

# SEMINÁRIO: MERCADO LIVRE, ENERGIA FOTOVOLTAICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Alvaro Diaz Marques • 24/04/2018



# PRODUTOS SENAI: CASES E PRODUTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

## AGENDA

---

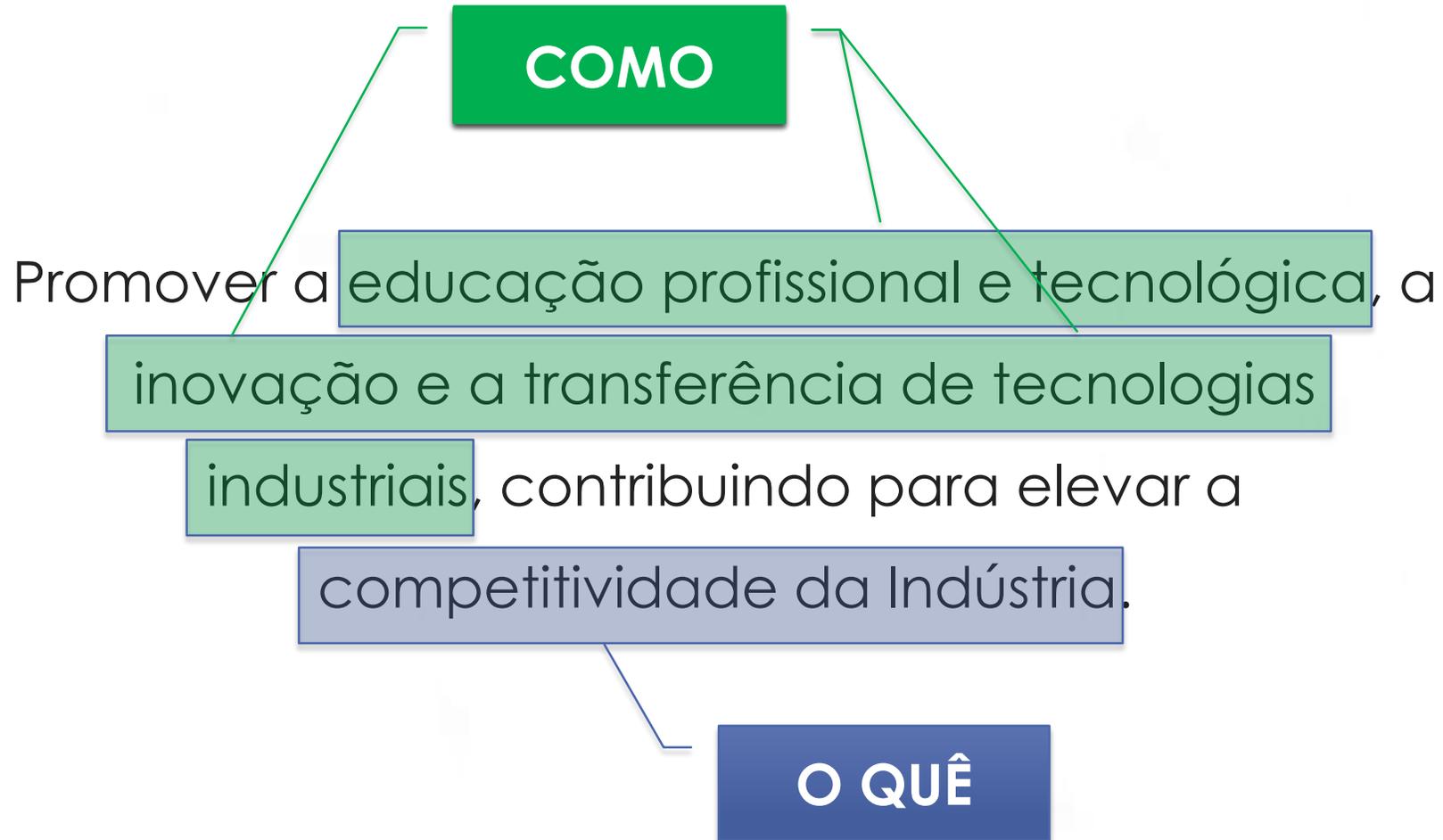
- ▶ O SENAI
- ▶ Equipe
- ▶ Energia
- ▶ Cases de Eficiência Energética
- ▶ Institutos SENAI de Tecnologia e Institutos SENAI de Inovação

## O SENAI

---

- ▶ MISSÃO
- ▶ EQUIPE
- ▶ Portfólio de serviços

## Missão do SENAI ES



## EQUIPE ATUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



### Eng. Alexandre Secolo Morgan

- Mestre em Engenharia de Produção – ITA
- Pós Graduado em Gestão de Projetos - FGV
- Engenheiro Metalúrgico
- Químico
- Especialista em Eficiência Energética / CETEC-AF, SENAI-ES (amorgan@senai-es.org.br)
- Especialidade : *Energy Manager (TÜV), Eficiência Energética,*



### Eng. Wendell Soares Pacheco

- Mestre em Engenharia de Produção – ITA
- Pós Graduado em Segurança do Trabalho
- Engenheiro Eletricista
- Especialista em Eficiência Energética / CETEC-AF, SENAI-ES (wpacheco@senai-es.org.br)
- Especialidade : *Energy Manager (TÜV), Eficiência Energética,*

## Quadro atual de consultores do SENAI

- ▶ Total atual: 19
- ▶ Novos em 2018: 10
- ▶ Áreas de atuação:
  - ▶ Eficiência Energética
  - ▶ Meio Ambiente
  - ▶ Vestuário
  - ▶ Alimentos e Bebida
  - ▶ Produtividade

## Portfolio geral de serviços

- Consultorias Tecnológicas
- Ensaio Metrológicos
- Serviços Técnicos Especializados
- Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

- ✓ Alimentos e Bebidas
- ✓ Produtividade
- ✓ Eficiência Energética
- ✓ Meio Ambiente e Segurança
- ✓ Eficiência Operacional
- ✓ Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos
- ✓ Construção Civil
- ✓ Moda e Vestuário

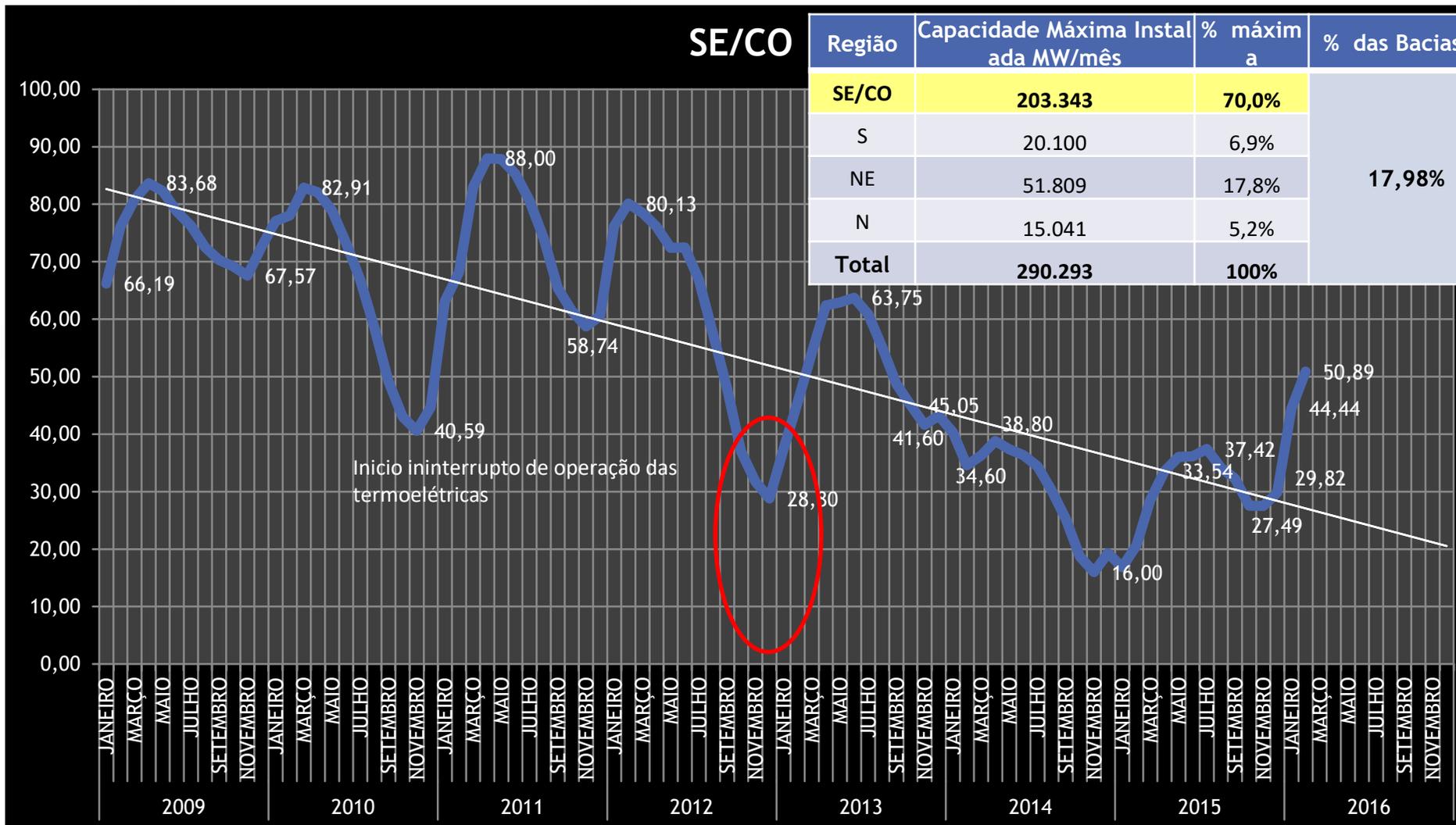
## ENERGIA

---

- ▶ RESERVATÓRIOS DAS HIDROELÉTRICAS
- ▶ USO DA ENERGIA NO BRASIL
- ▶ MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA
- ▶ CONSUMO POR SETOR

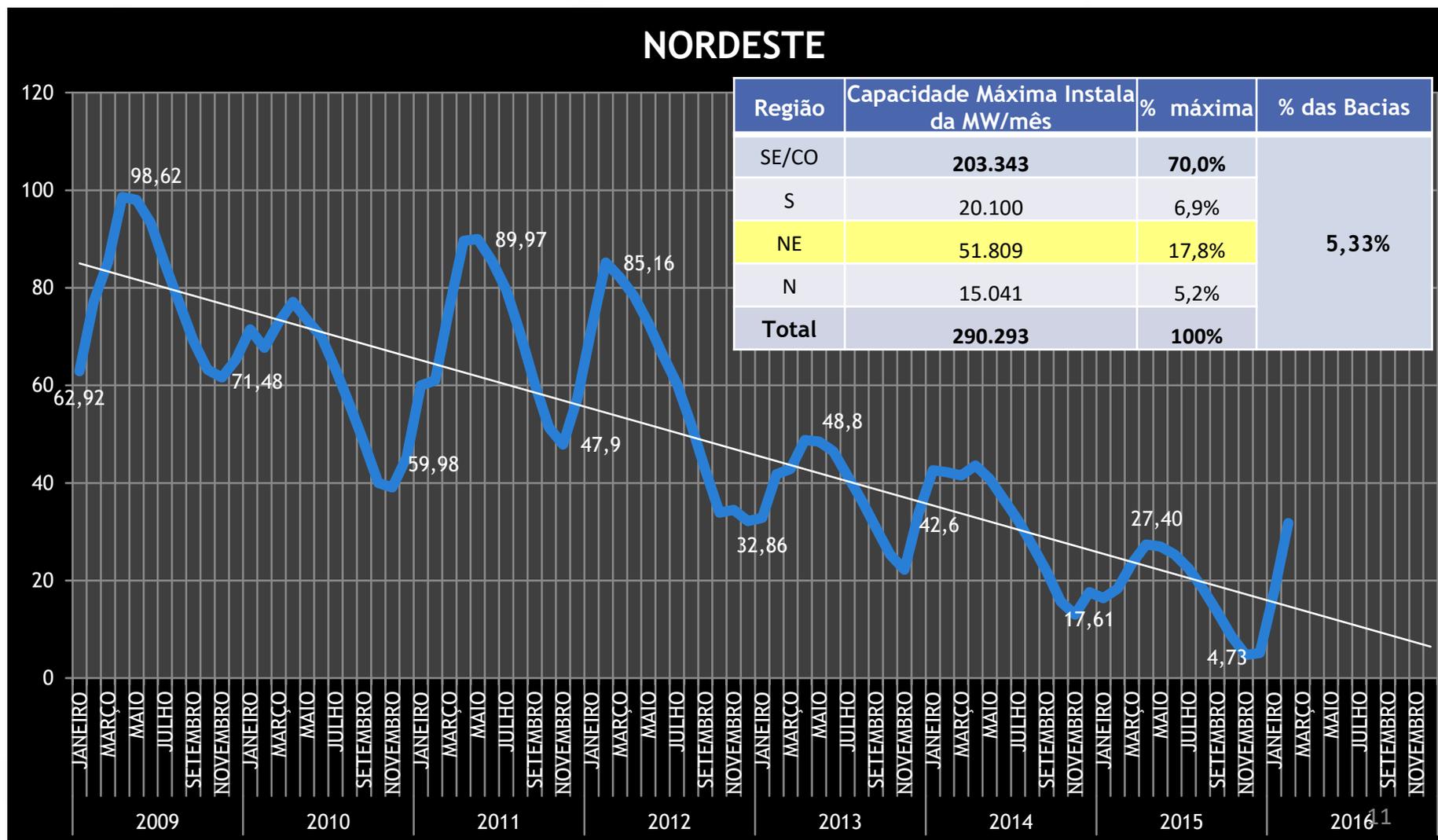
## Volume dos reservatórios – SE/CO

Fonte ONS: 08/11/17

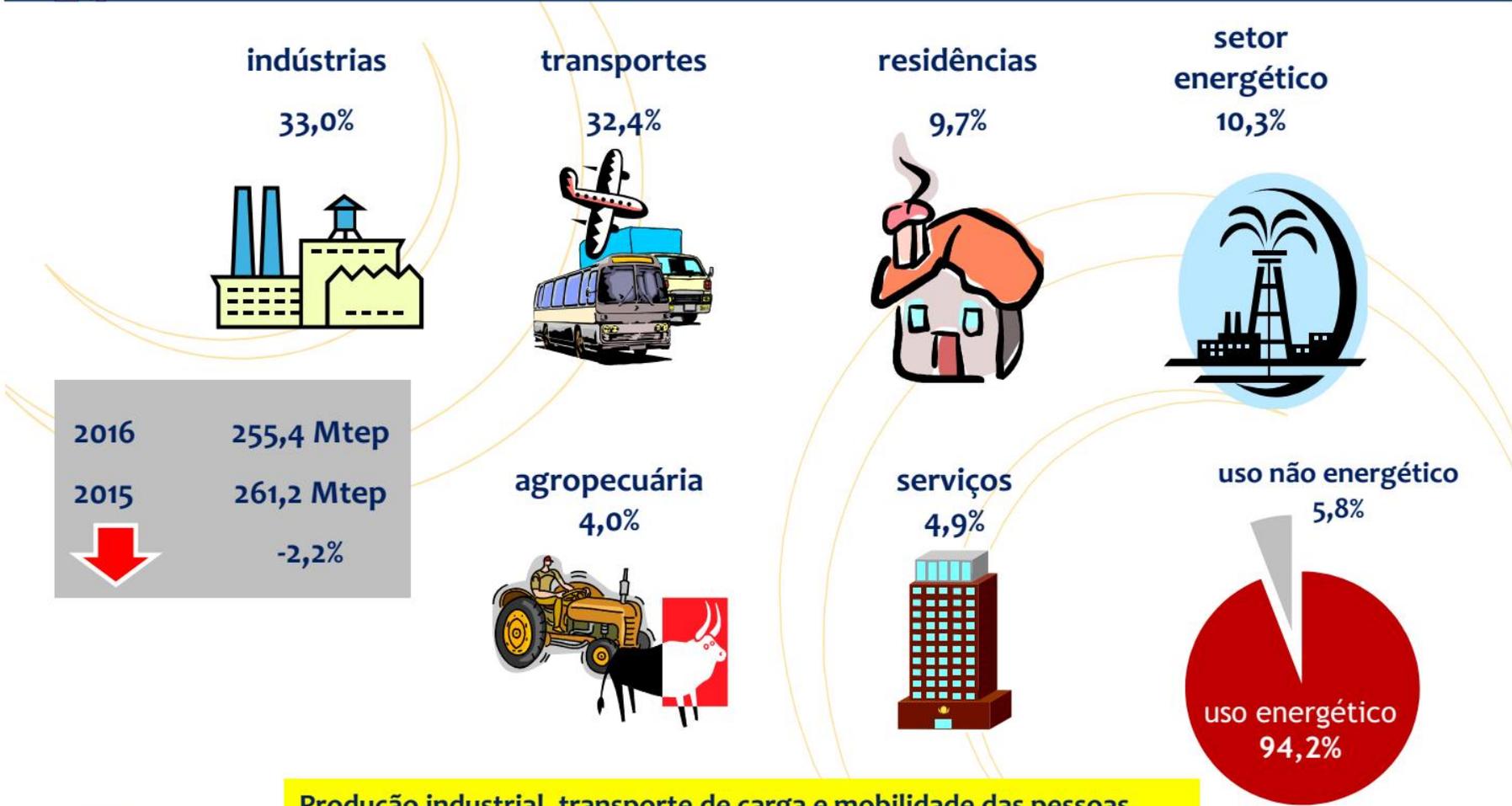


## Volume dos reservatórios - NE

Fonte ONS: 08/11/17

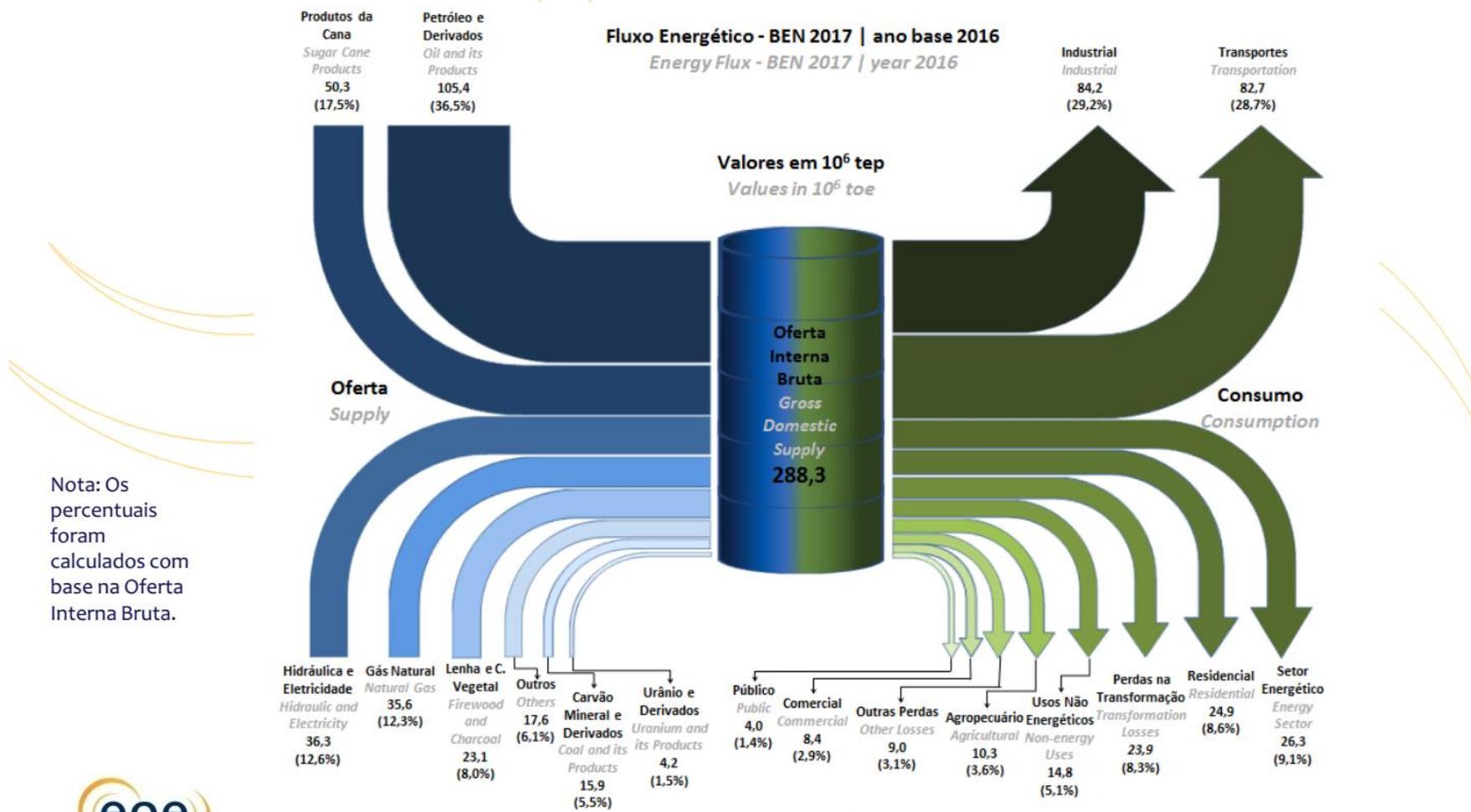


# Quem usou a energia no Brasil



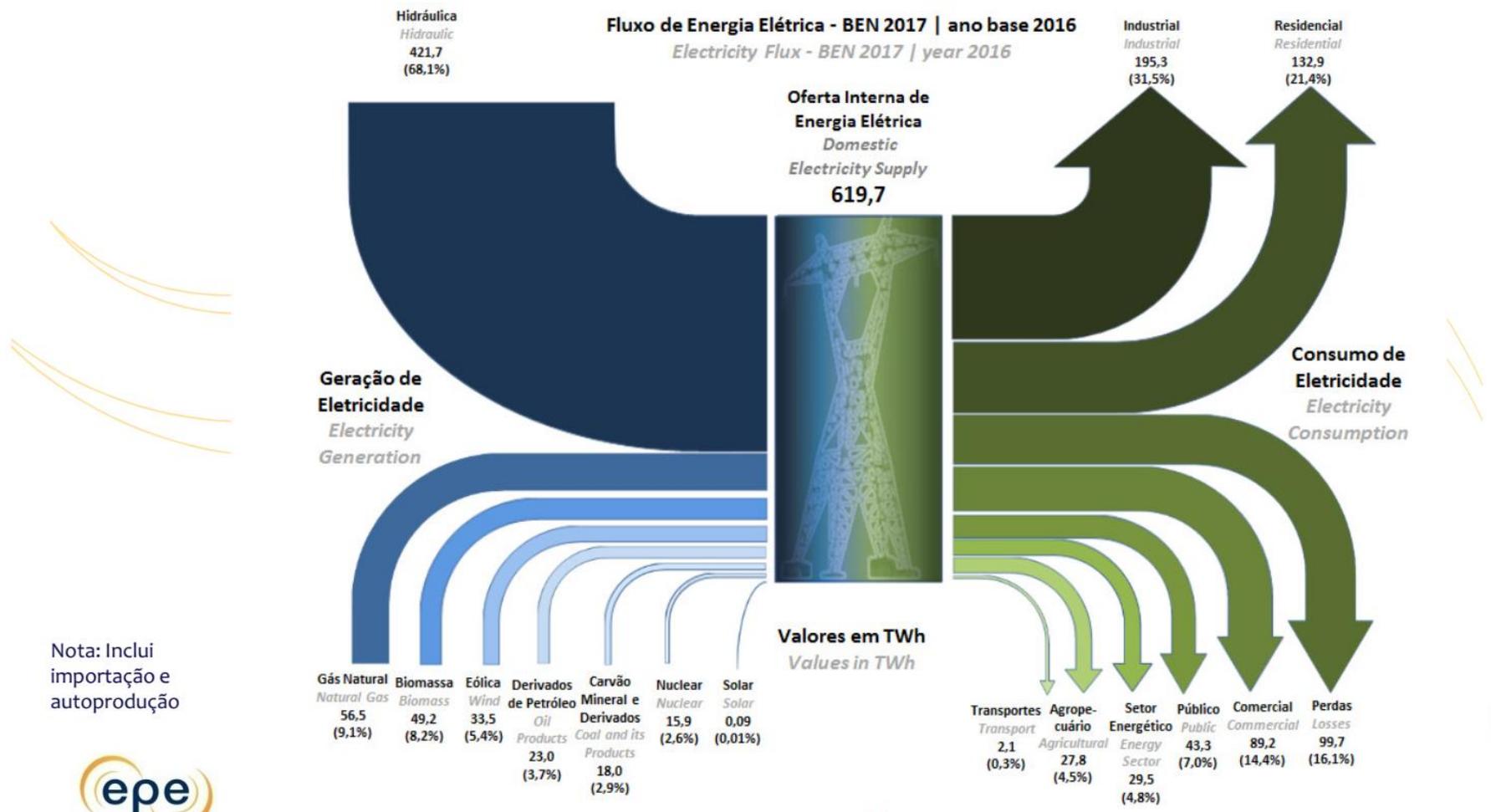
**Produção industrial, transporte de carga e mobilidade das pessoas respondem por aproximadamente 65% do consumo de energia do país.**

## Fluxo Energético



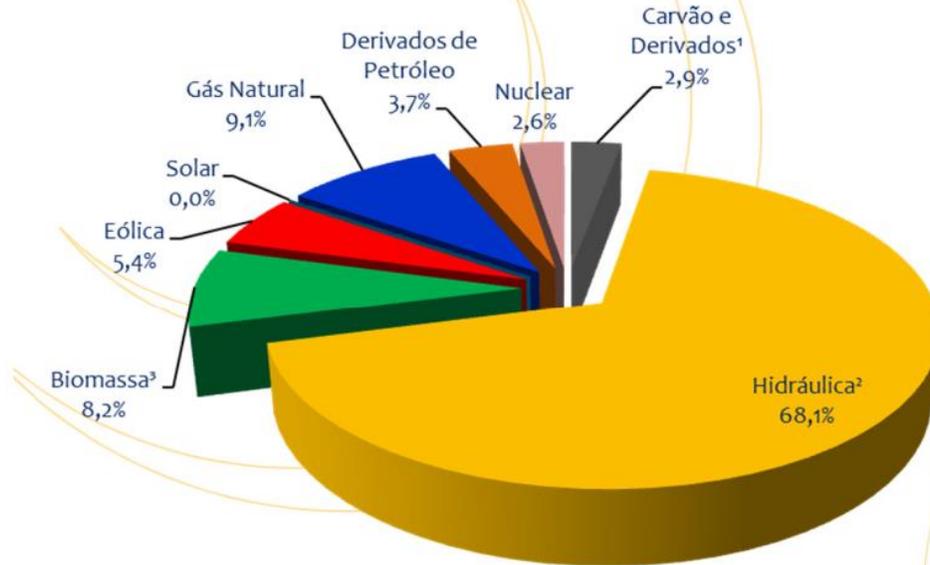
Nota: Os percentuais foram calculados com base na Oferta Interna Bruta.

## Fluxo Energético - Eletricidade



## Matriz Elétrica Brasileira

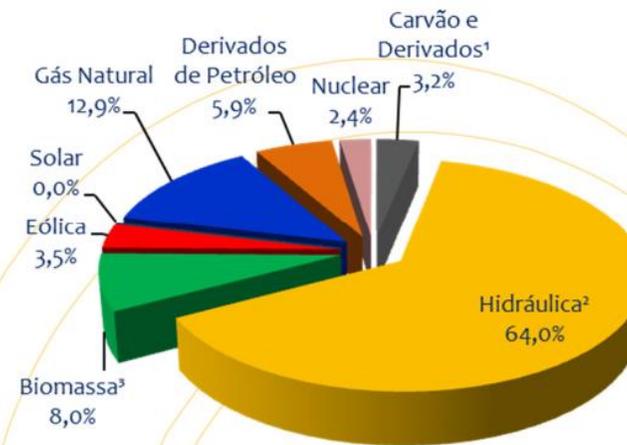
### BRASIL (2016)



oferta hidráulica<sup>2</sup> em 2016: **421,7 TWh**

oferta total<sup>2</sup> em 2016: **619,7 TWh**

### BRASIL (2015)



oferta hidráulica<sup>2</sup> em 2015: **394,2 TWh**

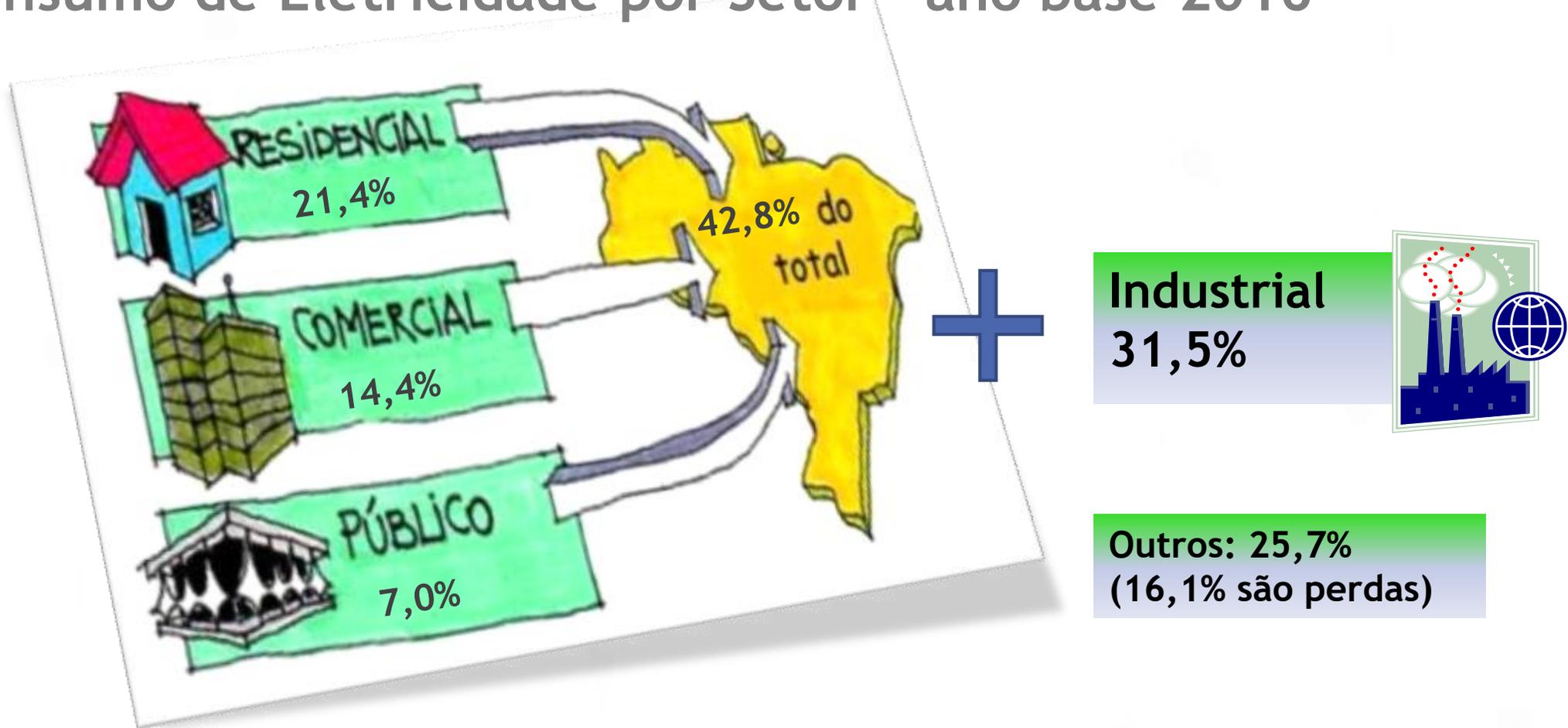
oferta total<sup>2</sup> em 2015: **615,7 TWh**

<sup>1</sup> Inclui gás de coque

<sup>2</sup> Inclui importação

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras fontes primárias.

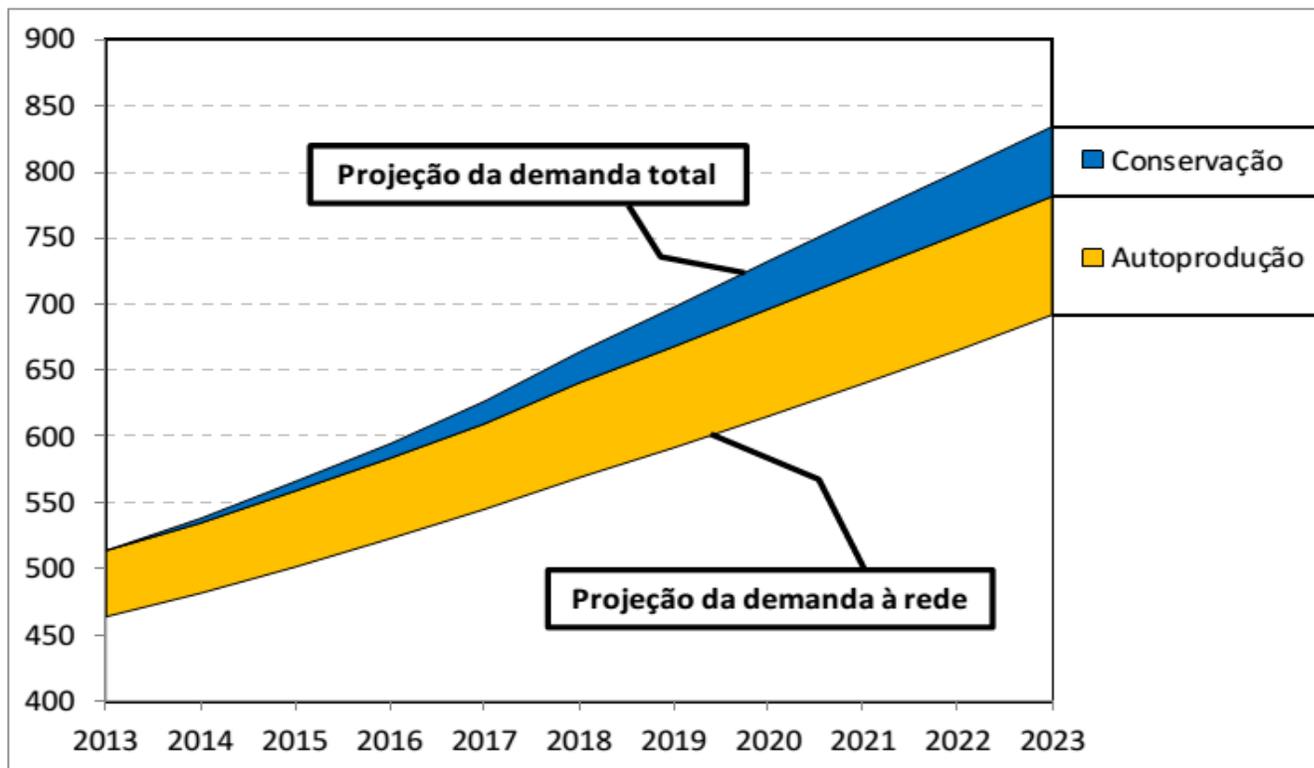
## Consumo de Eletricidade por Setor - ano base 2016



Fonte: Consumo de Eletricidade por Setor, BEN 2017 – Ano base 2016

## Projeção de demanda até 2023 - em tWh

- Evolução da capacidade de armazenamento do SIN – **Critico**
- Auto Produção de Energia Elétrica – **Redução na Projeção**
- Ações de Eficiência Energética - **Aumento na Projeção**



## CASES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

---

- ▶ ANÁLISE TARIFÁRIA
- ▶ COMPRESSORES
- ▶ GERAÇÃO FOTOVOLTAICA
- ▶ SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

## Análise Tarifária

- ▶ Aplicável a todos os tipos de cliente;
- ▶ Atendendo aos preceitos das resoluções da ANEEL;
- ▶ Identifica a melhor opção Tarifária para empresa;
- ▶ Avalia a Demanda ótima a ser contratada;
- ▶ Levanta o perfil de carga da instalação para prevenir estouros de demanda;
- ▶ Avalia a presença de multas nas faturas e suas causas;
- ▶ Não requer grandes investimentos para sua adequação;

## Análise Tarifária - Conceitos

- ▶ Demanda contratada;
  - ▶ Ultrapassagem de demanda.
- ▶ Consumo;
  - ▶ Hora de ponta (18h as 21h);
  - ▶ Hora fora de ponta.
- ▶ Energia reativa excedente (ERE);
  - ▶ Posto capacitivo (00h as 06h)
  - ▶ Posto indutivo
- ▶ Bandeira tarifária;

# Análise tarifária – Demanda contratada

## ANÁLISE:

Valor inicial de demanda contratada simulada:

**1240 kW**

Obs.: A simulação é feita com alcance até 50 kW acima da demanda inicial simulada

Custo mínimo obtido das simulações:

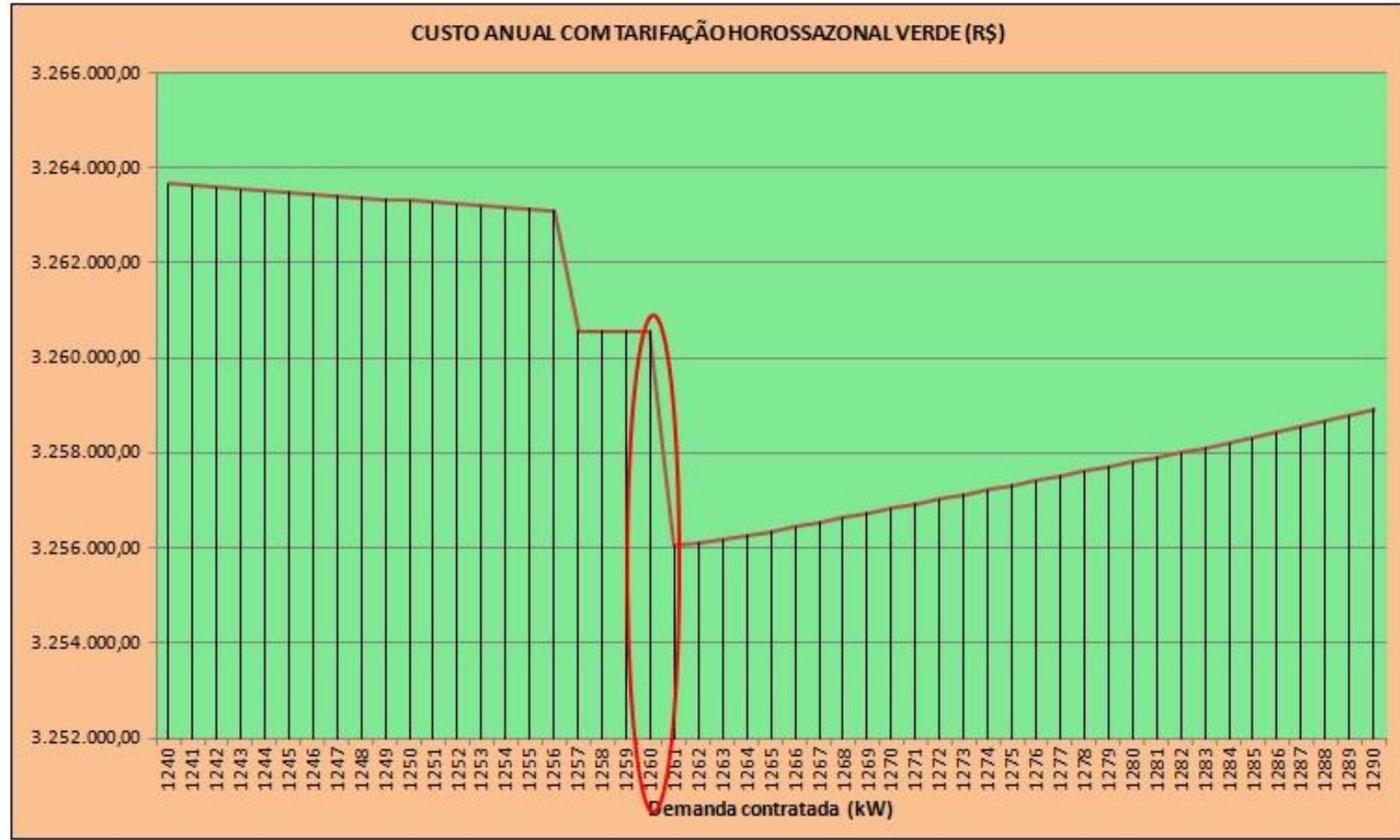
**R\$ 3.256.044,73**

Demanda contratada para o custo mínimo:

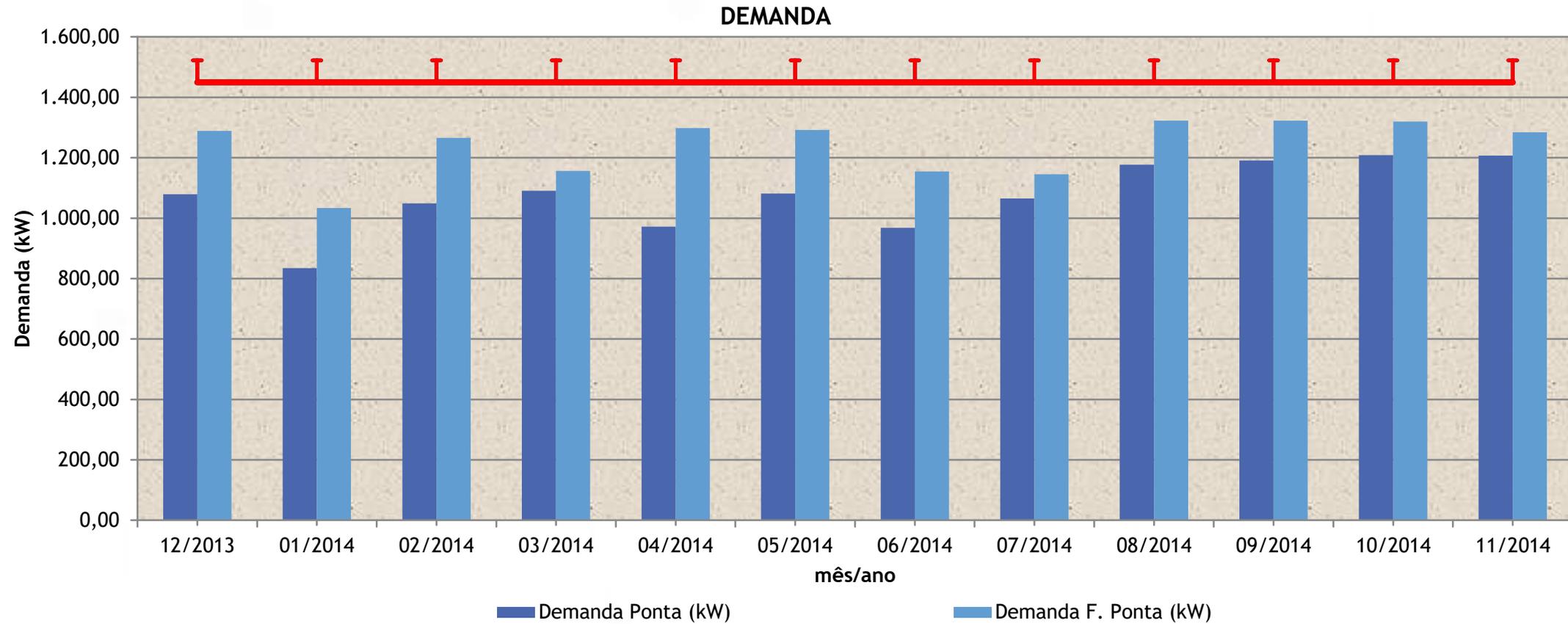
**1260 kW**

Economia anual projetada com THS VERDE:

**R\$ 37.762,63**



## Análise tarifária – Demanda contratada



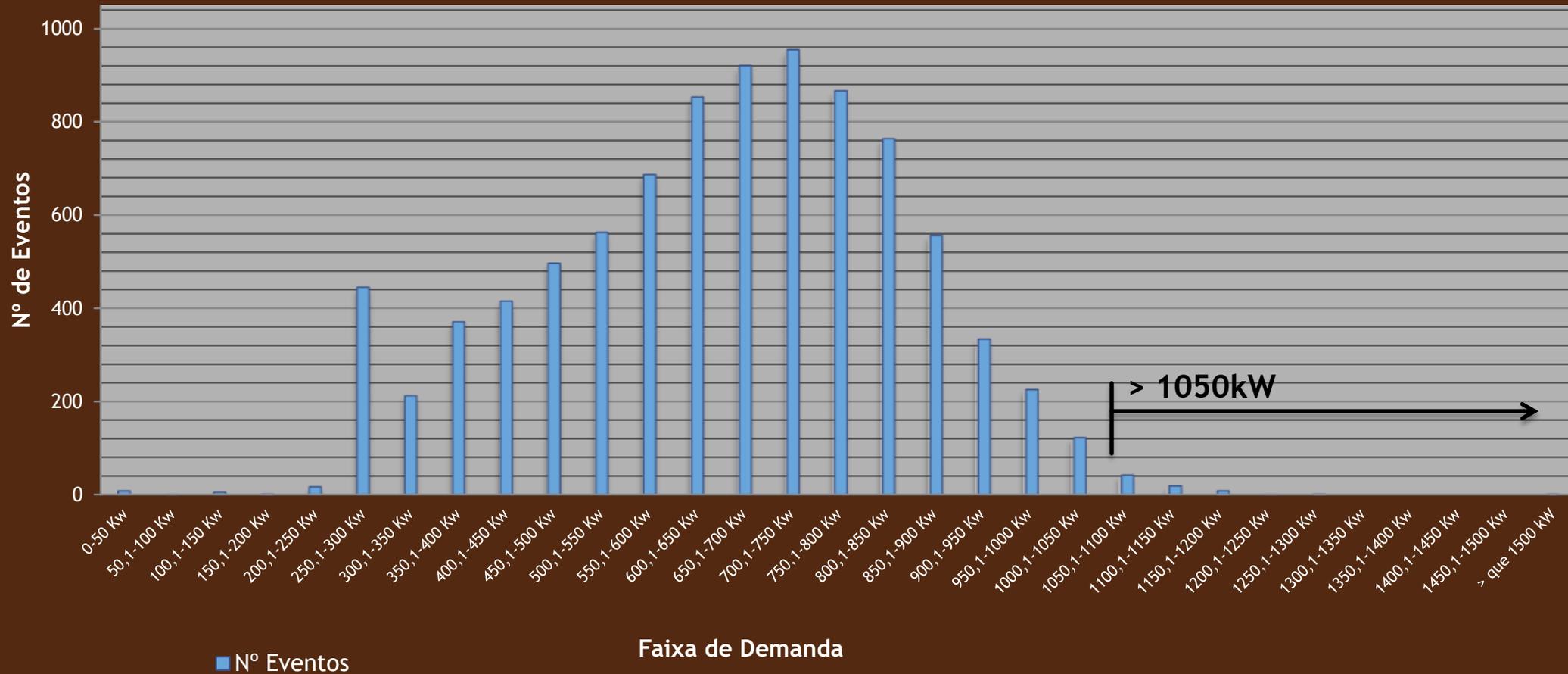
Demanda atual: **1.450 kW**

Demanda proposta: **1.260 kW**

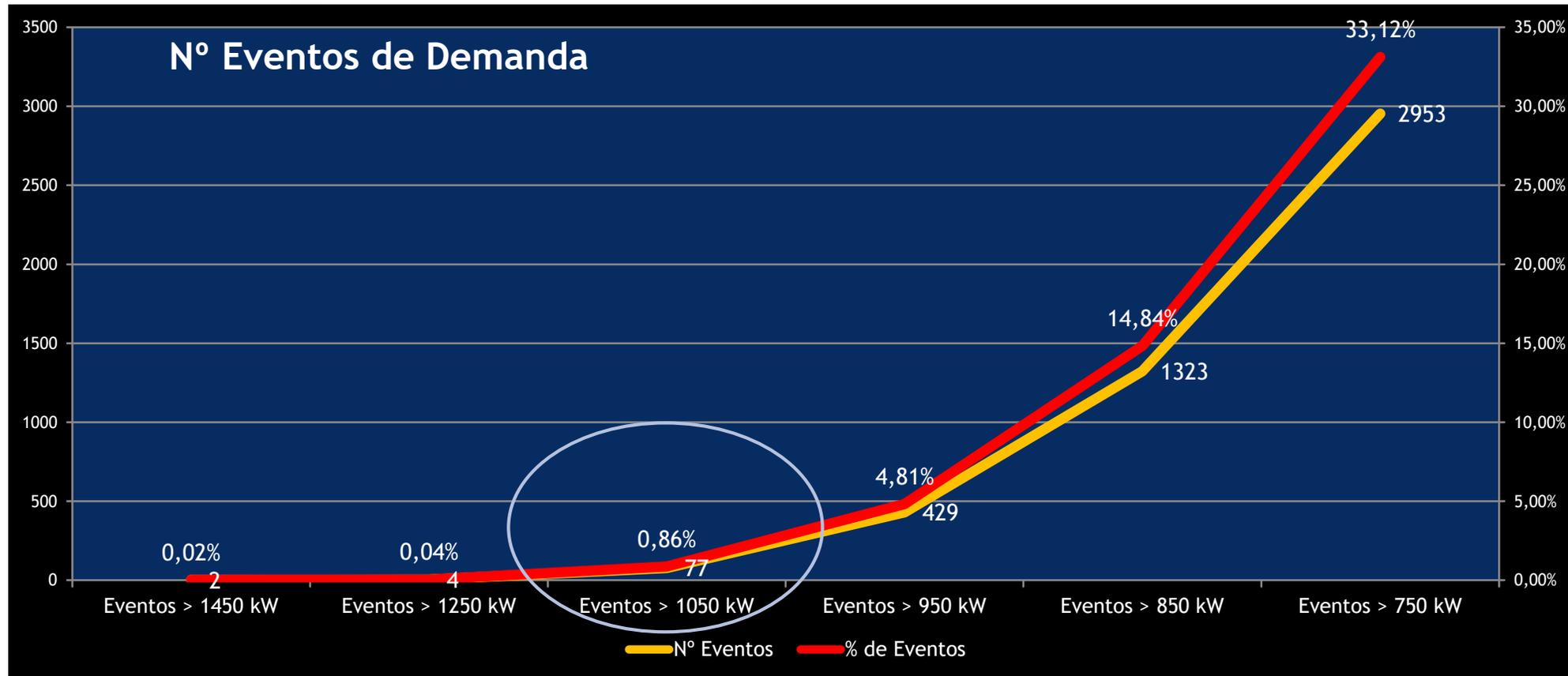
Economia estimada : **R\$37.760,00 / ano**

# Análise tarifária – Perfil da demanda

Histograma de Demanda - Janeiro a Março de 2014



## Análise tarifária – Perfil da demanda



Apenas 0,86% dos eventos de medição da demanda estão acima de 1.050 kW. Redução de 210kW na demanda =  $210\text{kW} \times \text{R}\$13,5 = \text{R}\$ 2.835,00$  s/ impostos =  $\text{R}\$4.050,00/\text{mês}$  c/ impostos

Com Sistema Gerenciamento Energia - Economia estimada [R\\$48.600,00 / ano](#)

## Análise tarifária – Consumo no horário de ponta

Valores por Ano	Ano	%
Consumo Ponta (kWh)	557.941,54 kWh	<b>8,60%</b>
Consumo F. Ponta (kWh)	5.932.786,90 kWh	<b>91,40%</b>
<b>Total (kWh)</b>	<b>6.490.728,44 kWh</b>	
Consumo Ponta(R\$) (c/ Imp.)	R\$ 1.033.739,16	<b>35,54%</b>
Consumo F. Ponta (R\$) (c/ Imp.)	R\$ 1.875.258,33	<b>64,46%</b>
<b>Total (R\$)</b>	<b>R\$ 2.908.997,49</b>	

O consumo no horário de ponta corresponde a **8,60% do consumo** mas **representa 35,54% do valor final da conta em reais**, já com impostos.

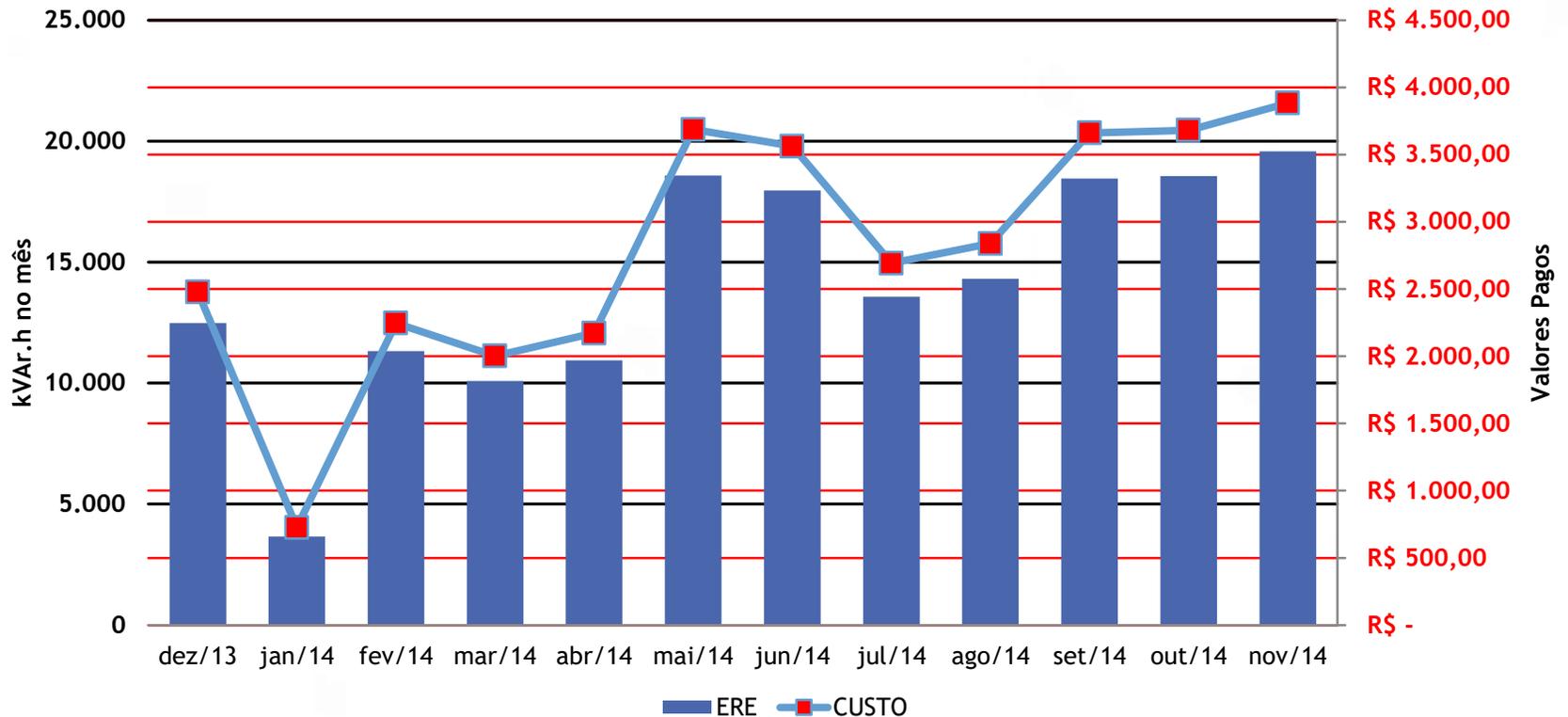
Uma redução de 10% do consumo no horário de ponta pode resultar em **3,5% de redução no valor final da conta de energia**.  
(55.794,15 kWh / Ano ou 4.649,51 kWh / mês, ou ainda 154,98 kWh / dia e **51,66 kWh por hora do horário de ponta**).

**Esse valor pode chegar a R\$103.373,91 / Ano**

## Análise tarifária – Energia reativa

MÊS	ERE	CUSTO
dez/13	12.488	R\$ 2.477,74
jan/14	3.662	R\$ 726,56
fev/14	11.322	R\$ 2.246,37
mar/14	10.093	R\$ 2.002,54
abr/14	10.944	R\$ 2.171,48
mai/14	18.580	R\$ 3.686,55
jun/14	17.957	R\$ 3.562,84
jul/14	13.569	R\$ 2.692,19
ago/14	14.304	R\$ 2.838,09
set/14	18.454	R\$ 3.661,55
out/14	18.553	R\$ 3.681,06
nov/14	19.573	R\$ 3.883,58
<b>TOTAL</b>	<b>169.500</b>	<b>R\$ 33.630,56</b>

### Relação Histórica ERE x Custos



**Economia estimada R\$33.630,56 / Ano**

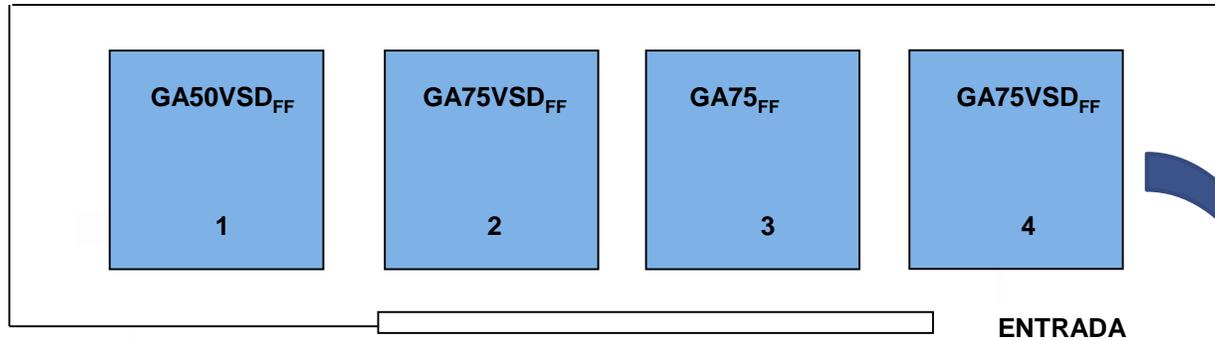
# Análise tarifária – Resumo

## Resumo dos potenciais estimados de economia com Análise Tarifária

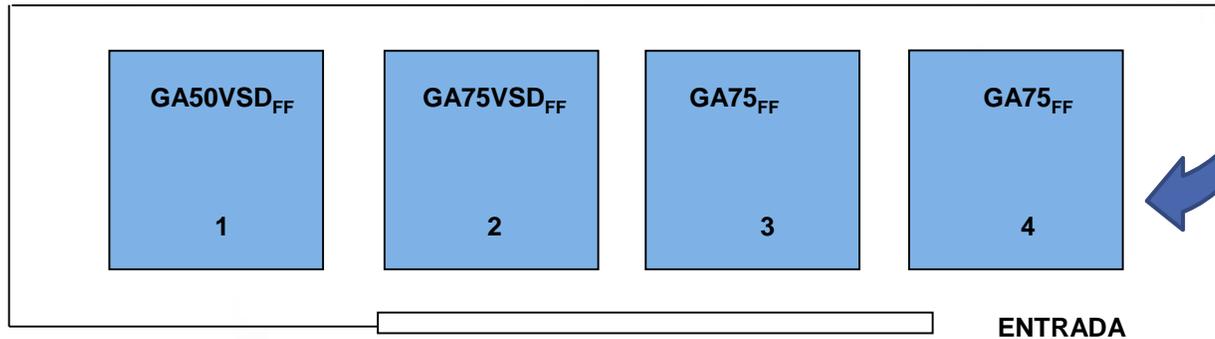
Item	Ação proposta	Economia anual
1 – Análise tarifária	Reduzir Demanda Contratada para 1.260 kW	R\$ 37.762,63
	Redução da demanda para 1.050 kW com Sistema de Gerenciamento de Energia - SGE	R\$ 48.600,00
2 – Qualidade de energia	Correção de Energia Reativa	R\$ 33.639,56
3 – Redução de Consumo no horário de ponta (HP)	Reduzir 10% do consumo na Ponta Reduzir <b>51,66 kW / hora na ponta</b>	R\$103.373,91
<b>Economia total (anual – estimada)</b>		<b>R\$ 223.376,10</b>

## Compressores

Situação em 04/2014  
4 em funcionamento



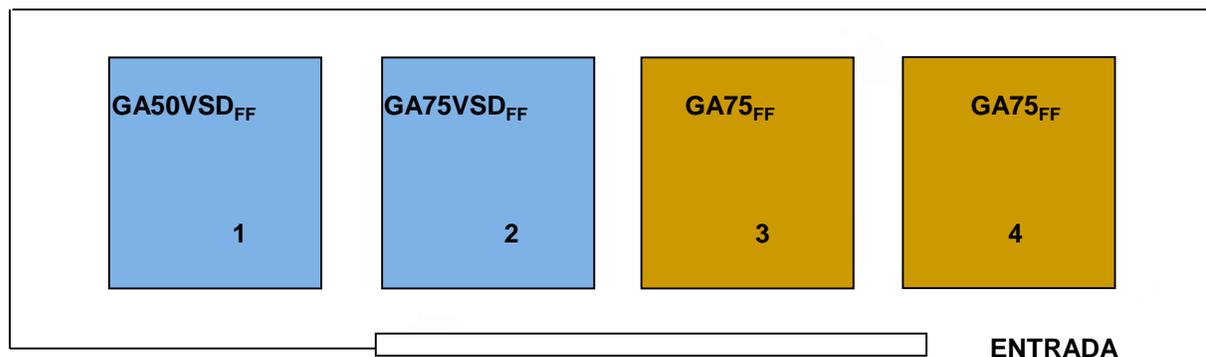
Situação em 10/2014  
4 em funcionamento



Substituído

## Compressores

**Situação Proposta**  
2 funcionando e  
2 desligados (Standby)



Considerando:

\_ 24 horas de **funcionamento**:

o 21 horas fora de ponta;

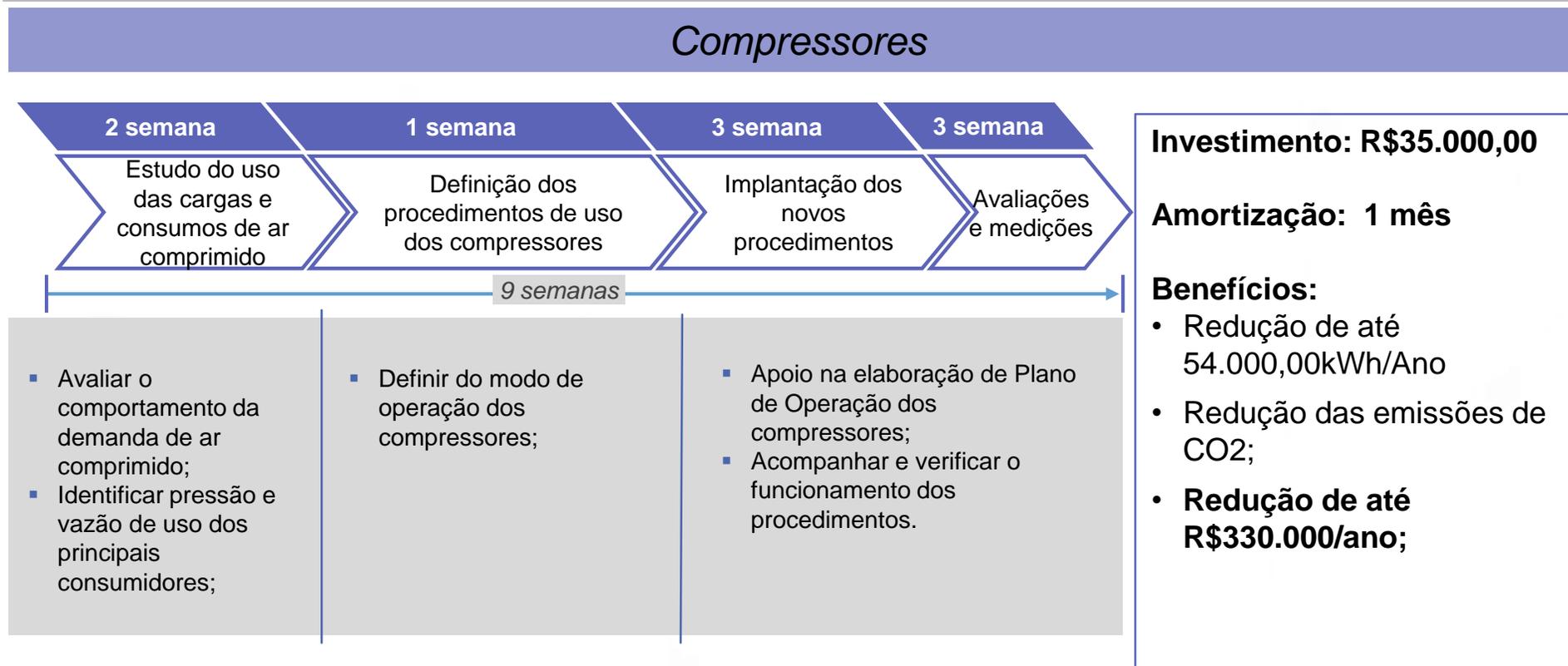
o 3 horas na ponta;

\_ 30 dias por mês;

ECONOMIA ESTIMADA por compressor R\$27.592,66/mês (com imposto).

**ECONOMIA TOTAL ANUAL = entre R\$331.111,92 e R\$ 662.223,84**

# Compressores



# Geração Fotovoltaica

## Irradiação solar diária média mensal [kwh/m<sup>2</sup>.dia] em Vitória-ES

Ângulo	Inclinação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Plano Horizontal	0° N	6,14	5,97	5,50	4,56	4,17	3,67	3,89	4,53	4,31	5,11	5,00	5,67	4,88	2,47
Ângulo igual a latitude	20° N	5,58	5,70	5,62	5,05	5,01	4,56	4,77	5,20	4,51	4,99	4,64	5,11	5,06	1,19
Maior média anual	19° N	5,62	5,73	5,63	5,04	4,98	4,53	4,73	5,18	4,51	5,00	4,66	5,15	5,06	1,22
Maior mínimo mensal	20° N	5,58	5,70	5,62	5,05	5,01	4,56	4,77	5,20	4,51	4,99	4,64	5,11	5,06	1,19

Foi identificado que existem 18.545,84 m<sup>2</sup> de área de telhado, mas para fins de estudo, foram utilizadas apenas as áreas de **telhado da fabrica 01 e 02**.

Como os telhados são abaulados, calculou-se a área útil das fabricas 1 e 2 como 50% (**5.480m<sup>2</sup>**)

## Relação de módulos x número x peso x área x potencia

Modelo	Módulo	Nº Módulos	Área Mód.	Área Total	Peso Mód.	Peso Total	Inversor	Nº Inv.	Pot Gerada
YL 260 P-35b	260 W	<b>2.268</b>	1,95 m <sup>2</sup>	<b>4.423 m<sup>2</sup></b>	19,10 kg	43.318,80 kg	100,00 kW	6	<b>589,68 kWh</b>
YL 260 P-35b	260 W	2.793	1,95 m <sup>2</sup>	5.447 m <sup>2</sup>	19,10 kg	53.346,30 kg	100,00 kW	7	726,18 kWh
YL 280 P-35b	280 W	2.856	1,95 m <sup>2</sup>	5.570 m <sup>2</sup>	26,80 kg	76.540,80 kg	100,00 kW	8	799,68 kWh
YL 300 P-35b	300 W	2.688	1,95 m <sup>2</sup>	5.242 m <sup>2</sup>	26,80 kg	72.038,40 kg	100,00 kW	8	806,40 kWh
YL 300 P-35b	300 W	2.709	1,95 m <sup>2</sup>	5.283 m <sup>2</sup>	26,80 kg	72.601,20 kg	250,00 kW	3	812,70 kWh
YL 300 P-35b	300 W	<b>2.205</b>	1,95 m <sup>2</sup>	<b>4.300 m<sup>2</sup></b>	26,80 kg	59.094,00 kg	100,00 kW	7	<b>661,50 kWh</b>

# Geração Fotovoltaica

## Opção 1

Estimativa de geração mensal e anual para utilização de painéis de **260W** e inversores de 100kW

System performance: Painéis YL 260 P-35b e Inversor PVS800-57-0100kW-A

Month	Solar energy availability kWh/m <sup>2</sup>	System losses (cabling etc.) kWh	Transformer losses kWh	Produced energy kWh	Total yield kWh/kWp	Performance ratio %
JAN	156	8321	0	70.689 kWh	120	76,9
FEB	163	8415	0	72.679 kWh	123	75,6
MAR	182	9409	0	81.268 kWh	138	75,8
APR	150	8088	0	67.828 kWh	115	76,9
MAY	148	7788	0	67.765 kWh	115	77,9
JUN	156	8027	0	71.858 kWh	122	78,2
JUL	139	7483	0	64.511 kWh	109	78,4
AUG	143	7844	0	66.096 kWh	112	78,1
SEP	156	8450	0	71.601 kWh	121	77,4
OCT	170	8937	0	77.192 kWh	131	77,0
NOV	170	8925	0	76.620 kWh	130	76,5
DEC	175	9056	0	78.355 kWh	133	76,2
<b>Total:</b>	<b>1908</b>	<b>100742</b>	<b>0</b>	<b>866.462 kWh</b>	<b>1469</b>	<b>77,0</b>

Essa configuração permite a geração anual estimada de 866 MWh/Ano com 2.268 módulos policristalinos de 260W

## Opção 2

Estimativa de geração mensal e anual para utilização de painéis de **300W** e inversores de 100kW

System performance: Painéis YL 300 P-35b e Inversor PVS800-57-0100kW-A

Month	Solar energy availability kWh/m <sup>2</sup>	System losses (cabling etc.) kWh	Transformer losses kWh	Produced energy kWh	Total yield kWh/kWp	Performance ratio %
JAN	156	9534	0	79.727 kWh	121	77,5
FEB	163	9637	0	82.194 kWh	124	76,2
MAR	182	10767	0	91.922 kWh	139	76,3
APR	150	9231	0	76.501 kWh	116	77,6
MAY	148	8886	0	76.336 kWh	115	77,9
JUN	156	9124	0	80.961 kWh	122	78,2
JUL	139	8529	0	72.501 kWh	110	79,1
AUG	143	8942	0	74.350 kWh	112	78,1
SEP	156	9649	0	80.635 kWh	122	78,0
OCT	170	10212	0	87.093 kWh	132	77,6
NOV	170	10207	0	86.477 kWh	131	77,1
DEC	175	10369	0	88.503 kWh	134	76,7
<b>Total:</b>	<b>1908</b>	<b>115087</b>	<b>0</b>	<b>977.200kWh</b>	<b>1477</b>	<b>77,4</b>

Essa configuração permite a geração anual estimada de 977 MWh/Ano com 2.205 módulos policristalinos de 300W

## Geração Fotovoltaica

Dados da Opção 1: Geração anual = 866.462 kWh/ano X 0,22248 R\$/kWh  
= **R\$ 192.770,47 / ano sem impostos, ou**

**R\$ 275.386,38 / ano com impostos.** (Payback estimado de 8 anos).

Dados da Opção 2: Geração anual = 977.200 kWh/ano X 0,22248 R\$/kWh =  
**R\$ 217.407,46/ ano sem impostos, ou**

**R\$ 310.582,08 / ano com impostos.** (Payback estimado de 7 anos).

# SISTEMA DE BOMBEAMENTO

- O sistema de bombeamento possui 5 conjuntos com motores de 55kW e bombas com vazão de placa de 264 m<sup>3</sup>/h (4.400L/min).

Tabela 02 – Capacidade de bombeamento e consumo.

Nº bombas	Vazão max (L/min)	kWh/mês	kWh/Ano
5	22.000,00 L	138.600,00 kWh	1.663.200,00 kWh
4	17.600,00 L	110.880,00 kWh	1.330.560,00 kWh
3	13.200,00 L	83.160,00 kWh	997.920,00 kWh
2	8.800,00 L	55.440,00 kWh	665.280,00 kWh
1	4.400,00 L	27.720,00 kWh	332.640,00 kWh

Tabela 03 – Valores de vazão medidos no sistema de bombeamento.

Vazão	(L/min)
Média	4589,64
Máxima	6553,00
Mínima	3137,00

Observa-se na tabela 03 que o **valor mínimo da vazão no sistema é menor que a vazão máxima de apenas uma bomba**, e que o valor máximo é inferior à capacidade de 2 conjuntos de bombeamento. Segundo os dados fornecidos, as bombas **são controladas por inversores** de frequência fazendo com que todas as quatro sejam controladas simultaneamente.

**1 bomba regime máximo** = 55KWh, 24 h de funcionamento e 5 dias na semana (21 dias no mês). Logo teremos, 55KWh x 24h x 21 dias/mês = **27.720KWh/mês**

O **consumo anual de uma bomba** seria igual a 27.720 KWh/mês x 12 meses = **332.640 KWh/ano**.

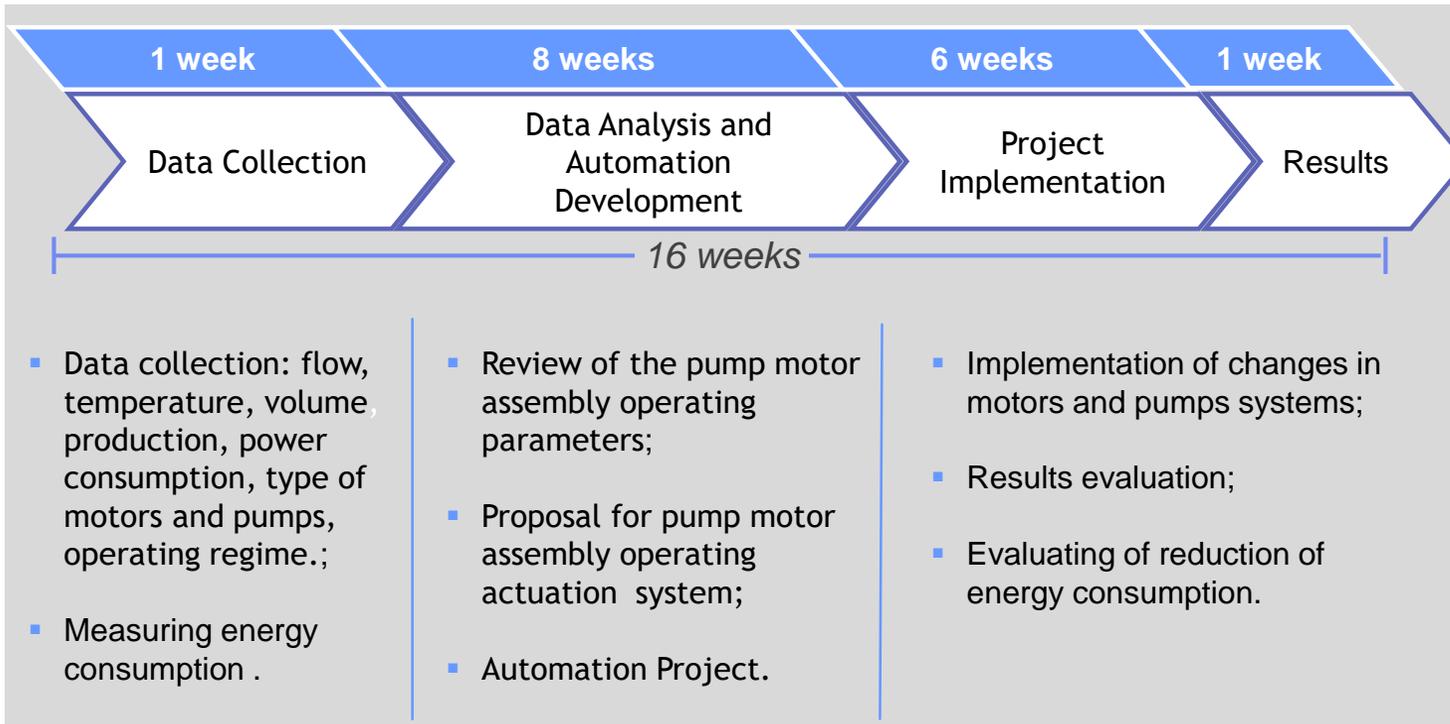
De forma simplificada, estando a **segunda bomba funcionando a 50%**, arbitramos que seu consumo seja de 50% também, então teremos um **consumo médio mensal de 13.860 KWh/mês e anual de 166.320 KWh/ano**.

Isso significa que o **consumo anual da Central 202 pode ser de 41.580 KWh/mês e 498.960 KWh/ano (62,5% de Redução)**.

# SISTEMA DE BOMBEAMENTO



## Pump Systems CMO - Utility Center



**Investment:** R\$125.000,00

**Amortization:**  
less than 6 months

**Benefit:**

- Less 1.900MWh/Year
- Efficiency use of motors and pumps systems;
- Less wear of pumps;
- Efficient operating regime;
- Consumption proportional to the production.

## Institutos SENAI de Tecnologia e Institutos SENAI de Inovação

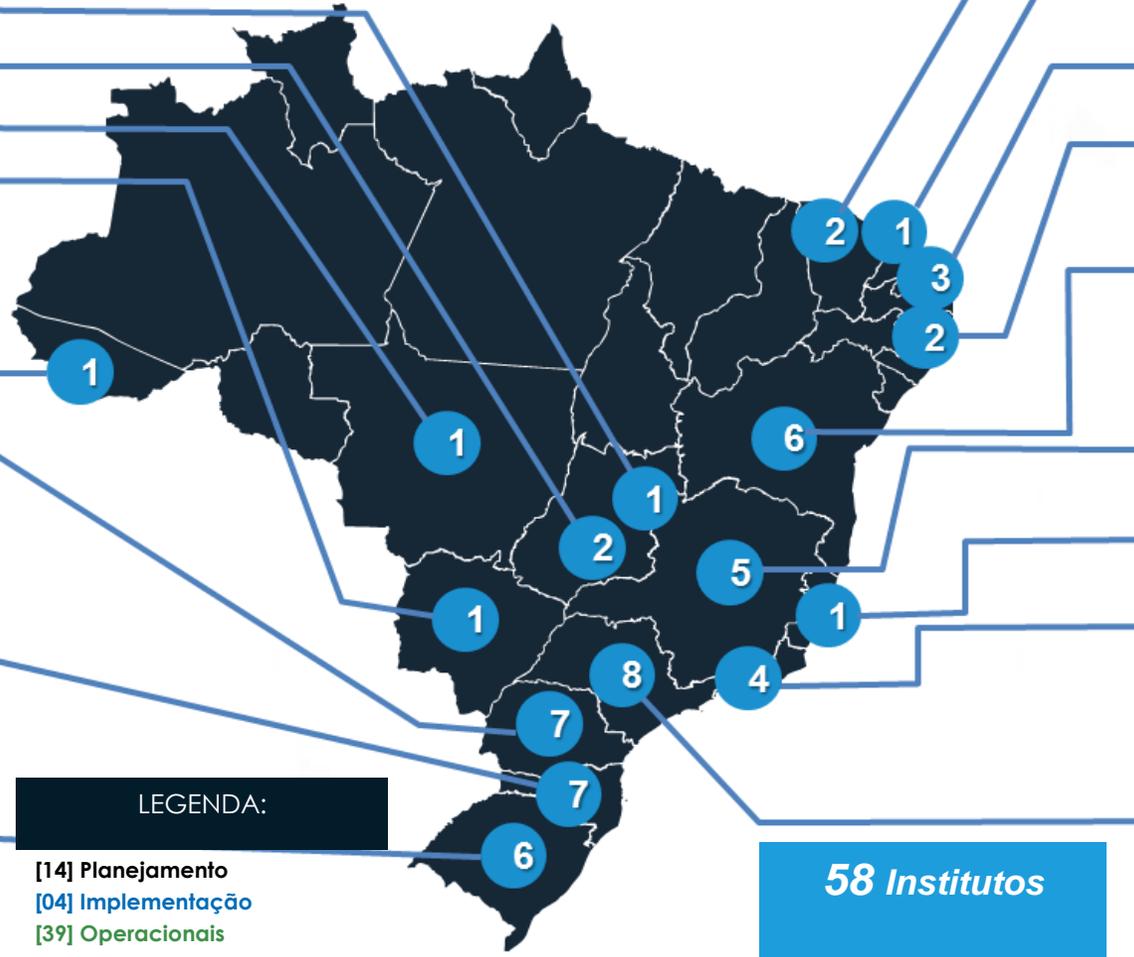
---

- ▶ REDE DE INSTITUTOS
- ▶ SERVIÇOS

# INSTITUTO SENAI

DE TECNOLOGIA

DF	Construção Civil
GO	Automação Alimentos e Bebidas
MT	Alimentos e Bebidas
MS	Alimentos e Bebidas
AC	Madeira e Mobiliário
PR	Alimentos e Refrigeração Construção Civil Madeira e Mobiliário Meio Ambiente e Química Metalmeccânica Papel e Celulose Tecnologia da Informação
SC	Alimentos e Bebidas Ambiental Automação e TIC Eletroeletrônica Logística em Produção Cerâmica Têxtil, Vestuário e Design
RS	Alimentos e Bebidas Calçado e Logística Couro e Meio Ambiente Madeira e Mobiliário Mecatrônica Petróleo, Gás e Energia



**LEGENDA:**  
 [14] Planejamento  
 [04] Implementação  
 [39] Operacionais

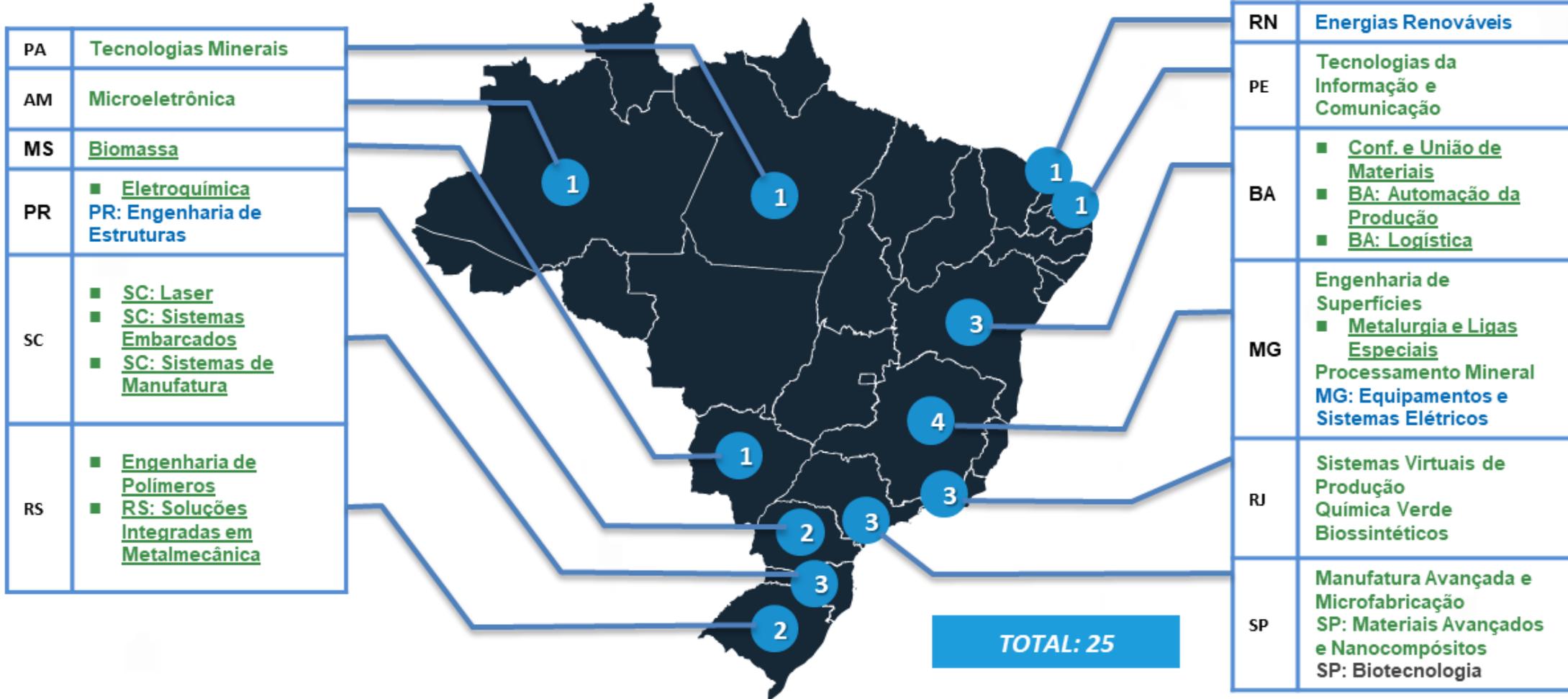
**58 Institutos**

CE	Eletrometalmeccânica Energias Renováveis
RN	Petróleo e Gás
PB	Têxtil e Confeccões Couro e Calçado Automação Industrial
PE	Automotivo e Metalmeccânica Meio Ambiente
BA	Alimentos e Bebidas Construção Civil Eletroeletrônica Eletrometalmeccânica Química Meio Ambiente
MG	Alimentos e Bebidas Automotivo Metalmeccânica Química Meio Ambiente
ES	Eficiência Operacional
RJ	Ambiental Solda Automação e Simulação DN: CETIQT – Têxtil e Vestuário
SP	Alimentos e Bebidas Construção Civil Couro e Calçado Energia Eletrônica Meio Ambiente Metalmeccânica Têxtil e Vestuário

Atualizado em 12.07.2017

LEGENDA:

- [14] Planejamento
- [04] Implementação
- [39] Operacionais
- 11 EMBRAPPII



## INSTITUTO SENAI

DE TECNOLOGIA EFICIÊNCIA OPERACIONAL



## ***Definição de Eficiência Operacional***

“Eficiência Operacional significa que seu conjunto de atividades **aproveita efetivamente os recursos, eliminando esforços redundantes** e usando tecnologias avançadas” - *Michael Porter*

“Eficiência Operacional significa **custos mais baixos**”



*Desperdícios*



*Zero defeitos*



*Indústria 4.0*



Indicador	Média Brasil	Média ES
Aumento de produtividade	52,89%	85,21%
<i>Payback</i> do Programa	4 meses	2,7 meses

**Exemplos:**

Antes	Depois
89 unidades / minuto	134 unidades / minuto
437 peças / turno	627 peças / turno
1655 pacotes / dia	2.527 pacotes / dia



## MAIS PRODUTIVIDADE

### LEAN:

#### Metodologia Padrão SENAI

- Carga horária fixa (120h);
- Foco em um processo da empresa;
- Público alvo: micro e pequenas empresas;
- Meta de ganho de 20% de produtividade no processo.

#### Atendimento customizado

- Foco na implantação da cultura Lean;
- Carga horária depende do porte da empresa;
- Combinação de ações de treinamento e consultoria;
- Público Alvo: todos os portes;
- Meta de ganho de produtividade pactuada com o cliente.



## MAIS PRODUTIVIDADE

# INDÚSTRIA CIRCULAR:

### Eficiência Energética

- Foco na redução dos desperdícios energéticos;
- Ações que demandam baixo ou nenhum investimento;
- Identificação das oportunidades com investimento;
- Opções de metodologia SENAI (140h) ou customizada;

### Produção Mais Limpa

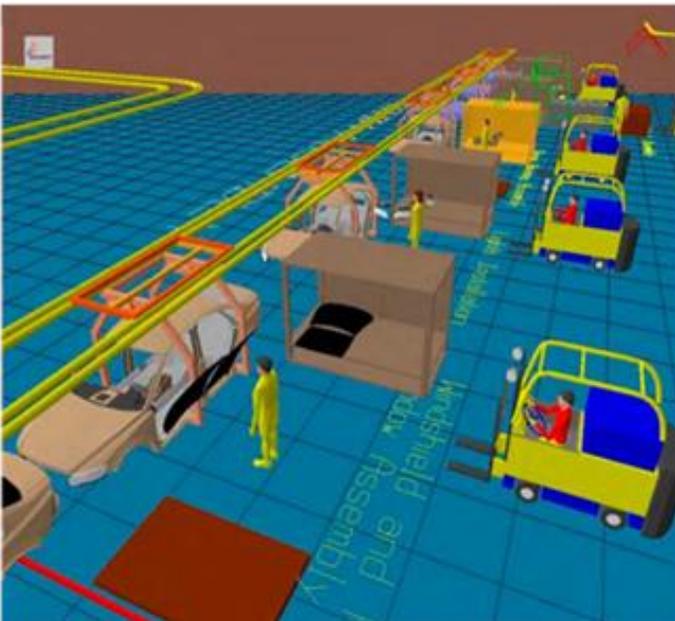
- Meta de redução de perdas com matéria-prima ou insumos;
- Orientação para o ciclo de vida do produto;
- Uso de técnicas de avaliação multicritério em temas ambientais.



## MAIS PRODUTIVIDADE

### INDÚSTRIA 4.0:

Digitalização da  
Manufatura



Sensoriamento e  
Conectividade



# INSTITUTO SENAI

DE TECNOLOGIA EFICIÊNCIA OPERACIONAL



**Laboratório Aberto**  
Ambiente de Prototipagem e  
Inovação

# INSTITUTO SENAI

DE TECNOLOGIA EFICIÊNCIA OPERACIONAL





**Laboratório Práticas Lean**  
Ambiente de validação de métodos  
para ganho de produtividade





**Sala de Consultores**  
Equipe de especialistas que apoiam as empresas

Exemplos de dispositivos de teste disponíveis para atuação em campo



# INSTITUTO SENAI

DE TECNOLOGIA

EFICIÊNCIA OPERACIONAL





Devido às fortes chuvas do dia 16/04, o evento de inauguração foi adiado.

Boas vindas do Presidente Leonardo de Castro aos convidados que chegaram ao IST.



# Obrigado

Eng. Alvaro Diaz Marques  
Gerente de Produtividade  
SENAI-ES

[amarques@senai-es.org.br](mailto:amarques@senai-es.org.br)

Tel: 27 33345775