



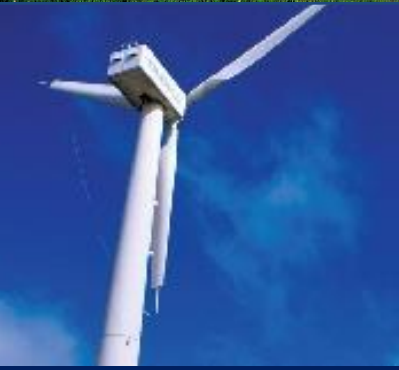
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Setor Elétrico Brasileiro

Presente e Futuro

Eng. Civil Cristiano Augusto Trein, Ph.D.
Departamento de Desenvolvimento Energético
Ministério de Minas e Energia
cristiano.trein@mme.gov.br

Julho 2016



Setor Elétrico Brasileiro

Presente e Futuro

Eng. Civil Cristiano Augusto Trein, Ph.D.
ctrein@cristianotrein.com
cristiano.trein@repeas.com.br

Julho 2016



Setor Elétrico Brasileiro



Capacidade Instalada:
144,6 GW (Julho 2016)

Linhas de Transmissão (rede básica):
127,000 km

Demanda máxima:
85,708 MW (05/Fev/2014)

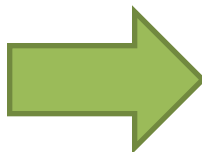
Produção de Energia:
550 TWh (2015)

Número de Clientes:
77 milhões (2014)

Demanda média:
62,000 MW



**Desafio
Permanente**



**Promover a expansão da infraestrutura energética
de forma sustentável, para garantir o
desenvolvimento socioeconômico do Brasil**

OFERTA

DEMANDA

**Fontes
Limpas e
Renováveis**



**Conservação
de Energia e
EE**

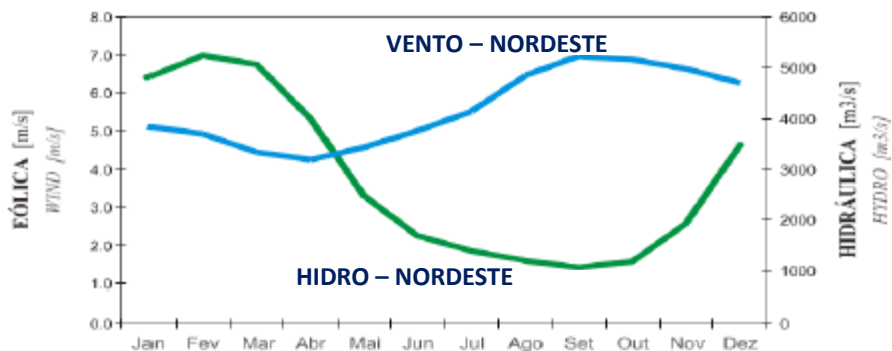
Potenciais Regionais



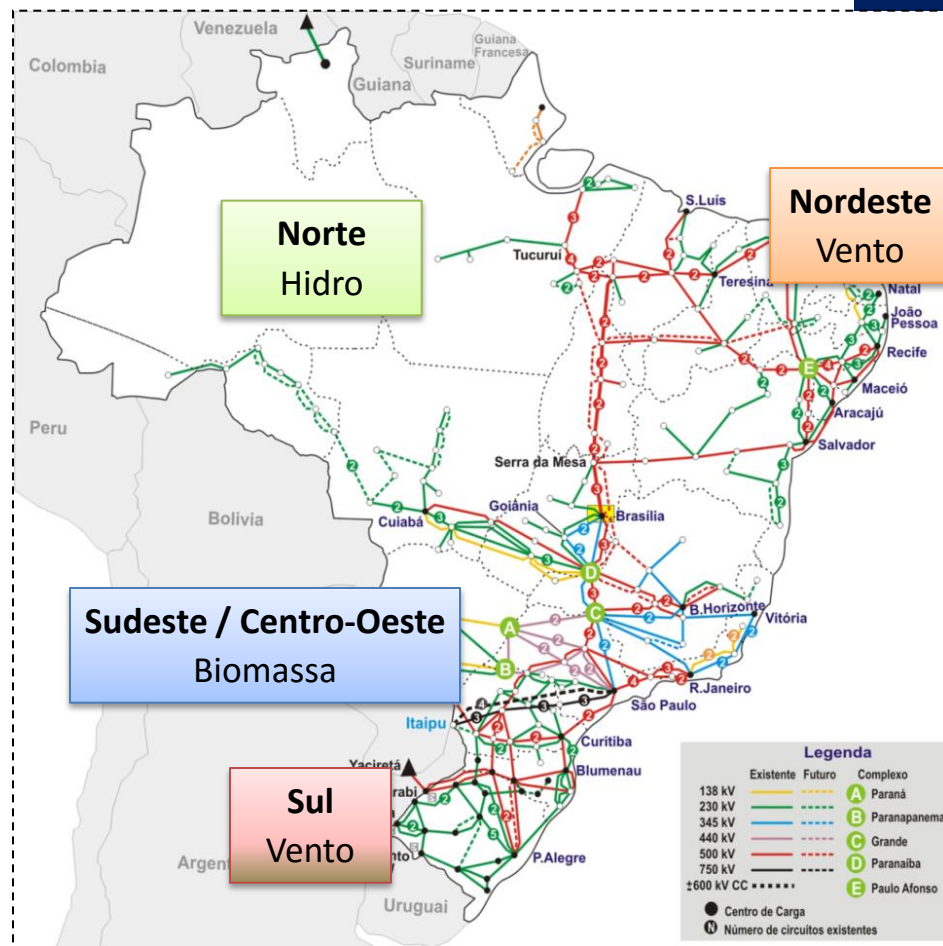
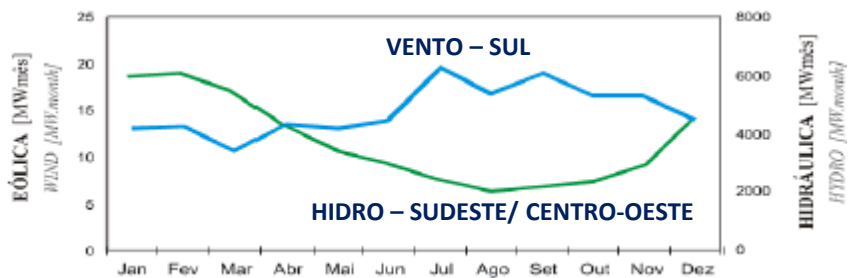
Complementaridades Regionais

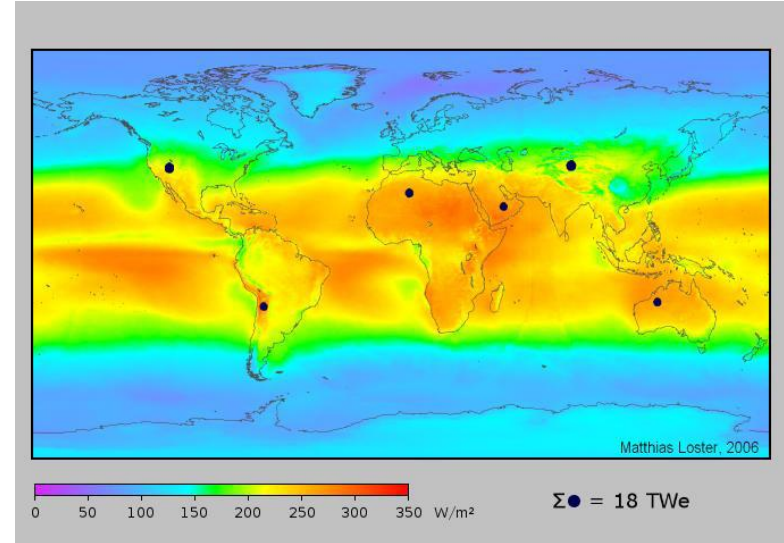
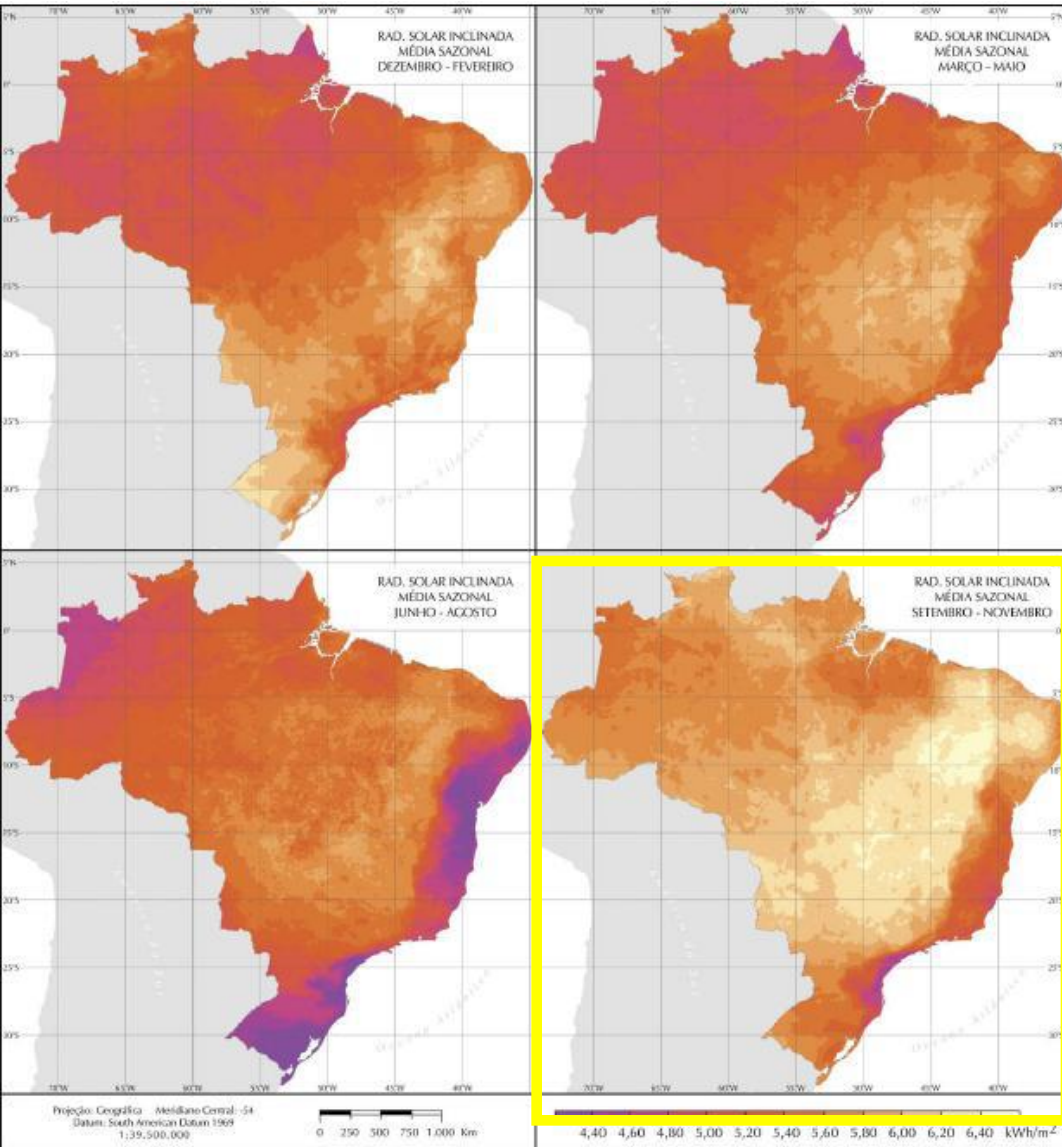


Região Nordeste

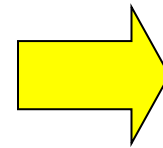


Sul / Região Sudeste

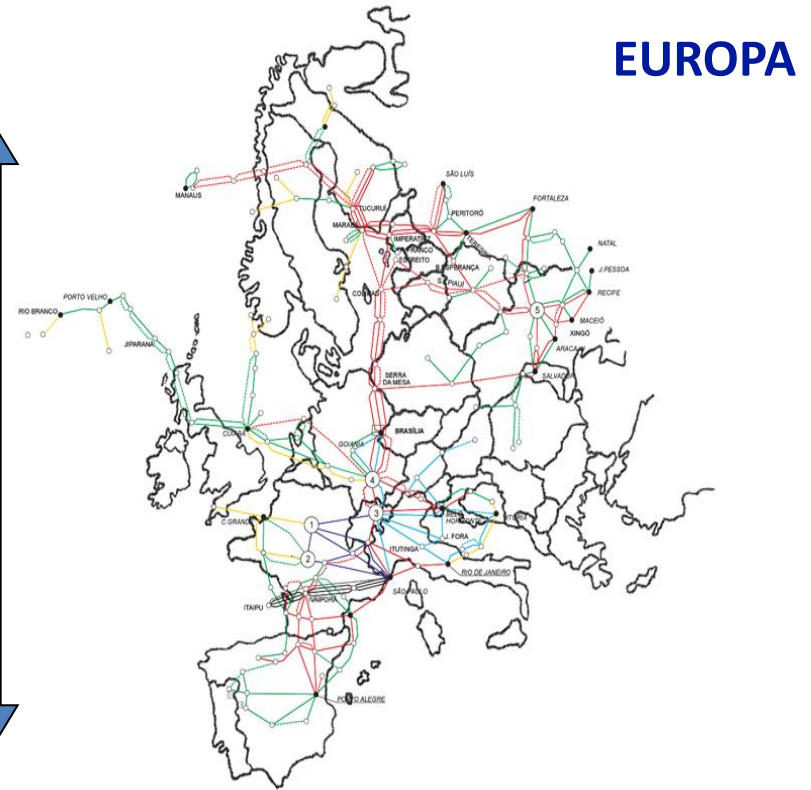




Atlas Solar Brasileiro



Maior Intensidade Solar
Setembro – Novembro
SECA



Brasil-2014

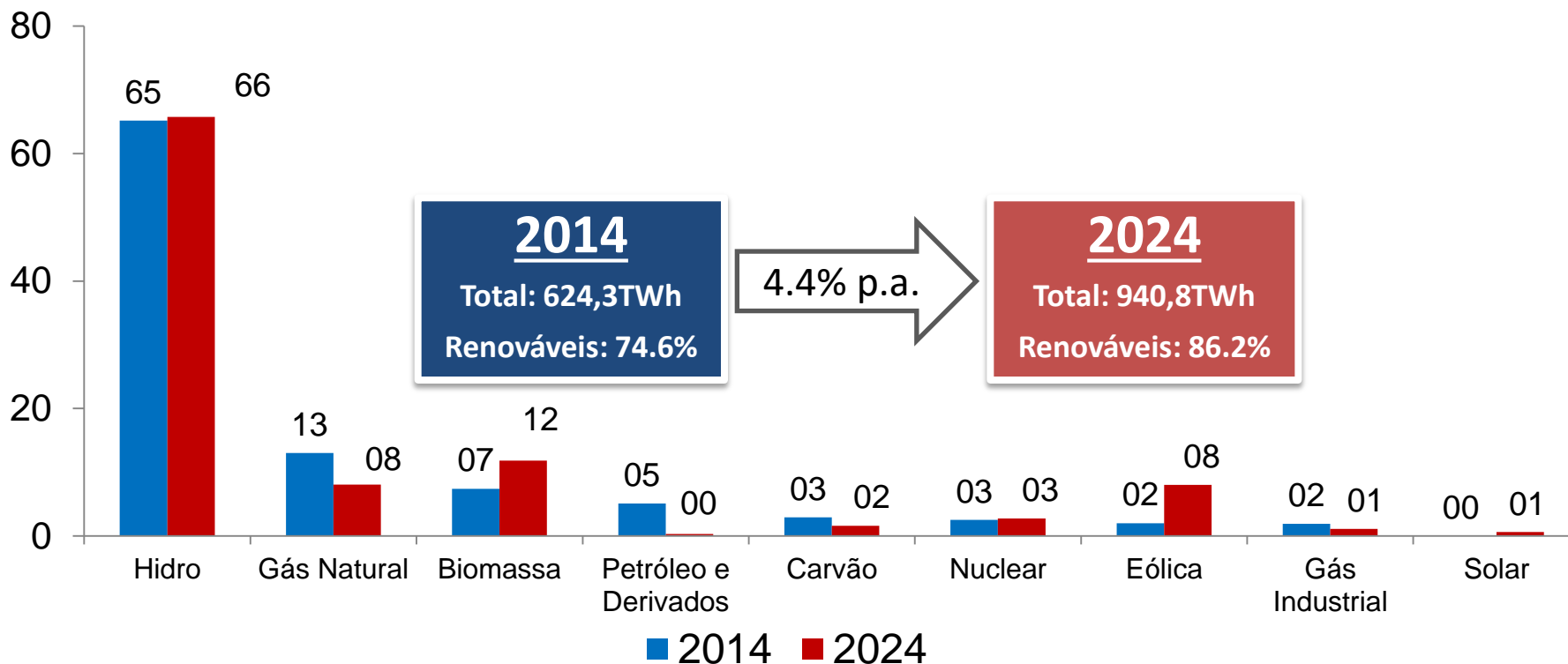
- **População:** 204 milhões
- **PIB per capita:** R\$ 19.700,00
- **Capacidade Instalada**:** 134 GW
- **Transmissão***:** 125,727 km
- **Oferta de eletricidade:** 624,3 TWh
- **Consumo de eletricidade per capita:** 2,061kWh/hab.ano

** inclui sistemas isolados e auto produção

*** >230 kV



Matriz de Energia Elétrica (%)

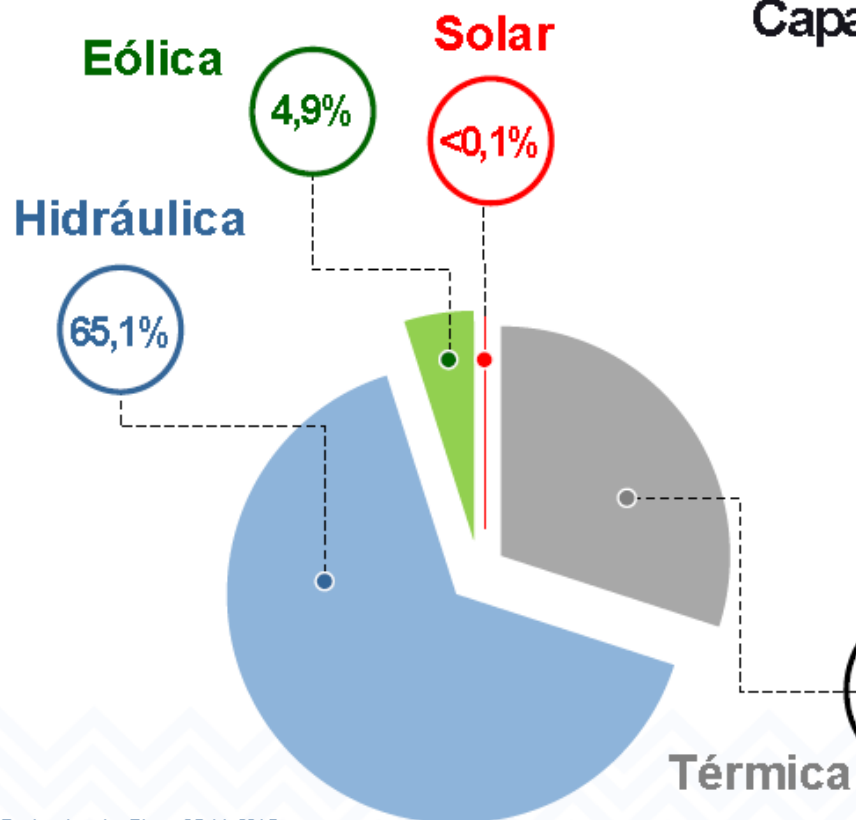


Taxa de crescimento Anual Médio (%)

4,3	-0,6	9,1	-21,5	-1,8	5,2	19,7	-1,4	-
-----	------	-----	-------	------	-----	------	------	---

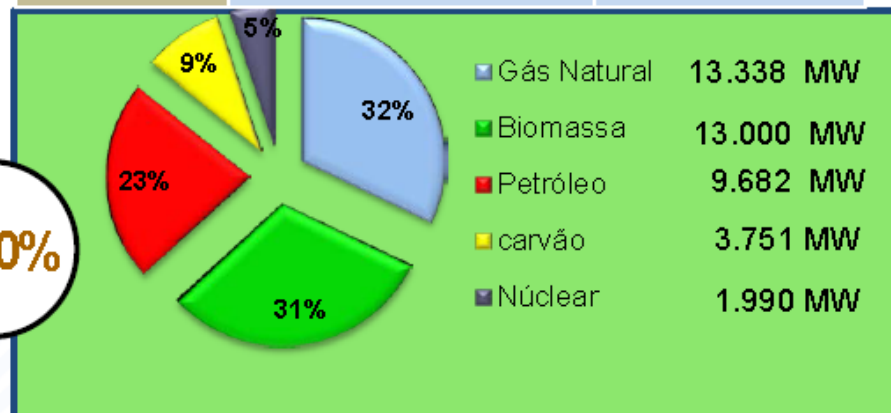
MUNDO (2014)
-Renováveis: 22,6%





Capacidade Instalada de Geração

FONTE	CAPACIDADE INSTALADA (MW)	Nº DE USINAS
HIDRO	90.619	1.192
TÉRMICA	41.761	2.833
EÓLICA	6.691	276
SOLAR	25	25
TOTAL	139.096	4.326





Evolução capacidade instalada - 2024

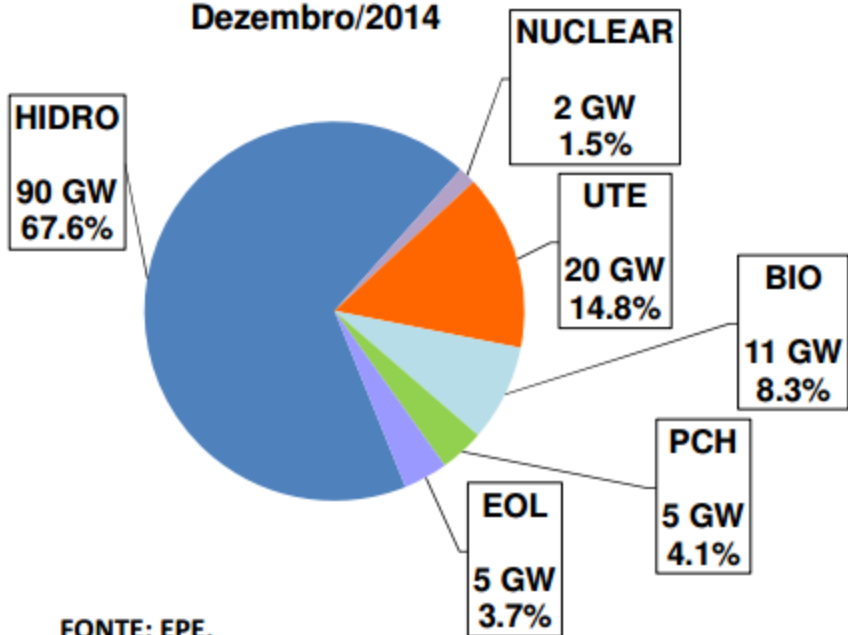
FONTE	2014 ^(c)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	MW										
RENOVÁVEIS	111.269	118.380	127.866	135.486	142.972	145.177	145.560	151.554	158.102	165.460	173.417
HIDRO ^(a)	82.789	86.540	92.152	96.587	101.354	102.040	102.115	103.549	105.137	107.335	109.972
IMPORTAÇÃO ^(b)	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
BIOMASSA + EÓLICA + PCH + SOLAR	21.480	24.840	28.714	31.899	34.618	36.137	36.445	41.005	45.965	51.125	56.445
NÃO RENOVÁVEIS ^(e)	21.609	21.913	22.082	22.092	22.493	26.714	28.230	29.430	30.630	31.830	33.030
URÂNIO	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	3.395	3.395	3.395	3.395	3.395	3.395
GÁS NATURAL	11.043	11.317	11.486	12.026	12.427	14.903	16.419	17.619	18.819	20.019	21.219
CARVÃO	3.064	3.064	3.064	3.064	3.064	3.404	3.404	3.404	3.404	3.404	3.404
ÓLEO COMBUSTÍVEL ^(d)	3.586	3.586	3.586	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201
ÓLEO DIESEL	1.239	1.269	1.269	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124
GÁS DE PROCESSO	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687
TOTAL	132.878	140.293	149.948	157.578	165.465	171.891	173.790	180.984	188.732	197.290	206.447
	Participação Relativa (%)										
RENOVÁVEIS	83,7%	84,4%	85,3%	86,0%	86,4%	84,5%	83,8%	83,7%	83,7%	83,8%	84,0%
HIDRO ^(a)	67,6%	66,7%	66,1%	65,7%	65,5%	63,4%	62,8%	61,0%	59,3%	57,9%	56,7%
OUTRAS	16,2%	17,7%	19,1%	20,2%	20,9%	21,0%	21,0%	22,7%	24,4%	26,0%	27,3%
NAO RENOVAVEIS	16,3%	15,6%	14,7%	14,0%	13,6%	15,5%	16,2%	16,3%	16,3%	16,2%	16,0%
URÂNIO	1,5%	1,4%	1,3%	1,3%	1,2%	2,0%	2,0%	1,9%	1,8%	1,7%	1,6%
OUTRAS	14,8%	14,2%	14,7%	14,1%	13,4%	12,5%	12,5%	13,0%	13,4%	13,7%	14,5%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

- Notas: (a) Os valores da tabela indicam a potência instalada em dezembro de cada ano, considerando a motorização das UHE.
(b) Estimativa de importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico paraguaio.
(c) Não considera a autoprodução, que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga. A evolução da participação da autoprodução de energia é descrita no Capítulo II.
(d) Valores de capacidade instalada em dezembro de 2014, incluindo as usinas já em operação comercial nos sistemas isolados, com previsão de interligação dentro do horizonte do estudo.
(e) Contabiliza as usinas que serão descomissionadas ao longo do período devido à interligação de sistemas isolados.



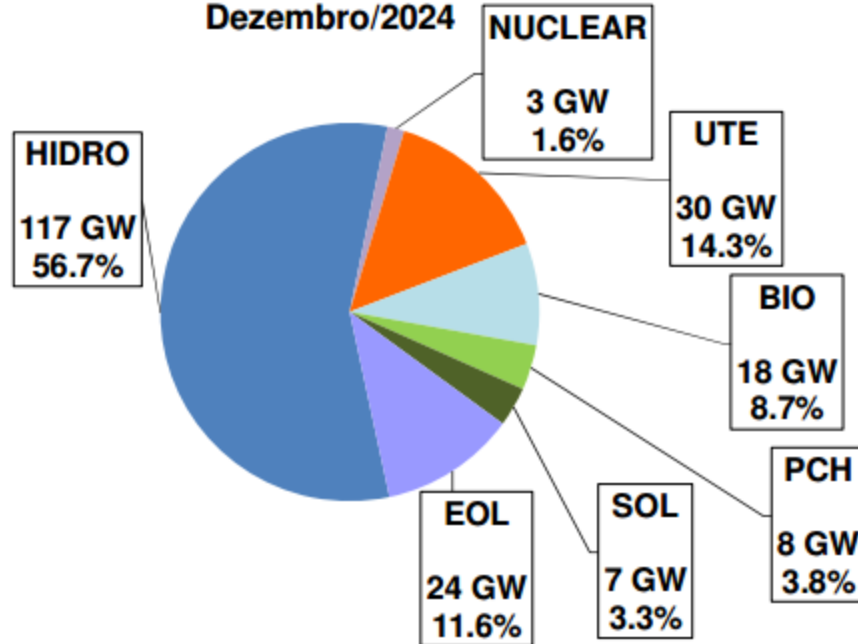
Evolução capacidade instalada - 2024

Participação das Fontes de Geração
Dezembro/2014



FONTE: EPE.

Participação das Fontes de Geração
Dezembro/2024





Estrutura Institucional do Setor



CNPE

Conselho Nacional de
Política Energética



CMSE

Comitê de
Monitoramento do Setor
Elétrico



Empresa de Pesquisa
Energética



Operador Nacional
do Sistema



Agência Nacional de
Petróleo, Gás Natural e
Biocombustíveis



Agência Nacional
de Energia Elétrica



Câmara de
Comercialização de
Energia Elétrica



Setor Elétrico Brasileiro - Princípios e Objetivos

Segurança no Abastecimento

Modicidade Tarifária

Desenvolvimento Tecnológico Nacional

Universalização do Atendimento

Fortalecimento do Planejamento

Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis

Integração Nacional

Respeito aos Contratos Existentes

Compromisso com as Questões Socioambientais





Setor Elétrico Brasileiro - Princípios e Objetivos

Segurança no Abastecimento

Modicidade Tarifária

Desenvolvimento Tecnológico Nacional

Universalização do Atendimento

Fortalecimento do Planejamento

Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis

Integração Nacional

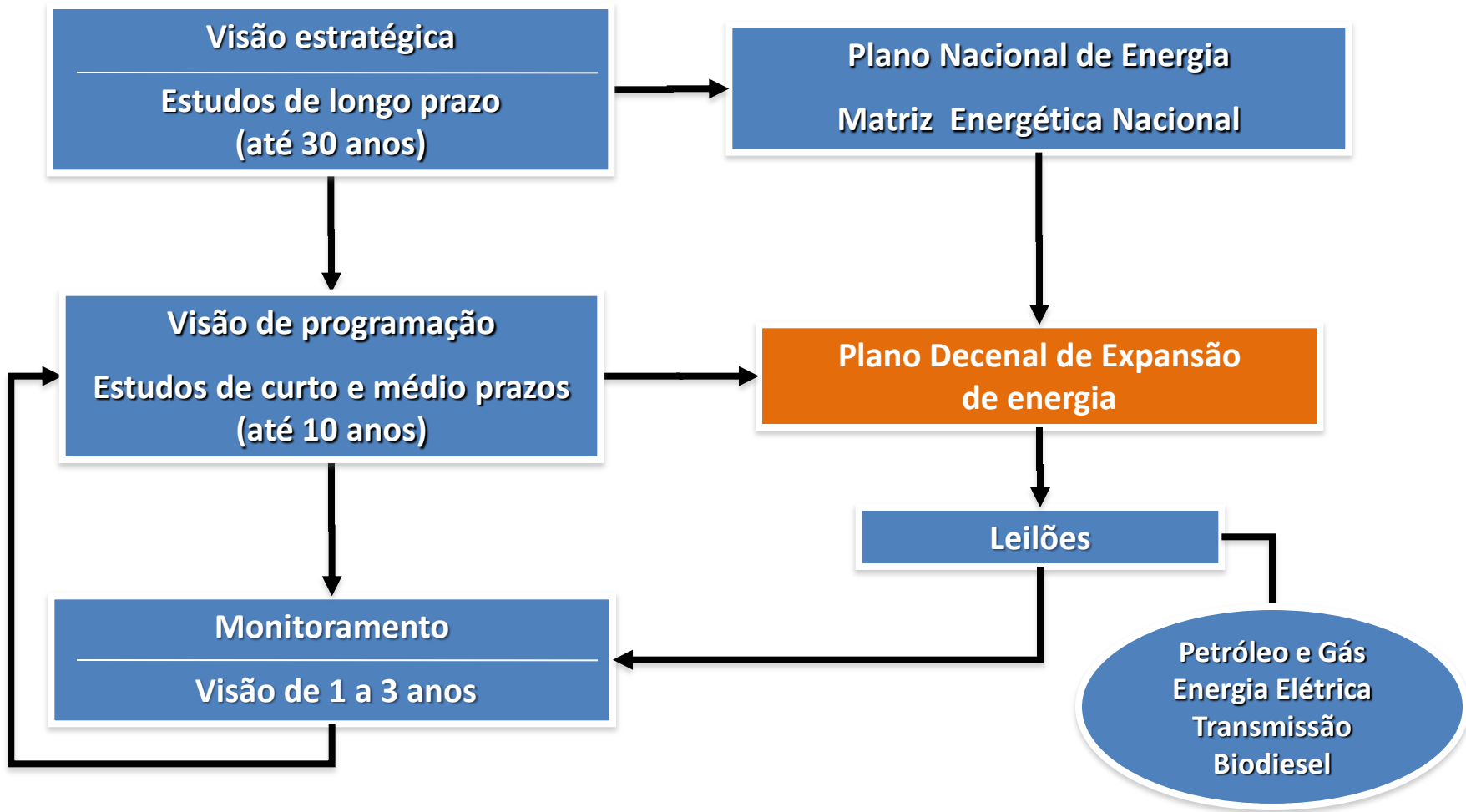
Respeito aos Contratos Existentes

Compromisso com as Questões Socioambientais





Planejamento Energético





Horizonte Decenal

Projeções de crescimento demográfico e econômico

POPULAÇÃO

Milhões de habitantes

2014	204	} 14
2024	218	

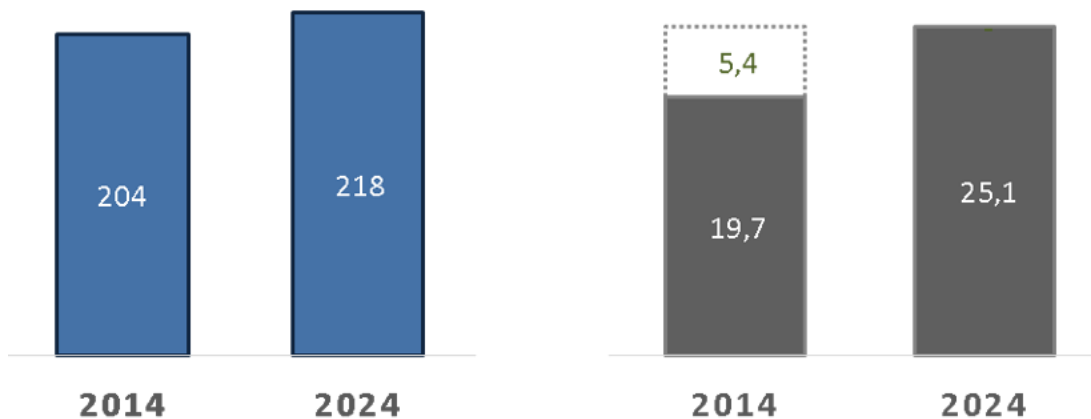
↑ 0,7 % ao ano

PIB PER CAPITA

R\$1.000,00 reais per capita

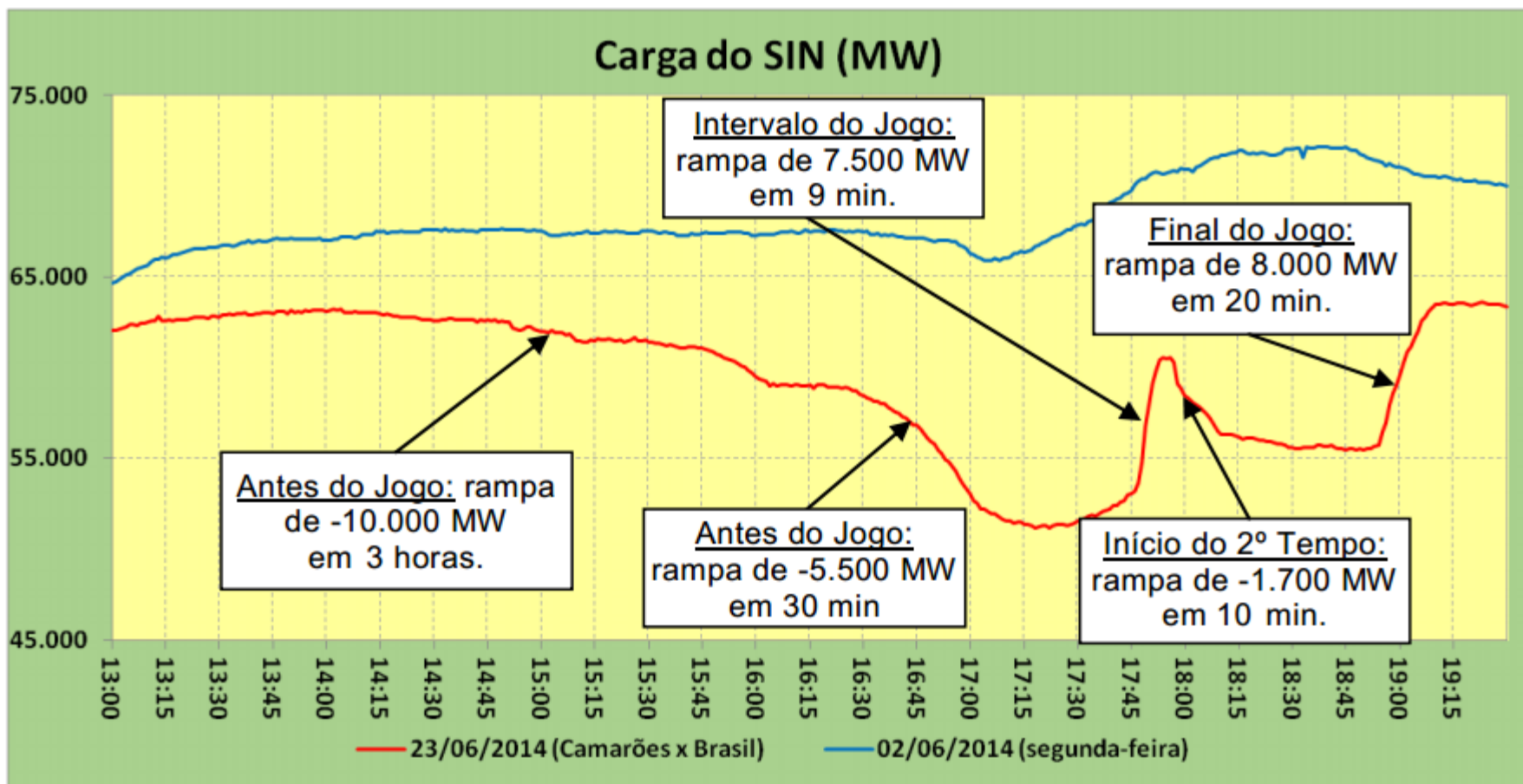
2014	19,7	} 5,4
2024	25,1	

↑ 2,5 % ao ano



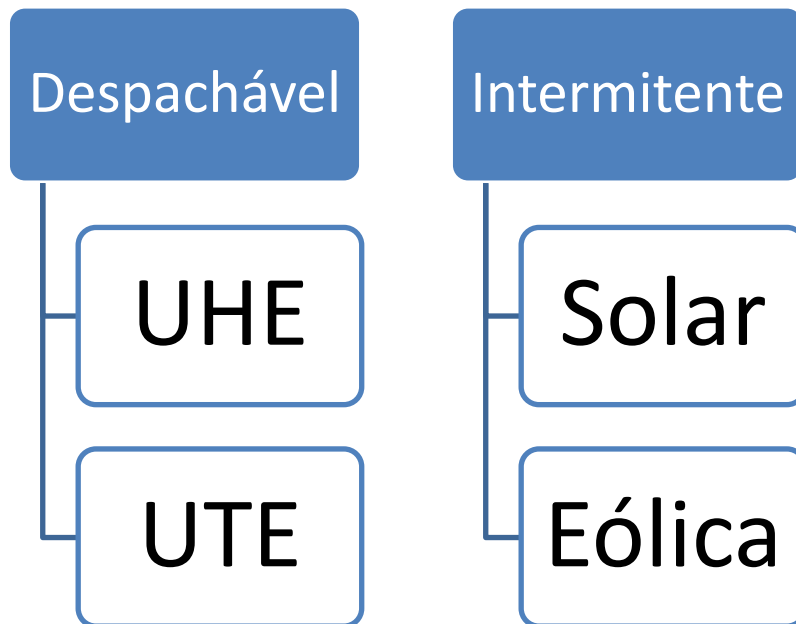


Segurança Energética





Atendimento da demanda de forma complementar e equilibrada



%

X

%





Setor Elétrico Brasileiro - Princípios e Objetivos

Segurança no Abastecimento

Modicidade Tarifária

Desenvolvimento Tecnológico Nacional

Universalização do Atendimento

Fortalecimento do Planejamento

Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis

Integração Nacional

Respeito aos Contratos Existentes

Compromisso com as Questões Socioambientais





Expansão da Geração

Mercado Livre
ACL

CL

P

Preços negociados
livremente

Mercado Regulado (ACR)
leilões de menor preço

D

Preços negociados em
leilão

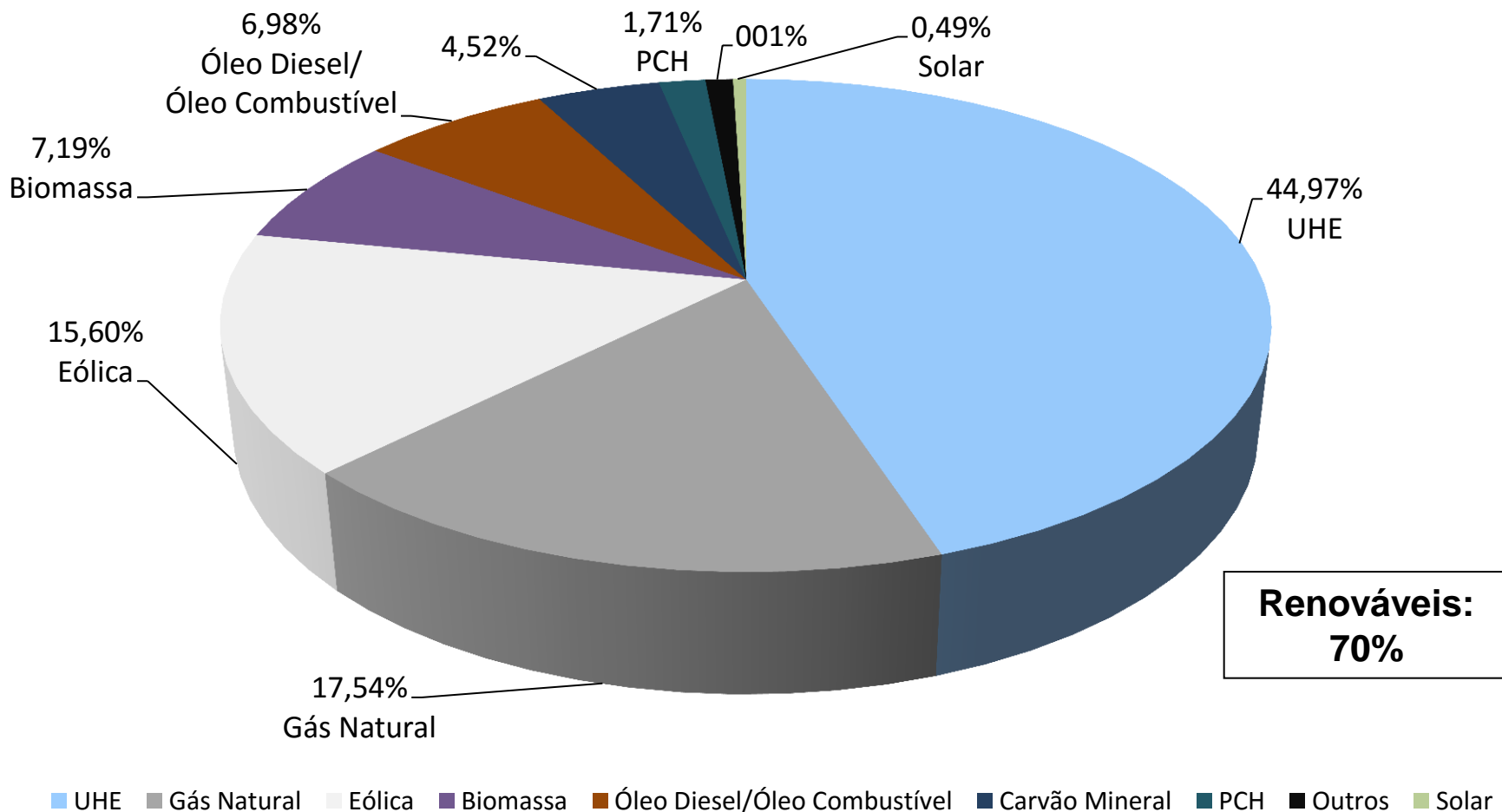
- D = Distribuidoras/Consumidores
- CL = Consumidores livres (acima de 3 MW)
- P = Produtores de Energia

Competição





MONTANTE CONTRATADO EM LEILÕES DE ENERGIA NOVA DESDE 2005

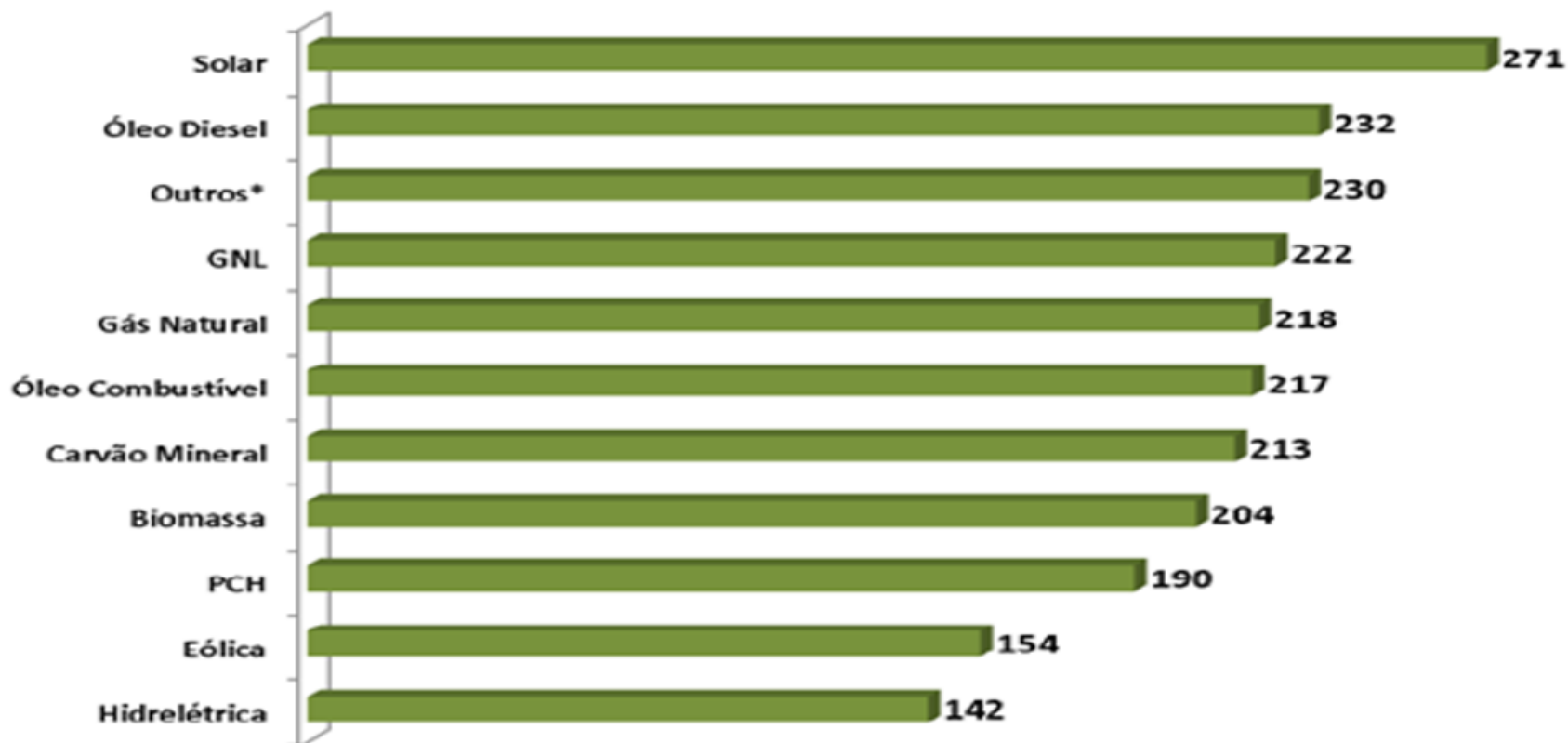


Participação das fontes de energia de acordo com a garantia física dos novos empreendimentos de geração, contratados a partir de 2005 (Fonte: MME, Junho 2015).



COMPETITIVIDADE DAS FONTES DE ENERGIA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Preço Médio Atualizado (R\$/MWh)



*Outros: Gás de Processo e Bioquímico
** IPCA set/15

Fonte: CCEE e MME
Preço: ICB atualizado pelo IPCA set/2015



Novos Leilões GERAÇÃO

1º LER 2016



Data: 29 de julho de 2016

Fontes: Solar PV, Hidro (CGH e PCH)

Contratos: de 20 e 30 anos

Início de Fornecimento: 1º de julho de 2018 e 1º de março de 2020



Novos Leilões GERAÇÃO

2º LER 2016



Data: 28 de outubro de 2016

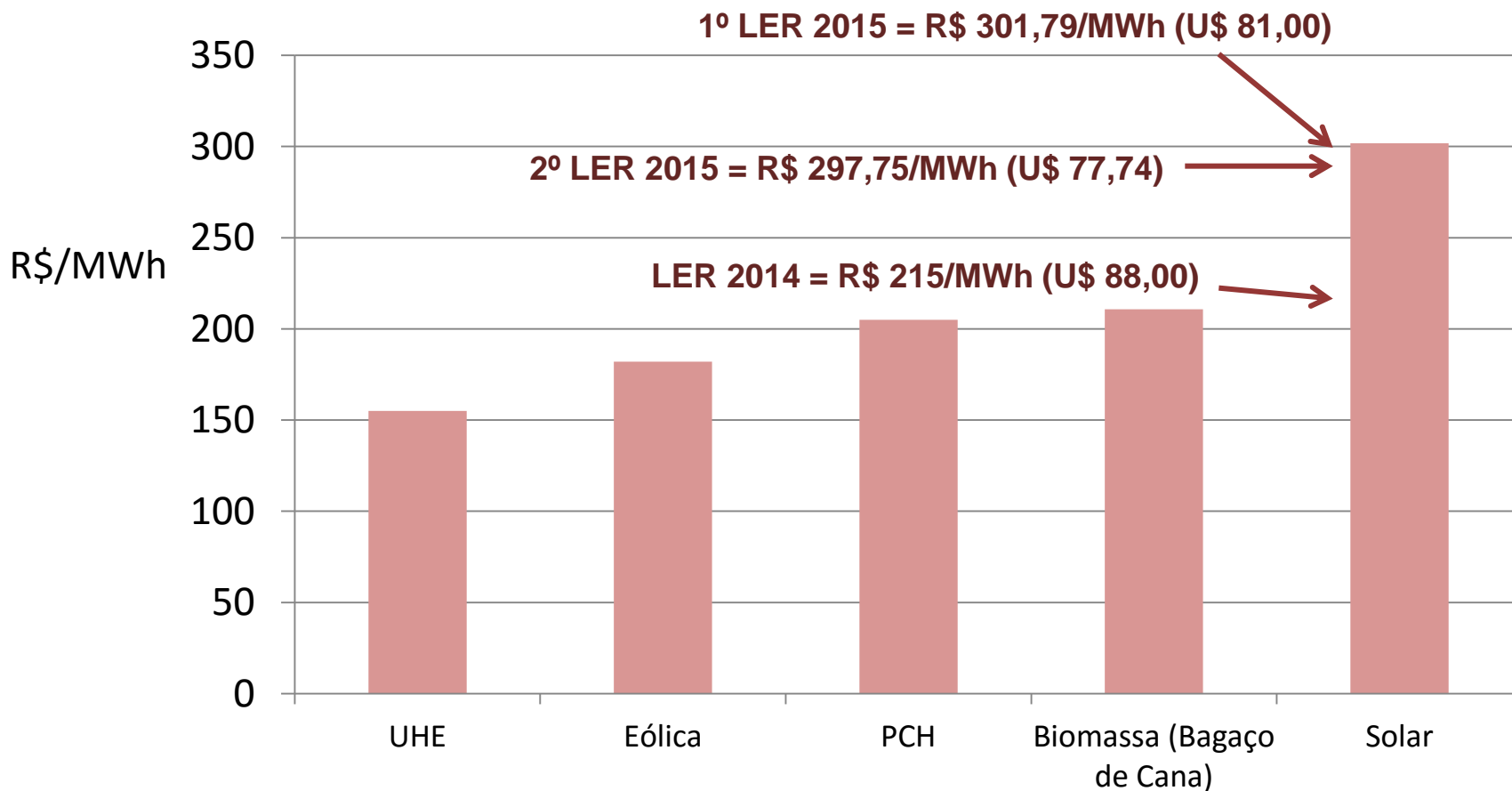
Fontes: Solar PV, Eólica

Contratos: 20 anos

Início de Fornecimento: 1º de julho de 2019



COMPETITIVIDADE DAS FONTES DE ENERGIA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA





Setor Elétrico Brasileiro - Princípios e Objetivos

Segurança no Abastecimento

Modicidade Tarifária

Desenvolvimento Tecnológico Nacional

Universalização do Atendimento

Fortalecimento do Planejamento

Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis

Integração Nacional

Respeito aos Contratos Existentes

Compromisso com as Questões Socioambientais





Obtenção de matéria-prima

Quartzo

Silício grau metalúrgico

Refinamento da matéria-prima

Silício grau-solar

Lingote de silício

Tratamento

Wafer

Célula e painéis solares

Equipamentos Complementares

Baterias

Inversores

Aplicação

Geração de Eletricidade



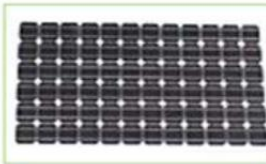
Silício



Lingote & Lâmina



Célula



Módulo

Incentivos para P&D e inovação

Criação de mercado consumidor

Estabelecimento da indústria de células e painéis

Estabelecimento da indústria de Silício grau solar e eletrônico

Estabelecimento e consolidação do setor fotovoltaico



Setor Elétrico Brasileiro - Princípios e Objetivos

Segurança no Abastecimento

Modicidade Tarifária

Desenvolvimento Tecnológico Nacional

Universalização do Atendimento

Fortalecimento do Planejamento

Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis

Integração Nacional

Respeito aos Contratos Existentes

Compromisso com as Questões Socioambientais





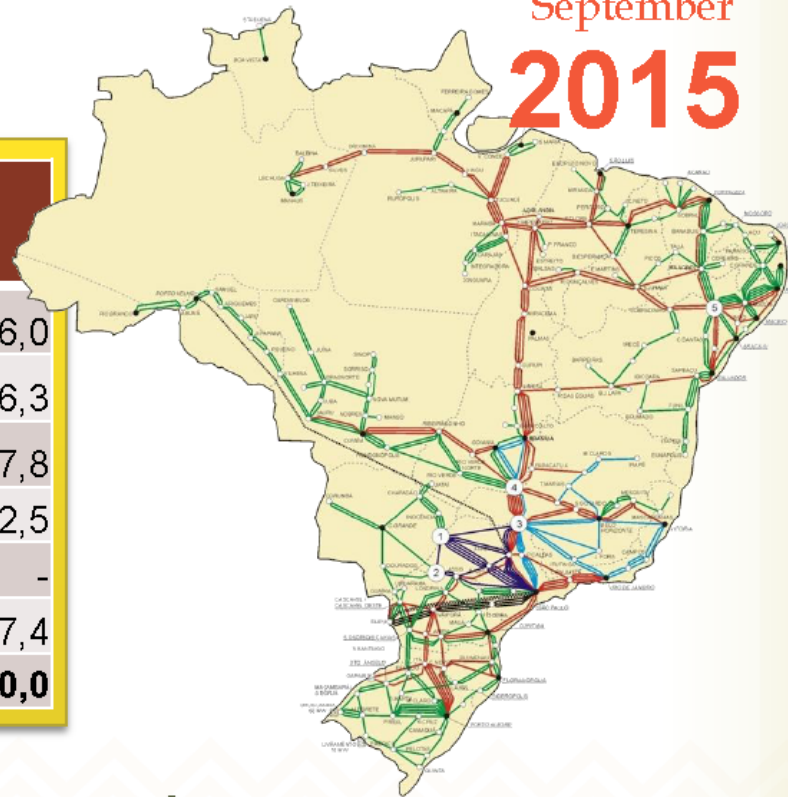
Electric Energy Sector in Brazil

Transmission System

126 thousand km

September
2015

Tension (kV)	Extension (km)	%	Capacity MVA	%
230	53.024	41,8	79.390	26,0
345	10.303	8,1	49.795	16,3
440	6.741	5,3	23.916	7,8
500	41.197	32,5	129.842	42,5
600 (CC)	12.816	10,1	-	-
750	2.683	2,1	22.500	7,4
TOTAL	126.764	100,0	305.443	100,0



102 Transmission companies

Source: Boletim Mensal DMSE/MME



Electric Energy Sector in Brazil

System Operation

Centralized Operation

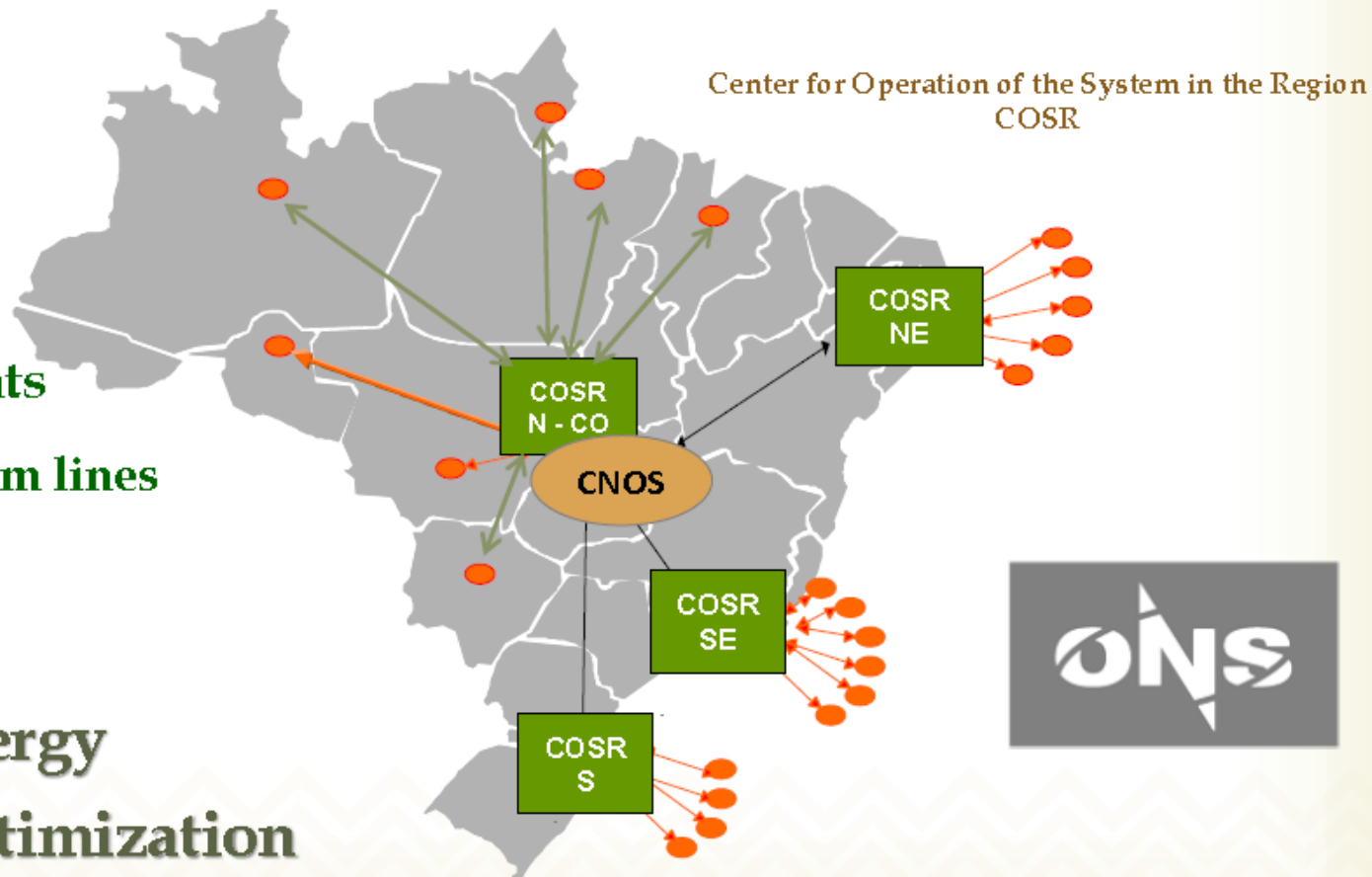
290 power plants

126 thousand km lines

560 substations



Energy
Optimization





Generation and Transmission Expansion

Transmission

Ten-Year Plan - Electric Energy (PDE) 2024

Tension (kV)	September 2015		December 2024	
	Extension (km)	Capacity (MVA)	Extension (km)	Capacity (MVA)
230	53.024	79.390	73.517	126.471
345	10.303	49.795	11.969	70.942
440	6.741	23.916	7.081	34.947
500	41.197	129.842	83.439	234.520
600 (CC)	12.816	-	12.816	-
750	2.683	22.500	2.683	26.897
800 (CC)	-	-	10.055	-
TOTAL	126.764	305.443	201.560	493.777

Source: PDE 2024 - MME

Extension (km): increase of

59%

Capacity (MVA): increase of

62%



Transmission Lines Expansion - 2016

over 3 Auctions

Investments of US\$ **4,4 billion**

Interconnection
Expansion
North - Southeast and
Northeast - Southeast



Midwest Region
Reinforcements

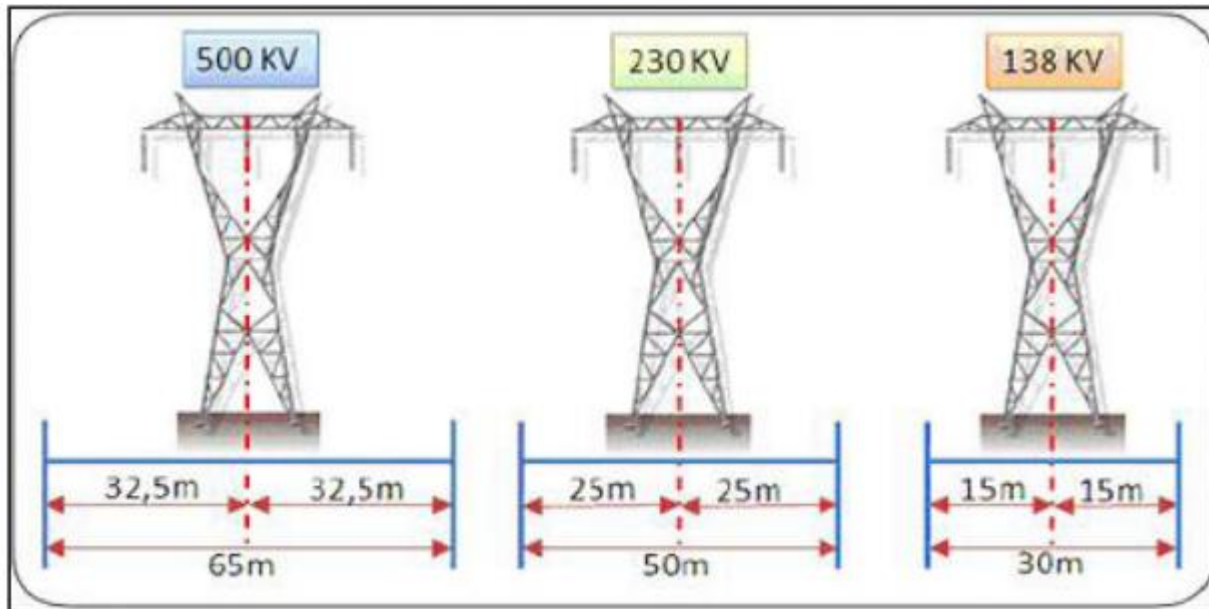


South Reinforcements





Áreas de servidão



Fonte: Wosny, (2010)

PDE 2024: 5.582 km².

Cerrado : 46%

Amazônia: 20%

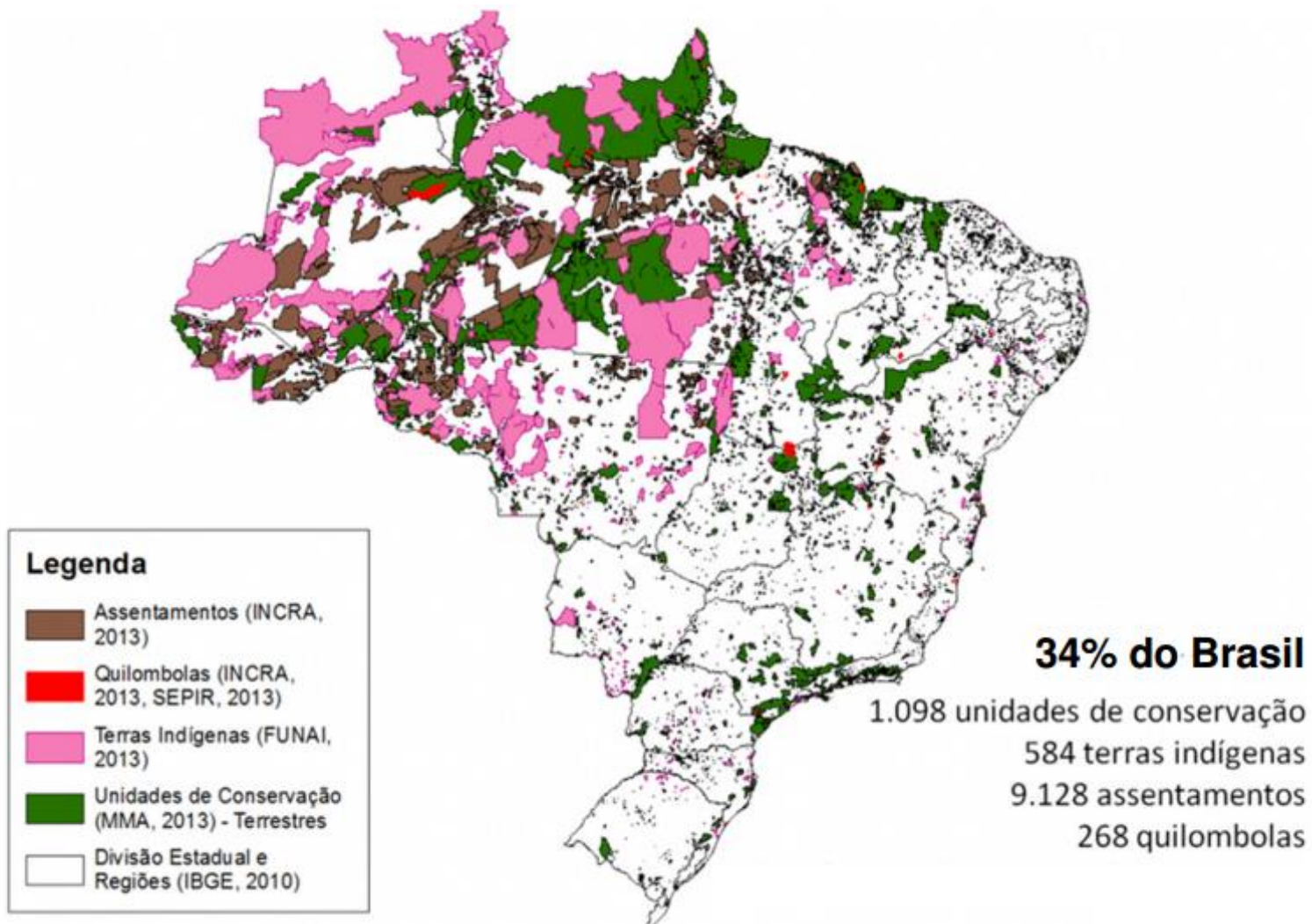
Caatinga: 20%

Mata Atlântica: 12%

Pampas: 2%



Áreas protegidas por Lei





Intercâmbio com outros países

Portarias MME nºs 81 e 82, de 25 de março de 2015

Contratos semanais para importação e exportação de energia com
Argentina e Uruguai

Argentina

Garabi



UTE Uruguaiana
480 MW

Porto Alegre

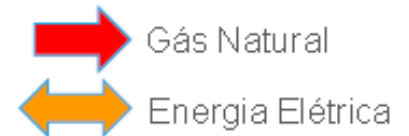
Rivera
72 MW



Melo
500MW



Uruguai





Ações em Energia Solar



VRES = R\$ 454,00/ MWh
ProGD

Geração
Distribuída no
Brasil

Tarifa das distribuidoras

Decreto
5.163/2004

REN ANEEL
687/2015



Net Metering

10% da carga

Chamada
Pública a critério
da distribuidora

< 5 MW

Iniciativa do
consumidor

GD ≤5MW

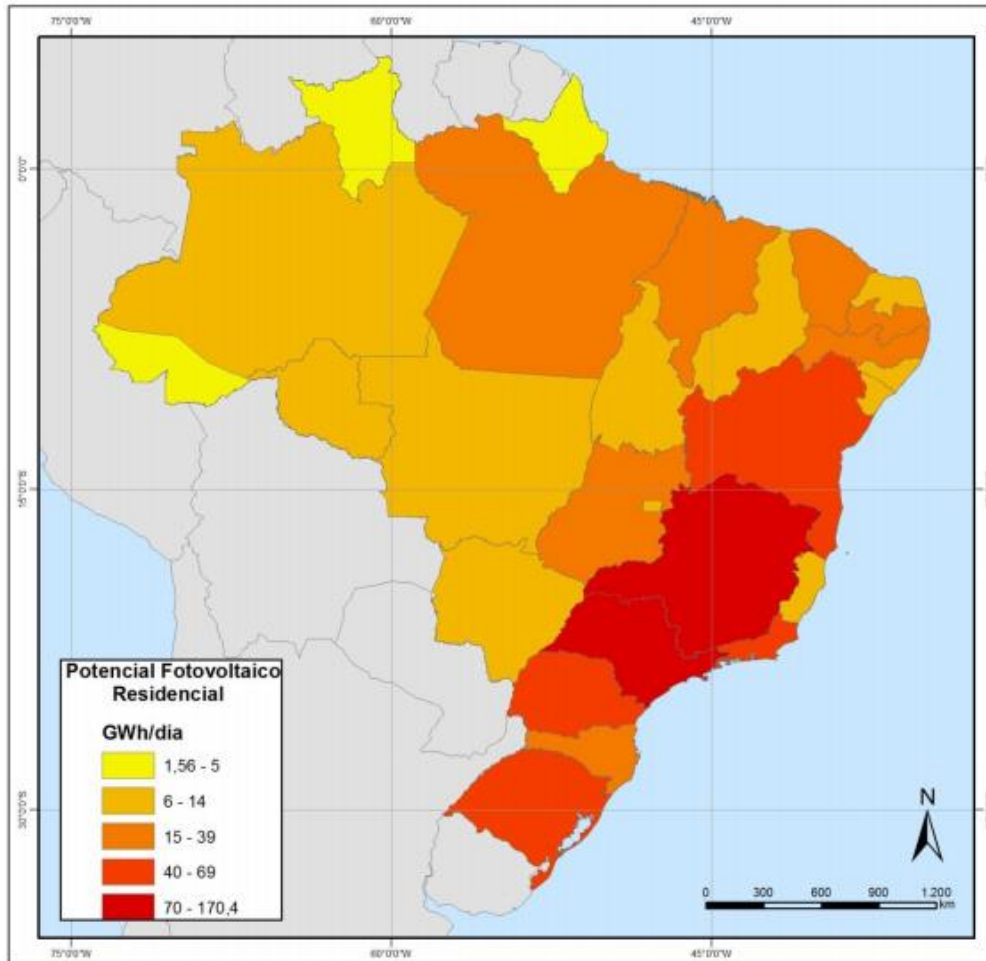
Fontes Renováveis

Cogeração Qualificada





Potencial PV em GD



- Potencial: 287 Twh/ano
 - 32 GW médios
 - 2,3 vezes o consumo residencial em 2013

Potencial Técnico de geração fotovoltaica em telhados residenciais por Unidade da Federação (GWh/dia) - EPE 2014



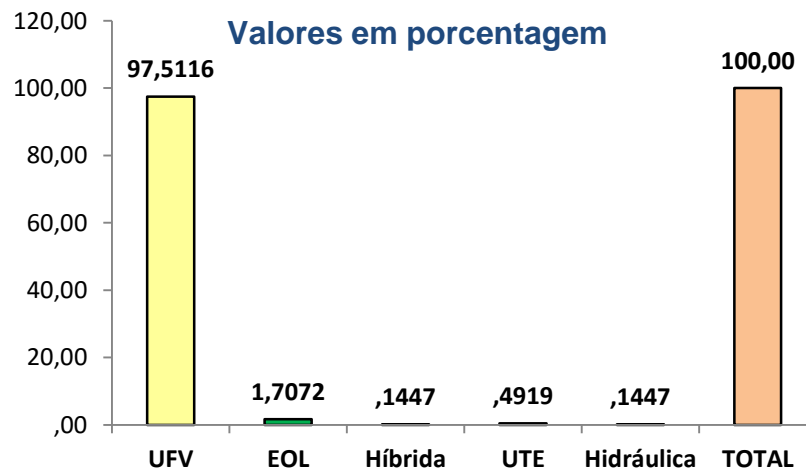
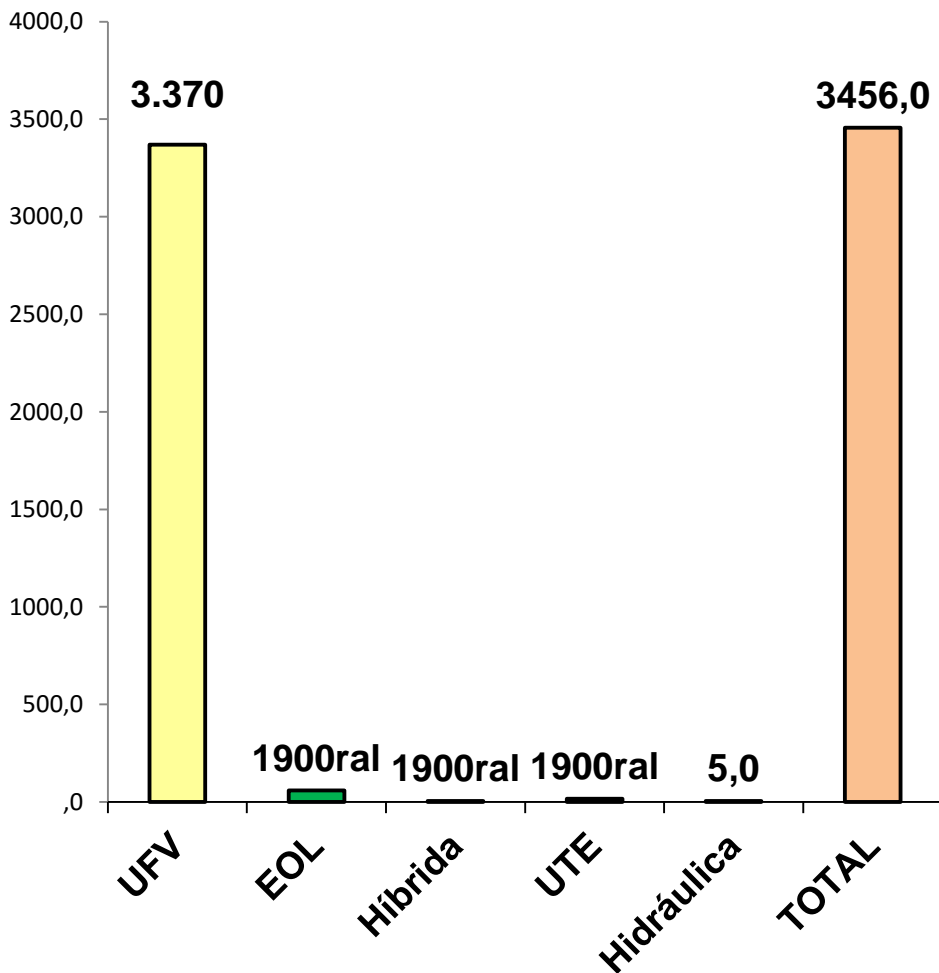
REN 687/15 (01/03/2016)

Principais tópicos:

- fontes de energia participantes do sistema de compensação: **fontes renováveis e cogeração qualificada**.
- limites de potência:
 - Microgeração: 75 kW
 - Minigeração: 3MW – hidráulica e 5 MW- outras fontes
- UCs localizadas em **áreas contíguas** (condomínios residenciais e comerciais) podem participar do sistema de compensação.
- Melhora das informações constantes das faturas de energia para os consumidores com GD e simplificação de procedimentos de conexão.
- Prazo para compensação: **60 meses**
- **Autoconsumo remoto** - compensação entre áreas não contíguas de um mesmo proprietário dentro de um mesma concessionária
- **Geração compartilhada**: consórcios de energia
- **2024**: R\$ 1,2 milhões de residências com **4,5 GW**



Quantidade de registro de mini e micro geração distribuída na rede (maio/2016)





Principais desafios

- Financiamento
 - Prazo de amortização
 - Taxas de juros
- Tributação
 - IPI, PIS/PASEP, COFINS, ICMS
 - LRF
 - Convênio CONFAZ 16 (15 estados)
 - PADIS
- Desenvolvimento tecnológico nacional
- Capacitação de mão de obra
- Distribuidoras
- Smart grids



ProGD

Programa de Desenvolvimento da Geração
Distribuída de Energia Elétrica

**Ações de estímulo à geração distribuída,
com base em fontes renováveis**



ProGD

MME, Aneel, EPE, Cepel e CCEE

Opções de Financiamento

Incentivos a indústria nacional

Capacitação de mão de obra



Ações em andamento

Estudo de Viabilidade para uso de PV em DG em escolas, universidades federais e hospitais

Isenção de ICMS para GD

Redução de Imposto de Importação (de 14% para 2% até dezembro 2016)

Cobertura Solar no MME (69 kWp)

P&D: Usinas flutuantes em Balbina and Machadinho (10 MW)



Setor Elétrico Brasileiro

Presente e Futuro

Eng. Civil Cristiano Augusto Trein, Ph.D.
ctrein@cristianotrein.com
cristiano.trein@repeas.com.br

Julho 2016