

---

Noções de Eletrotécnica – (TE039)  
Sistema Elétrico de Potência  
(SEP)

---

PROF. DR. SEBASTIÃO RIBEIRO JÚNIOR

# Sistemas Elétricos de Potência

---

- Função Básica dos Sistemas Elétricos de Potência:
  - **fornecer energia elétrica** aos consumidores (grandes ou pequenos)
  - com **qualidade** adequada,
  - no **instante** em que for **solicitada**.

# Sistemas Elétricos de Potência

---

- No Brasil, a energia elétrica é produzida nas Usinas Hidrelétricas (62%), que se encontram longe dos centros consumidores.
- As **usinas termoelétricas** existentes no Brasil utilizam combustíveis tais como: petróleo, carvão mineral, bagaço de cana, madeira, urânio, etc.
- Os geradores necessitam de energia mecânica para fazerem girar os rotores das turbinas, nos quais estão acoplados.

# Sistemas Elétricos de Potência

---

- Requisitos de um Sistemas Elétricos de Potência:
  - **Continuidade:**
    - Energia elétrica sempre disponível ao consumidor
  - **Conformidade:**
    - Fornecimento de energia deve obedecer a padrões
  - **Flexibilidade:**
    - Adaptação as mudanças contínuas de topologia
  - **Segurança:**
    - Fornecimento de energia elétrica não deve causar riscos aos consumidores
  - **Manutenção:**
    - Propriedade de ser devolvido à operação o mais rápido possível em caso de panes no sistema.

# Sistemas Elétricos de Potência

- Para que isso seja possível:
  - Operação, Controle, Investimentos, Planejamento, etc.
- Ferramentas de Análise:
  - Fluxo de Potência, Cálculo de Curto, Otimização, etc.



# Sistemas Elétricos de Potência

- Os Sistemas Elétricos de Potência (**SEPs**) têm as funções de Gerador, Transportador e Distribuidor do produto energia elétrica.

*OBS: Note que a energia não é criada e sim transformada (**convertida**) de uma fonte energética (queda d'água, calor, sol, nuclear, vento, etc) para energia elétrica.*



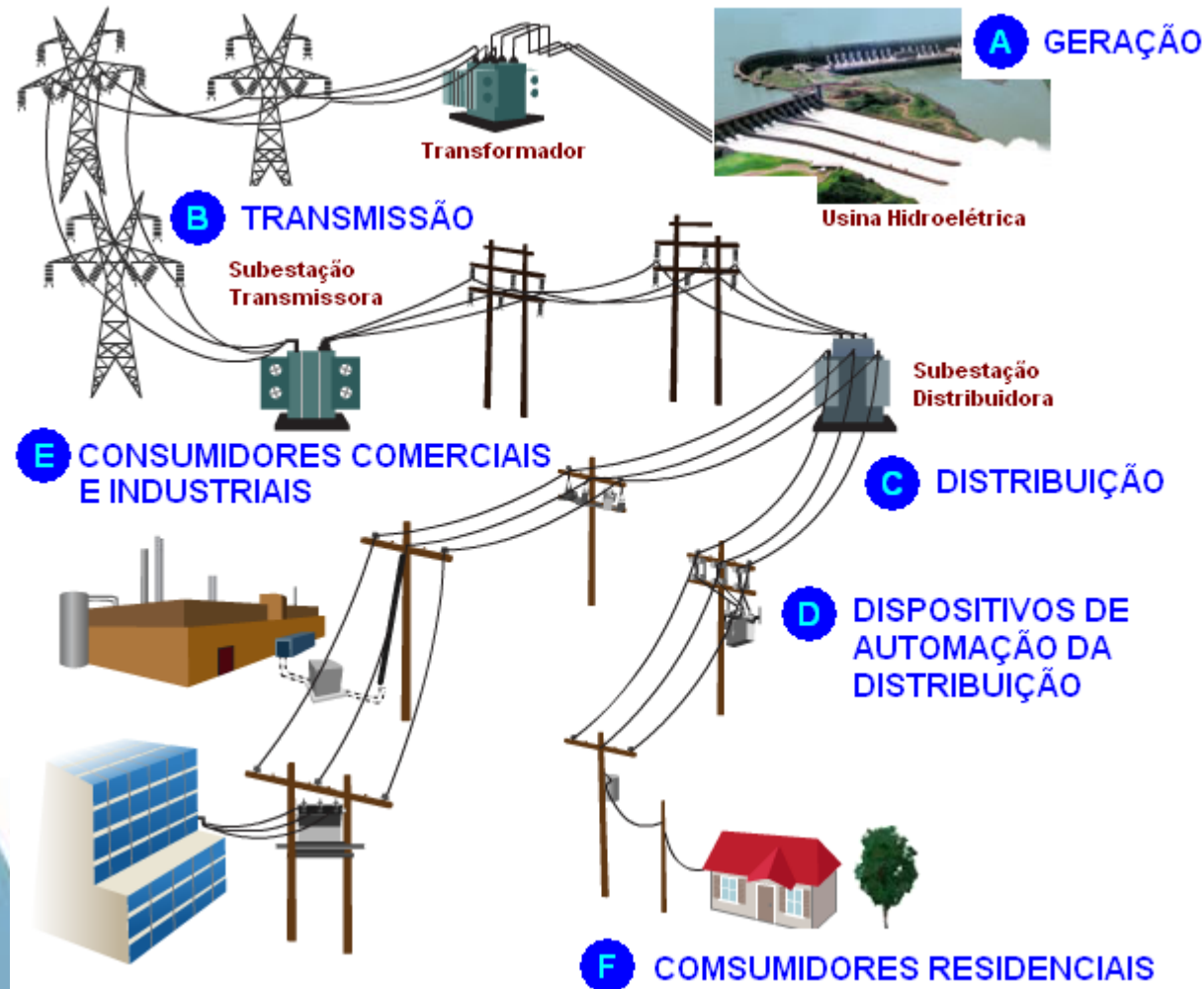
# Sistemas Elétricos de Potência

---

Os Sistemas Elétricos de Potência (SEP) são subdivididos em 3 grandes blocos:

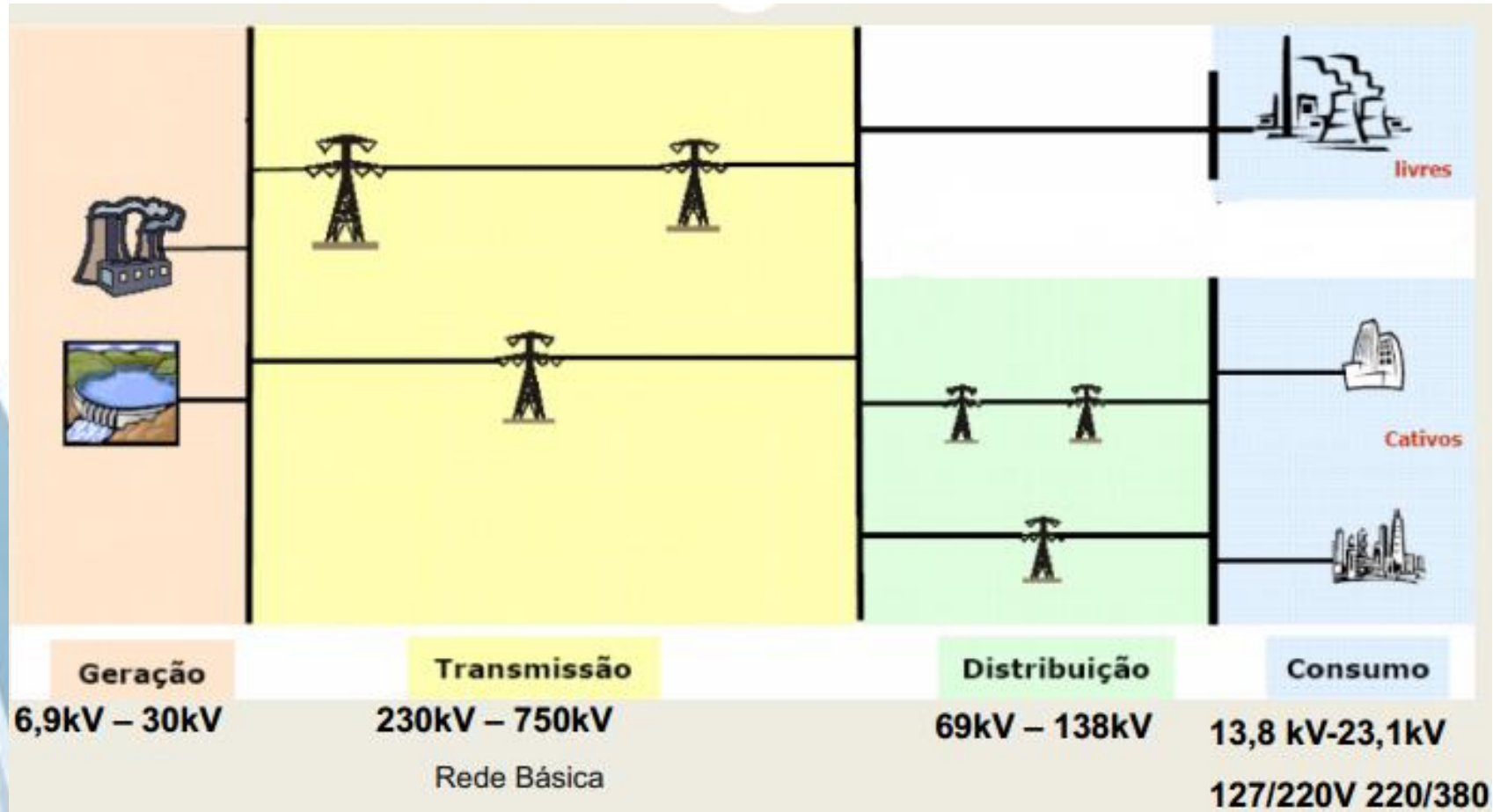
- **Geração**
  - Responsável pela produção da energia elétrica.
  - Formado por Centrais Elétricas que convertem alguma forma de energia (cinética, calor, etc) em energia elétrica.
- **Transmissão**
  - Responsável pelo transporte da energia elétrica dos centros de Geração aos de Consumo.
  - Formado por Linhas de Transmissão, Transformadores, etc.
- **Distribuição**
  - Realiza a distribuição da energia elétrica recebida do sistema de transmissão aos consumidores finais

# Geração, Transmissão e Distribuição





# Sistemas Elétricos de Potência

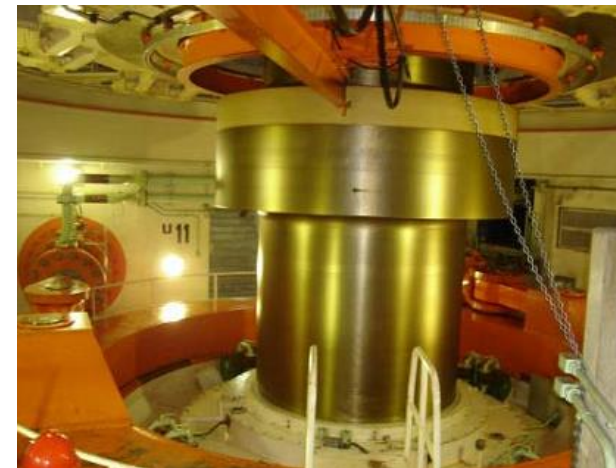


# Usinas

A dimensão do gerador é em função da quantidade de **energia que vai ser gerada**

6,9 kV – 13,8 kV - 18,0 kV

- Altas correntes (kA)
- Altas potências (MW)



# Subestação Elevadora

Por fatores econômicos, a subestação é construída o mais próximo possível da geração

Transformadores elevadores

69 kV – 138 kV – 230 kV



# Subestação Abaixadora

Eleva-se a tensão (conseqüentemente, diminui-se a corrente) para que seja possível fazer a **transmissão dessa energia** a longas distâncias por torres de transmissão

Através das torres de transmissão, a energia é transportada **até os centros de consumo**



# Subestação Abaixadora

Por meio de transformadores abaixadores, abaixa-se os valores de tensão de distribuição:

34,5 kV- 13,8 kV

Essas tensões seguem até as subestações de distribuição



# Subestação Abaixadora

Na subestação de distribuição, a energia segue para distribuição urbana (cidades) em 13,8kV

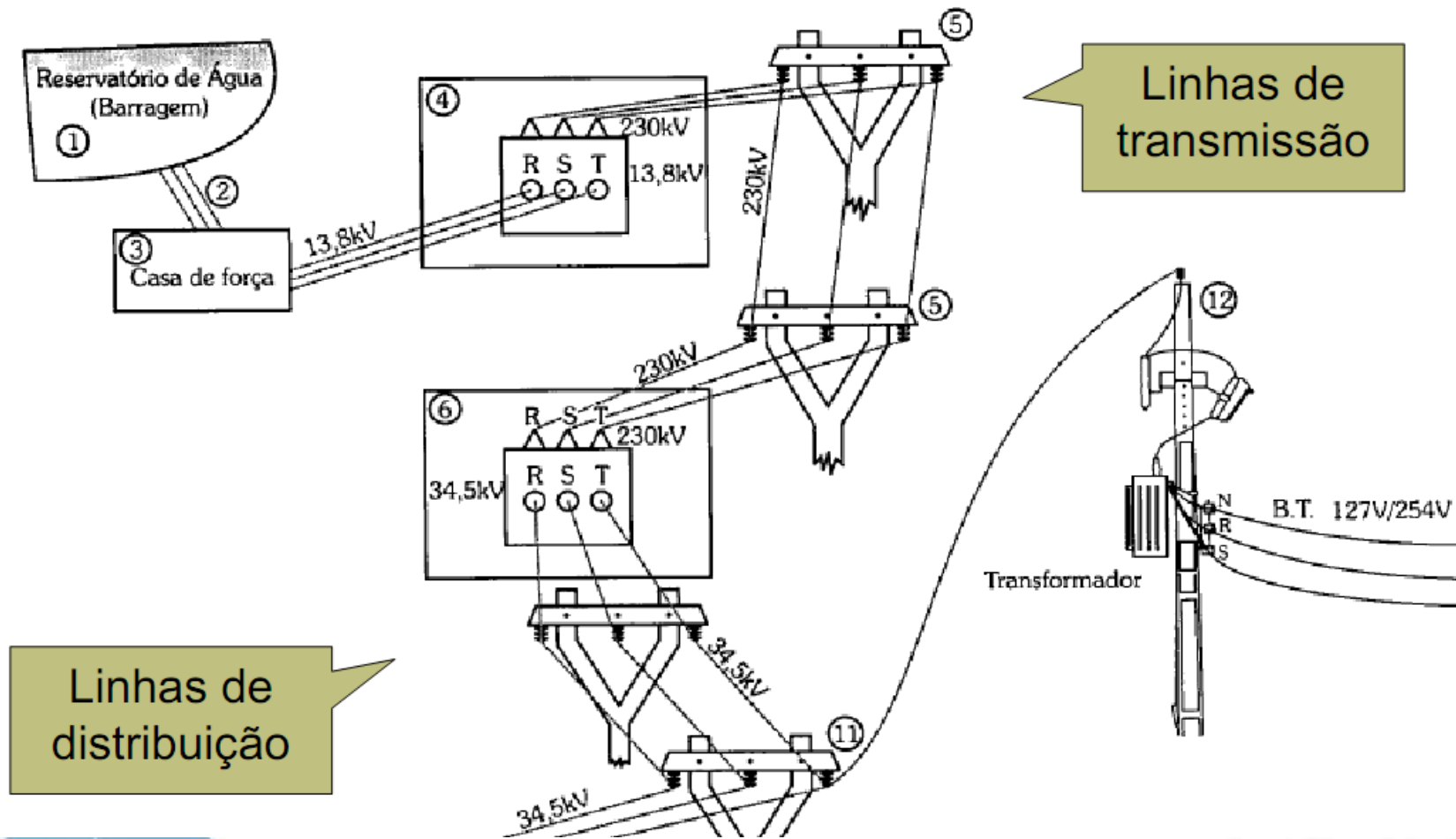
De trechos em trechos, nas ruas, conforme o consumo e em função da quantidade de consumidores, são instalados transformadores nos postes das concessionárias

**127 e 220 V (residências e indústrias)**

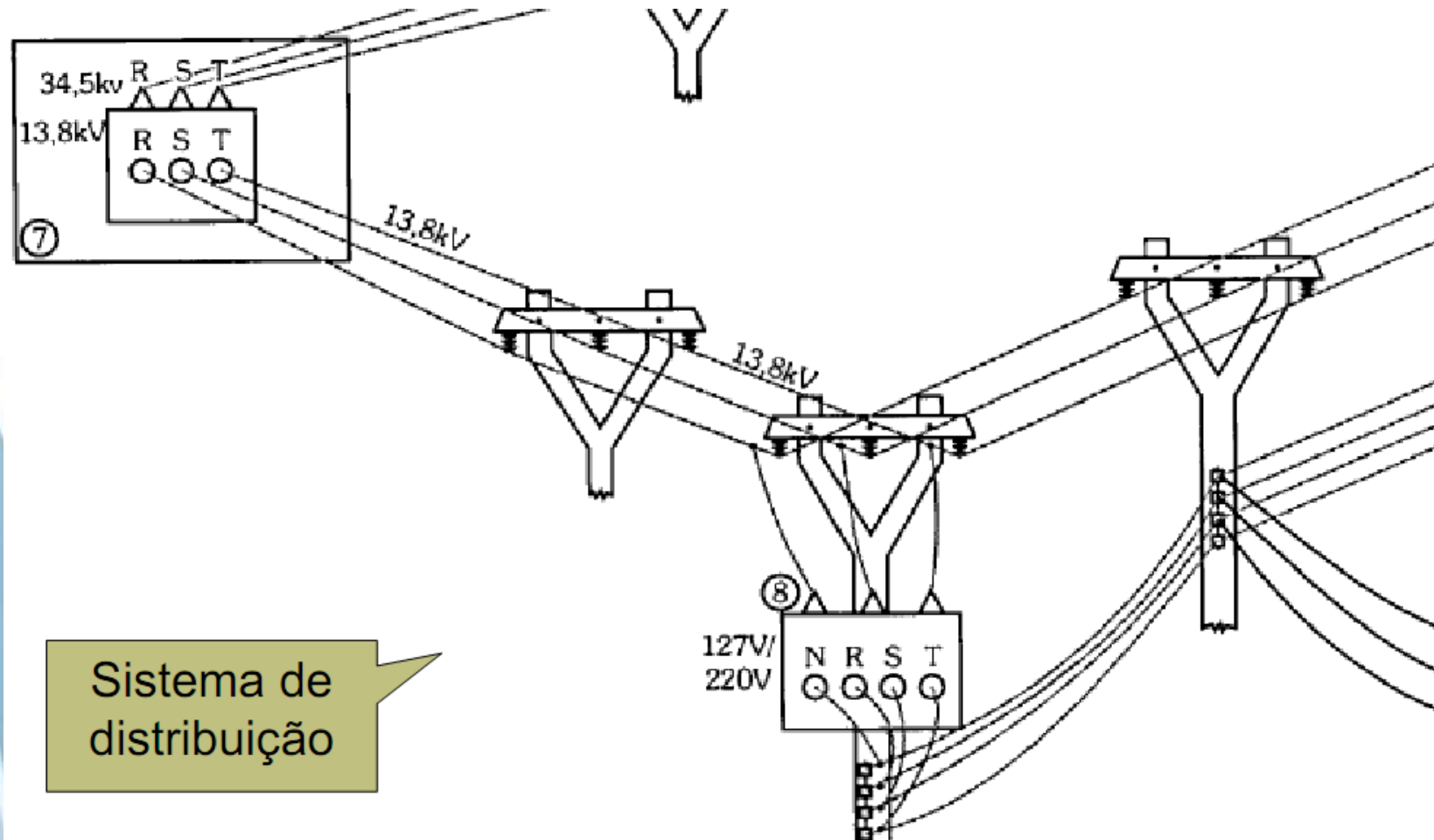
**127 e 254 V (área rural)**



# Visão Geral (Rural)

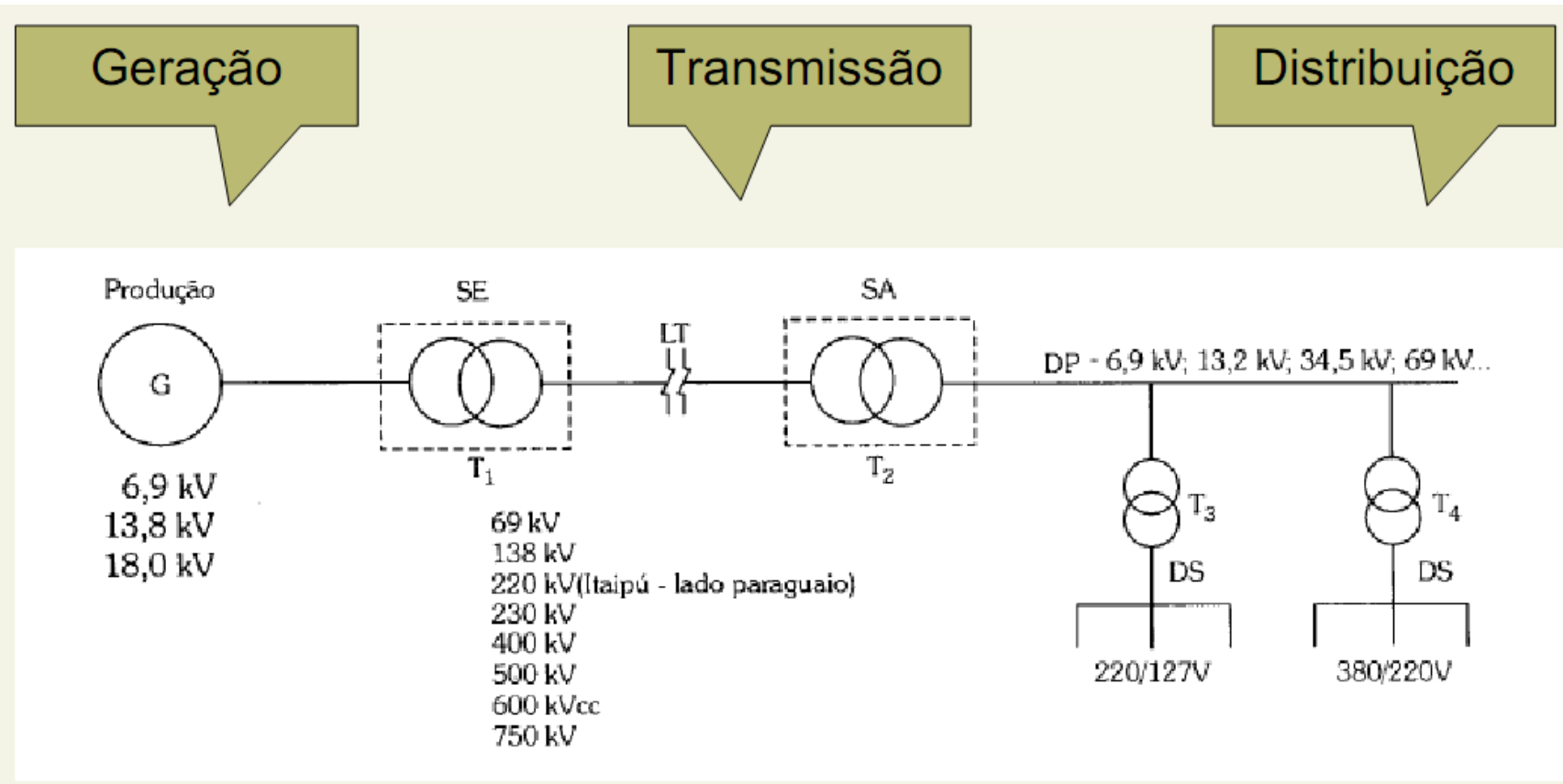


# Visão Geral (Urbano)





# Esquema Unifilar



# Níveis de Tensão

---

Segundo as normas brasileiras, as tensões são classificadas em 4 níveis:

- **Baixa tensão:** até 1.000 V
- **Média tensão:** de 1.000 V até 72.500 V
- **Alta tensão:** de 72.500 V até 242.000 V
- **Extra-alta tensão:** acima de 242.000 V

# Níveis de Tensão

Os níveis de tensão podem ainda serem subdivididos em:

- Extra-baixa tensão: 48 V; 24 V e 12 V
- Baixa tensão: 1.000; 760; 660; 440; 380; 220; 127 (FN); 115 (FN) V;
- Média tensão (ou alta tensão de distribuição): 34,5 kV;  
25,8 kV; 23 kV; 13,8 kV; 13,2 kV; 12,6 kV; 11,5 kV; 6,9 kV; 4,16 kV e 2,13 kV
- Alta tensão (tensão de transmissão): 500 kV; 230 kV e 138 kV
- Tensão de sub-transmissão: 69 kV
- Extra-alta tensão: 600 kV (CC)
- Extra-alta tensão: 750 kV
- Ultra-alta tensão: 800 kV (1,2 MV )

# Níveis de Tensão

---

## Nota Técnica n° 0075/2011-SRD/ANEEL

- Por meio de um levantamento das instalações elétricas feito pela ANEEL junto a 101 distribuidoras (concessionárias e permissionárias), obteve-se um panorama das tensões nominais de atendimento no Brasil.
- Essa pesquisa permitiu concluir que mais de 12% das unidades consumidoras conectadas à rede de baixa tensão (BT) e quase 37% das instalações ligadas à média tensão (MT) são atendidas em níveis nominais não padronizados

◦

# Níveis de Tensão

Nota Técnica n° 0075/2011-SRD/ANEEL

Tabela 1 – Redes de distribuição existentes nas 101 distribuidoras

	BT		MT		AT		Tensão de Transmissão
	Padronizada	Não padronizada	Padronizada	Não padronizada	Padronizada	Não padronizada	
Número de Tensões	5	6	4	26	2	2	2
Porcentagem de Unidades Consumidoras	87,24%	12,76%	63,08%	36,92%	95,95%	4,01%	0,04%
Porcentagem de Linhas e Redes	89,78%	10,22%	84,92%	15,08%	98,02%	1,48%	0,50%

# Níveis de Tensão

Nota Técnica n° 0075/2011-SRD/ANEEL

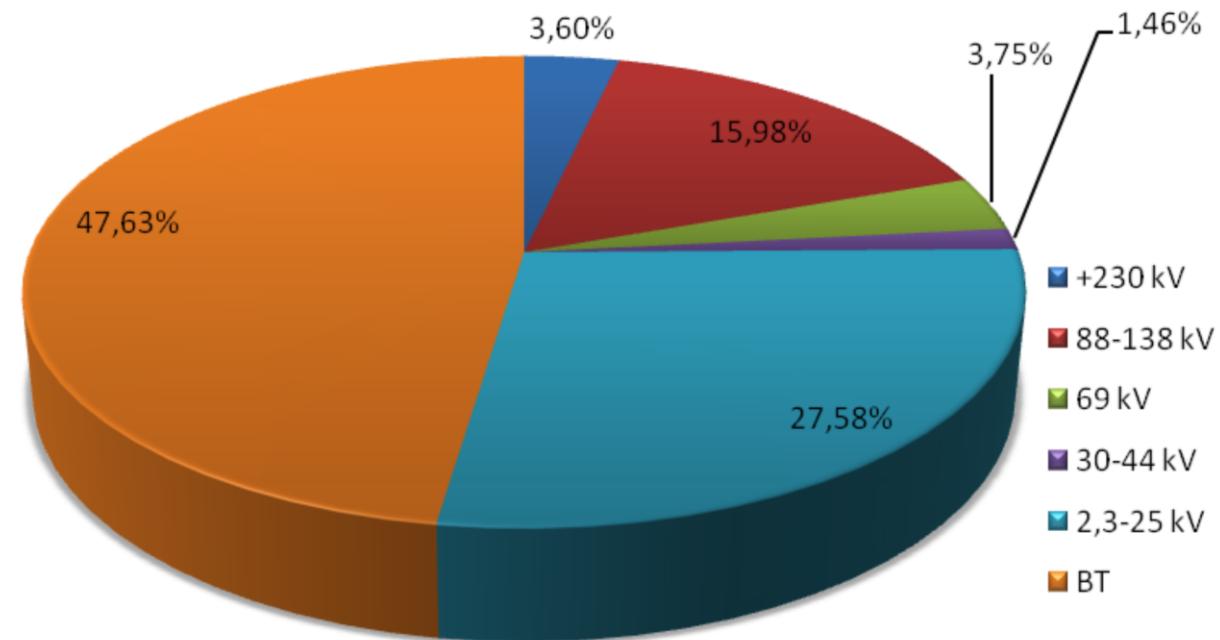


Figura 1 – Consumo de energia elétrica nas redes de distribuição por nível de tensão. Fonte: ANEEL, 2010.

# Linhas Aéreas de Transmissão (LTs)

## Tensões usuais de transmissão

- Em CC → Valor entre o pólo (+) e pólo (-)
- Em CA → Valor Eficaz = (entre fase-fase)
- Geração de grandes blocos de energia → Aumento do nível de tensão

## Padronização Brasileira

- Distribuição (média tensão): 13,8 kV e 34,5 kV
- Sub-Transmissão e Transmissão (AT): 69 kV, 138 kV e 230 kV
- Transmissão (EAT): 345 kV, 500 kV e 765 kV
- Ultra Alta Tensão: 1000 kV e 1200 kV (em estudos)



# Linhas Aéreas de Transmissão (LTs)

---

Níveis de Tensão (Brasil-MME)

**Transmissão:**

- Padronizadas: 138; 230; 345 e 500 kV
- Existentes: 440 e 750 kV

**Sub-Transmissão:**

- Padronizadas: 34,5; 69 e 138 kV
- Existentes: 88 kV

**Distribuição Primária:**

- Padronizadas: 13,8 e 34,5 kV
- Existentes: 11,9 e 22,5 kV

**Distribuição Secundária:**

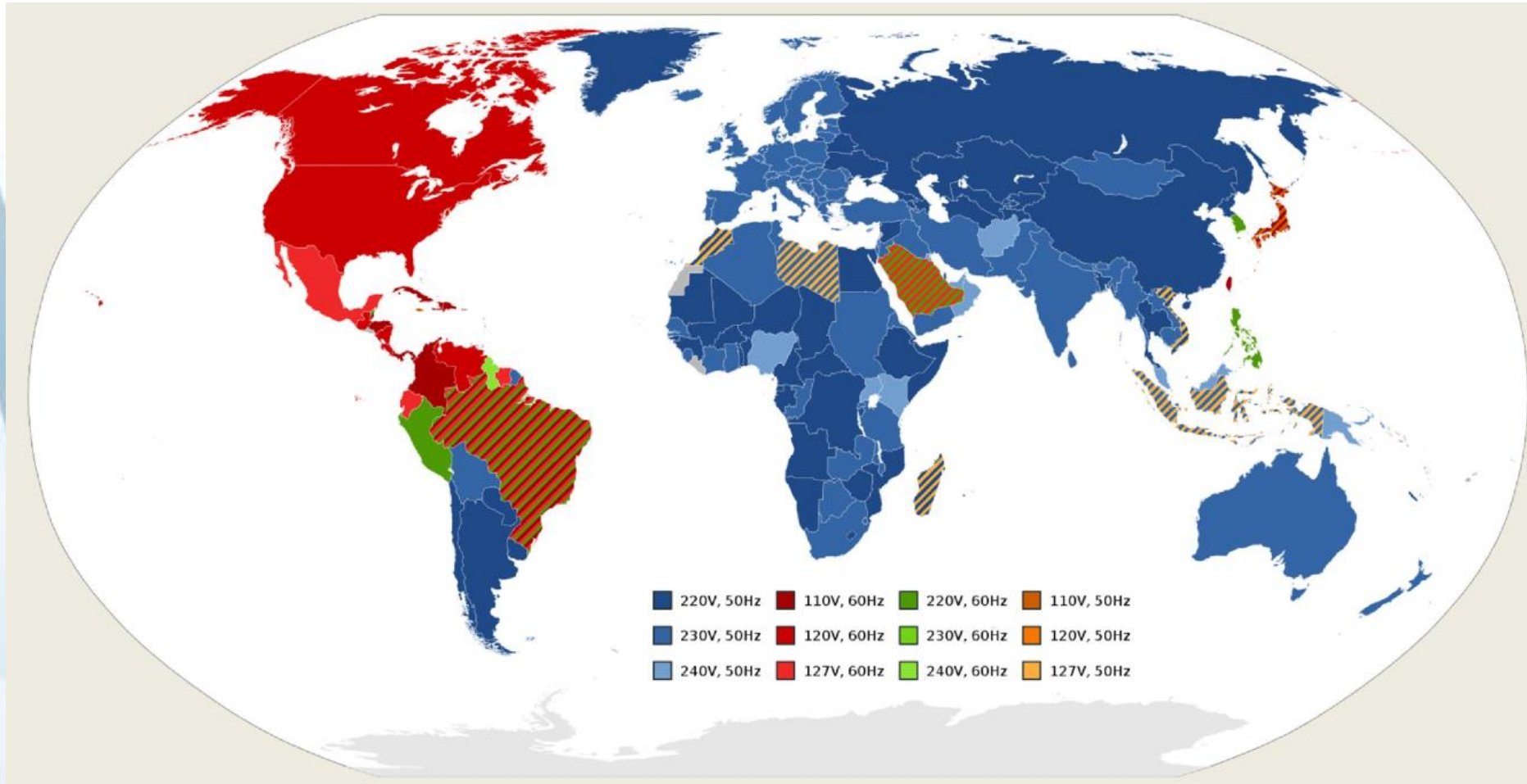
- Padronizadas: 127/220 V e 220/380 V
- Existentes: 110 V e 115/230 V

## Níveis de Tensão nos terminais dos Geradores:

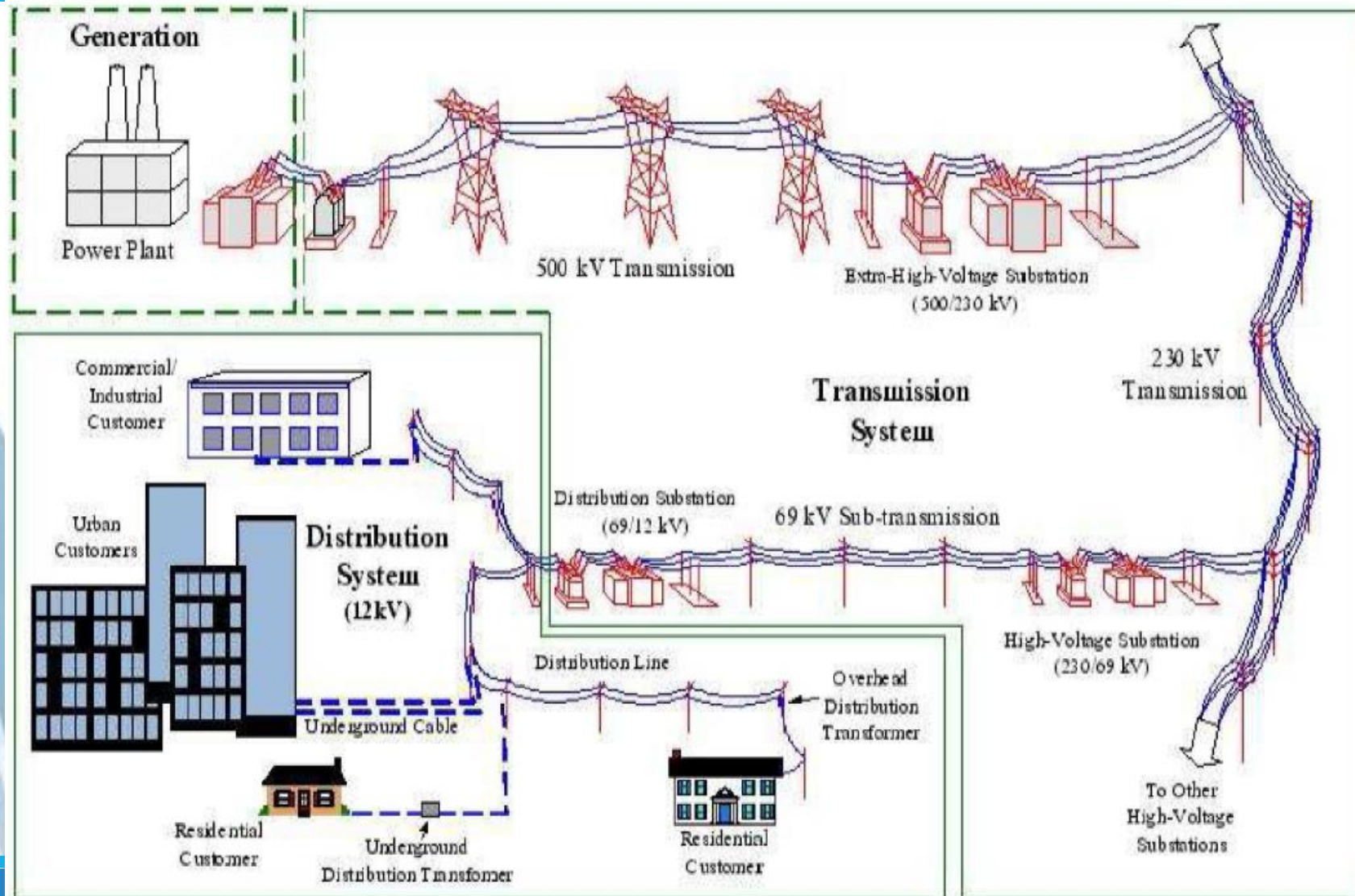
- Usual: 13,8kV
- Existentes: 2,2 a 22 kV



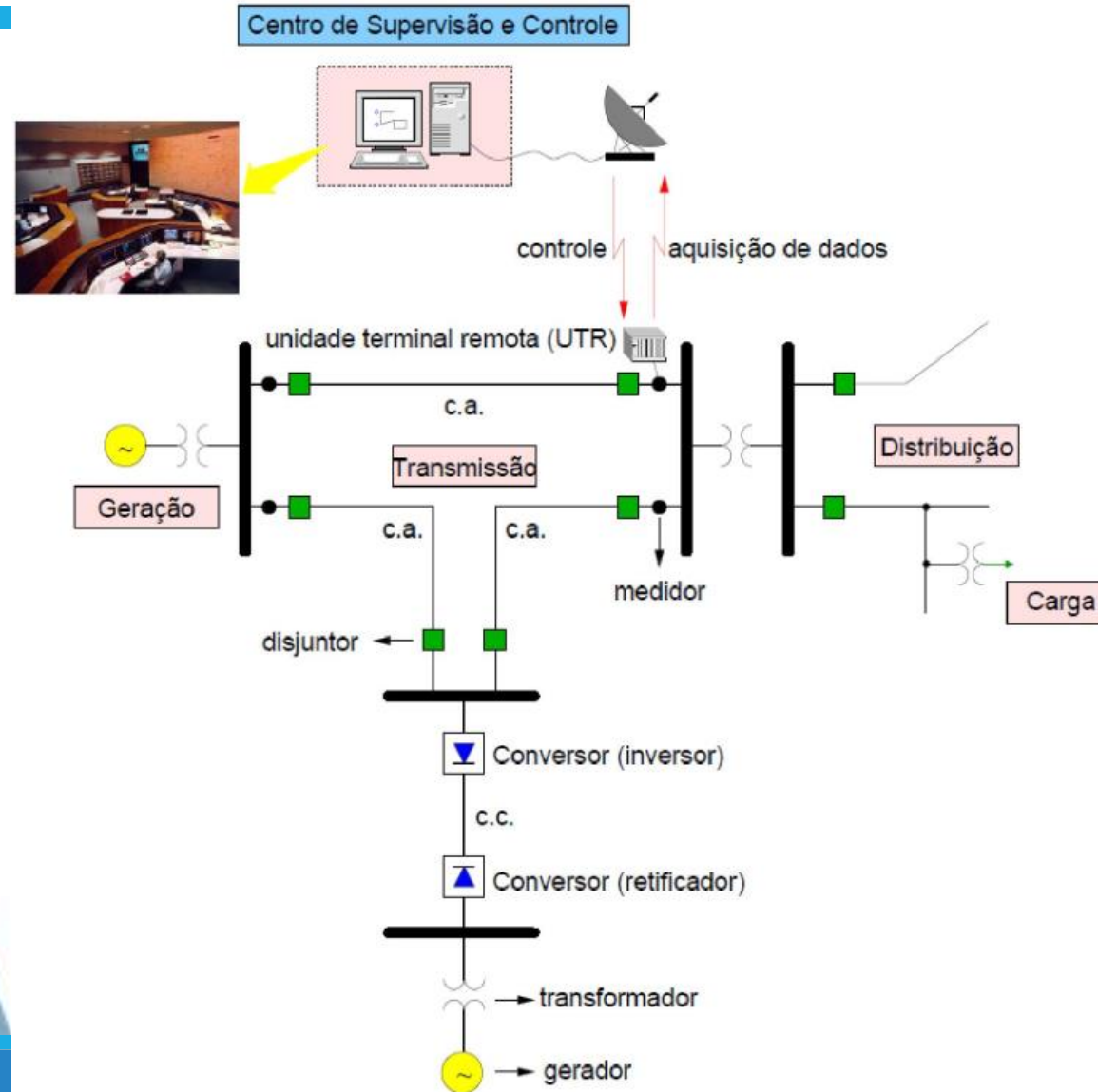
# Tensão na Distribuição Secundária



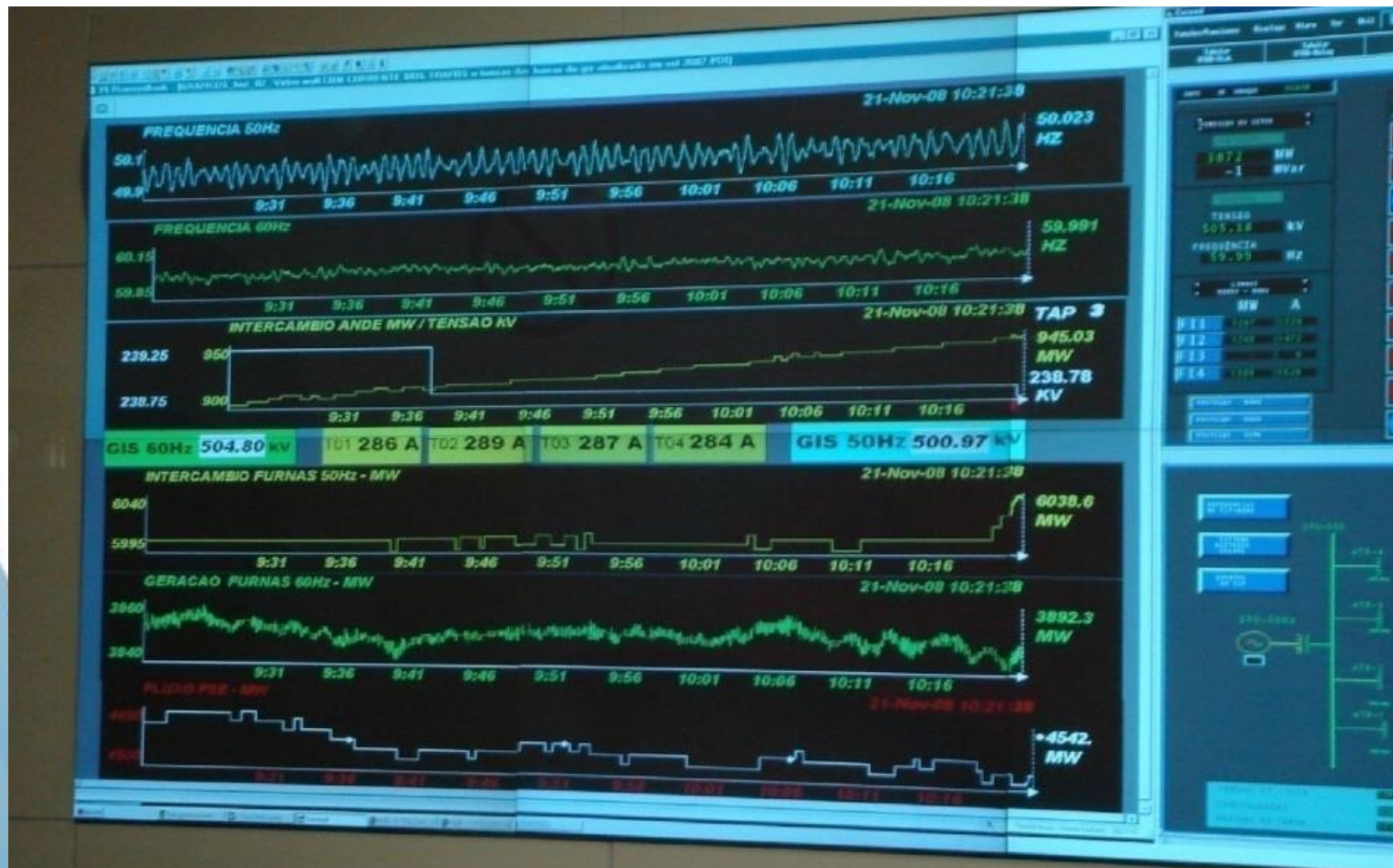
# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)



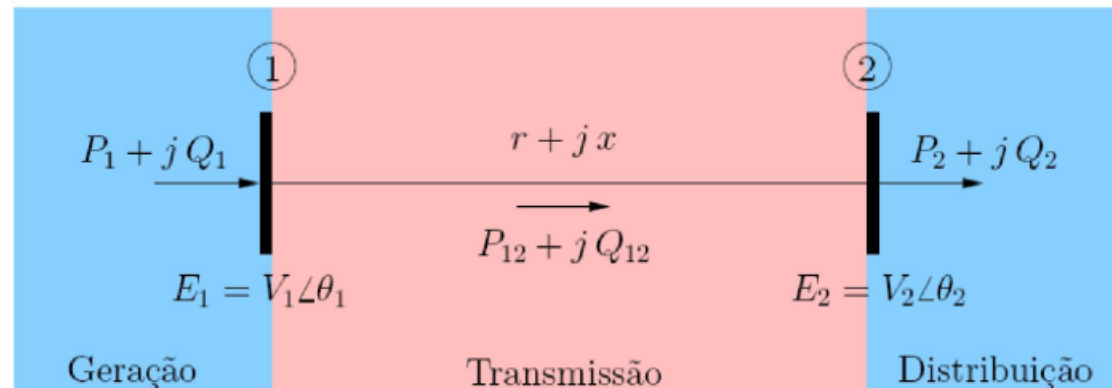
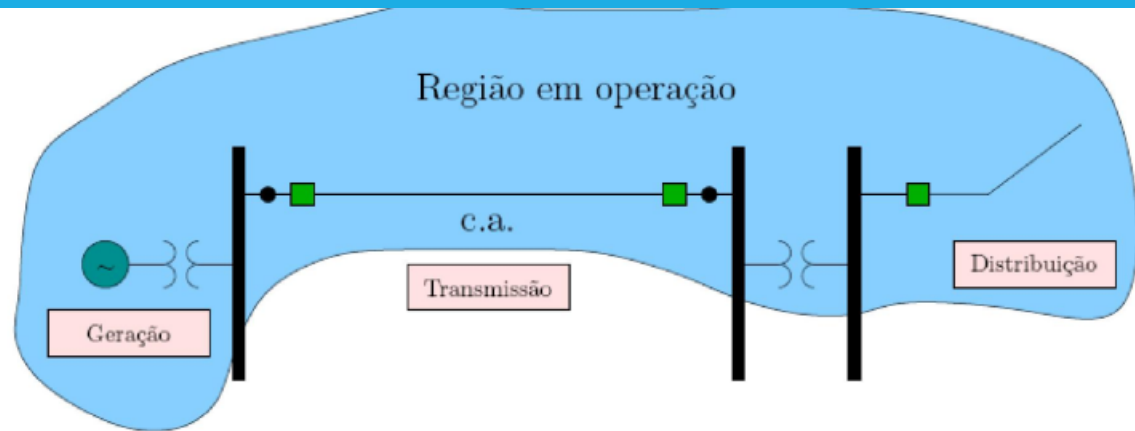
# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)



# Informação

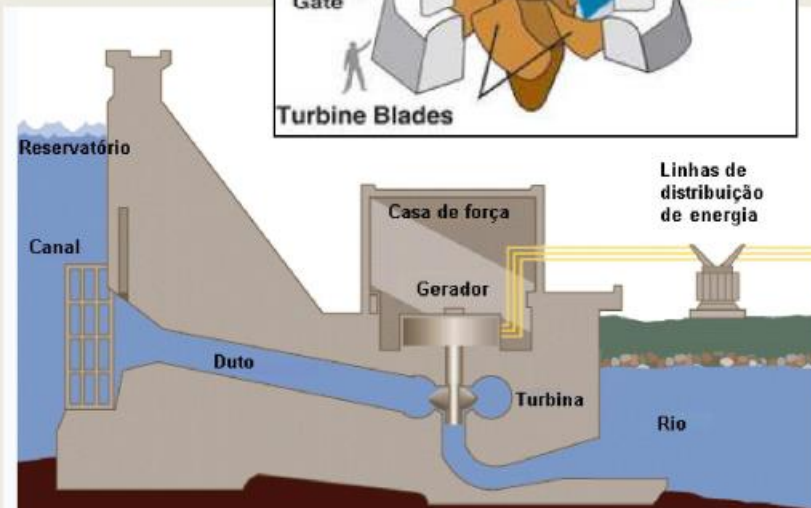
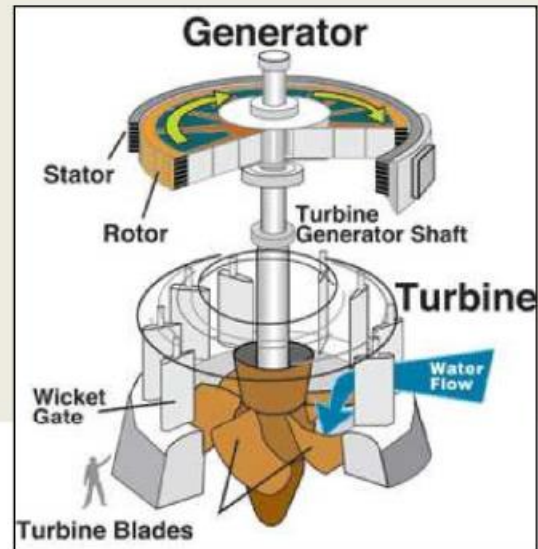


# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)



# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

- Geradores



# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

- Transformadores
  - Elevadores e Abaixadores
  - Subestações



Fonte: WEG

# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

- Linhas de Transmissão

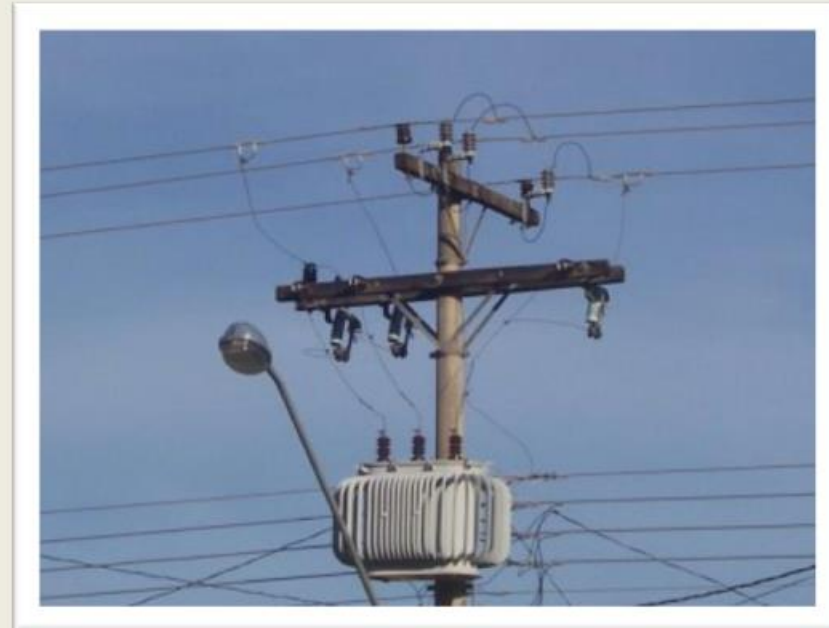
- CA
- CC (elo CC)





# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

- Alimentadores de Distribuição



# Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

- Cargas

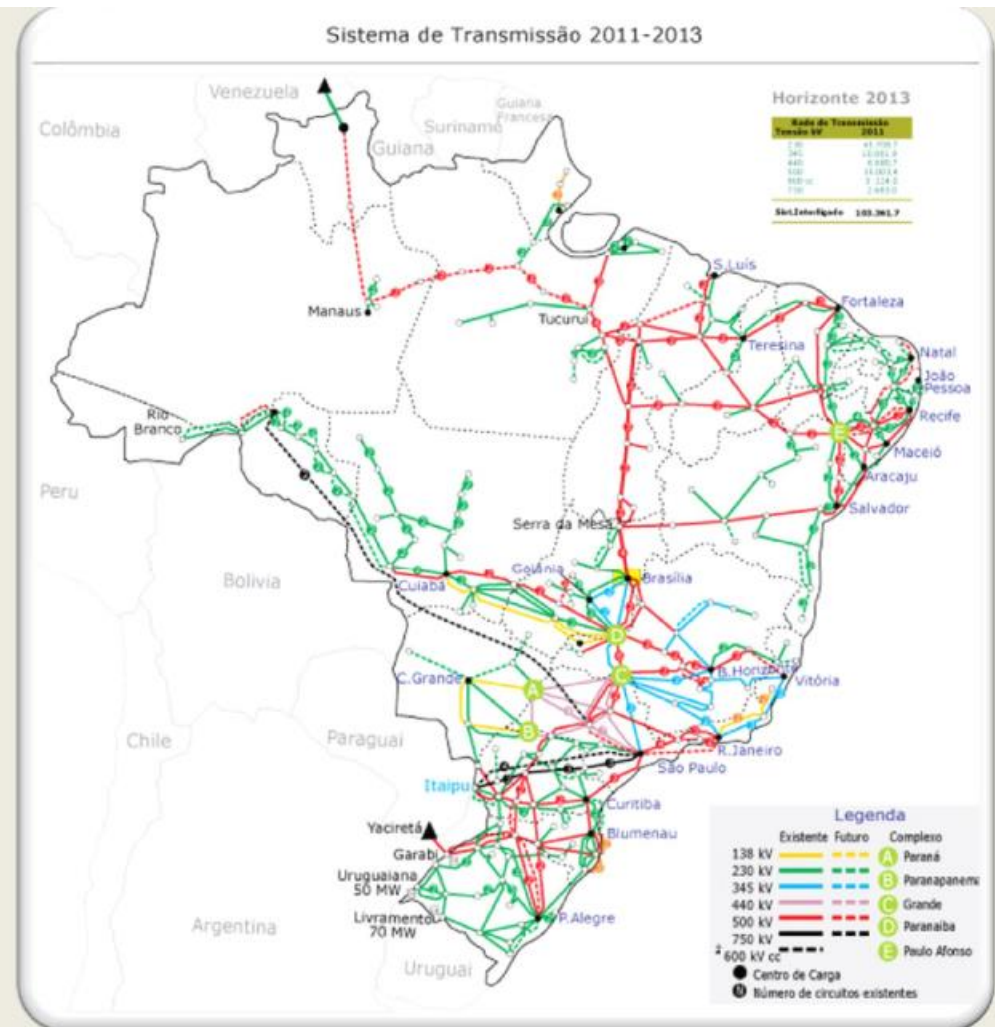
- Consumidores Industriais, Comerciais e Residenciais.



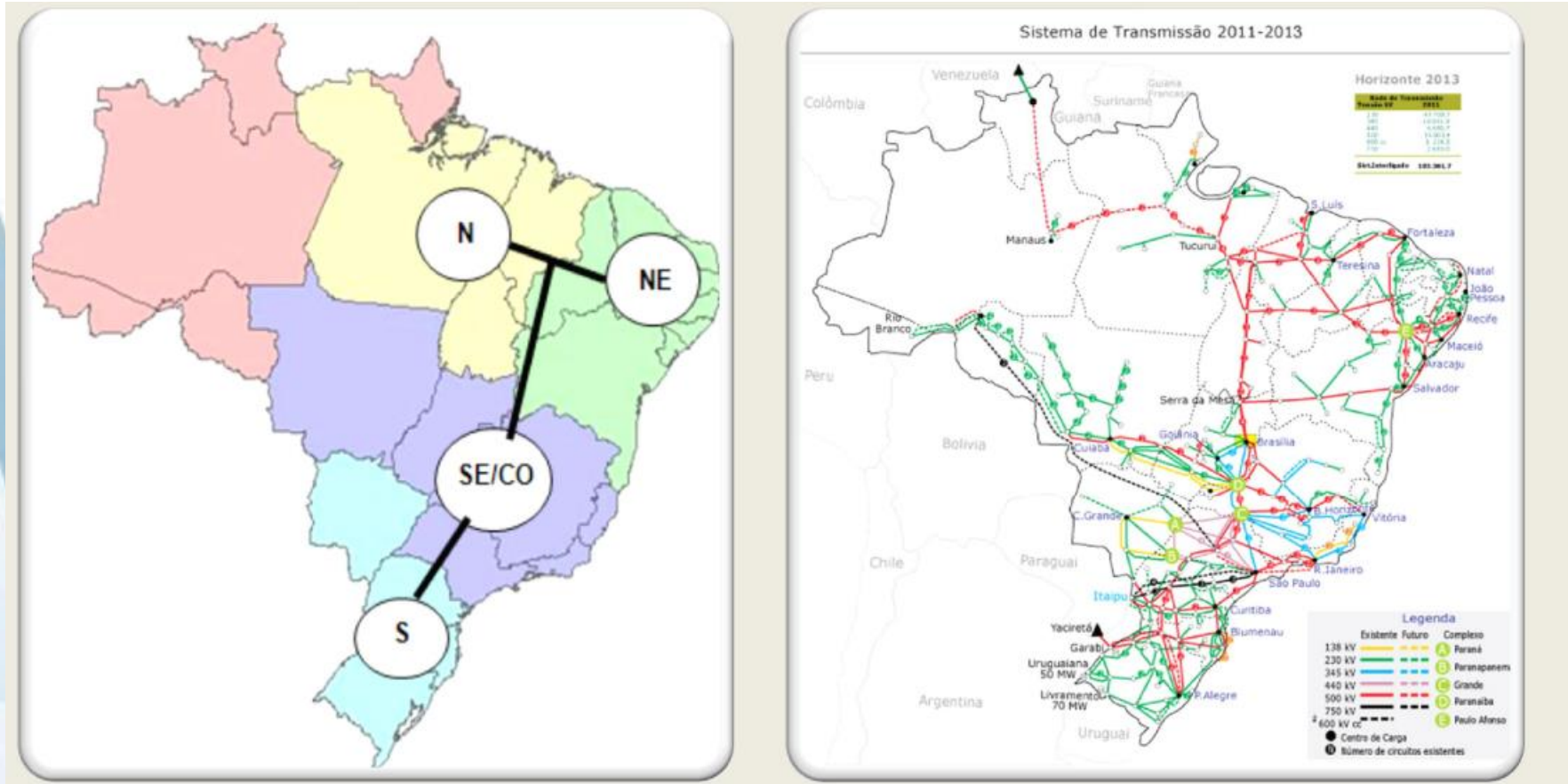
# SIN - Sistema Interligado Nacional

- SIN
  - Rede de Transmissão
  - Rede Básica;

• Fonte: ONS

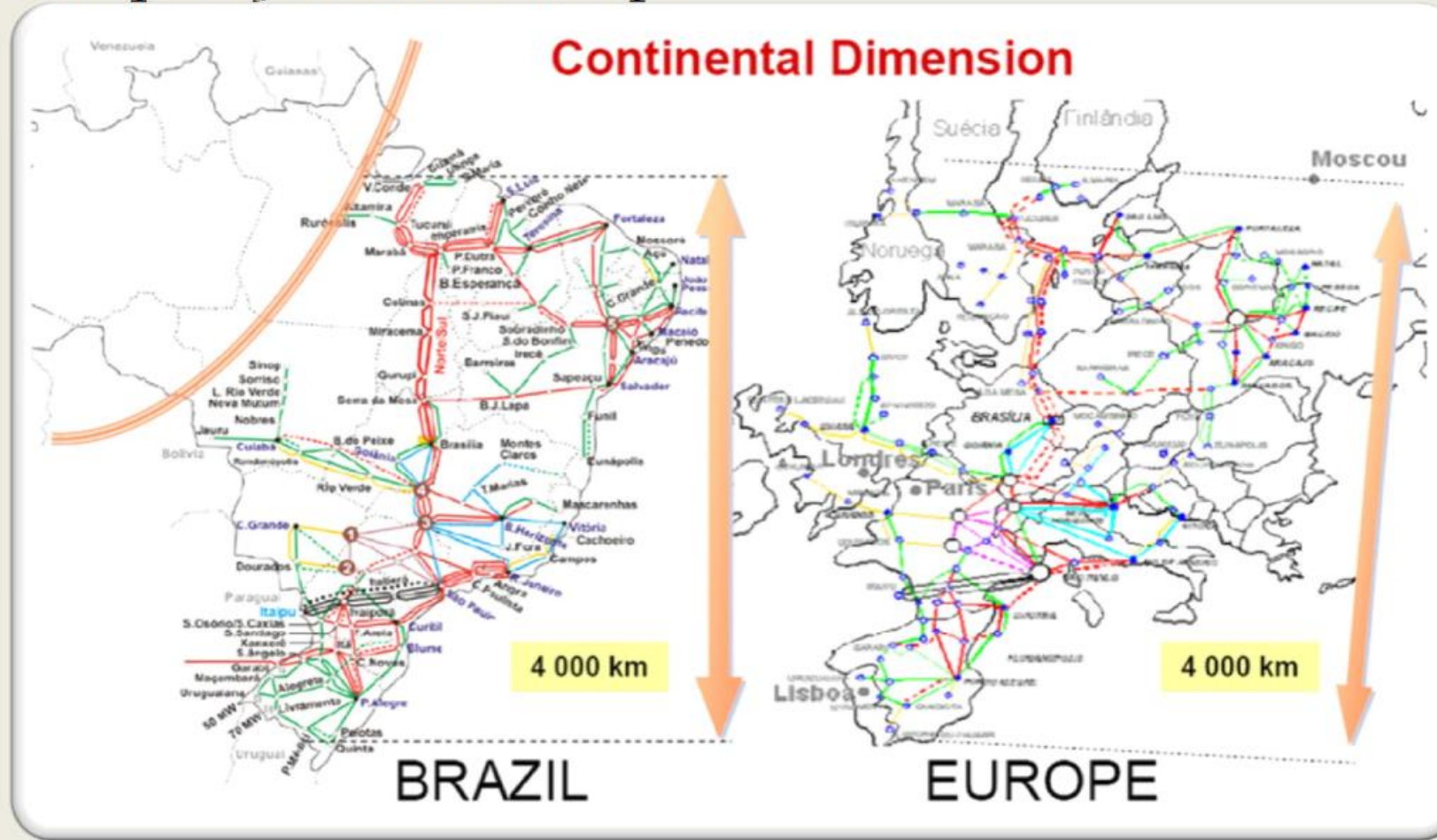


# Características do SIN

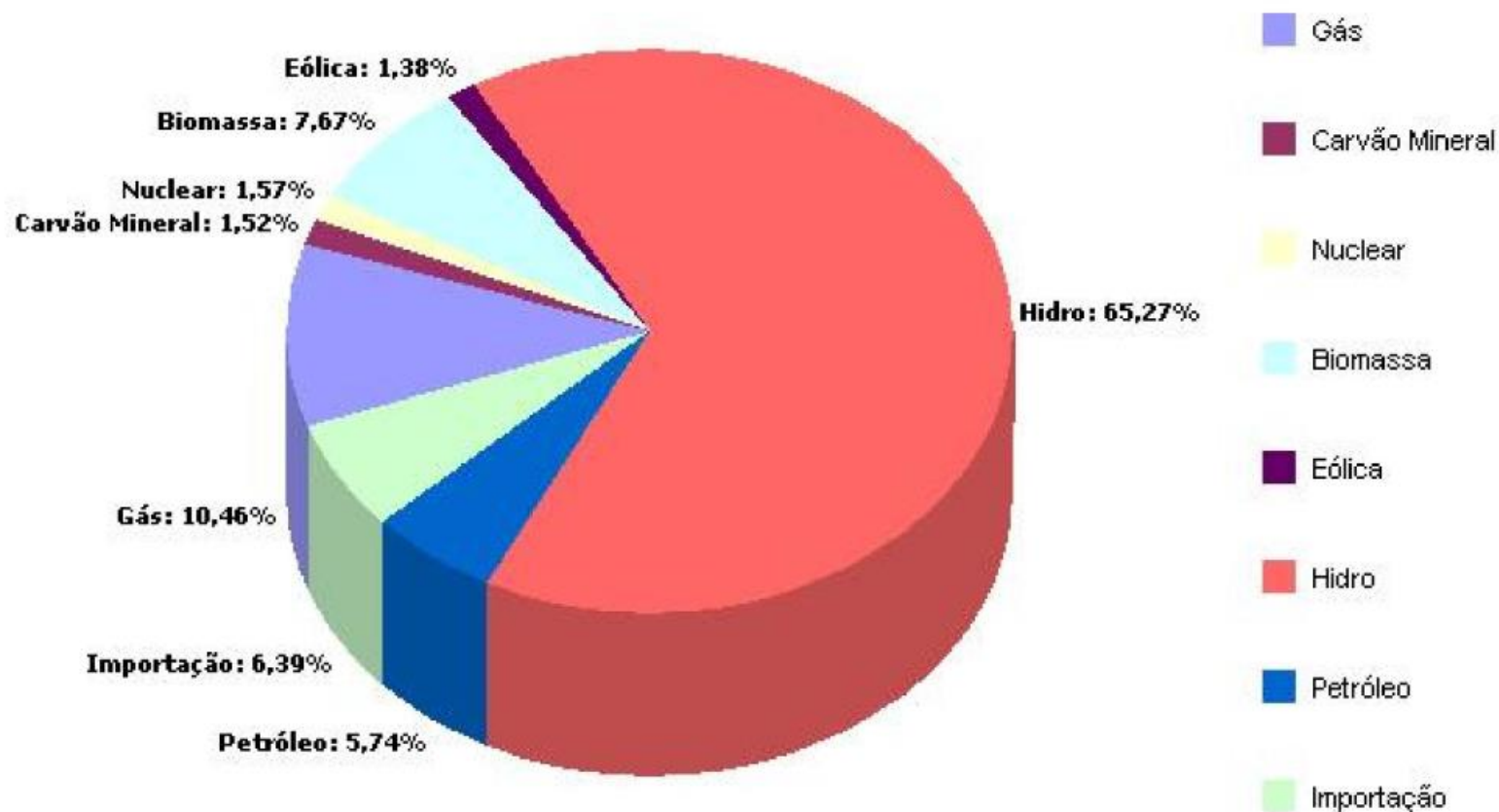


# Características do SIN

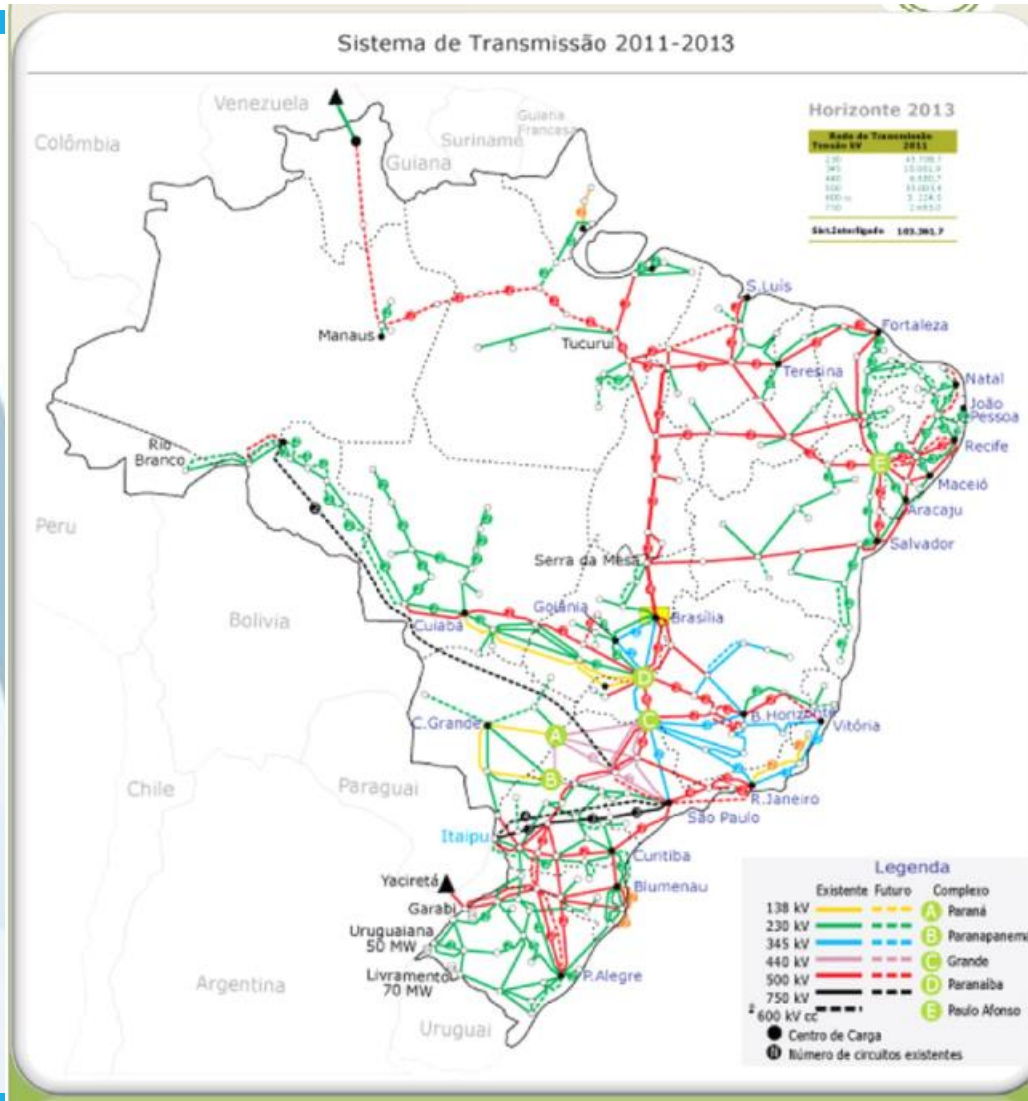
- Comparação com a Europa



# Matriz Energética Brasileira

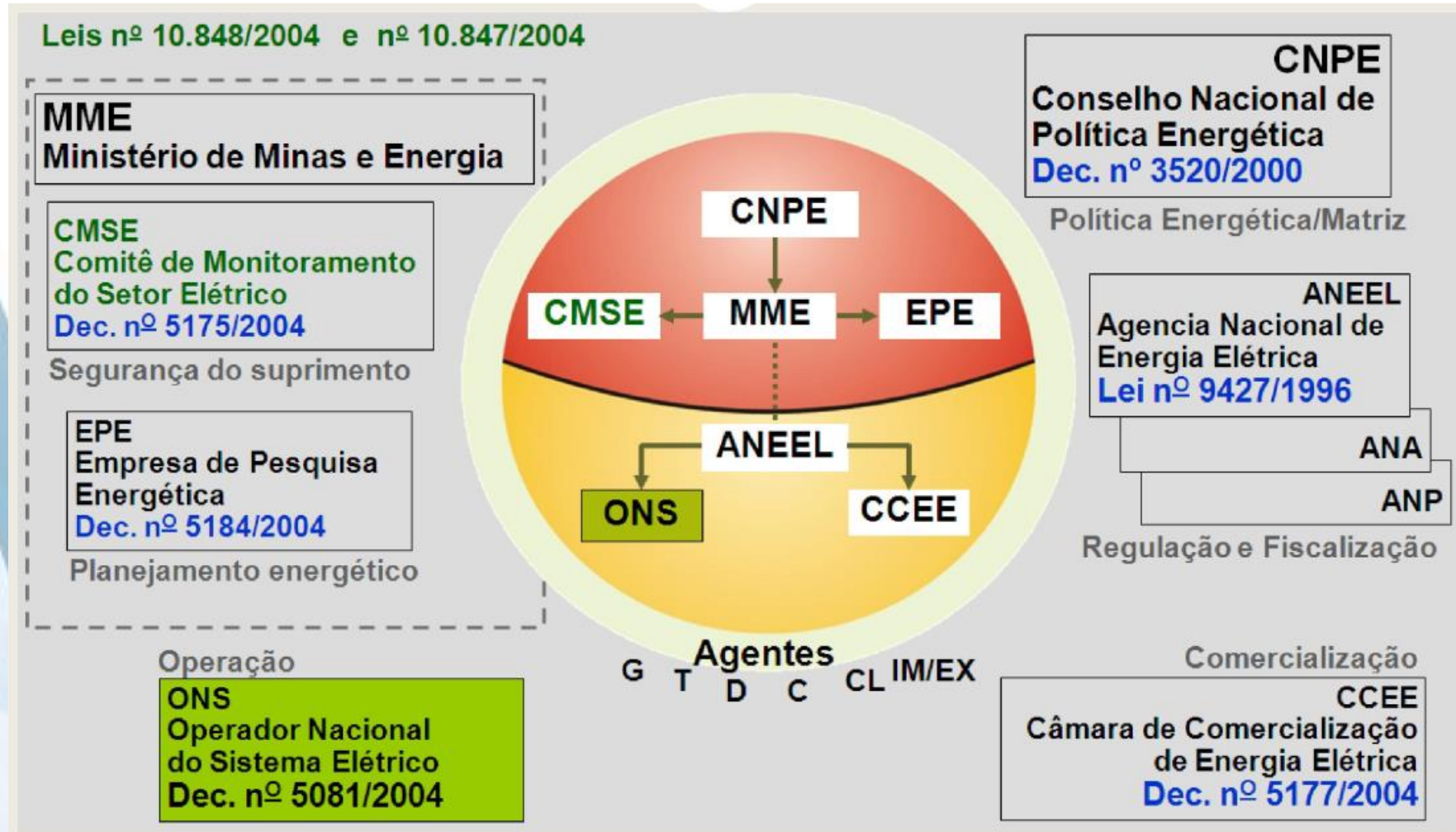


# Matriz Energética Brasileira



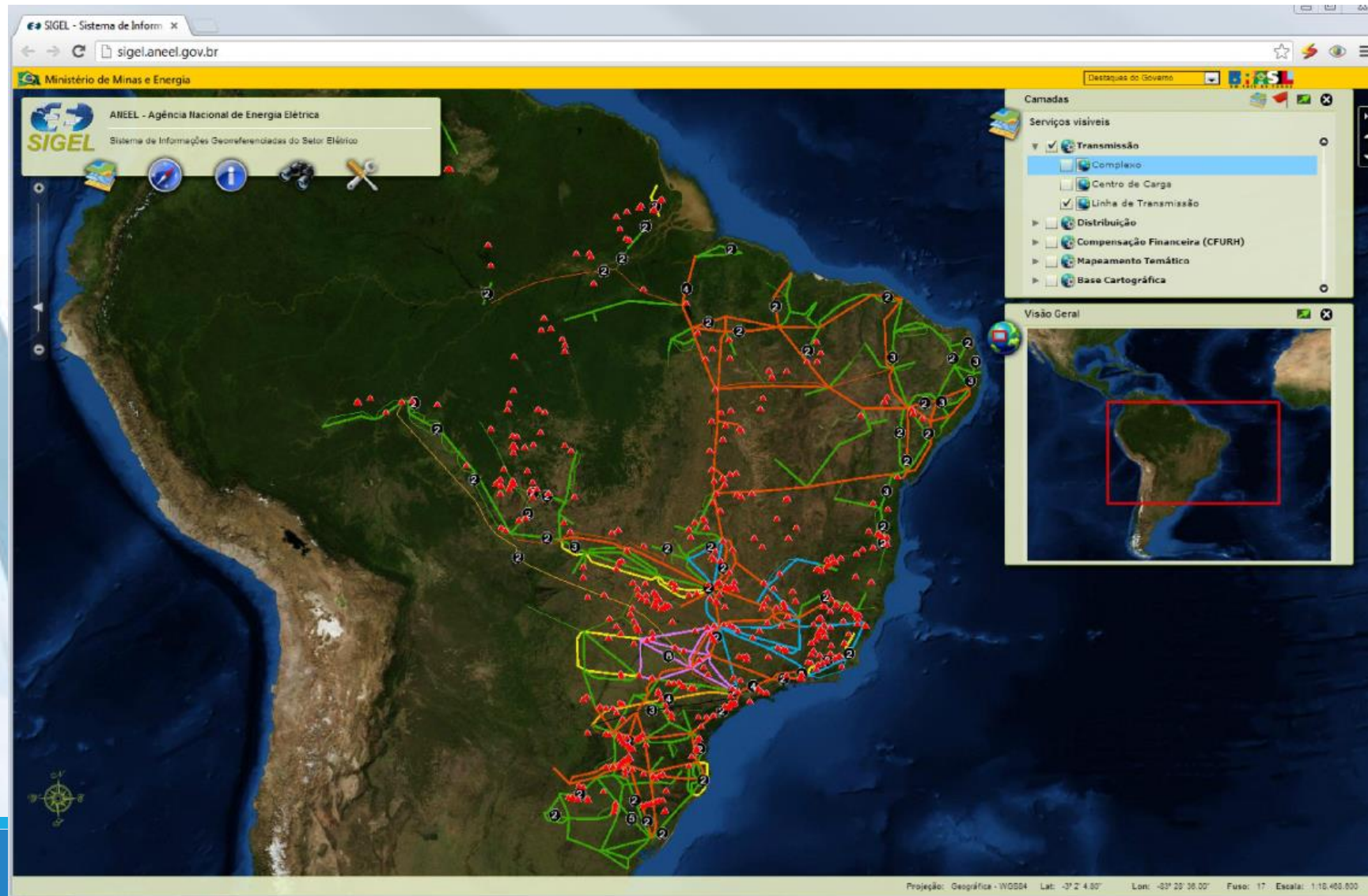
Tensão kV	2011
230	45.708,7
345	10.061,9
440	6.680,7
500	35.003,4
600 CC	3.224,0
750	2.683,0
<b>Sist. Interligado</b>	<b>103.361,7</b>

# A Estrutura Institucional do SEB





# Sistema de Informações Georreferenciadas



# Informações Adicionais

<http://www.ons.org.br>

<http://www.aneel.gov.br/>

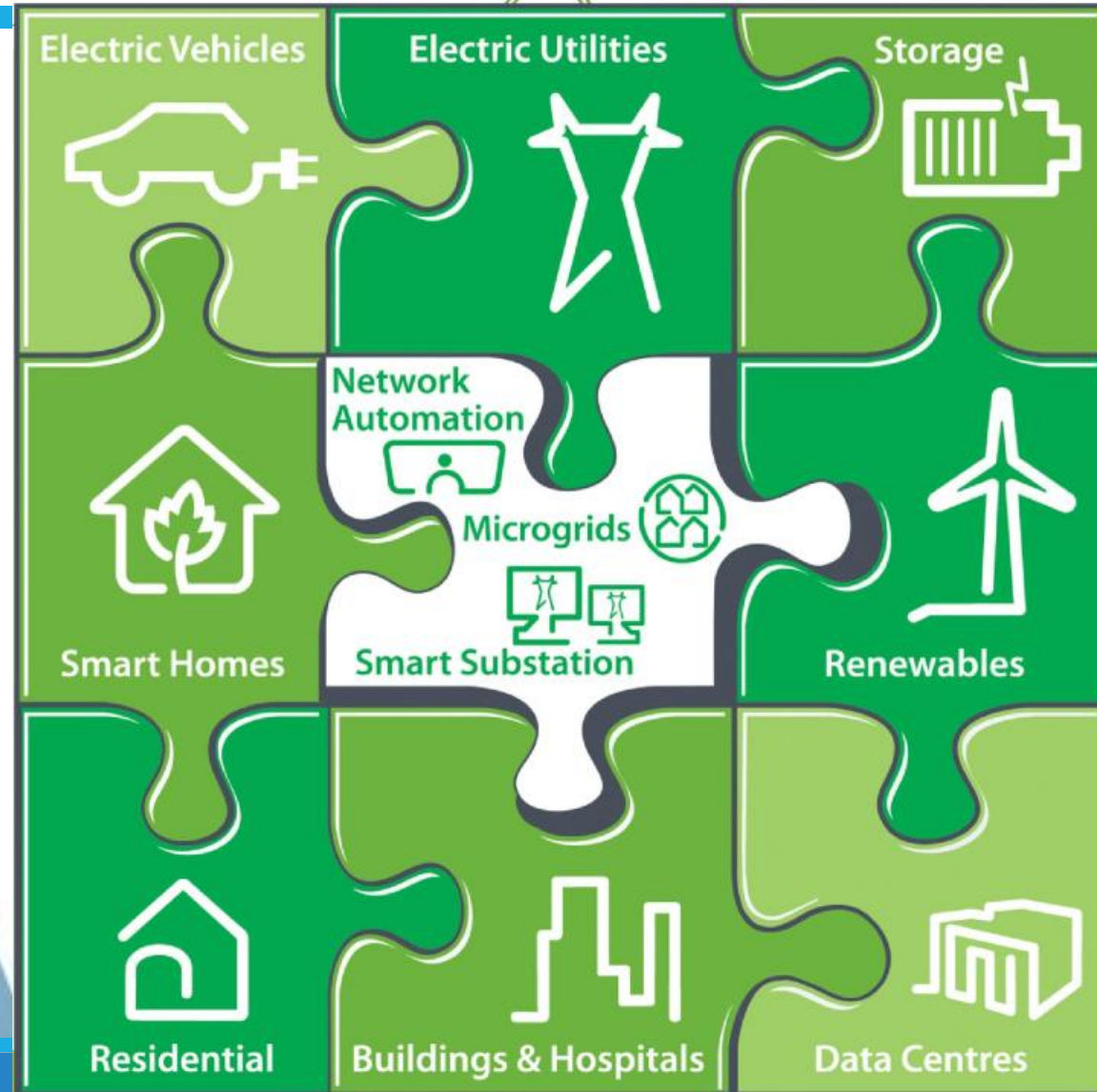
<http://www.ccee.org.br>

The screenshot shows the ANEEL website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Missão', 'Protocolo-Gerat', 'Biblioteca Virtual', 'Busca', 'Cadastro-se', 'Fale Conosco', 'Processos', 'Mapa do Site', 'Links', 'Serviços', 'Glossário', and 'English'. Below this is a search bar and a 'Links Mais Visitados' dropdown. The main content area features a 'Clic Energia' section with a headline: 'Diretoria aprova Edital do Leilão A-5, marcado para 14/12'. The article text states: 'A Diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou hoje (13/11) o edital do Leilão nº 06/2012, denominado A-5, para compra de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração hidrelétrica, eólica e termelétrica a biomassa ou gás em ciclo combinado. Leia mais!'. Below the article is a 'Ciclo de Revisões' graphic. The left sidebar contains 'Reuniões Públicas' information and a search bar. The bottom of the page has a footer with 'SGAN 603 módulo 2 / 70830-030' and various certification and contact links.

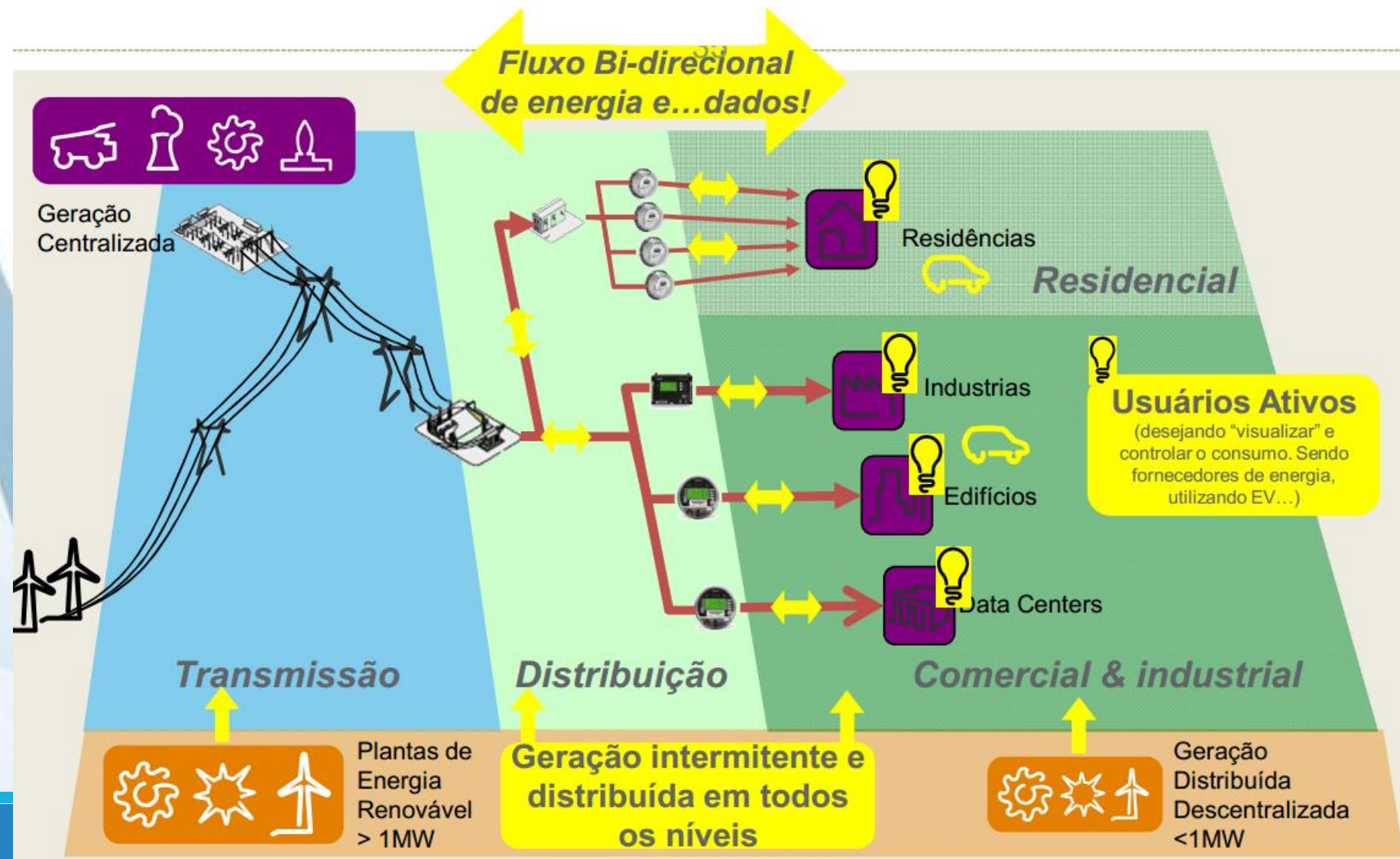
The screenshot shows the CCEE website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'INICIO', 'QUEM SOMOS', 'O QUE FAZEMOS', 'ONDE ATUAMOS', 'QUEM PARTICIPA', 'COMO PARTICIPAR', and 'NOTÍCIAS E OP'. Below this is a search bar and a 'Novos tutoriais Portal de Aprendizado' banner. The main content area features a 'diqcee' banner and a 'ÚLTIMAS ATUALIZAÇÕES' section with a list of updates. The right sidebar contains 'DESTAQUES' and 'ÁREAS MAIS ACESSADAS'. The bottom of the page has a footer with 'CCEE' and 'HISTÓRICO' links.

Região	EAR
SE/CO	34,40%
S	45,92%
NE	32,34%
N	39,88%

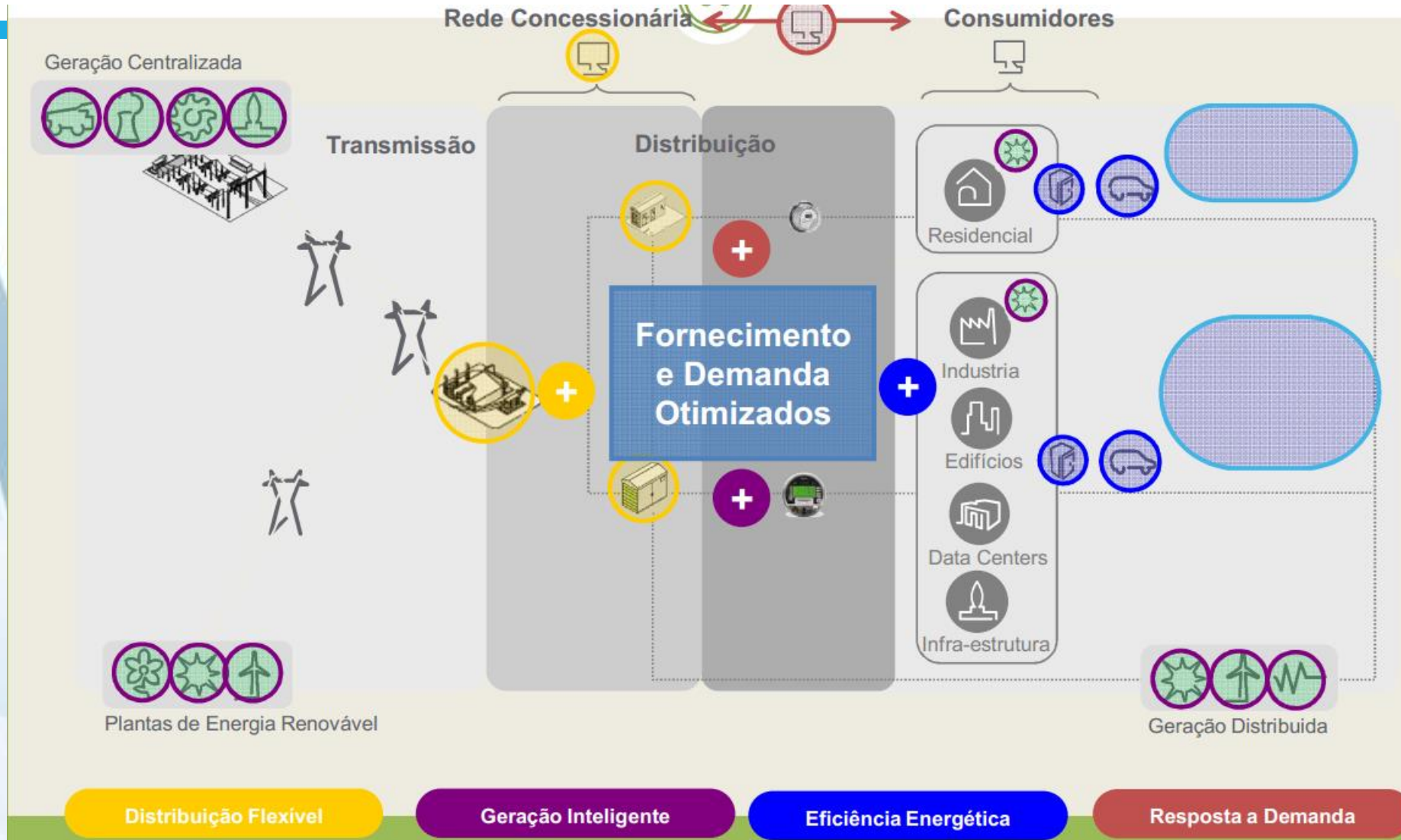
# Smart Grid: O novo conceito...



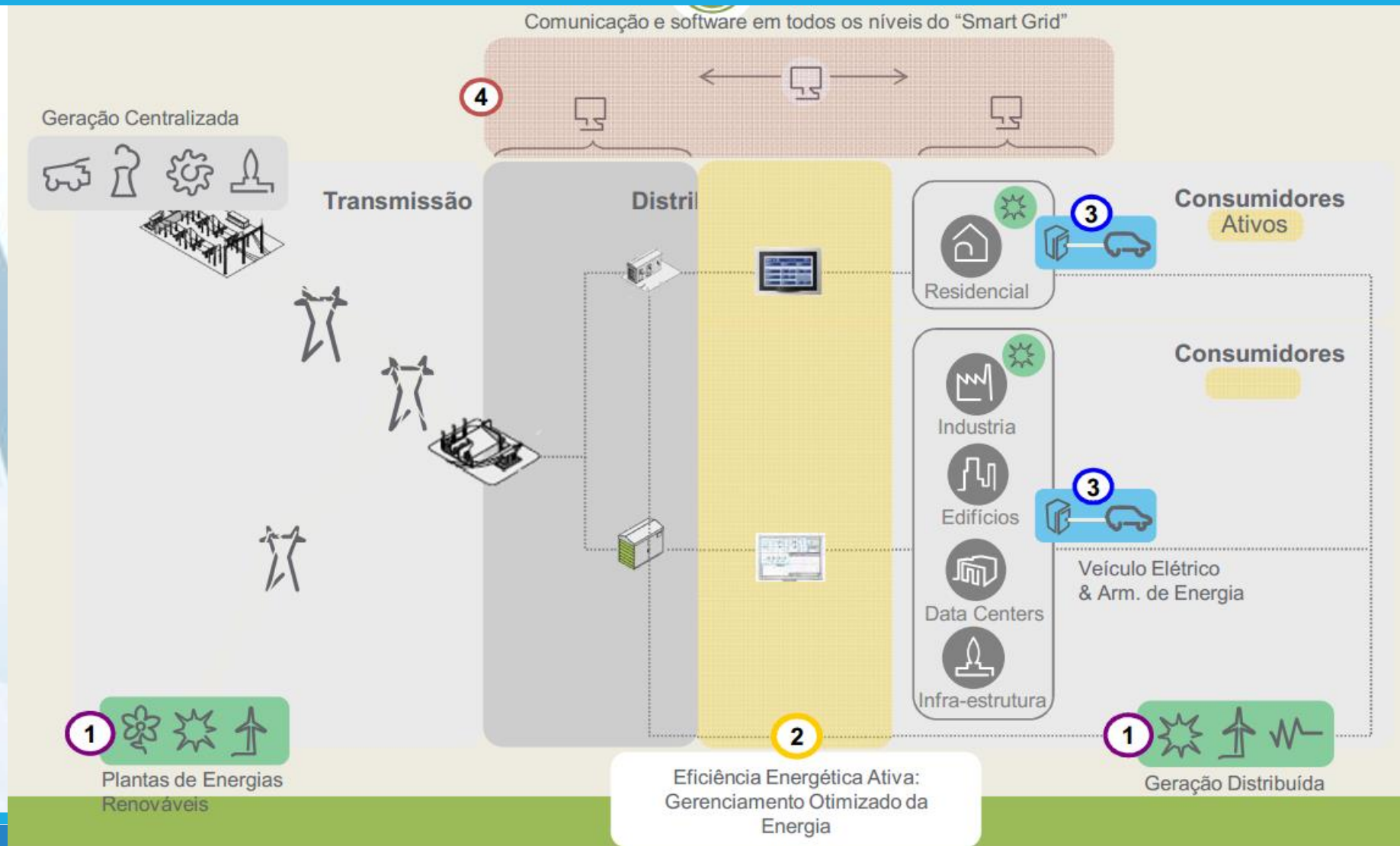
# Smart Grid: Transformando as Redes Tradicionais em redes inteligentes



# Principais domínios do Smart Grid



# Principais domínios do Smart Grid



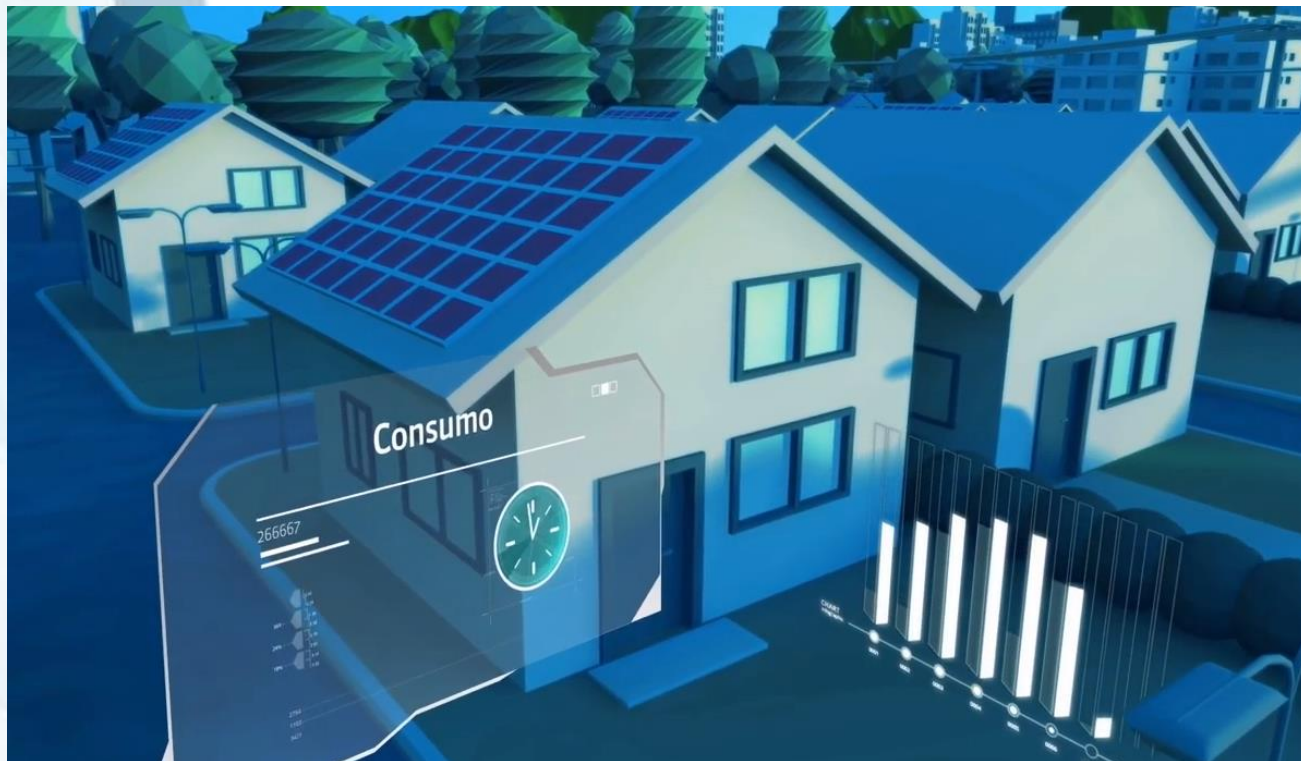
# Principais domínios do Smart Grid

---



<https://www.youtube.com/watch?v=t3GxG1fJs28>

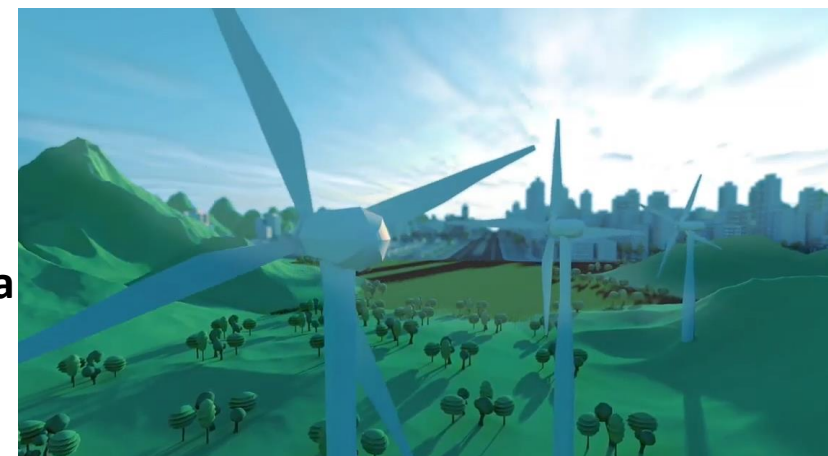
# Principais domínios do Smart Grid



Reconhecimento  
aromático de falhas



GD  
Geração  
Distribuída







# REVISÃO

---

SISTEMA ELÉTRICO DE POTENCIA (SEP)

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO (SEB)

SMART GRID

