



## VII Seminário de Energia

### A vocação de Mato Grosso para gerar energia

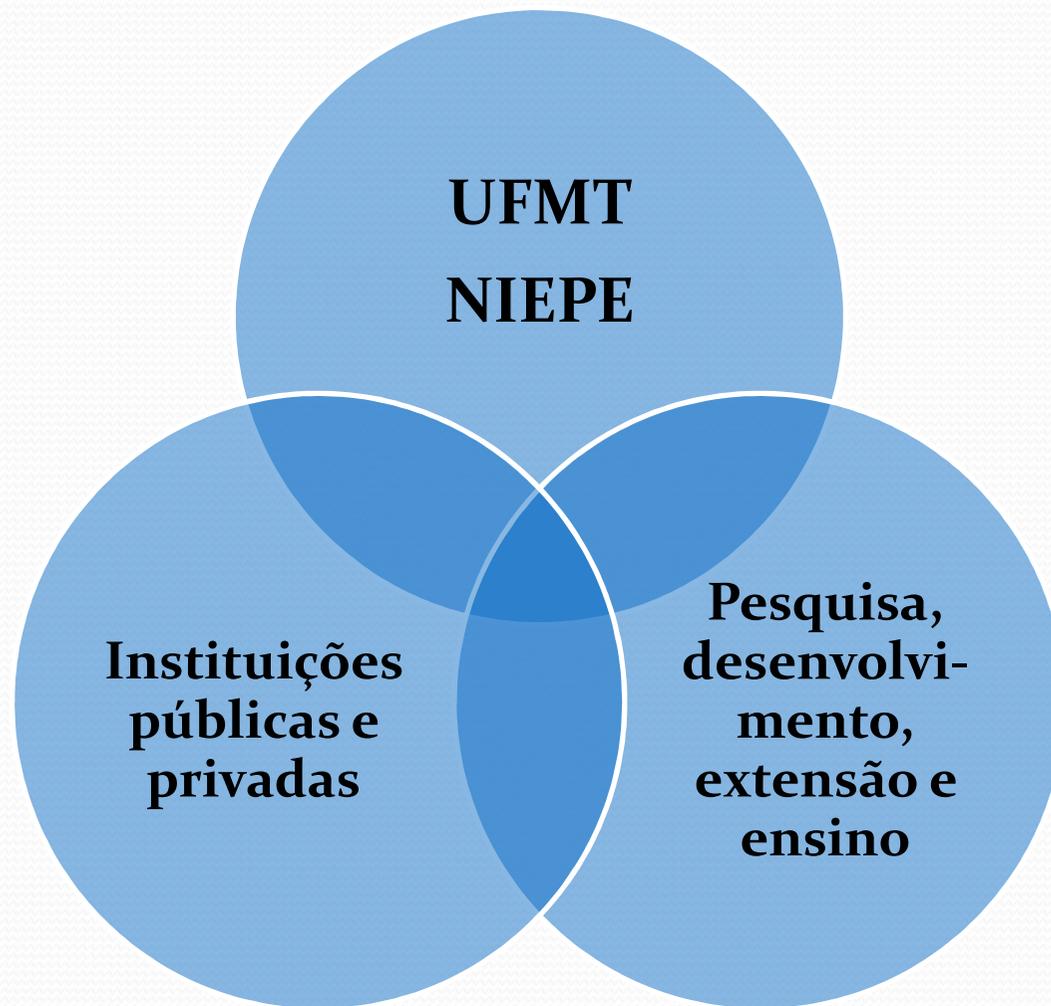
# O SETOR ELÉTRICO

Ivo Leandro Dorileo, Eng., PhD.

NIEPE/UFMT

[ivo\\_dorileo@ufmt.br](mailto:ivo_dorileo@ufmt.br)

Cuiabá, MT, 25 de maio de 2016



# Resumo

- Conceitos, unidades e fatores de conversão de energia
- Fontes energéticas
  - O contexto dos recursos
  - Panorama mundial da energia elétrica
- Balanços e matrizes energéticas
- Planejamento energético
- Planejamento do setor elétrico
- O setor elétrico no Brasil
- Estrutura do setor elétrico
  - As instituições e o sistema regulatório
  - O sistema elétrico
    - O potencial
    - A geração
    - A transmissão
- Dinâmica – entendendo o assunto

# Conceitos e unidades de energia

- **1.1 - Unidades de Medidas (Comerciais)** - unidades que normalmente expressam as quantidades comercializadas das fontes de energia, por exemplo: para os sólidos a tonelada (t) ou libra (lb), para os líquidos o metro cúbico (m<sup>3</sup>) ou pé cúbico (pé<sup>3</sup>) e para a eletricidade o watt (W) para potência e watt-hora (Wh) para energia
- **1.2 - Unidade Comum** - unidade na qual se convertem as unidades de medida utilizadas para as diferentes formas de energia. Esta unidade permite adicionar nos Balanços Energéticos quantidades de energias diferentes. Segundo o Sistema Internacional de Unidades - SI, o joule ou o quilowatt-hora são as unidades regulamentares utilizadas como Unidade Comum  
Outras unidades são utilizadas por diferentes países e organizações internacionais, como a tonelada equivalente de petróleo (tEP), tonelada equivalente de carvão (tEC), a caloria e seus múltiplos, British thermal unit (Btu), etc
- **1.3 - Fatores de Conversão** (coeficientes de equivalência) - coeficientes que permitem converter as quantidades expressas numa certa unidade de medida para quantidades expressas numa unidade comum. No Brasil, para se converter tonelada de lenha em tEP, utiliza-se o coeficiente 0,306, que é a relação entre o poder calorífico da lenha e o do petróleo (3300 Kcal /Kg 10800 Kcal/Kg), ou seja, 1 t de lenha = 0,306 tEP

# Conceitos e unidades de energia

- **1.4 - Caloria (cal)** - quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5°C a 15,5°C, à pressão atmosférica normal ( a 760 mm Hg)
- **1 cal = 4,1855 J e 1 J = 0,239 cal**
- **1.5 - Poder Calorífico** - quantidade de calor , em Kcal, que desprende 1 Kg ou 1m<sup>3</sup> N de combustível, quando da sua combustão completa
- **Nota:** Os combustíveis que originam H<sub>2</sub>O nos produtos da combustão (proveniente de combustão ou de água de impregnação) têm um poder calorífico superior e um poder calorífico inferior. Como o H<sub>2</sub>O, na maioria das vezes, escapa pela chaminé sob forma de vapor, o poder calorífico inferior é que tem significado prático
- **1.6 - Watt (W)** - Unidade de potência - O watt é a potência de um sistema energético no qual é transferida uniformemente uma energia de 1 joule durante 1 segundo
- **1 W = 1 J/s**
- **1.7 - Watt-hora - (Wh)** - energia transferida uniformemente durante uma hora. **1 Wh = 1 x 3600 s x J/s = 3600 x (0,239 cal) = 860 cal Assim, no conceito teórico 1 kWh = 860 Kcal**
- **Nota:** o watt e o watt-hora e seus múltiplos são as unidades de medida utilizadas para a hidráulica e eletricidade, para potência e geração e distribuição
- **1.8 - Joule (J)** - Unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor. O joule é o trabalho produzido por uma força de 1 newton cujo ponto de aplicação se desloca 1 metro na direção da força
- **1 J = 1 N . m**
- **1.9 - Newton (N)** - Unidade de força. O newton é a força que, quando aplicada a um corpo tendo a massa de 1 quilograma, transmite uma aceleração da gravidade de 9,806 m/s<sup>2</sup>, tem-se **1 N = 0,102 kg**
- **1.10 - British thermal unit (Btu)** - Corresponde à quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma libra\* de água de 39,2 °F. **1 Btu = 1 055,6 J**
- \* Unidade inglesa de peso
- **1.11 – tEP – tonelada equivalente de petróleo**

# Tabela de conversões energéticas

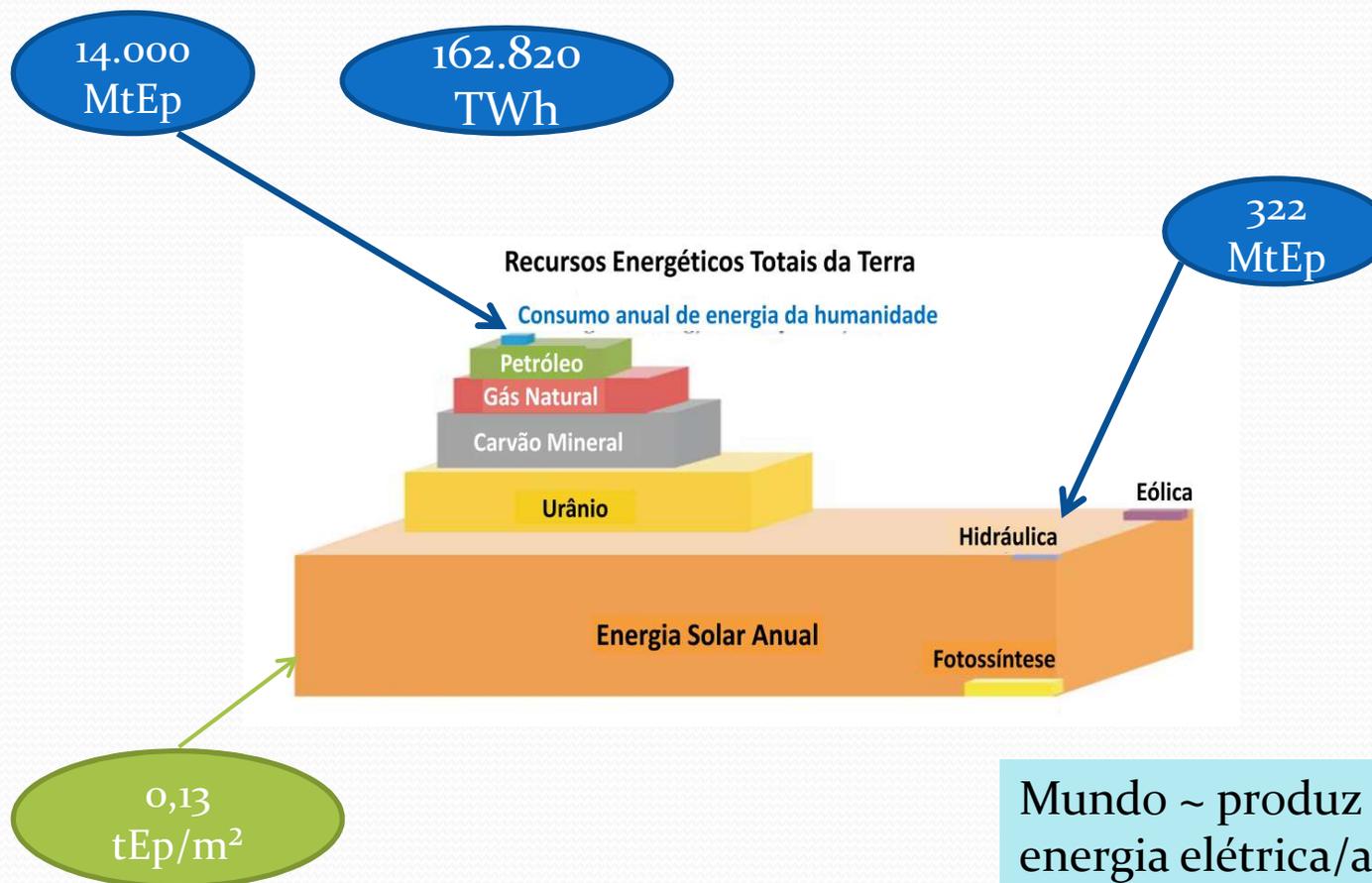
## FATORES DE CONVERSÃO PARA ENERGIA

Multiplicar por de  para	J	BTU	cal	kWh
Joule (J)	1	$947,8 \times 10^{-6}$	0,23884	$277,7 \times 10^{-9}$
British Thermal Unit (BTU)	$1,055 \times 10^3$	1	252	$293,07 \times 10^{-6}$
Caloria (cal)	4,1868	$3,968 \times 10^{-3}$	1	$1,163 \times 10^{-6}$
Kilowatt-hora (kWh)	$3,6 \times 10^6$	3412	$860 \times 10^3$	1
Ton. equivalente de petróleo (tep)	$41,87 \times 10^9$	$39,68 \times 10^6$	$10 \times 10^9$	$11,63 \times 10^3$
Barril equivalente de petróleo (bep)	$5,95 \times 10^9$	$5,63 \times 10^6$	$1,42 \times 10^9$	$1,65 \times 10^3$

# O contexto dos recursos

## Fontes energéticas totais na Terra

Proporção do potencial e consumo de energia pela humanidade (MME, Núcleo de Estudos Estratégicos em Energia, 2015)



Mundo ~ produz 25.000 TWh de energia elétrica/ano  
Brasil ~ 630 TWh/ano

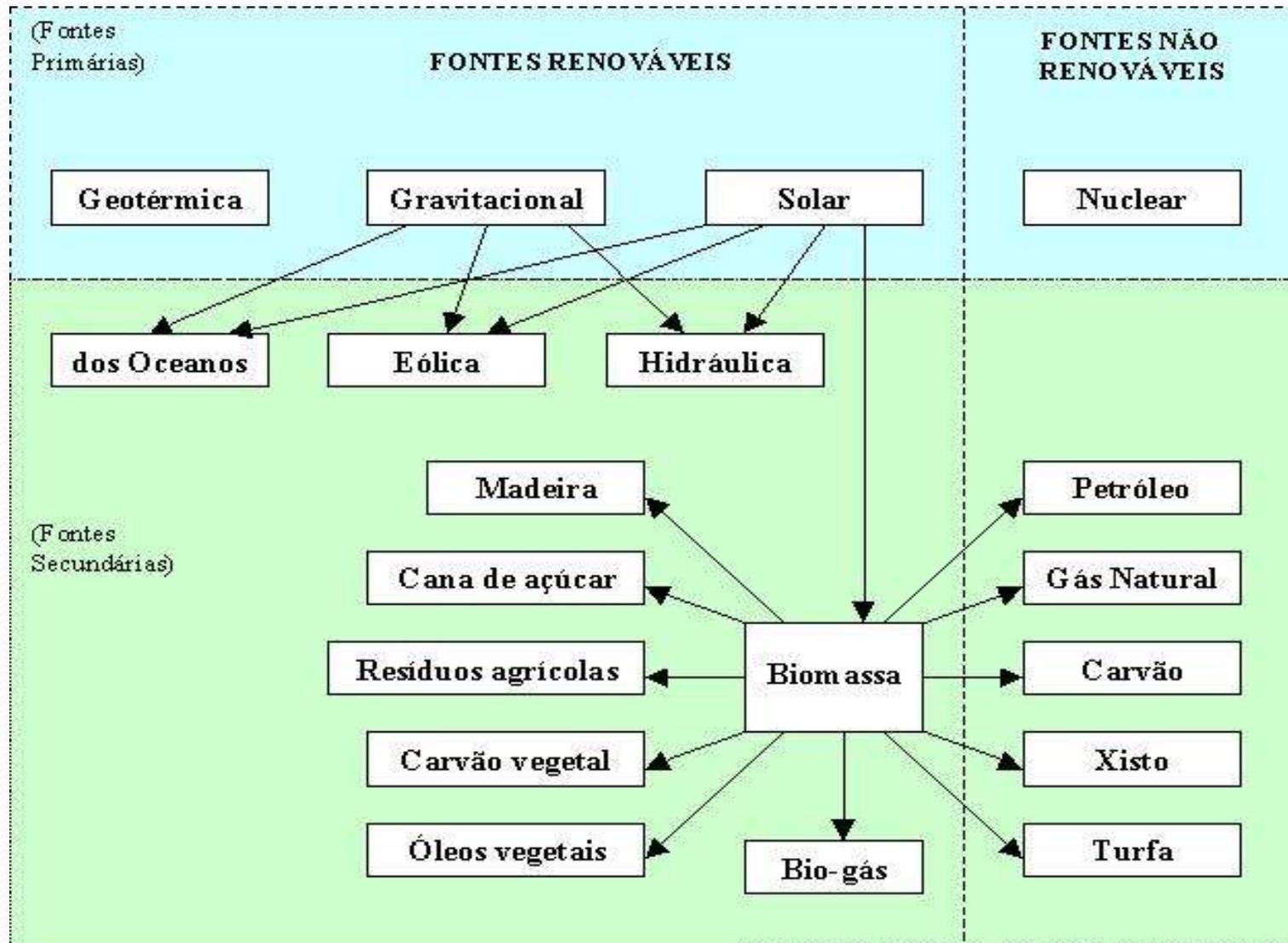
# O contexto dos recursos

\*O mundo subsidia a energia fóssil com 5 trilhões de dólares



Cronologia estimada para o deslocamento de hidrocarbonetos (Stanislaw, 2007). Grupo J A Stanislaw. Climate Change and Energy Security: The Future is Now.

# FONTES DE ENERGIA



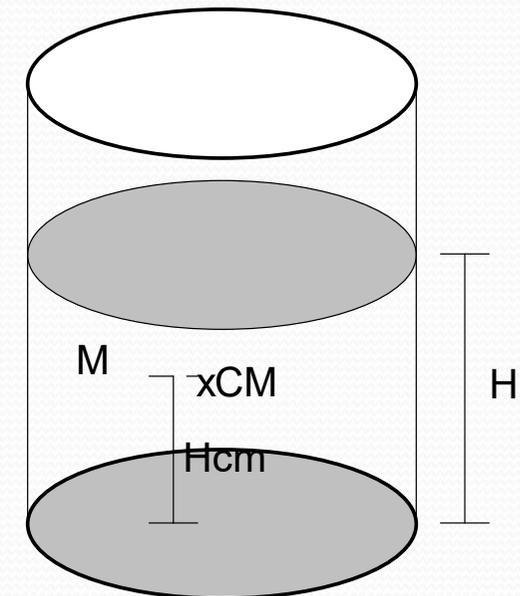
# ENERGIA HIDRÁULICA: ORIGEM

## Definição:

A energia hidráulica é uma fonte primária de energia, originada a partir da energia solar, responsável pela evaporação da água sobre a superfície do planeta, e da energia potencial gravitacional, armazenada nas massas de água em lugares elevados, resultantes da precipitação das chuvas e do derretimento de geleiras (Ciclo da Água)

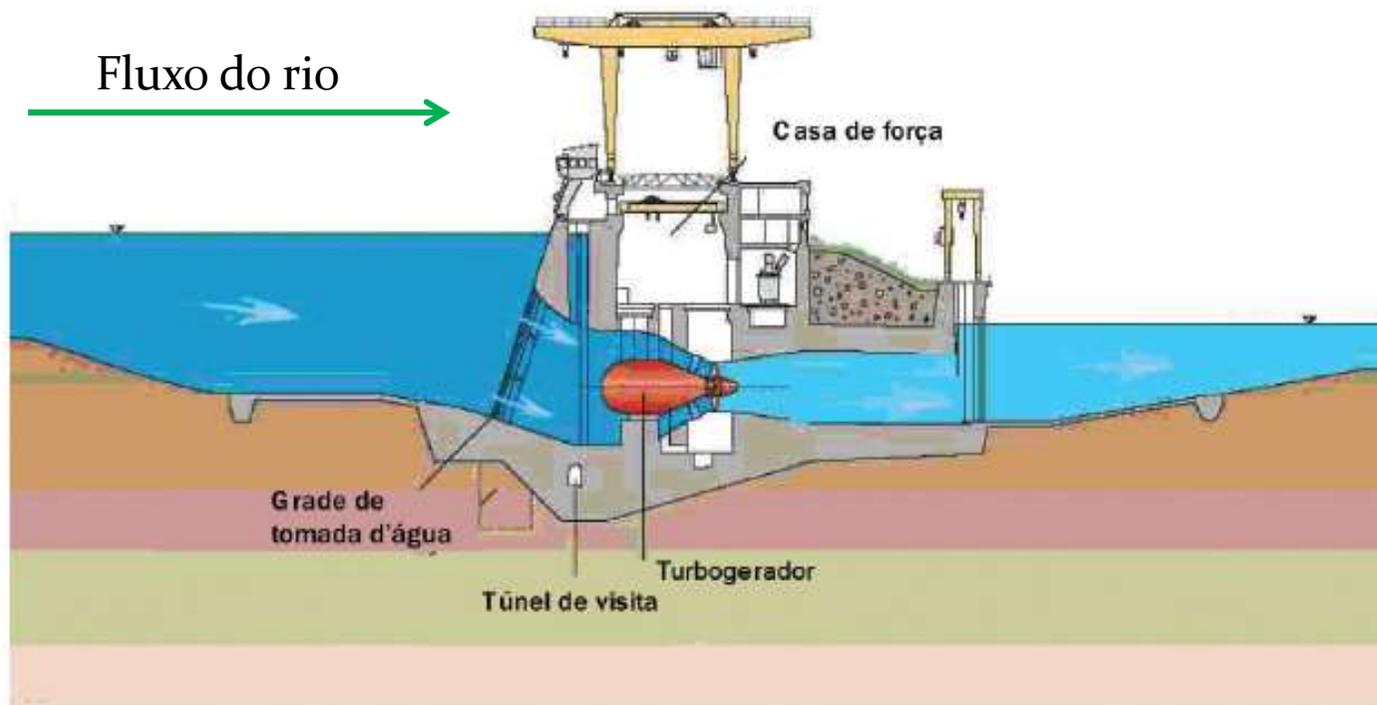
## Intensidade:

Energia potencial,  $E_p$ , armazenada em uma massa de água  $M$ , contida em um reservatório, que possui uma altura  $H$ :



# Usinas hidrelétricas

Seção típica de um aproveitamento hidrelétrico com turbina bulbo

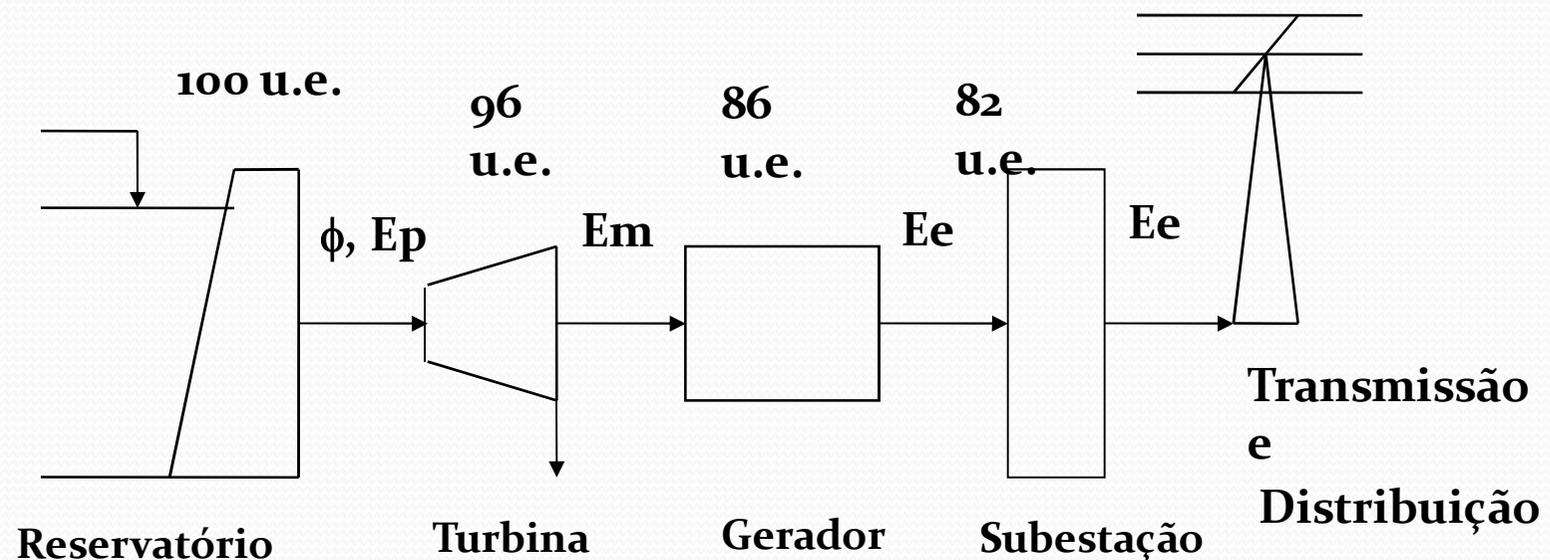


Fonte: Verbund – Austrian Hydro Power, 2006.

# ENERGIA HIDRÁULICA: USINAS HIDRELÉTRICAS

## Esquema de funcionamento

Energia potencial armazenada nas massas de água  $\Rightarrow$   
energia mecânica (energia cinética de rotação) nas turbinas  
 $\Rightarrow$  energia elétrica nos geradores (mecanicamente  
acoplados aos eixos de rotação das turbinas)



## ENERGIA HIDRÁULICA: USINAS HIDRELÉTRICAS

### Classificação das Usinas Hidrelétricas:

Diversas formas, conforme a característica que se deseja destacar:

Potência: - Micro Centrais Geradoras(até 1 MW)

- Pequenas Centrais(entre 1 e 30 MW) (reservatório com área inferior a 3 km<sup>2</sup> - Resolução ANEEL N.º 394/98).

- UHEs – Grandes Centrais - acima de 30 MW

Reservatório: - Fio d'água (sem reservatório)

- Acumulação (diária, semanal, sazonal, plurianual)

- Reversível

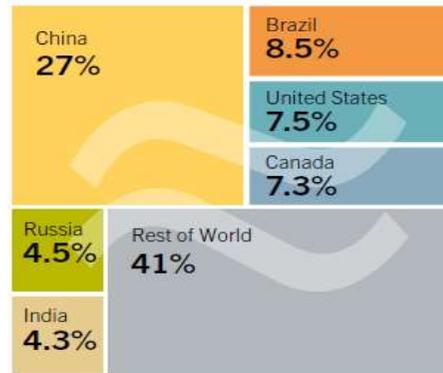
Queda d'água: - Baixa queda (< 50 m)

- Média queda (entre 50 e 250 m)

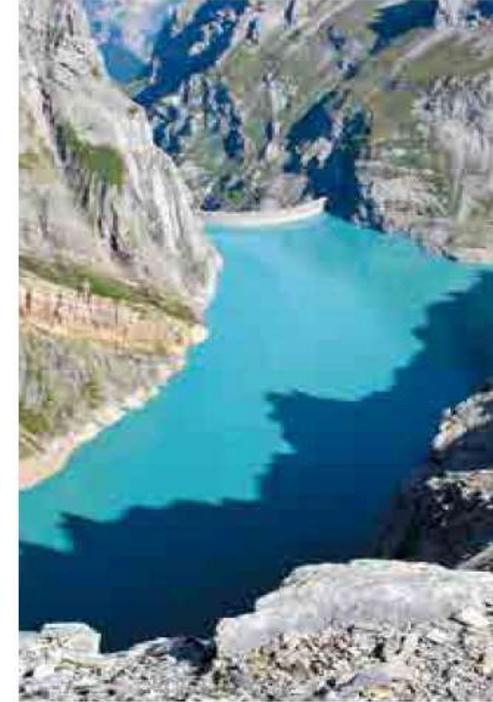
- Alta queda (> 250 m)

# Hidrelétricas

Figure 14. Hydropower Global Capacity, Shares of Top Six Countries and Rest of World, 2014



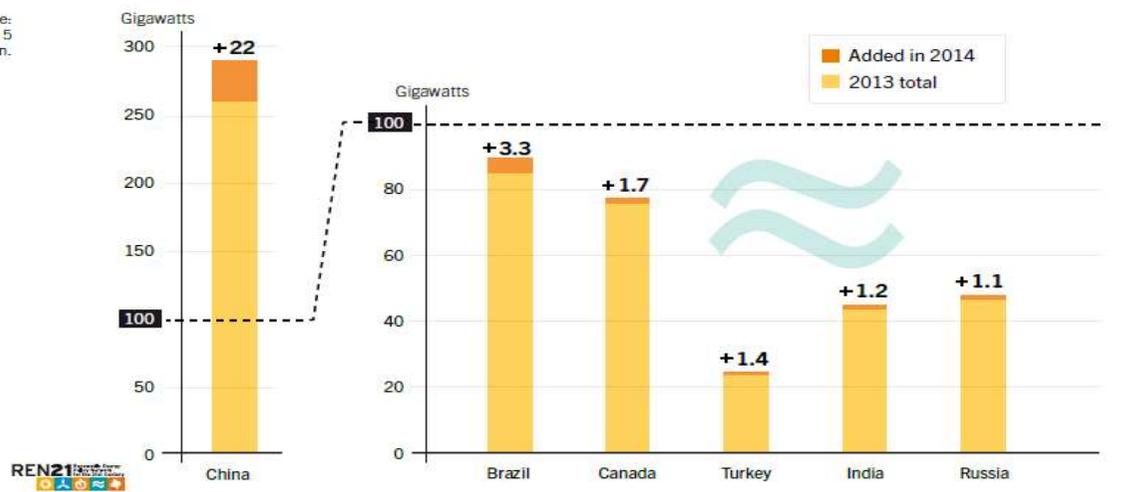
Source: see Endnote 2 for this section.



Global capacity reached  
**1,055 GW**

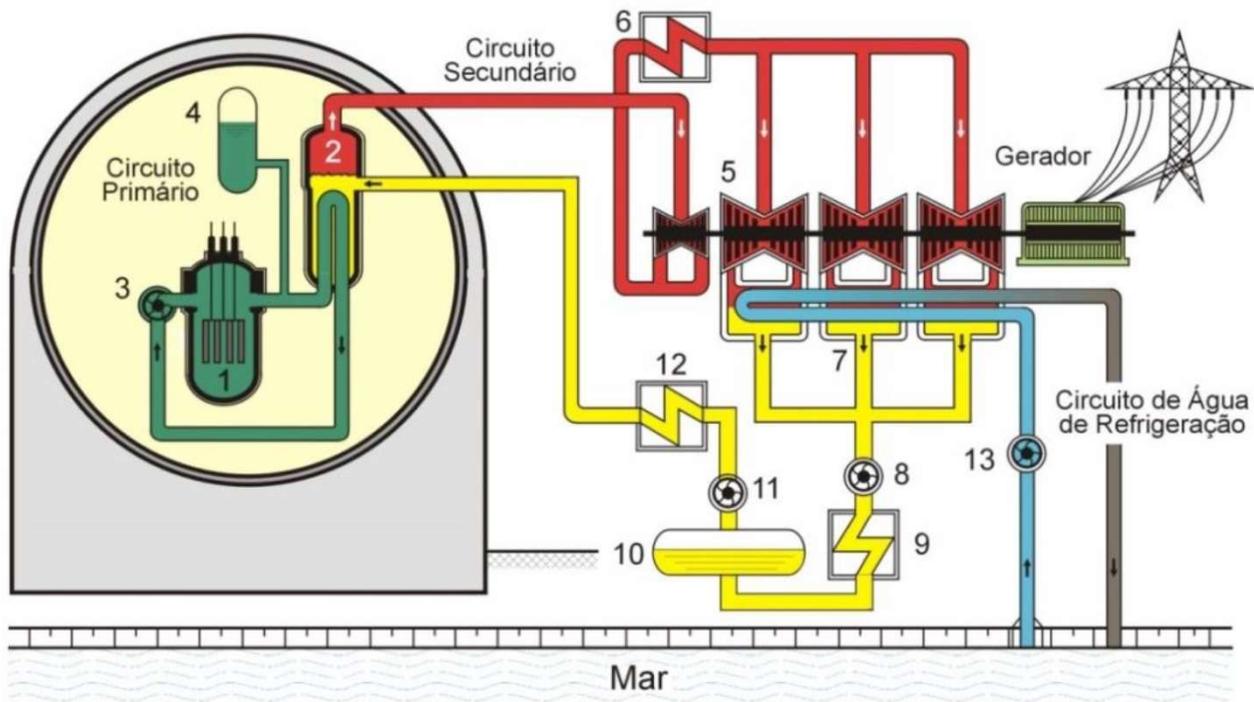
Figure 15. Hydropower Capacity and Additions, Top Six Countries for Capacity Added, 2014

Source: see Endnote 5 for this section.



# Nuclear

## Esquema de funcionamento



- |                                    |                                      |                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Reator                           | 6 Reaquecedor / Separador de Umidade | 10 Tanque de Água de Alimentação |
| 2 Gerador de Vapor                 | 7 Condensador                        | 11 Bomba de Água de Alimentação  |
| 3 Bomba de Refrigeração do Reator  | 8 Bomba de Condensado                | 12 Preaquecedor de Alta Pressão  |
| 4 Pressurizador                    | 9 Preaquecedor de Baixa Pressão      | 13 Bomba de Água de Refrigeração |
| 5 Turbinas de Alta e Baixa Pressão |                                      |                                  |

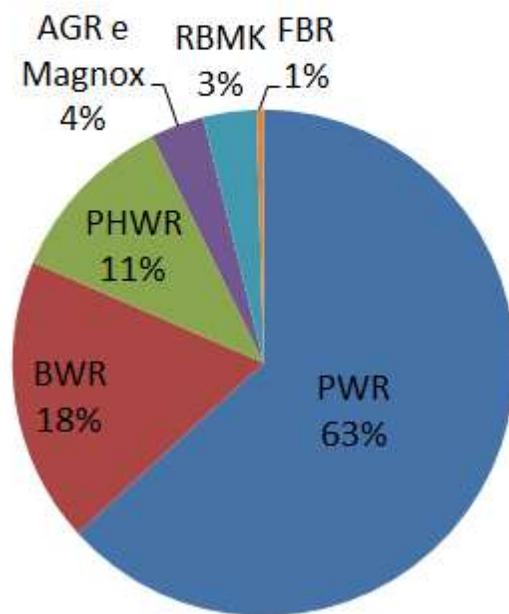
**USINA NUCLEAR COM REATOR A ÁGUA PRESSURIZADA**

# Nuclear

- Eletricidade produzida no mundo – 2014 – Fonte: EPE, 2016

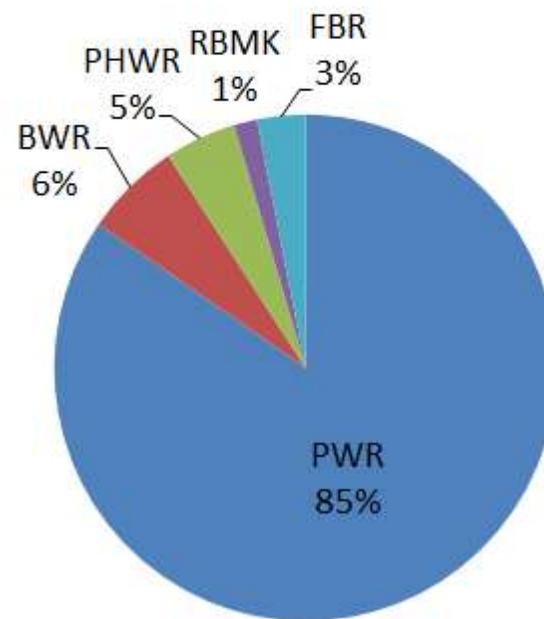
Reatores em operação

**438 – 381 GW**



Reatores em construção

**62 – 60,4 GW**



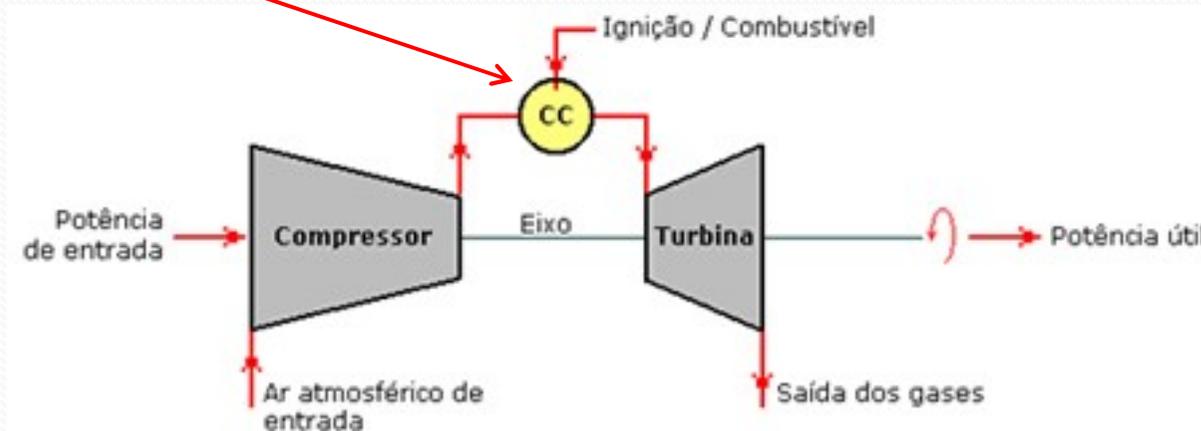
# Aproveitamento a partir de fontes secundárias - Termelétricas

- Utilizam um combustível como energético primário para produzir eletricidade



## Esquema geral

Câmara de combustão



## BIOMASSA: Aproveitamento energético

- Uso do bagaço de cana para produção de eletricidade e vapor, gás natural, óleo Diesel, óleo combustível, carvão mineral para produção de eletricidade



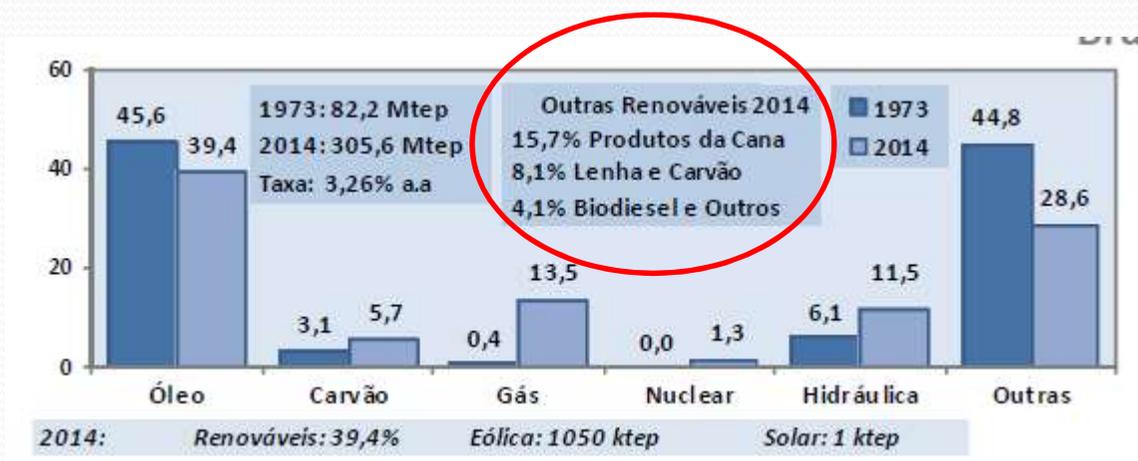
# BIOMASSA: Aproveitamento energético, cogeração

- Usinas de açúcar e álcool
- Produção de eletricidade para uso próprio e para venda ao sistema elétrico ;
- Processos de cogeração
- A oportunidade existe em vários segmentos industriais: siderúrgico, papel e celulose, metalurgia, cimento, madeira



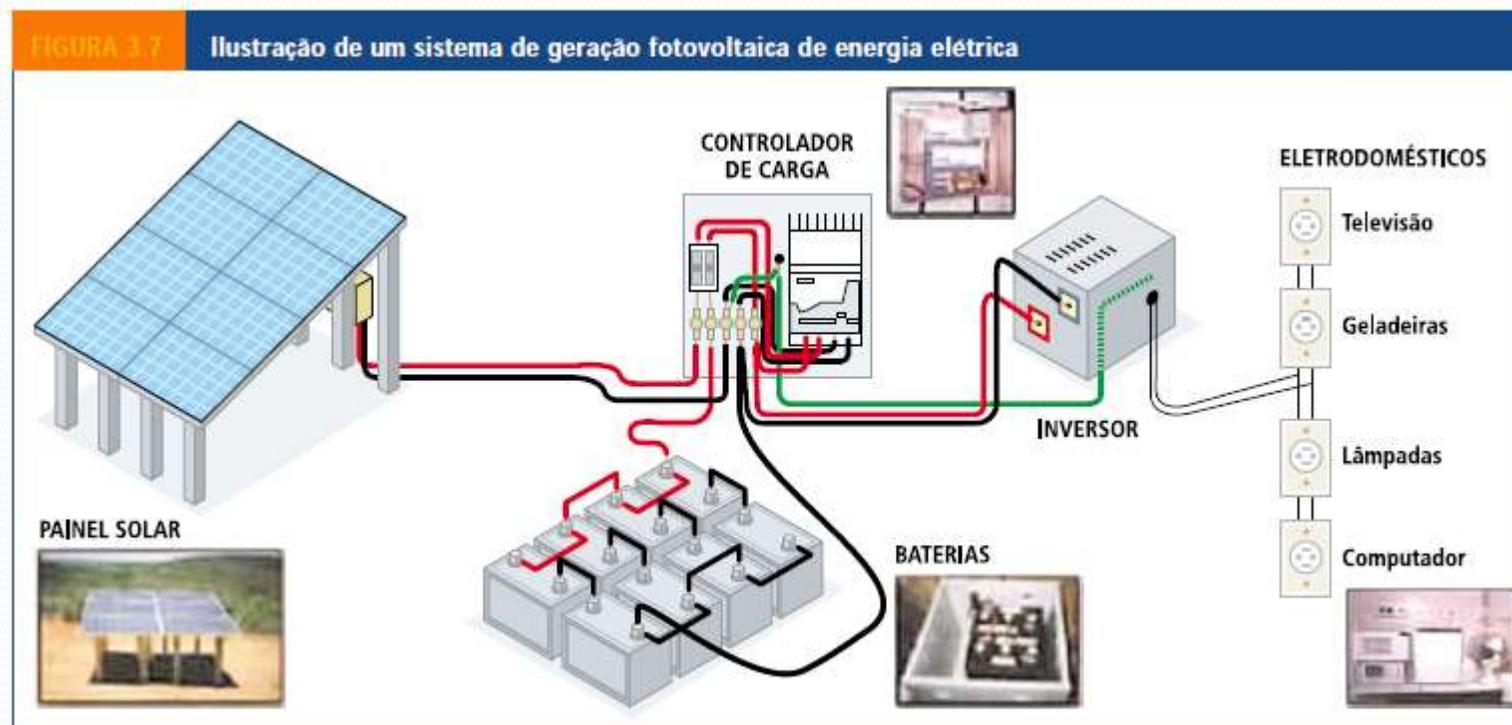
# Biomassa no Brasil – situação em 2014

MME, 2015



# Solar

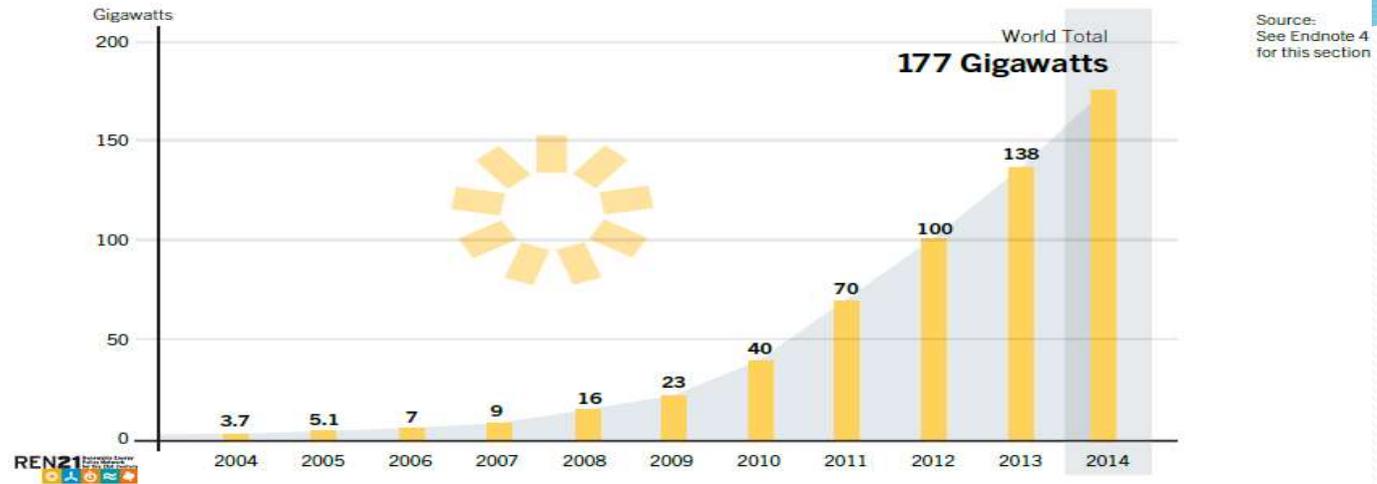
- Painéis fotovoltaicos e sistema de geração



Fonte: CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB, 2000. Disponível em: [www.cresesb.cepel.br/cresesb.htm](http://www.cresesb.cepel.br/cresesb.htm) (adaptado).

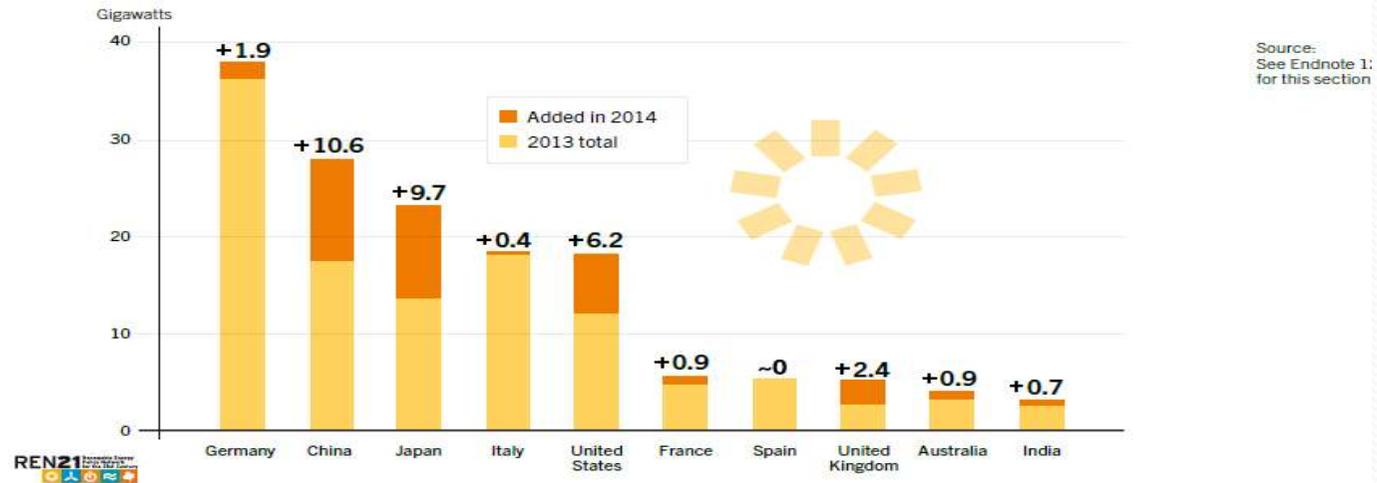
# Solar

Figure 16. Solar PV Global Capacity, 2004–2014



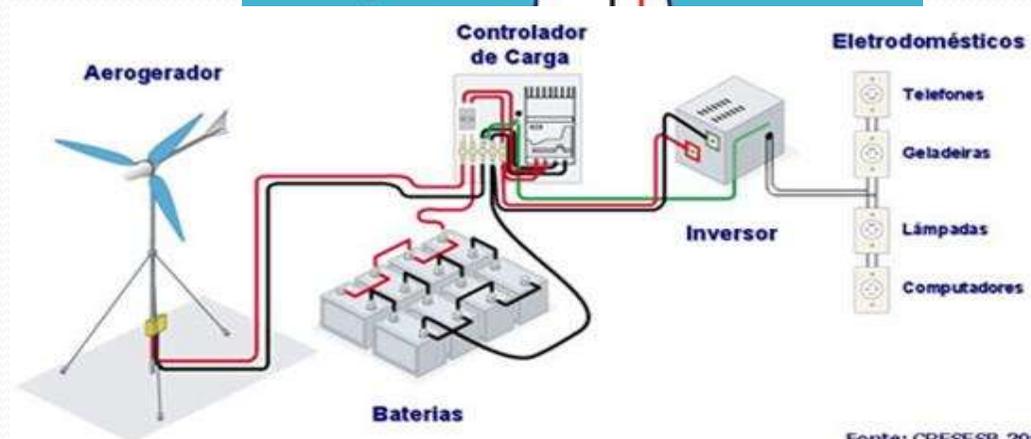
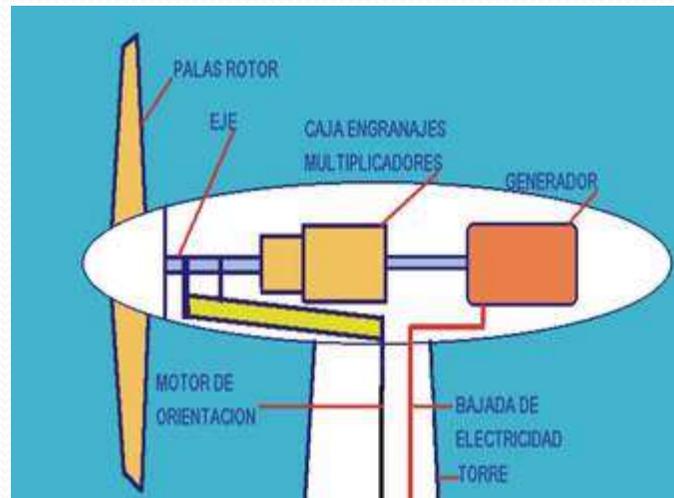
**40 GW**  
added in 2014

Figure 17. Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2014



# Eólica

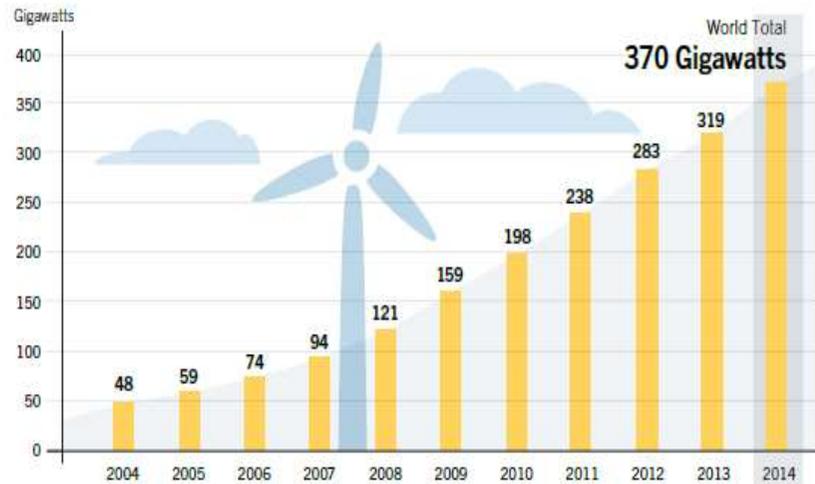
- Aerogerador (turbina) e sistema de geração



Fonte: CRESESB, 2005

# Eólica

Figure 22. Wind Power Global Capacity, 2004–2014



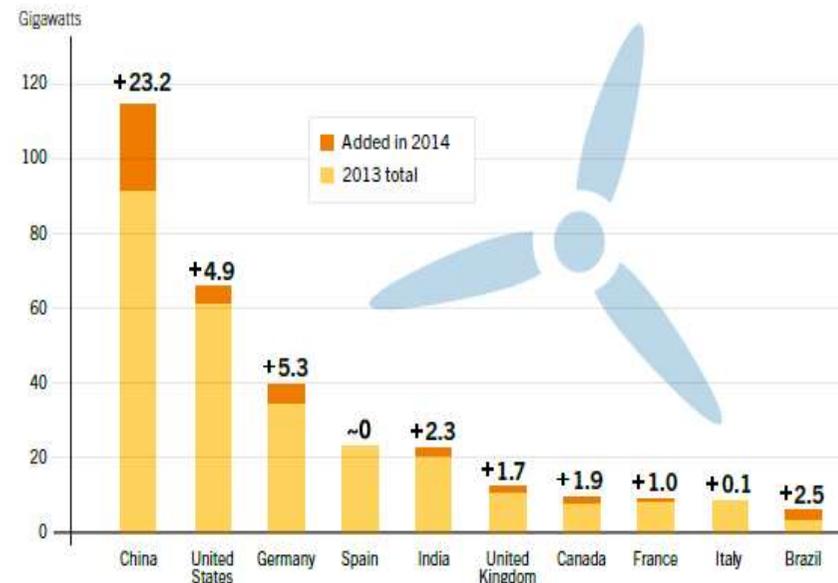
Source:  
See  
Endnote 1  
for this  
section.

**51**  
Gigawatts  
added  
in 2014



**Wind**  
generated more than  
**20%**  
of electricity in  
several countries, including:  
**Denmark,  
Nicaragua,  
Portugal and Spain**

Figure 23. Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2014



Source:  
See Endnote 8  
for this section.



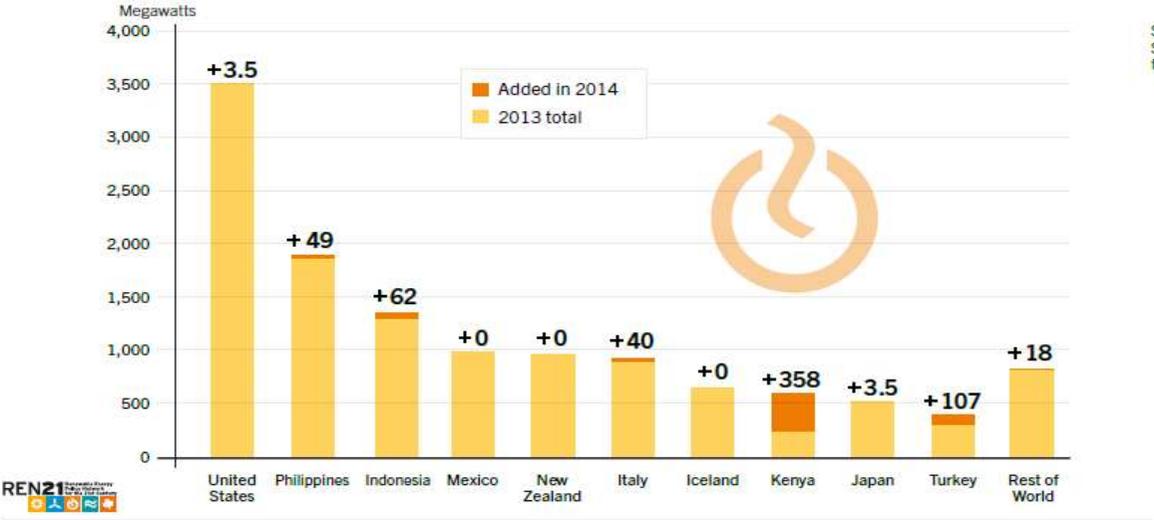
Additions are net of repowering.

# Outras fontes energéticas

- Geotérmica



Figure 13. Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries and Rest of World, 2014



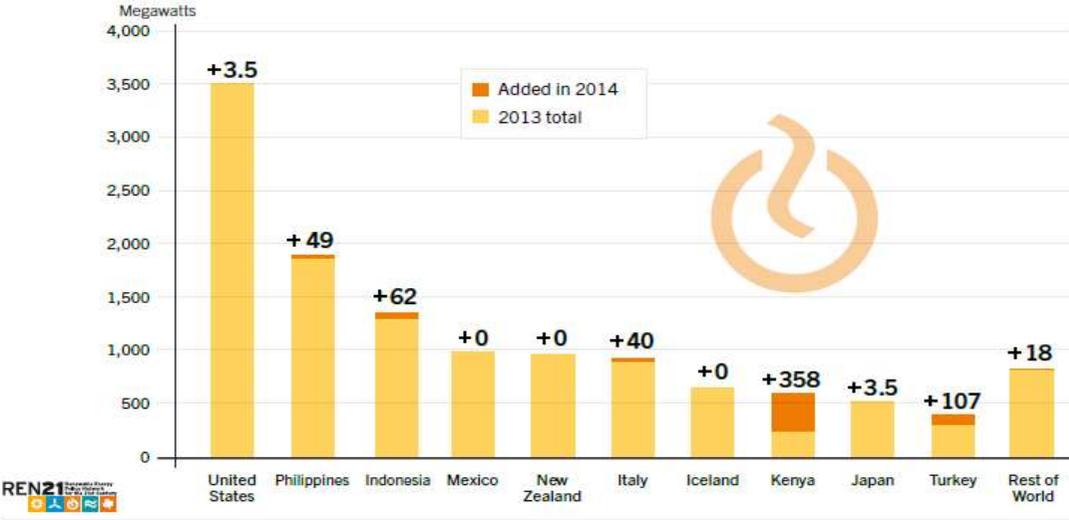
Source:  
See Endnote 5  
for this section.

# Outras fontes energéticas

- Geotérmica



Figure 13. Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries and Rest of World, 2014



Source: See Endnote 5 for this section.

- Energia das ondas e marés
- Resíduos
  - Agrícolas
  - Esgoto
  - Lixo



# A matriz energética brasileira: conceito e ponderações

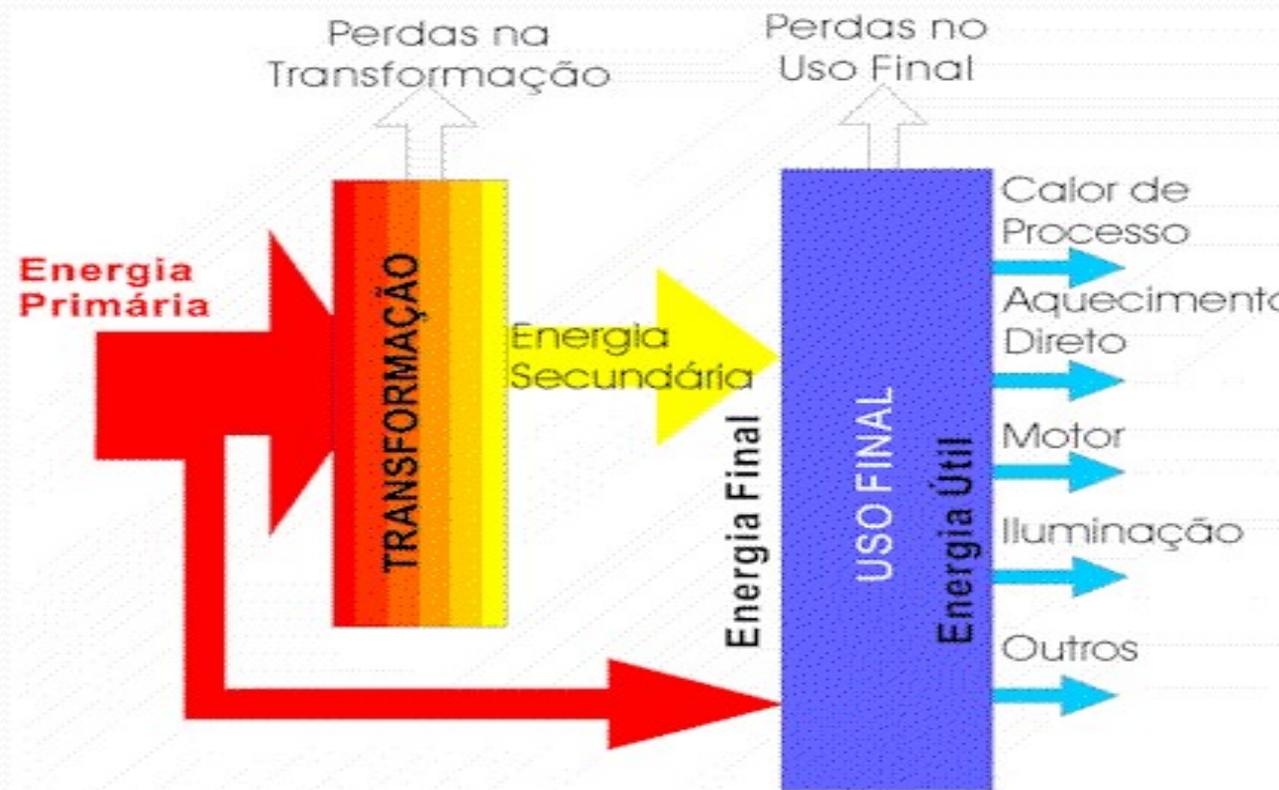
- Representa o modelo energético cuja trajetória está relacionada à inovação tecnológica, à estrutura econômica e ao padrão de consumo dos indivíduos
- É o instrumento de simulação de políticas públicas
- Inclui as informações de recursos e reservas energéticas
  - Potencial hidrelétrico
  - Petróleo
  - Gás natural
  - Carvão Mineral
  - Estrutura do Parque de Refino
- Cenários de projeções de produção e demanda de energia
  - Consumo de energia
  - Produção de energia
  - Preços de energia
  - Expansão da oferta
- Modelo energético

# A matriz energética brasileira: conceito e ponderações

- Matriz energética brasileira → resultado de um planejamento setorializado e centralizado
- A Matriz Energética Nacional e o Plano Nacional de Energia são o par de documentos fundamentais ao planejamento
- Prover energia à sociedade importa consequências sociais, econômicas e ambientais
- A capacidade de o sistema energético satisfazer os requerimentos de energia útil, que são a expressão, em termos energéticos, das necessidades sociais, apresenta limitações (econômicas, no esgotamento dos recursos, efeitos de poluentes, destruição de recursos renováveis)

# Balanzo Energético

- É a consolidação do fluxo físico de energéticos dentro do sistema energético  $\longrightarrow$  produção + importação + estoques - exportação - perdas



# A matriz energética brasileira – situação atual

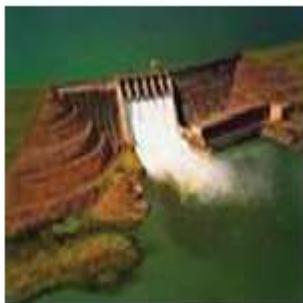
Repartição da oferta interna de energia

**RENOVÁVEIS** ▶ 39,4%

biomassa da cana 15,7%



hidráulica<sup>1</sup> 11,5%



lenha e carvão vegetal 8,1%



lixívia e outras renováveis 4,1%



<sup>1</sup>Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

**NÃO RENOVÁVEIS** ▶ 60,6%

petróleo e derivados 39,4%



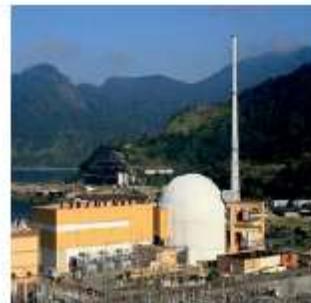
gás natural 13,5%



carvão mineral 5,7%



urânio 1,3%



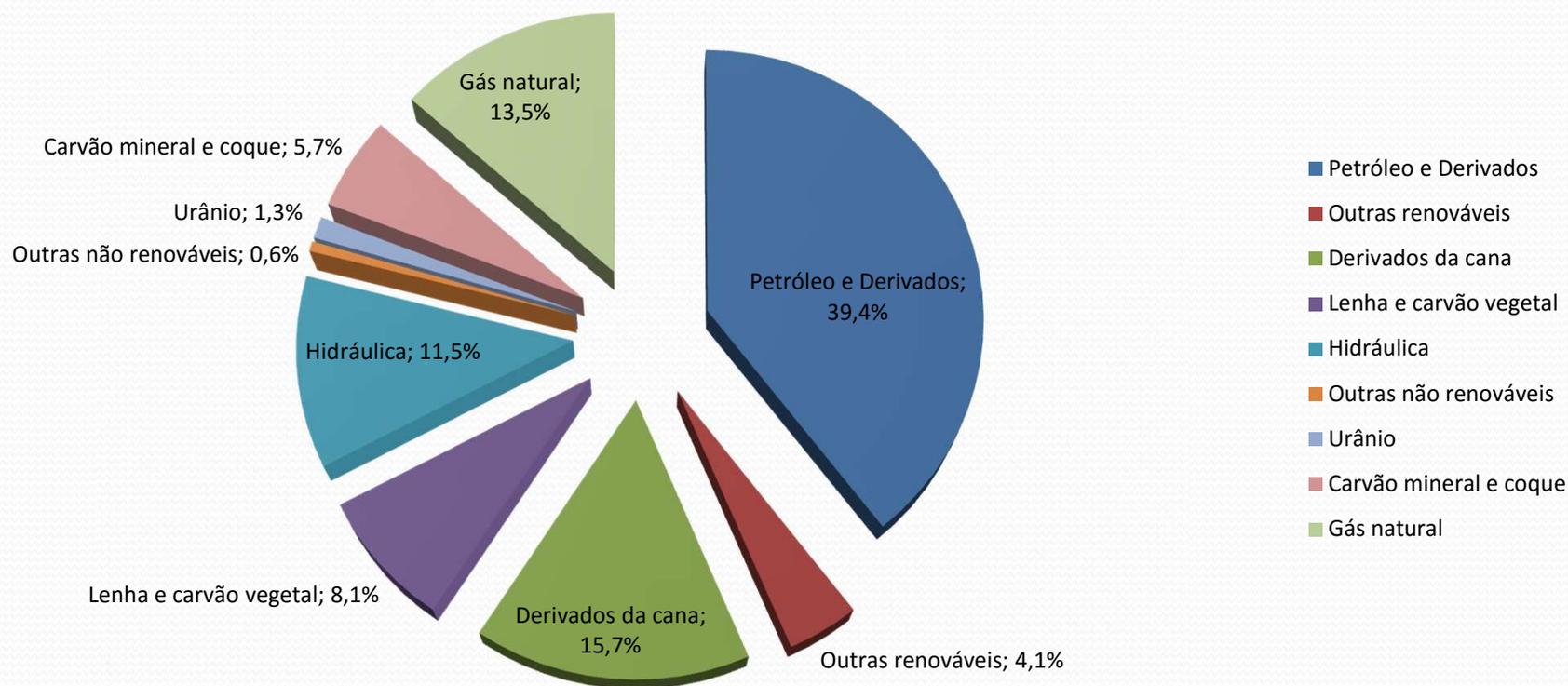
outras não renováveis 0,6 %



# A Matriz energética brasileira

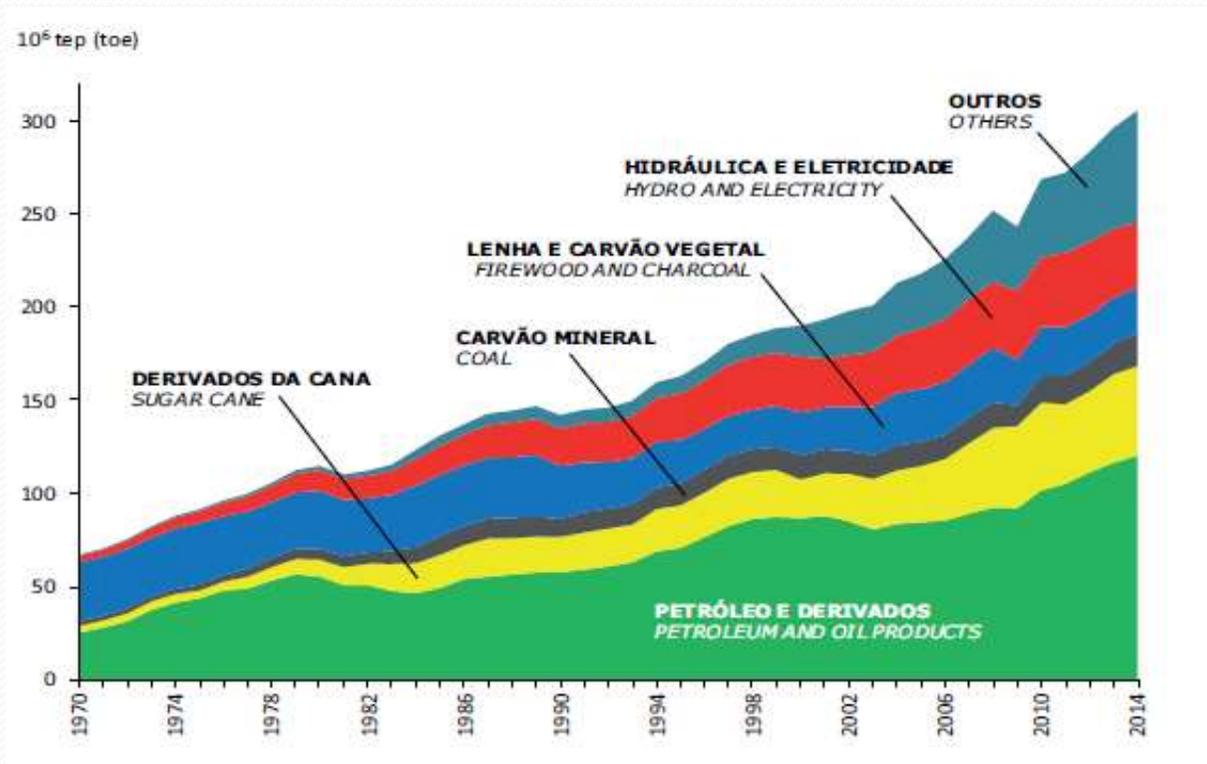
Oferta interna de energia – situação atual. Fonte: EPE, BEN, 2015

Não renováveis = 60,2%



# A matriz energética brasileira

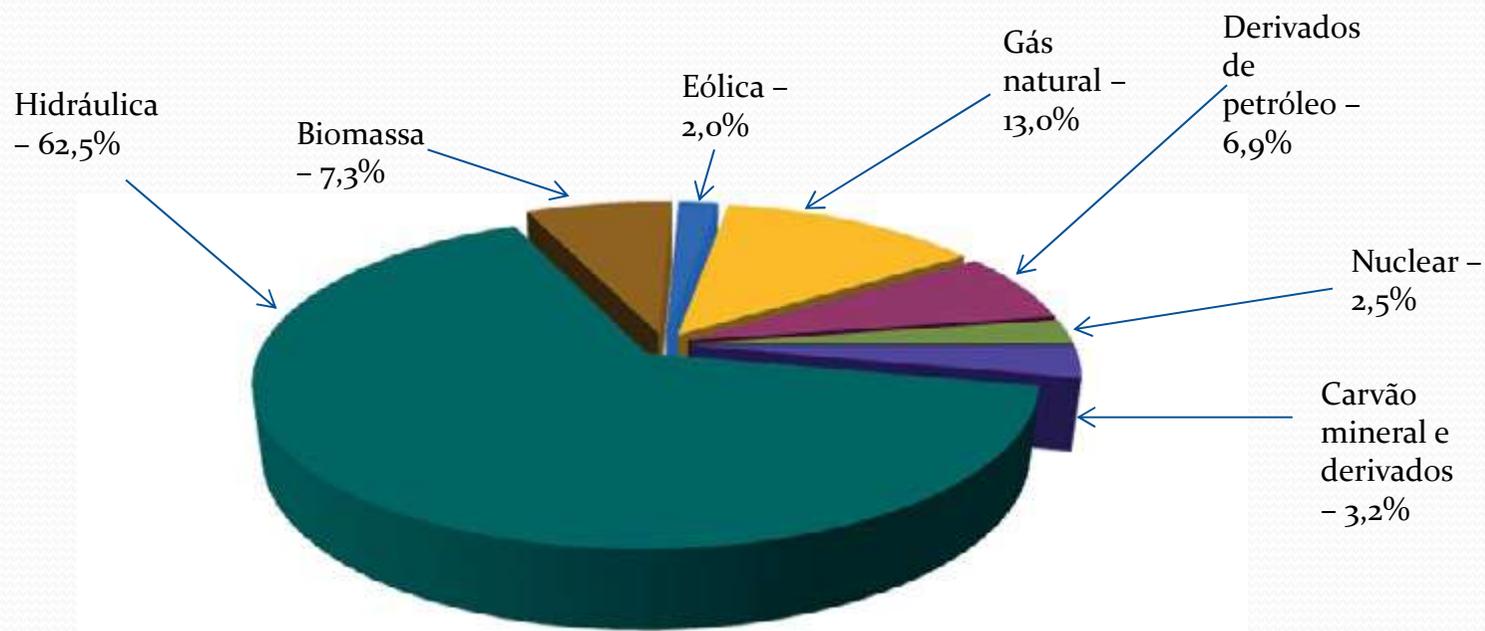
- Evolução nos últimos 44 anos da oferta de energia



# A matriz energética brasileira

## Oferta interna de energia elétrica 2014, Brasil – Fonte: EPE, MME, 2015

- a) Hidráulica: incluem as importações de eletricidade oriunda de fonte hidráulica
- b) Biomassa: incluem lenha, bagaço de cana e outras recuperações de usinas
- c) Energéticos derivados juntos ao carvão mineral inclui-se o gás de coqueria



# Formulação de políticas energéticas, planejamento energético e regulação de mercados de energia

- O governo/Estado pode atuar em quatro esferas, bem distintas e complementares, em relação ao setor energético:
  - formulação de políticas energéticas;
  - planejamento energético, indicativo ou determinativo; e
  - regulação dos mercados de energia
  - atuação direta no mercado através de empresas estatais
- A formulação de políticas energéticas e a atuação através de empresas estatais são atividades de governo, a regulação é uma atividade de Estado, enquanto que o planejamento é uma atividade de apoio a ambas

# O Planejamento energético

- A gestão é parte da ação e decorre do planejamento



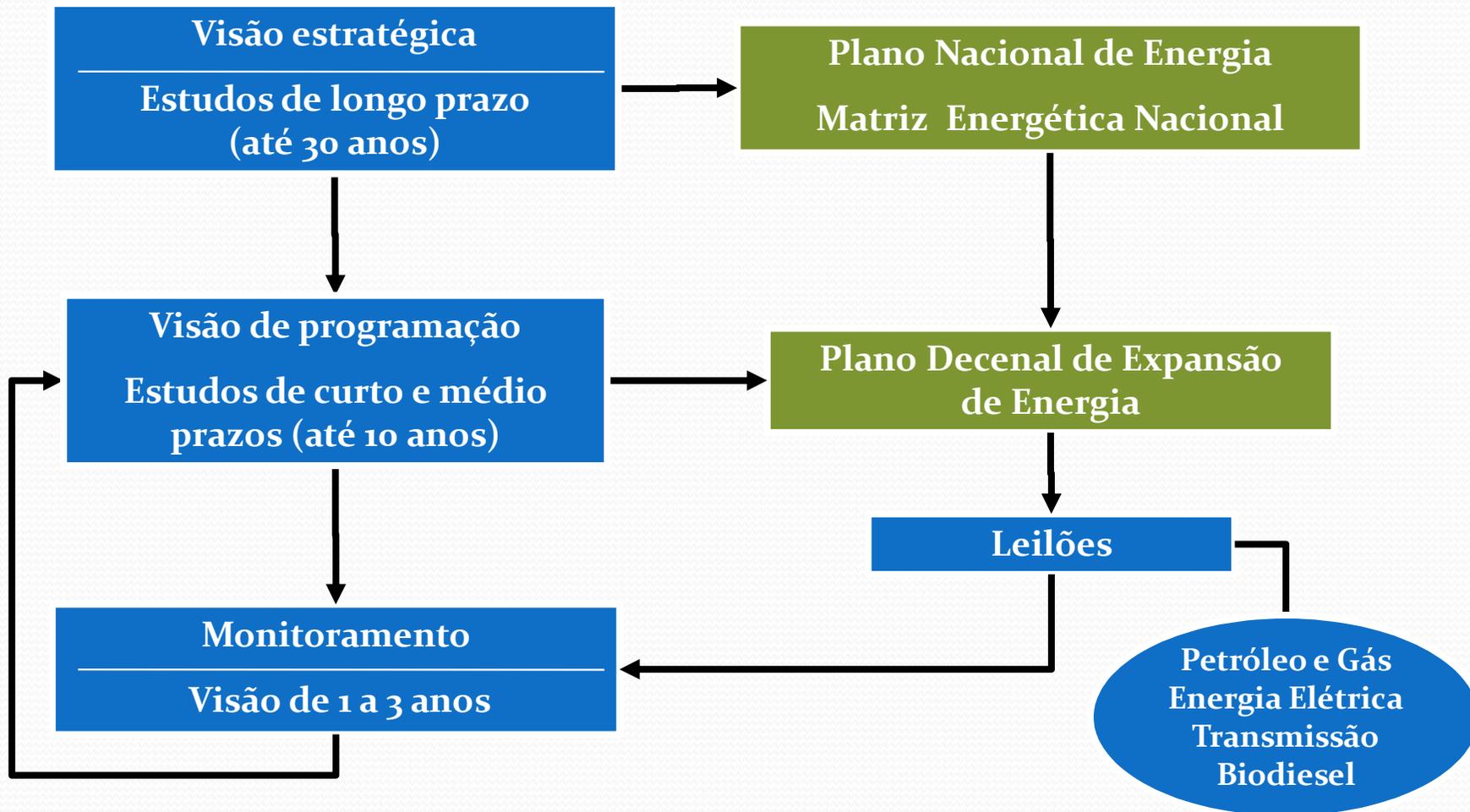
***Planejamento** é a elaboração de um plano, com antevisão de processos futuros e prognósticos da evolução de tendências, com o objetivo de coordenar ações preventivas ou necessárias sobre um sistema organizado*

***Gestão** é o processo de administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis, tendo em vista as necessidades imediatas, incluindo ações de intervenção, regulação, mediação, condução e controle de atividades*

# Papéis do planejamento energético

- Os papéis do planejamento energético são:
  - Possibilitar a elaboração de metas quantitativas realistas para as políticas energéticas do governo; e
  - Balizar o comportamento dos mercados de energia e a atuação dos seus agentes (produtores, transportadores, armazenadores, distribuidores, comercializadores, governo e órgãos reguladores)
- Se o comportamento dos mercados demonstrar que o planejamento não está sendo realista, ele deve ser aprimorado
- Caso contrário, novas políticas devem ser formuladas, novas leis devem ser promulgadas, ou os mecanismos de regulação devem ser melhorados, de forma a induzir mudanças desejáveis e realistas na evolução dos mercados de energia

## Planejamento energético realizado pela EPE/MME



# Modelo do setor elétrico

O setor elétrico brasileiro tem suas diretrizes básicas definidas no documento “Proposta do Modelo Institucional do Setor Elétrico” (Resolução Nº 005 do CNPE, julho de 2003), que estabelece:

- a prevalência do conceito de serviço público para a produção e distribuição de energia elétrica aos consumidores não-livres
- a modicidade tarifária
- a restauração do planejamento na expansão do sistema
- a transparência no processo de licitação, permitindo a contestação pública, por técnica e preço, das obras licitadas para o atendimento da demanda por energia elétrica
- a mitigação de riscos sistêmicos no abastecimento
- a operação coordenada e centralizada necessária e inerente ao sistema hidrotérmico brasileiro
- o processo de licitação da concessão do serviço público de geração, priorizando a menor tarifa pela energia gerada
- e a universalização do acesso e do uso dos serviços de eletricidade

# A estrutura atual do setor energético no Brasil

Fonte: ONS, 2014.

Problemas



Política centralizada

# Falta de políticas energéticas de longo prazo

- O governo brasileiro não tem políticas energéticas de longo prazo, com:
  - metas definidas de comum acordo com os principais agentes envolvidos e baseadas nos resultados de análises custo-benefício dos prováveis resultados de sua implementação; e
  - estratégias de implementação com prazos e responsabilidades bem delineadas
- Logo, a elaboração de tais políticas deveria ser o primeiro passo a ser tomado pelo governo federal, no âmbito do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), na cadeia de suas intervenções nos mercados de energia no País
- O Conselho poderia adotar o mesmo procedimento da Comissão Europeia e lançar, inicialmente, uma proposta de política, para ser discutida e receber críticas e sugestões das partes interessadas e, depois, ser publicada em sua versão final, melhorada por conta desta consulta pública

# Planejamento do setor elétrico

## Atual modelo institucional do setor elétrico brasileiro: ambientes de comercialização

- Desde 2004 existem dois ambientes de comercialização de energia elétrica no Brasil:
  - Ambiente de contratação regulada (ACR)
  - Ambiente de contratação livre (ACL)
- O modelo busca a modicidade tarifária através da criação de um pool no ACR, visando obter economias de escala na contratação de energia elétrica, repartir os riscos e benefícios dos contratos e equalizar tarifas de suprimento
- No ACR se realiza a contratação de energia, através de leilões, na modalidade de menor preço, para o atendimento dos consumidores cativos
- Em termos comerciais, o ACR pode ser considerado como um consórcio que agrega a demanda dos distribuidores e celebra contratos com um conjunto de geradores
- No ACL geradores, comercializadores e consumidores livres negociam livremente contratos bilaterais, definindo preços, volumes, prazos e cláusulas de *hedge*

# Comercialização no ACR

- Há três tipos de contratação no ACR:
  - Contratação da geração de novas usinas
  - Contratação da geração de usinas existentes
  - Contratação de ajustes entre demanda e oferta
- A EPE propõe ao MME a contratação de novas usinas segundo umas das seguintes modalidades contratuais:
  - Contratos de quantidade de energia (riscos assumidos pelos geradores)
  - Contratos de disponibilidade de energia (riscos assumidos pelo *pool*)
- A contratação de energia elétrica proveniente de geração nova é realizada através de licitações com cinco e três anos de antecedência, em relação ao ano de realização do mercado. Os contratos contemplam prazos de duração entre 15 e 35 anos

## Políticas adequadas? (1)

- O setor elétrico ainda não possui um marco normativo instituído, sistemática e organicamente
- Documentos normativos do Conselho Nacional de Política Energética e de outros órgãos, novas redações de leis, por muitas vezes não propõem solução final para casos complexos e conflituosos; muitas vezes retificam e alteram outros documentos
- Dificuldade de o poder público lidar, hodiernamente, com as consequências da implantação de pequenos a grandes empreendimentos energéticos e reservatórios, especialmente na Amazônia e Pantanal
- Oferta de eletricidade no país provém principalmente de origem hídrica; há aproveitamento homeopático de outras fontes como a biomassa, eólica e solar, sem estabelecimento de uma matriz de recursos alternativos



## Políticas adequadas? (2)

- Do ponto de vista ambiental, os diversos órgãos que atuam em projetos do setor elétrico emitem diferentes instruções normativas, “*recorrendo a fundamentos de toda a ordem como dispositivos constitucionais, de lei e decreto, de resolução do CONAMA e do Plano Nacional de Mudança do Clima, (...) ao Protocolo de Montreal (...) e a disposições da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (...)*” (FARIA JÚNIOR, 2010)
- Dificuldade de lidar com o equilíbrio entre as tarifas de energia elétrica dos mercados livre e cativo – vide problema das bandeiras tarifárias relativo ao nível dos reservatórios
- Inexistência de programas integrados de eficiência energética e conservação de água ★

## Confusão institucional

- Liminares protegem as Usinas de Santo Antônio e Jirau do atraso nas obras. Estadão, 27/07/14

**Um belo monte de conflitos. Época. 07/11/2009**

- **Ministério Público busca na Justiça suspensão de hidrelétricas no Pantanal. Site Rios Vivos, 20/08/12**

- Cálculo da tarifa de energia elétrica é defasado, aponta estudo da USP. Site UOL Economia, 27/07/11

**Seca no Sudeste: uma realidade assustadora. Site Carta Maior, 18/08/14**

Nível dos reservatórios de usinas hidrelétricas ainda preocupa. Folha de SP, 04/08/2015

• **Como a indústria sobreviverá ao reajuste médio de 22,62% na CELESC...**  
Fonte: Gerada a partir do Estadão, 05/08/14

• **Crise no setor elétrico gera rombo de 53,8 bi, aponta CNI. Jornal da Energia, 15/07/14**

Empresas da Eletrobras dão calote na CCEE. Estadão, 03/08/14

Amazônia apodrece em lagos de novas hidrelétricas. Repórter Brasil, 30/07/15

• **Ministério vê risco de caos com decisão da CESP de reter vazão.** O Globo, 16/08/14

Brasil vive um conflito por água a cada três dias. Site Planeta Sustentável, 17/03/2015.

ANA mantém vazão mínima do Paraíba do Sul em 165m<sup>3</sup>. Canal Energia, 15/08/14

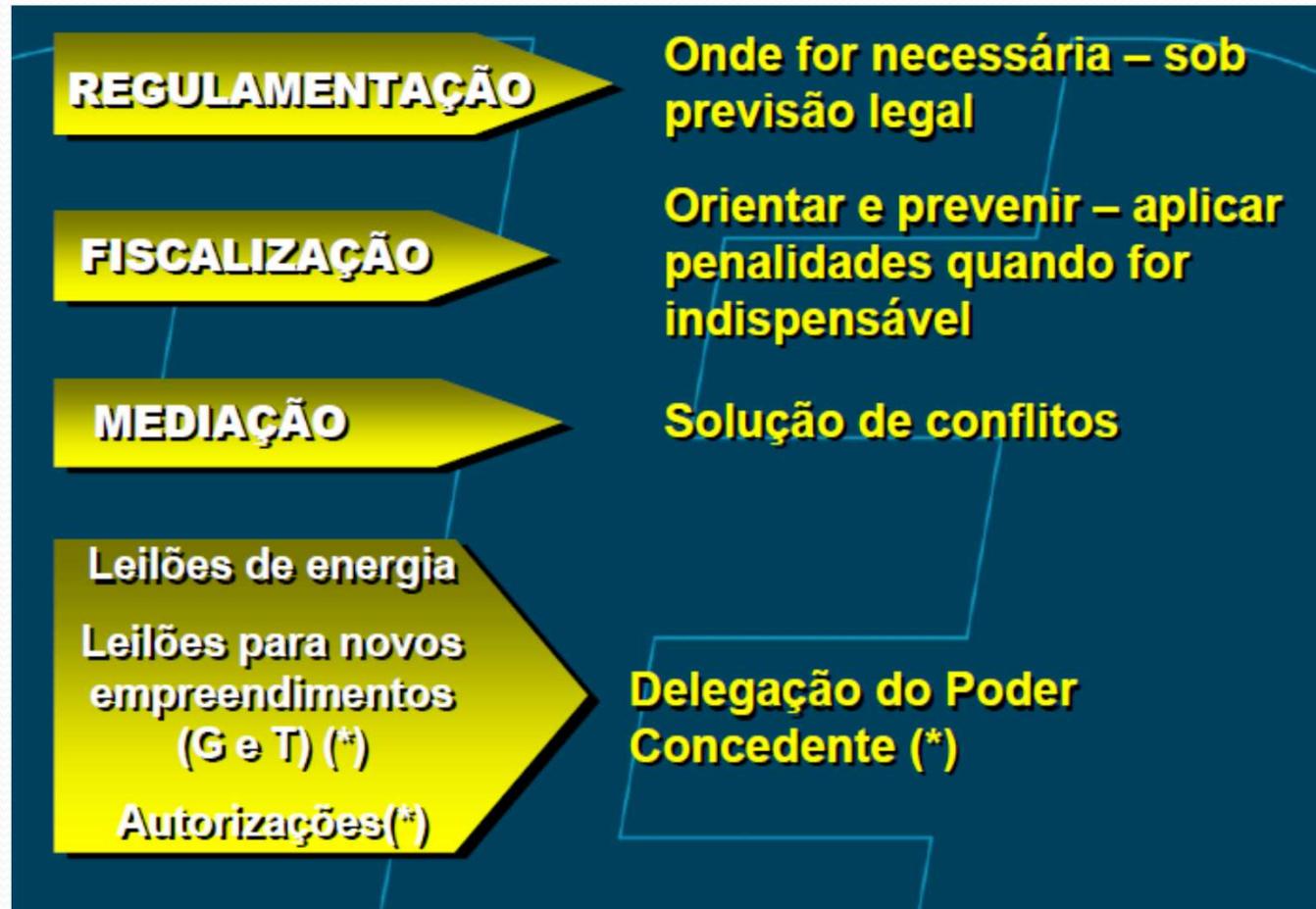
• SP deve iniciar racionamento de água urgente, diz MPF. Veja.abril.com.br. 28/07/14

**Regras de reajuste para pequenas distribuidoras serão alteradas**  
Canal Energia, 31/07/14

Furnas inicia estudo para licenciamento corretivo da LT Ivaiporã-Itaberá I e II. Jornal da Energia, 12/08/14

# O Sistema regulatório

## A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL Fonte: ANEEL



# O Sistema regulatório

## A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL Fonte: ANEEL



# O Sistema regulatório

## A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL Fonte: ANEEL



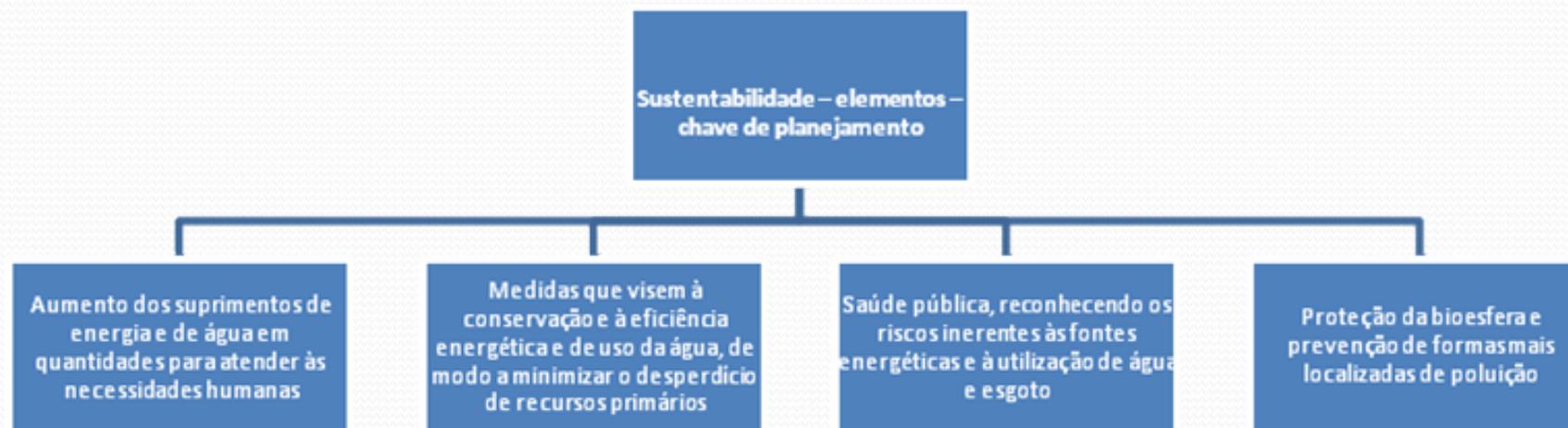
# Um avanço no planejamento do setor elétrico

Contribuição para o desenvolvimento sustentável

Planejamento integrado de recursos

- PIR por bacias hidrográficas

Elementos-chave de planejamento para se atingir as metas da sustentabilidade no domínio do PIR



# O sistema elétrico

## Potencial hidrelétrico

### POTENCIAL HIDRÁULICO NACIONAL

#### NORTE

Potencial: 111.396 MW

Explorado: 8,9%



#### NORDESTE

Potencial : 26.268 MW

Explorado: 40,4%

#### SUDESTE / CENTRO - OESTE

Potencial: 78.716 MW

Explorado: 41,0%

#### BRASIL

Total: 258.410 MW

Explorado: 28,2%

#### SUL

Potencial: 42.030 MW

Explorado: 47,8%

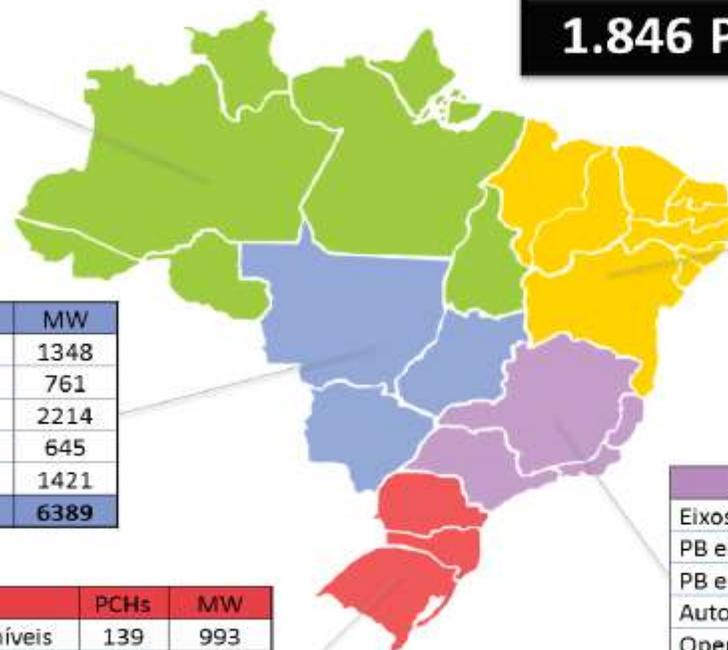
# Potencial de PCHs

PCHs	QTD	MW
Em Operação	468	4.821

Potencial ainda é significativo

PCHs	QTD	MW
Desenvolvimento	712	8.264
Autorizadas	164	2.792
Em Construção	35	422
<b>Total</b>	<b>911</b>	<b>11.478</b>

NORTE	PCHs	MW
Eixos disponíveis	35	256
PB em elaboração	7	136
PB elaborado	23	365
Autorizada	9	147
Operação	36	374
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>1278</b>



**1.846 PCHs = 20,2 GW**

NORDESTE	PCHs	MW
Eixos disponíveis	48	470
PB em elaboração	1	13
PB elaborado	24	292
Autorizada	9	38
Operação	13	101
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>914</b>

CENTROESTE	PCHs	MW
Eixos disponíveis	139	1348
PB em elaboração	46	761
PB elaborado	159	2214
Autorizada	34	645
Operação	92	1421
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>6389</b>

SUDESTE	PCHs	MW
Eixos disponíveis	142	1321
PB em elaboração	11	140
PB elaborado	164	1905
Autorizada	47	786
Operação	173	1543
<b>Total</b>	<b>537</b>	<b>5695</b>

SUL	PCHs	MW
Eixos disponíveis	139	993
PB em elaboração	62	498
PB elaborado	215	1935
Autorizada	65	1173
Operação	153	1374
<b>Total</b>	<b>634</b>	<b>5973</b>

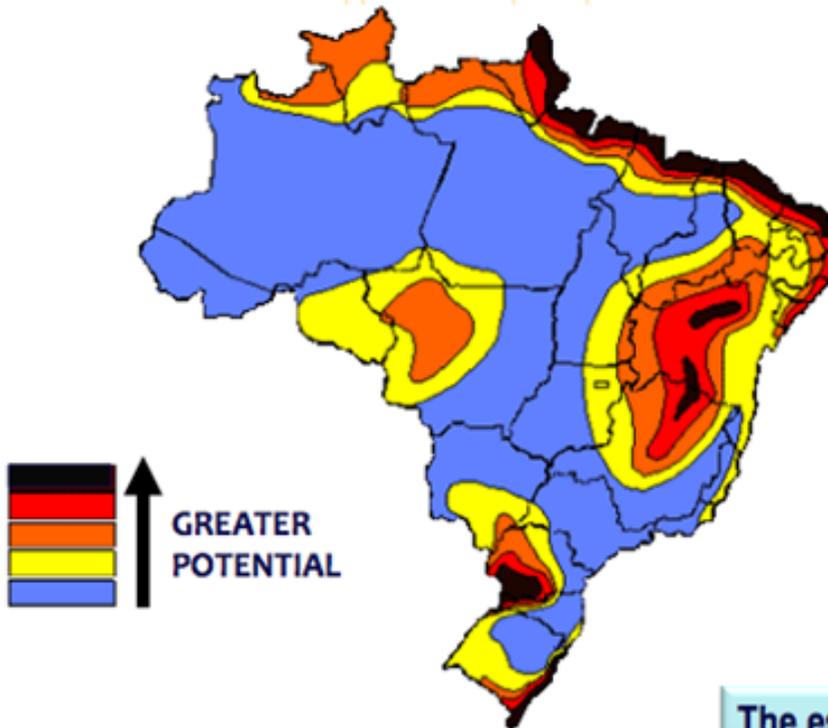
Investimento estimado em R\$ 75 bilhões

## PCHs em operação comercial - 2013



UF	MW	%
MT	819	18%
MG	742	16%
RS	558	12%
SC	539	12%
GO	362	8%
Demais UFs	1.614	34%
<b>Total</b>	<b>4.634</b>	<b>100%</b>

## BRAZILIAN WIND POWER POTENTIAL



**Estimated Potential  
(CEPEL-2001)  
143.5 GW  
- 50 m towers -**

**The estimated generation potential is about  
271 TWh, as much as 53% of the actual  
electricity supply in Brazil [ 509 TWh ]**

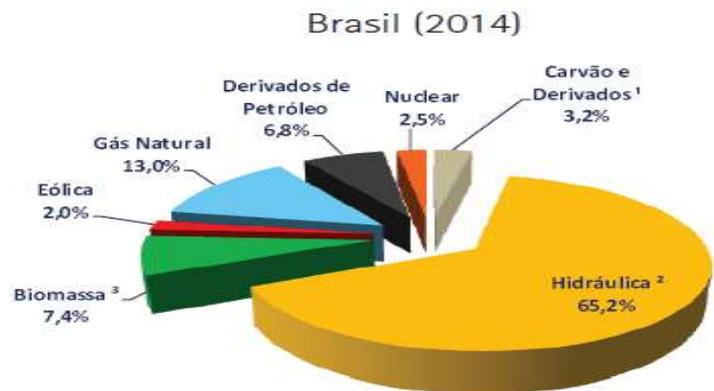


# O sistema elétrico

## Geração

- Matriz elétrica ainda sustentável

Matriz Elétrica Brasileira



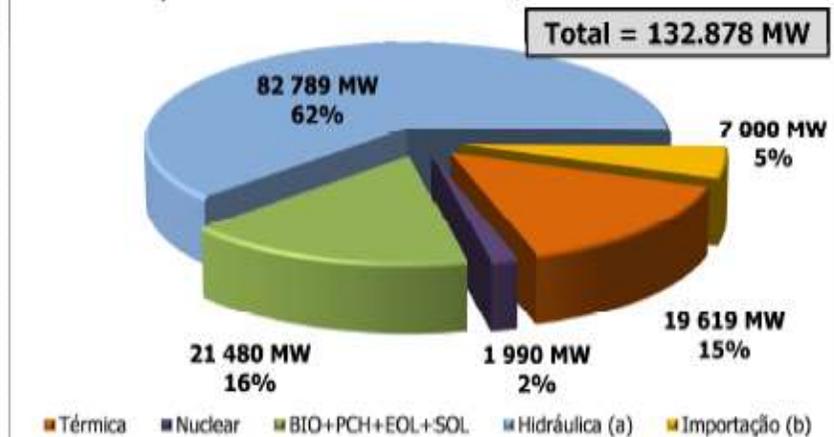
geração hidráulica<sup>2</sup> em 2014: 407,2 TWh  
 geração total<sup>2</sup> em 2014: 624,3 TWh

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

<sup>2</sup> Inclui importação

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

Capacidade instalada em Dez/2014 no SIN



(a) Inclui a parte brasileira da UHE Itaipu (7.000 MW).

(b) Importação da parcela Paraguaia da UHE Itaipu.

FONTE: EPE.

Capacidade instalada de geração elétrica Brasil: 133.900 MW, dez. 2014, EPE, MME

# Geração

- “A energia gerada através das hidrelétricas não é verdadeiramente renovável uma vez que cada usina tem um tempo útil de vida por conta da sedimentação”.

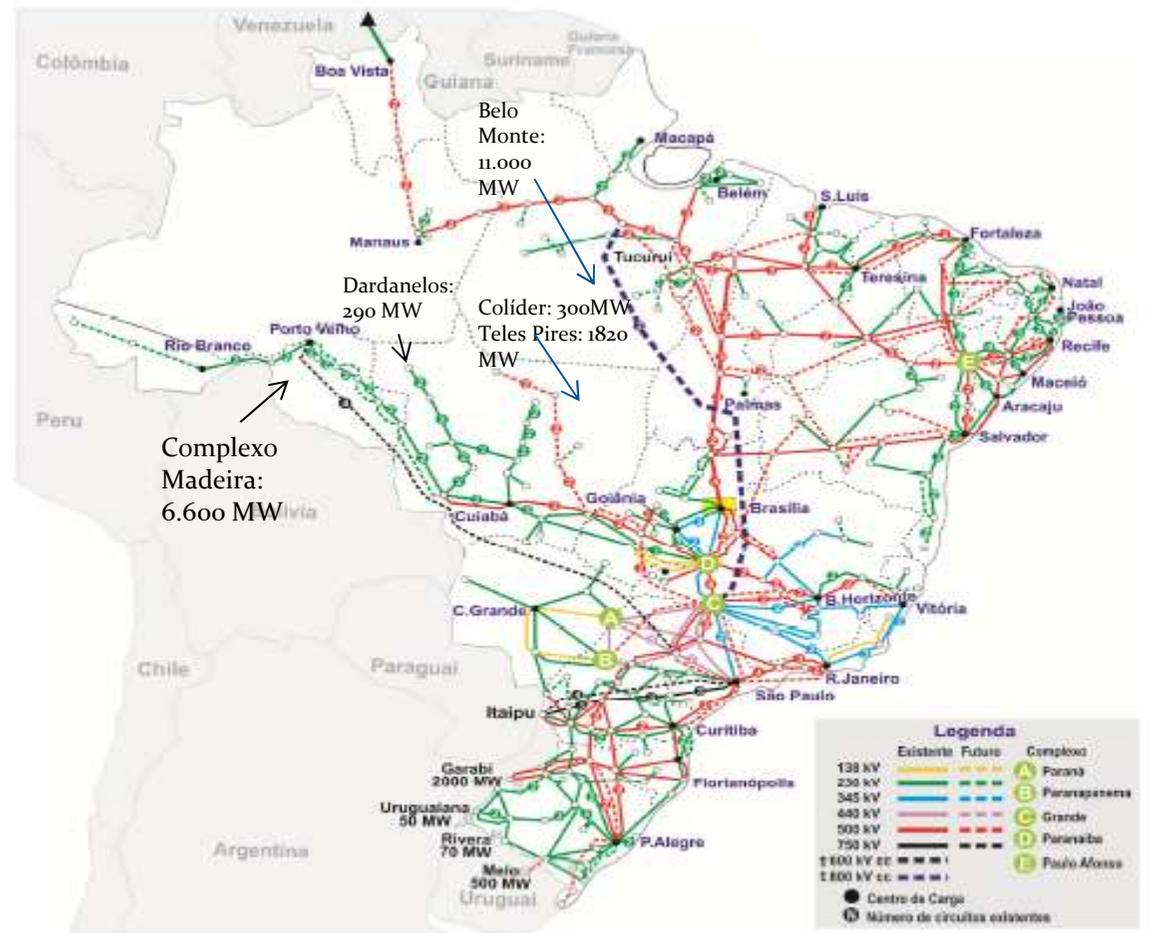
Phillip Fearnside e Brent Millikan

# Transmissão

- Quais seriam os desperdícios e usos ineficientes de energia?
- Desperdício, puro e simples
- Perdas na transmissão: "o percentual de perda de energia elétrica no Brasil é 100% superior, em relação aos demais países da América do Sul e da Europa"
- Elevado consumo dos eletrointensivos

# O Sistema Interligado Nacional

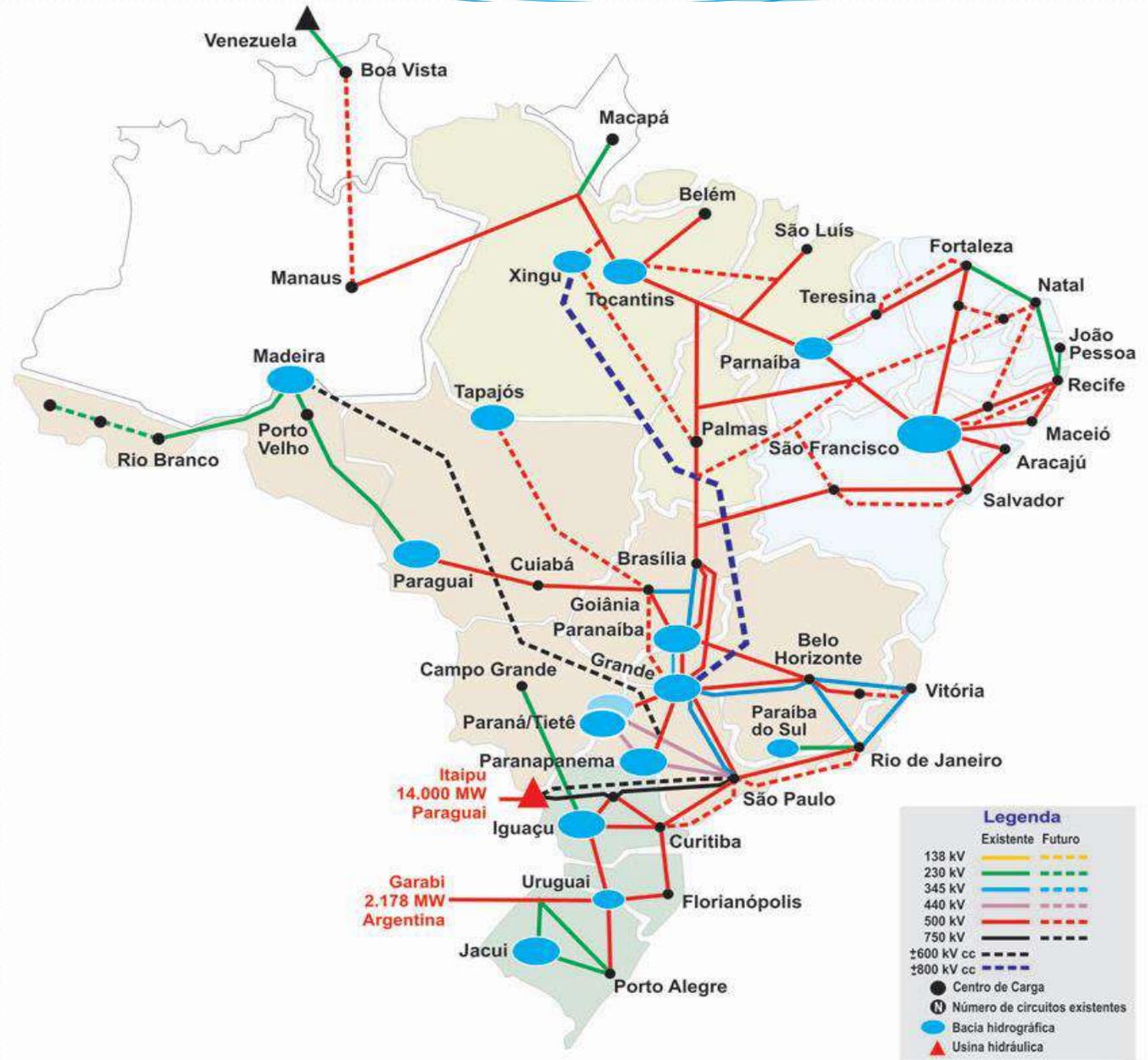
## Principais projetos de geração e de transmissão para expansão



Fonte: ONS

# Integração Eletroenergética do SIN

Fonte: EPE, 2016



# Dinâmica – entendendo o assunto

- Reunir em grupos de até 10 alunos
- Cada grupo escolherá uma fonte energética, mas através de um número de 1 a 10
- Sorteado o número, o grupo desenvolverá um pequeno texto com os prós e contras da fonte
- O grupo fará a leitura do texto e debaterá o resumo para todos na sala
- O grupo escolherá uma outra fonte de outro grupo para criticar
- Conclusões

# Sua fonte para produzir eletricidade

1 -  
Nuclear

4 -  
Eólica

6 -  
Geotér  
mica

8 -  
Termelétrica  
a gás natural

3 - Hidráulica  
- grandes  
usinas  
hidrelétricas

9 -  
Termelétrica a óleo  
Diesel

10 - Hidráulica -  
pequenas centrais  
hidrelétricas

2 -  
Solar

5 -  
Termelétrica  
a carvão  
mineral

7 -  
Biomassa  
da cana  
(bagaço)

# NIEPE - Curso de extensão: Economia da Energia

- Informações e inscrições:  
<http://www.fundacaouniselva.org.br/>
- Período – 25 de Julho a 25 de Agosto de 2016
- Resumo da ementa
  - Fontes de energia
  - Balanços e matrizes energéticas
  - Energia, sociedade e economia
  - Meio ambiente, economia e sustentabilidade
  - Planejamento energético e economia



**Obrigado !**

**[ivo\\_dorileo@ufmt.br](mailto:ivo_dorileo@ufmt.br)**