

# MATRIZ ENERGÉTICA EM 2030: PROJEÇÃO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS E ADEQUAÇÃO A MUDANÇAS CLIMÁTICAS

GPL / Larissa Resende, Felipe  
Gonçalves, Paulo Cunha e  
Vinícius Motta



## MOTIVAÇÃO

- COP 21: metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (iNDCs)
  - Brasil: redução das emissões de GEE em 43% até 2030
- Metas adicionais de emissão e eficiência no setor de energia elétrica (2030):
  1. energias renováveis, além da hídrica, para ao menos 23%
  2. 10% de ganhos de eficiência
- Crescimento econômico projetado até 2030 ➡ aumento do uso de energia
  - Desafio: manter a alta proporção de energias renováveis
  - Previsão da carga de energia ➡ planej. otimizado da matriz energética
- EE: políticas públicas de incentivos a aceleração de ações de EE no país

## OBJETIVO

---

Analisar o potencial de expansão da matriz elétrica brasileira, incluindo impactos de programas de EE, onde se propõe uma reflexão sobre o impacto das restrições ambientais na expansão da matriz.



## METODOLOGIA – Projeção de Carga

---

- Estimação da demanda de energia elétrica entre o período de 2016 e 2030
  - Se espera estar fortemente relacionada às variáveis econômicas
  - 3 cenários
  - Variáveis macroeconômicas: PIB, IPCA, taxa de câmbio, produção industrial dos EUA, taxa Selic e PIB industrial
- Técnicas baseadas em espaços de Hilbert:

O programa utilizado busca automaticamente o melhor ajuste para o bloco de variáveis oferecidas, otimizando o ajuste e calculando os “pesos” de cada variável explicativa na carga analisada.

## METODOLOGIA – Planejamento da Expansão

- Modelos tradicionais: dados de usinas, custos de operação, custo de investimento, capacidade instalada, entre outros
  - Demanda de energia e de chuvas ➡ incerteza ao problema
  - Problema de otimização estocástica + custo computacional ➡ PDE ou PDDE
- Modelo utilizado: além das usinas hidrelétricas e termelétricas, usinas eólicas e fotovoltaicas
  - Dados relativos à velocidade do vento e irradiação solar
- Modelo de Planejamento Ótimo do Sistema ➡ Matriz de Energia Elétrica para 2030

## RESULTADOS

- 113.344 MWm  
Referência
- 87.151 MWm  
Pessimista
- 118.807 MWm  
Otimista
- Cenário com EE:  
atinge uma  
redução de 10%  
da demanda

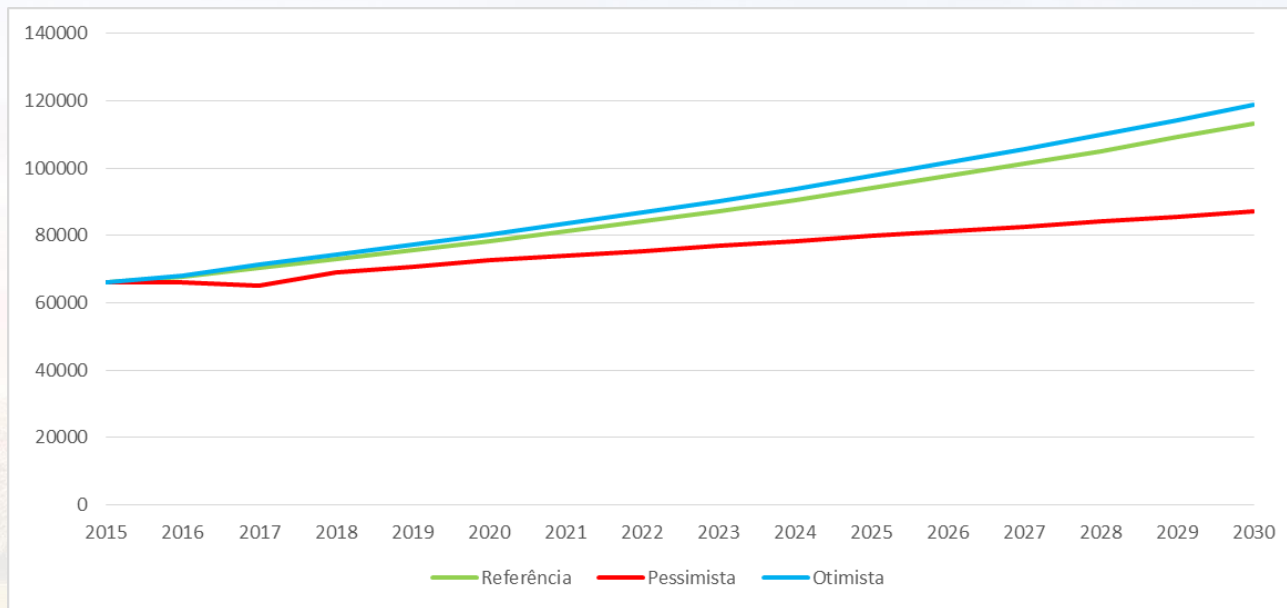


FIGURA 1: Trajetória da Carga de Energia Projetada (MWm)

## RESULTADOS

---

### Projeção da Matriz de Energia Elétrica para 2030:

- Expansões já contratadas nos Leilões
- Expansões previamente determinadas: Tapajós e Jatobá / Porto do Açu e COMPERJ
- Usinas disponíveis para expansão a ser projetada pelo modelo
  - Critério: menor custo de investimento
  - Limitações de construção por tipo de usina, por ano:
    - Eólica: 3 GW
    - Solar: 1 GW
    - Termelétricas a biomassa: 400 MW
  - Custos de Operação: 250 R\$/MWh para usinas termelétricas a gás de ciclo combinado e 320 R\$/MWh para as de ciclo aberto

A energia mais barata ainda é aquela energia não consumida!

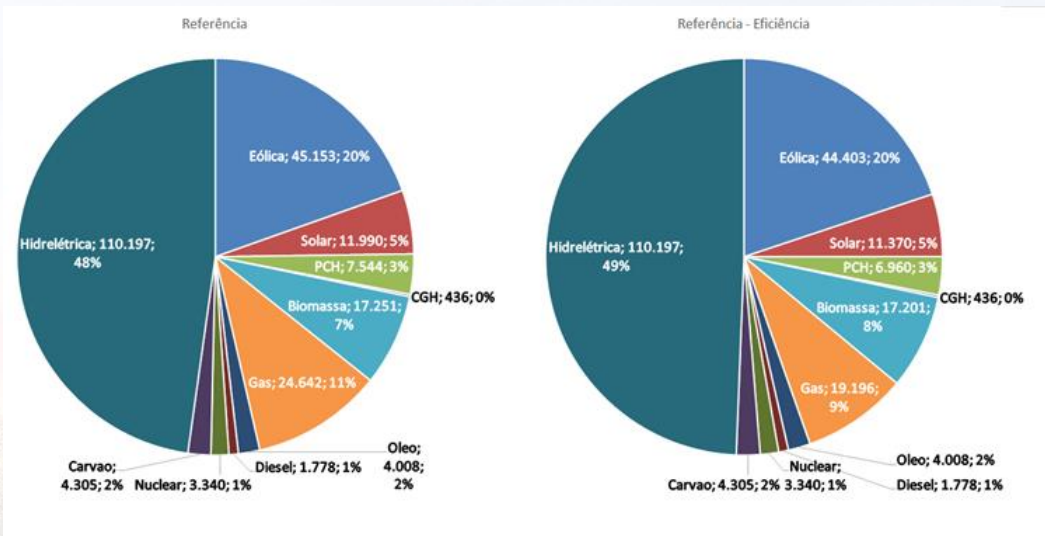


FIGURA 2: Matriz Elétrica Brasileira em 2030 para o Cenário de Referência

Se 2,0% do investimento total fosse alocado na promoção de EE e GD, seria possível reduzir a necessidade de investimento na matriz elétrica em 5,5%



➤ Expansão no Cenários de Referência (sem EE):

Solar: 8,8 GM

Termelétricas a gás: 5,4 GW

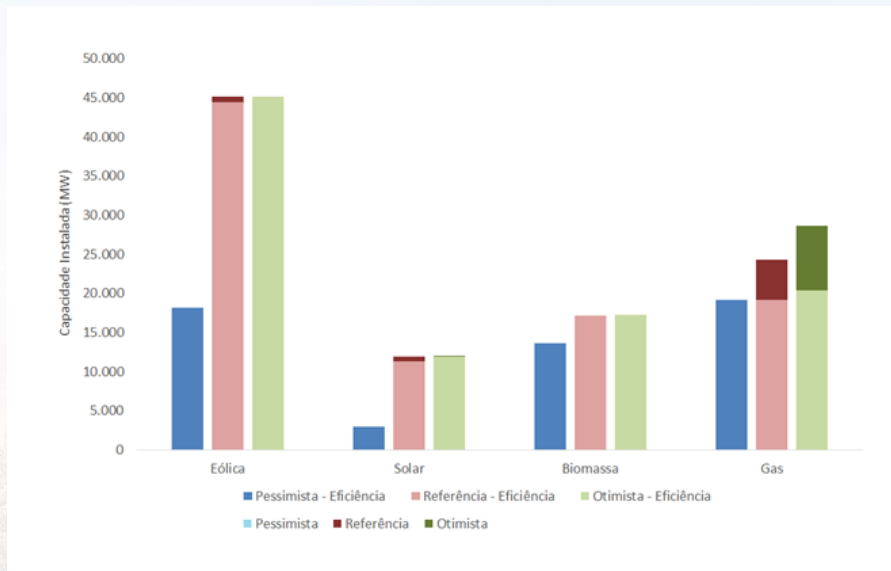


FIGURA 3: Cap. Instalada por Fonte Energética e Cenário de Carga em 2030

A expansão de termelétricas a gás é mais significativa nos cenários sem EE: adição de 1,2 GW no Cenário de Referência e 8,7 GW no Cenário Otimista.

## RESULTADOS

Cenários de Carga	Renováveis (%)	Renováveis sem UHE (%)
Pessimista	92,4	18,4
Pessimista - Eficiência	91,6	19,6
Referência	85,6	24,0
Referência - Eficiência	91,5	24,7
Otimista	81,2	22,6
Otimista - Eficiência	89,5	24,9


TABELA 1: Participação na Geração das Energias Renováveis

Cenários de Carga	Emissões (MtCO <sub>2</sub> eq)	Fator de Emissão (tCO <sub>2</sub> eq/MWh)
Pessimista	18,3	0,024
Pessimista - Eficiência	18,3	0,027
Referência	41,8	0,052
Referência - Eficiência	24,7	0,028
Otimista	61,7	0,072
Otimista - Eficiência	30,5	0,033

TABELA 2: Dados de Emissão em MtCO<sub>2</sub>eq e de Fatores de Emissão por Cenário de Carga

- NDC: Meta de 23% de geração com energias renováveis complementares
- Meta de emissão de 50 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq

Apesar de nem sempre alcançar a participação almejada para a geração renovável, os níveis de emissões esperados encontram-se dentro das metas em praticamente todos os cenários

- Potencial hídrico brasileiro: 261,5 GW
  - 70 GW de capacidade instalada
  - 126 GW potencial hídrico disponível – sem considerar possíveis restrições ambientais e sociais
- PNE 2030: potencial estimado 77 GW
  - Expansão já contratada e em construção
  - 52,4 GW potencial para 2020-2030
    - 44,2 GW região amazônica ➡ impacto no planejamento elétrico
-  Fontes renováveis complementares para geração
  - 15 GW capacidade instalada
  - 12 GW já contratados até 2021 ➡ geração intermitente de energia

## ESTUDO DE CASO

↑ energias renováveis  
completa a matriz elétrica a

Questões  
socioambientais  
também  
possuem um  
grande peso  
nesta discussão!

- 1) ...rio
- 2) Maior parte de térmicas  
a gás → matriz menos limpa
- 3) Operação do SIN mais custosa

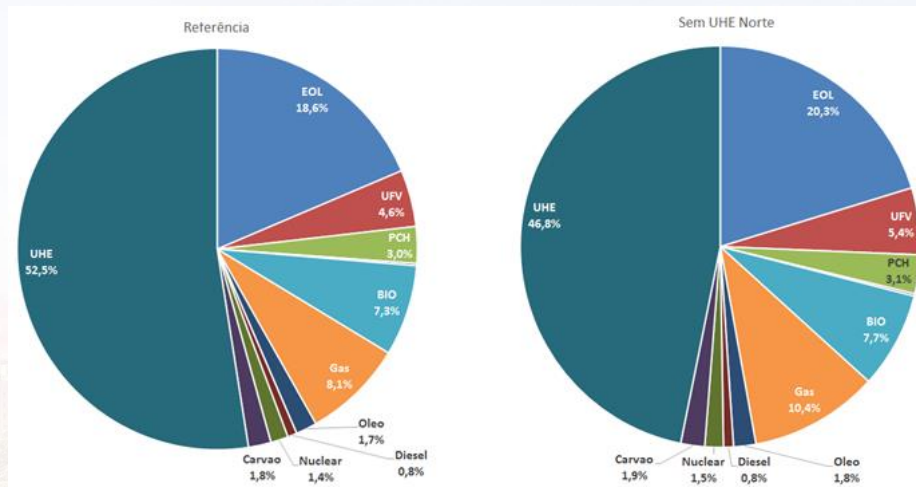


FIGURA 4: Matrizes Elétricas Considerando UHE na Região Norte e sem Considerar essas UHEs

As usinas hidrelétricas na região amazônica possuem um papel importante no suprimento de energia



## ESTUDO DE CASO

Há uma alternativa ao gás!

É possível ter  
uma matriz limpa  
sem a construção  
de hidrelétricas  
de forma mais  
econômica por  
meio de políticas  
de EE

Reduzir em 10% a potência  
instalada

Economizar 5% em relação ao investimento na matriz  
elétrica sem EE

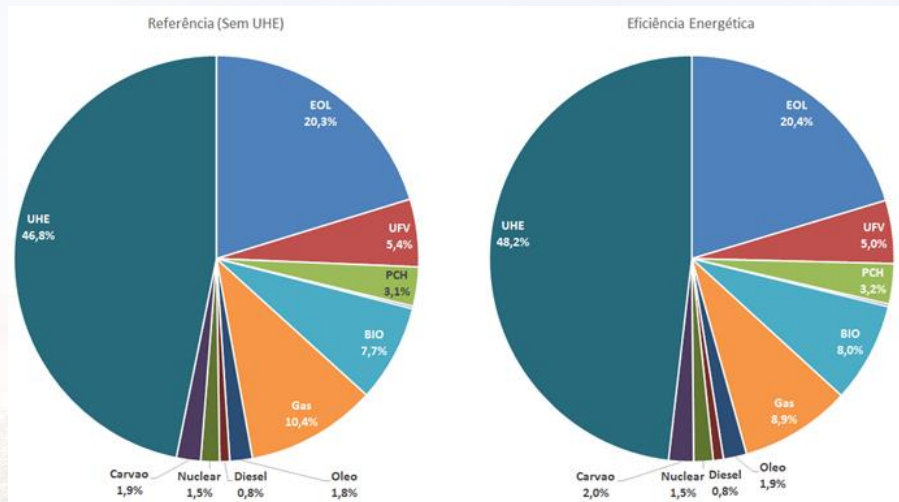


FIGURA 5: Matrizes Elétricas com e sem Políticas de EE

## CONCLUSÃO

---

- O país detém as condições para a redução de emissões domésticas de gases de efeito estufa no segmento da energia elétrica visando ao atingimento das metas da NDC assumidas pelo Acordo de Paris.
- Importância da implementação de políticas de EE, na medida em são capazes de reduzir a necessidade de expansão da oferta a um custo muito inferior ao requerido para a referida expansão.
- As ações de EE também reduzem as pressões socioambientais decorrentes do atendimento energético, configurando a alternativa mais eficaz para o atingimento das metas.
- Um importante eixo de discussão se refere ao aproveitamento do potencial hidrelétrico da região amazônica, que exigirá da sociedade a adoção de escolhas entre a segurança energética e os impactos socioambientais dos empreendimentos de geração.

## LARISSA RESENDE

---

 (21) 3799-6236

 [larissa.resende@fgv.br](mailto:larissa.resende@fgv.br)

 [www.fgvenergia.fgv.br](http://www.fgvenergia.fgv.br)