРАЛ

Mensagens do PDE 2029 (dados preliminares)

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Características Gerais do Setor em 2019



165 GW

Capacidade
Instalada de
Geração



145,5 mil Km

Linhas de
Transmissão



83,9 Mi

Número de Unidades

Consumidoras

Importância do Setor Energético Brasileiro

Investimentos Setoriais – Atualizado até 2029



R\$ 1,9 trilhão
em petróleo, gás e biocombustíveis

Até
2029

 **R\$ 456 bilhões**

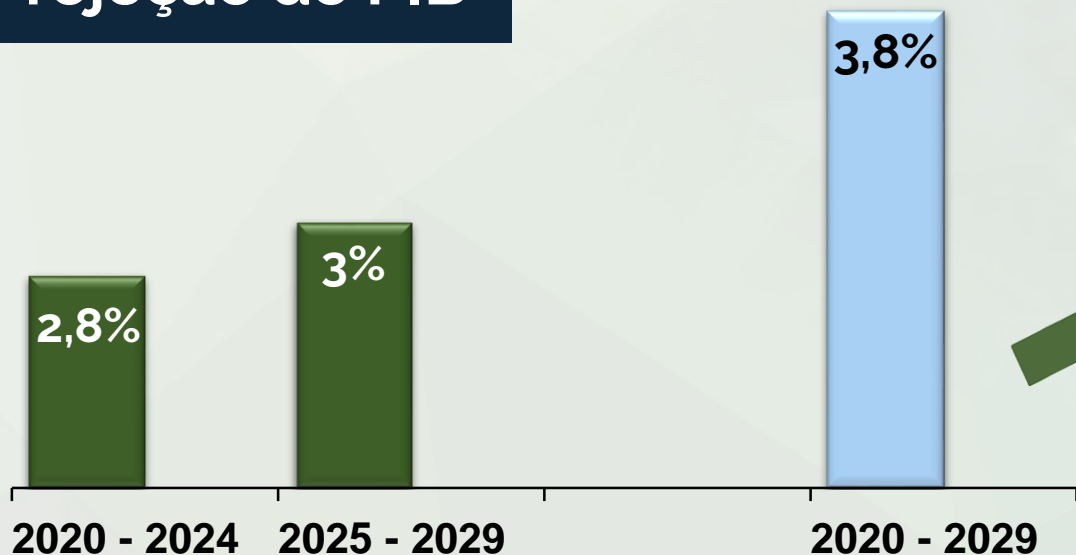
em geração e transmissão de energia elétrica (não inclui distribuição)

 **R\$ 80 bilhões**
em mineração até 2022

(Fonte: EPE, PDE 2019 / Ministério da Economia 2018)

Economia e Demanda (2020 – 2029)

Projeção do PIB



Consequência imediata do **CRESCIMENTO ECONÔMICO** é o aumento do **CONSUMO DE ENERGIA**



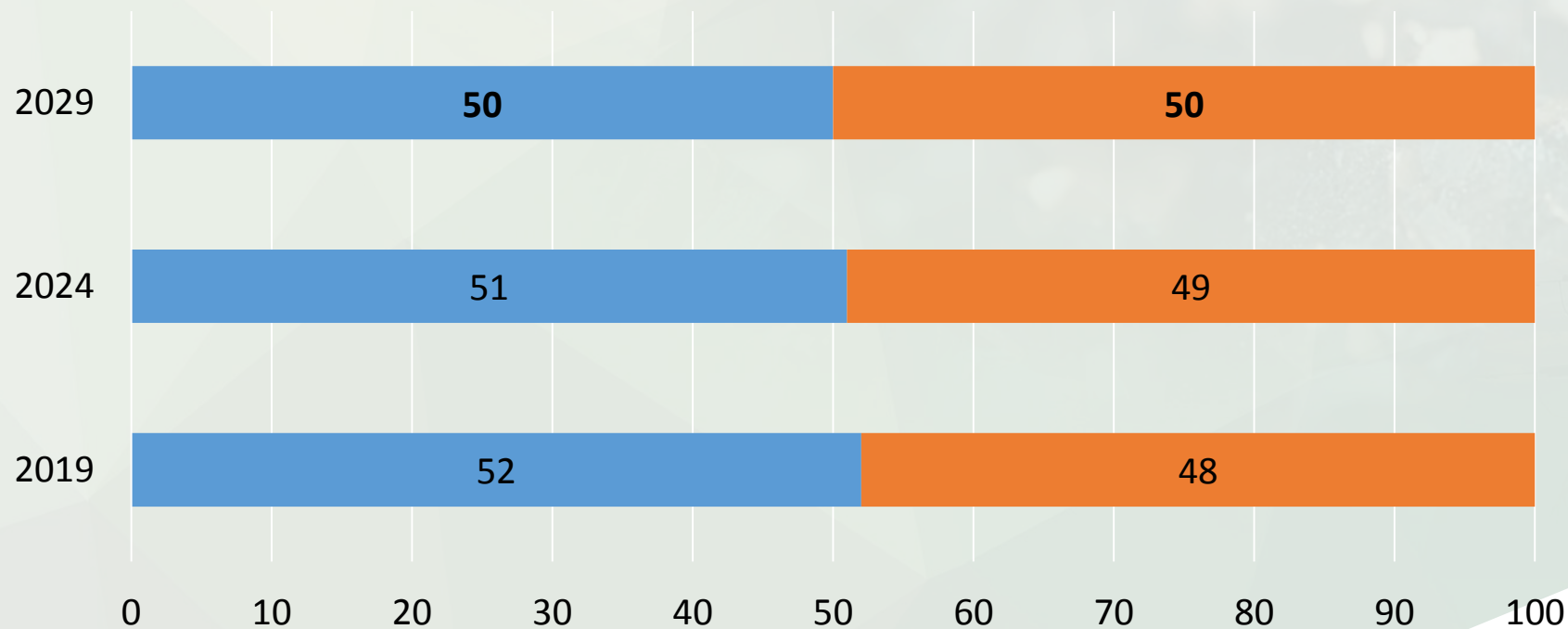
Fonte: EPE, 2019

✓ O melhor ambiente de negócios, juntamente com o encaminhamento na solução de gargalos de infraestrutura permitirão um crescimento gradual da produtividade da economia ao longo do horizonte.

Características da Matriz Energética Brasileira - 2029

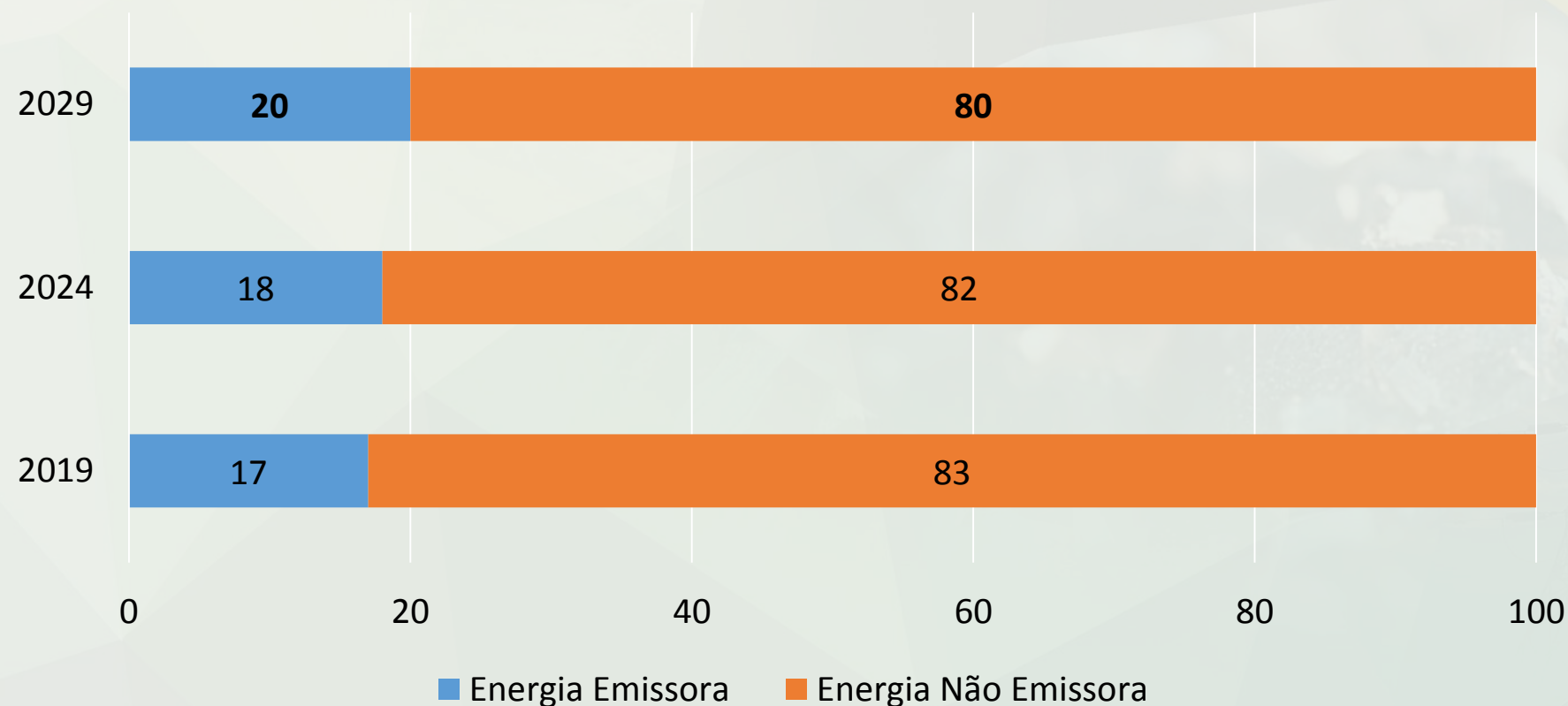
✓ O Brasil possui uma das matrizes energéticas **mais limpas do mundo**

Matriz energética brasileira: energia emissora e não emissora



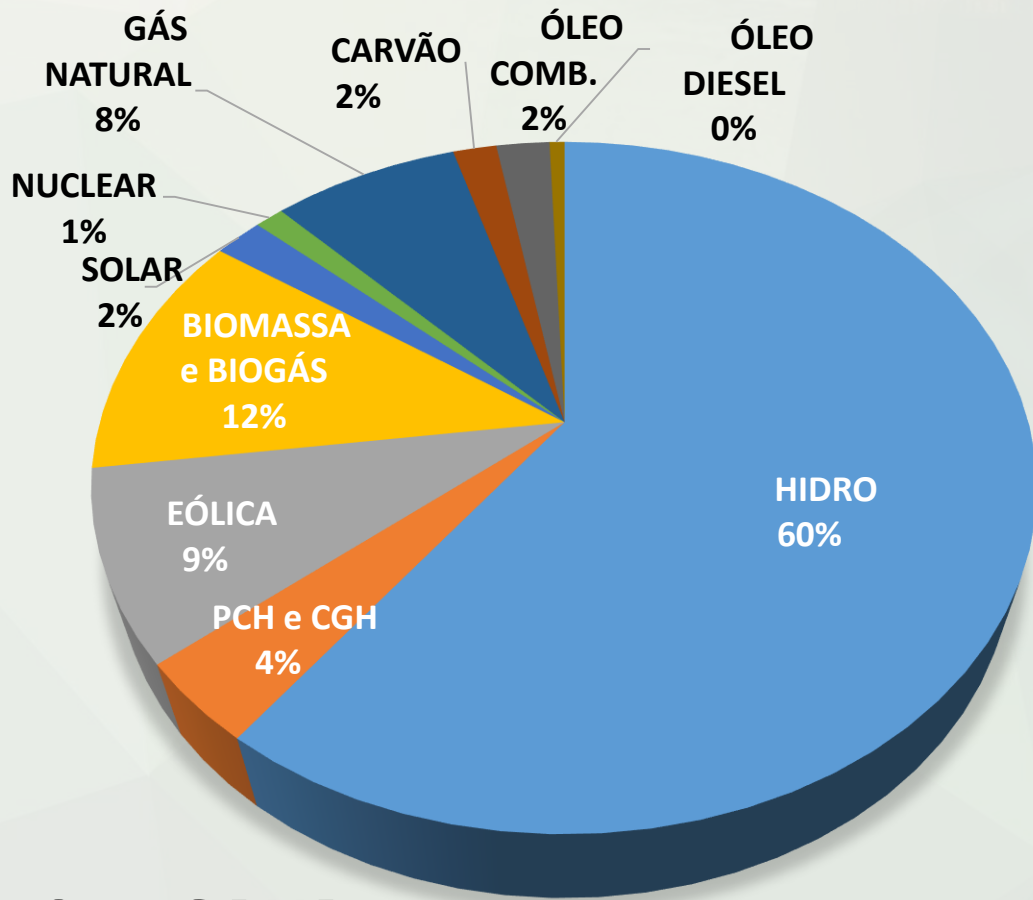
Características da Matriz Elétrica Brasileira - 2029

Matriz elétrica brasileira: energia emissora e não emissora

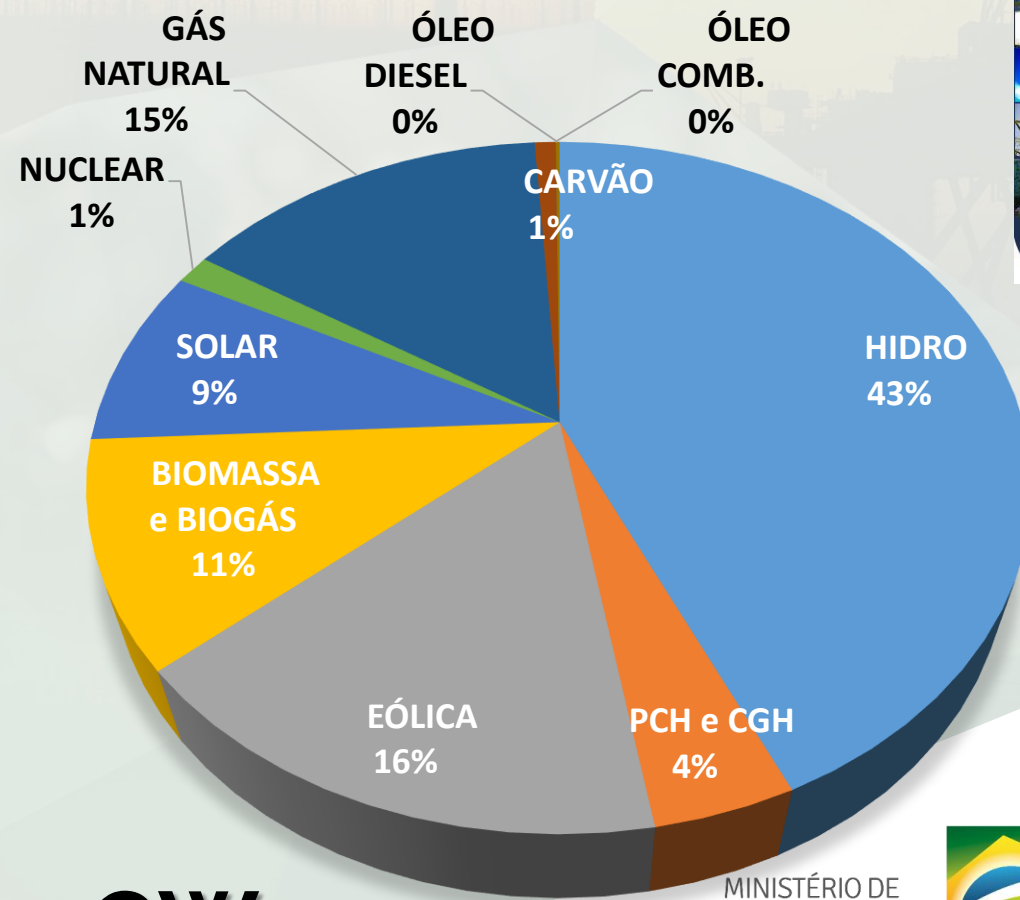


Características da Matriz Energética Brasileira

2019



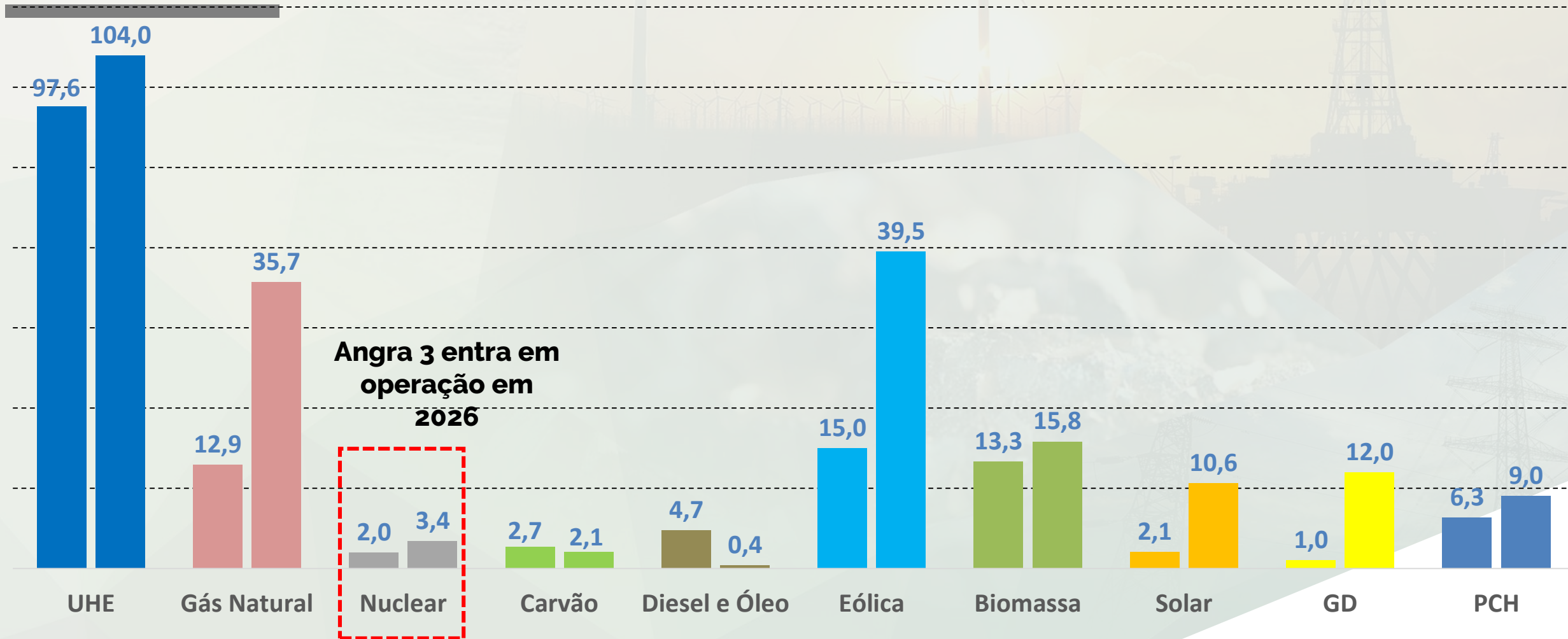
2029



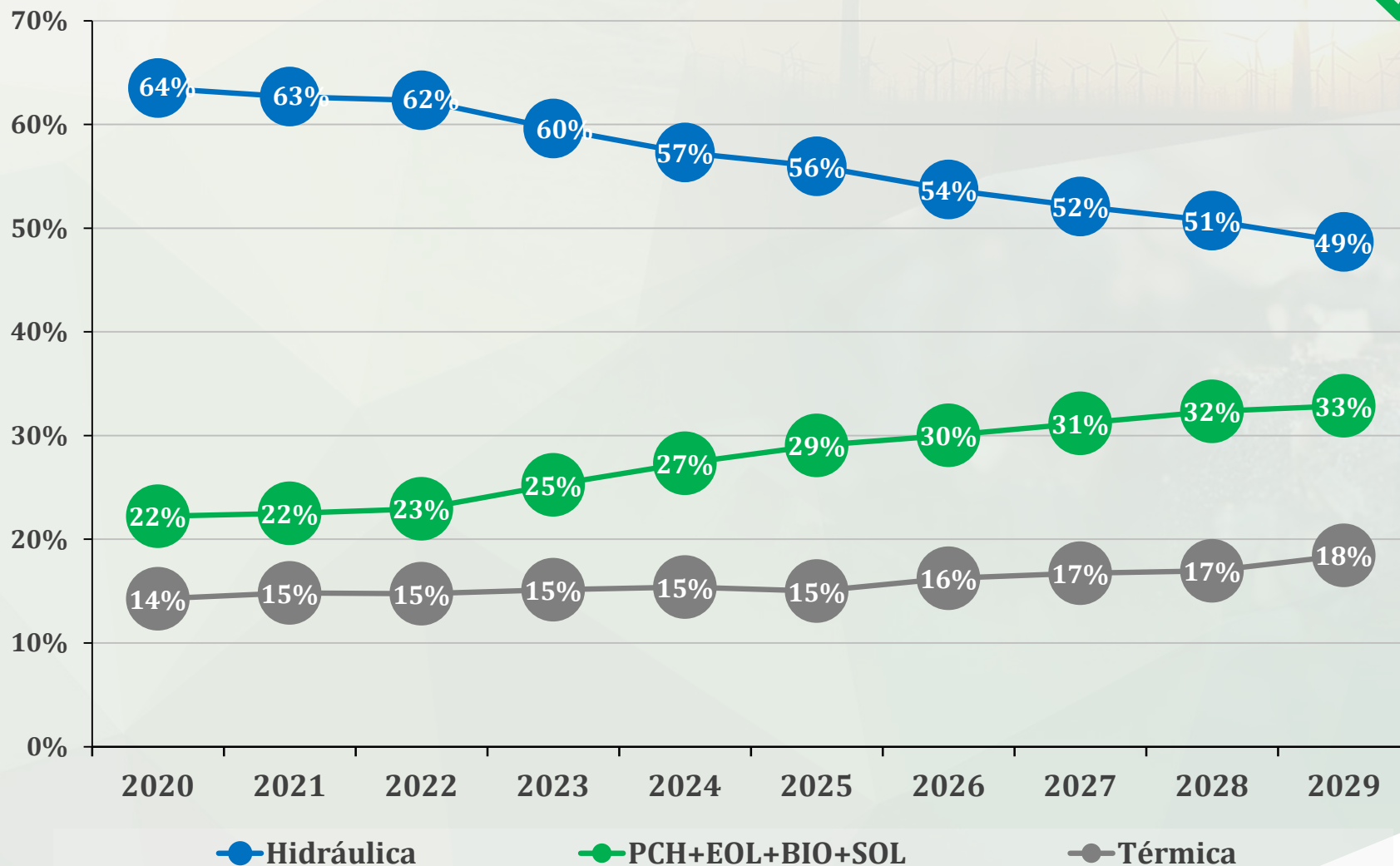
165 GW

251 GW

Capacidade Instalada em 2019 e 2029 (GW)



Participação das fontes (% da potência instalada)



Destaca-se que, apesar da redução da participação de usinas hidrelétricas, o sistema mantém a predominância de fontes renováveis e não emissoras de GEE. No caso de referência, a participação dessas fontes varia de 86% a 82% da capacidade instalada total do SIN.

Preparando o caminho para a expansão da geração termelétrica Nuclear

Mensagens do PDE 2029

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Preparando o caminho para a expansão da geração termelétrica Nuclear

- ✓ O caso de referência do PDE 2029 apresentou uma expansão termelétrica total de **21.000 MW**
- ✓ A expansão de geração termelétrica agrega segurança eletroenergética e provê energia e potência ao sistema.
- ✓ Recurso tecnicamente viável, não emissor de GEE e pode desempenhar um papel estratégico para o país do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico e de soberania nacional.
- ✓ Para podermos contar com projetos de geração nuclear para expansão termelétrica, é fundamental desenvolver projetos adequados do ponto de vista econômico-financeiro, de engenharia e socioambiental.



Preparando o caminho para a expansão da geração termelétrica Nuclear

✓ Algumas medidas devem ser providenciadas de modo a preparar o setor nuclear para o início do desenvolvimento de implantação de uma expansão dessa opção no SIN, dentre as quais podemos destacar:



- (i) Aprofundamento dos critérios visando novas áreas potenciais de localização de futuras centrais nucleares;
- (ii) Definição governamental sobre quais sítios deverão ser desenvolvidos buscando maior detalhamento das informações;
- (iii) Início dos licenciamentos ambientais; entre outros.

Preparando o caminho para a expansão da geração termelétrica Nuclear

- ✓ Diante dos valores de investimentos envolvidos, os projetos de novas centrais nucleares irão requerer a participação da iniciativa privada, preservando, contudo, as restrições constitucionais de controle da sociedade pelo Estado.



Participação e Iniciativas do MME para o setor nuclear

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Participação e Iniciativas do MME

- ✓ GTs do Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB) - GSI
- ✓ PPA 2020-2023 - Política Nuclear
- ✓ Angra 3 – Comitê Interministerial
- ✓ Grupo de Trabalho Minérios Nucleares - GTMN/MME

Participação e Iniciativas do MME



Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB) - GSI

- GT1 - Política Nuclear Brasileira – Encerrado
- GT 2 - Dinamizar a pesquisa e a lavra de minérios, voltadas para o setor nuclear brasileiro
- GT4 - Empreendimento Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)
- GT 5 - Apresentar as ações para a separação das funções regulatórias das de promoção e fomento da CNEN
- GT 8 - Estabelecer diretrizes e metas para o Repositório Nacional de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível
- GT 10 – Regulação Nuclear

Participação e Iniciativas do MME



PPA 2020-2023 - Política Nuclear

Promover o desenvolvimento da tecnologia nuclear e suas aplicações, garantindo que o país e sua população possam usufruir, de forma segura e sustentável, dos benefícios dos usos pacíficos da energia nuclear e das radiações ionizantes.

- Problema: Insuficiência de infraestrutura, recursos humanos especializados e instrumentos normativos para atender as demandas por tecnologias e aplicações na área nuclear.

Participação e Iniciativas do MME

- ✓ **Angra 3 – Comitê Interministerial**
- ✓ CNPE solicitou estudo de medidas para viabilização de Angra 3
- ✓ Relatório do GT estabeleceu tarifa de referência de R\$ 480/MWh
- ✓ CNPE aprovou a tarifa de referência e encaminhou para o PPI a definição do modelo de atração de parceiro
- ✓ Realização do Market Sounding
- ✓ Enquadramento como Projeto Prioritário
- ✓ Emissão de Debêntures pela Eletrobras e aporte de R\$ 500 MM na Eletronuclear
- ✓ Angra 3 foi incluído no programa de parceria de investimentos
- ✓ O MME nomeou o Comitê Interministerial

Participação e Iniciativas do MME



Grupo de Trabalho Minérios Nucleares - GTMN/MME

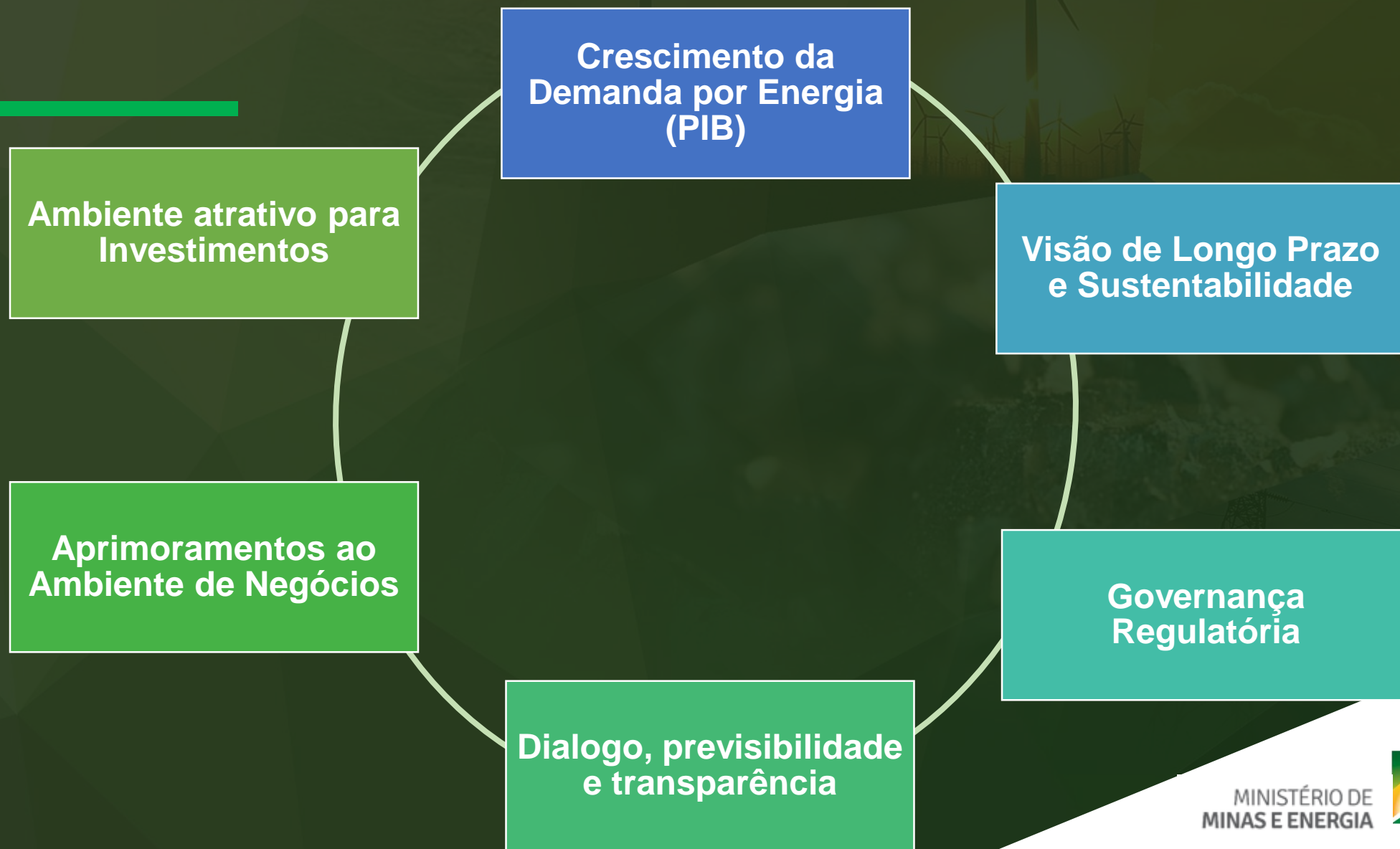
- ✓ O GTMN (minérios nucleares) foi uma decorrência dos trabalhos interministeriais realizados no Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB), no GSI.
- ✓ Em resumo:
 - ✓ caberá à CNEN o licenciamento nuclear e as atividades afetas à segurança nuclear ao controle de radiação e proteção radiológica.
 - ✓ À ANM as atividades afetas à mineração.
 - ✓ À INB a mineração mesmo com parcerias privadas, a comercialização inclusive exportação, a prospecção mediante parcerias e contratos em território nacional, além da produção do combustível nuclear.
- ✓ Também foi elaborado um plano de ação dentro da realidade atual para a mineração nuclear

CONSIDERAÇÕES FINAIS

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



CONSIDERAÇÕES FINAIS



Considerações Finais



“No que se refere à energia nuclear, não podemos ceder diante de posições, algumas vezes preconceituosas e desinformadas, e desperdiçar raras e valiosas vantagens competitivas que possuímos no cenário internacional:

- ✓ domínio da tecnologia e do ciclo do combustível;
- ✓ existência de grandes reservas de urânio;
- ✓ conhecimento e experiência acumulados, desde a década de 80, na concepção, construção e operação de usinas nucleares.”

Obrigado !

André Luiz Rodrigues Osório

andre.osorio@mme.gov.br

Contato: (61) 2032-5867

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL
ГОУЕРНО ФЕДЕРАЛ