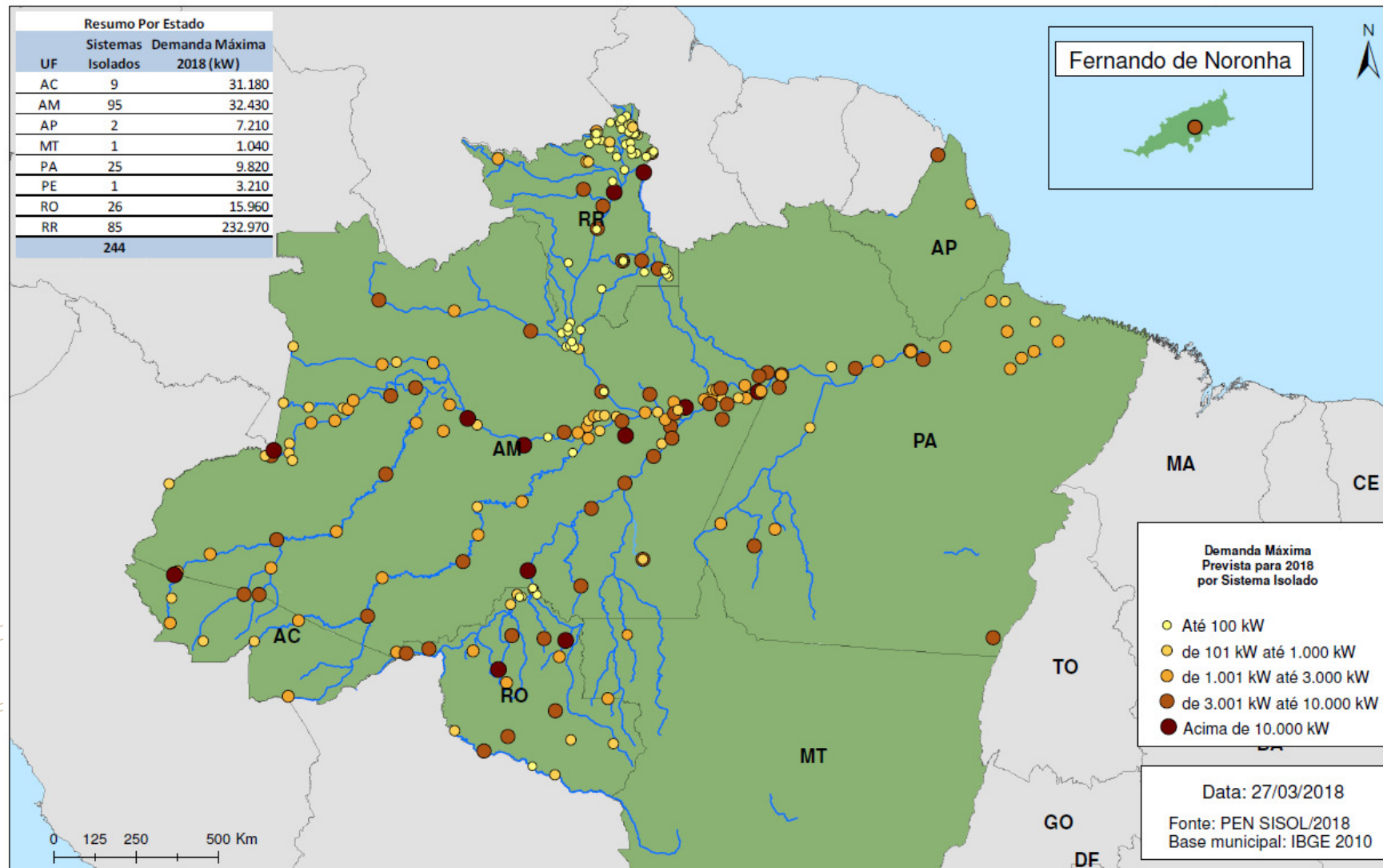


# Sistemas Isolados e atendimento de energia elétrica à Roraima

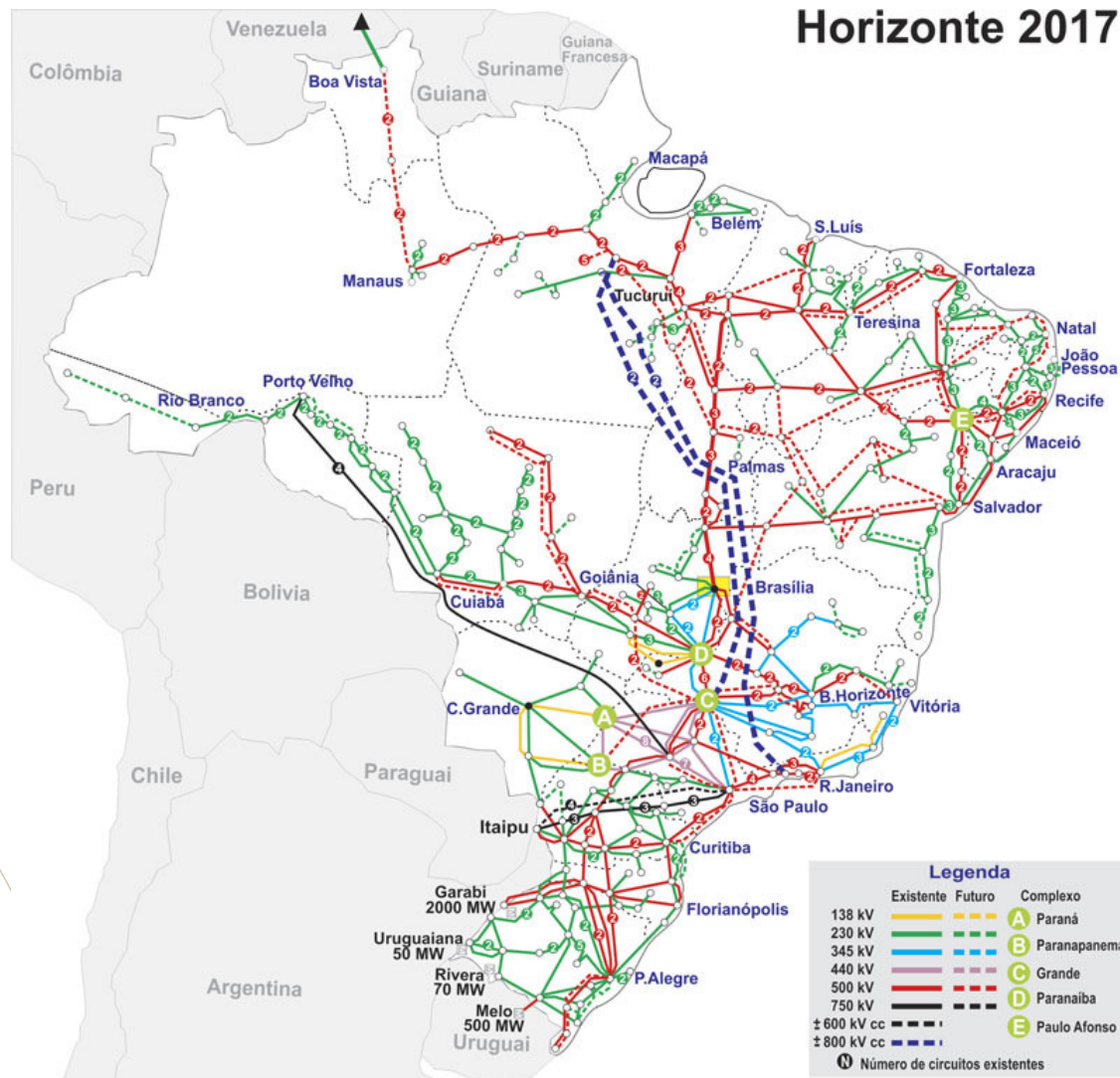
04 de setembro de 2018

**Gustavo Ponte**  
DEE/SEG

# Características dos SI



# Características dos SI



Fonte: ONS

# Definições

## ***Sistemas Isolados***

*Sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao Sistema Interligado Nacional - SIN, por razões técnicas ou econômicas.*

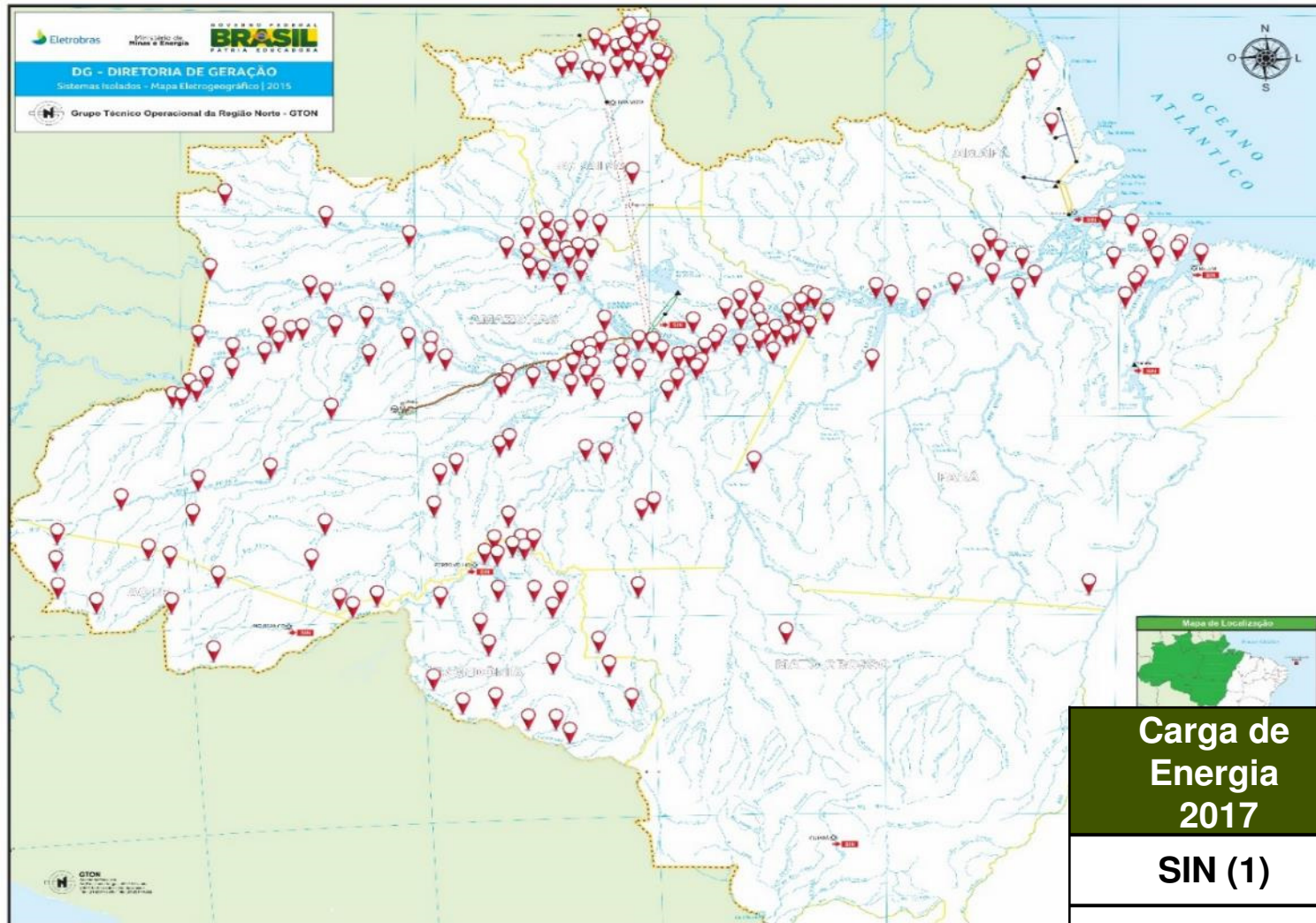
Fonte: Decreto nº 7.246/2010

# Características dos SI



Fonte: ONS, 2017

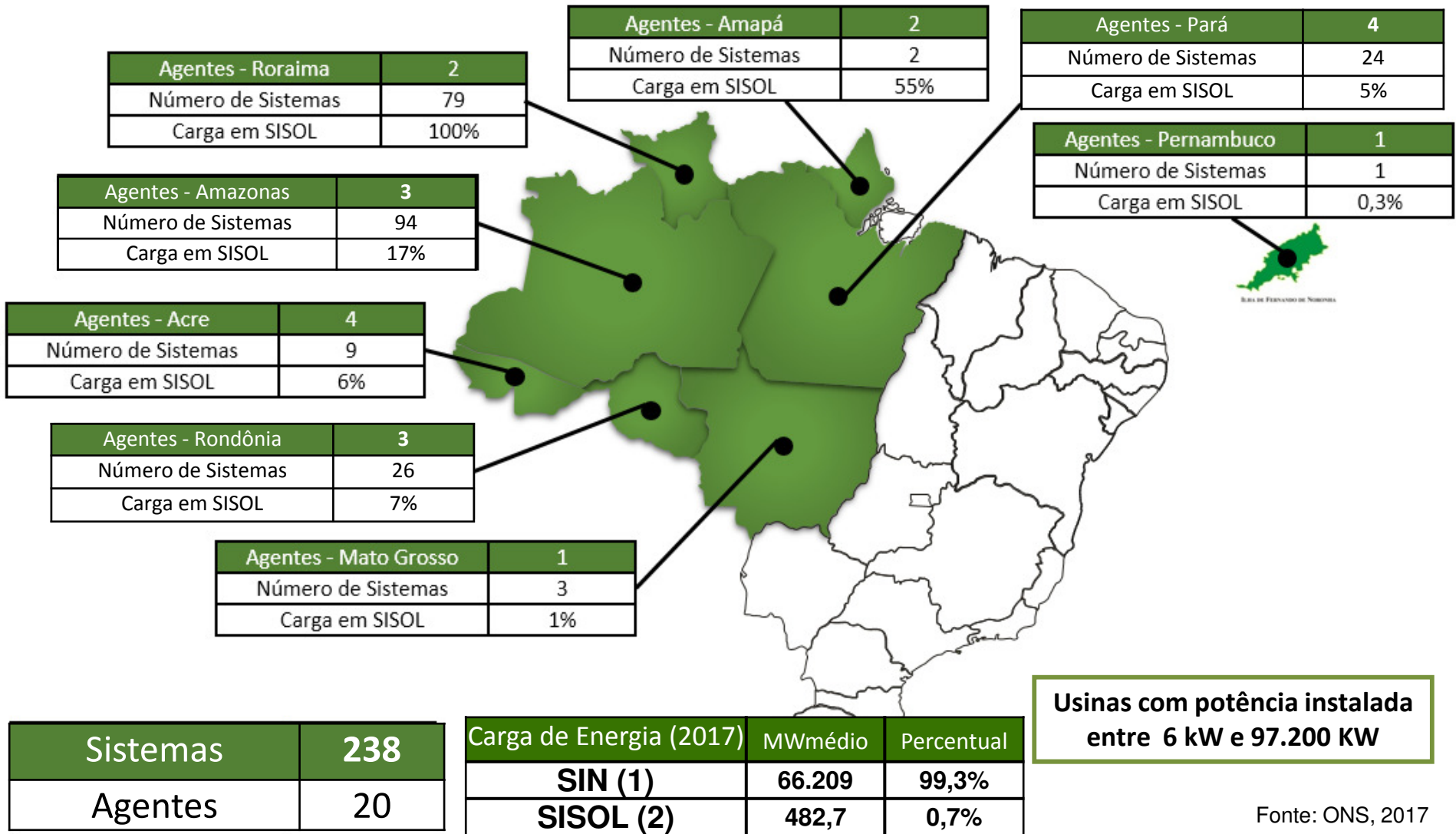
# Características dos SI



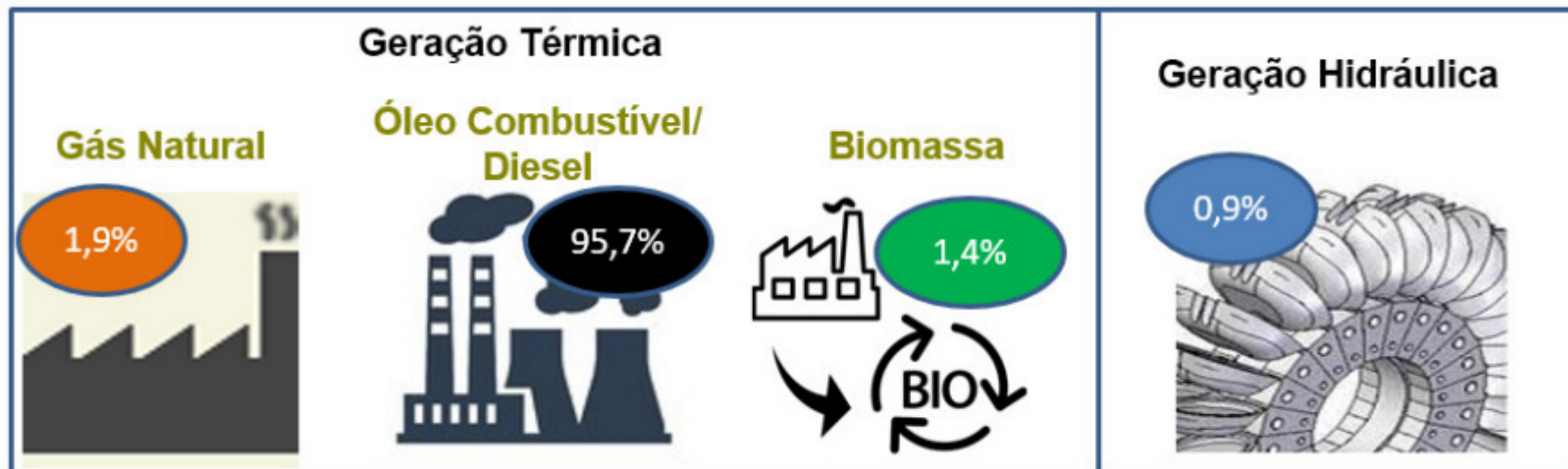
Fontes: Eletrobras e ONS

Carga de Energia 2017	MWmédio	Percentual
<b>SIN (1)</b>	<b>66.209</b>	<b>99,3%</b>
<b>SISOL (2)</b>	<b>482,7</b>	<b>0,7%</b>

# Características dos SI



# Matriz elétrica SI



Fonte: ONS, 2018



# EXEMPLOS

## Sistemas Isolados



- Carga total 8.423 MWh; (2014)
- Demanda máxima 1.756 kW
- População 26.722 habitantes



Visita Técnica  
UTE Careiro da Várzea – AM  
2013

# EXEMPLOS

## Sistemas Isolados



- Curva de carga “flat”
- Dois comportamentos: verão e inverno
- Carga residencial
- Intenso uso de aparelhos de ar-condicionado

# DEFINIÇÕES

## Sistemas Isolados



UTE Careiro da Várzea – AM  
3 UGs de 1.000 kW



# EXEMPLOS

## Sistemas Isolados



UTE Boca da Mata (132 kW) – CERR - Roraima



UTE Tubarão (4.759 kW) – Fernando de Noronha

# SI em números

EMPRESA	Energia de Mercado Próprio				
	Capital	Interior	Total	Varição em relação ao Previsto no Plano 2016	Varição em relação ao Verificado em 2016 (*)
CEA	-	42.300	42.300	-2,2%	0,2%
CELPA	-	439.817	439.817	1,2%	1,1%
CERR (***)	236.598	28.347	264.945	9,4%	5,7%
Eletrobras Distribuição Acre	-	245.127	245.127	5,8%	12,2%
Eletrobras Distribuição Amazonas	-	1.766.132	1.766.132	8,0%	5,9%
Eletrobras Distribuição Rondônia	-	356.767	356.767	6,3%	4,7%
Eletrobras Distribuição Roraima	1.041.970	-	1.041.970	7,1%	8,1%
ENERGISA	-	5.877	5.877	-31,1%	-29,1%
CELPE	-	17.382	17.382	-3,9%	1,2%
Petrobras Alcoa Beneficiamento	-	39.664	39.664	-4,7%	2,3%
Petrobras Alcoa Porto	-	8.634	8.634	4,4%	12,4%
<b>GTON</b>	<b>1.278.568</b>	<b>2.884.367</b>	<b>4.162.935</b>	<b>6,6%</b>	<b>6,2%</b>
Demais empresas (**)	-	65.680	65.680	-4,6%	3,2%
<b>TOTAL (MWh)</b>	<b>1.278.568</b>	<b>2.950.047</b>	<b>4.228.615</b>	<b>6,4%</b>	<b>6,2%</b>
<b>TOTAL (MW médio)</b>	<b>146,0</b>	<b>336,8</b>	<b>482,7</b>		

**Boa Vista: única capital ainda isolada**

**25% da carga total SI**

Fonte: ONS

# SI em números

## Geração Térmica e Consumo de Combustível – 2017

Geração Térmica e Consumo de Combustível Previstos			
Empresa	Tipo de Óleo	Geração Térmica (MWh)	Consumo de Combustível
CEA	Diesel (m <sup>3</sup> )	3.308	956
CELPA	Diesel (m <sup>3</sup> )	23.061	6.493
CERR (*)	Diesel (m <sup>3</sup> )	20.850	6.477
Eletrobras Distribuição Acre	Diesel (m <sup>3</sup> )	-	-
Eletrobras Distribuição Amazonas	Diesel (m <sup>3</sup> )	1.475.404	393.726
Eletrobras Distribuição Amazonas	GN (MMm <sup>3</sup> )	56.229	16
Eletrobras Distribuição Amazonas (PIE BK)	Biomassa	43.200	-
Eletrobras Distribuição Rondônia	Diesel (m <sup>3</sup> )	-	-
Eletrobras Distribuição Roraima	Diesel (m <sup>3</sup> )	280.136	79.279
ENERGISA	Diesel (m <sup>3</sup> )	5.877	1.699
CELPE	Diesel (m <sup>3</sup> )	17.382	4.919
Petrobras/Alcoa Beneficiamento	Diesel (m <sup>3</sup> ) (**)	39.664	11.225
Petrobras/Alcoa Porto	Diesel (m <sup>3</sup> )	8.634	2.443
<b>Total por tipo de Combustível</b>	<b> DIESEL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.874.316</b>	<b>507.217</b>
	<b>GN (MMm<sup>3</sup>)</b>	<b>56.229</b>	<b>16</b>
	<b>Biomassa</b>	<b>43.200</b>	<b>-</b>
<b>Total Geral</b>		<b>1.973.745</b>	<b>-</b>

Fonte: Eletrobras

# SI em números

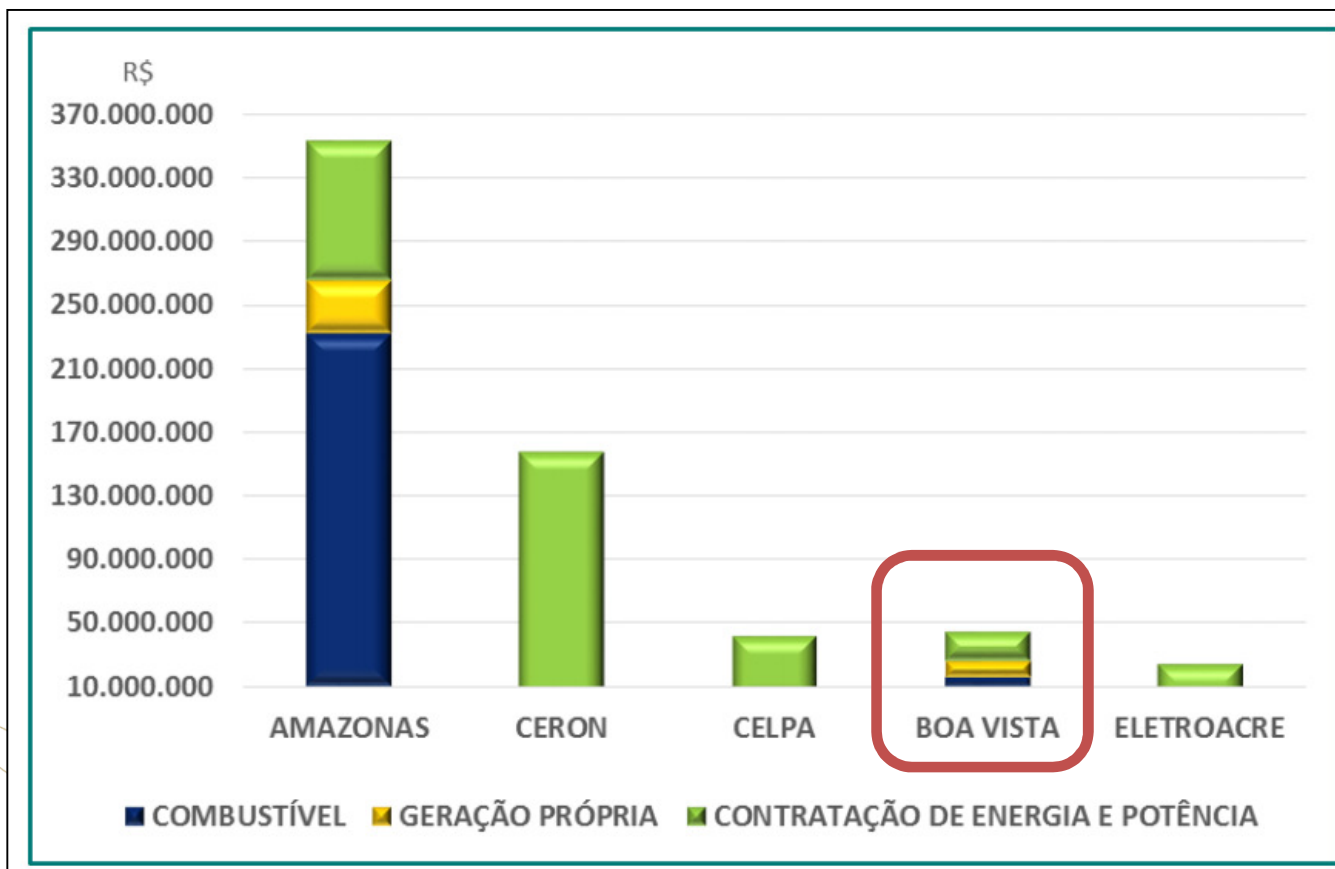
FUNDO SETORIAL CCC - CUSTO TOTAL - R\$

PLANO ANUAL DE CUSTOS 2017

BENEFICIÁRIAS	CUSTO TOTAL DA GERAÇÃO			SUB-ROGAÇÃO	TOTAL
	SEM TRIBUTOS	TRIBUTOS	COM TRIBUTOS		
BR ALCOA	35.074.924,11	11.956.663,89	47.031.588,00		47.031.588,00
BREITENER JARAQUI	409.211,92	168.746,53	577.958,45		577.958,45
BREITENER TAMBAQUI	1.774.402,34	718.463,61	2.492.865,94		2.492.865,94
CEA	64.180.490,40	864.797,60	65.045.288,00		65.045.288,00
CELPA	436.479.087,01	11.262.130,74	447.741.217,75	75.522.664,01	523.263.881,76
CELPE	22.453.088,28	2.719.404,52	25.172.492,80		25.172.492,80
CEMAT	7.283.263,36	961.294,20	8.244.557,56	3.674.866,68	11.919.424,24
CERR	34.351.039,75	5.625.041,93	39.976.081,68		39.976.081,68
COELBA				31.658,88	31.658,88
ELETOBRAS AMAZONAS ENERGIA	3.362.267.977,06	937.563.067,12	4.299.831.044,18		4.299.831.044,18
ELETOBRAS DISTRIBUIÇÃO ACRE	204.907.779,16	26.223.489,19	231.131.268,35		231.131.268,35
ELETOBRAS DISTRIBUIÇÃO RONDÔNIA	531.306.124,87	61.604.110,89	592.910.235,76		592.910.235,76
ELETOBRAS DISTRIBUIÇÃO RORAIMA	749.460.836,70	153.845.054,79	903.305.891,49		903.305.891,49
GERA	24.030.530,77	9.001.126,65	33.031.657,42		33.031.657,42
GUASCOR DO BRASIL				973.009,69	973.009,69
MANAUARA	16.336.134,71	5.814.556,42	22.150.691,13		22.150.691,13
RIO AMAZONAS	19.819.014,37	7.423.617,07	27.242.631,44		27.242.631,44
<b>TOTAL</b>	<b>5.510.133.904,80</b>	<b>1.235.751.565,14</b>	<b>6.745.885.469,93</b>	<b>80.202.199,26</b>	<b>6.826.087.669,19</b>

Fonte: Eletrobras

# SI em números



Reembolso mensal da CCC - Novembro/2017, por empresa.

Fonte: CCEE



# Custo de geração nos SI



$$RCCC = [CTISOL - (GTISOL \times ACRméd)] \times fc$$

Onde:

RCCC: Reembolso Mensal da CCC (R\$)

CTISOL: Custo Total de Geração (R\$)

GTISOL: Geração Total (MWh)

ACRméd: Custo Médio do ACR do SIN (R\$/MWh)

fc: Fator de Corte de Perdas Regulatórias



Em 2018:

R\$ 213/MWh

$$CTISOL = CTCOMB + CTGP + CTCE$$

Onde:

CTISOL: Custo Total de Geração

CTCOMB: Custo Total com Combustíveis

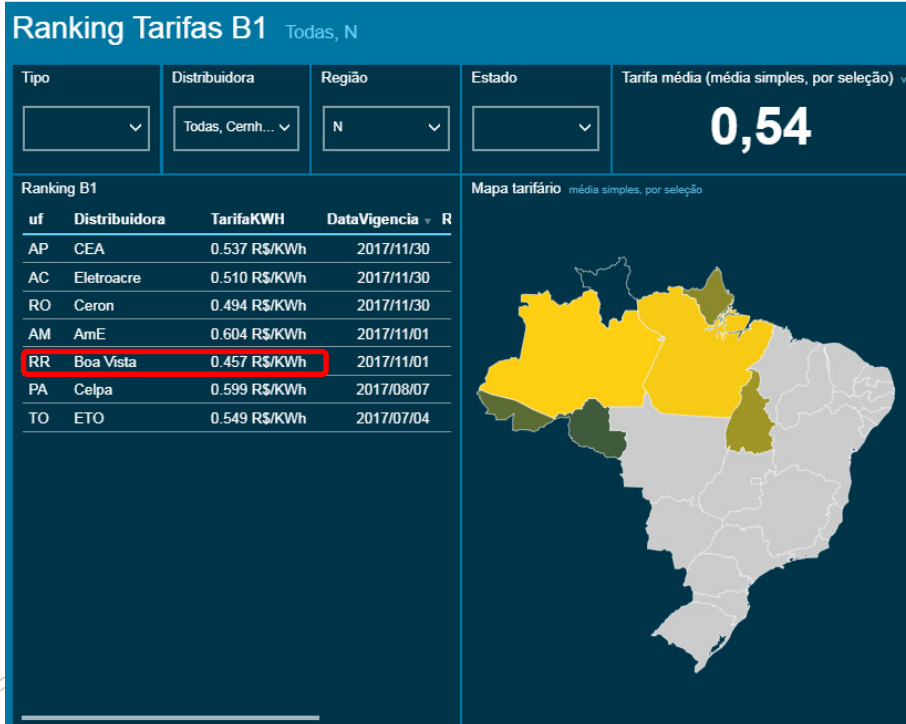
CTGP: Custo Total com Geração Própria

CTCE: Custo Total com Contratação de Potência e Energia Elétrica

Fonte: Resolução Normativa ANEEL nº 801/2017

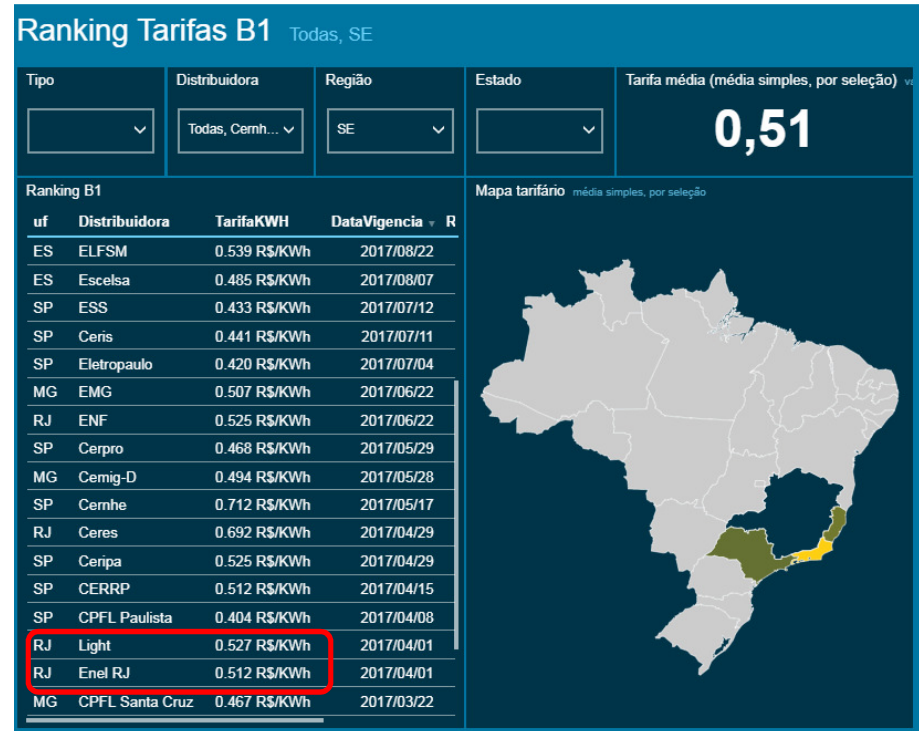
# SI em números

## RANKING NACIONAL DE TARIFAS RESIDENCIAIS (GRUPO B1)



Fonte: Aneel

## RANKING NACIONAL DE TARIFAS RESIDENCIAIS (GRUPO B1)



# Custo de geração nos SI

## Roraima



### QUADRO DE TARIFAS JANEIRO/2018

Grupo Tarifário	Subgrupo Tarifário	Modalidade	Classes	Subclasses	Posto Tarifário	Tarifa Vigente Resolução ANEEL Nº 2.336/2017.		
						Tarifa SEM tributos (R\$/KWh)	Tarifa COM tributos (R\$/KWh)	
Grupo B	B1	Convencional	Residencial	Baixa Renda	NA	0,15761	0,19592	
				Faixas de consumo: 1 a 30 kWh: desconto de 65% 31 a 100 kWh: desconto de 40% 101 a 220 kWh: desconto de 10% superior de 220 kWh: não incide desconto		0,27019	0,33587	
				Residencial		Residencial	0,40529	0,50380
							0,45032	0,55978
	B2		Rural			-	0,45677	0,56780
				Cooperativa de Eletrificação Rural			0,31974	0,39746
				Serviço Público de Irrigação Rural			0,31974	0,39746
	B3		Demais Classes	Industrial			0,38825	0,48263
				Comercial			0,45677	0,56780
				Outros Serviços			0,45677	0,56780
				Poder Público			0,45677	0,56780
				<b>Poder Público (Administração Direta, Fundação e Autarquia).</b>			0,45677	0,46874
			Água, Esgoto e Saneamento			-	0,38825	0,48263
	B4		Iluminação Pública	B4a - Rede de Distribuição			0,25123	0,31230
B4b - Bulbo da Lâmpada				0,27406	0,34067			

# Custo de geração nos SI

## Roraima

**ECONOMIA**

### Aneel aprova reajuste médio de 35,26% nas tarifas da Eletrobras Roraima

Estadão Conteúdo

🕒 31.10.17 - 17h57



A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) aprovou nesta terça-feira, 31, um reajuste médio de 35,26% nas tarifas da Boa Vista Energia (Eletrobras Distribuição Roraima). Para consumidores conectados à alta tensão, como indústrias, o aumento será de 35,09% e para a baixa tensão, como os clientes residenciais, a alta será de 35,30%.

A distribuidora atende 111 mil unidades consumidoras no Amazonas. As novas tarifas vigoram a partir de 1º de novembro. O reajuste aprovado é elevado porque os indicadores de custos operacionais da empresa foram flexibilizados. Para o governo, essa é a única forma de reequilibrar os custos da concessionária e atrair investidores para a privatização.

A proposta inicial da Aneel era de um reajuste médio de 54,76% nas tarifas da companhia. O relator da proposta, diretor André Pepitone, propôs que não apenas os custos financeiros da empresa fossem postergados, mas também os custos econômicos, inclusive os gastos com energia, o que levaria o reajuste a 28,29%.

# Legislação

- **Lei nº 12.111/2009**

Obrigações para as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços e instalações de distribuição de energia elétrica nos denominados Sistemas Isolados atenderem à totalidade dos seus mercados por meio de licitação, na modalidade de concorrência ou leilão, a ser realizada, direta ou indiretamente, pela ANEEL, de acordo com diretrizes do MME.



# Legislação

- **Decreto nº 7.246/2010**

Regulamentou a Lei nº 12.111/2009.

Possíveis objetos das licitações:

*Aquisição de energia e potência elétrica de agente vendedor.*

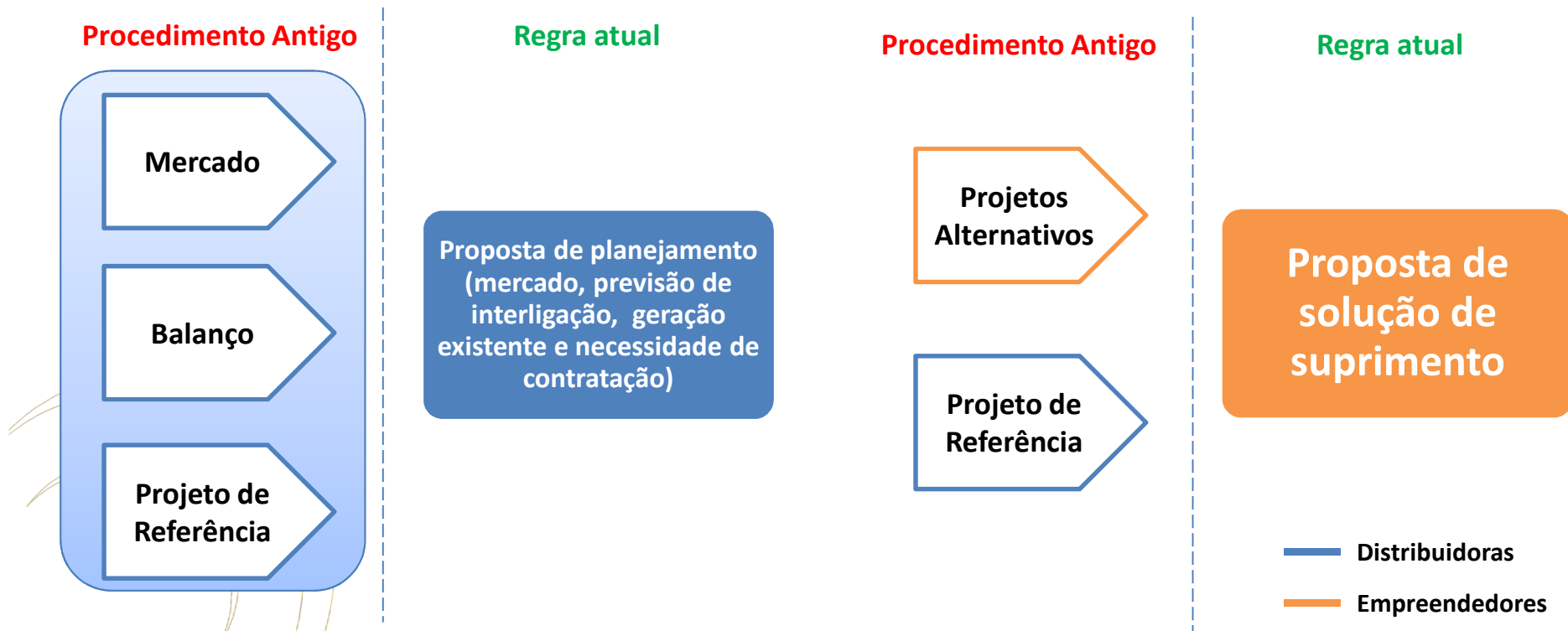
*Aluguel ou aquisição de unidades de geração de energia elétrica para operação pelos próprios agentes de distribuição.*

*Contratação de prestação de serviços de suprimento de energia elétrica em Regiões Remotas por meio de sistemas de geração descentralizada com redes associadas.*

# Legislação

- **Portaria MME nº 67/2018 (novidade)**

Disciplina a Lei nº 12.111/2009 e o Decreto nº 7.246/2010 e estabelece as diretrizes do planejamento dos Sistemas Isolados.



# O papel da EPE nos SI

Os agentes de distribuição são responsáveis pela elaboração da proposta de planejamento de atendimento dos seus respectivos mercados consumidores situados em SI, para o horizonte de cinco anos, que é encaminhado para a EPE.

Planejamento deve conter:  
Carga, Demanda, Oferta e  
Necessidade de contratação.  
Modelo no site da EPE  
**Até 30/06**

A EPE analisa e avalia tecnicamente a proposta de planejamento de atendimento aos mercados do SI e encaminha para aprovação do MME.

MME aprova o planejamento e, caso haja necessidade de expansão ou substituição da oferta existente, define diretrizes para realização de leilão.

A EPE promove o cadastramento e o processo de habilitação técnica das propostas de solução de suprimento de energia e potência encaminhadas por empreendedores interessados em participar a licitação.

ANEEL realiza, direta ou indiretamente, os leilões.



# O papel da EPE nos SI



- **Decreto nº 7.246/2010**
  - Regulamentou a Lei nº 12.111/2009.
  - Os agentes de distribuição são responsáveis pela elaboração do planejamento do atendimento dos seus respectivos mercados, para o horizonte de cinco anos, submetido anualmente ao MME.
  - MME aprova o planejamento.
  - EPE habilita tecnicamente as propostas de solução de suprimento de energia e potência.
  - ANEEL realiza, direta ou indiretamente, os leilões.

# O papel da EPE nos SI

- **Decreto nº 7.246/2010**

- Possíveis objetos das licitações:

- *aquisição de energia e potência elétrica de agente vendedor;*
- *aluguel ou aquisição de unidades de geração de energia elétrica para operação pelos próprios agentes de distribuição;*
- *contratação de prestação de serviços de suprimento de energia elétrica em Regiões Remotas por meio de sistemas de geração descentralizada com redes associadas.*

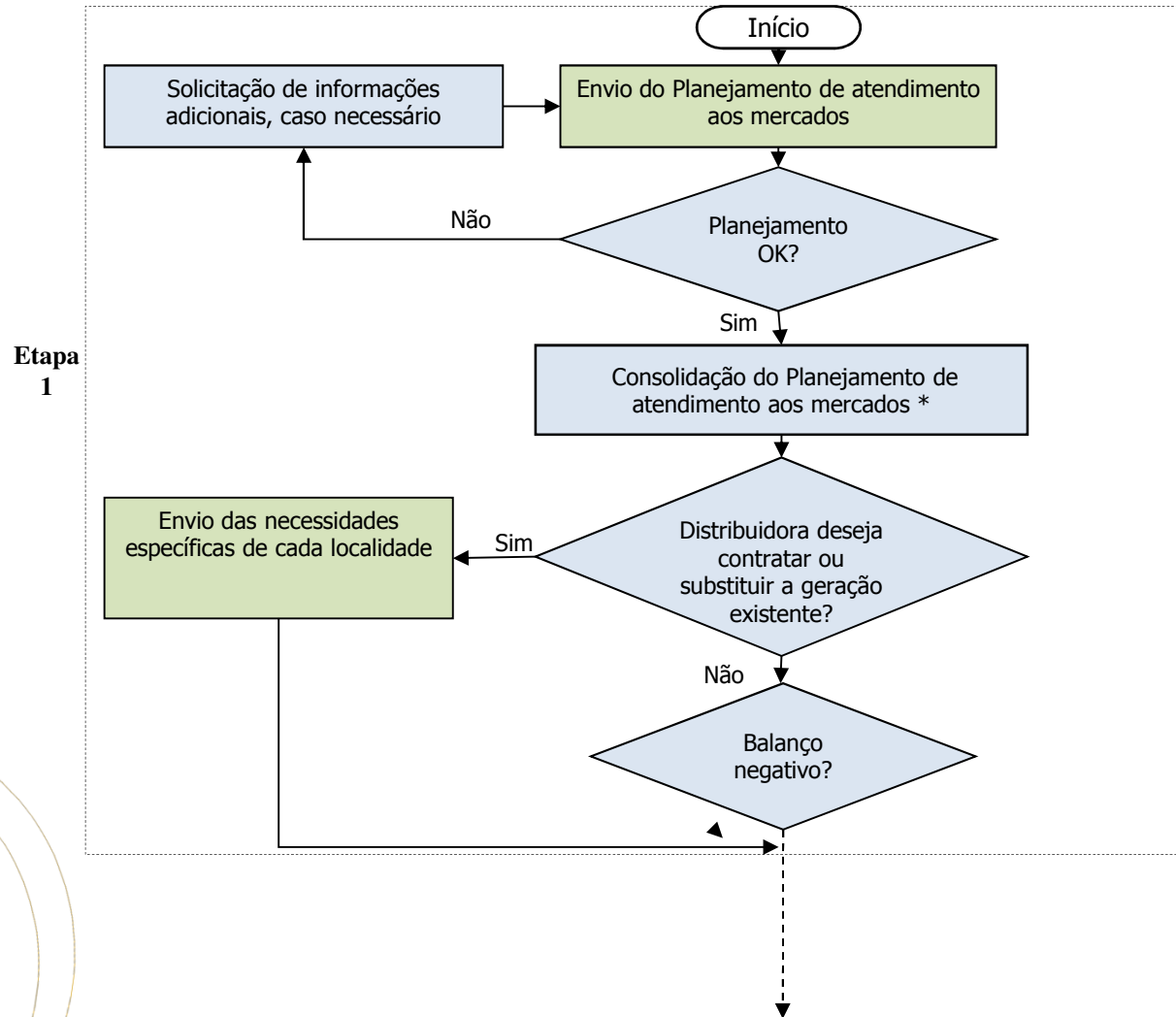


# O papel da EPE nos SI

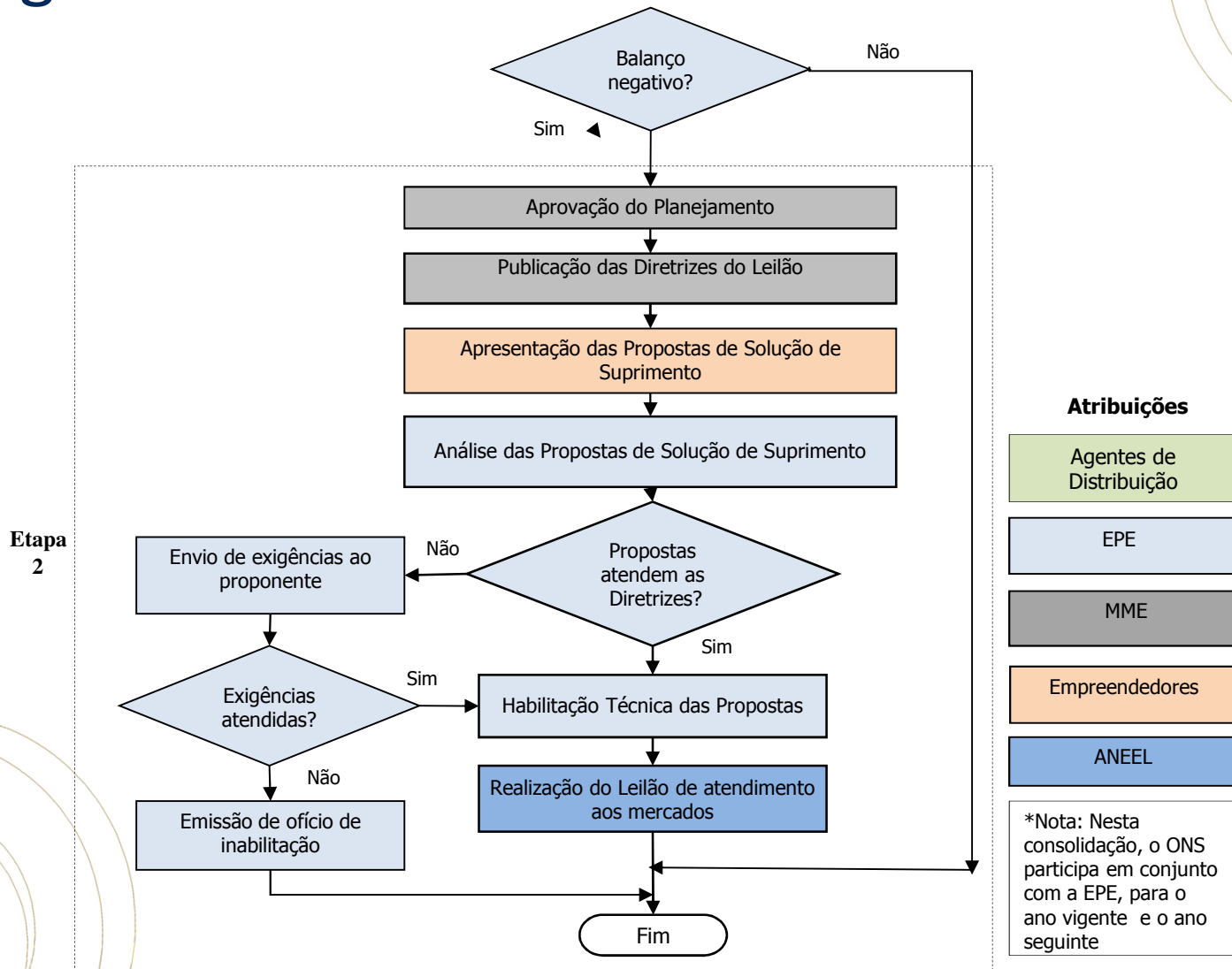
- **Portaria MME nº 67/2018 (novidade)**
  - Leilões para atendimento aos SI
  - Leilões quando necessário - MME
  - Empreendedores submetem “Propostas de solução de suprimento”
  - Instruções no site da EPE
  - EPE faz análise e habilitação técnica



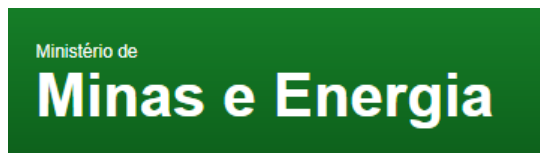
# Fluxograma de Processo



# Fluxograma de Processo



# Agentes envolvidos



# Princípios da Análise

- Os projetos deverão buscar a redução do custo total da geração nos Sistemas Isolados e da utilização de recursos da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC;
- Os agentes dos Sistemas Isolados e a ANEEL deverão buscar a eficiência econômica e energética, a mitigação de impactos ao meio ambiente e a utilização de recursos energéticos locais, visando atingir a sustentabilidade econômica da geração de energia elétrica (Decreto nº 7.246/2010);
- Qualidade, continuidade, segurança e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica;

# Projetos e Leilões realizados

- Sistemas Isolados

Ano	Estado	Sistemas Isolados	Projetos Alternativos cadastrados	Projeto Alternativo Vencedor
2014	Rondônia	16	0	-
	Amapá	1 (Oiapoque)	1	1
2015	Acre	9	1	-
	Rondônia	10	1	-
2016	Pará	23	1	-
	Amazonas	32	3	-
2017	Amazonas	55	36	1



# Projetos e Leilões realizados



Distribuidora	Lotes	Sistemas Isolados	Potência Instalada (MW)	Data leilão
ED-Amazonas	A-I	Coari	37,0	19/05/2017
	B-I a B-V	54	260,2	19/05/2017
	A-II	16	81,5	03/06/2016
	A-III	16	66,5	03/06/2016
Celpa	-	23	131,71	04/04/2016
CERON	-	10	4,76	23/06/2015
ED-Acre	I a III	9	58,2	15/05/2015
CEA	-	Oiapoque	12	30/09/2014
CERON	-	16	84,7	02/04/2014

# Projetos e Leilões realizados

- Usinas novas



**UTE Buritis (18.000 kW) – PIE Guascor - Rondônia**

# Projetos e Leilões realizados

- Usinas novas

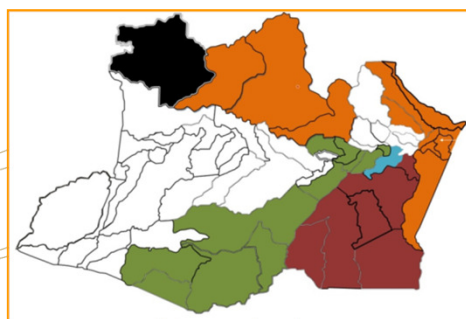


**UTE Marechal Thaumaturgo - AC (Fonte: BBF)**

# Leilão Amazonas – 02/2016 (2ª etapa)



Coari  
PR: Gás Natural



Grupo B - 54 SI  
PR: Diesel

Soluções de Suprimento Apresentadas	Lote	Número de Soluções Alternativas Recebidas*
UTE ciclo combinado (gás natural / diesel)	A-I	1
Biodiesel Híbrido - Diesel e GNL Híbrido - Diesel e Fotovoltaico Híbrido – Diesel, Fotovoltaico e Bateria	B-I	6
	B-I-A	5
	B-II	7
	B-III	6
	B-III-A	5
	B-IV	8
Híbrido - Diesel e Biogás Biodiesel Híbrido - Diesel e GNL Híbrido - Diesel e Fotovoltaico Híbrido – Diesel, Fotovoltaico e Bateria	B-V	10

# Leilão Amazonas

- Usinas atuais



UTE Barcelos (5.260 kW)



UTE Santa Isabel do Rio Negro (2.840 kW)



UTE Careiro da Várzea  
3.000 kW

# Leilão Amazonas – 02/2016 (2ª etapa)



- Resultados

Vencedor do Lote	LOTE	Preço Edital (R\$/MWh)	Preço Leilão (R\$/MWh)	Deságio (%)	Energia Anual (MWh)	Período (meses)	Valor do Contrato no Leilão (R\$)
CONS. ENERGIA DO AMAZONAS	A-I	487,00	275,76	43,38	132.170	155	470.779.091
CONS. OLIVEIRA - ETAM	B-I	1.582,00	1.155,00	27,00	165.411	180	2.865.745.575
CONS. OLIVEIRA - ETAM	BI-A	1.610,00	1.287,99	20,00	135.380	60	871.841.396
CONS. OLIVEIRA - ETAM	B-II	1.468,00	1.063,00	27,60	318.999	180	5.086.439.055
POWERTECH	B-III	1.482,00	976,00	34,14	112.392	180	1.645.418.880
CONS. VPOWER - TELEMENIA	B-III-A	1.453,00	1.030,01	29,11	169.074	60	870.740.126
CONS. VPOWER - TELEMENIA	B-IV	1.349,00	989,99	26,61	46.859	180	695.851.915
CONS. VPOWER - TELEMENIA	B-V	1.356,00	964,99	28,84	45.633	180	660.528.081
TOTAL / MÉDIA		1.376,32	990,51	28%	1.125.918		13.167.344.119

# DEMAIS ESTUDOS

- Subsídios para realização de leilões
- Pareceres Técnicos sobre projetos
- Cálculo de preço-teto
- Esforço para fomentar Projetos Alternativos

<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVA DE SUPRIMENTO EM SISTEMAS ISOLADOS DO ACRE</b></p> <p><i>Avaliação de sistemas híbridos com energia fotovoltaica para o Lote III do Projeto de Referência da Eletrobras Distribuição Acre</i></p>	<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>PROJETO DE REFERÊNCIA ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO RONDÔNIA</b></p> <p><i>Atualização do planejamento do atendimento a dez Sistemas Isolados de Rondônia - RO</i></p>
<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>PROJETO DE REFERÊNCIA ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO ACRE</b></p> <p><i>Atualização do planejamento do atendimento aos Sistemas Isolados dos Lotes I, II e III do Acre - AC</i></p>	<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>PROJETO DE REFERÊNCIA ELETROBRAS AMAZONAS ENERGIA</b></p> <p><i>Atualização do planejamento do atendimento aos Sistemas Isolados do Grupo A (Lotes I, II e III) do Amazonas - AM</i></p>
<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>PROJETO DE REFERÊNCIA CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ</b></p> <p><i>Atualização do planejamento do atendimento de vinte e quatro Sistemas Isolados do Pará - PA</i></p>	<p><b>SISTEMAS ISOLADOS</b></p> <p><b>ENERGIA SOLAR PARA SUPRIMENTO DE SISTEMAS ISOLADOS DO AMAZONAS</b></p> <p><i>Avaliação da atratividade econômica de solução híbrida em sistemas do Grupo B do Projeto de Referência da Eletrobras Distribuição Amazonas</i></p>

# DEMAIS ESTUDOS

- Avaliações de sistemas híbridos

Localidade	Fotovoltaico e diesel	Fotovoltaico, bateria e diesel	Diesel
Araras	1.907 (-5,2%)	1.910 (-5,0%)	2.011
Canutama	1.401 (-6,4%)	1.366 (-8,7%)	1.496
Tapauá	1.254 (-7,8%)	1.258 (-7,5%)	1.360
Boca do Acre	1.063 (-6,3%)	1.073 (-5,5%)	1.135
Média dos 4 Sistemas	1.159 (-6,7%)	1.162 (-6,5%)	1.242

**Custo nivelado da energia, em R\$/MWh.**

Localidade	Fotovoltaico e diesel	Fotovoltaico, bateria e diesel	Diesel
Araras	284 (-15,4%)	249 (-25,9%)	336
Canutama	2.785 (-14,9%)	2.525 (-22,9%)	3.274
Tapauá	4.397 (-21,1%)	4.172 (-25,1%)	5.572
Boca do Acre	10.881 (-18,5%)	10.476 (-21,5%)	13.346
Total dos 4 Sistemas	18.347 (-18,6%)	17.422 (-22,7%)	22.528

**Consumo de diesel, mil litros, média por ano.**





# Atendimento a Roraima

Curso básico sobre planejamento do setor elétrico brasileiro e o contexto da UHE Bem Querê

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# Situação atual

- Problemas no fornecimento de energia da Venezuela;
- Contrato de importação de energia da Venezuela encerra em junho/2021;
- Término dos contratos das 5 usinas termelétricas (potência total instalada de 189,1MW), variam de out/2019 a dez/2020, contando com prorrogação;
- Indefinição data de entrada em operação da LT que interliga Boa Vista – Manaus;

# Situação atual

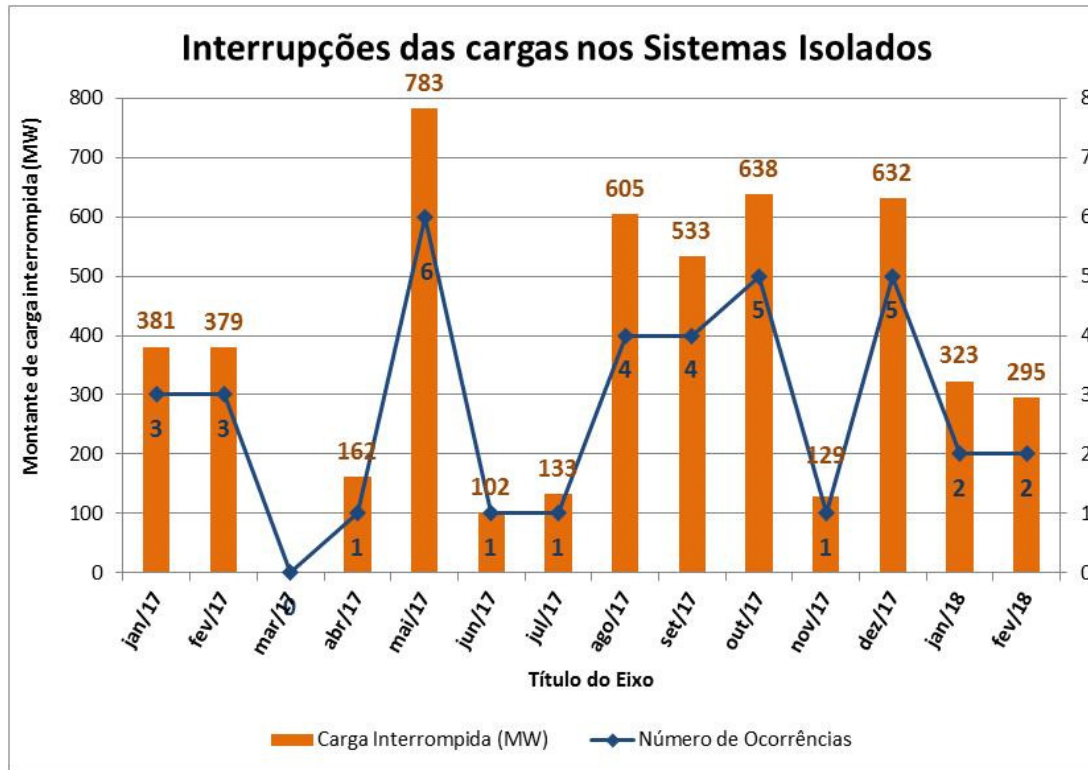


The screenshot shows a news website with several articles. The main article is titled "Roraima recebe semana por" and discusses the impact of power outages. Other articles include "Venezuela interrompe fornecimento de energia para Roraima" and "Energia elétrica fundamental para desenvolver Roraima". The website layout includes a navigation bar, a main content area with images of power lines, and a sidebar with social media icons.

Fontes:

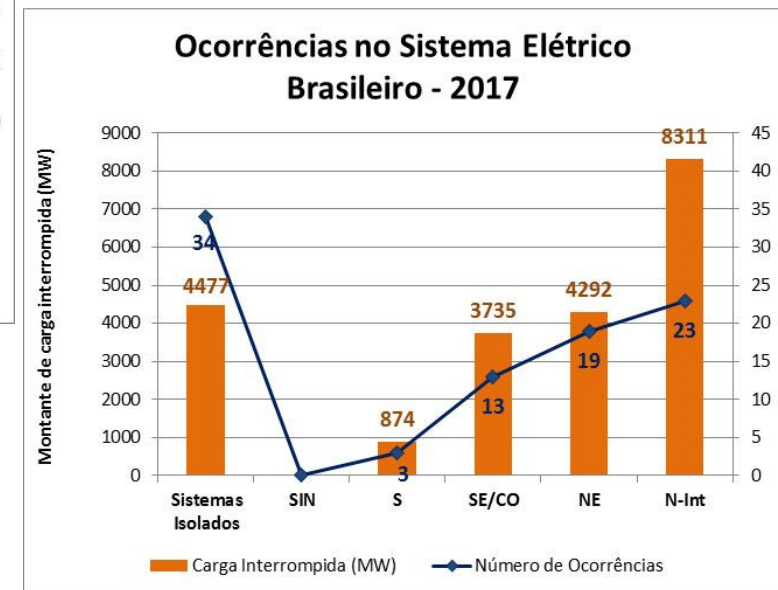
- <https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/com-impasse-em-obras-do-linhao-do-tucuri-rr-segue-sem-previsao-para-aderir-ao-sistema-interligado-nacional.ghtml>
- <https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/dependente-de-energia-da-venezuela-roraima-ja-teve-mais-de-50-apagoes-em-menos-de-2-anos-diz-eletobras.ghtml>
- <https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/venezuela-interrompe-fornecimento-de-energia-para-roraima-e-cidades-tem-serie-de-apagoes-diz-eletobras.ghtml>
- <https://extra.globo.com/noticias/economia/roraima-registra-blecautes-no-final-de-semana-por-problema-em-linha-na-venezuela-22479812.html>
- <http://www.folhavr.com.br/noticia/Energia-eletrica-e-fundamental-para-desenvolver-Roraima--afirma-Ministro-da-Industria/37666>
- <http://www.folhavr.com.br/noticia/Termelétricas-apresentam-problemas--apos-falha-em-Linhao-de-Guri/37654>

# Situação atual



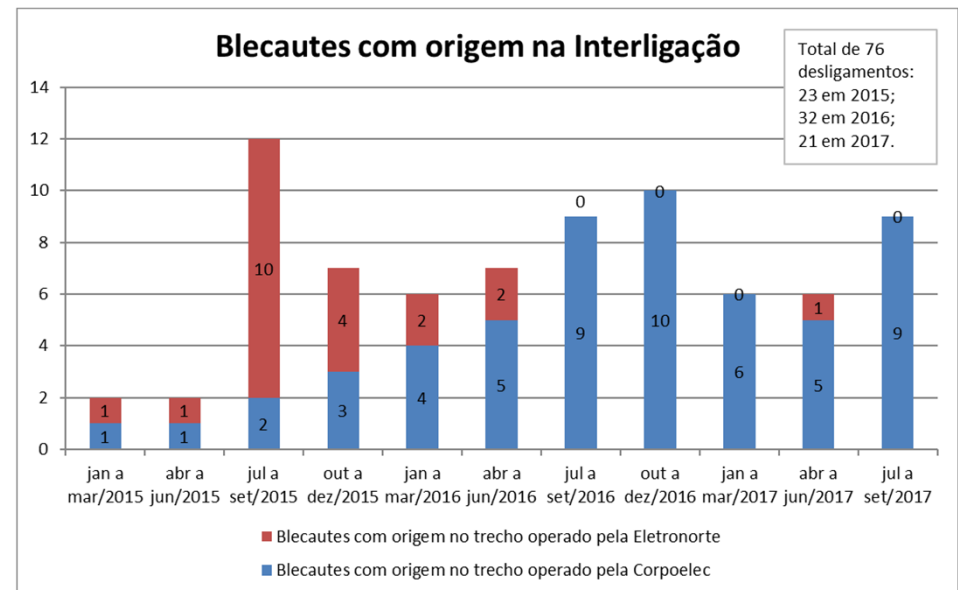
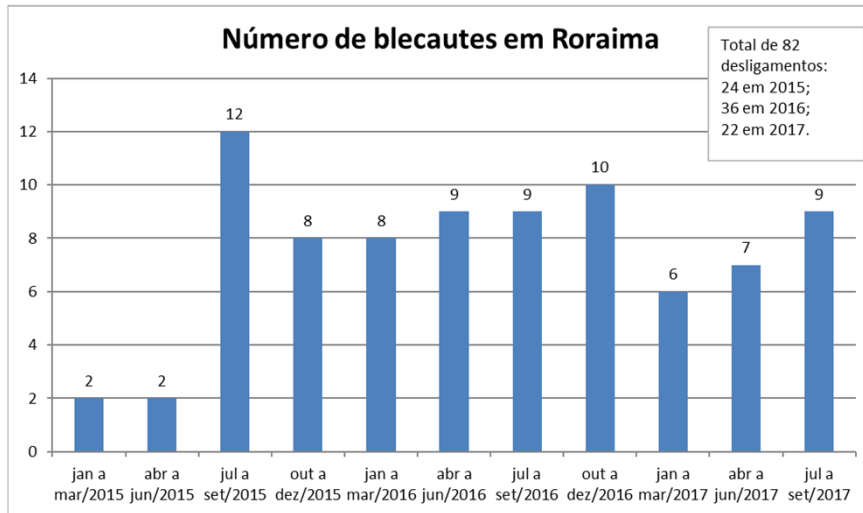
\* Critério para seleção das interrupções: corte de carga  $\geq 100$  MW por tempo  $\geq 10$  minutos para ocorrências no SIN e cortes de carga  $\geq 100$  MW nos sistemas isolados.

\*\* SIN: Perda de carga simultânea em mais de uma região.



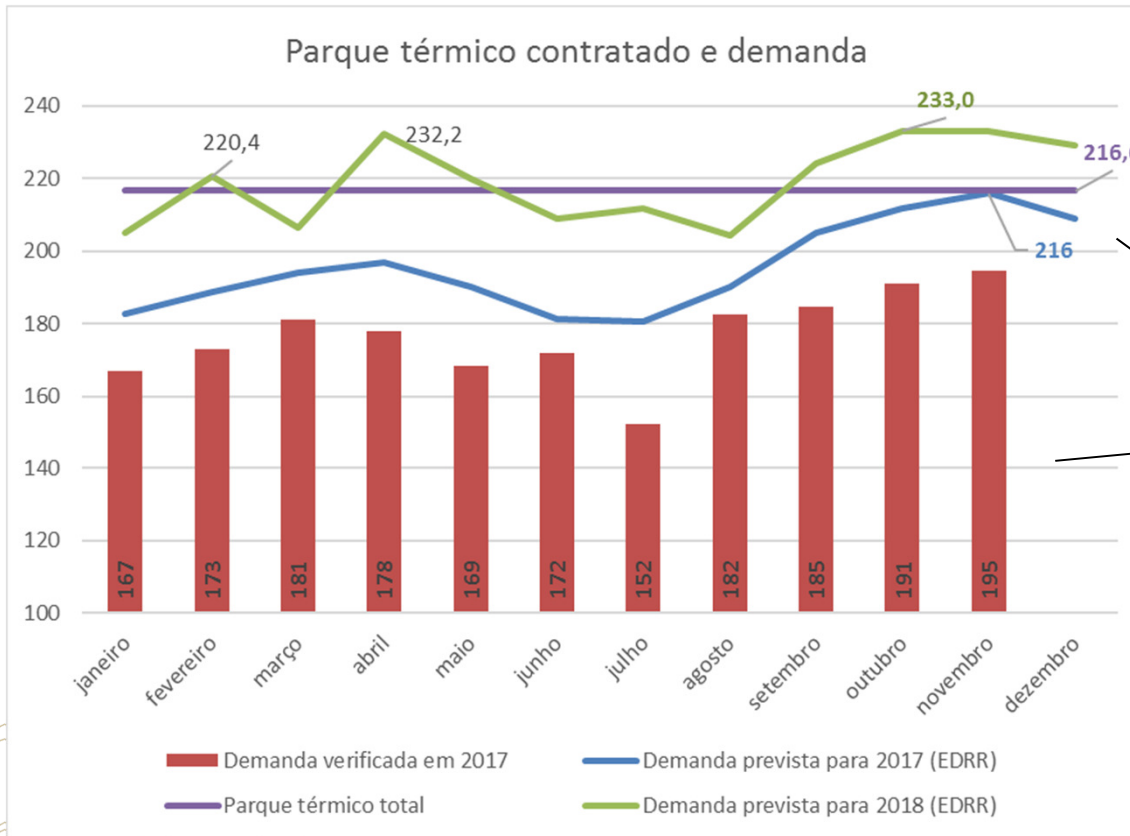
Fonte: MME

# Situação atual



Fonte: MME

# Situação atual



Redução de 21 MW (9%) entre o verificado em 2017 e o previsto para o ano.

Em 2017, a demanda está semelhante à de 2016 (194 MW).

Fonte: MME

# Situação atual

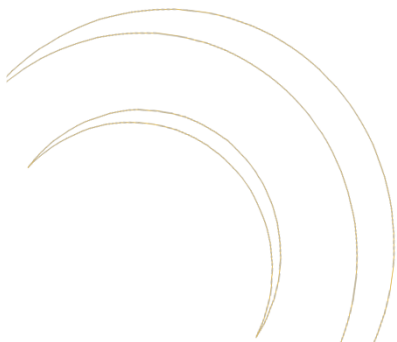
## UTES instaladas

Usina	Potência contratada (MW)	Início do contrato	Duração (meses)	Término do contrato	Possibilidade de prorrogação?	Término da Prorrogação
Floresta	40	out/16	18	abr/18	Sim	out/19
Distrito Soenergy	20	jun/17	21	mar/19	Sim	dez/20
Distrito Oliveira	20	out/16	18	abr/18	Sim	out/19
Monte Cristo	97,1	mai/17	21	fev/19	Sim	nov/20
Novo Paraíso	12	jun/17	21	mar/19	Sim	dez/20
<b>TOTAL</b>	<b>189,1</b>					

Fonte: MME

# GT Roraima

- **Fev/2017:** criado pelo CMSE
- **Participantes:** MME, EPE, ONS, ANEEL e CCEE
- **Objetivo:** avaliar as condições de atendimento a Roraima, identificar e analisar alternativas de soluções que possibilitem aumentar a confiabilidade no atendimento às cargas do estado.





# GT Roraima

## Subgrupos:

I – Medidas de curto prazo - SEP

II – Geração distribuída e ações de eficiência

III – Sistema de armazenamento

IV – Soluções de médio e longo prazo: antes e após a interligação ao SIN

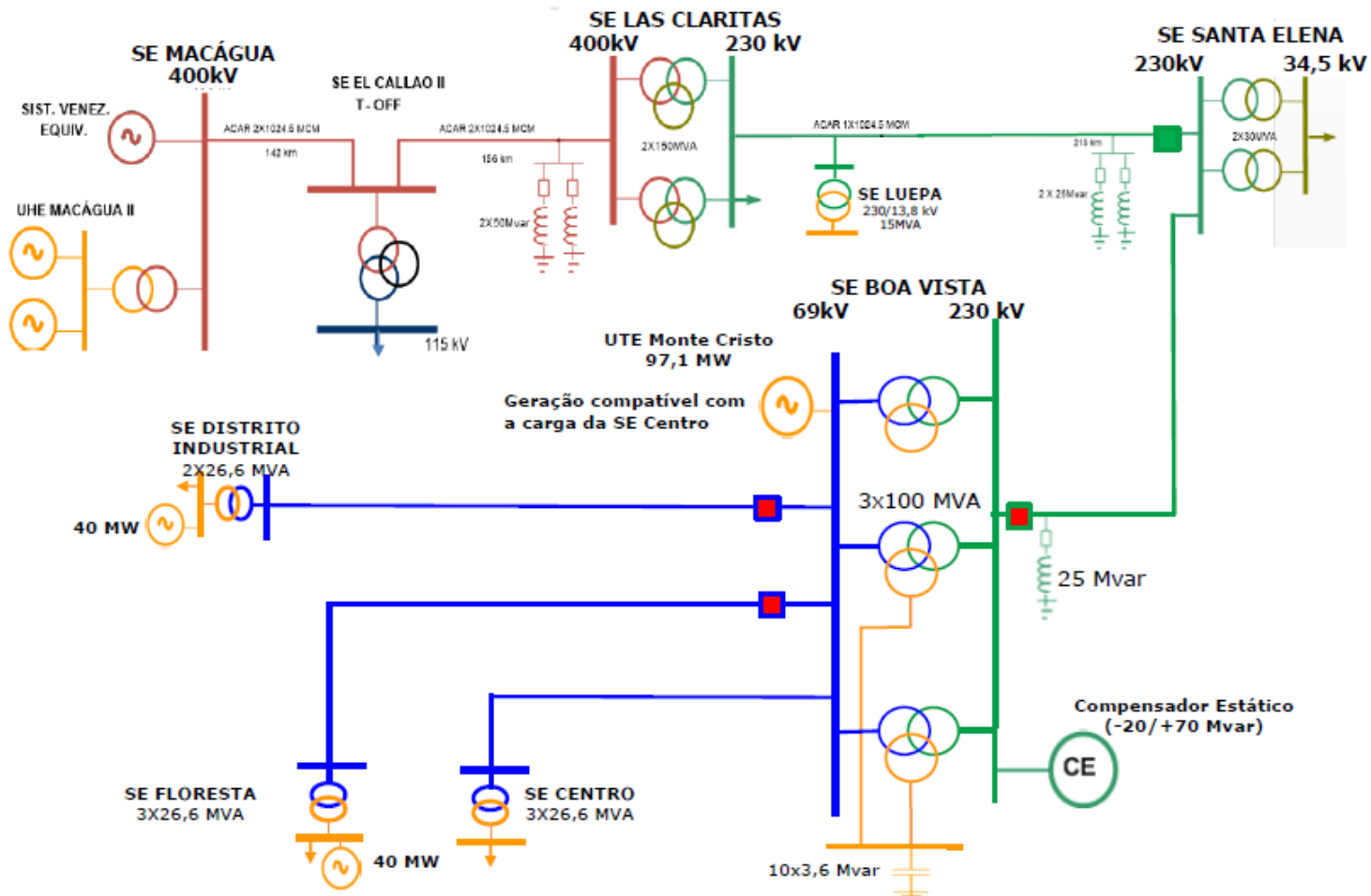
# GT Roraima

## Subgrupo I: Medidas de curto prazo – SEP

- SEP de ilhamento das cargas da SE Centro: implantado e testado em campo.
- Efetivo para aberturas tripolares do trecho Boa Vista – Santa Elena.
- Restrições: não recomendável para evitar blecautes nas aberturas tripolares.

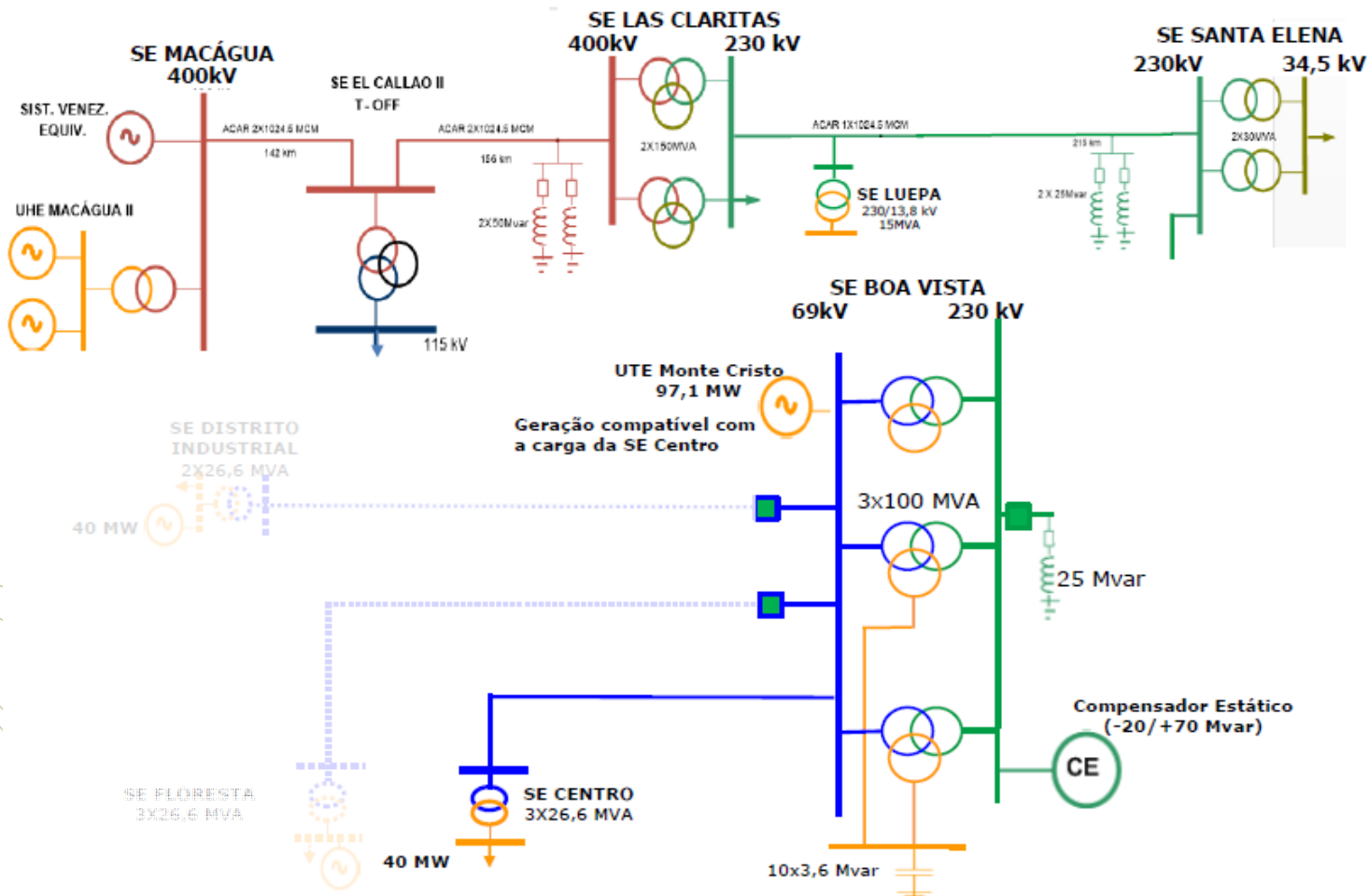
# GT Roraima

## Subgrupo I: Medidas de curto prazo – SEP



# GT Roraima

## Subgrupo I: Medidas de curto prazo – SEP



# GT Roraima

## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética

- Substituição de lâmpadas, ar-condicionado, iluminação pública.
- Verificada viabilidade econômica.
- Possibilidade de sub-rogação da CCC: necessárias adequações na legislação.
- Aneel: Consulta Pública nº 007/2018 -> Obter subsídios sobre o conceito de Leilão de Eficiência Energética e o conjunto de metodologias e premissas utilizado na Análise de Impacto Regulatório de projeto piloto a ser realizado em Roraima (até 16/06/18)

# GT Roraima

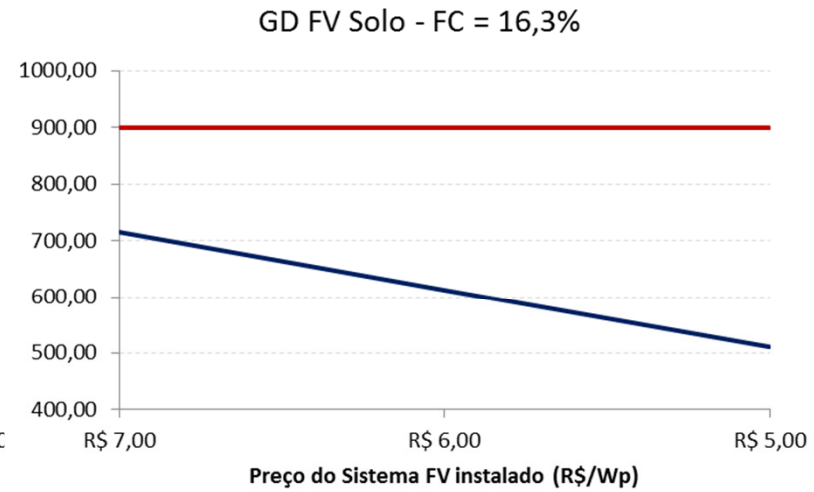
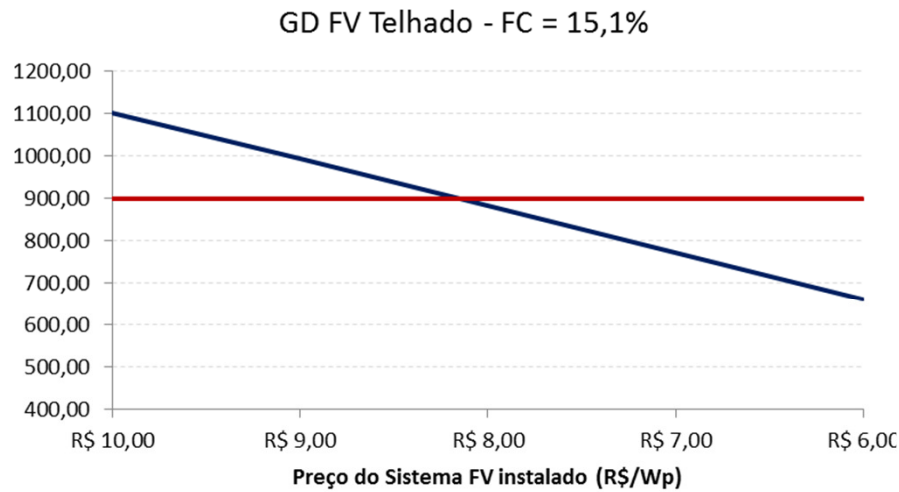
## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética

### ➤ Aneel: Consulta Pública nº 007/2018

- Proposta de um leilão de eficiência energética, ou um “leilão de geração de energia às avessas”, através de um projeto piloto em Roraima, de 4MW médios anuais, por cinco anos.
- O leilão permite que diferentes atores: ESCOs (*Energy Services Company*), fornecedores de equipamentos, varejistas, instaladores de geração solar, entre outros; compitam entre si pelo menor preço, baseados em diferentes carteiras de projetos (troca de lâmpadas, geladeiras ou condicionadores de ar, instalação de geração distribuída, modernização de iluminação pública, mudança de comportamento).
- Possibilidade de realização do leilão em dezembro/2018.

# GT Roraima

## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética



— Custo Nivelado GD FV Telhado (R\$/MWh)  
— Custo Variável Termelétrica (R\$/MWh)

— Custo Nivelado GD FV Solo (R\$/MWh)  
— Custo Variável Termelétrica (R\$/MWh)

# GT Roraima

## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética

Substituição de lâmpadas e condicionadores de ar ineficientes por lâmpadas Led e condicionadores de ar eficientes no setor residencial e comercial de pequeno porte

### Residencial

	Residência 1			Residência 2		
	Payback (anos)	Investimento R\$	% Redução do Consumo	Payback (anos)	Investimento R\$	% Redução do Consumo
<b>Opção 1</b>						
Sistema existente: Idade do equipamento: 01 ano Potência 7.000 Btu Selo B e 10.000 Btu Selo C. Considerado a potência nominal média de 7.000 a 7.500 btus						
<b>Resultado (tarifa)</b>	7,2	952	13%	8,0	852	14%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	3,1	952	13%	3,5	852	14%
<b>Opção 2</b>						
Sistema Existente: Idade do equipamento: 7 anos (metade da vida útil, 15 anos) Média das potências de 7.000 até 7.500 Btus e média do Selo A ao C Potencia de 10.000 e média do Selo A, B e E						
<b>Resultado (tarifa)</b>	6,6	952	14%	7,8	852	14%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	2,9	952	14%	3,4	852	14%
<b>Opção 3</b>						
Sistema Existente: Parque Instalado com Idade Média de 7 anos (metade da vida útil = 15 anos) Média das potências de 7.000 até 7.500 Btus e média do Selo B						
<b>Resultado (tarifa)</b>	7,2	952	13%	7,1	852	15%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	3,1	952	13%	3,1	852	15%



# GT Roraima

## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética

Substituição de lâmpadas e condicionadores de ar ineficientes por lâmpadas Led e condicionadores de ar eficientes no setor residencial e comercial de pequeno porte

### Comercial

	Comercial 1			Comercial 2		
	Payback (anos)	Investimento R\$	% Redução do Consumo	Payback (anos)	Investimento R\$	% Redução do Consumo
<b>Opção 1</b>						
Sistema existente: Idade do equipamento: 01 ano Potência 7.000 Btu Selo B e 10.000 Btu Selo C. Considerado a potência nominal média de 7.000 a 7.500 btus						
<b>Resultado (tarifa)</b>	5,4	952	17%	5,7	852	18%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	2,4	952	17%	2,5	852	18%
<b>Opção 2</b>						
Sistema Existente: Idade do equipamento: 7 anos (metade da vida útil, 15 anos) Média das potências de 7.000 até 7.500 Btus e média do Selo A ao C Potencia de 10.000 e média do Selo A, B e E						
<b>Resultado (tarifa)</b>	5,1	952	17%	5,6	852	18%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	2,2	952	17%	2,4	852	18%
<b>Opção 3</b>						
Sistema Existente: Parque Instalado com Idade Média de 7 anos (metade da vida útil = 15 anos) Média das potências de 7.000 até 7.500 Btus e média do Selo B						
<b>Resultado (tarifa)</b>	5,4	952	17%	5,2	852	20%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	2,4	952	17%	2,3	852	20%

# GT Roraima

## Subgrupo II – Geração distribuída e ações de eficiência energética

### Projeto de Iluminação Pública de LED

		Redução	Redução	Investimento	% redução
Iluminação Pública - Boa Vista/RR	Payback (anos)	Potência kW	Consumo MWh/ano	R\$	do Consumo
<b>Resultado (tarifa)</b>	<b>17</b>	1.823	7.782	29.858.241	38%
<b>Resultado (custo de geração)</b>	<b>4</b>	1.823	7.782	29.858.241	38%

# GT Roraima

## Subgrupo III: Sistema de Armazenamento

- 70 MW / @ 35 MWh na SE Centro
- Atuação com SEP
- Compensação da geração intermitente
- Auxílio no atendimento à ponta: reduz necessidade de expansão de UTEs a diesel

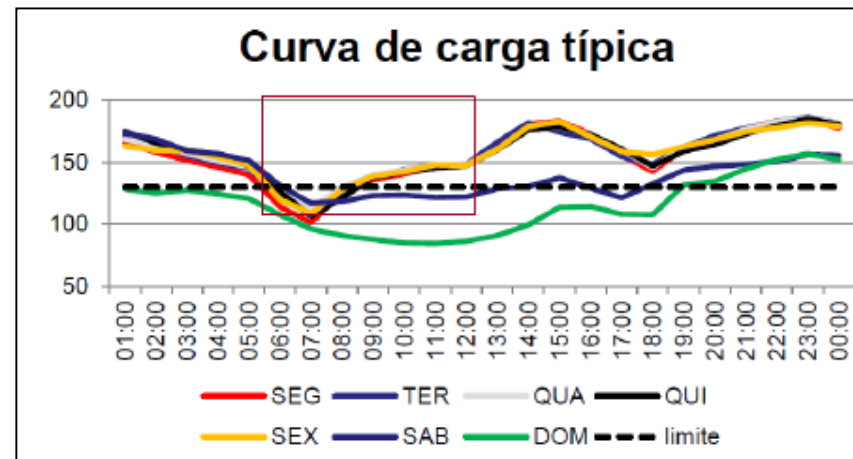


Fonte: AES

# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

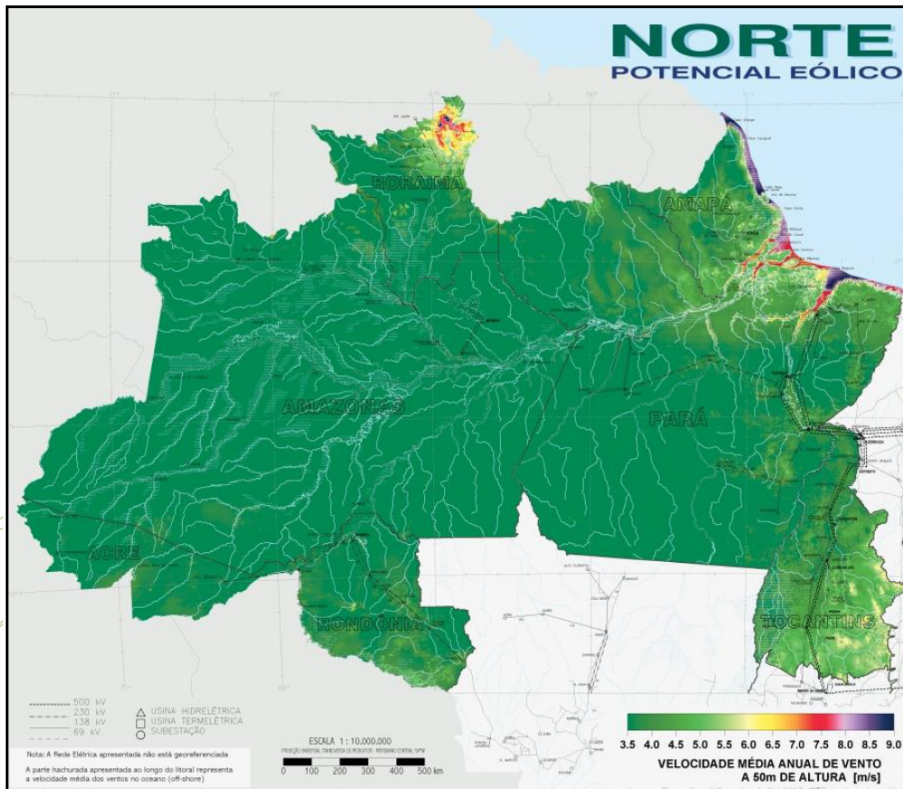
- Identificação de potenciais
- Perfil de consumo
- Projeções de mercado
- Integração de renováveis
- Simulações econômico-energéticas
- Decisão sob incerteza: Venezuela, Interligação, Fontes, dentre outras.



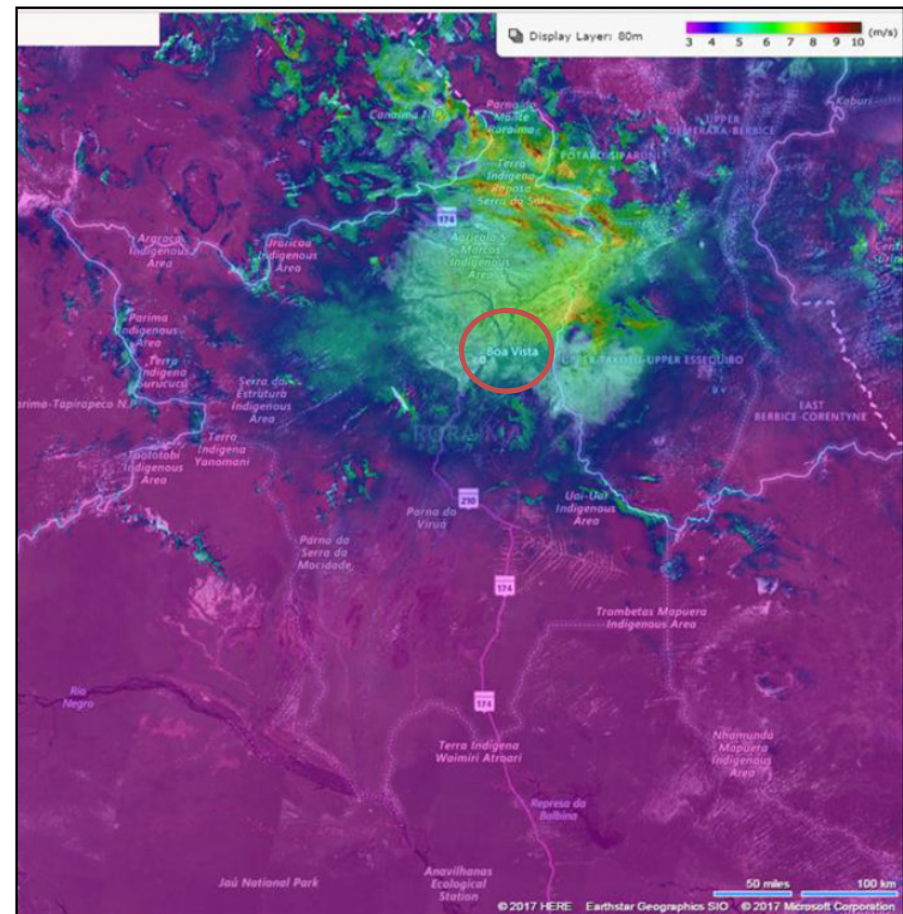
# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

### Eólico



Fonte: Atlas do potencial eólico brasileiro

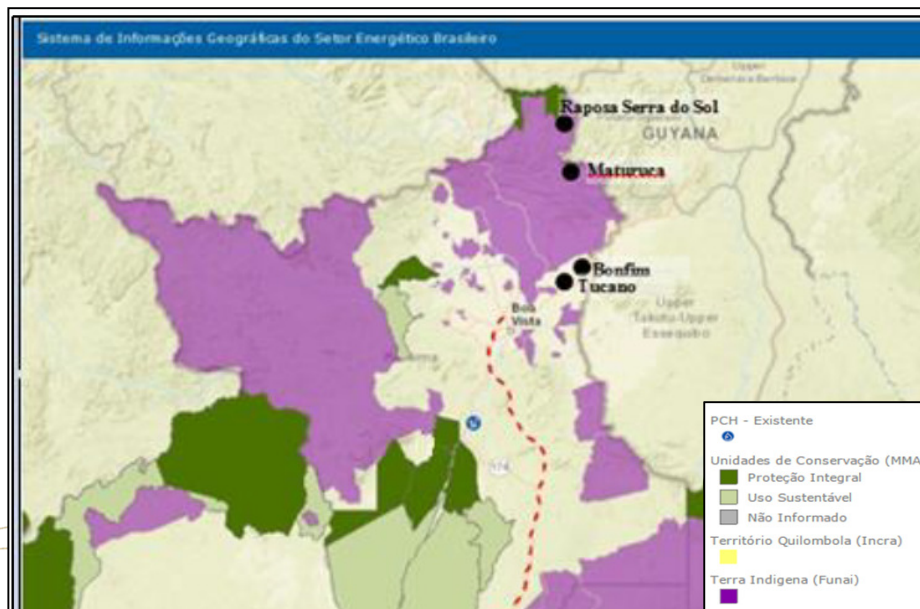


Fonte: Windnavigator

# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

### Eólico



Latitude	Longitude	Observação	Terra indígena?	Velocidade média	Weillbull A	weibull k	Densidade de Potência(W/m <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Densidade do ar (kg/m <sup>3</sup> )
3,243	-60,14981	Tucano	Não	7,68	8,67	2	492	244,1	1,137
3,36117	-59,83658	Bonfim	Não	7,16	8,08	2,08	388	86,5	1,151
4,45467	-60,10207	Maturuca	Sim	6,41	7,2	2,85	212	464,7	1,107
4,84005	-60,1499	(Raposa Serra do Sol)	Sim	10,67	12,03	2,53	978	1397,2	1,029

Fontes: Windnavigator e WebMap Epe

### Medições anemométricas

#### - Projeto Cruviana:

TI Raposa-Serra do Sol:  
Maturuca, Pedra Branca e Tamanduá

#### - IACTI: Bonfim e Normandia

# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

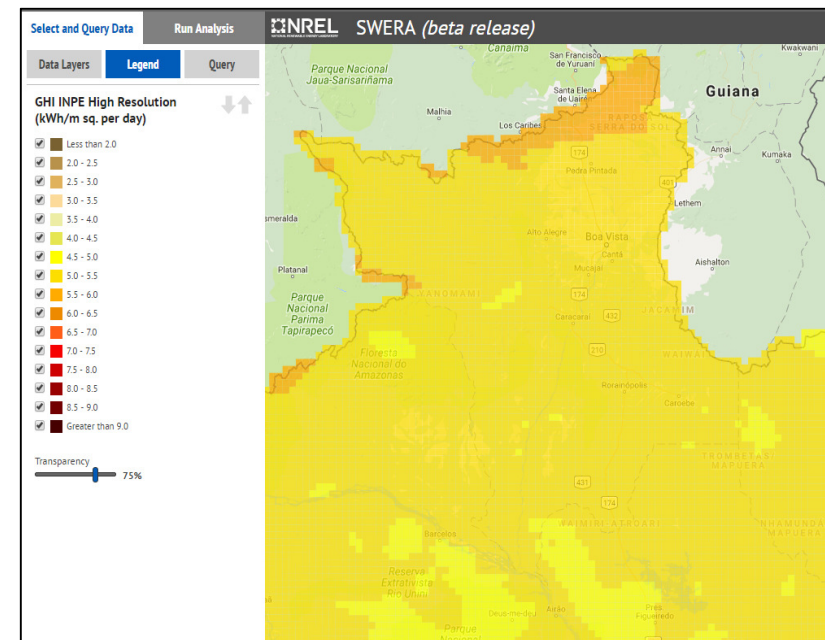
### Solar

GHI média: 5,1 kWh/m<sup>2</sup>.dia

400 a 600 kWp/ha

Geração diurna x Carga noturna

75% a 90% da produtividade das UFVs na Bahia.



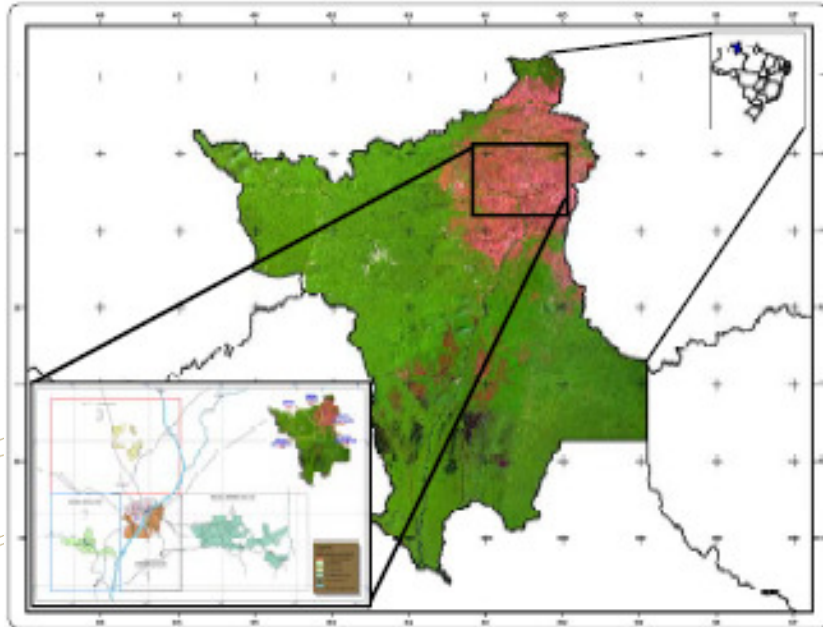
Variável	Fixo	Rastreamento 1 eixo
Produtividade Boa Vista	1.425-1.600 kWh/kWp	1.760-2.000 kWh/kWp

Fonte: Simulações EPE a partir de dados do SWERA, Meteonorm e NASA

# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

### Biomassa e Biodiesel



#### **Palma:**

Leilão 2010: 9,8 MW em São João da Baliza

40 mil hectares plantados

ZAE-Dendê (Decreto nº 7.172/2010): 187 mil ha

#### **Acácia:**

26,5 mil ha (Projeto Ouro Verde)



# GT Roraima

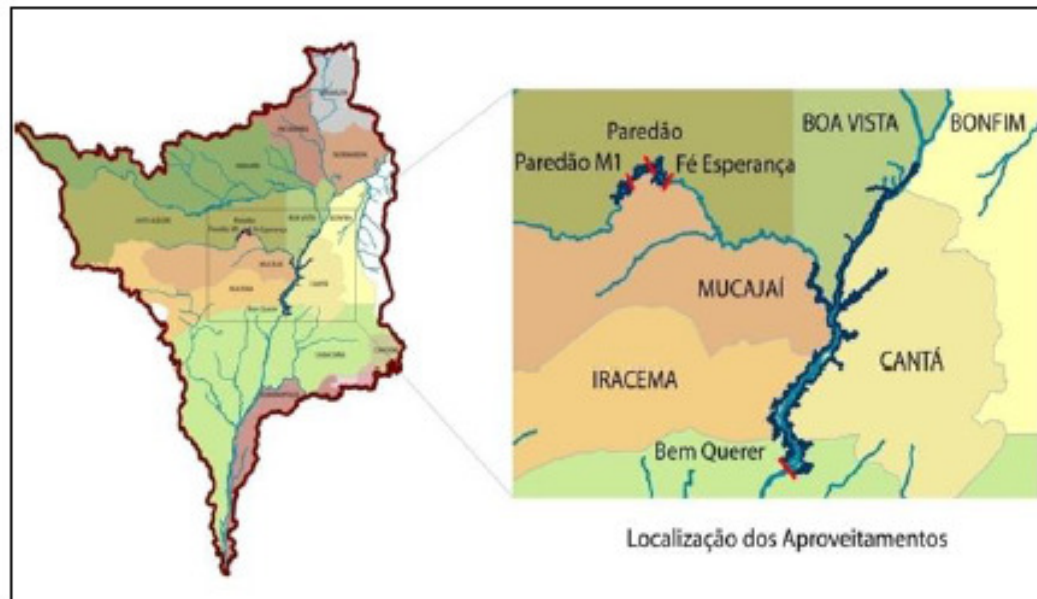
## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

### Hidrelétricas

Aproveitamento	Pot. Instalada (MW)	Área do reservatório (km <sup>2</sup> )	Interferência Ambiental
Bem Querer	708	559	-
Paredão M1	70	24	Afeta FLONA
Paredão A	199	17	Afeta FLONA
Fé e Esperança	72	25	Afeta FLONA

**Segundo o EVTE:  
650 MW e 553 km<sup>2</sup>**

Fonte: Estudos de Inventário da Bacia do Rio Branco



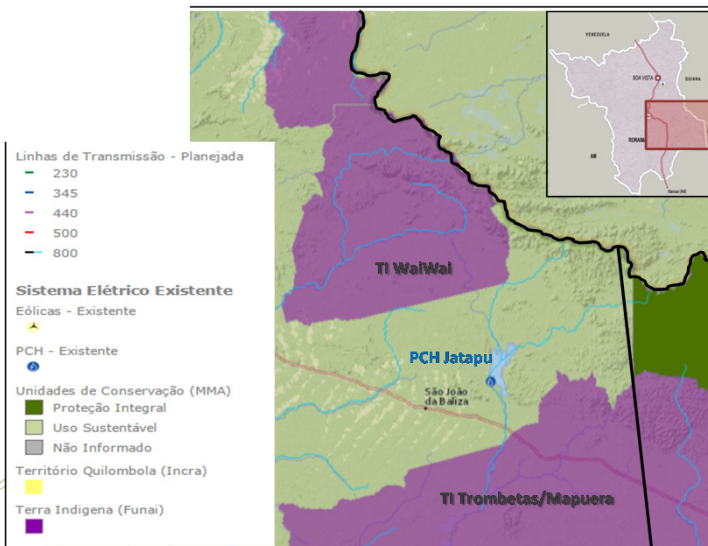
Aproveitamento	Pot. Instalada (MW)	Interferência Ambiental
CGH Andorinha	1	TI Raposa Serra do Sol
CGH Surumu	1	TI São Marcos
Katuema	350	TI Mapuera
Onça	150	TI Mapuera
Jatapu	5	Em operação (fica entre TI Trombetas/Mapuera e TI Wai Wai)

**10MW a partir de 2018**

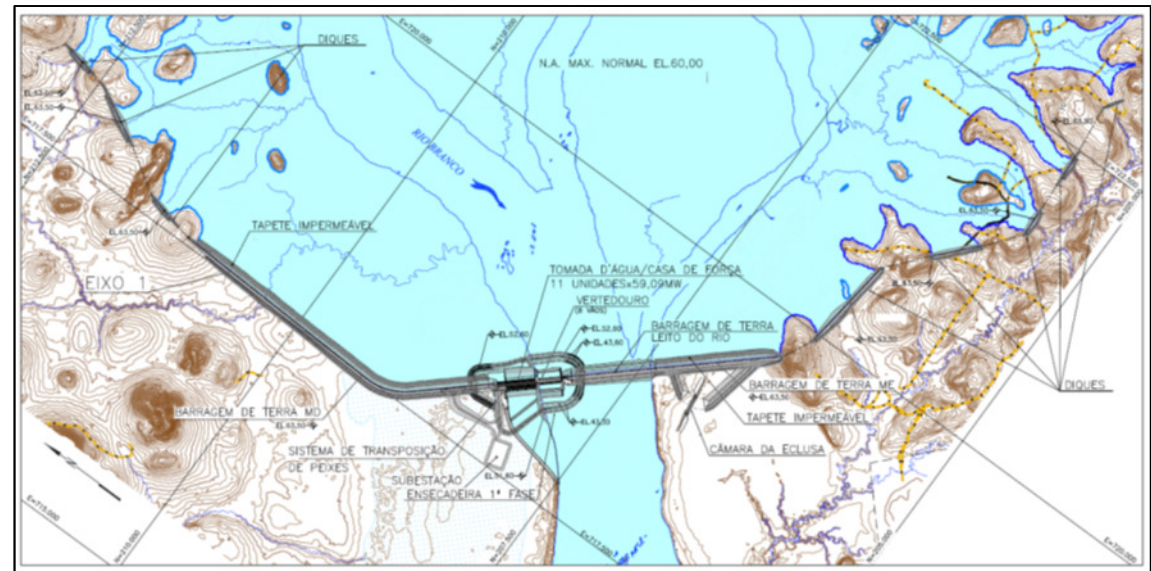
# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

### Hidrelétricas



PCH Jatapú (em operação)



UHE Bem Querer

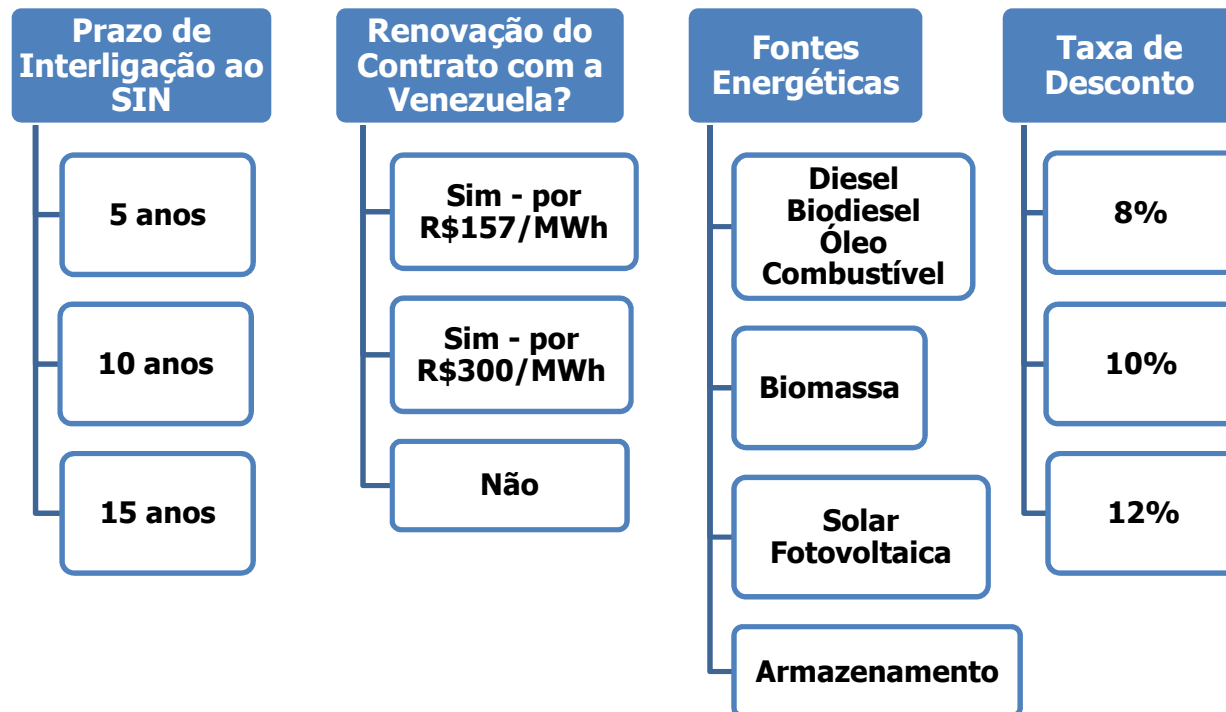
# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

Estudo para contratação de energia e potência associada no sistema de Boa Vista

Avaliação para ano de referência (2021) e Avaliação plurianual (modelo EPE)

Decisão sob incerteza:



# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

- Avaliação para ano de referência -> Simulações Homer: 81 cenários

Carga prevista para 2021 = 276MW

Diesel e Biodiesel: 180 a 280 MW (o preço do combustível diferencia os casos)

Óleo combustível: 20, 40 ou 60MW

Biomassa: 40MW

UFV: 30MWp, 60MWp ou 90MWp

Baterias (íon-lítio de 500W/2kWh):  
1MW/4MWh,  
2MW/8MWh ou  
4MW/16MWh

	PV (kW)	Dies (kW)	OL1 (kW)	BIO (kW)	24M	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)
	30000	220000	20000	40000		24000	130000	\$ 405,160,000	750,202,752	\$ 6,826,504,704	0.489
		220000	20000	40000			130000	\$ 250,000,000	763,390,464	\$ 6,835,580,928	0.489
	30000	220000	20000	40000	2000	24000	130000	\$ 417,160,000	750,284,480	\$ 6,839,204,352	0.490
	30000	240000		40000		24000	130000	\$ 355,160,000	758,114,048	\$ 6,844,220,928	0.490
		240000		40000			130000	\$ 200,000,000	777,683,520	\$ 6,856,565,248	0.491
	30000	240000		40000	2000	24000	130000	\$ 367,160,000	758,195,072	\$ 6,856,914,432	0.491
		220000	20000	40000	2000	24000	130000	\$ 282,160,000	770,455,680	\$ 6,876,858,880	0.492
		240000		40000	2000	24000	130000	\$ 232,160,000	778,747,968	\$ 6,897,836,544	0.494
	90000	240000	40000			72000	130000	\$ 565,480,000	818,255,232	\$ 7,569,318,400	0.542
	90000	240000	40000		2000	72000	130000	\$ 577,480,000	818,321,280	\$ 7,581,883,904	0.543
	90000	280000				72000	130000	\$ 465,480,000	835,373,440	\$ 7,615,841,280	0.545
	90000	280000			2000	72000	130000	\$ 477,480,000	835,437,504	\$ 7,628,389,376	0.546
		240000	40000				130000	\$ 100,000,000	882,108,544	\$ 7,850,388,992	0.548
		240000	40000		2000	24000	130000	\$ 132,160,000	883,178,368	\$ 7,891,706,368	0.551
		280000					130000	\$ 0	900,941,696	\$ 7,711,591,424	0.552
		280000			2000	24000	130000	\$ 32,160,000	902,012,224	\$ 7,752,914,432	0.555

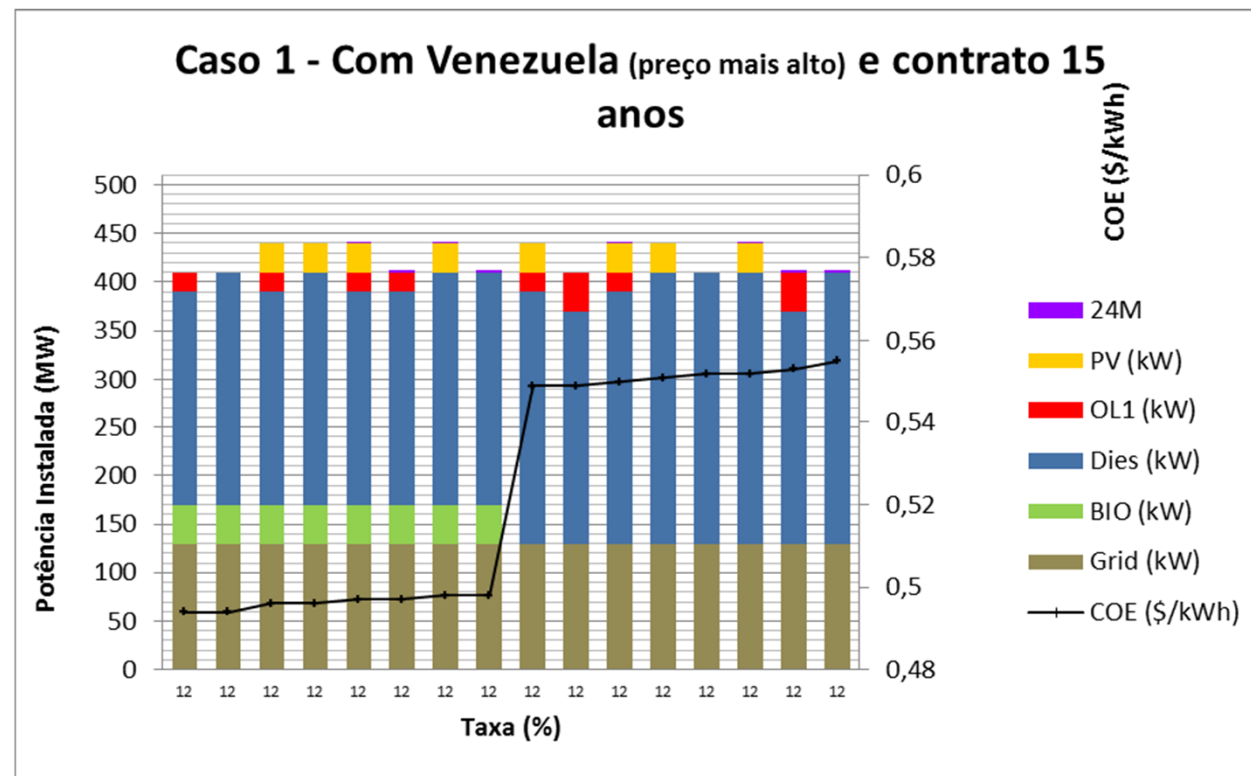
Figura 6 – Exemplo de resultado de simulação obtido pelo HOMER – Venezuela a R\$300/MWh, interligação ao SIN em 15 anos, diesel a R\$2,51/litro e taxa de desconto de 8%.

# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

➤ Avaliação para ano de referência -> 81 cenários / alternativas

Exemplo:



# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

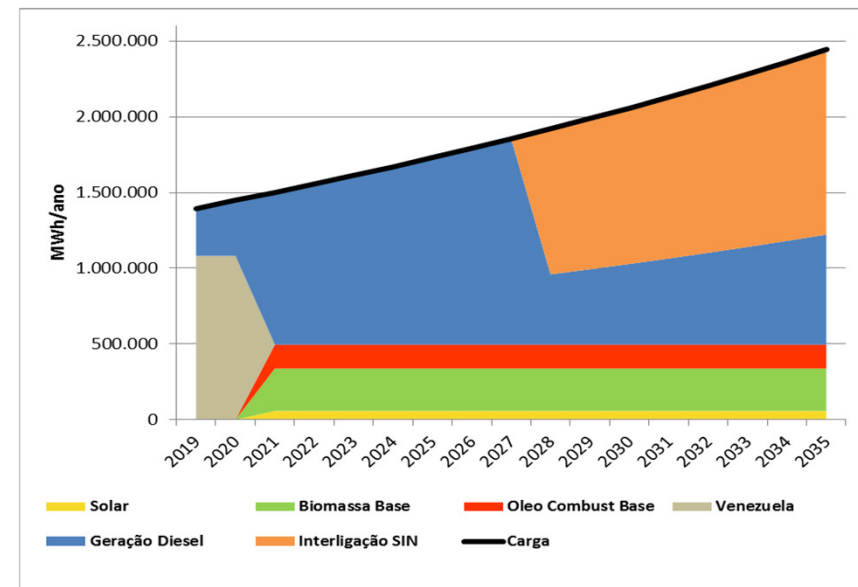
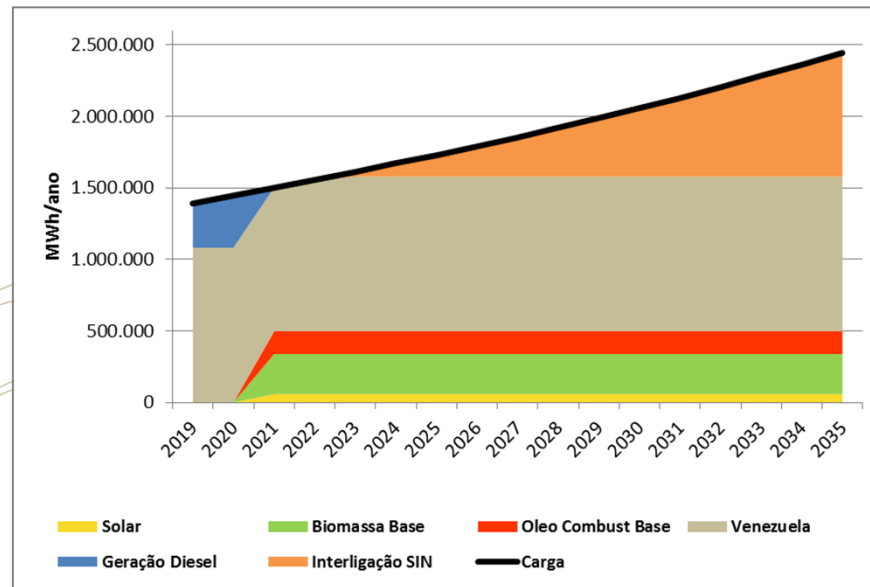
- Avaliação para ano de referência – Algumas conclusões
  - Biomassa figura entre cenários de menor COE
  - Taxa de desconto: causa pouca diferença no COE. Taxas menores favorecem fontes com maior custo de investimento
  - Contrato Venezuela: impacto no mix geração
  - UFV: sem Venezuela, participação pode ser maior do que o estudado. Redutor do consumo de combustíveis fósseis.
  - Óleo combustível: depende preço diesel e da manutenção contrato Venezuela.
  - Bateria: pouca atratividade econômica, não aparecendo como opção de menor custo nos diversos cenários.



# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

- Avaliação plurianual
- Variáveis: Interligação SIN e Prazo contratual da geração
- Função objetivo: reduzir LCOE e “custo de arrependimento”



# GT Roraima

## Subgrupo IV: Soluções de médio e longo prazo

- Pontos de conexão:
  - Capacidade de escoamento
  - Montantes mínimos em cada região

Área	Subestação
Capital	Boa Vista
	Distrito
	Floresta
Interior Sul	Caracarái
	Novo Paraíso
	Mucajaí
	Rorainópolis
Interior Norte	Bonfim
	Normandia
	Sucuba





# GT Roraima

## Em andamento / Próximos passos

- Consulta Pública ANEEL – Proposta de Leilão de Eficiência Energética;
- Definição de diretrizes para leilão de geração:
  - Produtos, fontes, prazos, etc.
- Armazenamento:
  - Detalhamento do desempenho dos sistemas de controle e os modos de operação do sistema de armazenamento na rede de Roraima
  - Definir forma de contratação
- Solução estrutural: interligação ao SIN (Quando?)

# Interligação de Roraima ao SIN

# Histórico



1994

Entendimentos Bilaterais entre Brasil e Venezuela para compra pelo Brasil de energia elétrica Venezuelana

1997

Assinatura de contrato de suprimento de energia elétrica da Venezuela para o Brasil (200 MW)

2001

Iniciada a operação do sistema de transmissão da interligação Brasil/Venezuela

2010

Redução do montante de energia exportada para o Brasil – Instalação de Geração Térmica em Boa Vista (60 MW)

2010

Elaboração do Relatório EPE-DEE-RE-047/2010-r0 – “ESTUDO DA INTERLIGAÇÃO BOA VISTA – MANAUS”

2011

Licitação das obras recomendadas no Relatório EPE-DEE-RE-047/2010

# Histórico



2013

Elaboração da Nota Técnica EPE-DEE-NT-055/2013-rev0 – “Indicação dos montantes mínimos de geração térmica necessários para o suprimento à Roraima no período que antecede a interligação de Boa Vista ao Sistema Interligado Nacional”

2015

Data prevista inicialmente para a entrada em operação das obras recomendadas no Relatório EPE-DEE-RE-047/2010 – Interligação Boa Vista - Manaus

2016

Elaboração da Nota Técnica EPE-DEE-NT- 049/2016-rev0 – “Indicação dos montantes mínimos de geração térmica necessários para o suprimento à Roraima no período que antecede a interligação de Boa Vista ao Sistema Interligado Nacional (2016-2021)”

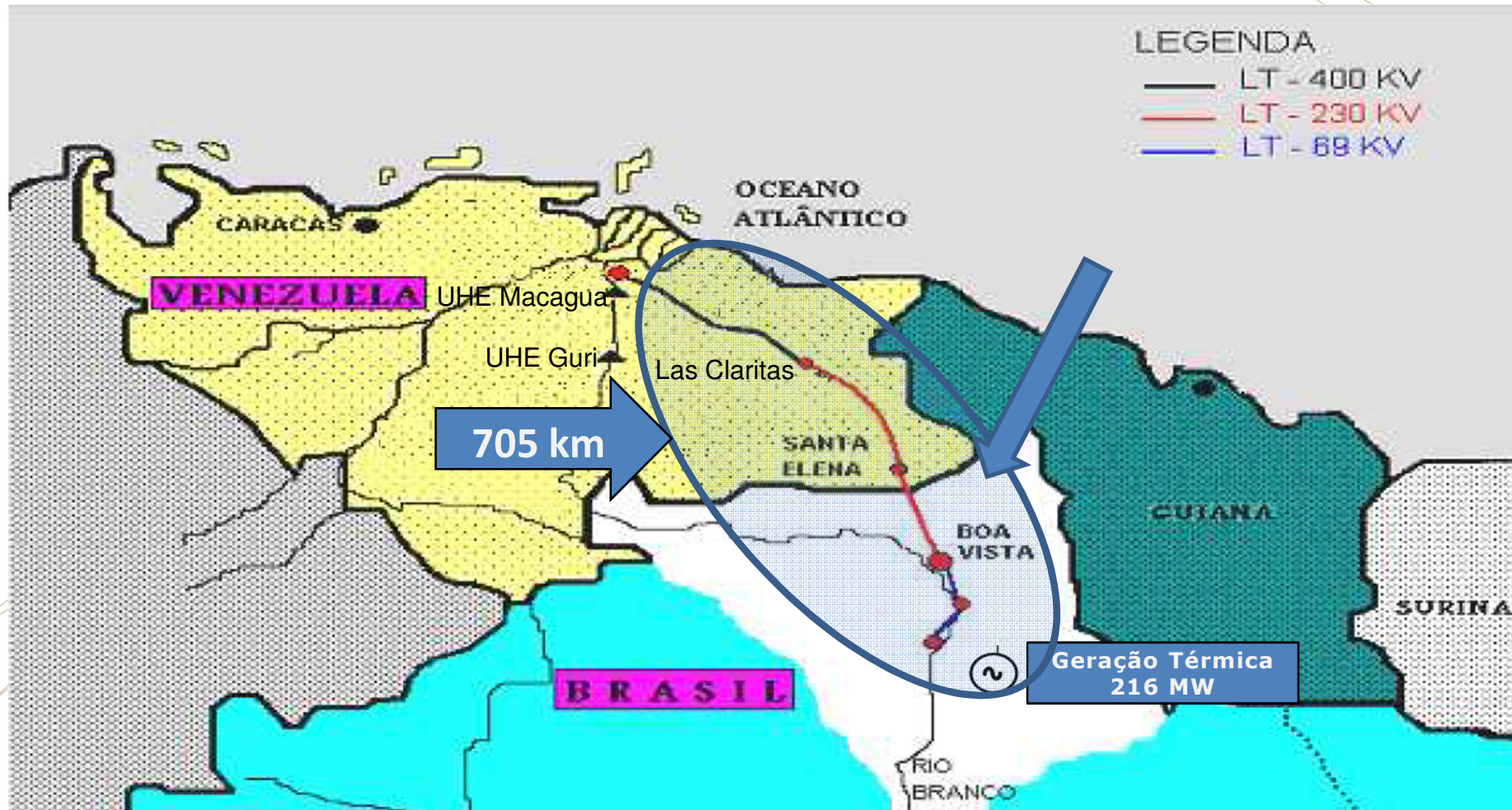
2018

Estudos para leilões: contratação de potência e energia para o estado de Roraima, face à indefinição quanto a data da entrada em operação da Interligação Boa Vista - Manaus

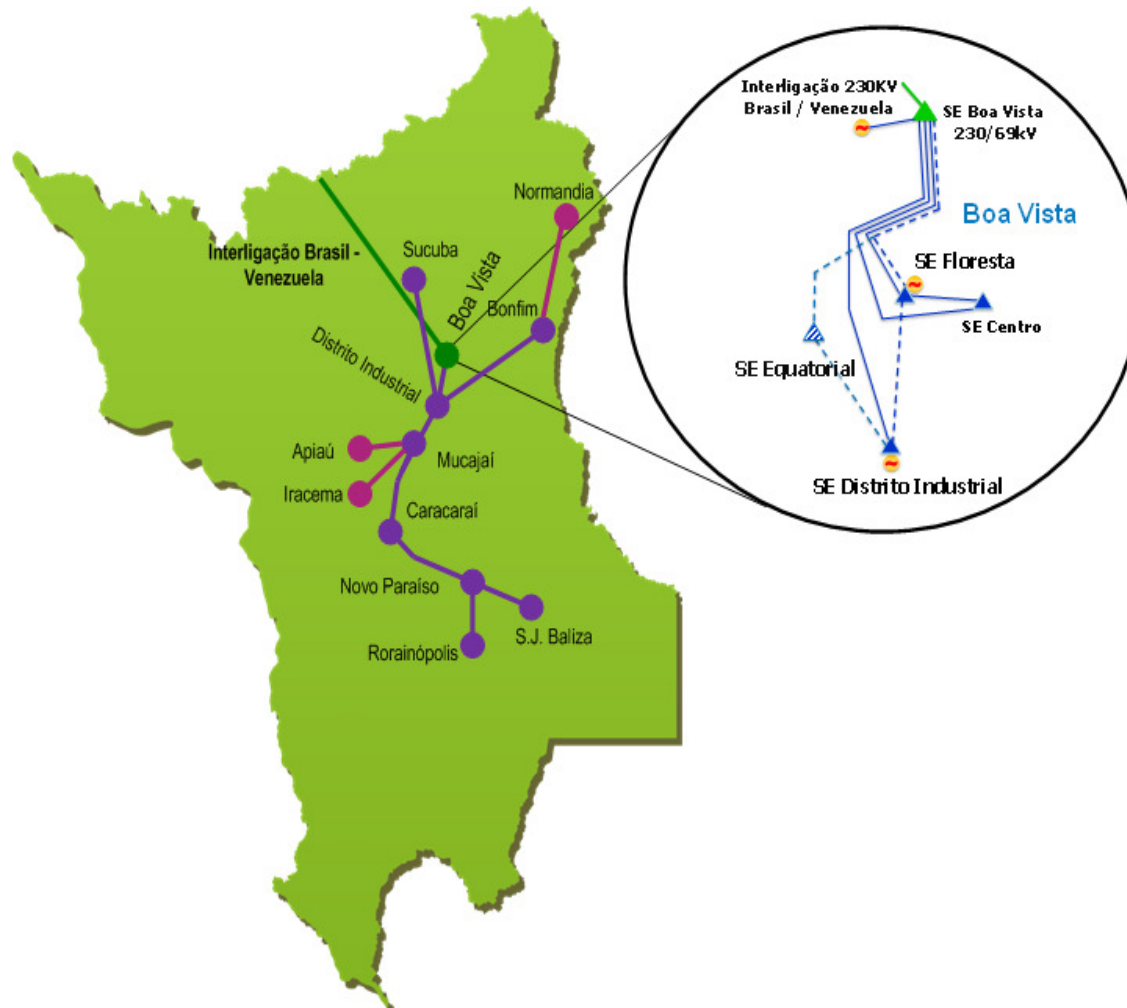
2021

Previsão de término do contrato de suprimento de energia elétrica da Venezuela para o Brasil

# Configuração Atual



# Configuração Atual

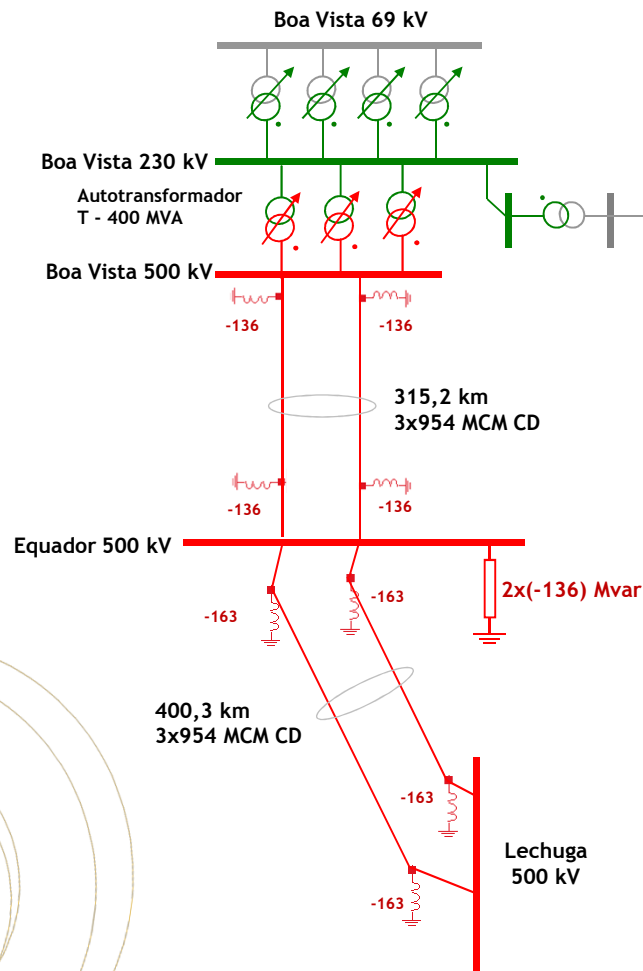


# Interligação Boa Vista - Manaus



# Interligação Boa Vista - Manaus

## Configuração Final



## Vantagens:

- ✓ Menor necessidade de desmatamento
- ✓ Paralelismo com a BR-174
- ✓ Menor necessidade de abertura de acessos
- ✓ Menor quantidade de linhas e subestações
- ✓ Maior viabilidade técnica, econômica e ambiental

## Desvantagens:

- ✓ Atravessa TI Waimiri Atroari



# Conclusões Finais

# Conclusões finais

- **UHE Bem Querer:**
  - Geração local, reduzindo custo total de atendimento, não só em RR: benefício também para Manaus e SIN.
  - Grande capacidade instalada, no final de rede: contribui para estabilidade do sistema.
  - UHE na margem esquerda: geração complementar (sazonal) com o SIN.
  - Reservatório e eclusa permitirão navegação até Boa Vista o ano todo (até Caracaraí já é possível)



# Conclusões finais

- **Linha de transmissão e novas fontes:**
  - Segurança eletro-energética
  - Menor dependência externa
  - Menor custo de atendimento
  - Custo LT: R\$ 1,87 bilhões\*
  - Custo de geração atual (reembolso CCC 2017 - RR): R\$ 943 milhões/ano

\* SGET/ANEEL, 2017  
Contrato de concessão (2012): R\$1,06 bilhão

# OBRIGADO

***Gustavo Ponte***

*Consultor Técnico*

Diretoria de Estudos de Energia Elétrica (DEE)

Superintendência de Projetos da Geração (SEG)

*[gustavo.ponte@epe.gov.br](mailto:gustavo.ponte@epe.gov.br)*

*(21) 3512-3370*



**Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro**

***<http://www.epe.gov.br/>***

**Twitter: @EPE\_Brasil**  
**Facebook: EPE.Brasil**

