

Potencial Energético das Bacias do Sul

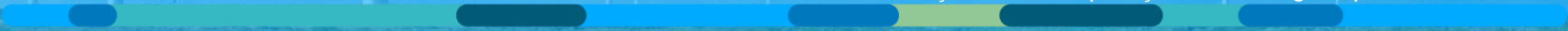
Explorado e a explorar

15 de setembro de 2017

Diretoria de Geração – DG

Departamento de Operação da Produção – DOP

Coordenação de Pré-Operação e Hidrologia Operacional - CPRE



Sumário

Perfil da ENGIE

Presença Global
Crescimento Contínuo
Portfólio de ativos
Expansão

Matriz Energética Brasileira

Potencial Instalado
Arranjo do SIN

Novos Projetos Hidrelétricos

Planejamento
Inventário
Benefícios da Fonte Hidrelétrica

Potencial Hidrelétrico

Potencial Hidrelétrico Brasil
Potencial Hidrelétrico Sul

01

Perfil da ENGIE

ENGIE



ENGIE Brasil Energia – Números Chave

- Presente no País **desde 1996**
- Faturamento de **BRL 7 bilhões** em 2016
- **Maior gerador privado** de energia do Brasil
- **9.302 MW** em operação em 32 usinas*
- **703 MW** em construção
- **90%** de sua capacidade instalada em fontes **limpas e renováveis**.
- Mais de **1.000 clientes**
- **3.000 colaboradores**

DECARBONIZAÇÃO

Está previsto um crescimento da capacidade adicional de energia renovável no mundo de 70% em 2030 em comparação com 2015

DESCENTRALIZAÇÃO

As soluções descentralizadas irão mais que dobrar até 2030

DIGITALIZAÇÃO

A digitalização alterou os sistemas energéticos e aperfeiçou as ofertas aos clientes

ENGIE Brasil Energia - Crescimento Contínuo

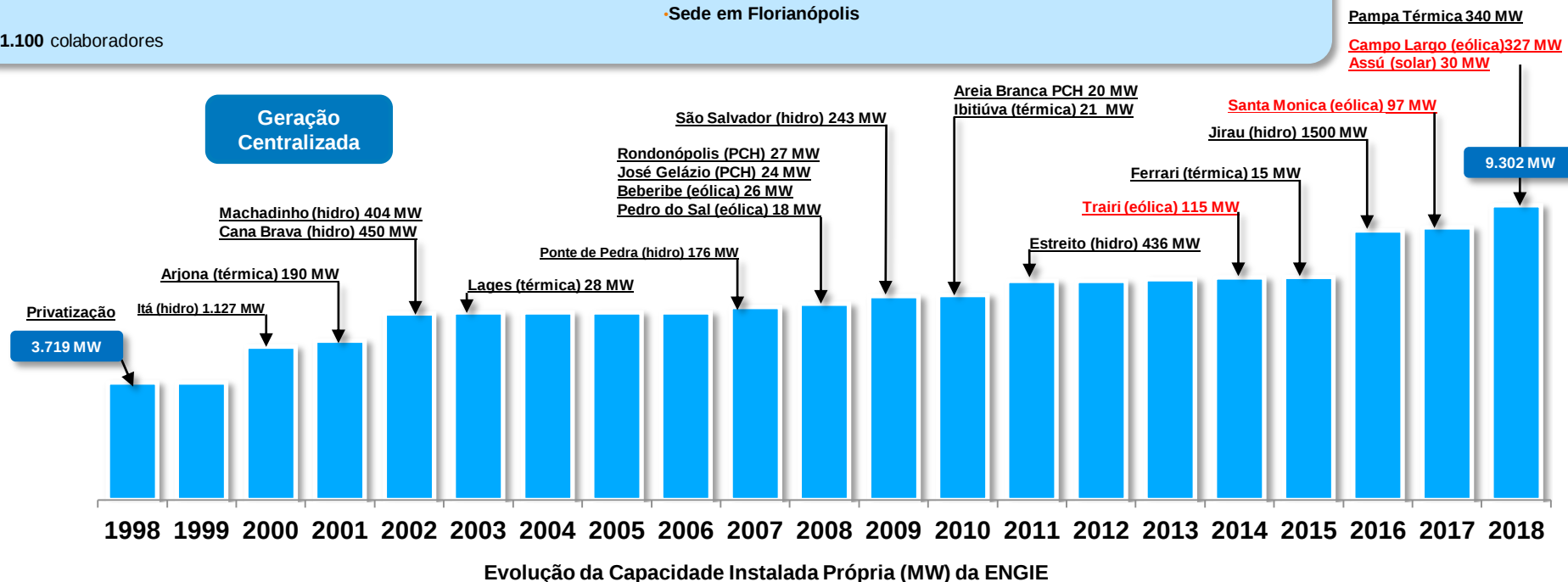
- **Maior Grupo produtor independente de energia do País**

- Valor de Mercado de **R\$ 23,1 bilhões** (31/03/2017)

- **1.100** colaboradores

- **Padrões operacionais elevados** com 100% de suas hidrelétricas certificadas pelas ISO 9001, 14001 e 18001

- **Sede em Florianópolis**



ENGIE Brasil Energia - Portfólio Balanceado de Ativos

Capacidade instalada atual de 7.069,5 MW em 31 usinas operadas pela Companhia: 79% hidrelétricas, 15% termelétricas e 6% complementares.

Essa capacidade representa uma expansão de 90% desde 1998.

Usinas Hidrelétricas		Capacidade Instalada (MW)	Capacidade Comercial (MWm) ¹
1	Salto Santiago	1.420,0	747,2
2	Itá	1.126,9 ²	544,2 ²
3	Salto Osório	1.078,0	522,0
4	Cana Brava	450,0	273,5
5	Estreito	435,6 ²	256,9 ²
6	Machadinho	403,9 ²	147,2 ²
7	São Salvador	243,2	151,1
8	Passo Fundo	226,0	119,0
9	Ponte de Pedra	176,1	133,5
Total		5.559,7	2.894,6
Usinas Termelétricas		Capacidade Instalada (MW)	Capacidade Comercial (MWm) ¹
10	Complexo Jorge Lacerda ³	857,0	649,9
11	William Arjona	190,0	136,1
Total		1.047,0	786,0

Usinas Complementares		Capacidade Instalada (MW)	Capacidade Comercial (MWm) ¹
12	Complexo Trairi (Eólica) ⁴	115,4	63,9
13	Complexo Santa Mônica (Eólica) ⁴	97,2	47,4
14	Ferrari (Biomassa)	80,5	35,6
15	Lages (Biomassa)	28,0	11,1
16	Rondonópolis (PCH)	26,6	10,1
17	Beberibe (Eólica) ⁵	25,6	7,8
18	José G. da Rocha (PCH)	23,7	9,2
19	Ibitiúva (Biomassa)	22,9 ²	13,9 ²
20	Areia Branca (PCH) ⁵	19,8	10,4
21	Pedra do Sal (Eólica) ⁵	18,0	5,7
22	Cidade Azul (Solar)	3,0	n/a
23	Tubarão P&D (Eólica)	2,1	n/a
Total		462,8	215,1

Expansão		Capacidade Instalada (MW)	Capacidade Comercial (MWm) ¹
24	Pampa Sul (Térmica)	340,0	323,5
25	Complexo Campo Largo (Eólica)	326,7	157,8
26	Assú V (Solar)	36,7	9,2
Total		703,4	490,5



Notas:

¹ Valores segundo legislação específica.

² Parte da ENGIE Brasil Energia.

³ Complexo composto de três usinas.

⁴ Complexo composto por quatro centrais eólicas.

⁵ Usinas em processo de venda.

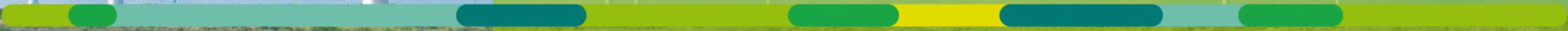
⁶ A transferência para a Cia. da participação de 40,0% da ENGIE Brasil Part. na UHE Jirau deverá ser avaliada no curto prazo.



02

Matriz Energética Brasileira

ENGie



Principais Bacias Hidrográficas

Principais Bacias Hidrográficas da Região Sul do Brasil:

Bacia do Rio Iguaçu

- Sub bacia do Rio Paraná

Bacia do Rio Uruguai

Bacia do Atlântico Sul



Arranjos de Usinas Hidrelétricas SIN

Sistema Hidrelétrico de grande porte, com participação acima de 65% da oferta energética do Brasil.

Múltiplos Agentes de Geração na mesma Bacia.

Rede composta por de aproximadamente 219 usinas hidrelétricas implantadas.

FONTE: ONS 2017

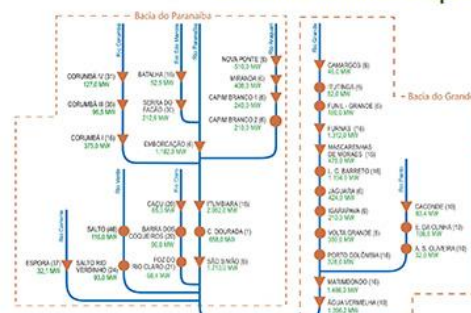
<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-sin/mapas>

ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico

Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do SIN

Usinas Hidroelétricas Despachadas pelo ONS na Otimização da Operação Eletroenergética do Sistema Interligado Nacional

Horizonte: 2017 - 2021



Potência Instalada		
31 Dez	Hidroelétrica (T) (MW)	Percentual do SIN (%)
2016	90.383	66,3
2017	93.323	65,8
2018	96.767	64,6
2019	99.962	64,0
2020	101.795	63,5
2021	102.007	63,5

(*) Valores sujeitos a alteração em função da evolução do cronograma de expansão do sistema.

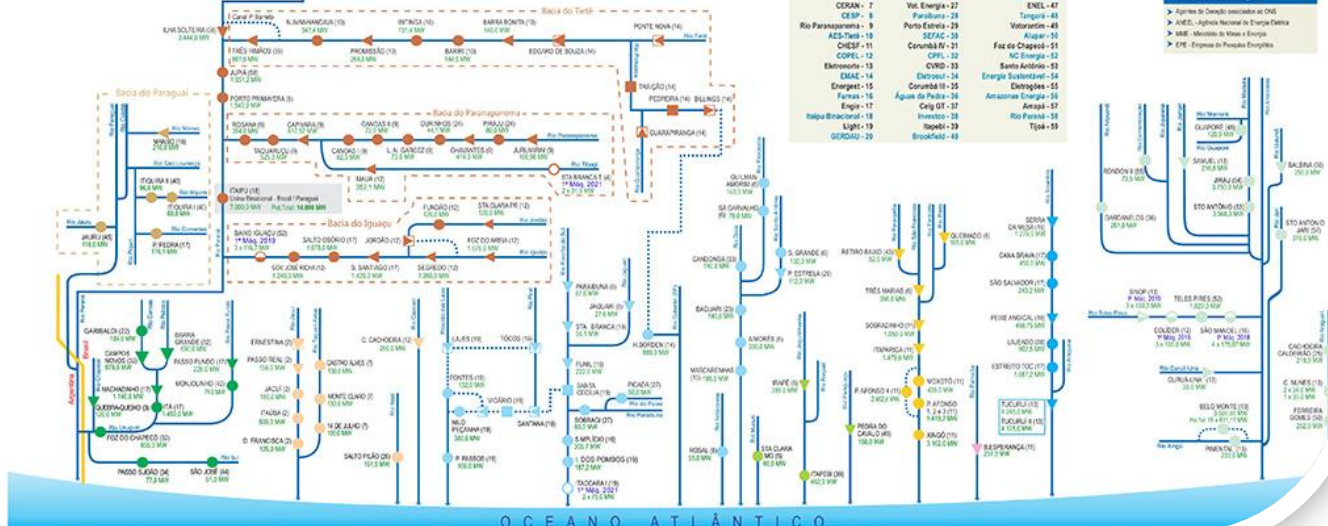


Legenda	
Usina com Reservatório	Usina com Reservatório
Usina com Reservatório	Usina com Reservatório
Usina a Fio d'Água	Usina a Fio d'Água
Usina a Fio d'Água	Usina a Fio d'Água
Usina em Construção	Usina em Construção
Reservatório	Reservatório
Usina de Bombas	Usina de Bombas



Legenda	
Aproximadamente	Aproximadamente
89 reservatório	89 reservatório
85 a fio d'água	85 a fio d'água
1 em construção	1 em construção
1 reservatório	1 reservatório
4 a fio d'água	4 a fio d'água
163 aproveitamentos	163 aproveitamentos

Agentes	
COISA - 1	Faz de Rio Claro - 21
CEEE - 2	Rio Canas - 22
CEC - 3	Rio Canas - 23
Sto Branca - 4	Sto Branca - 24
CEEC - 5	Cachoeira Energia - 25
CEEC - 6	CEC - 26
CEC - 7	Vol. Energia - 27
CEC - 8	Paraná - 28
Rio Paranaíba - 9	Paraná - 29
ACE-10 - 10	SEAT - 30
CEEP - 11	Corumbá - 31
CEEP - 12	CEEP - 32
Enxerense - 13	CEEP - 33
ENAE - 14	CEEP - 34
Enxerense - 15	Corumbá - 35
Enxerense - 16	Agua de Frio - 36
Enxerense - 17	CEEP - 37
Enxerense - 18	Enxerense - 38
Enxerense - 19	Enxerense - 39
Enxerense - 20	Enxerense - 40



Arranjos de Usinas Térmicas do SIN

Sistema Térmico de Grande Porte, com participação acima de 27,8% da oferta energética do Brasil.

Número de 2.931 usinas térmicas implantadas.

FONTE: ONS 2017

<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-sin/mapas>



Potência Instalada (MW)

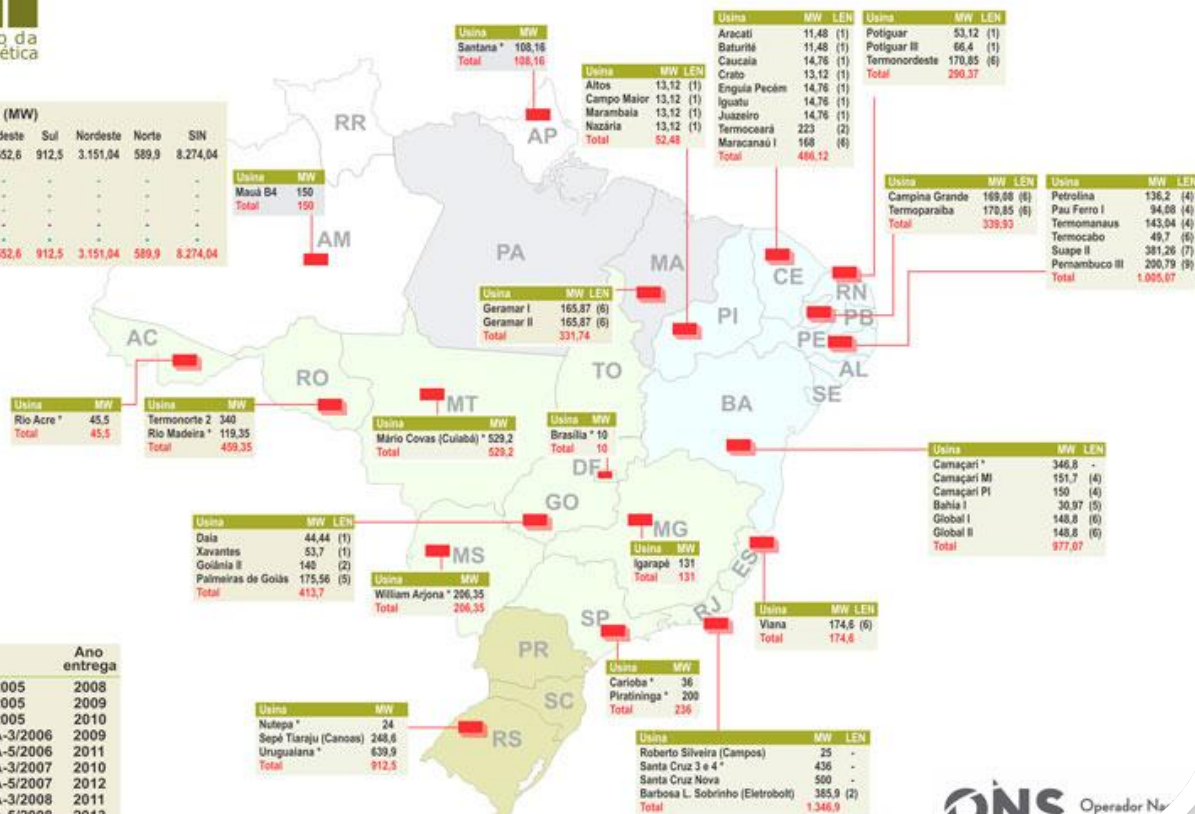
	Sudeste	Sul	Nordeste	Norte	SIN
Em operação (até 31/dec/2016)	3.552,6	912,5	3.151,04	589,9	8.274,04
Em expansão (até 31/dec/2021)	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-
Total	3.552,6	912,5	3.151,04	589,9	8.274,04

Usina	MW
Mauá B4	150
Total	150

LEN	Ano entrega
(1) 1º: 2005	2008
(2) 1º: 2005	2009
(3) 1º: 2005	2010
(4) 2º: A-3/2006	2009
(5) 3º: A-5/2006	2011
(6) 4º: A-3/2007	2010
(7) 5º: A-5/2007	2012
(6) 6º: A-3/2008	2011
(9) 7º: A-5/2008	2013

Localização Geográfica das UTEs a Combustível Líquido no SIN

Agosto de 2017



* Usinas não consideradas no planejamento da operação energética.

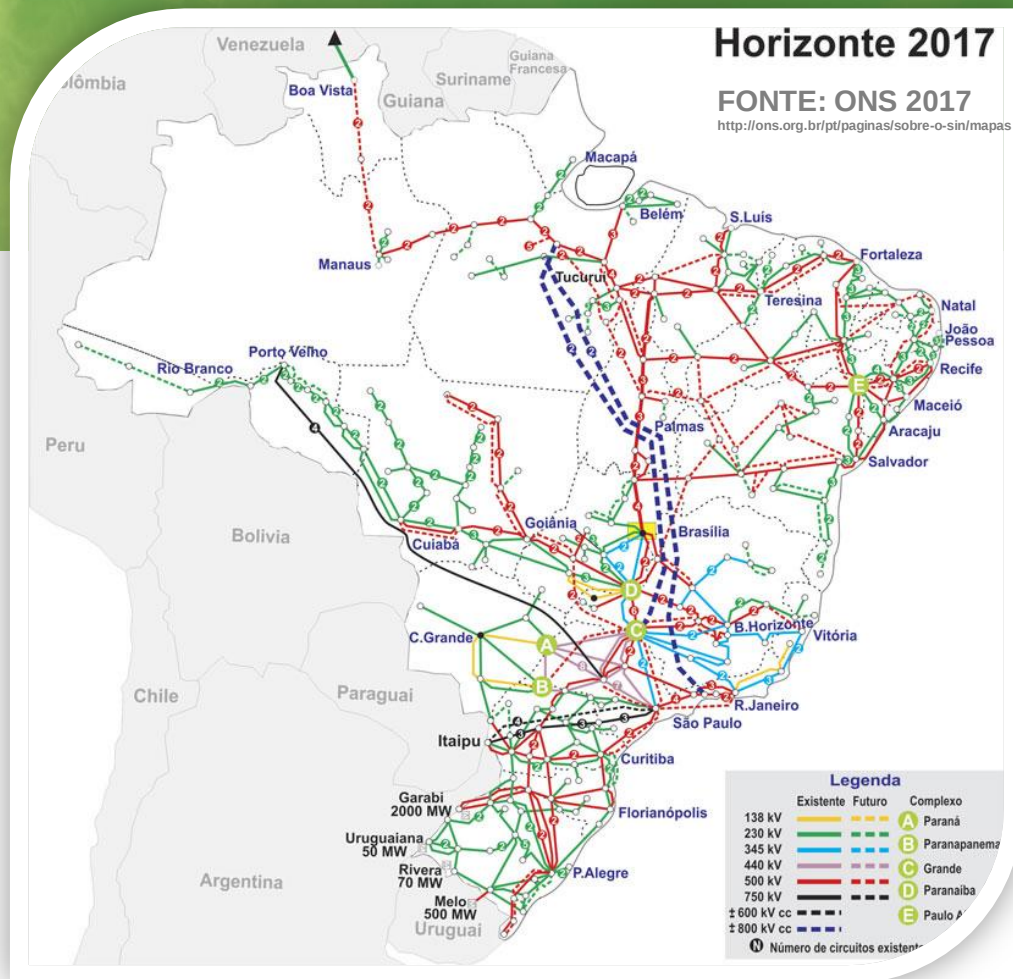
ONS Operador Nacional do Sistema

Arranjo do Sistema de Transmissão do SIN

Sistema Interligado Nacional de grande porte.

Aproveitamento da diversidade hidrológica em função da operação coordenada dos reservatórios.

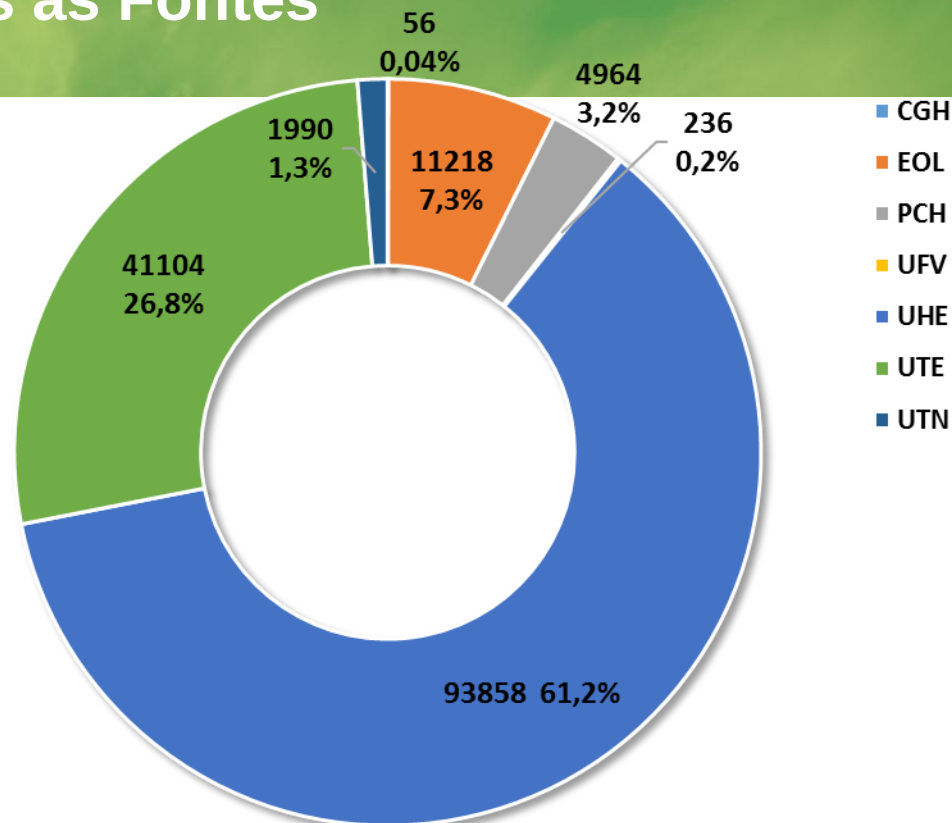
Transmissão de grandes blocos de energia, promovendo a continuidade de suprimento.



Matriz Energética Brasileira

Capacidade Instalada – Todas as Fontes

Empreendimentos em Operação no Brasil			
Tipo de Fonte	Quantidade	Potência (MW)	Percentual (%)
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	617	56.10	0,04%
EOL – Eólicas	460	11.217,54	7,3%
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	433	4.963,97	3,2%
UFV – Usina Fotovoltaica	55	236,25	0,2%
UHE – Usina Hidrelétrica	219	93.858,33	61,2%
UTE – Usina Termelétrica	2.929	41.103,84	26,8%
UTN – Usina termonuclear	2	1.990,00	1,3%
Total	4.715	153.426,04	100%



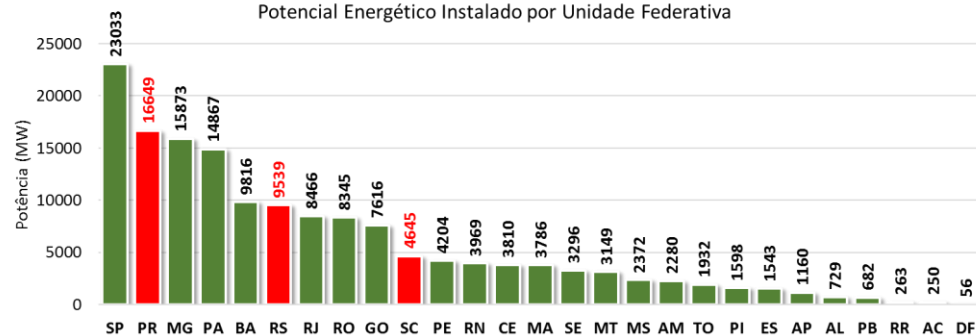
Matriz Energética Brasileira por Unidade Federativa

FONTE: ANEEL 2017

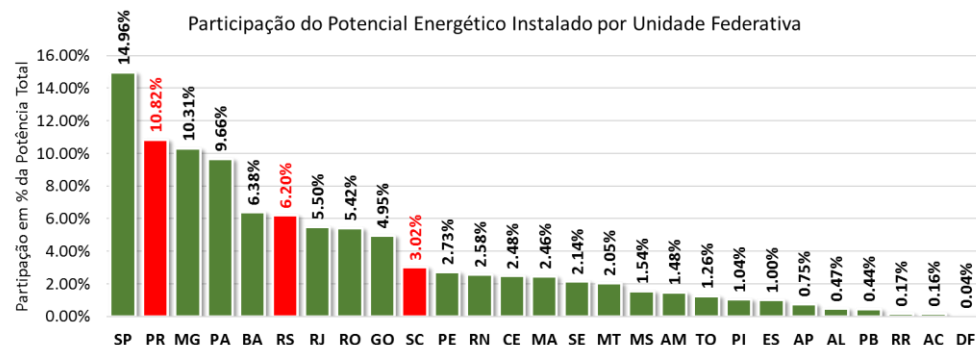
Potencial Energético Instalado por Unidade Federativa

UF	Capacidade Instalada (MW)	%	UF	Capacidade Instalada (MW)	%
SP	23.033	15,0%	SE	3.296	21%
PR	16.649	10,8%	MT	3.149	2,0%
MG	15.873	10,3%	MS	2.372	1,5%
PA	14.867	9,7%	AM	2.280	1,5%
BA	9.816	6,4%	TO	1.932	1,3%
RS	9.539	6,2%	PI	1.598	1,0%
RJ	8.466	5,5%	ES	1.543	1,0%
RO	8.345	5,4%	AP	1.160	0,8%
GO	7.616	4,9%	AL	729	0,5%
SC	4.645	3,0%	PB	682	0,4%
PE	4.204	2,7%	RR	263	0,2%
RN	3.969	2,6%	AC	250	0,2%
CE	3.810	2,5%	DF	56	0,0%
MA	3.786	2,5%	Total	153.931	100,00%

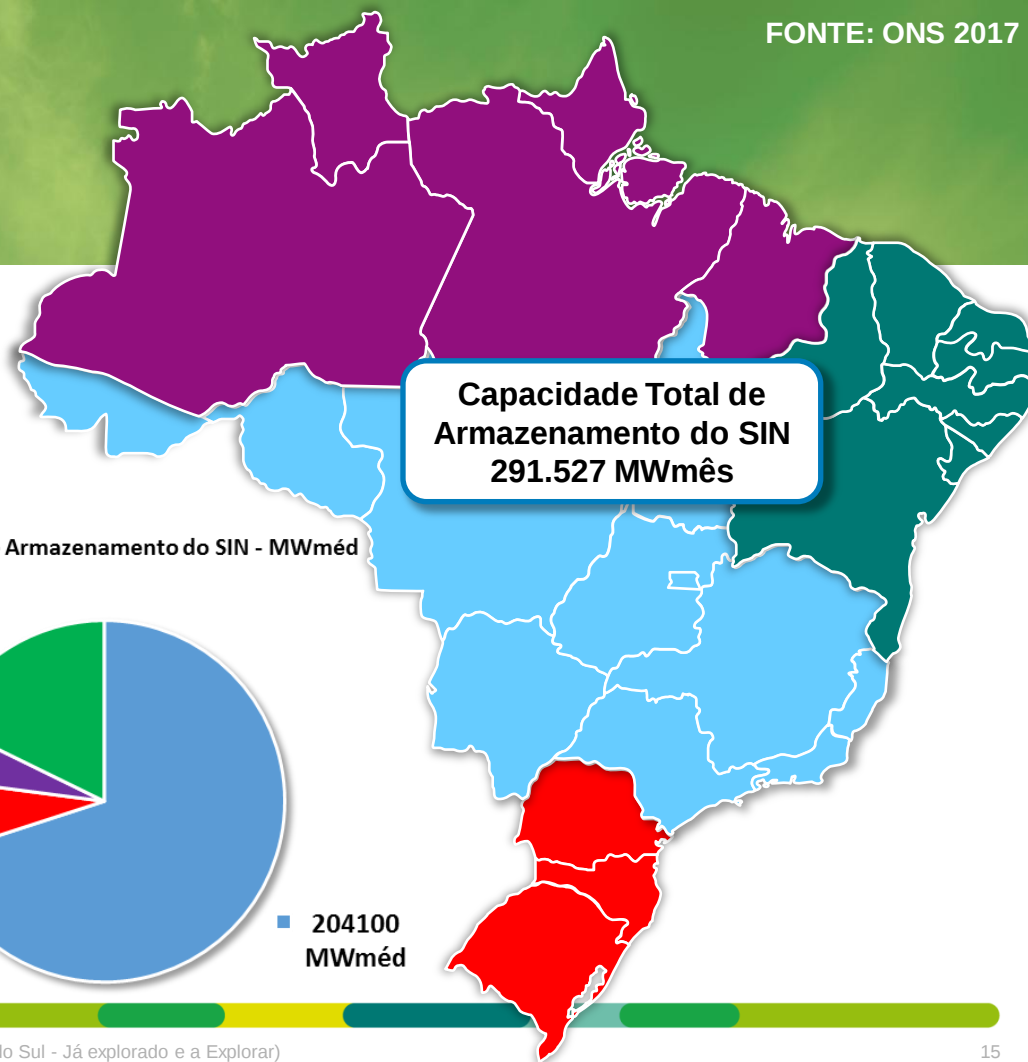
Potencial Energético Instalado por Unidade Federativa



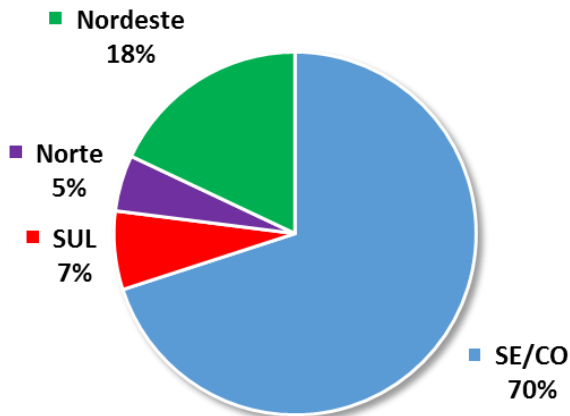
Participação do Potencial Energético Instalado por Unidade Federativa



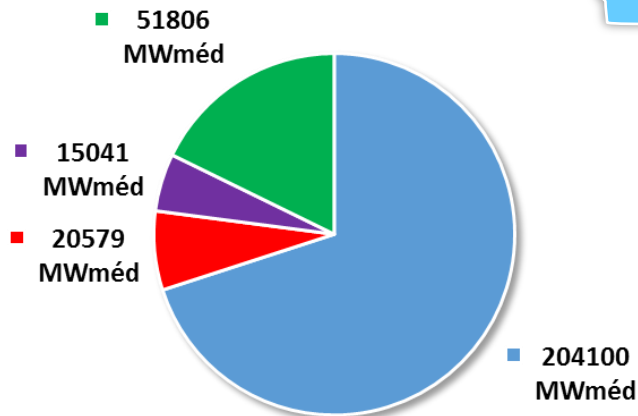
Capacidade de Energia Armazenada do SIN



Capacidade de Armazenamento do SIN - % Arm. Máx.



Capacidade de Armazenamento do SIN - MWméd



Climatologia de Precipitação – Região Sul

Período Úmido

Período Seco

FONTE:
ANA/EMBRAPA

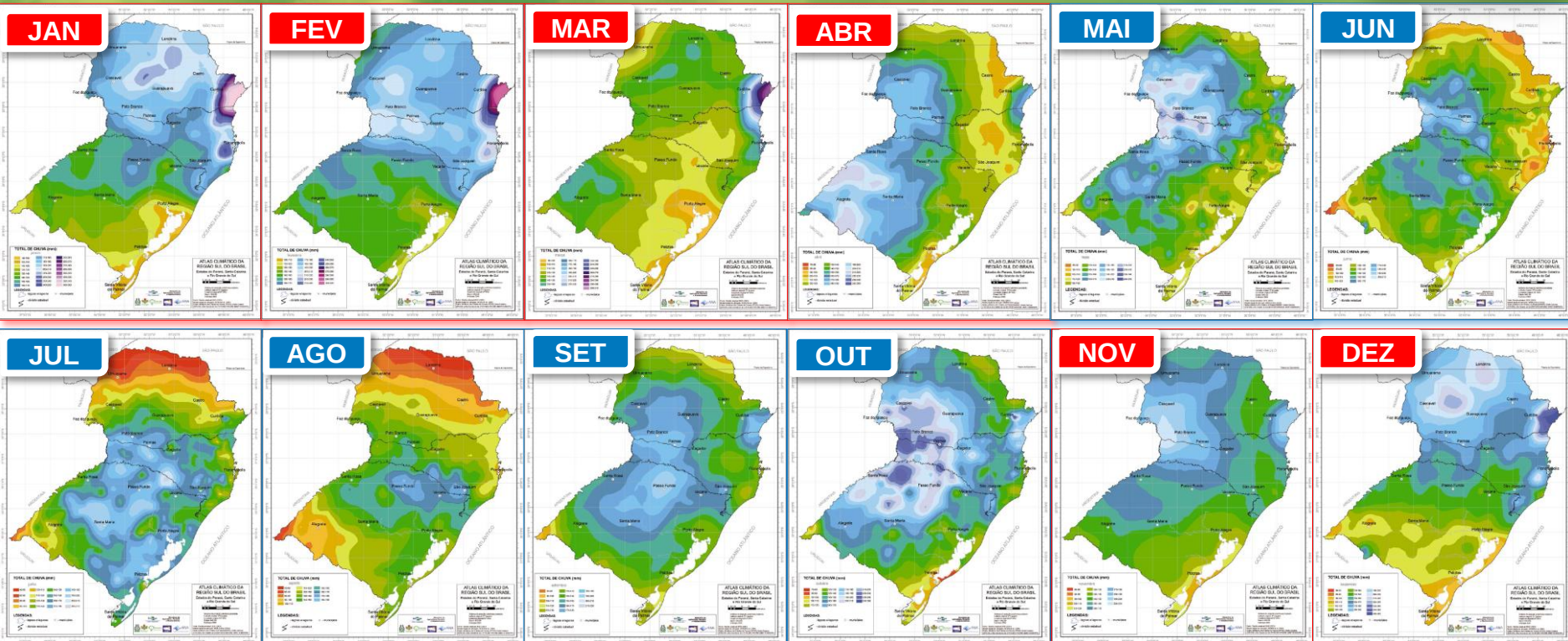
TOTAL DE CHUVA (mm)

dezembro



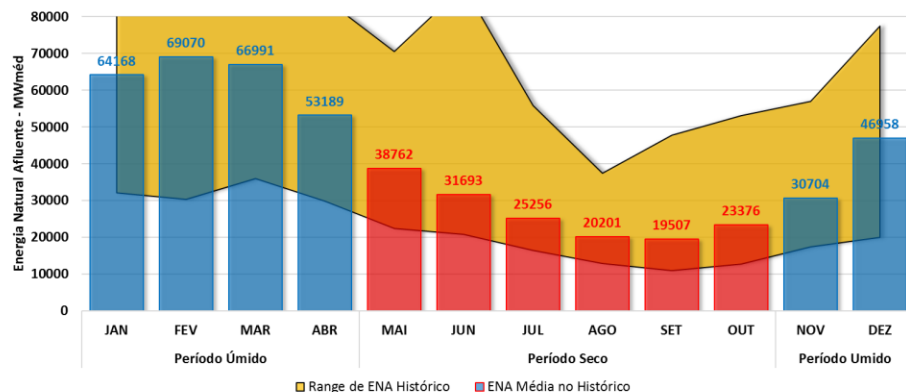
LEGENDAS:

lagos e lagoas
divisão estadual

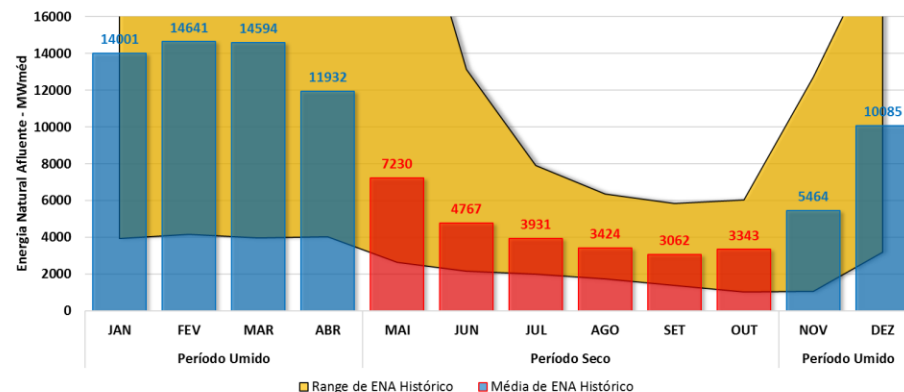


Complementariedade Hidrológica em Subsistemas

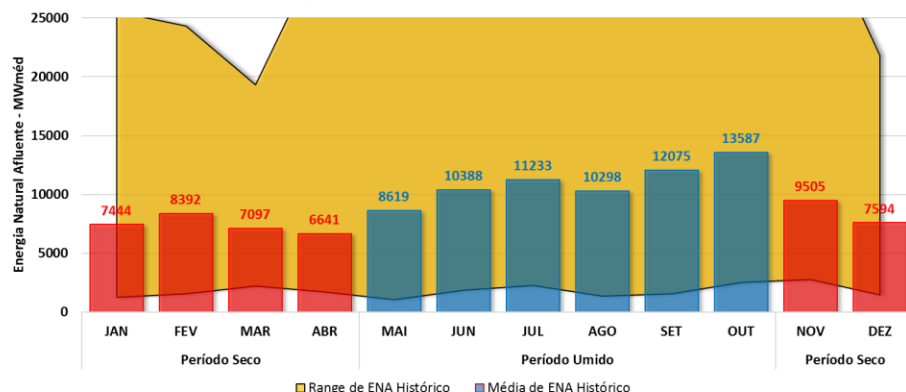
Energia Natural Afluente (MWméd) - Subsistema SE/CO



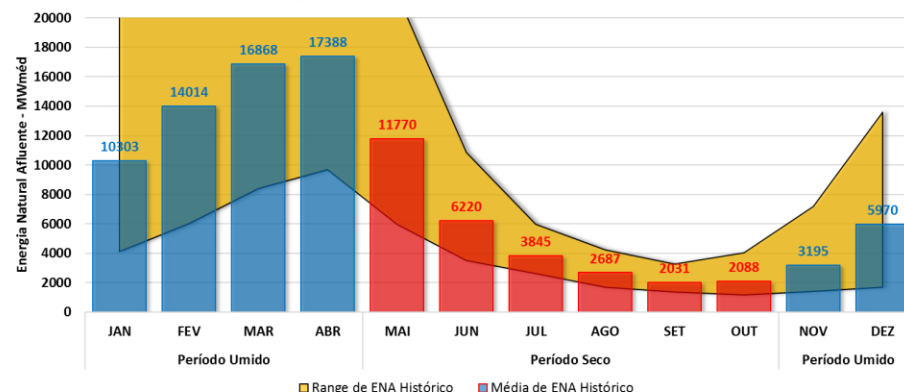
Energia Natural Afluente (MWméd) - Subsistema Nordeste



Energia Natural Afluente (MWméd) - Subsistema SUL



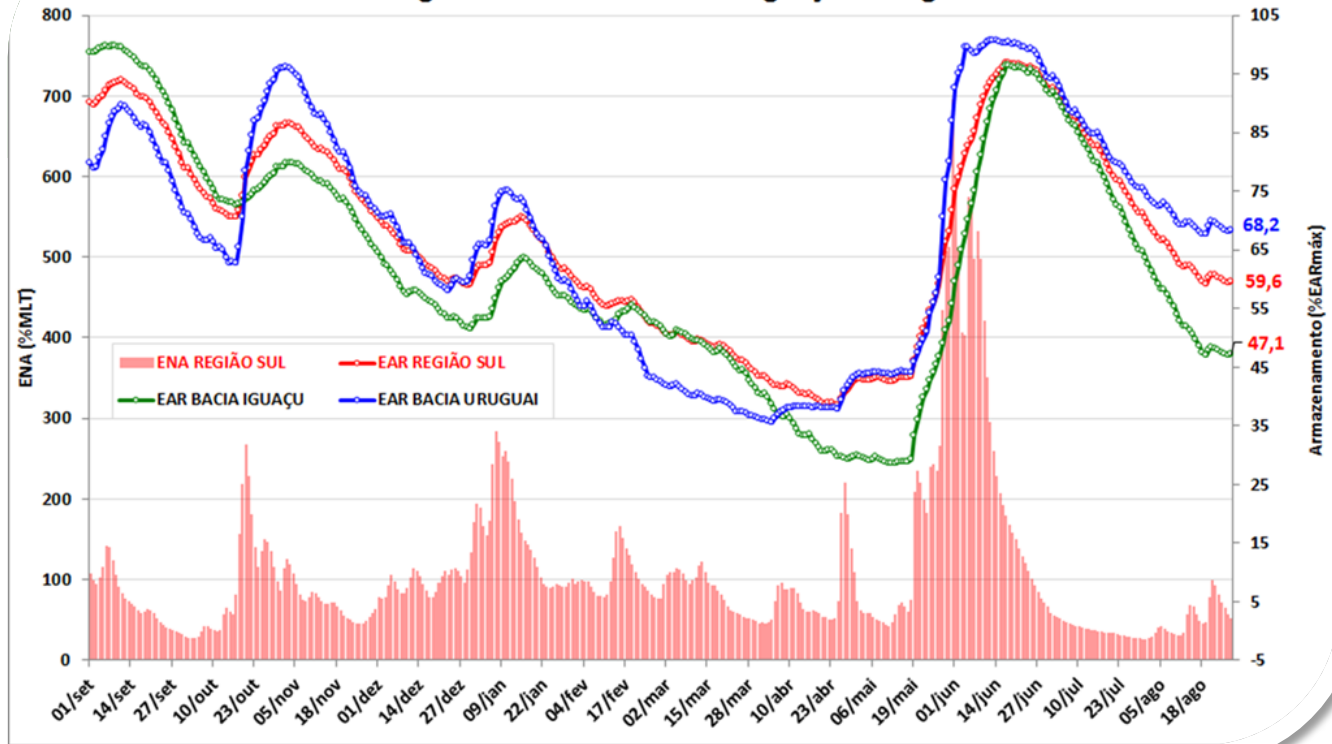
Energia Natural Afluente (MWméd) - Subsistema Norte



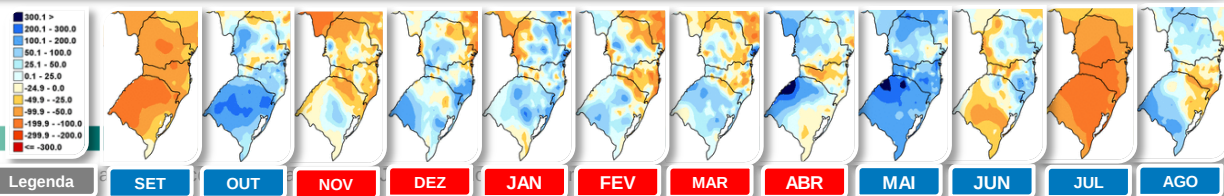
Conjuntura Hidroenergética Subsistema Sul

- Grande variabilidade de armazenamento função da variabilidade intranual da precipitação.
- Variável em função da sistemas meteorológicos: frentes frias/bloqueios/etc..
- Variabilidade Interanual função de El Niño/La Niña.
- Impacto decorrente da baixa capacidade de regularização dos reservatórios.
- Altamente dependente do intercâmbio com o subsistema SE/CO..

Armazenamento e ENA Região Sul e Bacias dos Rios Iguaçu e Uruguai



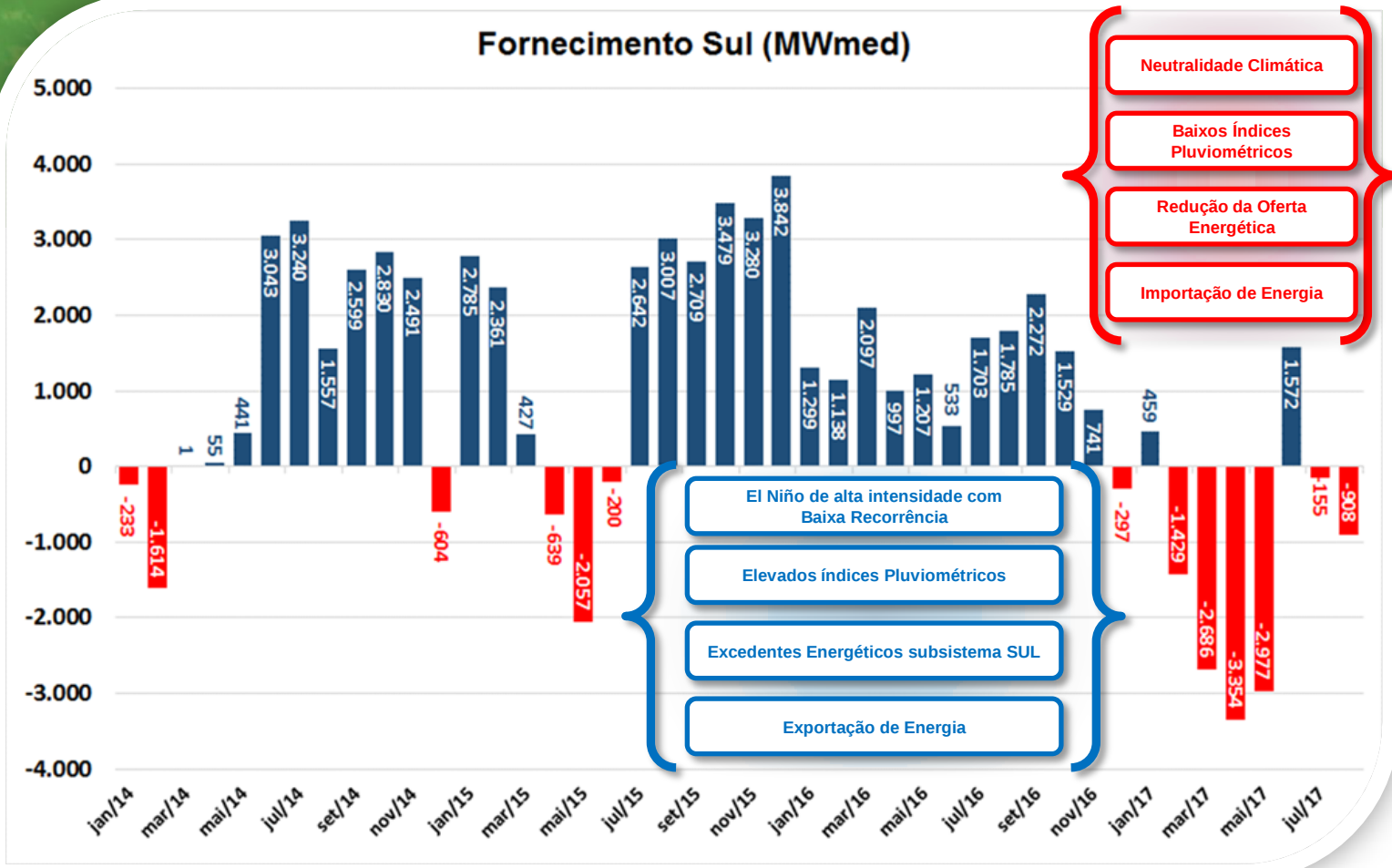
Anomalia de
Precipitação
Mensal (mm)



Balço Energético Sul

- Altamente dependente do despacho térmico inflexível em momentos de elevação da carga.
- Subsistema se mostra dependente do regime de intercâmbio. Eventualmente, importação de energia da Argentina e Uruguai.

FONTE: ONS 2017





03

Planejamento para novos projetos hidrelétricos

ENGIE

Planejamento e a Dimensão Socioambiental

Ciclo de um Projeto Hidrelétrico

Estudos de Inventário

Avaliação Ambiental Integrada

Estudos de Viabilidade

Estudos de Impacto Ambiental

Planejamento Eletroenergético

Matriz Energética

Plano de Longo Prazo

Plano Decenal



Licença Prévia

Leilão de Energia Nova

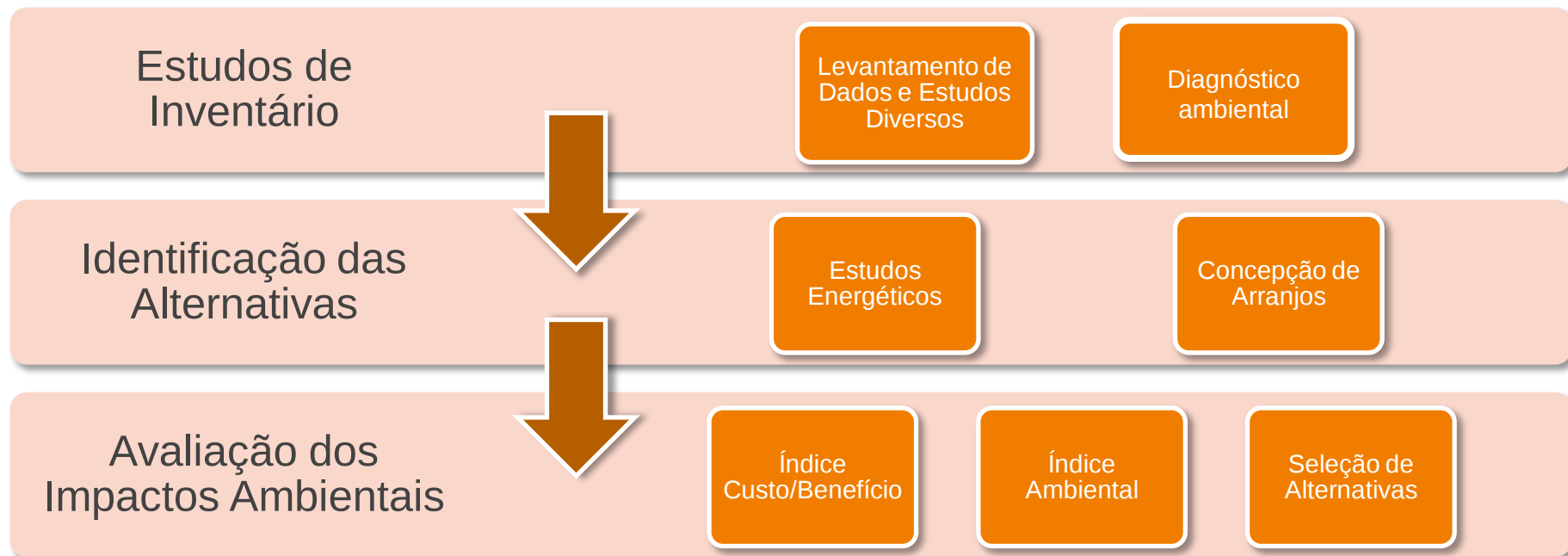
Importância Estratégica na Etapa de Inventário Hidrelétrico



Objetivo:
Seleção da melhor alternativa de divisão de quedas de uma bacia

$$f = \left(\begin{array}{|l} \text{+} \\ \text{Maximizar} \\ \text{Eficiência} \\ \text{econômica e} \\ \text{energética} \\ \text{(US\$/MWh)} \end{array} \mid \begin{array}{|l} \text{+} \\ \text{Minimizar} \\ \text{Impactos} \\ \text{ambientais} \\ \text{oriundos da} \\ \text{implantação} \end{array} \right)$$

Fluxograma para Estudos de Inventário



Principais Benefícios do Aproveitamento Hidrelétrico

Usos Múltiplos

- Irrigação
- Turismo
- Piscicultura
- Navegação
- Regularização Vazões
- Controle de Cheias

Arrecadação

- Municipal e Estadual
- Tributos (ISS, ICMS)
- CFURH:
Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos

Economia

- Dinamização da economia local
- Geração de empregos diretos e indiretos
- Oportunidades de obtenção de renda

Infraestrutura

- Melhoria das estradas
- Atendimento de energia elétrica
- Captação de água



04

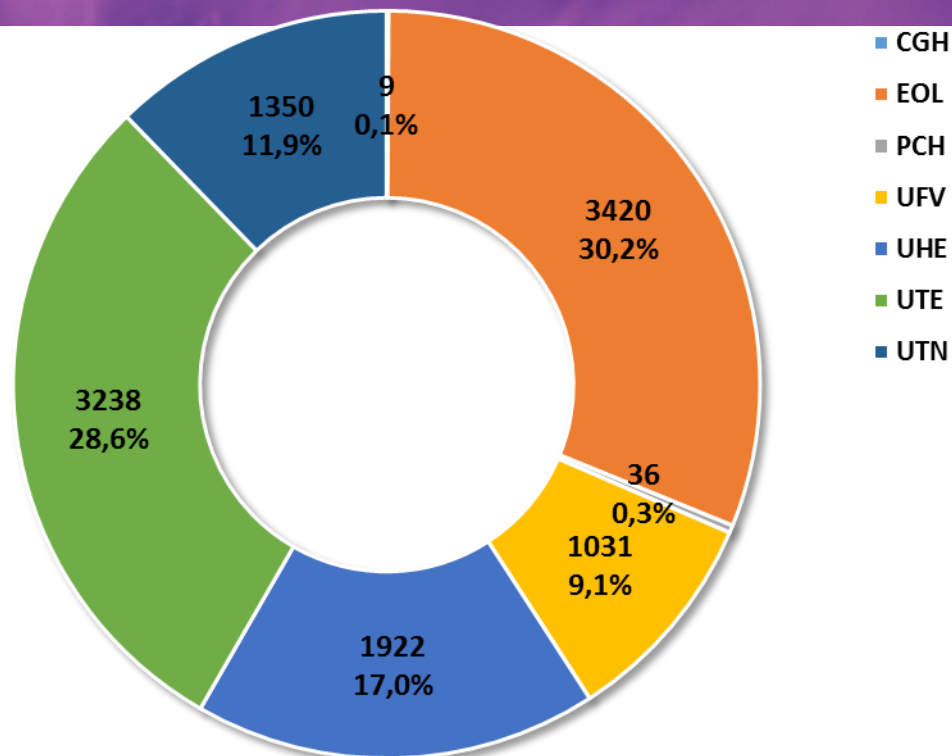
Potencial Hidrelétrico Região Sul do Brasil

ENGIE

Potencial Energético dos Empreendimentos em Construção

Empreendimentos em Construção no Brasil

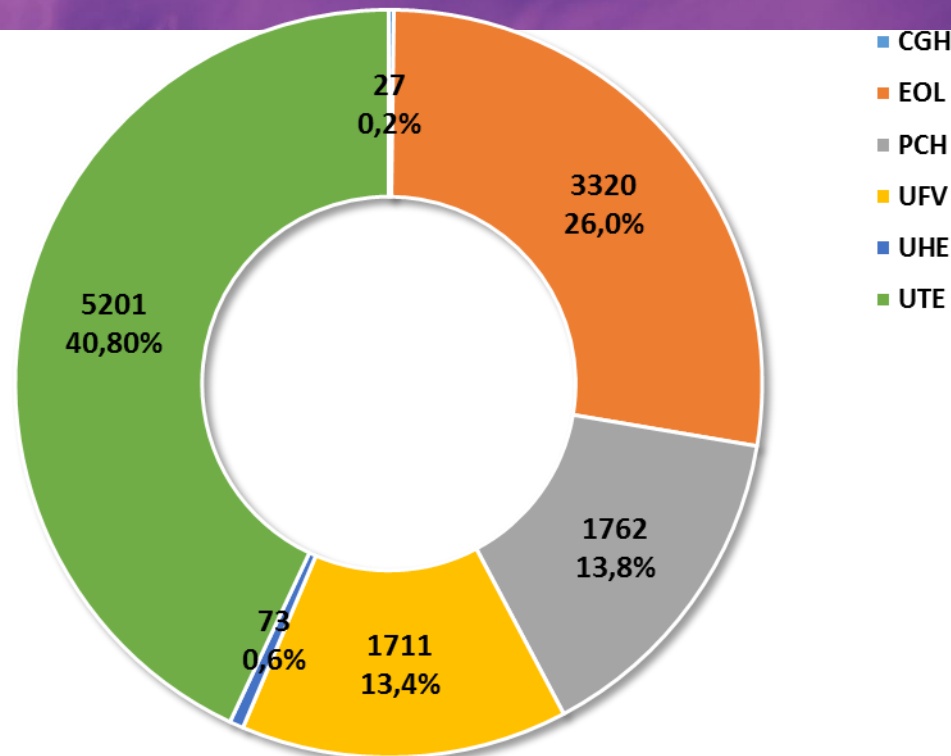
Tipo de Fonte	Quantidade	Potência (MW)	Percentual (%)
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	6	9	0,1%
EOL – Eólicas	149	3.420	30,2%
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	26	36	0,3%
UFV – Usina Fotovoltaica	36	1.031	9,1%
UHE – Usina Hidrelétrica	6	1.922	17,0%
UTE – Usina Termelétrica	32	3.238	28,6%
UTN – Usina termonuclear	1	1.350	11,9%
Total	256	11.331	100%



Potencial Energético dos Empreendimentos não iniciados

Empreendimentos Não Iniciados no Brasil

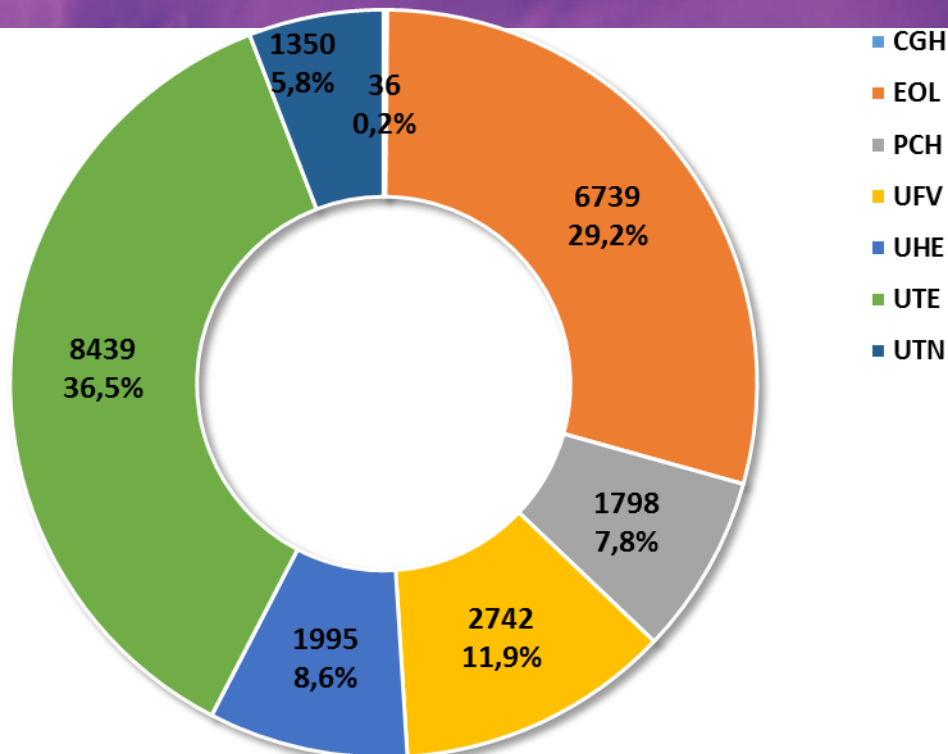
Tipo de Fonte	Quantidade	Potência (MW)	Percentual (%)
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	37	27	0,2%
EOL – Eólicas	148	3.320	26,0%
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	134	1.762	13,8%
UFV – Usina Fotovoltaica	67	1.711	13,4%
UHE – Usina Hidrelétrica	8	73	0,6%
UTE – Usina Termelétrica	177	5.201	40,8%
UTN – Usina termonuclear	0	0	0,0%
Total	572	12.752	100%



Potencial Energético dos Empreendimentos Previstos Totalizando Projetos em construção ou não iniciados

Empreendimentos Previstos

Tipo de Fonte	Quantidade	Potência (MW)	Percentual (%)
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	43	36	0,2%
EOL – Eólicas	297	6.739	29,2%
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	160	1.798	7,8%
UFV – Usina Fotovoltaica	103	2.742	11,9%
UHE – Usina Hidrelétrica	14	1.995	8,6%
UTE – Usina Termelétrica	209	8.439	36,5%
UTN – Usina termonuclear	1	1.350	5,8%
Total	572	23.100	100%

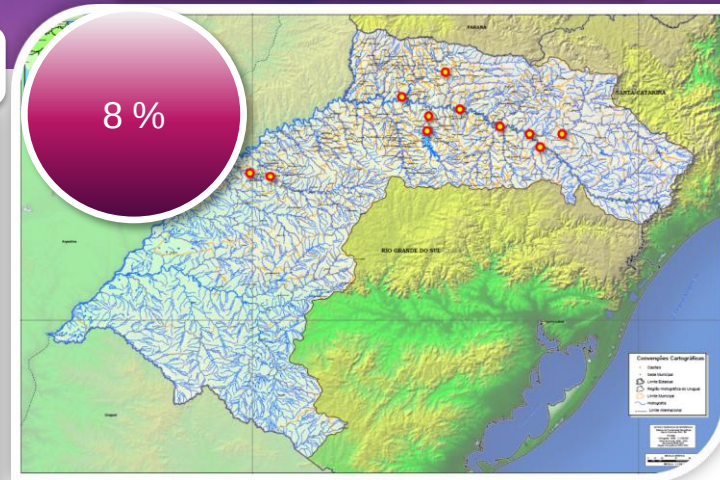


Potencial Hidráulico em Operação

Análise usinas Hidrelétricas

Bacia do Uruguai

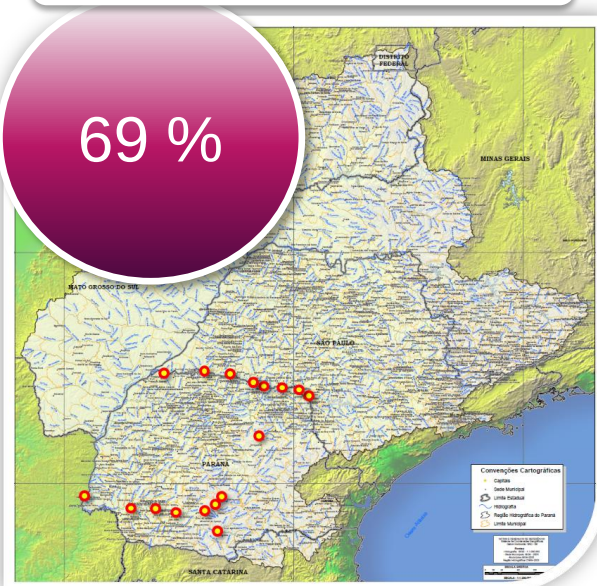
8 %



	CGH	PCH	UHE	P MW	%
PR	60	29	6	9.805	69%
SC	164	55	6	3.293	23%
RS	49	53	7	1.103	8%
Σ	273	137	19	14.203	100

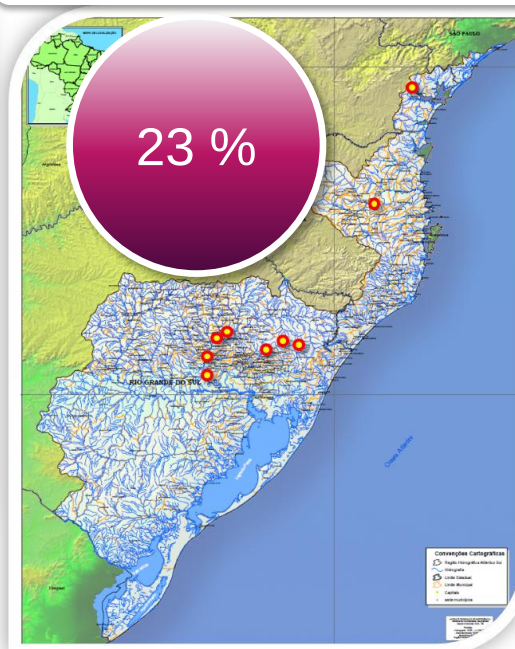
Bacia do Paraná

69 %



Bacia do Atlântico Sul

23 %



Bacia do Rio Uruguai UHEs em construção ou previstas

FONTE: ANA/ANEEL 2017



Total

Nº
unidades

Potência
(MW)

Perc. %
f(Pot)

CGH

8

6,1

1%

PCH

32

348

70%

UHE

1

142

29%

Total

41

496

100%

26,7%
das Bacias
do Sul

Convenções Cartográficas

- Capitais
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Região Hidrográfica do Uruguai
- Limite Municipal
- Hidrografia
- Limite Internacional

Bacia do Atlântico Sul

UHEs em construção ou previstas

FONTE: ANEEL 2017

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Total

Nº
unidades

Potência
(MW)

Perc. %
f(Pot)

CGH

4

3,4

1%

PCH

11

162

32%

UHE

2

333

67%

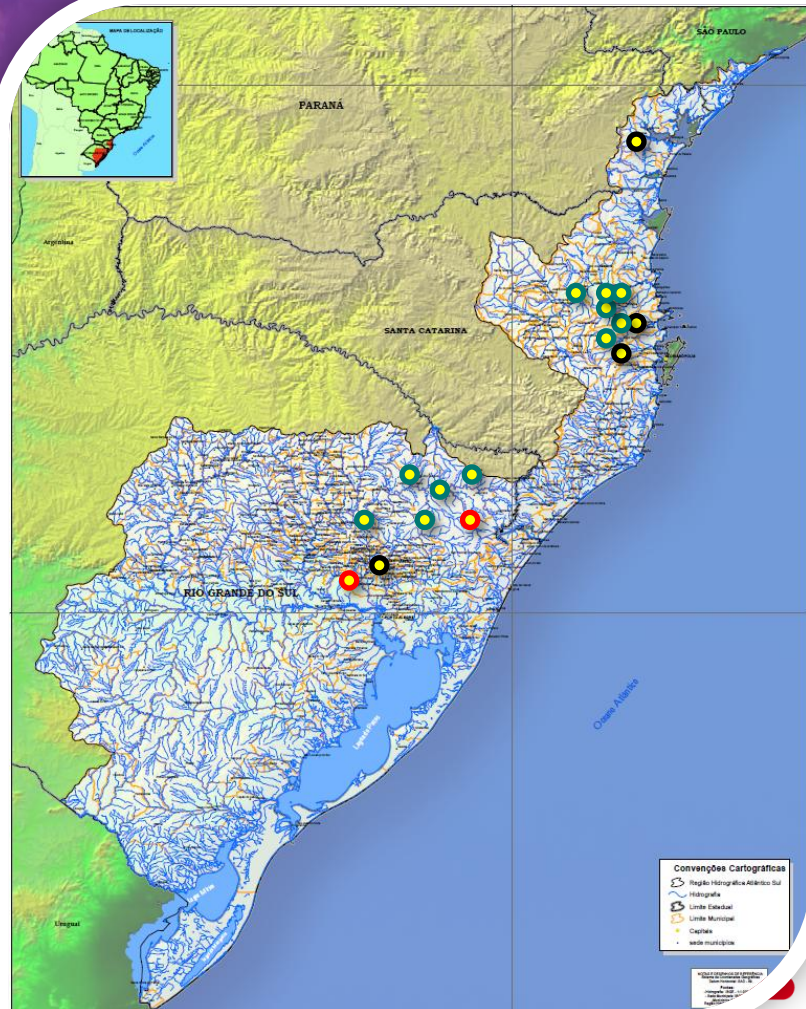
Total

33

498

100%

26,8%
das Bacias
do Sul



Bacia do Paraná - Bacia do Rio Iguaçu

UHEs em construção ou previstas

FONTE: ANEEL 2017
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Total

Nº
unidades

Potência
(MW)

Perc. %
f(Pot)

CGH

5

4,4

1%

PCH

23

310

36%

UHE

5

549

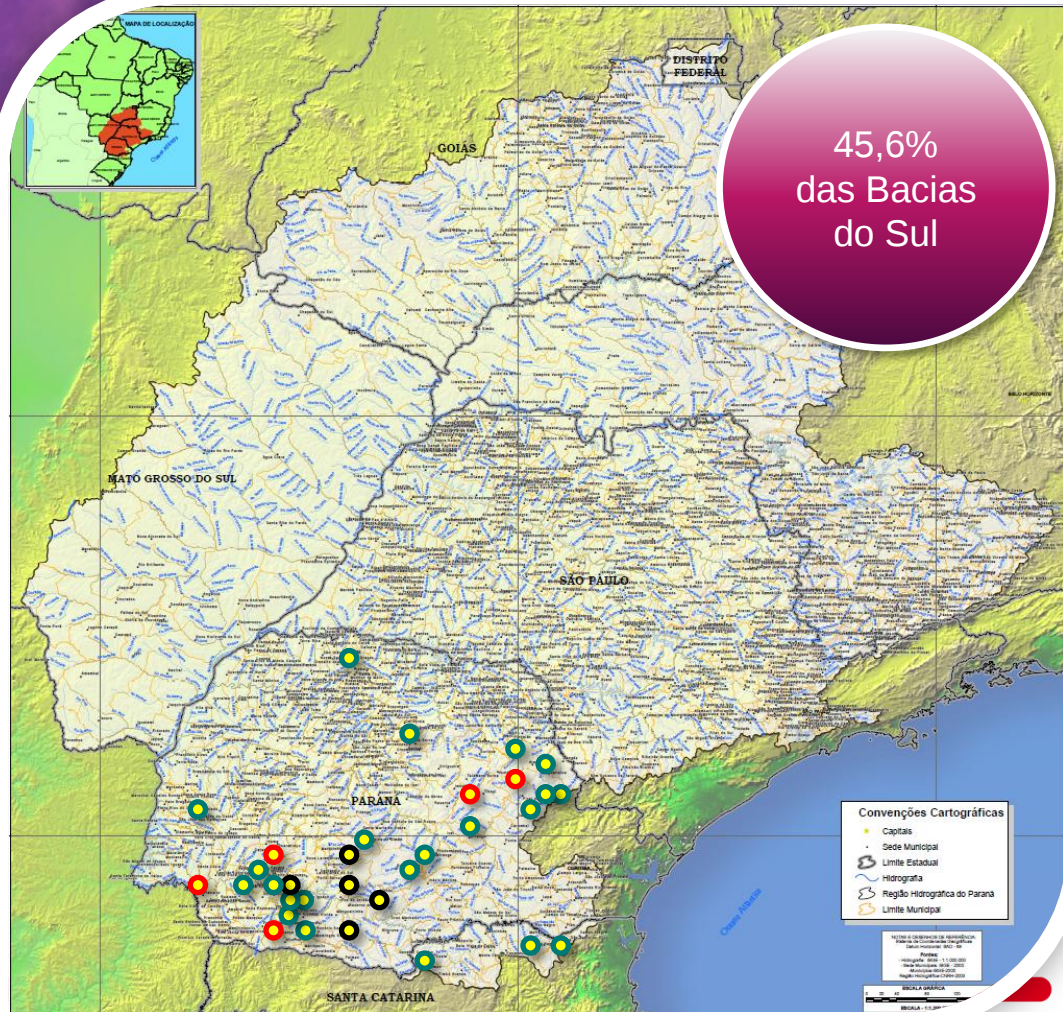
64%

Total

33

864

100%



Bacia do Paraná - Bacia do Rio Iguaçu

UHEs em construção ou previstas

FONTE: ANEEL 2017
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Total

Nº unidades

Potência (MW)

Perc. %
f(Pot)

CGH

5

4,4

1%

PCH

23

310

36%

UHE

5

549

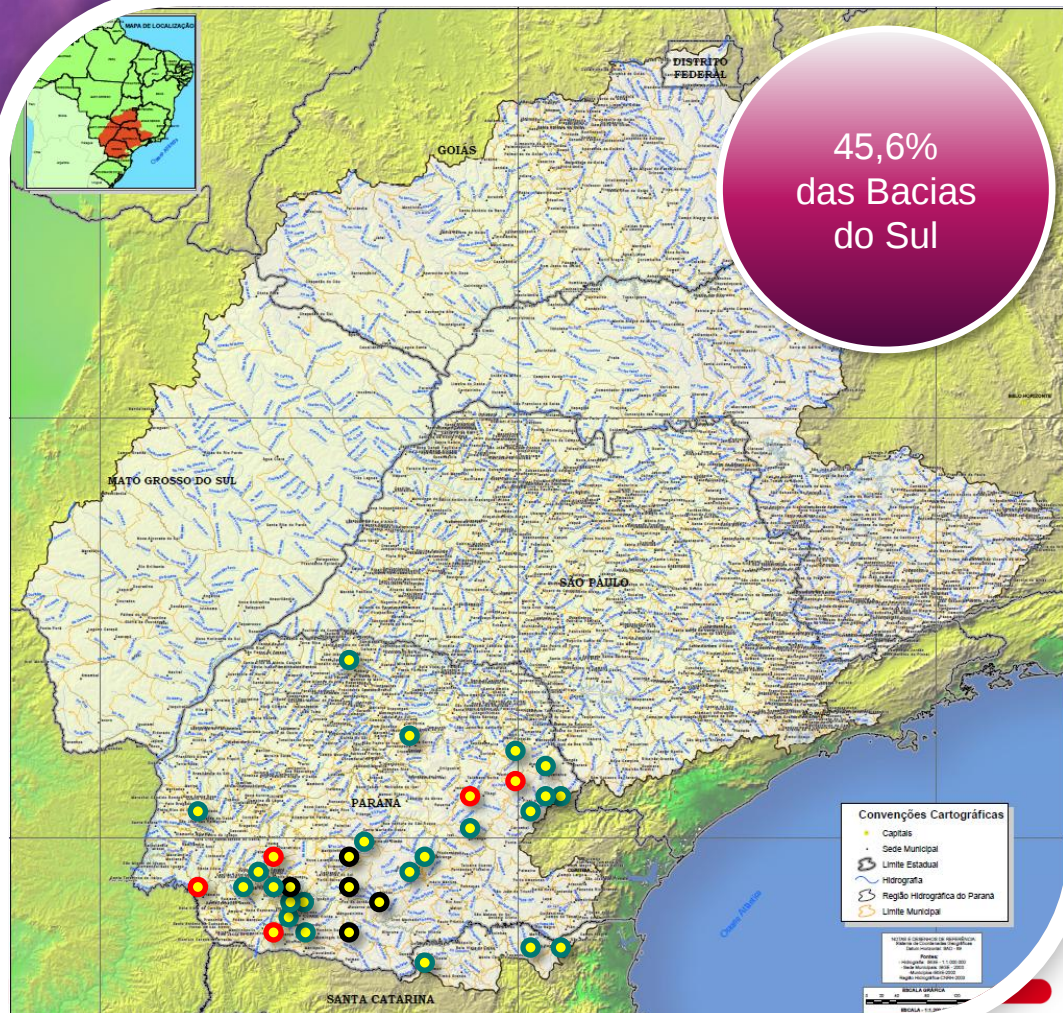
64%

Total

33

864

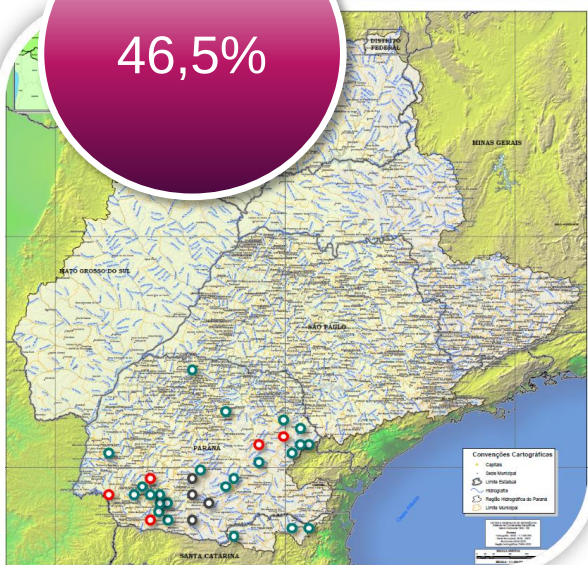
100%



Potencial Energético a ser instalado por Bacia

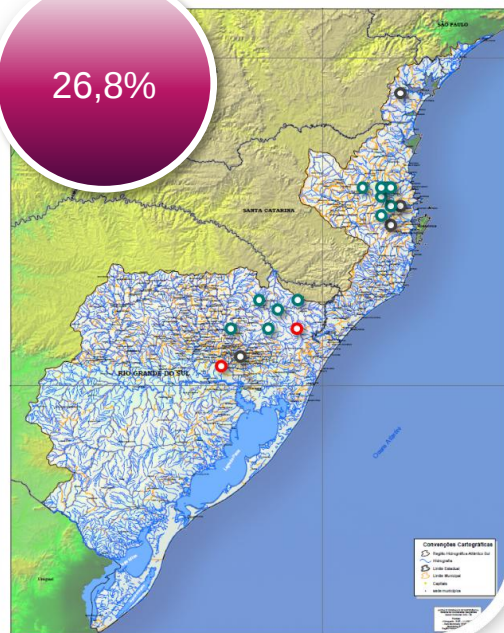
Bacia do Paraná

46,5%



Bacia do Atlântico Sul

26,8%



Bacia do Uruguai

26,7%



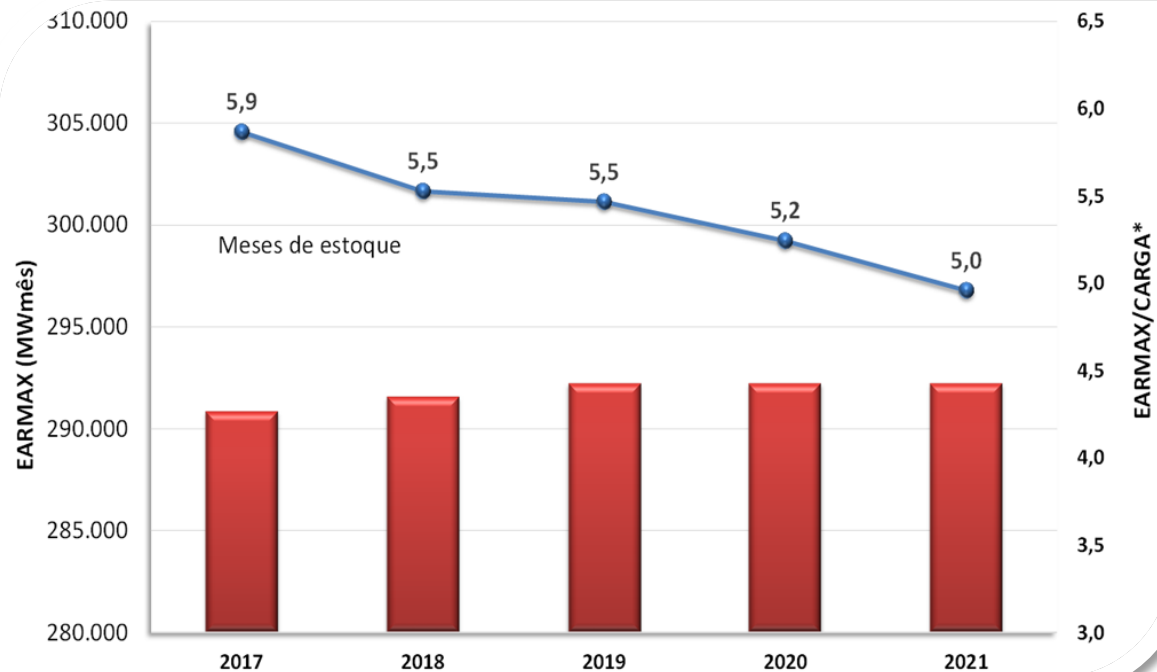
Considerações Finais

Progressiva redução do grau de regularização dos reservatórios

Dificuldades de atendimento da demanda de ponta – patamar de carga pesada.

Sistema com maior volatilidade e dependência das condições climática.

Necessidade da manutenção do despacho térmico por razões elétricas, visando absorver a variabilidade da intermitência da geração eólica e solar.



Considerações Finais

Projetos com baixa capacidade de regularização, em particular no subsistema Sul, levam a redução da capacidade de controle e gestão dos recursos hídricos frente a ocorrência de fenômenos hidrometeorológicos adversos.

Necessidade de criar resiliência hídrica para permitir a continuidade do abastecimento de energia por fonte hidráulica.

Possibilidades:

Viabilizar a implantação reservatórios de usos múltiplos, para garantir vazões regularizadas em períodos críticos

Normatização/fomento de usinas reversíveis

—
Obrigado!
—

José Vicente Miranda Rescigno

Coordenador de Pré-Operação e Hidrologia Operacional

e-mail: jose.rescigno@engie.com

Tel.: (48) 3221 7279

