



EMC

**Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de
Computação**



UFG

Universidade Federal de Goiás

O Uso e Desafios da Energia Solar

O Uso e Desafios da Energia Solar

Plano Nacional de Energia: Apresentado um conjunto de recomendações e diretrizes a serem seguidas ao longo do horizonte de 2050.



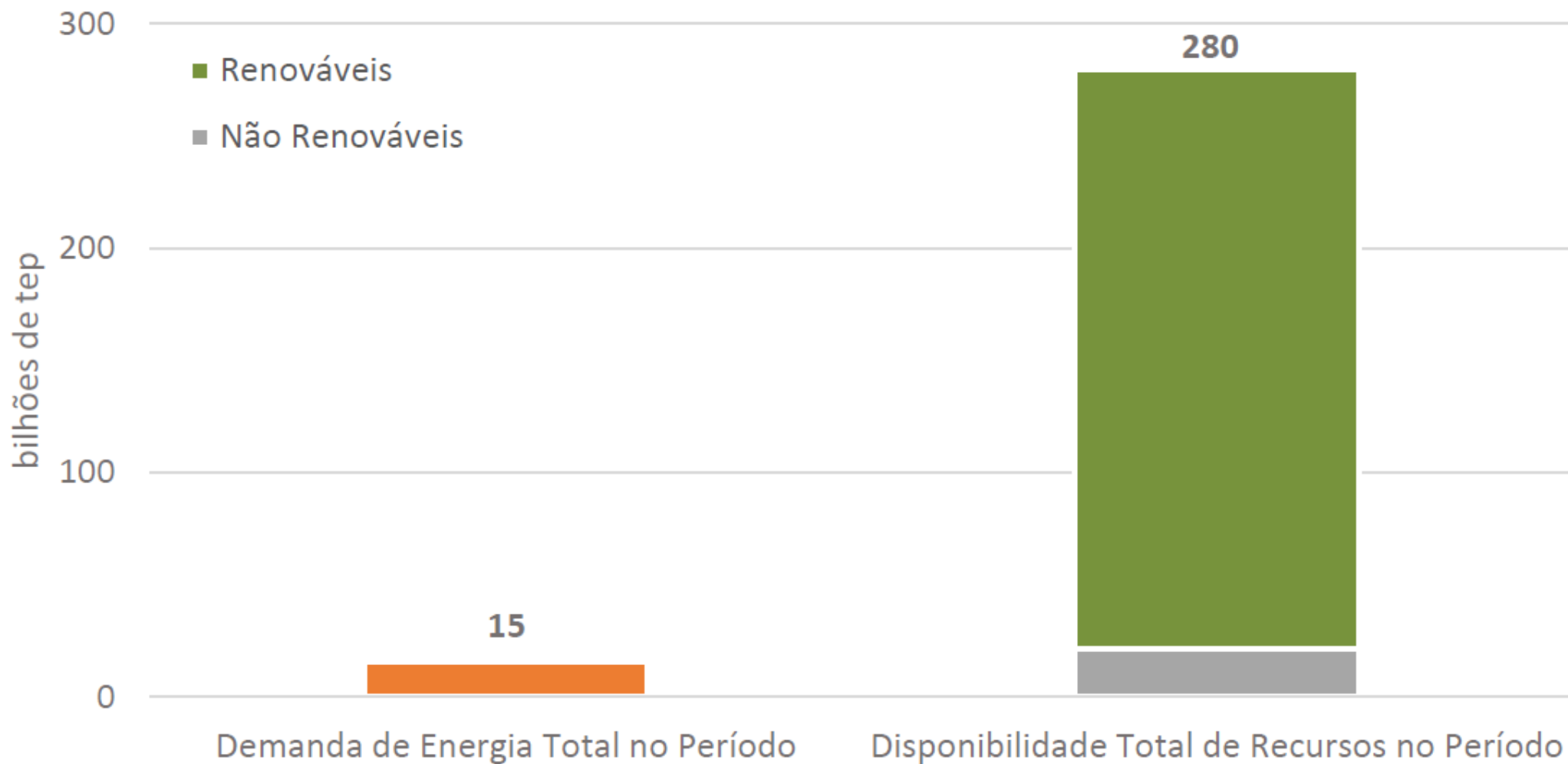
As seguintes questões de relevância para o desenho da estratégia de longo prazo no âmbito do PNE 2050:

1. Qual o patamar de crescimento da demanda de energia?
2. Quais as perspectivas caso haja restrições ao aproveitamento do potencial remanescente de UHEs?
3. Um sistema elétrico 100% renovável é possível e viável economicamente até 2050?
4. Qual o impacto das mudanças climáticas sobre o setor energético?
5. Quais impactos sobre o setor de uma maior inserção de fontes de geração renovável variável, em termos de custo, disponibilidade etc.?
6. No horizonte até 2050, que outras tecnologias podem ganhar importância no atendimento à demanda energética futura do país?
7. Em que ritmo os ganhos de eficiência energética poderão contribuir para a redução do crescimento da demanda de energia no longo prazo?
8. Qual o espaço da geração distribuída e dos demais recursos energéticos distribuídos (RED) no total de atendimento à carga de energia no longo prazo?
9. Qual o papel da tecnologia nuclear na futura matriz energética brasileira?
10. A geração termelétrica a carvão atingiu um teto na sua oferta no Brasil?
11. Como um cenário de eletrificação de transporte (cargas, mas principalmente passageiros) afeta outras cadeias como a de etanol e de petróleo? Como o País se posiciona diante desse tema?

Papel e Atuação do Governo: Dez princípios para o Setor de Energia

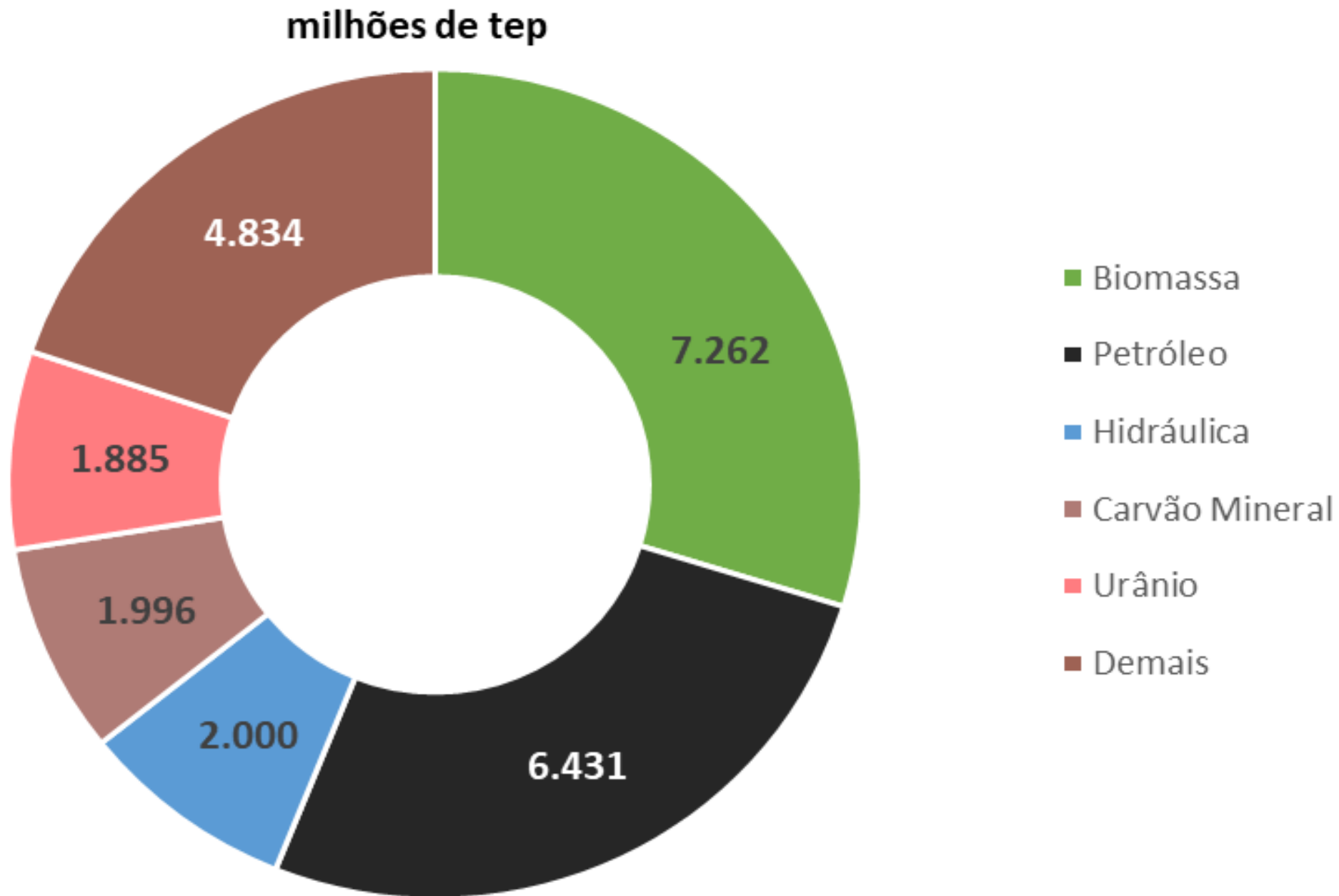


Administração da abundância: a disponibilidade total de recursos supera largamente a demanda de energia total no horizonte até 2050.



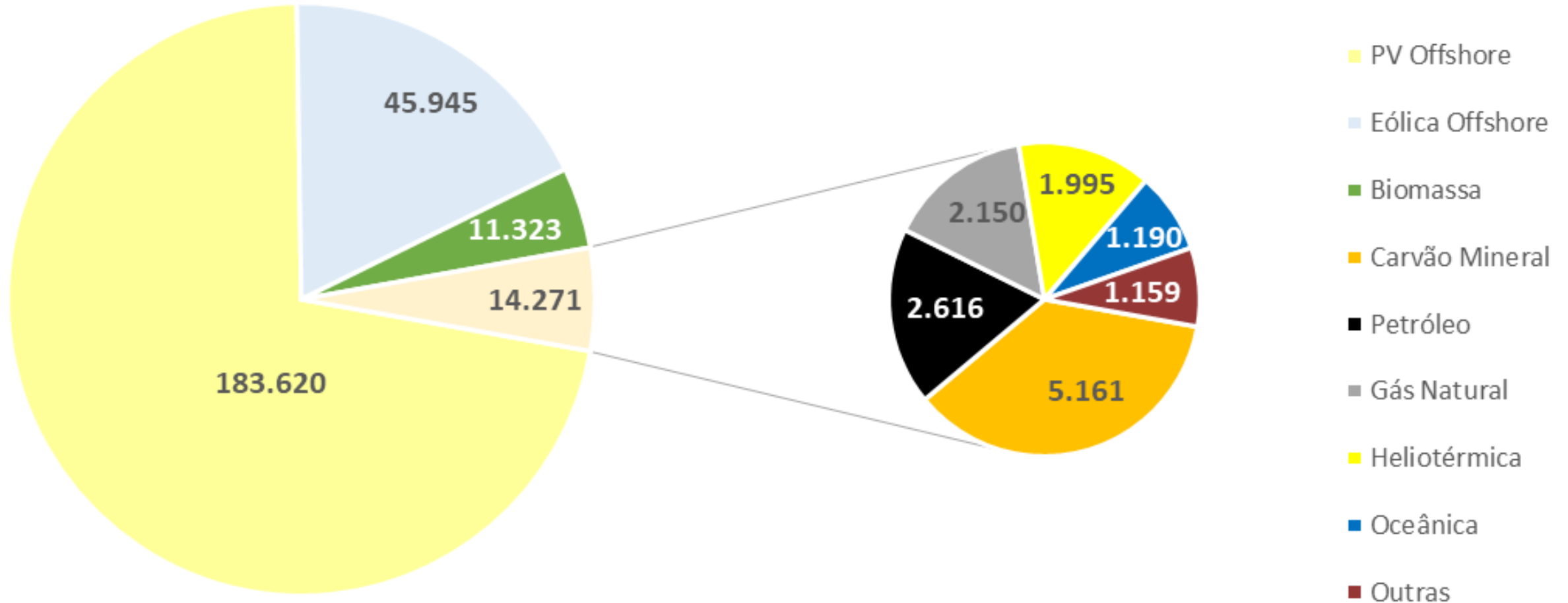
1 tep = 11 630 kWh

Só a parcela dos recursos mais facilmente acessíveis excede em 60% a demanda de energia total acumulada do período.



Administração da abundância : o aproveitamento de boa parte dos recursos implicará desafios significativos.

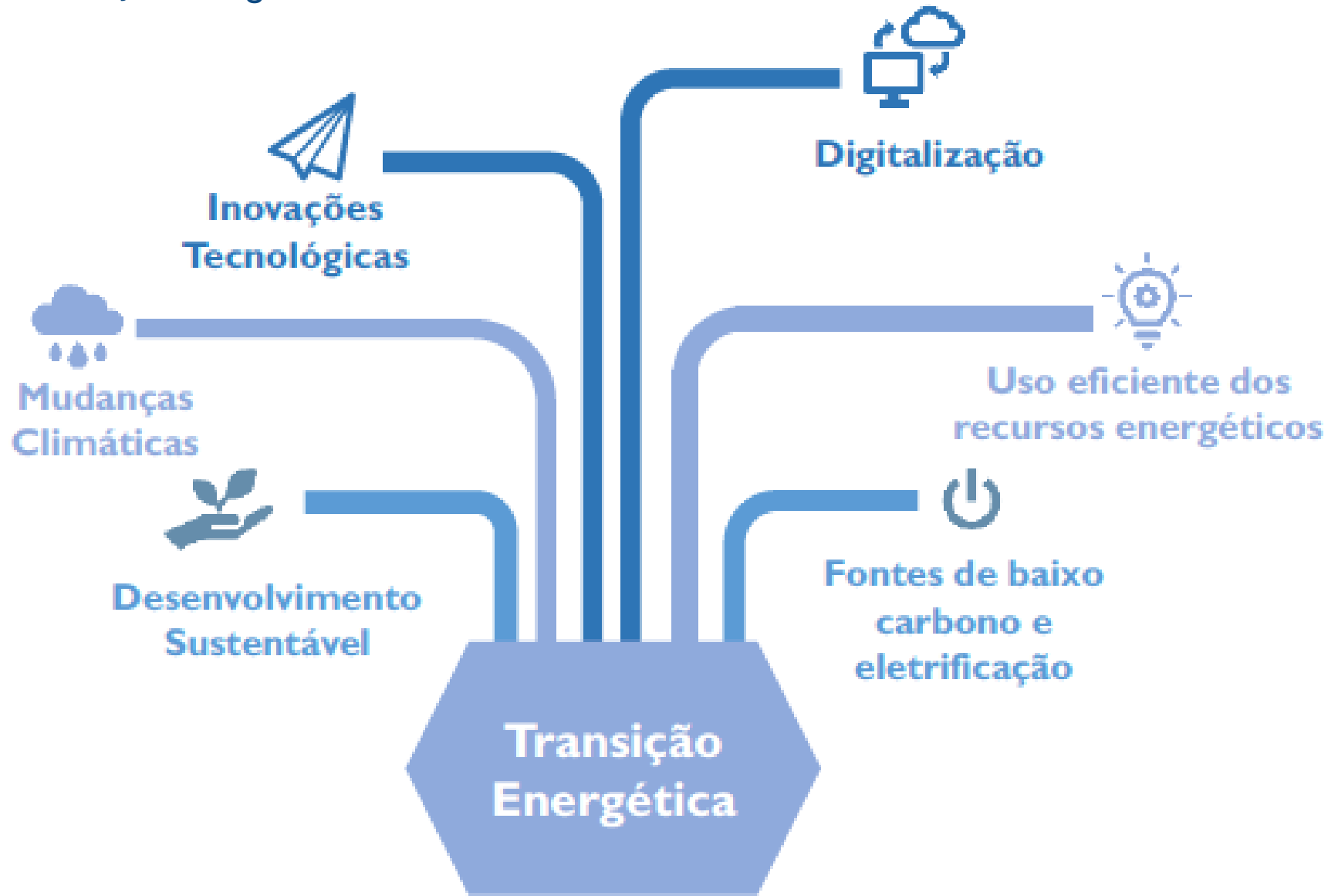
milhões de tep



Tamanho discrepância entre potencial de recursos e a demanda de energia estimada gera uma situação distinta daquela vivida ao longo especialmente da segunda metade do século XX, quando o País viveu grandes crises de energia, notadamente os 2 choques do petróleo na década de 1970 e o racionamento de energia elétrica de 2001.

Fonte EPE

Transição Energética



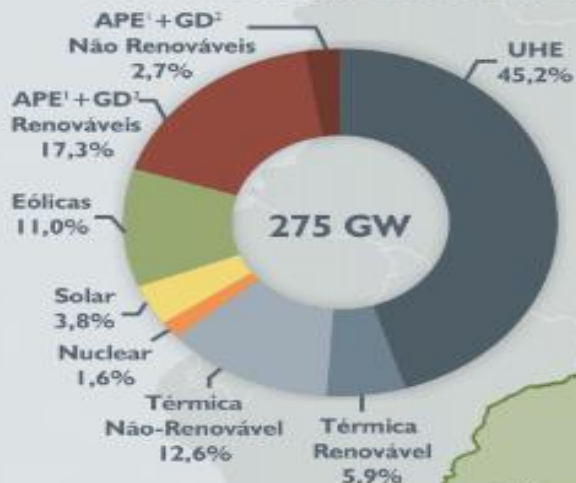
Base da transição energética

Ações alinhadas com o PNE 2030 - publicado em 2007

Área temática	Exemplo de ação
Hidrelétricas	<ul style="list-style-type: none"> ● Instalação das hidrelétricas do rio Madeira e de Belo Monte ● Estudos socioambientais das UHEs Bem Querer e Castanheira
Termelétricas	<ul style="list-style-type: none"> ● Promulgação da Lei 11.909/2.009 (Lei do Gás) ● Programas Gás para Crescer e Novo Mercado de Gás ● Estudos para avaliação de viabilidade de Angra III
Produção de Petróleo & Gás Natural	<ul style="list-style-type: none"> ● Descobertas da Camada Geológica do Pré-Sal
Fontes Renováveis Não-Hídricas	<ul style="list-style-type: none"> ● Programa Renovabio ANEE 1059/FEV. 2023 ● Resolução ANEEL 482/2012 e revisões posteriores ● Leilões de Energia Alternativa (Eólica e Solar)
Eficiência Energética	<ul style="list-style-type: none"> ● Plano Nacional de Eficiência Energética ● Lei 13.280/2.016 (Recursos para o PROCEL) ● Agenda regulatória do CGIEE: ar condicionado, motores reconicionados e edificações ● Projeto Piloto de Leilão de Eficiência Energética em Roraima

EXPANSÃO DE ENERGIA PDE 2031

Matriz de Energia Elétrica em 2031



¹APE=Autoprodução de Energia
²GD= Geração Distribuída

87% Renovável
13% Não Renovável

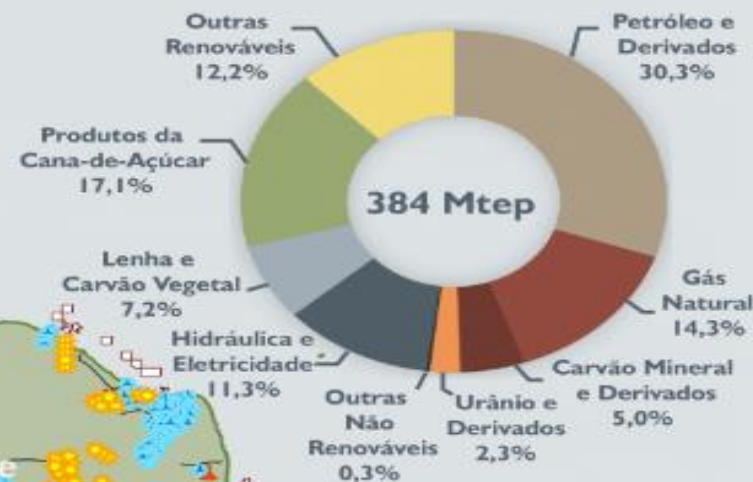


	UHE 5.201 MW	Contratado: 254 MW (3 UHEs) Indicativo: 4.947 MW
	PCH E CGH 3.335 MW	Contratado: 635 MW (47 PCHs e CGHs) Indicativo: 2.700 MW
	Usinas Fotovoltaicas 5.814 MW	Contratado: 3.114 MW (92 projetos) Indicativo: 2.700 MW
	Eólicas 10.689 MW	Contratado: 6.345 MW (183 parques) Indicativo: 4.344 MW
	Linha de Transmissão 33.633 Km	2022-2026: 17.361 km 2027-2031: 16.272 km

Nota: As ampliações e a expansão indicativa não estão representadas no mapa

	UTE Renováveis 2.060 MW	Contratado: 1.360 MW (21 UTEs) Indicativo: 700 MW
	UTE a Diesel 288 MW	Contratado: 288 MW (2 UTEs)
	UTE Gás Natural 27.141 MW	Contratado: 4.517 MW (7 UTEs) Indicativo: 22.624 MW
	UTE Gás de Refinaria 40 MW	Contratado: 40 MW (1 UTE)
	UTE Nuclear 2.405 MW	Contratado: 1.405 MW (1 UTE) Indicativo: 1.000 MW

Matriz Energética em 2031



52% Não Renovável
48% Renovável



Empresa de Pesquisa Energética

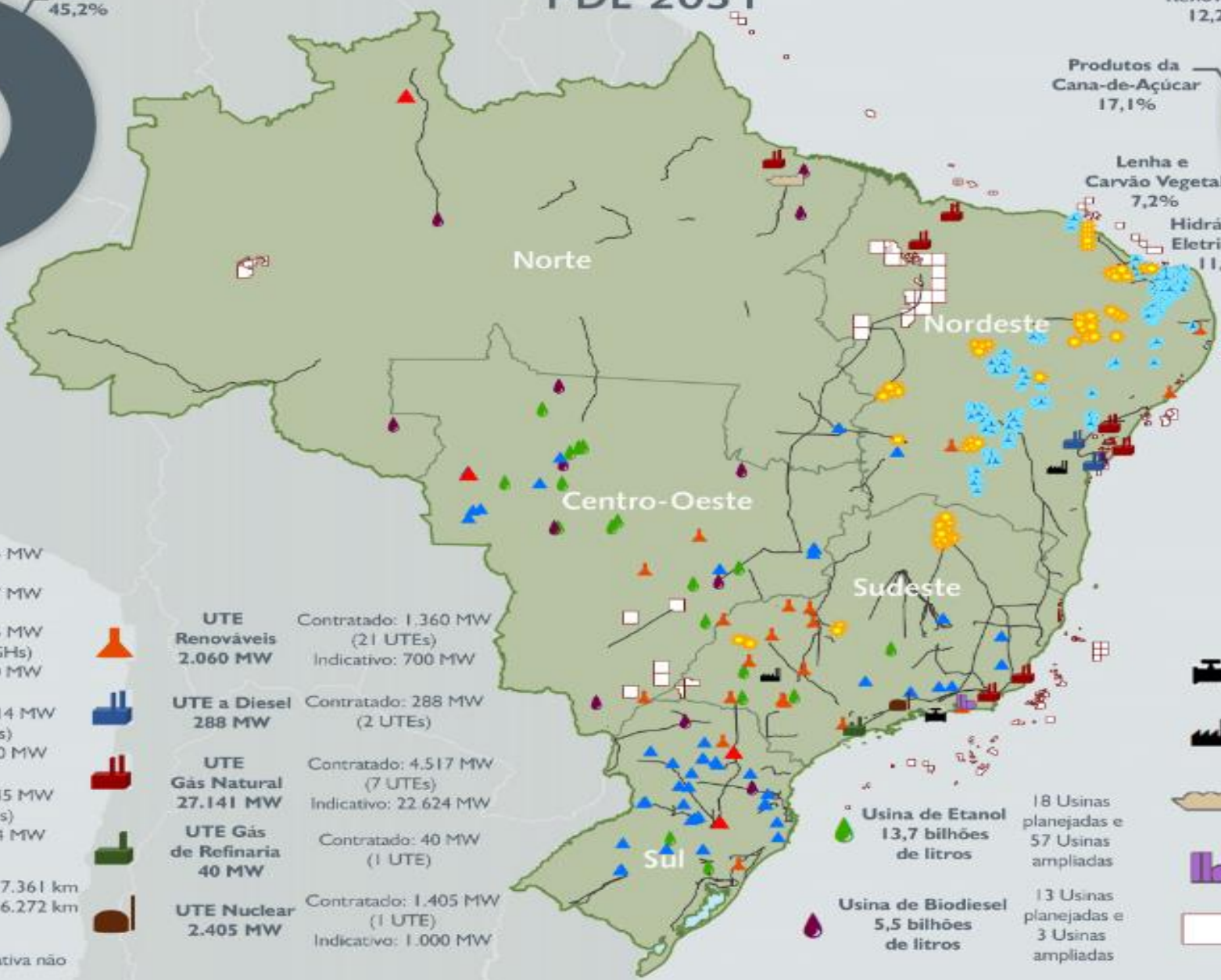
	Gasoduto de Transporte	1 Gasoduto previsto 1 Gasoduto indicativo
	Refinaria	2 Refinarias planejadas 2 Refinarias ampliadas
	Terminal de GNL	1 Terminal de regaseificação previstos e 3 terminais indicativos
	UPGN	1 Unidade de Processamento de Gás Natural prevista e 1 UPGN indicativa
	Unidades Produtivas	277 UPs em áreas contratadas

Usina de Etanol
13,7 bilhões de litros

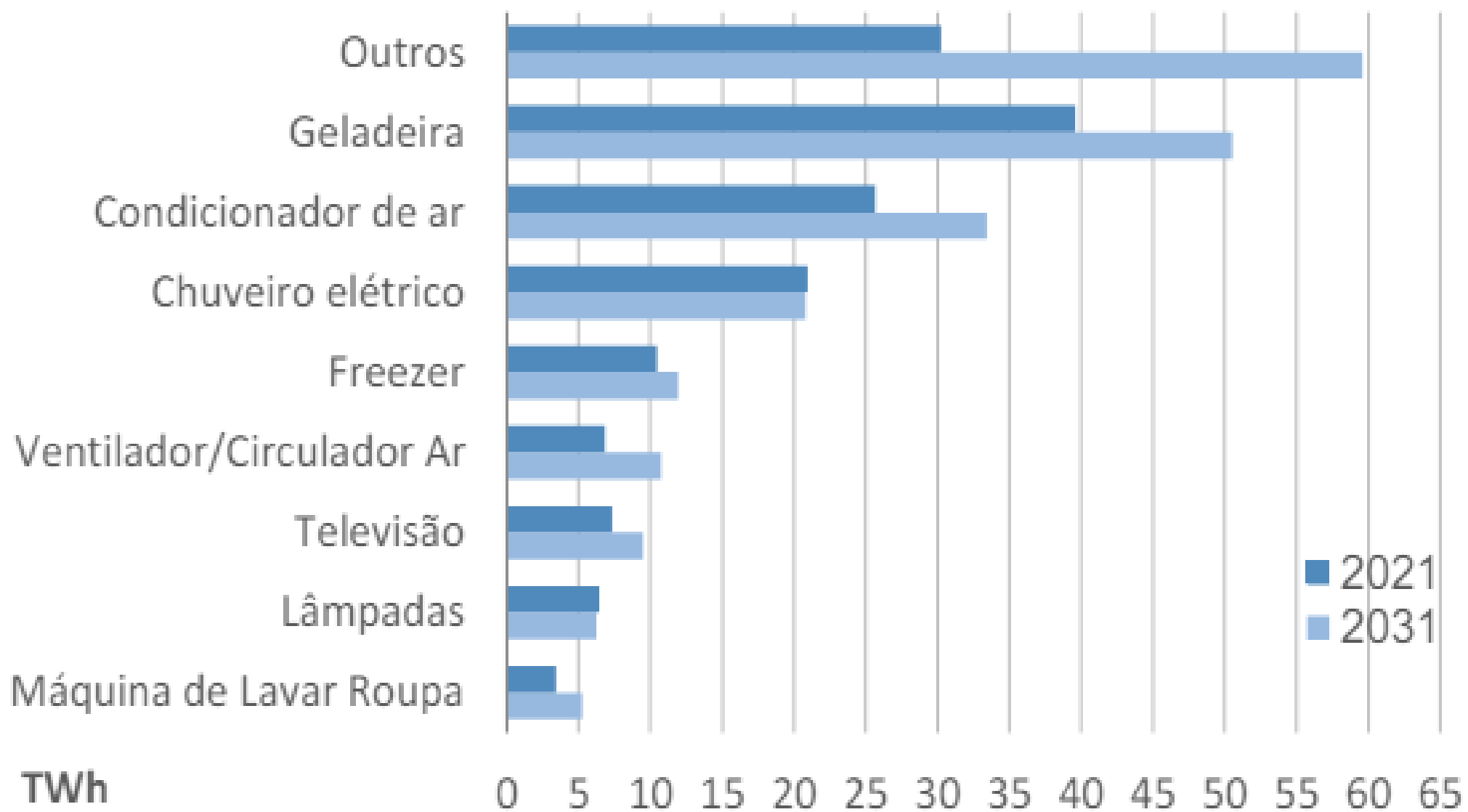
18 Usinas planejadas e 57 Usinas ampliadas

Usina de Biodiesel
5,5 bilhões de litros

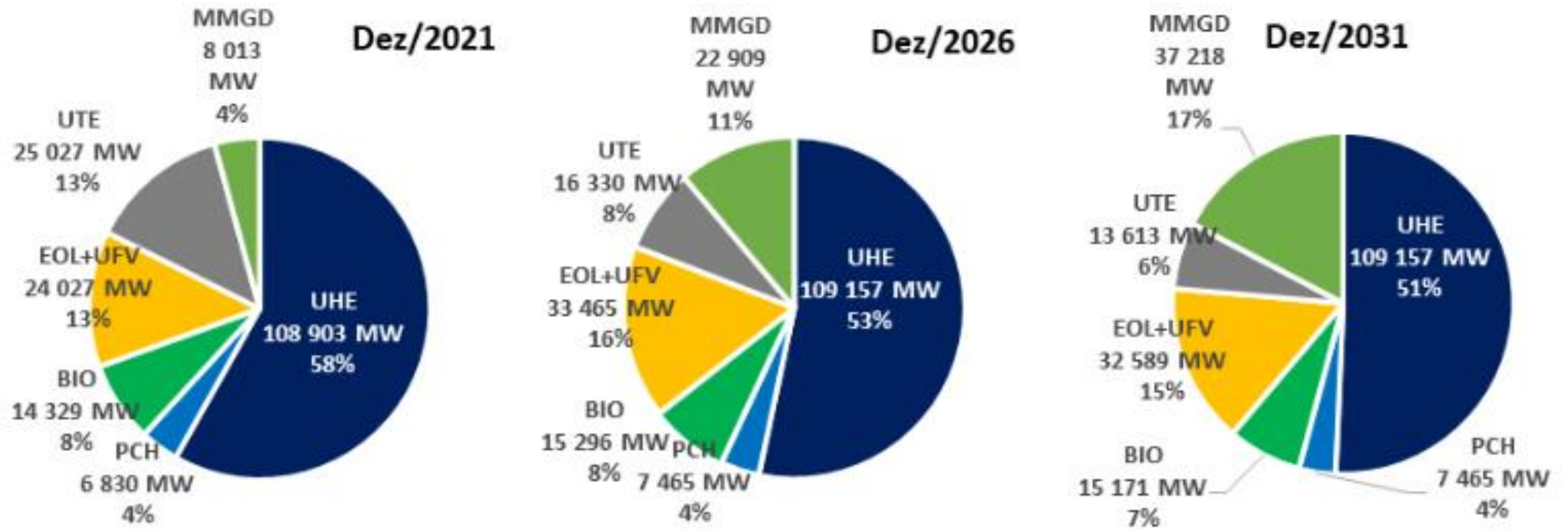
13 Usinas planejadas e 3 Usinas ampliadas



Consumo de energia elétrica por equipamento residencial (TWh)



Evolução da Capacidade Instalada Existente e Contratada do SIN



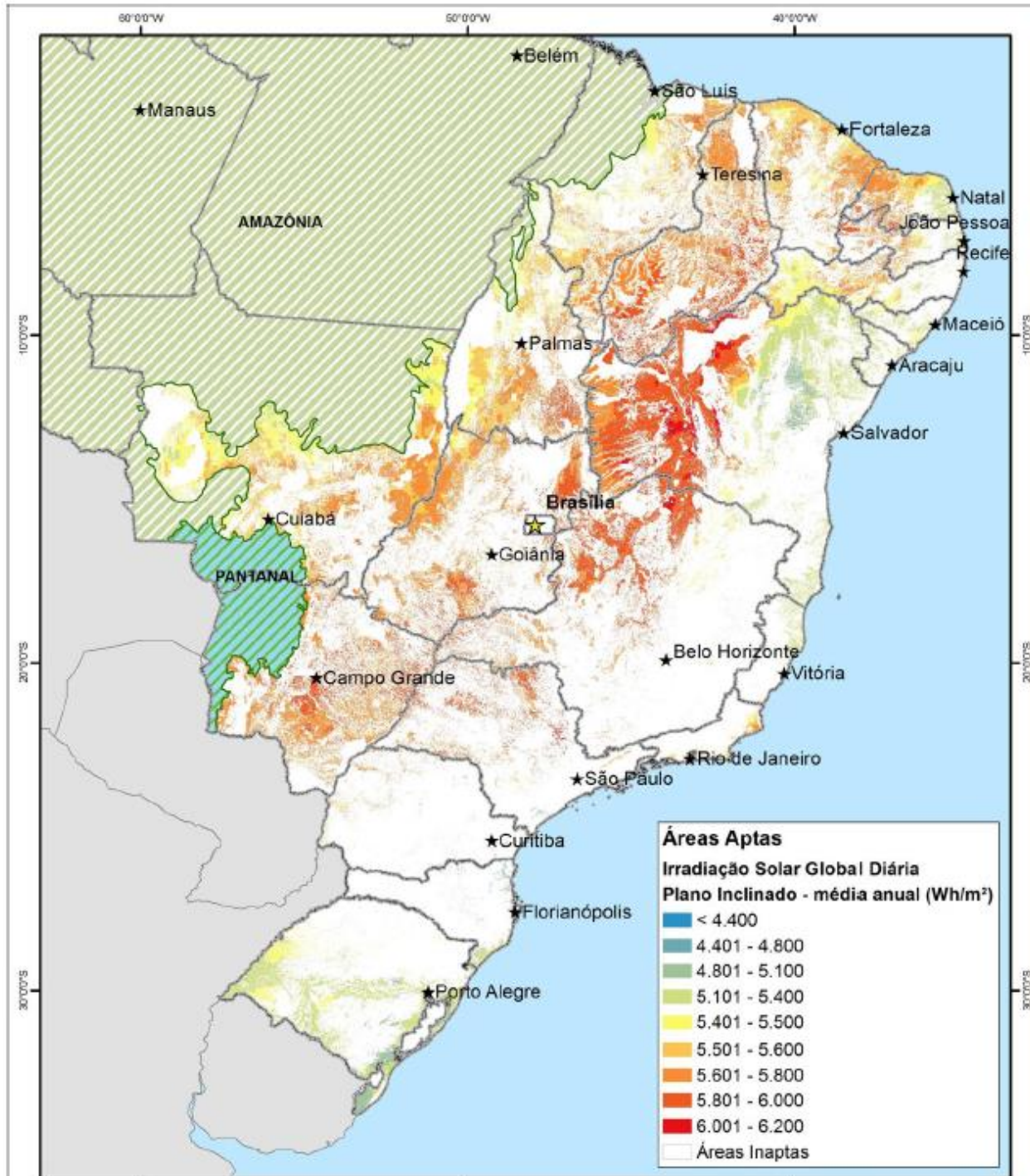
Desafios e Tecnologias

Energia Solar

A energia solar vem sendo a fonte que apresenta o maior incremento de capacidade instalada anualmente no mundo (IRENA, 2020). Isso se explica dados os preços decrescentes verificados nos últimos anos, à robustez tecnológica tendo em vista projetos com mais de 30 anos em funcionamento, o vasto potencial técnico existente e a não emissão de gases de efeito estufa durante a operação dos parques. Fonte EPE

Recursos Estimados

Para estimativa quantitativa do potencial solar fotovoltaico previstos, foram consideradas apenas as áreas já antropizadas, ou seja, não foram incluídas áreas com vegetação nativa. Considerando apenas as melhores áreas disponíveis, com radiação global média diária superior a 6 kWh/m².dia, seria possível a instalação de 307 GWp.



Tecnológicas

*Um fator que insere incerteza com relação à inserção da fonte solar fotovoltaica no planejamento de longo prazo é a velocidade com que ocorre sua **evolução tecnológica**.*

Como exemplo relevante para o mercado brasileiro, cita-se a rapidez da transição dos projetos de estrutura fixa para sistemas de rastreamento em um eixo.

Se em 2014, 91% dos empreendimentos consideravam o uso de estrutura fixa, em 2017, 97% propunha o uso de rastreamento em um eixo (EPE, 2018).

A evolução na tecnologia de células é outro exemplo notável. Uma terceira geração de tecnologias está em desenvolvimento, dentre quais pode-se citar as células sensibilizadas por corantes, células orgânicas, e células sensibilizadas por pontos quânticos. Fonte EPE

Nos últimos anos, os módulos aumentaram seu tamanho padrão, de cerca de 1,6 m² para 2 m², o número de células foi incrementado e novas configurações foram propostas, com uso de células cortadas ao meio, e com o polímero posterior sendo substituído por um segundo vidro, permitindo o aproveitamento da radiação nesta face, nos chamados módulos bifaciais. Fonte EPE

Desafios Importantes

Matriz de energia elétrica com grande percentual de geração variável não controlável.

O mundo no século XXI terá que lidar com a grande penetração de fontes solar fotovoltaica e eólica, que introduzem maior variabilidade e menor previsibilidade na geração elétrica de curto prazo.

Lidar com o descarte e reciclagem de equipamentos.

A grande quantidade de equipamentos, da ordem de dezenas de bilhões de módulos fotovoltaicos, faz com que o impacto ambiental deste descarte seja relevante.

Consumidor de energia elétrica

Inovações do século XXI

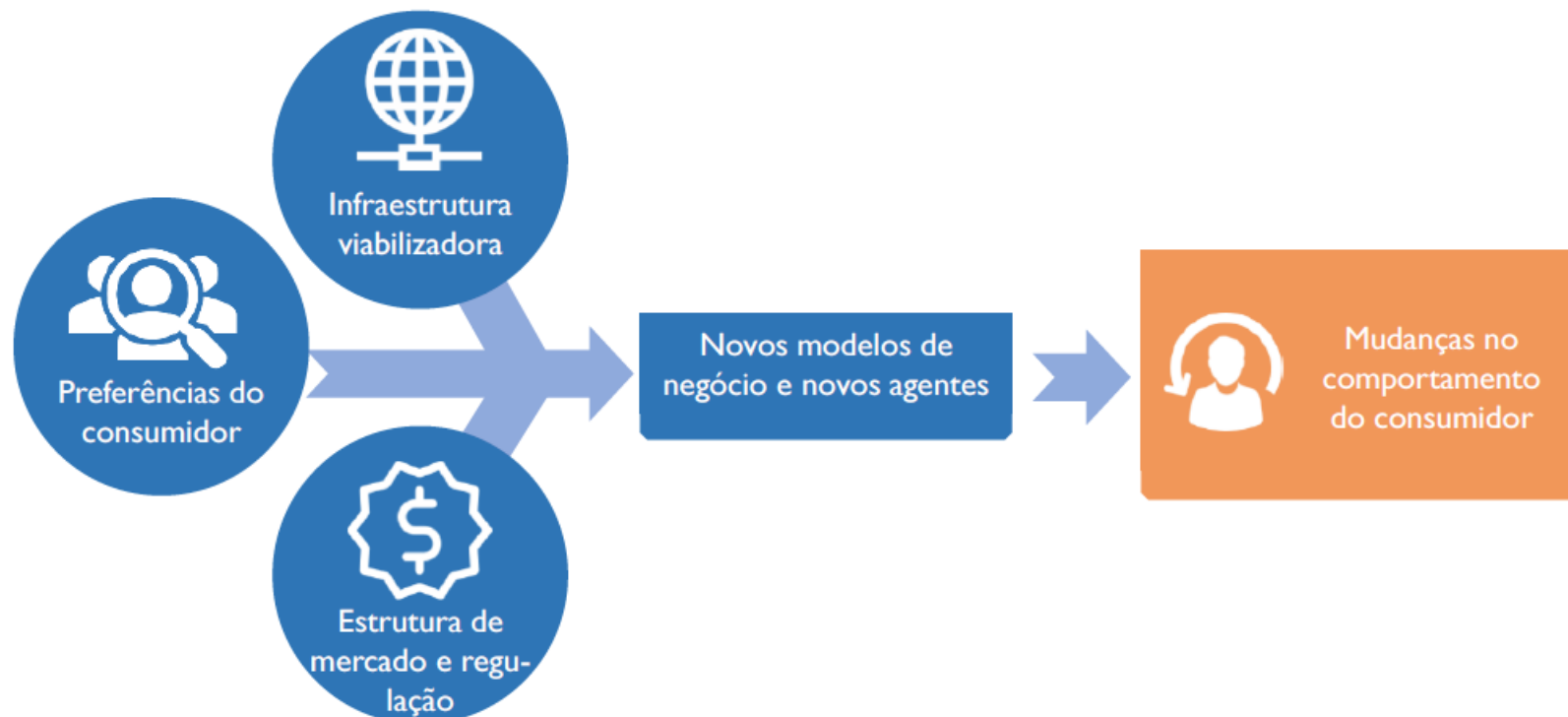
Difusão dos recursos energéticos distribuídos.

Consciência ambiental.

Mudanças climáticas.

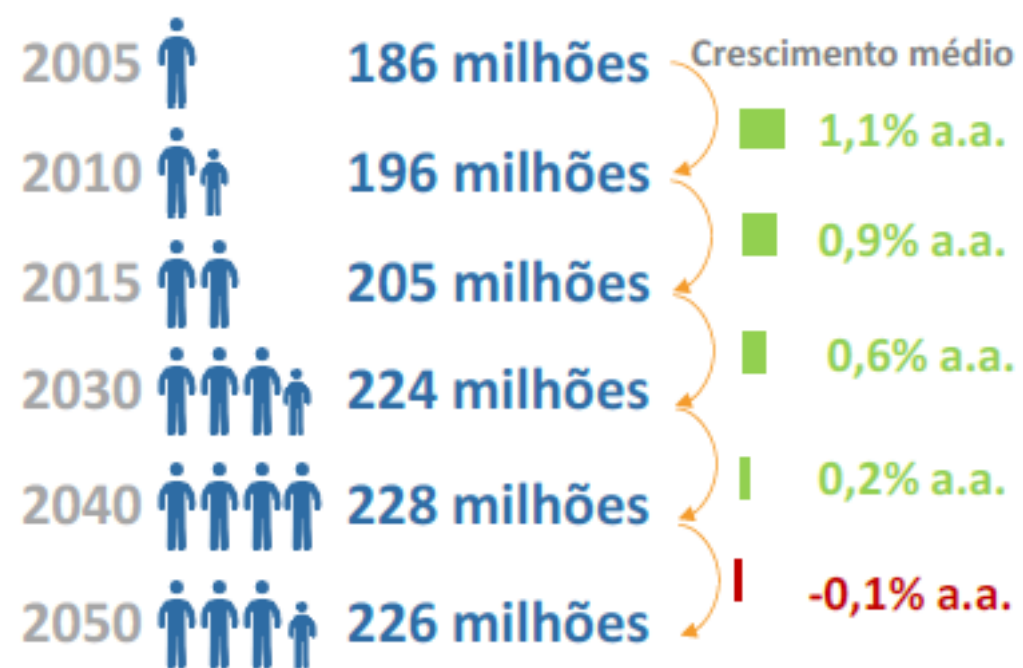
Digitalização

Envelhecimento populacional.

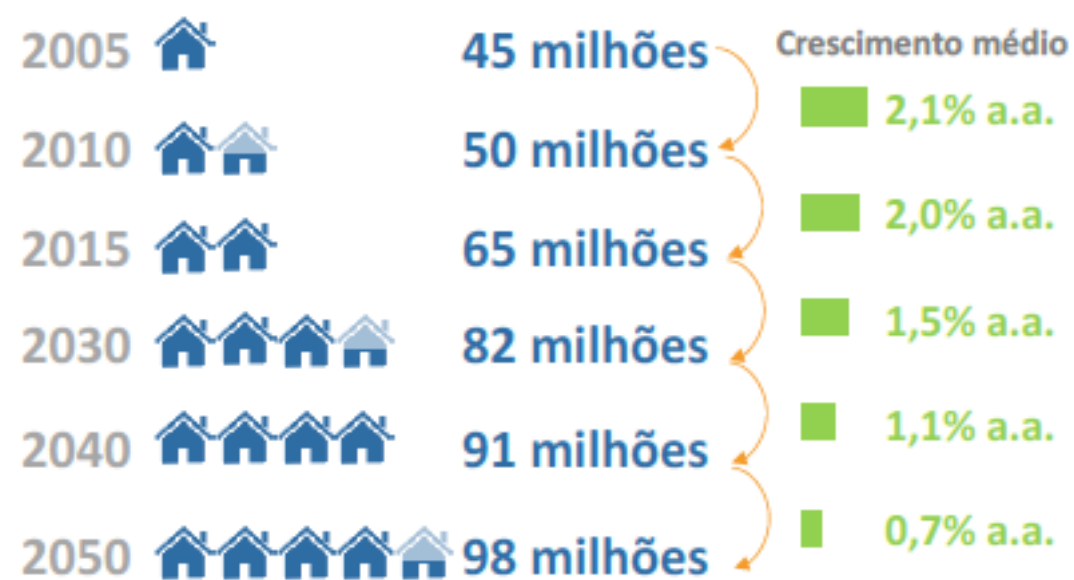


Fonte EPE

Evolução da população brasileira



Evolução dos domicílios





Obrigado

Prof. Dr. Antonio Melo de Oliveira

antoniooliveira@ufv.br