



Empresa de Pesquisa Energética

Perspectivas para a Geração Hidrelétrica no Planejamento da Expansão

Bernardo Folly de Aguiar

Superintendente de Planejamento da Geração | EPE

23 de Março de 2022



Sobre a EPE



**Empresa pública federal vinculada ao
Ministério de Minas e Energia**



**Desenvolvemos estudos e estatísticas
energéticas para subsidiar a
formulação, implementação e
avaliação da política energética
nacional**



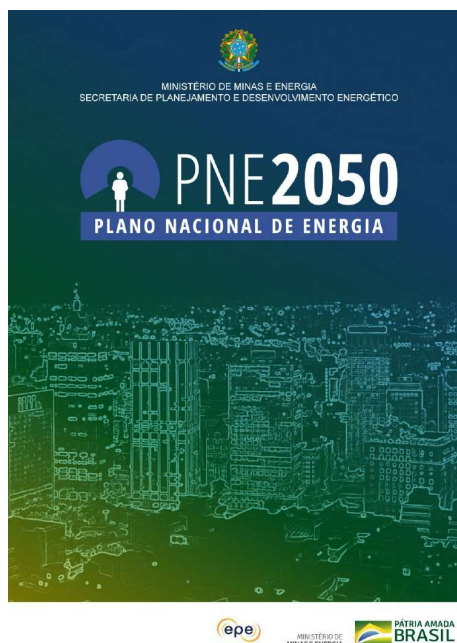
www.epe.gov.br

**Integrante do Conselho Nacional
de Política Energética (CNPE)**

Principais Publicações



A partir de diretrizes do Ministério de Minas e Energia



Perspectiva integrada do setor energético, incluindo petróleo, gás natural, biocombustíveis, eletricidade, eficiência energética, meio ambiente...

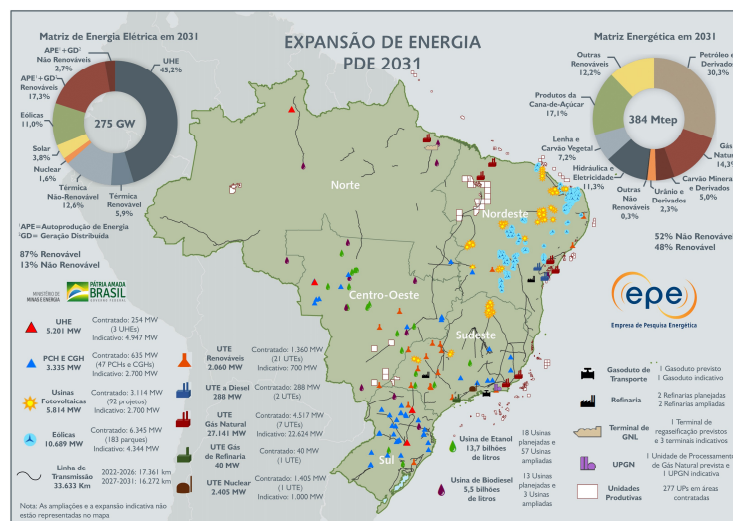
PDE 2031



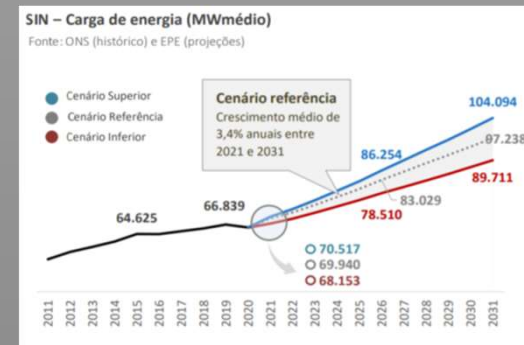
Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2031



- CP nº 119 de 24/01/2022, finalizada em 23/02/2022, com participação e contribuições de toda a sociedade;
- Diversos Cadernos e Estudos de apoio disponíveis ao público.



Diferentes Projeções de Demanda



SIN - Acréscimos anuais médios por cenário (MWmédio)



- Documentos disponíveis em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decena-de-expansao-de-energia-2031>

A **escassez hídrica** evidenciou como os diferentes usos da água impactam na gestão dos reservatórios, e trouxe à luz que a forma como as restrições operativas das UHEs estão representadas nos modelos energéticos, podem ser aperfeiçoadas



O PDE 2031 propõe uma **nova abordagem para o uso das restrições** existentes no modelo Newave

Incorporar nos modelos o fato de que, **na prática, não existe uma amplitude operativa de curto prazo nas hidrelétricas** tão grande quanto se representava, indica que esta potência disponível para atendimento à demanda máxima exige **maior esforço de alocação do recurso**

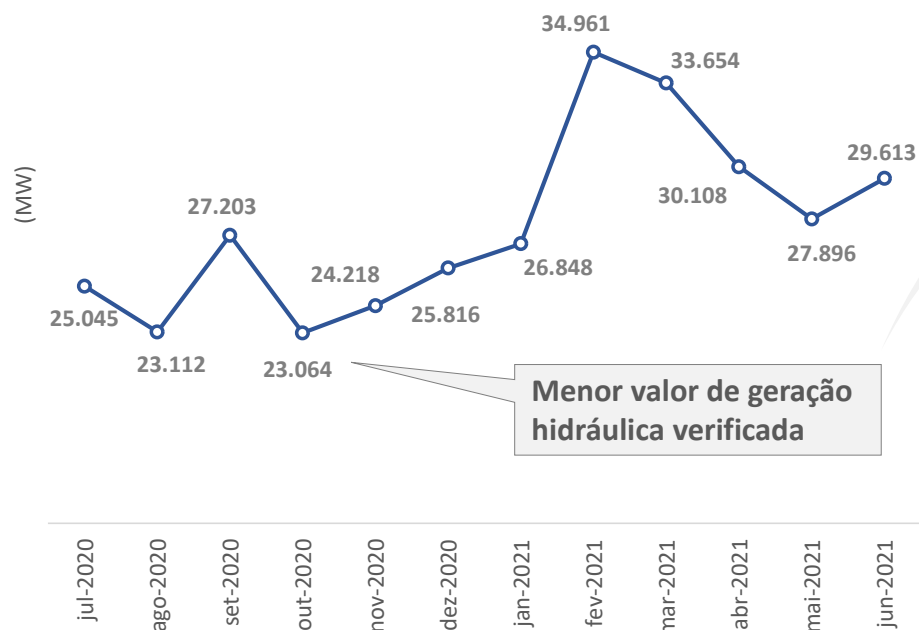
O resultado visa trazer **maior realismo** sobre o gasto energético que ocorre nas usinas hidrelétricas.

PDE 2031 | Nova Abordagem para as Restrições Operativas



Menor Geração Hidráulica Horária Verificada - 2020 a 2021

● Menor geração hidráulica mensal



Vazão Mínima

- Estabelecida através **menor geração hidráulica horária do SIN**, em condição estrutural, onde foram obtidas a geração individual de cada usina coincidente nesse instante

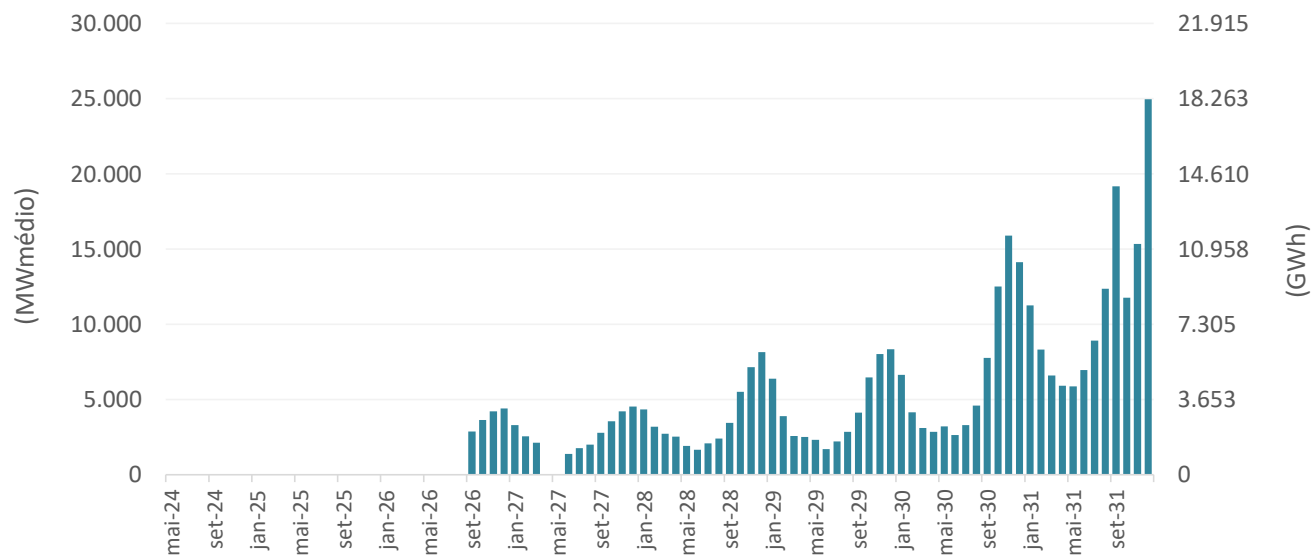
Meta de Geração Mensal Hidráulica Mínima

- Adotou-se como referência a **média da geração individual** de cada usina nos instantes coincidentes com a geração agregada do SIN na duração do patamar de carga leve de outubro e novembro de 2020.

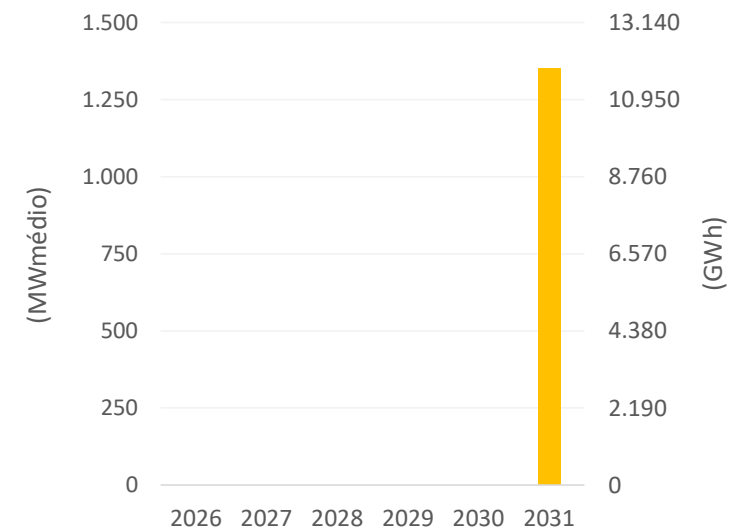
PDE 2031 | A Necessidade de Oferta a partir dos Requisitos de Energia



Requisito de energia:
CVaR10%(CMO) ≤ 800R\$/MWh



Requisito de energia:
CVaR1%(ENS) ≤ 5% da Demanda

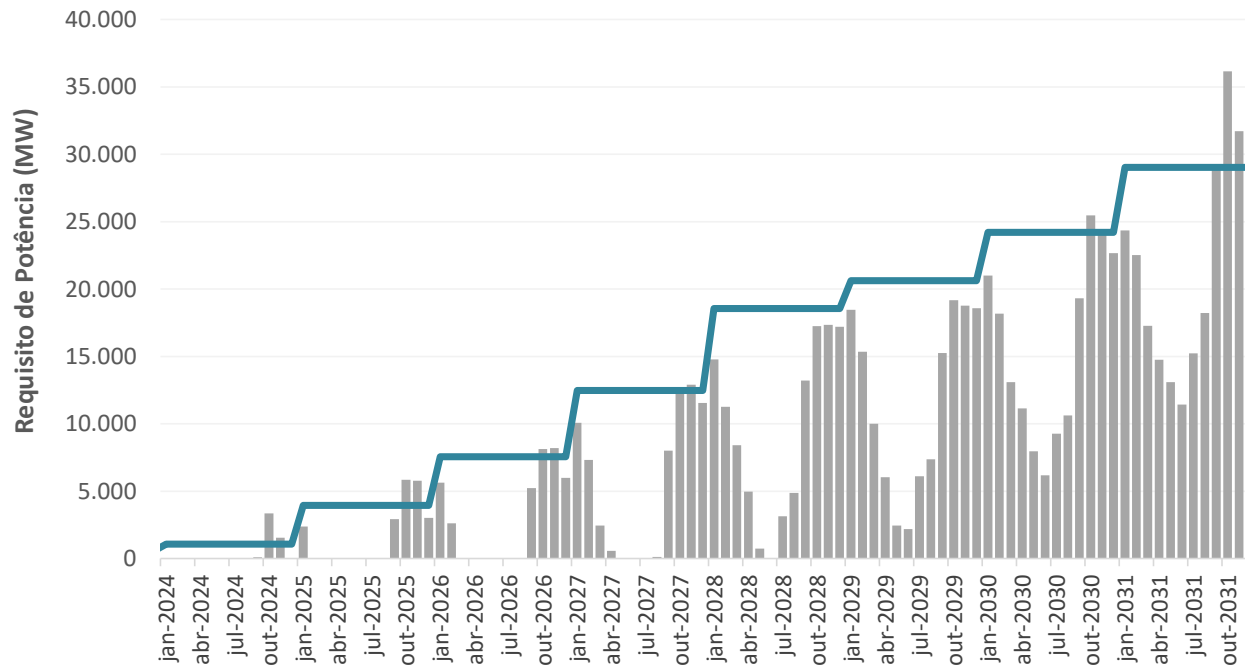


- Marcante sazonalidade presente na avaliação do requisito pelo **CVaR 10% do CMO**, onde os maiores montantes ocorrem no segundo semestre (que engloba o período seco), a **partir de 2026**.
- O requisito pelo **CVaR 1% ENS** ocorre apenas em **2031**.

PDE 2031 | A Necessidade de Oferta a partir dos Requisitos de Potência

Requisitos de potência calculados para métricas CVaR5%(PNS) e LOLP

- Requisito para LOLP $\leq 5\%$
- Requisito para CVaR5%(PNS) ≤ 5 [%Dem]



- **Os requisitos de potência**, no início do horizonte, se concentram entre os meses de **setembro a março**, quando a perda de potência nos reservatórios tende a ser mais intensa (de setembro a dezembro) e também nos momentos em que a demanda de potência alcança maiores valores (de janeiro a março).
- **A partir de 2029, todos os meses apresentam** valores de **CVaR PNS maiores que zero**.



- ▶ **UHE candidatas: conforme Avaliação Processual dos Estudos**
- ▶ **Custos de implantação conforme qualidade e fase dos estudos**
- ▶ **Expansão da geração conforme Modelo de Decisão de Investimento (MDI): custos (fixos e variáveis) e outras características técnicas das usinas**

HIDRELÉTRICA e PCH



- **Novos projetos:** Foram consideradas como candidatas para a expansão da oferta os empreendimentos hidrelétricos com estudo de viabilidade técnico-econômica (EVTE) em andamento, cujos prazos estimados de todas as etapas de desenvolvimento de projeto, de licenciamento ambiental, de licitação e construção permitissem o início de sua operação no horizonte
- **Ampliação, modernização e repotenciação** do parque hidrelétrico existente. O número de usinas e o quantitativo de potências e energia envolvidos, bem como o incremental alcançável, deverá ser maior quando os mecanismos de remuneração que valorem os diferentes serviços prestados pelas tecnologias
- **PCH:** expansão uniforme de PCH, com limite mínimo e máximo de 400 MW/ano e 800 MW/ano, a partir de 2026 (atendendo limite mínimo legal).

PDE 2031 | Oferta Hidrelétrica Candidata à Expansão



Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2031

Parâmetros de Custos – Geração e Transmissão

Superintendência de Planejamento da Geração
Fevereiro de 2022



Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-607/topico-591/Caderno%20de%20Par%20C3%A2metros%20de%20Custos%20-%20PDE2031.pdfplano-decena-de-expansao-de-energia-2031>

Tipo de Oferta	Vida útil econômica [anos]	Faixas de CAPEX, mín e máx [R\$/kW]	CAPEX Referência, sem JDC [R\$/kW]	Fator de Capacidade médio ⁽⁵⁾	O&M [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Tempo médio de desembolso [meses]
Hidrelétricas	30	Variável ⁽¹²⁾	Variável ⁽¹²⁾	-	30 a 50	480 a 690	40 a 44
PCH	30	3.500 a 11.500	6.000	41% - 44%	90	140	30
			8.000		90	150	
			11.000		90	180	
Reversíveis	30	2.400 a 12.000	6.500	-	70	330	36

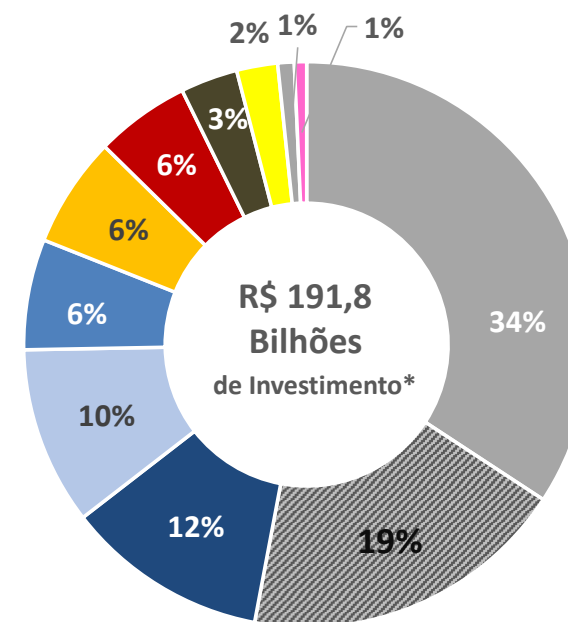
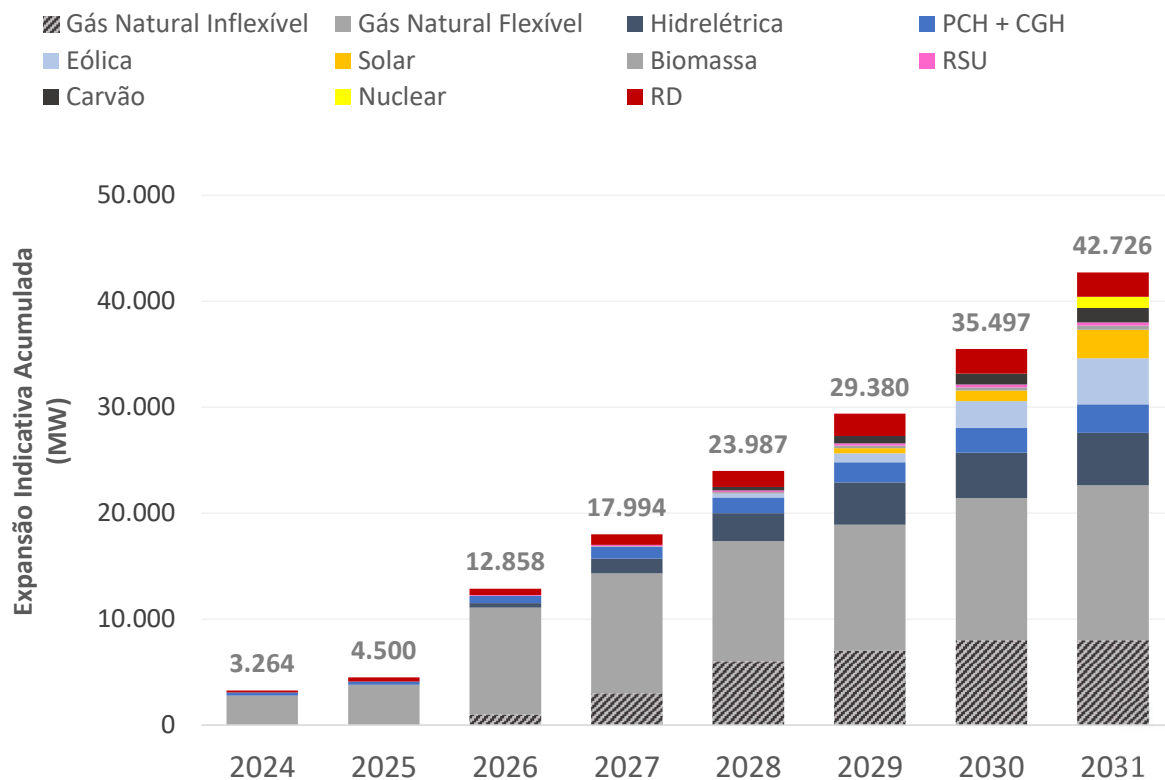
UHE	Potência [MW]	CAPEX Referência, sem JDC [R\$/kW]
Apertados	139,0	9.509
Bem Querer	650,0	9.391
Castanheira	140,0	12.834
Couto Magalhães	150,0	7.311
Ercilândia	87,1	11.035
Formoso	342,0	11.260
Foz do Xaxim	63,2	10.655
Iraí	381,0	10.429

UHE	Potência [MW]	CAPEX Referência, sem JDC [R\$/kW]
Itaguaçu	92,0	7.844
Itapiranga	724,6	8.463
Jatobá	1.650,0	9.475
Paraná	90,0	10.362
Porteiras	86,0	18.902
Santo Antônio	84,3	7.311
Tabajara	400,0	10.102
Telêmaco Borba	118,0	8.333

PDE 2031 | Cenário de Referência: Expansão



Expansão acumulada
Cenário de Referência



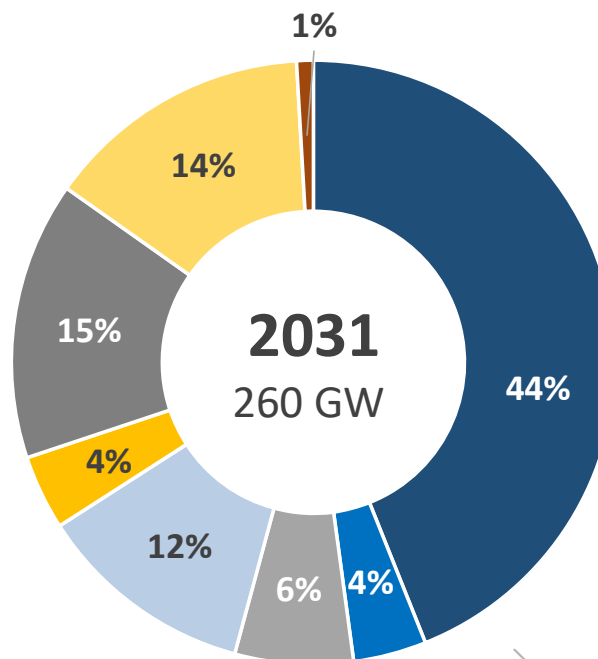
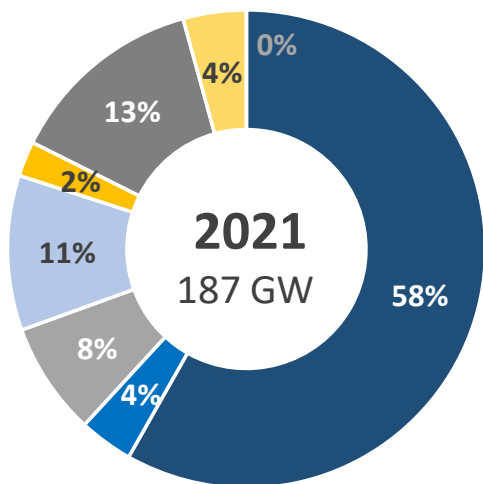
(* Este valor não inclui o investimento em gasodutos e pontos de suprimentos nas respectivas localizações das usinas.

PDE 2031 | Cenário de Referência: Expansão



Configuração do Cenário de Referência

- Hidrelétrica
- Biomassa
- UFV Centralizada
- Geração Distribuída
- PCH
- Eólica
- Termelétrica
- Resposta da Demanda



Para realizar a operação deste sistema projetado seriam necessários um total de R\$ 151 bilhões*

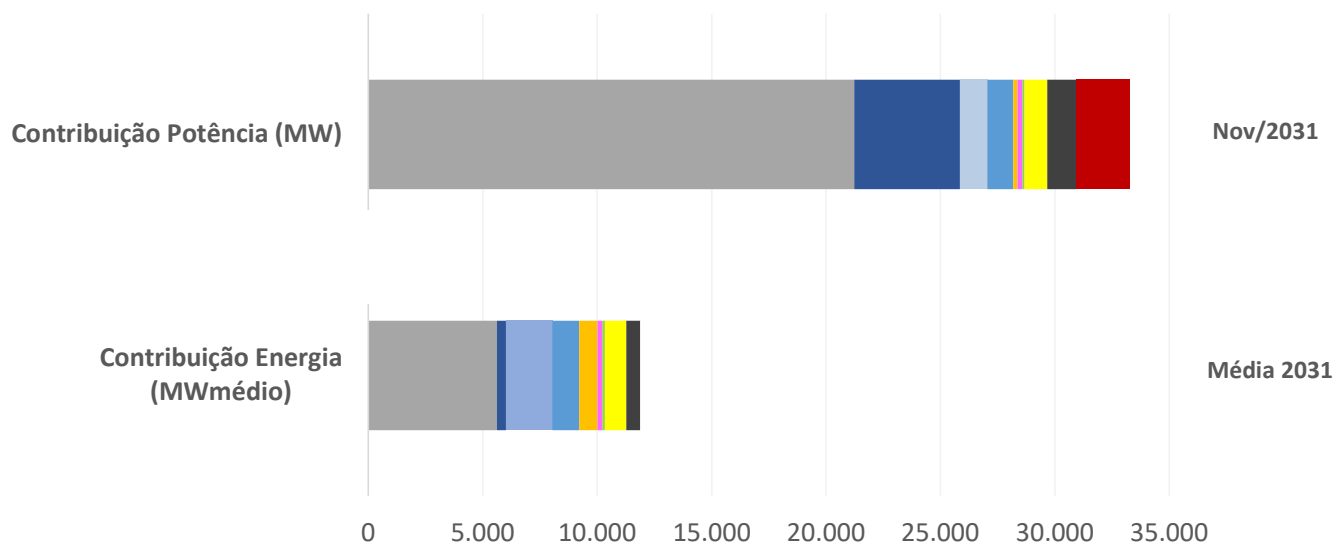
(*) Valores totais, sem considerar valor presente

PDE 2031 | Cenário de Referência: Expansão




Contribuição de Energia e Potência da Expansão de Referência Cenário de Referência

- Gás Natural
- Hidrelétrica
- Eólica
- PCH
- Fotovoltaica
- Resíduos Sólidos Urbanos
- Biomassa
- Nuclear
- Carvão
- Resposta da Demanda



O acréscimo de capacidade projetado vai contribuir para o atendimento da demanda de energia e demanda máxima de maneiras distintas.

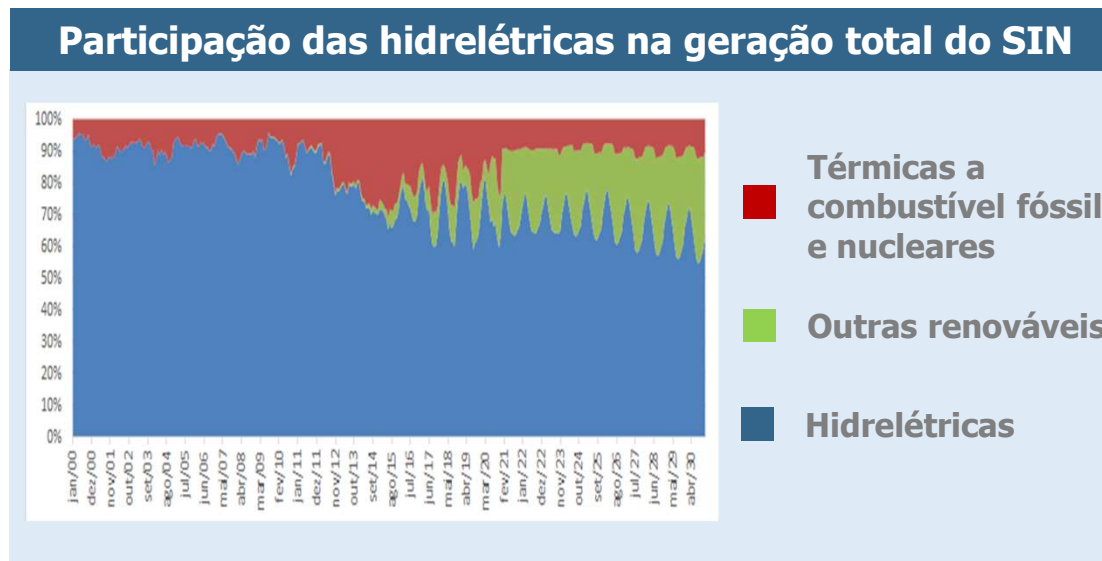
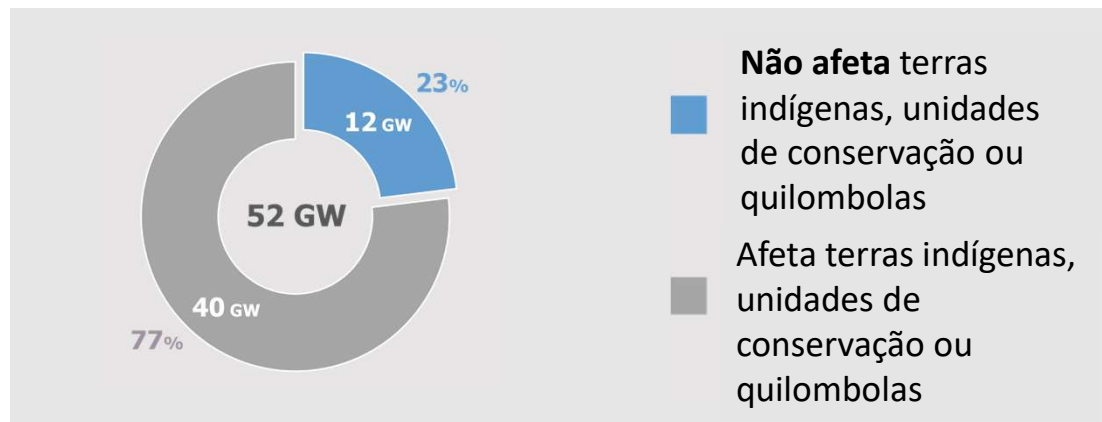
Perspectivas e desafios para expansão de hidrelétricas

A vertical white line is positioned to the right of the main text, extending from the top of the word "desafios" down to the bottom of the word "hidrelétricas".

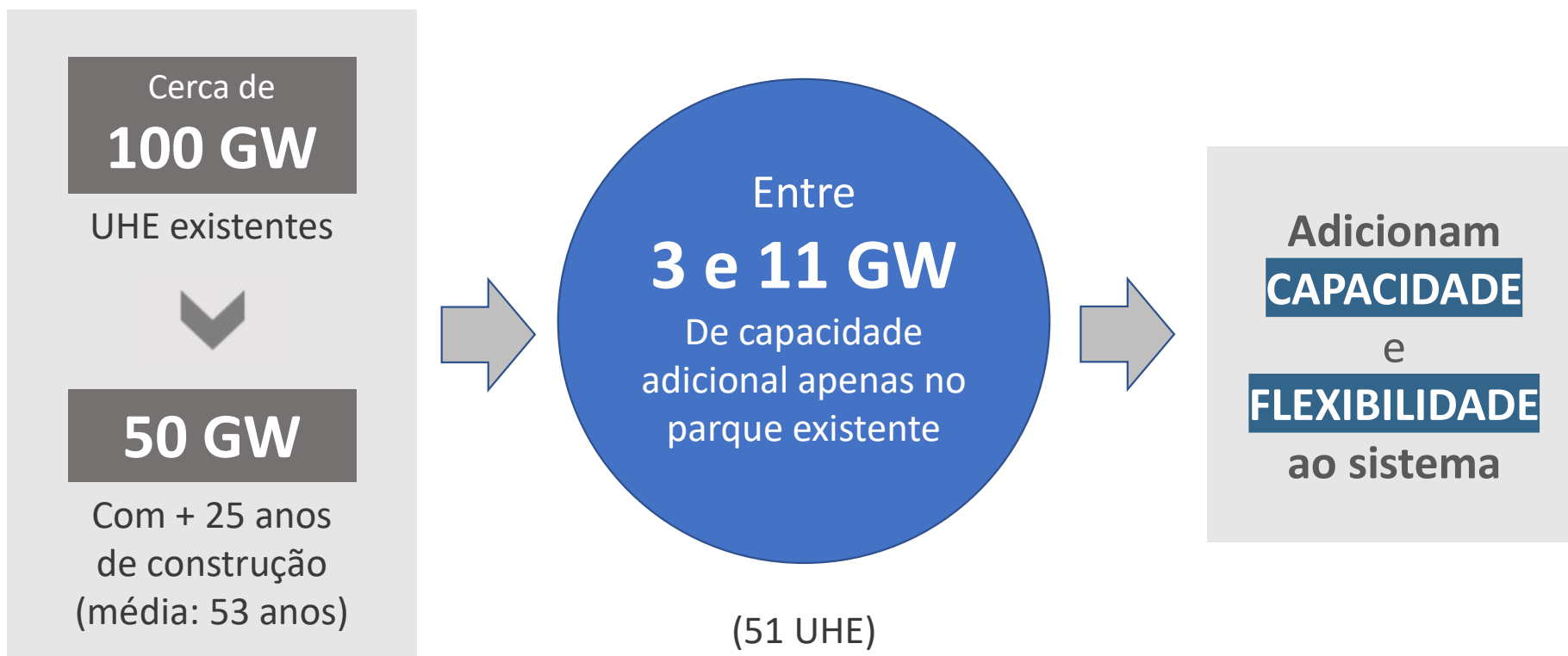
Perspectivas para expansão de UHE



Fonte: EPE (jun 2017)



Modernização de UHE como parte da solução



Modernização de UHE como parte da solução



- ▶ **Avaliação preliminar dos ganhos de energia e capacidade por meio de repotenciação e modernização de UHEs**
- ▶ **Estimativas de investimento para modernização de UHEs**
- ▶ **Avaliação econômica de ganhos de energia e capacidade**
- ▶ **Questões regulatórias relacionadas à reabilitação de energia hidrelétrica**

Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR): Estudos publicados



Estudos de Inventário de UHR (março/2019)

- Metodologias e resultados preliminares para o estado do RJ (projeto piloto).
- Mapeamento e levantamento do potencial. Locais favoráveis e aprimoramentos metodológicos necessários.

https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-353/EPE-DEE-NT-006_2019-r0.pdf

Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR): Desafios para inserção em mercados de energia elétrica (fevereiro/2021)

- Possíveis aplicações e benefícios (serviços ancilares, adiamento do investimento em transmissão, segurança energética, entre outros)
- Experiência internacional e aspectos relevantes ao planejamento e desenho de mercado (modelos de negócio, remuneração, regulação, contexto histórico)

https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-561/EPE-DEE-NT-013_2021-r0.pdf



Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR): Oportunidades



- ▶ **Estudos preliminares mostram condições topográficas favoráveis e potenciais próximos aos centros de carga, fora de áreas de proteção ambiental;**
- ▶ **Papel importante para apoiar a integração das renováveis variáveis;**
- ▶ **As necessidades futuras do sistema são compatíveis com os atributos das UHRs (flexibilidade, capacidade);**
- ▶ **Processo de modernização do setor elétrico: momento favorável para sugerir adaptações na regulamentação, procedimentos e desenhos de mercado para permitir a inserção de tecnologias de armazenamento e UHR**
- ▶ **Desenvolver análises quantitativas para melhor compreender as necessidades futuras e o papel do UHR no sistema brasileiro;**
- ▶ **Aprimorar ferramentas e metodologias de representação das UHR no planejamento da geração / transmissão.**

Outros Desafios e Recomendações



2020 - 2030

2030 - 2040

2040 - 2050

Papel das hidrelétricas e reservatórios no sistema elétrico futuro	Endereçar os efeitos de uma eventual alteração do papel das hidrelétricas na operação do sistema: avanços metodológicos e desenho de mercado
Complexidade socioambiental para expansão	Agenda de diálogo (compensação para comunidades indígenas e procedimentos de consulta)
Modernização e repotenciação	Aprimorar normativos e ações para encorajar a modernização de UHE
Atualização do potencial hidrelétrico	Aprimoramento dos critérios e procedimentos para estudos de inventário e viabilidade de UHE
Vulnerabilidade da geração hidrelétrica devido às mudanças climáticas	Melhorar a compreensão dos efeitos das mudanças climáticas na geração hidrelétrica e no potencial remanescente
Expansão da integração energética com outros países da América	Estruturar banco de dados e informações para ampliar a integração regional

Aproveitando, outros retornos à sociedade



- ▶ **Em 03 de novembro de 2021, EPE concluiu e entregou ao MME:**
 - **Metodologia de Quantificação de Requisitos de Lastro de Produção e Capacidade**
 - **Metodologia de Referência para Quantificação e Contribuição da Oferta**
 - **Precariedade de Limite de Oferta de lastro e Mecanismo para Cobertura de Exposições**

- ▶ **Em 29 de novembro de 2021, EPE concluiu e entregou ao MME:**
 - **Estudo sobre Experiências Internacionais de Leilões Combinatórios**
 - **Proposta de Sistemática de Leilão Combinatório para contratação de Lastro e Energia**
 - **Desenvolvimento de Simulador do Leilão**



www.epe.gov.br

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Obrigado