



PHA 3203

Engenharia Civil e  
Meio Ambiente

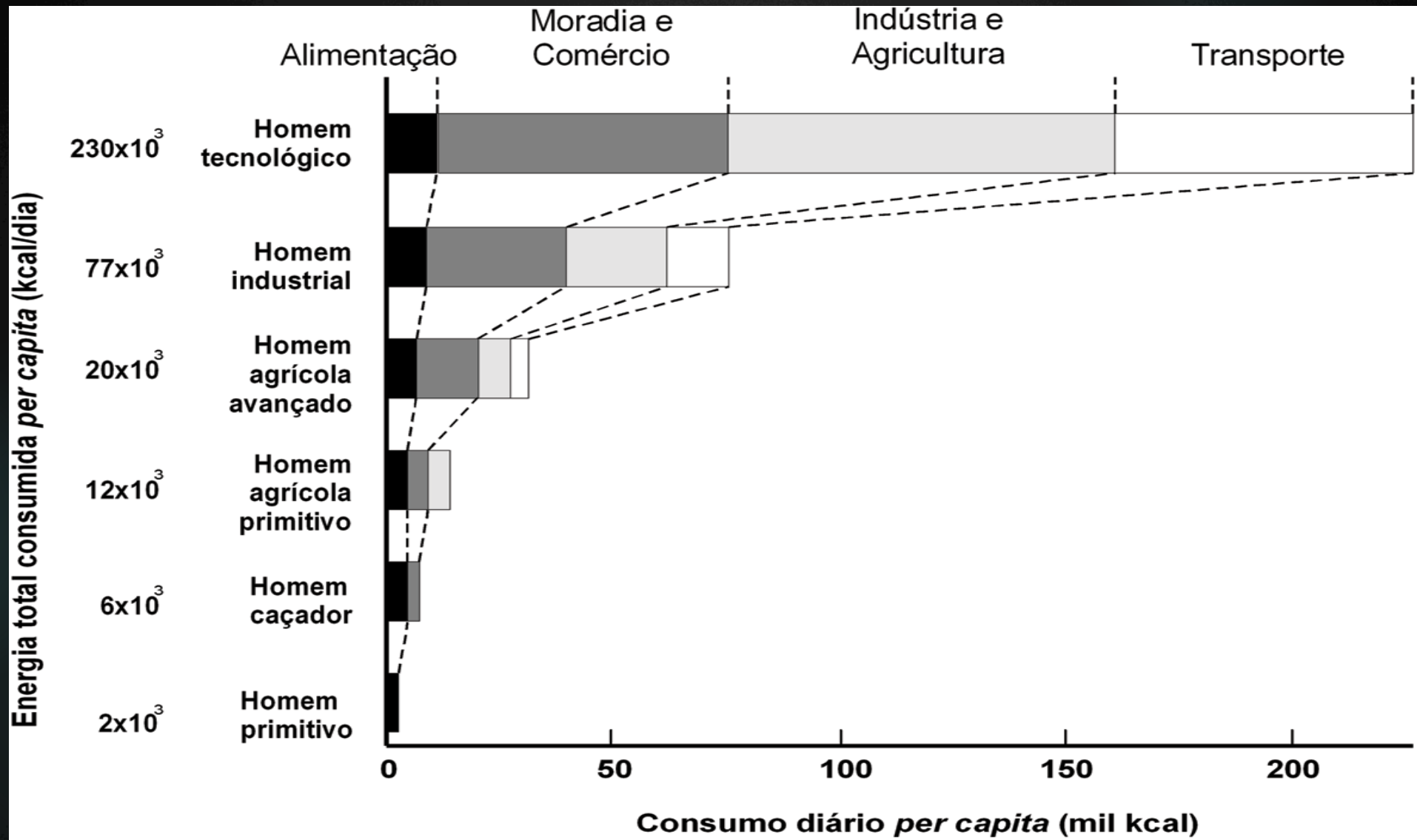
ENERGIA:

FONTES E PRINCIPAIS IMPACTOS



Consumo de energia ao longo do tempo





# Necessidades Atuais de Energia

- ▶ Atualmente, para que seja possível manter os nossos padrões de consumo e produção são necessárias grandes quantidades de energia;
- ▶ Nos países industrializados ocorre o maior consumo de energia;
- ▶ Isto leva a desequilíbrios econômicos, sociais e ambientais.

# Consumo de Energia no Mundo (2005)

Continente	Consumo (10 <sup>6</sup> TEP)*	% do Total
Oriente Médio e África	728,73	6,85
Europa	2.738,32	25,72
América do Norte	2,615,54	24,55
América Central e Caribe	241,13	2,27
América do Sul	428,77	4,03
Ásia (Exceto Oriente Médio)	3.892,87	36,57
Total	10.645,36	100

TEP – Tonelada equivalente de petróleo  
Fonte: World Resources Institute, 2009



# Consumo Anual de Energia Elétrica no Brasil

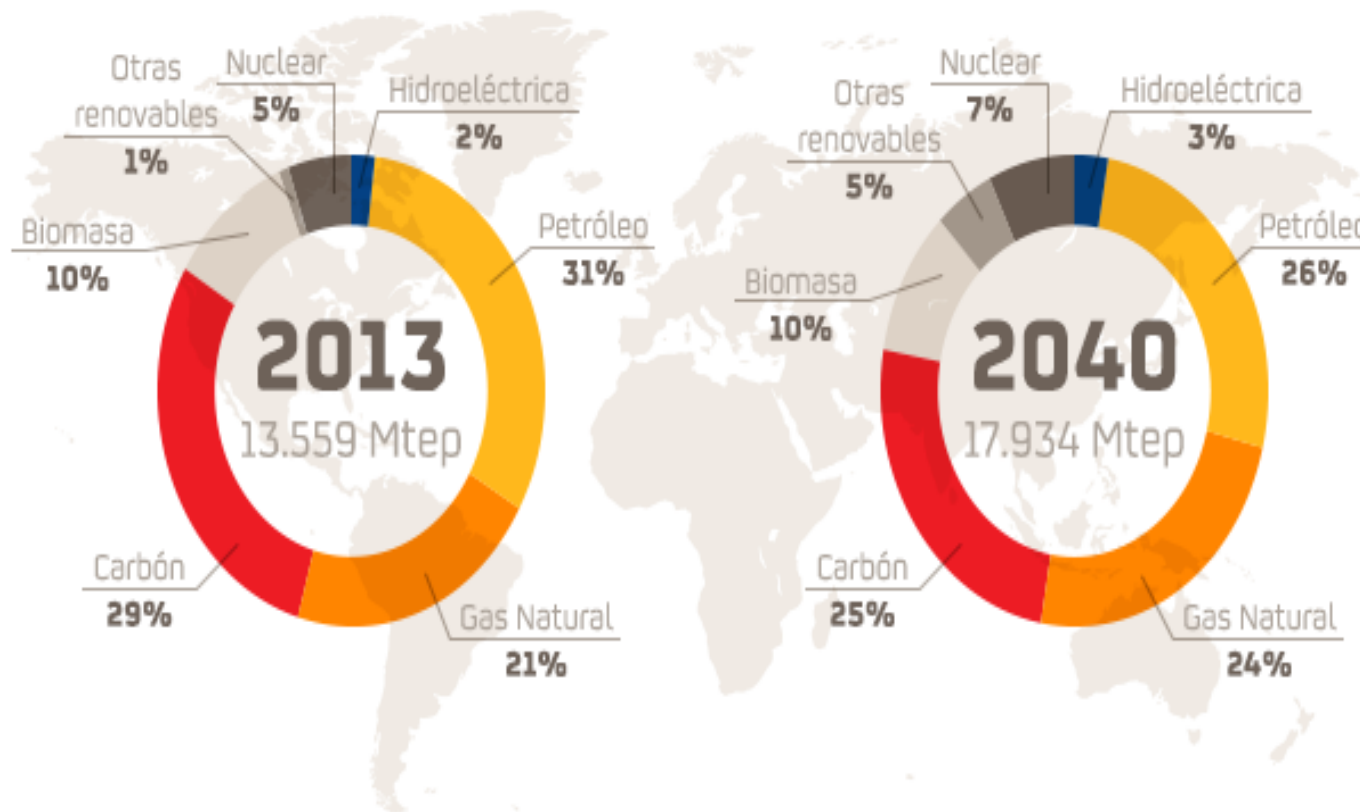
Região	Consumo em GW.h (%)			
	Total	Indústria	Comércio	Residências
Norte	12.448 (5,6)	8.068 (64,8)	1.465 (11,8)	2.915 (23,4)
Nordeste	34.965 (15,7)	20.401 (58,3)	4.811 (13,8)	9.753 (27,9)
Sudeste	133.675 (60,0)	72.198 (54,0)	20.816 (15,6)	40.661 (30,4)
Sul	31.750 (14,2)	15.554 (49,0)	5.293 (16,7)	10.903 (34,3)
Centro-Oeste	9.933 (4,5)	2.719 (27,4)	2.390 (24,1)	4.824 (48,6)
Brasil	222.771 (100)	118.940 (53,4)	34.775 (15,6)	69.056 (31,0)

# Consumo de Energia

- ▶ Para satisfazer as necessidades relativas ao consumo de energia o Homem utiliza diversas fontes;
- ▶ A combinação entre as fontes de energia utilizadas para suprir as nossas necessidades é denominada de Matriz Energética;
- ▶ A matriz energética mundial é constituída, principalmente, pelas seguintes fontes:
  - ▶ Térmica, hidroelétrica e nuclear.
- ▶ Além dos tipos mencionados existem, ainda, as fontes alternativas de energia.

# Participação das Principais Fontes de Energia na Matriz Energética Mundial

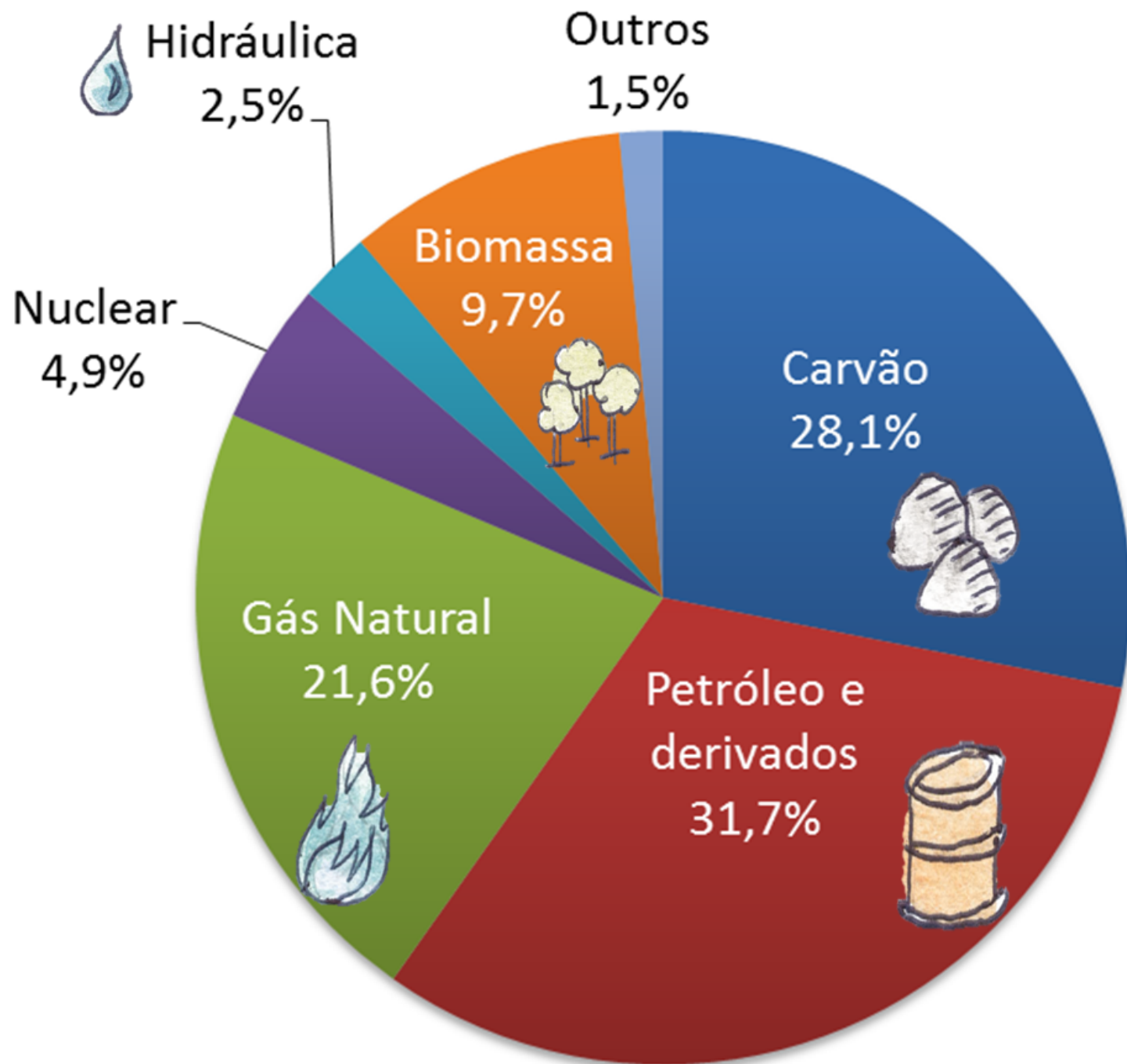
## Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria



Fuente: Agencia Internacional de la Energía (WEO 2013) y D. Secretaría Técnica de Repsol

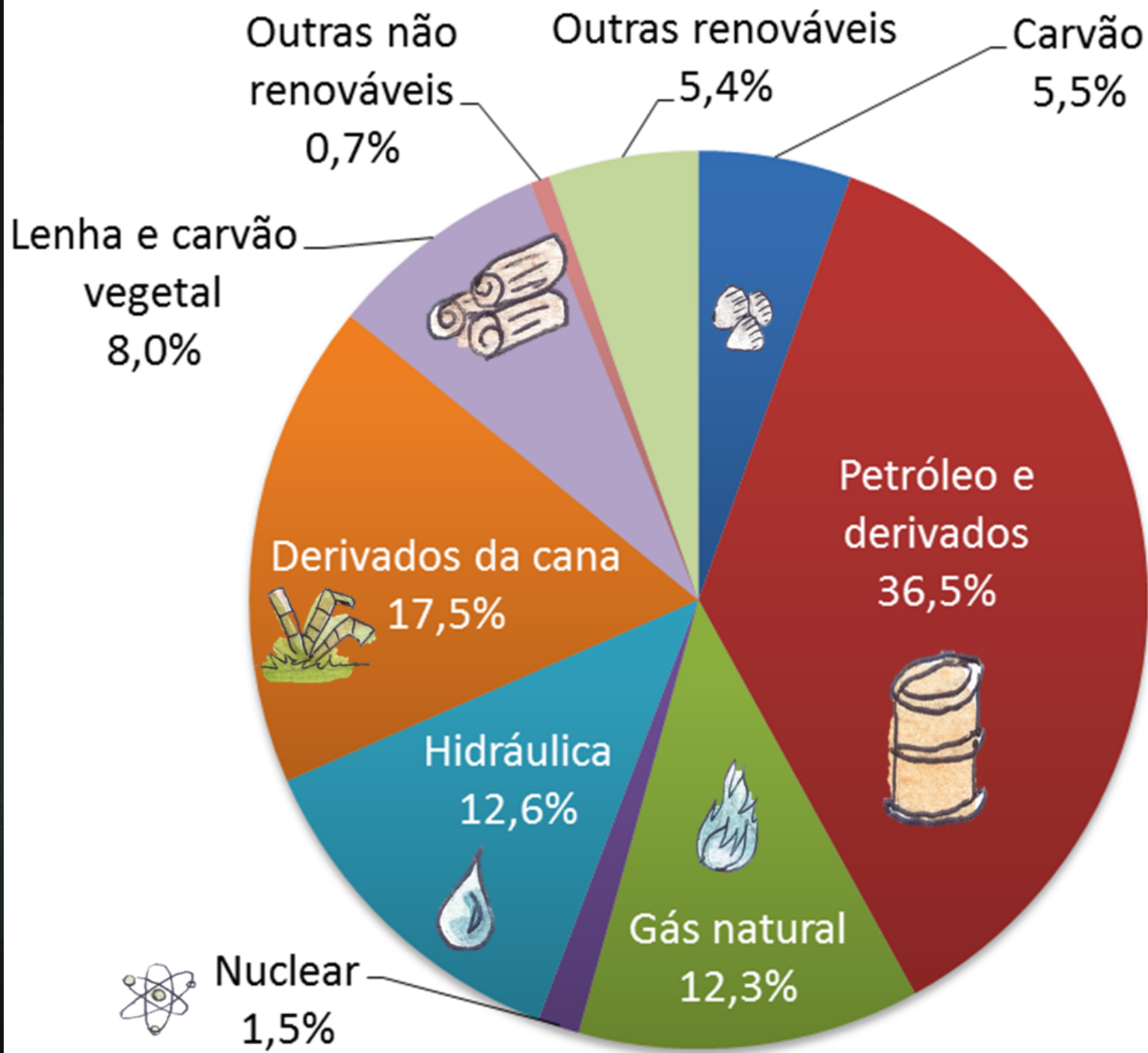


Mundo, 2015

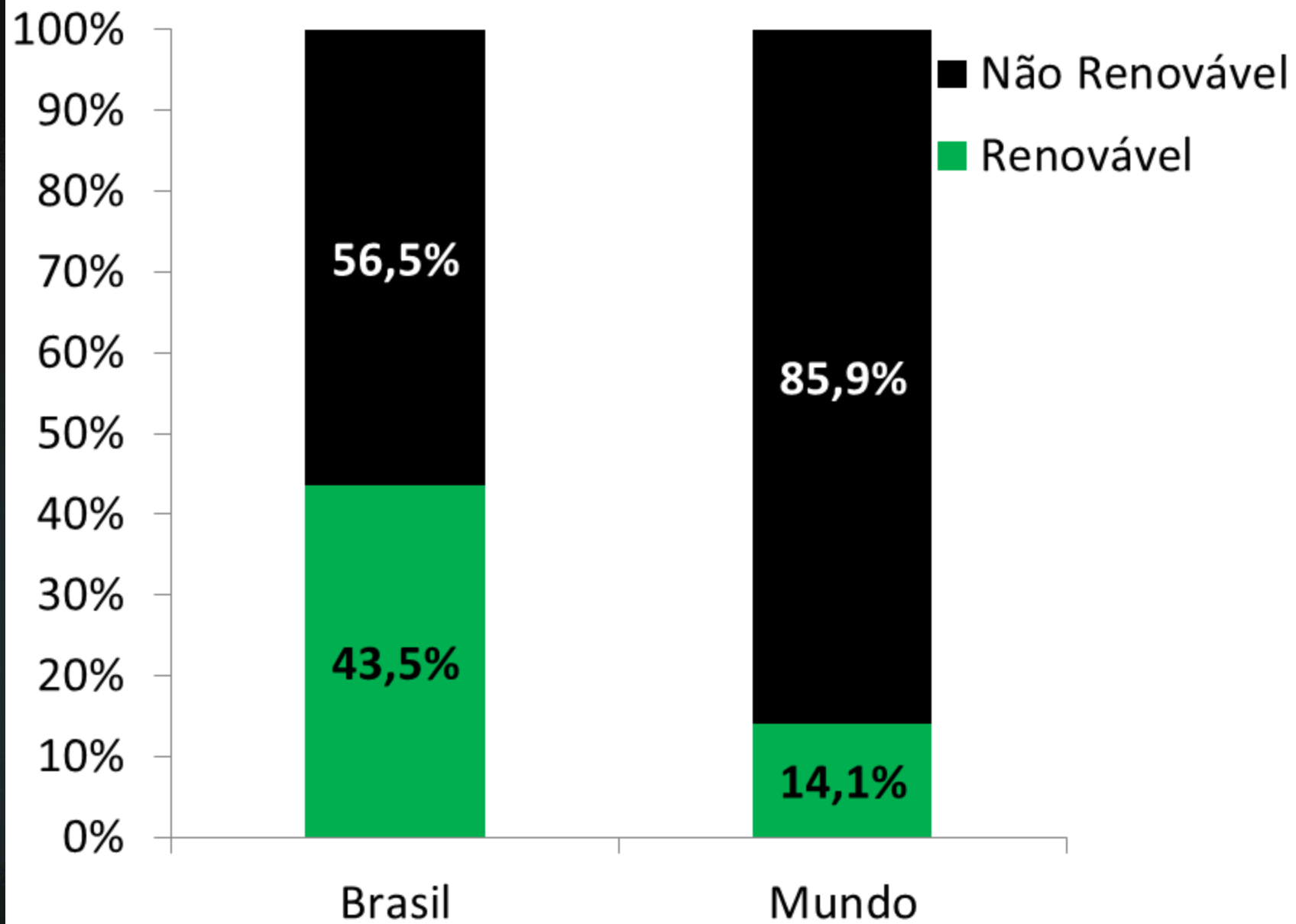


Fonte:EPE

Brasil, 2016



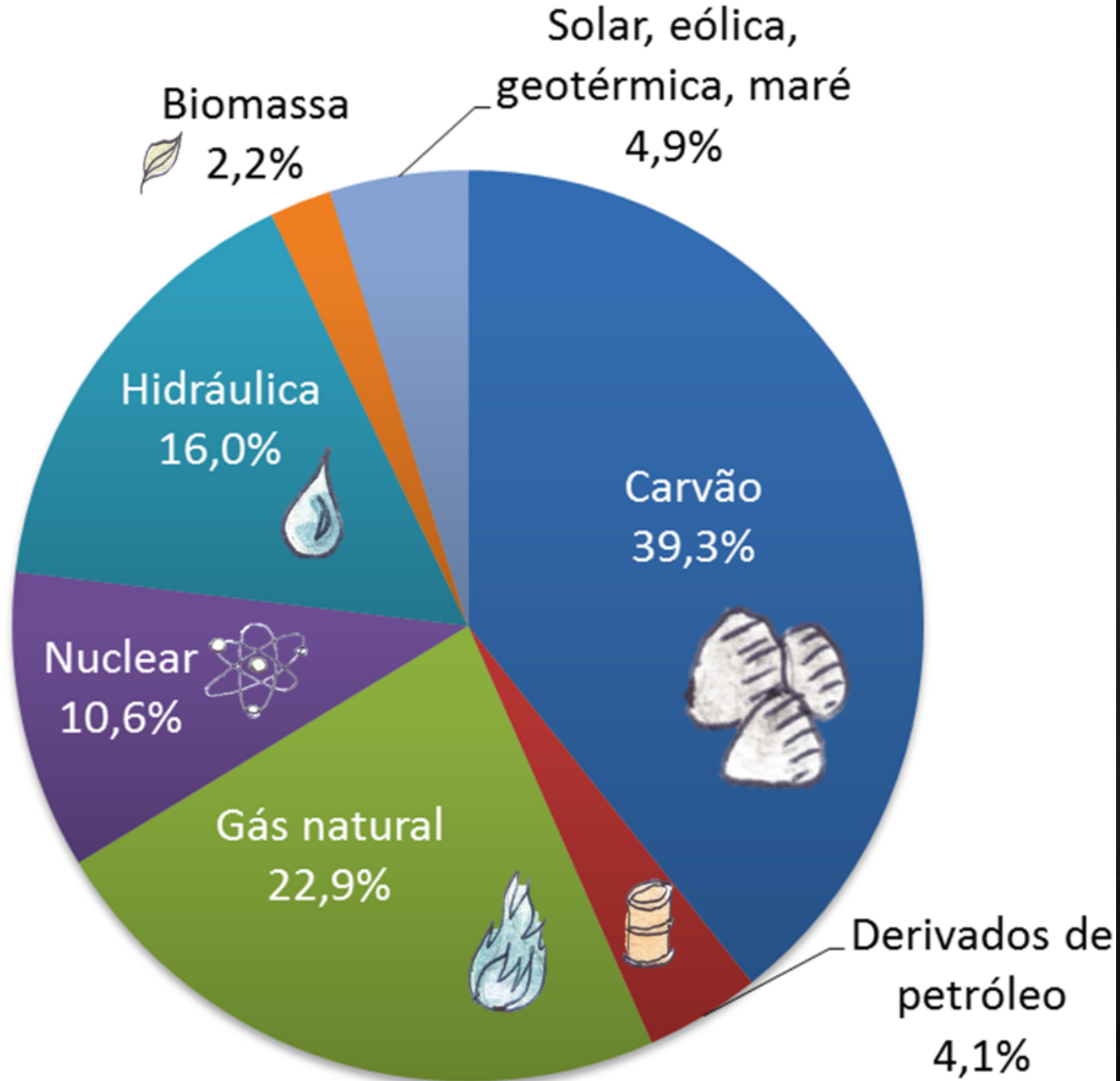
Fonte:EPE



Fonte:EPE

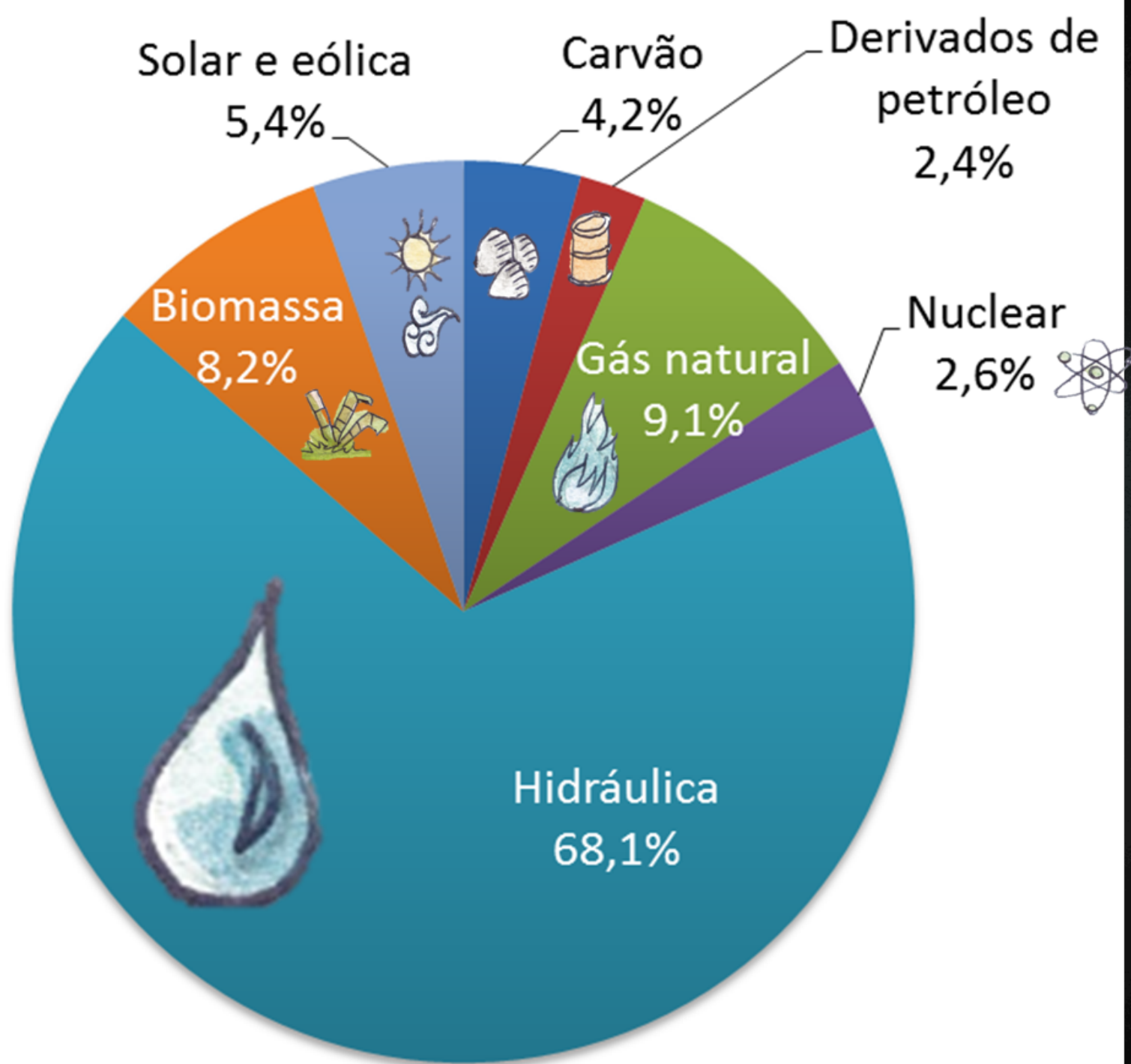


Elétrica  
Mundial

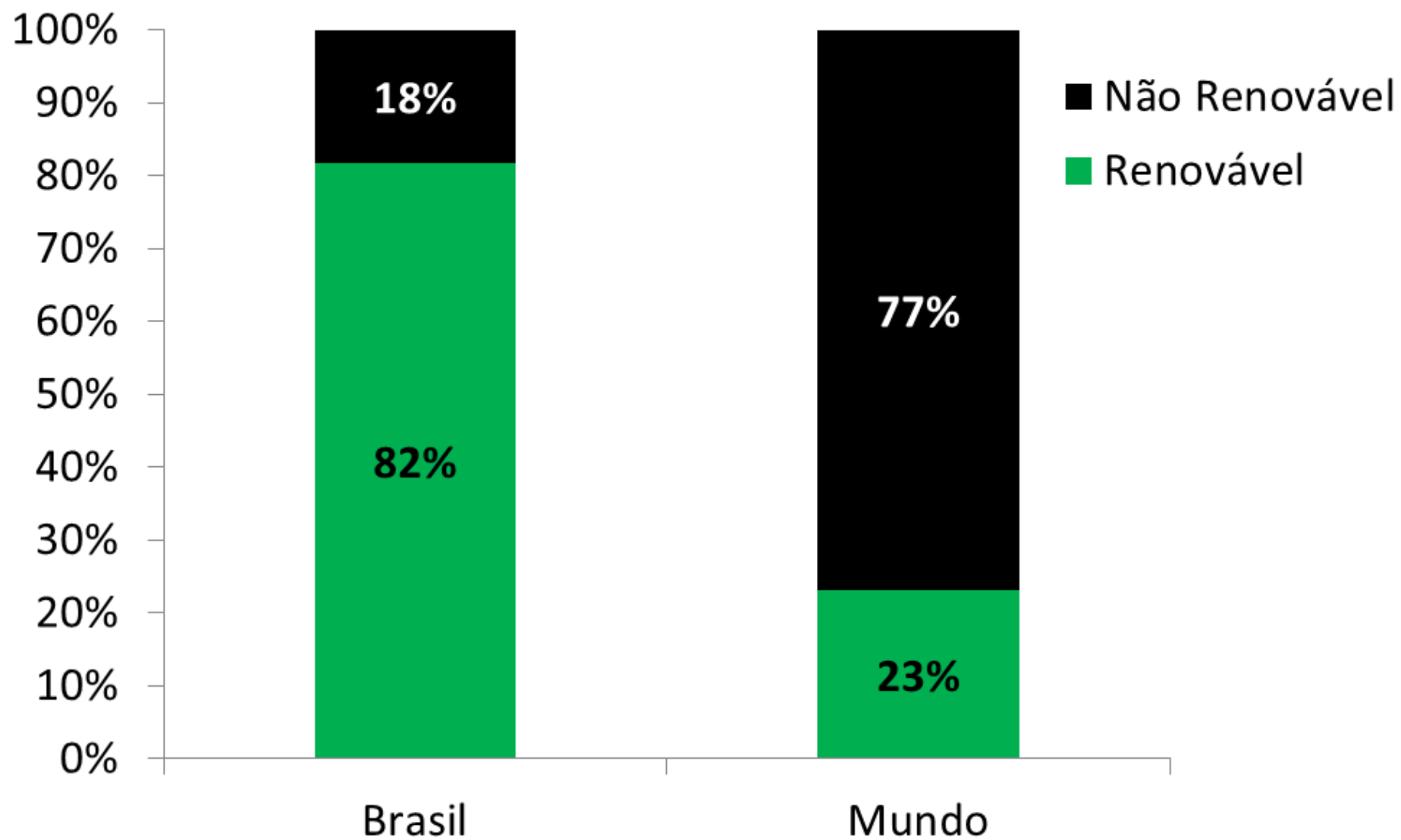


Fonte:EPE

Elétrica  
Brasil



Fonte:EPE



Fonte:EPE



# Principais Fontes de Energia

- ▶ As principais fontes de energia disponíveis são classificadas em:
  - ▶ Não renováveis:
    - ▶ Combustíveis fósseis;
    - ▶ Nuclear;
    - ▶ Geotérmica.
  - ▶ Renováveis:
    - ▶ Solar;
    - ▶ Hidráulica;
    - ▶ Eólica;
    - ▶ Biomassa.

# Considerações sobre as Fontes de Energia

- ▶ O aproveitamento das fontes de energia resulta em impactos sobre o meio ambiente;
- ▶ O conceito de energia limpa é relativo, a menos que se considere apenas o processo de conversão de uma forma de energia em outra.

# Combustíveis Fósseis

- ▶ Todos os materiais que foram capazes de armazenar energia solar;
- ▶ Todas as plantas são capazes de converter energia solar em química;
- ▶ Os combustíveis fósseis surgiram a partir da decomposição biológica incompleta de matéria orgânica morta;
- ▶ São considerados nossa fonte primária de energia, em função de sua participação na matriz energética.

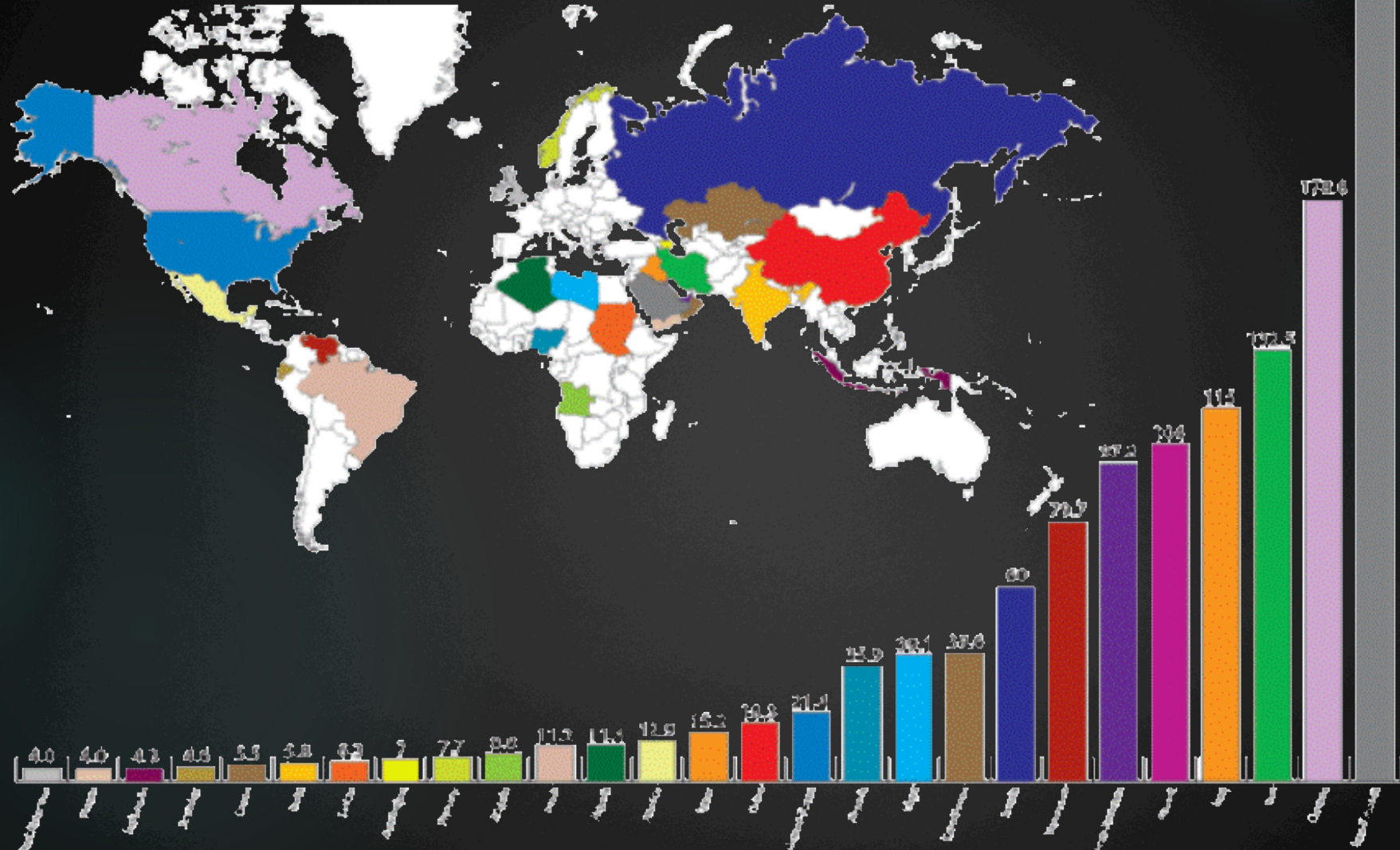


petróleo



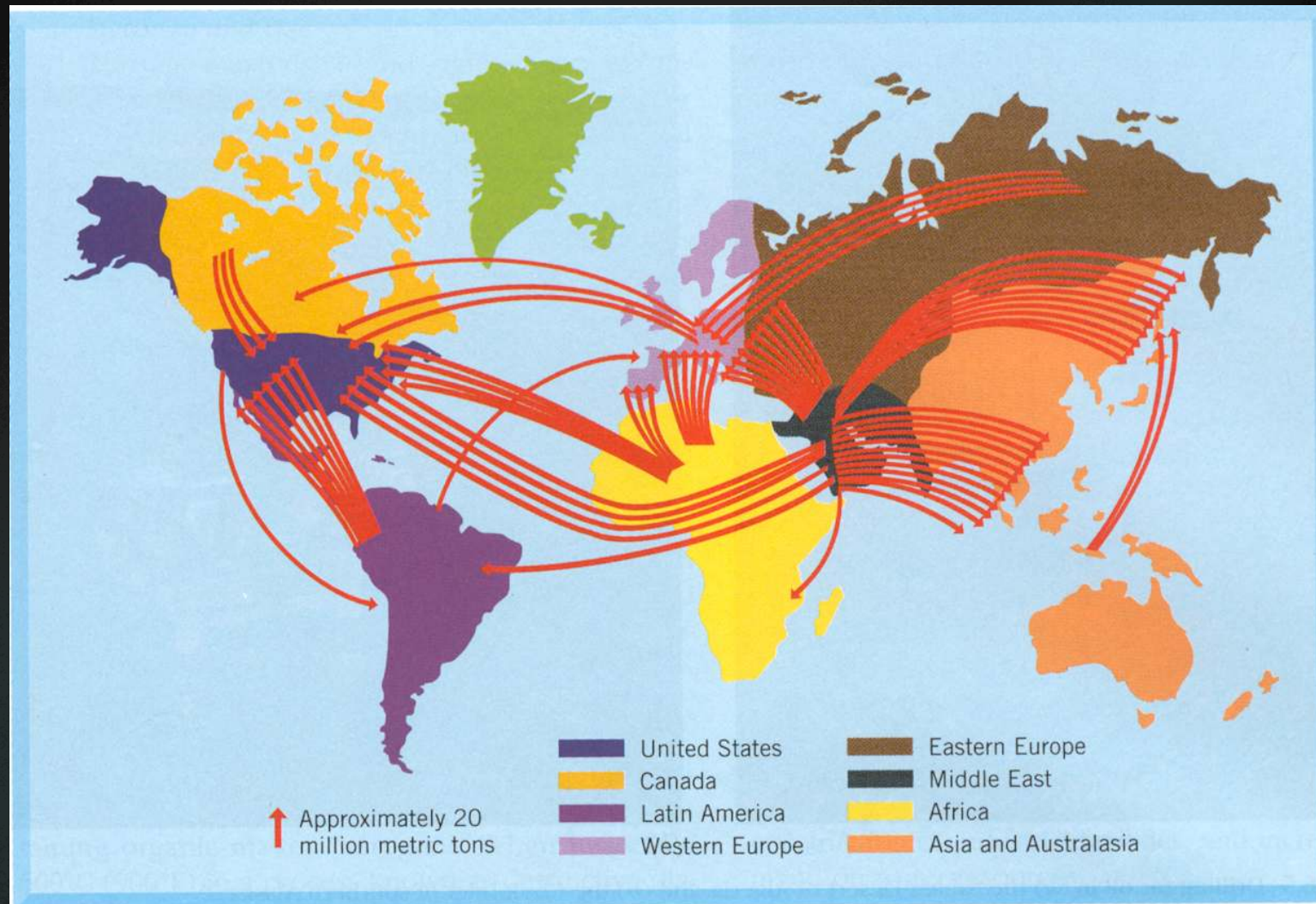
# Oil Reserves

(billion barrels)



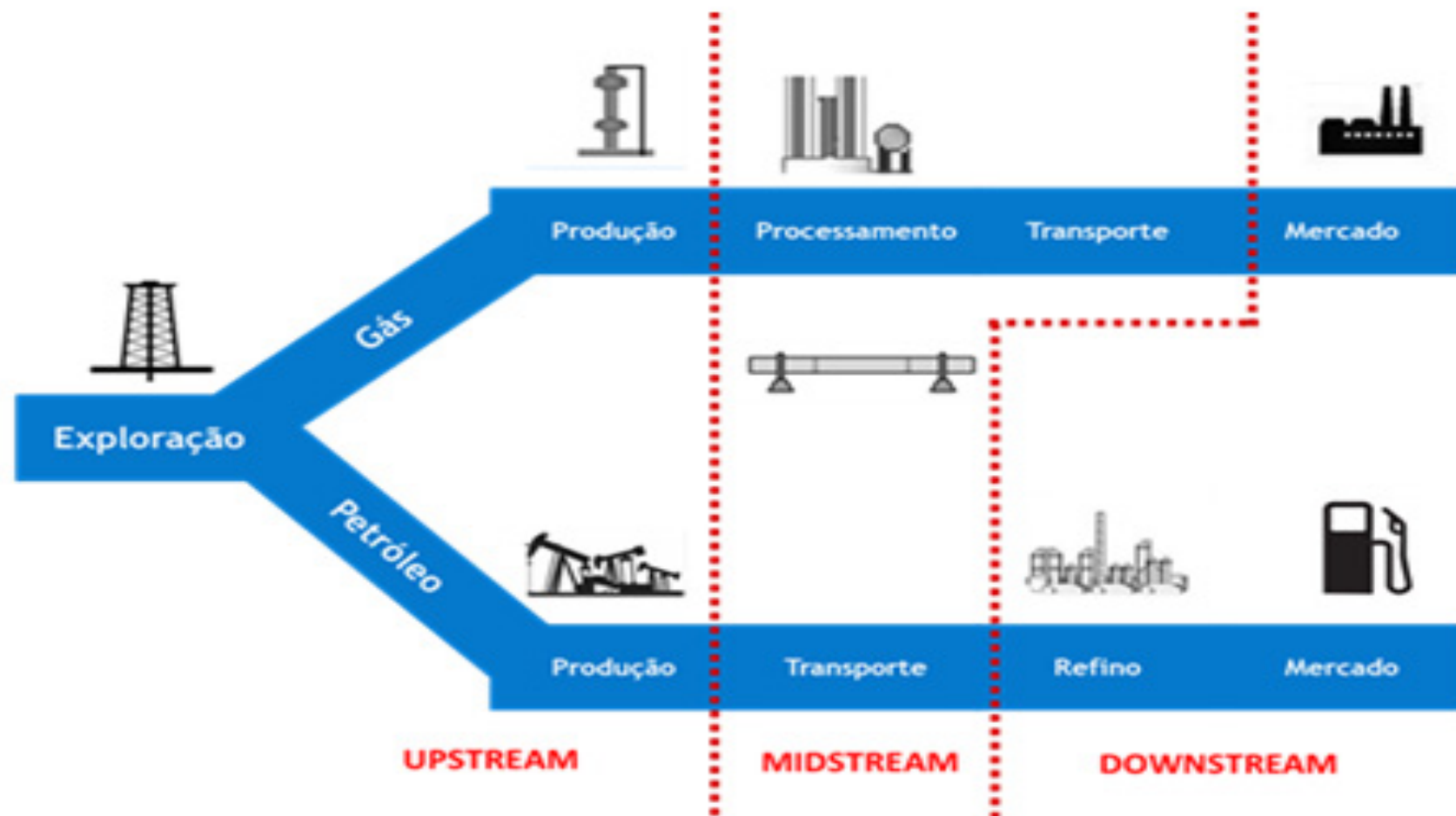
Data presented as historic values with 4 billion barrels left beneath or offshore.  
 Source: Oil Tech-Dev, oil-oil and condensate. Data for 1985-1992: Institute of Energy Economics, Osaka.  
 December 31, 2015. Data for the World Database from the Energy Information Agency, November 2015.



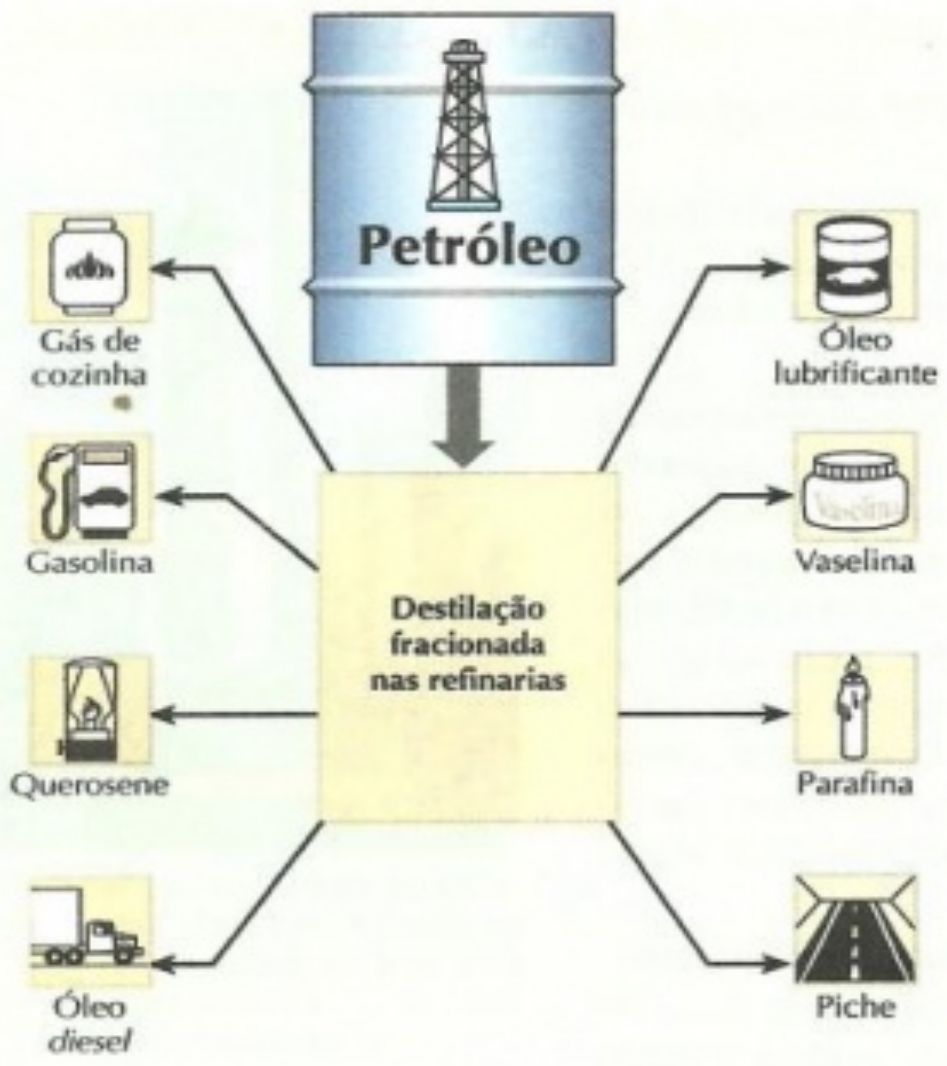


**Comércio de Petróleo no Mundo (1995)**

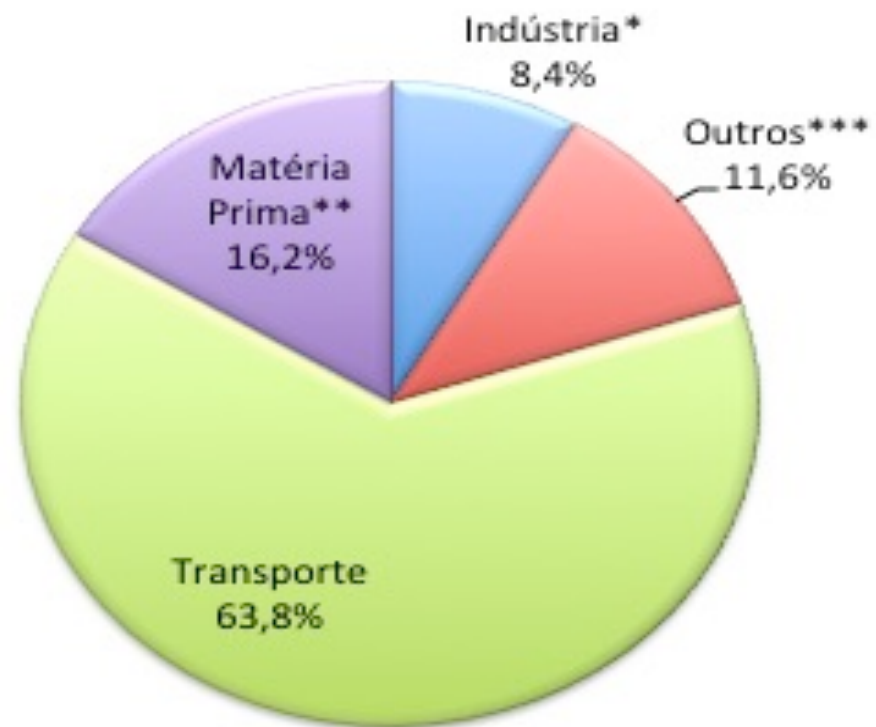




*Fonte: Petrostrategies, Gas Energy*



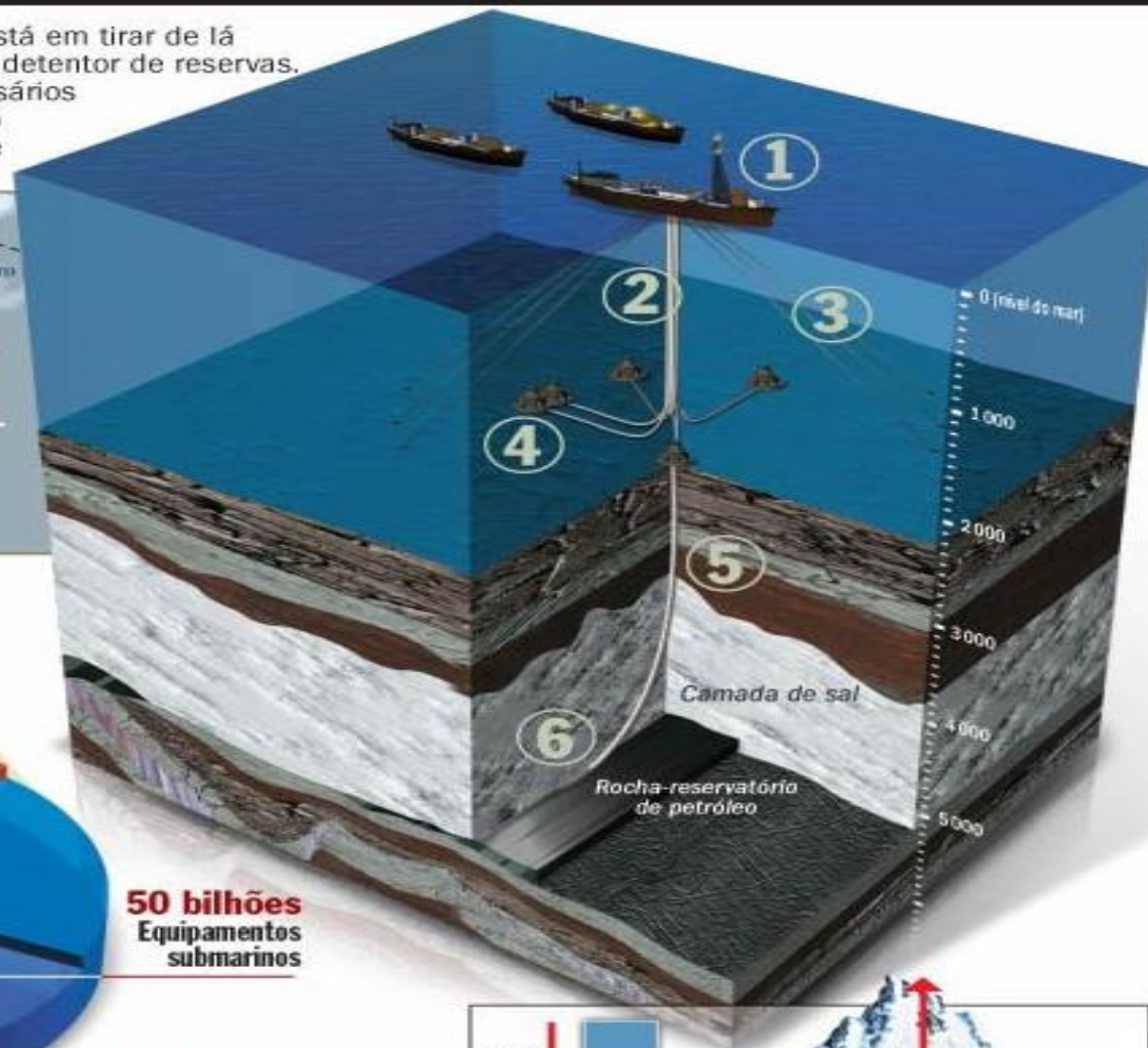
# Usos do petróleo





# O TAMANHO DO DESAFIO

Chegar ao pré-sal foi difícil, mas o desafio mesmo está em tirar de lá o petróleo e o gás que farão do Brasil o sexto maior detentor de reservas. Os estudos já disponíveis mostram que serão necessários 600 bilhões de dólares para extrair a maior parte do petróleo que se suspeita existir na ultraprofundidade



Esses **600 bilhões de dólares** estão assim divididos:

**20 bilhões**  
Pesquisas sísmicas

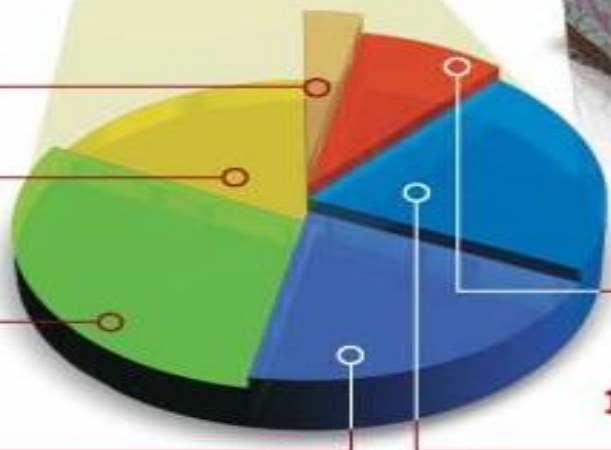
**100 bilhões**  
Outros

**180 bilhões**  
Instalações submarinas

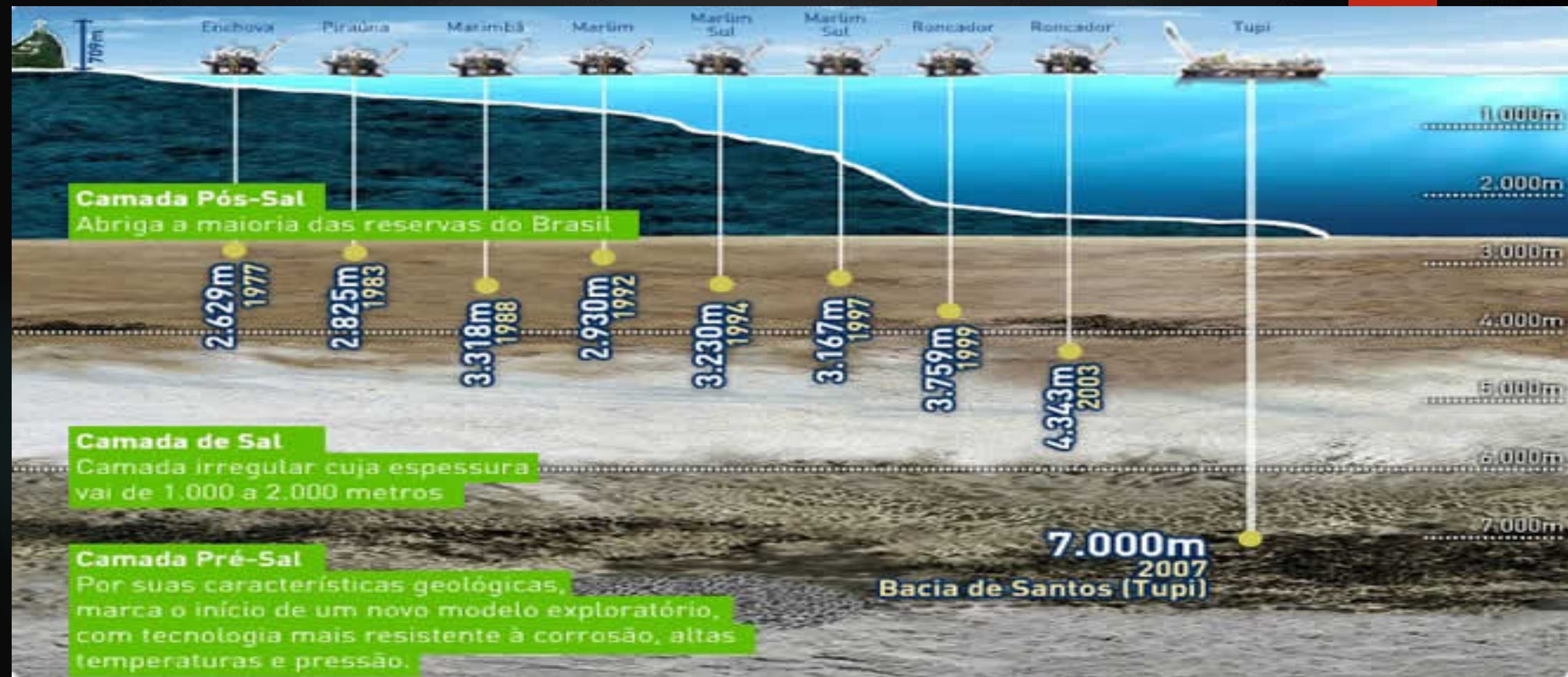
**125 bilhões**  
Plataformas

**50 bilhões**  
Equipamentos submarinos

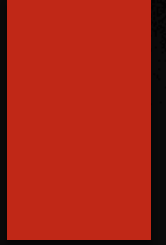
**125 bilhões**  
Perfuração



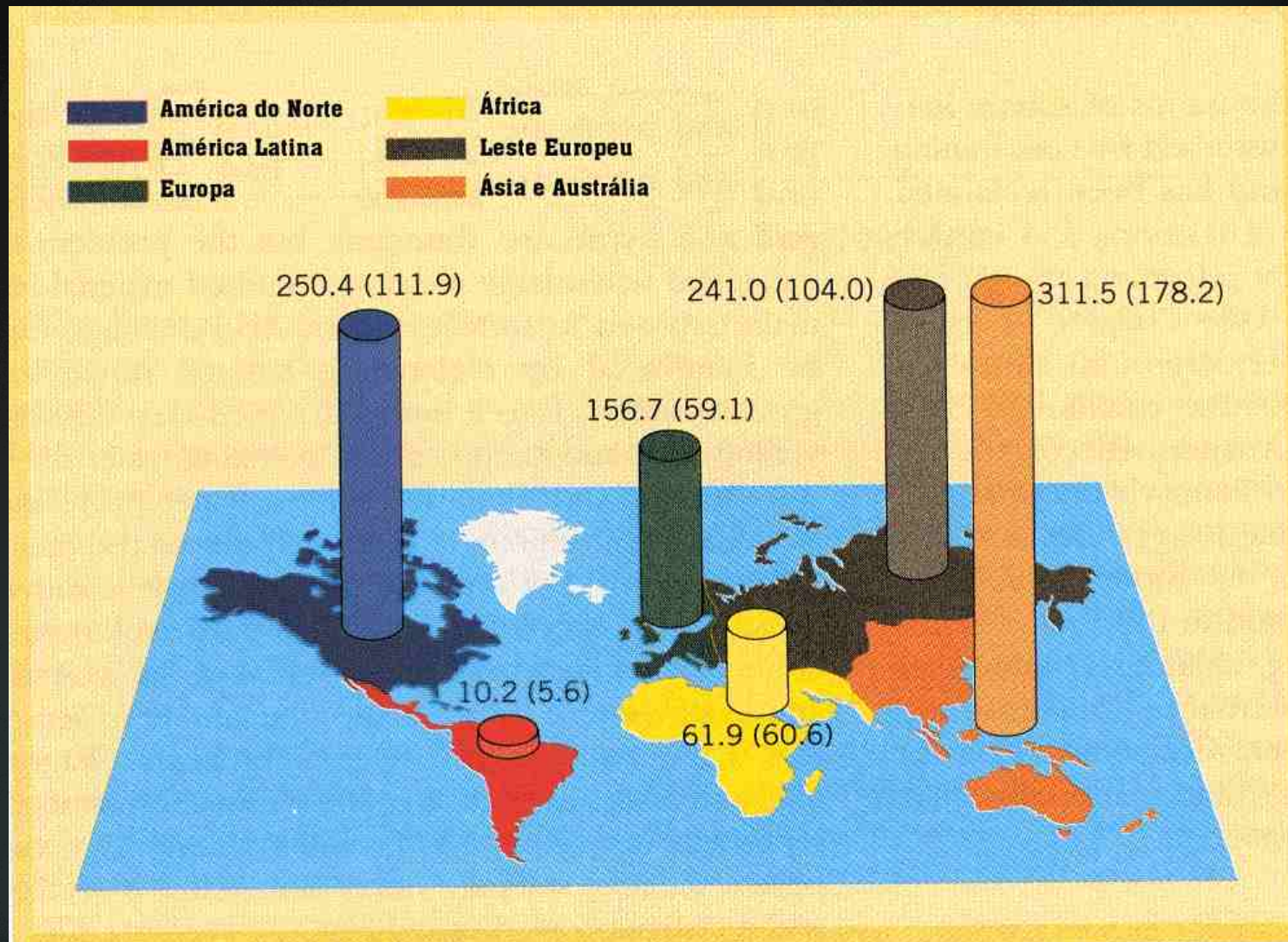




carvão







Distribuição das Reservas de Carvão no Mundo (1997)



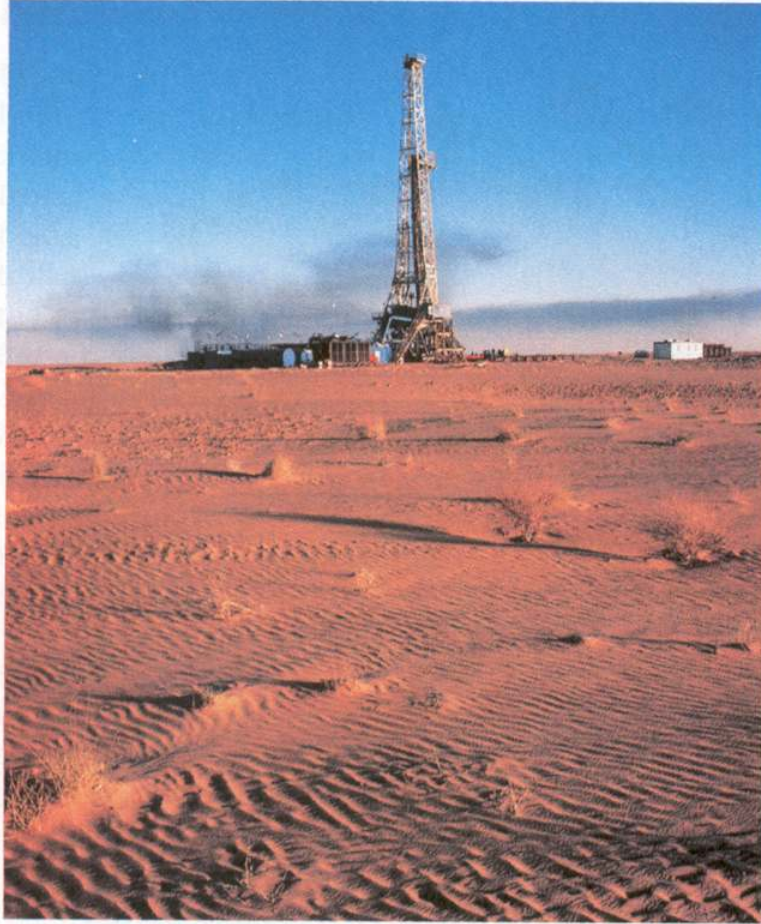
# CARVÃO MINERAL





# Impactos Associados aos Combustíveis Fósseis

- ▶ Alteração nas características do solo em função da abertura de minas;
- ▶ Construção de plataformas para poços de petróleo e gás, tubulações, depósitos e tanques de armazenagem;
- ▶ Infra-estrutura para transporte e beneficiamento;
- ▶ Poluição de águas superficiais;
- ▶ Poluição atmosférica;
- ▶ Subsidência do solo.



*(a)*



*(b)*

**FIGURE 16.5** Drilling for oil in *(a)* the Sahara Desert of Algeria, and *(b)* the Cook Inlet of southern Alaska.

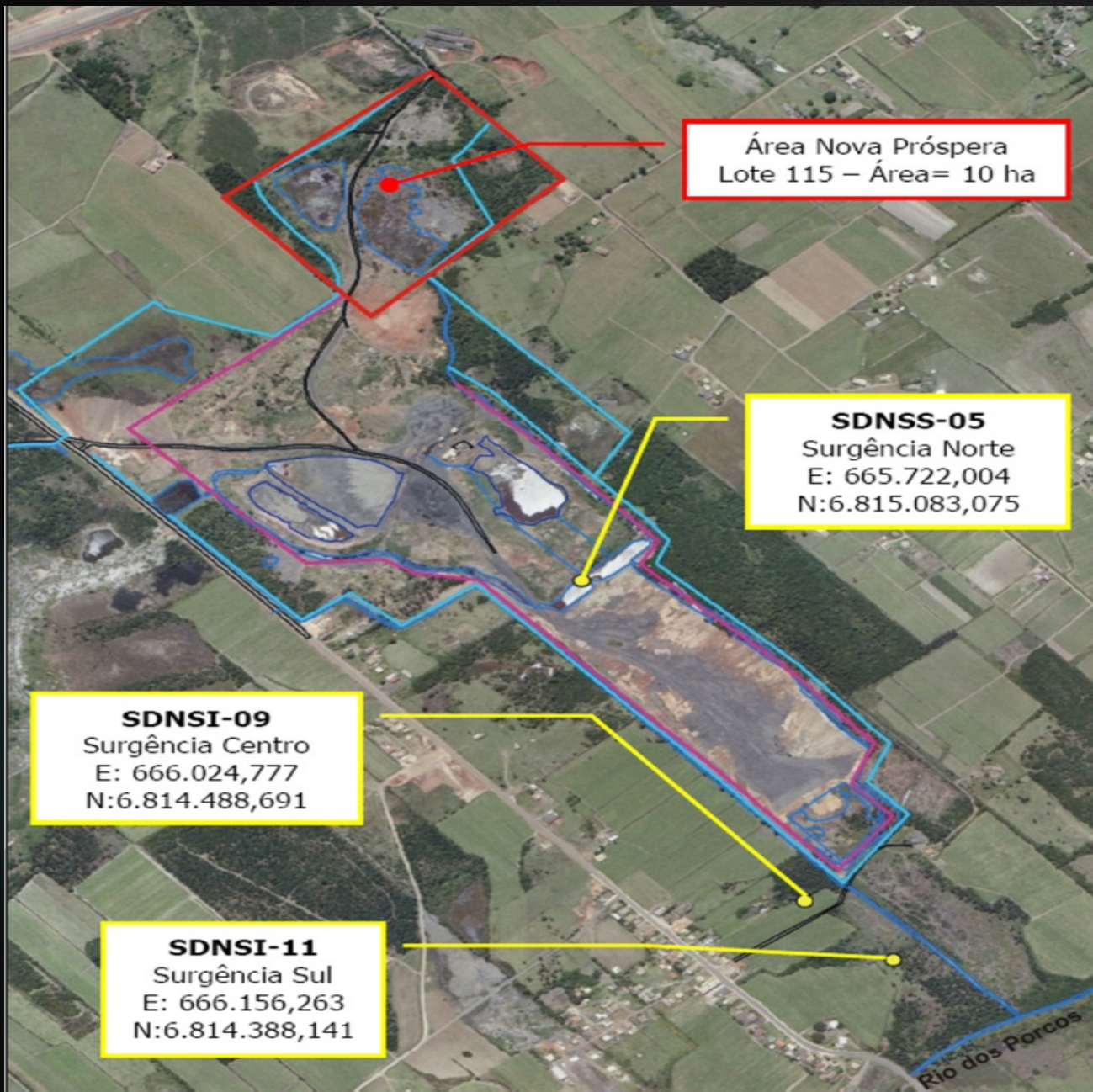


**FIGURE 16.9** Open-pit coal mine in Wyoming. The land in the foreground is being mined and the green land in the background has been reclaimed following mining.





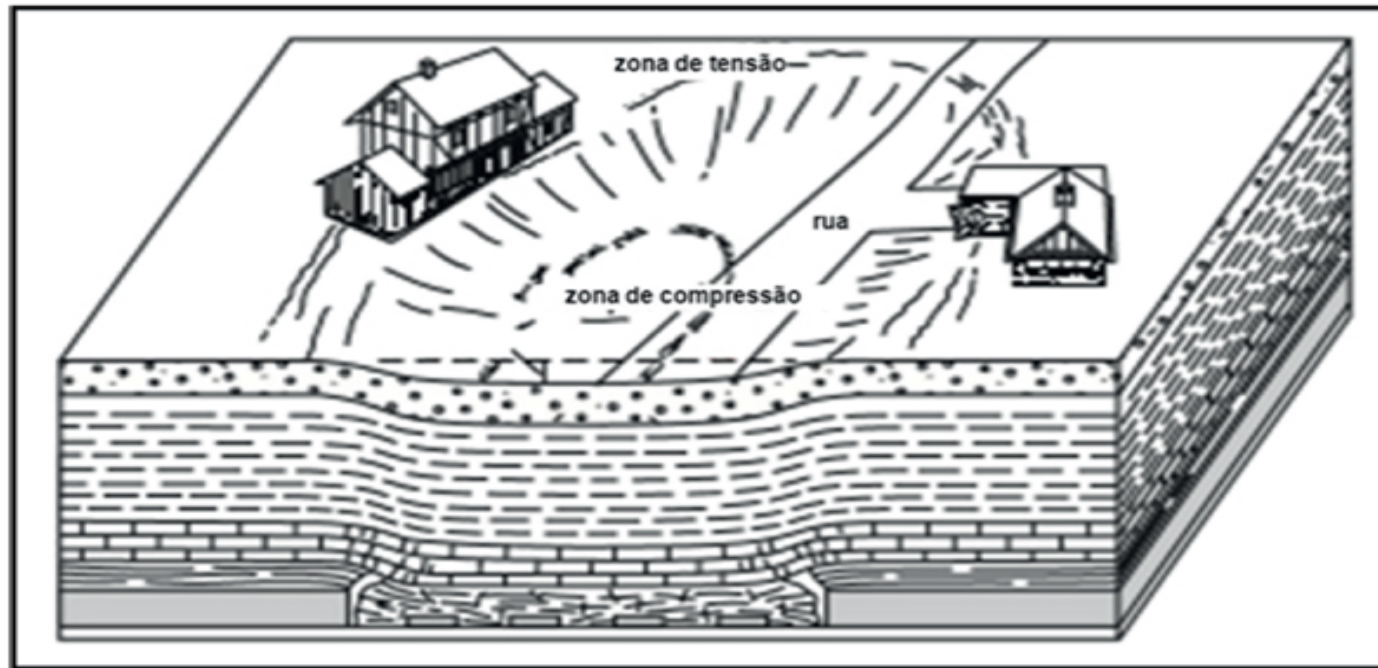
Recuperação das áreas impactadas por mineração de carvão em Santa Catarina. CSN 2010/2011



**Figura 9.** Imagem da área impactada em superfície das Minas Poço 8 e Poço 10. Detalhe para a localização da área da Nova Próspera Mineração e as três surgências de águas ácidas, responsabilidades ambientais assumidas pela CSN.

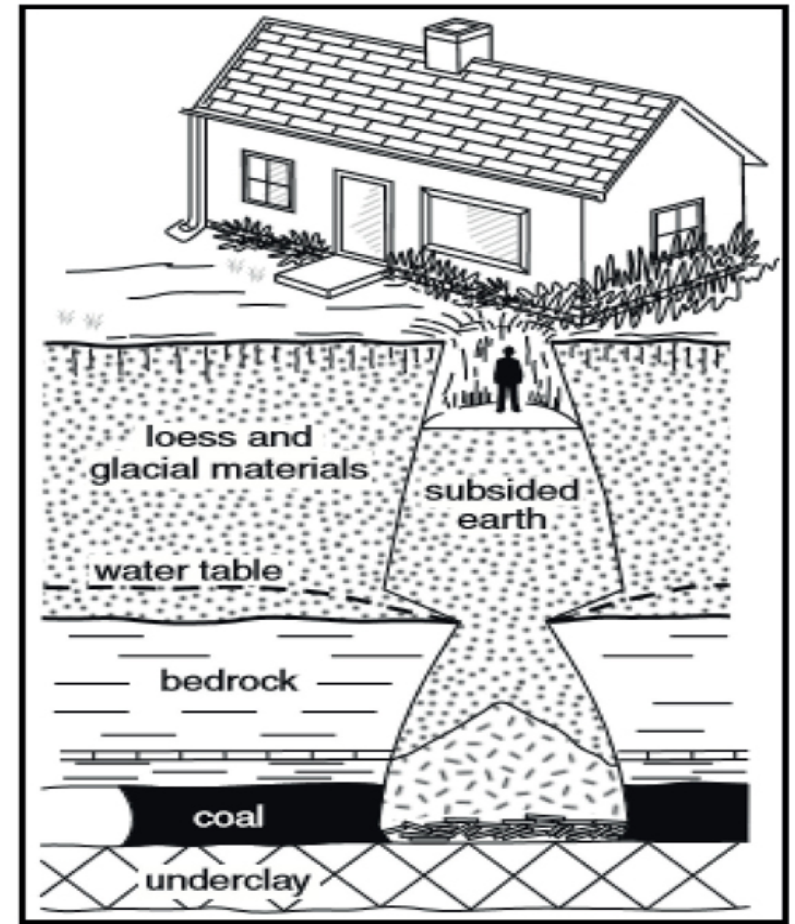


**Figura 4:** Bloco diagrama mostrando como se processa o fenômeno de subsidência do tipo *sag* a partir do desabamento das camadas acima da camada minerada de carvão e a repercussão de seus impactos em superfície



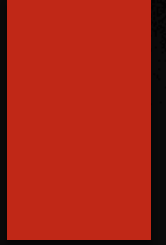
Fonte: Adaptado de Bauer; Trent; Dumontelle (1993)

**Figure 3:** Profile representation of a pit subsidence event, showing the surface effects of the collapse of rock strata above a layer of mined coal



Source: Modified from Bauer, Trent and Dumontelle (1993)

# Shale Gas



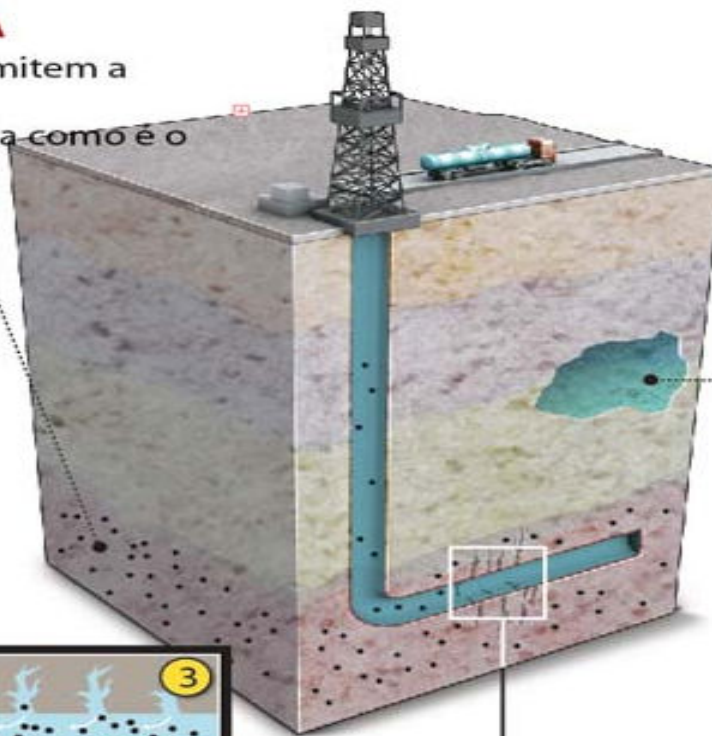
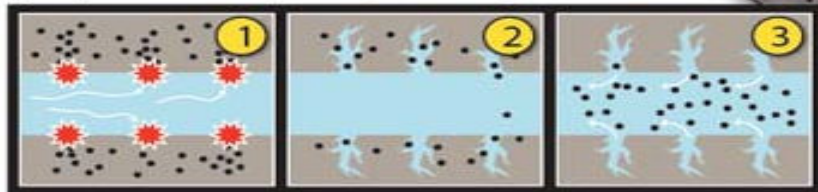


## A ROCHA SALVADORA

Desde 2006, avanços tecnológicos permitem a extração do gás de xisto em larga escala. Entenda como é o

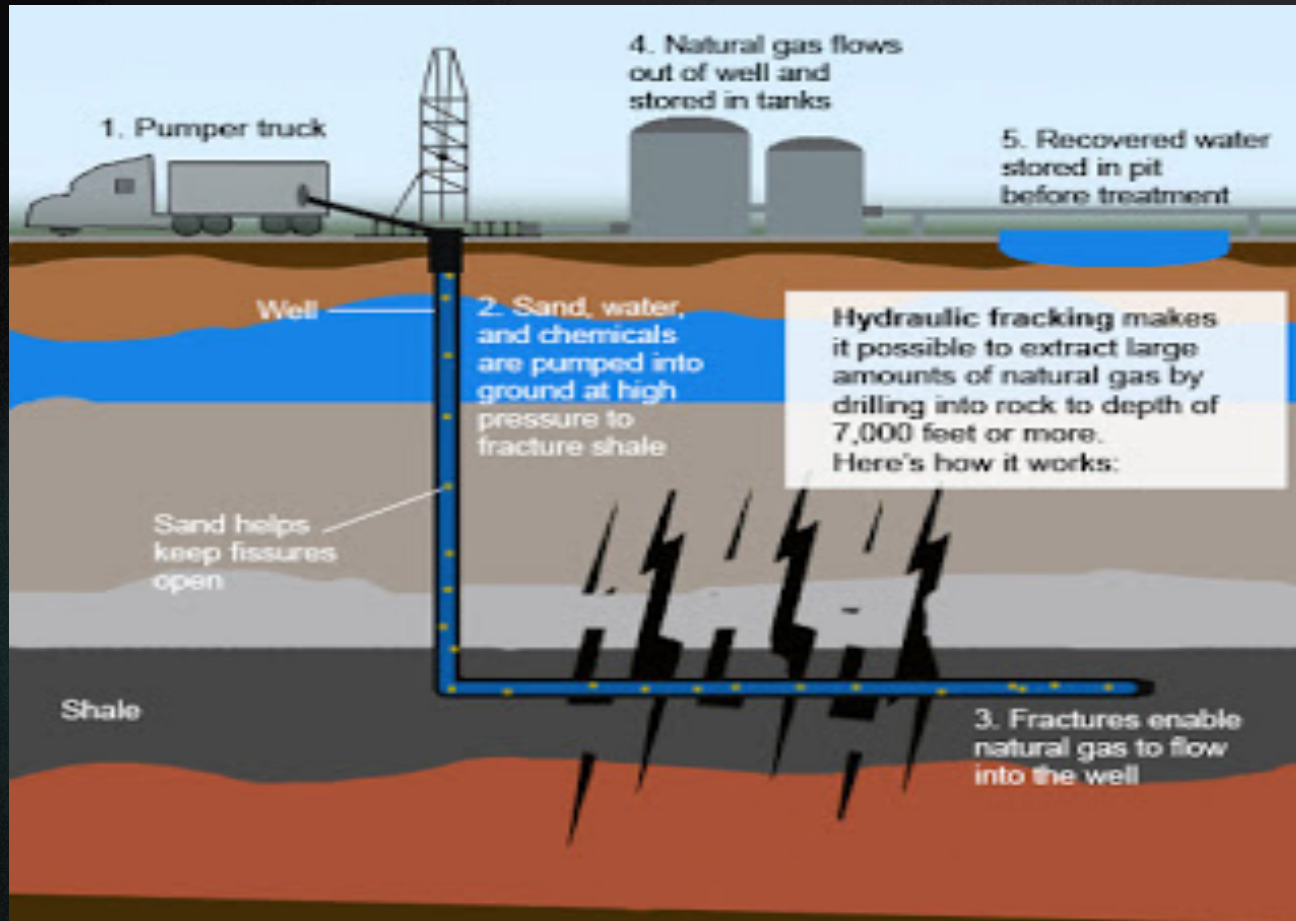
O xisto é um gás natural que fica preso em uma formação rochosa parecida com argila. Por não estar em um único depósito, é impossível extraí-lo por métodos

- 1 Para obter o xisto, é necessário injetar no solo uma mistura de água, sal, ácido, chumbo e
- 2 Esses produtos criam fissuras nas rochas,...
- 3 ...que permitem que o gás escape

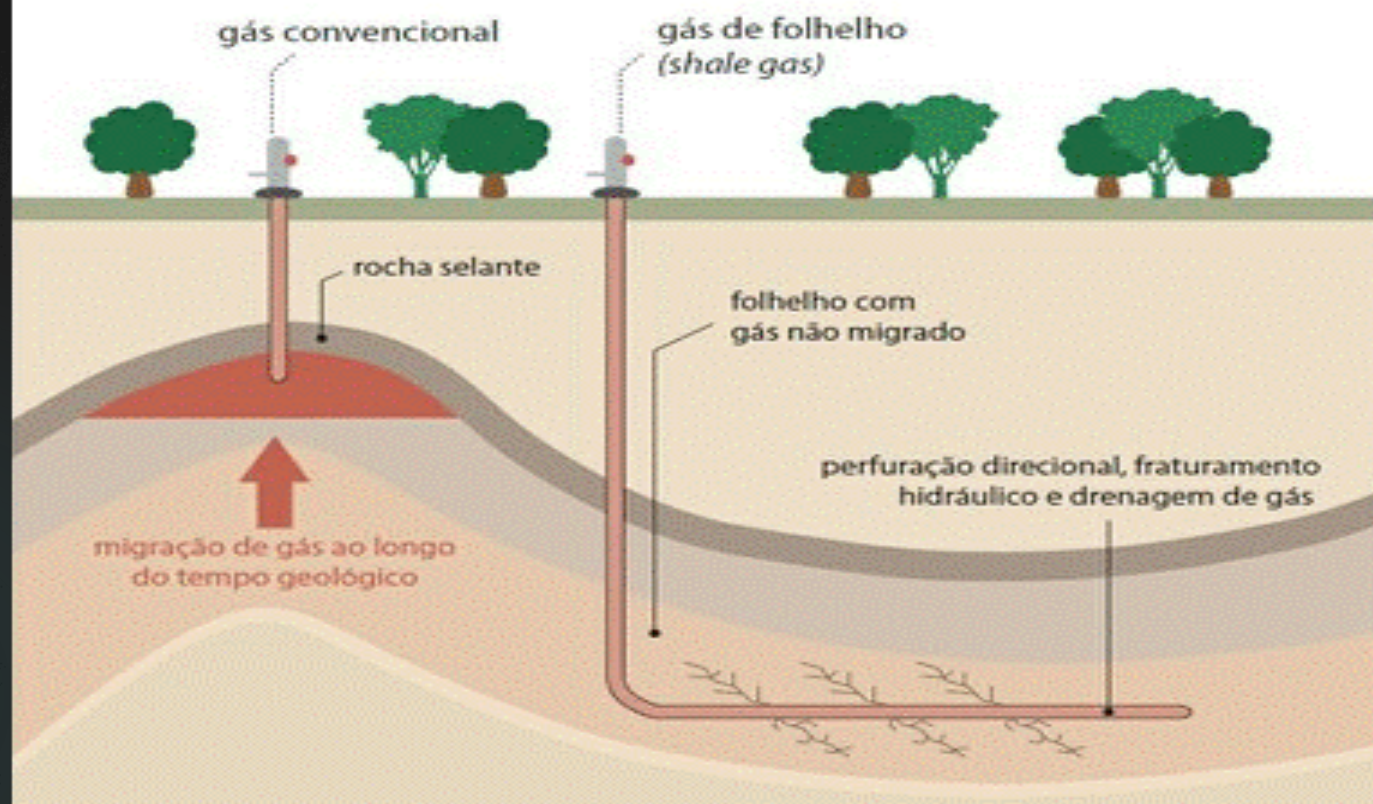


Ambientalistas afirmam que esses produtos químicos podem contaminar lençóis





## Gás de Xisto



A exploração do gás de xisto é mais complexa do que a do gás tradicional. O solo precisa ser perfurado até a camada onde o recurso está acumulado e são necessárias perfurações subterrâneas horizontais em diversas direções e a injeção de água pressurizada para fraturar a rocha e liberar o gás. (IPT, SP)



## Brasil, 10º lugar

Potencial de reservas de gás de xisto

### ■ Onde estão as reservas

Bacias onde é mais provável a ocorrência



Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE)/ANP

### ■ Reserva recuperável estimada

País	Volume (trilhões de m <sup>3</sup> )
China	36,1
Estados Unidos	24,4
Argentina	21,9
México	19,3
África do Sul	13,7
Austrália	11,2
Canadá	11,0
Líbia	8,2
Argélia	6,5
<b>Brasil</b>	<b>6,4</b>
Polônia	5,3
França	5,1



## ONDE HÁ XISTO NO BRASIL



**1** XISTO PERMIANO  
Formação Irati

**2** XISTO TERCIÁRIO  
Vale do Paraíba –  
São Paulo

**3** XISTO CRETÁCEO  
Maraú - Bahia

**4** XISTO PERMIANO  
Formação Santa  
Brígida - Bahia

**5** XISTO CRETÁCEO  
Alagoas

**6** XISTO CRETÁCEO  
Ceará

**7** XISTO  
CRETÁCEO  
Formação  
Codó-  
Maranhão

**8** XISTO  
DEVONIANO  
Formação  
Curuá-Pará,  
Amazonas e  
Amapá

Fonte: Cepa/USP

# Shale gas

- ▶ Impactos ambientais:
  - ▶ Consumo de água
  - ▶ Contaminação da água subterrânea  
(diversos produtos químicos são utilizados)
  - ▶ Degradação do solo

# Fontes Alternativas de Energia

- ▶ É comum considerar que qualquer recurso energético, diferente dos combustíveis fósseis, seja uma fonte alternativa de energia;
- ▶ As fontes alternativas são divididas nas seguintes categorias:
  - ▶ Não-renováveis:
    - ▶ Nuclear e geotérmica;
  - ▶ Renováveis:
    - ▶ Solar, hidráulica, eólica e biomassa.



# Energia Nuclear

- ▶ É a energia obtida do núcleo dos átomos de determinados elementos químicos;
- ▶ O aproveitamento pode ser feito por dois processos distintos:
  - ▶ Fissão → Divisão do núcleo de átomos pesados;
  - ▶ Fusão → União de dois átomos leves.
- ▶ Como consequência destes dois processos ocorre a liberação de energia;

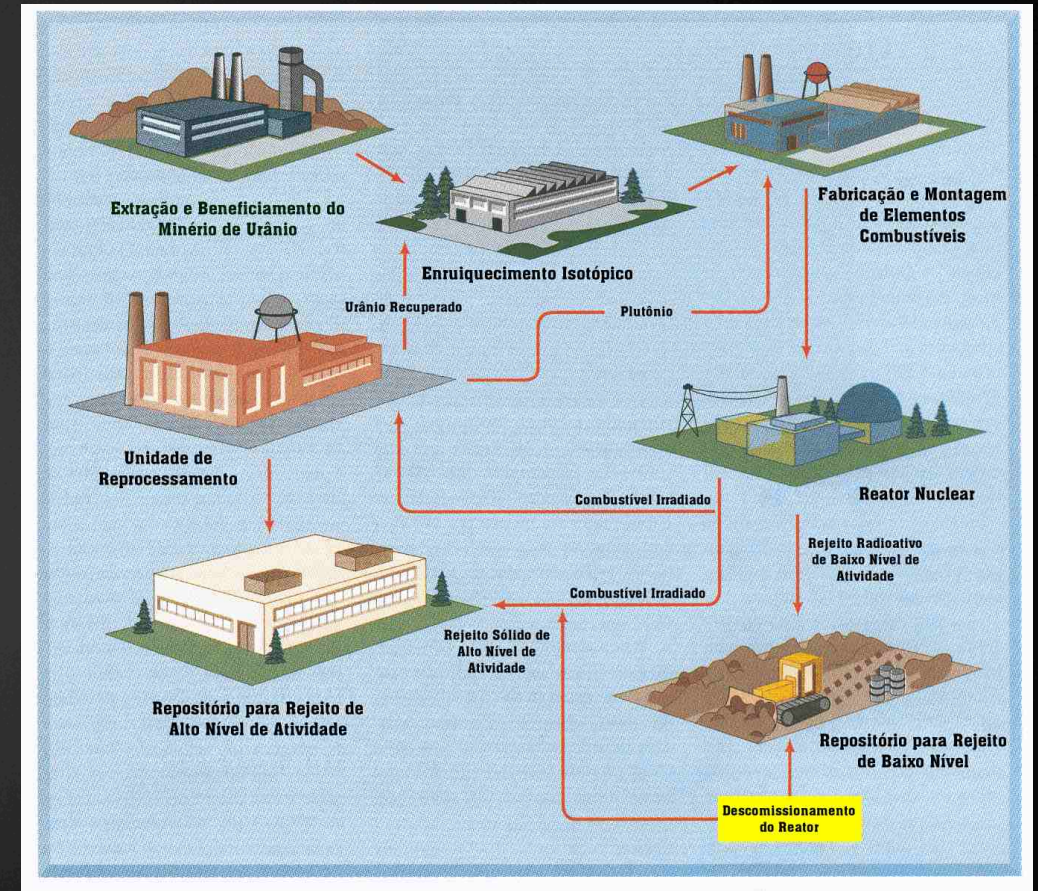
# Energia Nuclear

- ▶ 1942 - Primeira reação de fissão controlada pelo Homem;
- ▶ Conduziu ao uso do urânio como explosivo e como fonte de calor para produzir vapor e energia elétrica.
- ▶ Em média, um quilograma de óxido de urânio ( $U_3O_8$ ), produz uma quantidade de energia equivalente a  $11,36 \text{ m}^3$  de petróleo ou 17,9 toneladas de carvão.
- ▶ O urânio natural é constituído de uma mistura de três isótopos, obedecendo a seguinte proporção:
  - ▶ U – 238 99,3%
  - ▶ U – 235 0,7%
  - ▶ U – 234 0,005%

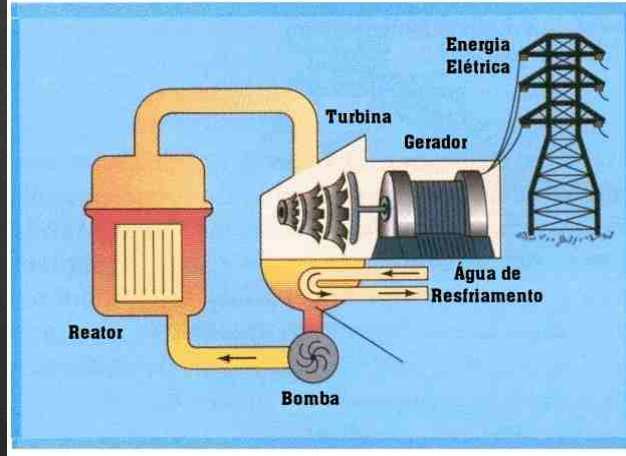
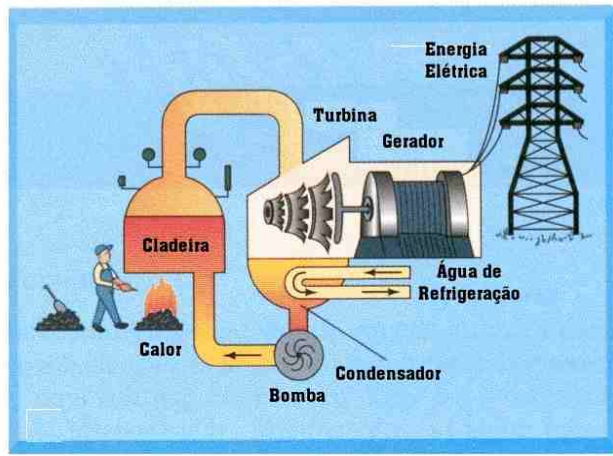
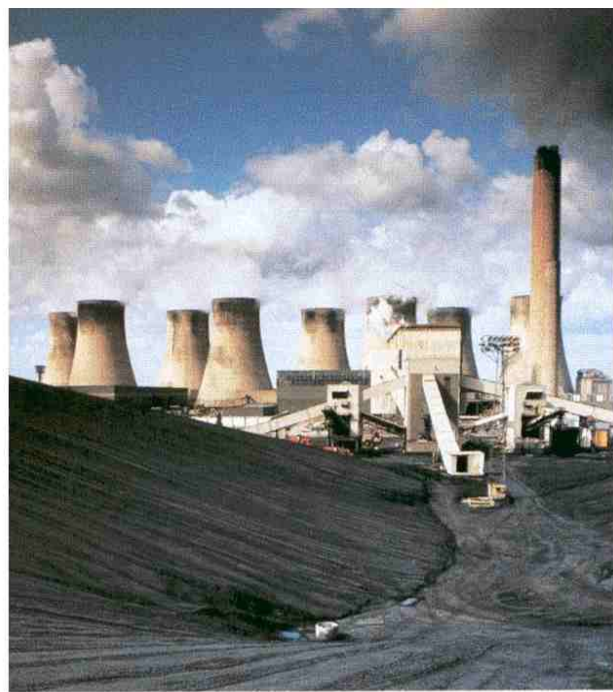


# ENERGIA NUCLEAR

- O urânio 235 é o único material fissionável encontrado naturalmente, sendo essencial para a produção de energia.
- Na maioria dos reatores nucleares, principalmente nos PWR's, o urânio 235 deve estar presente em uma concentração da ordem de 3%.







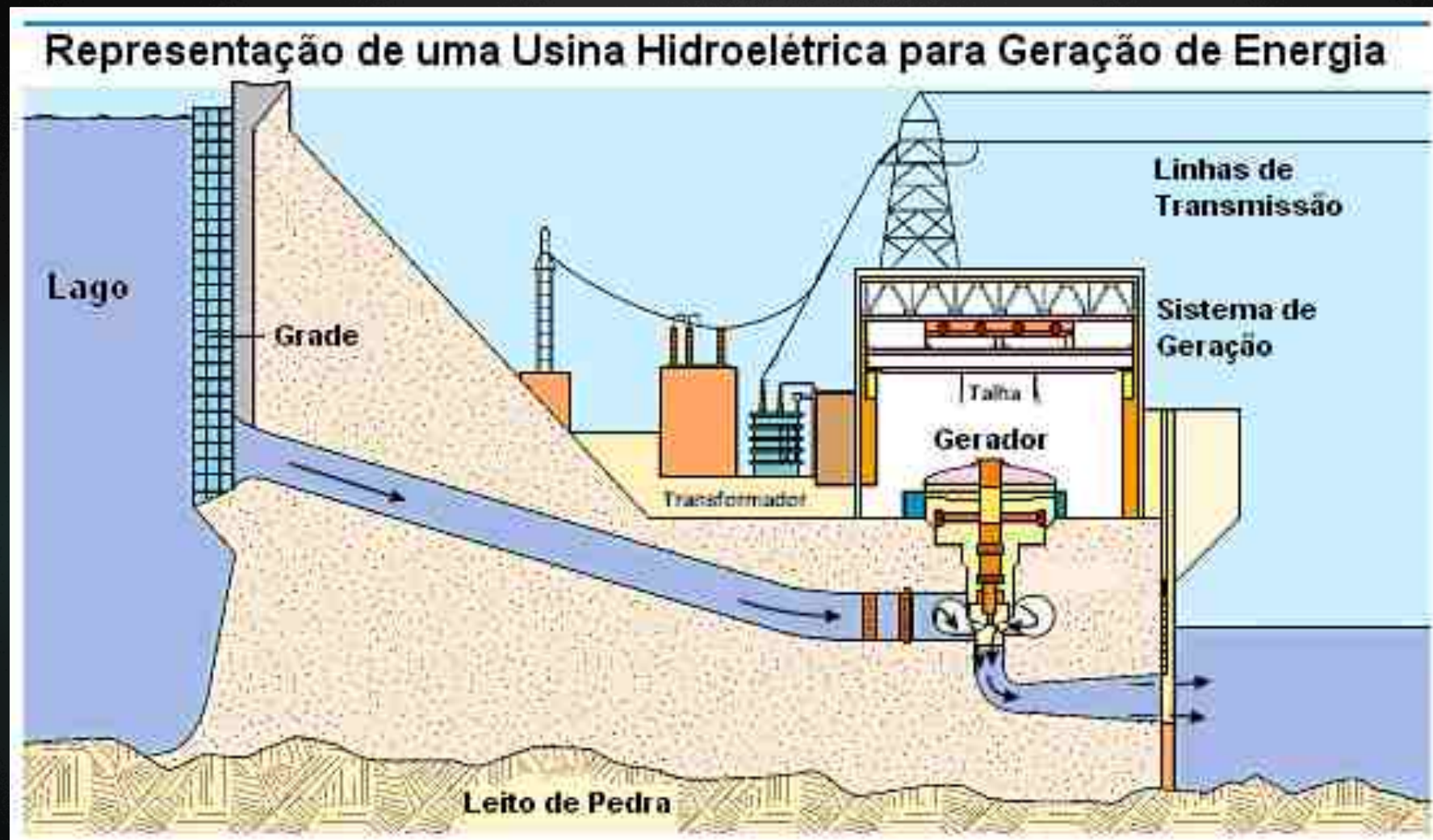
Comparação entre os Sistemas Convencional e Nuclear para Geração de Energia Elétrica

# Impactos Ambientais Associados à Energia Nuclear

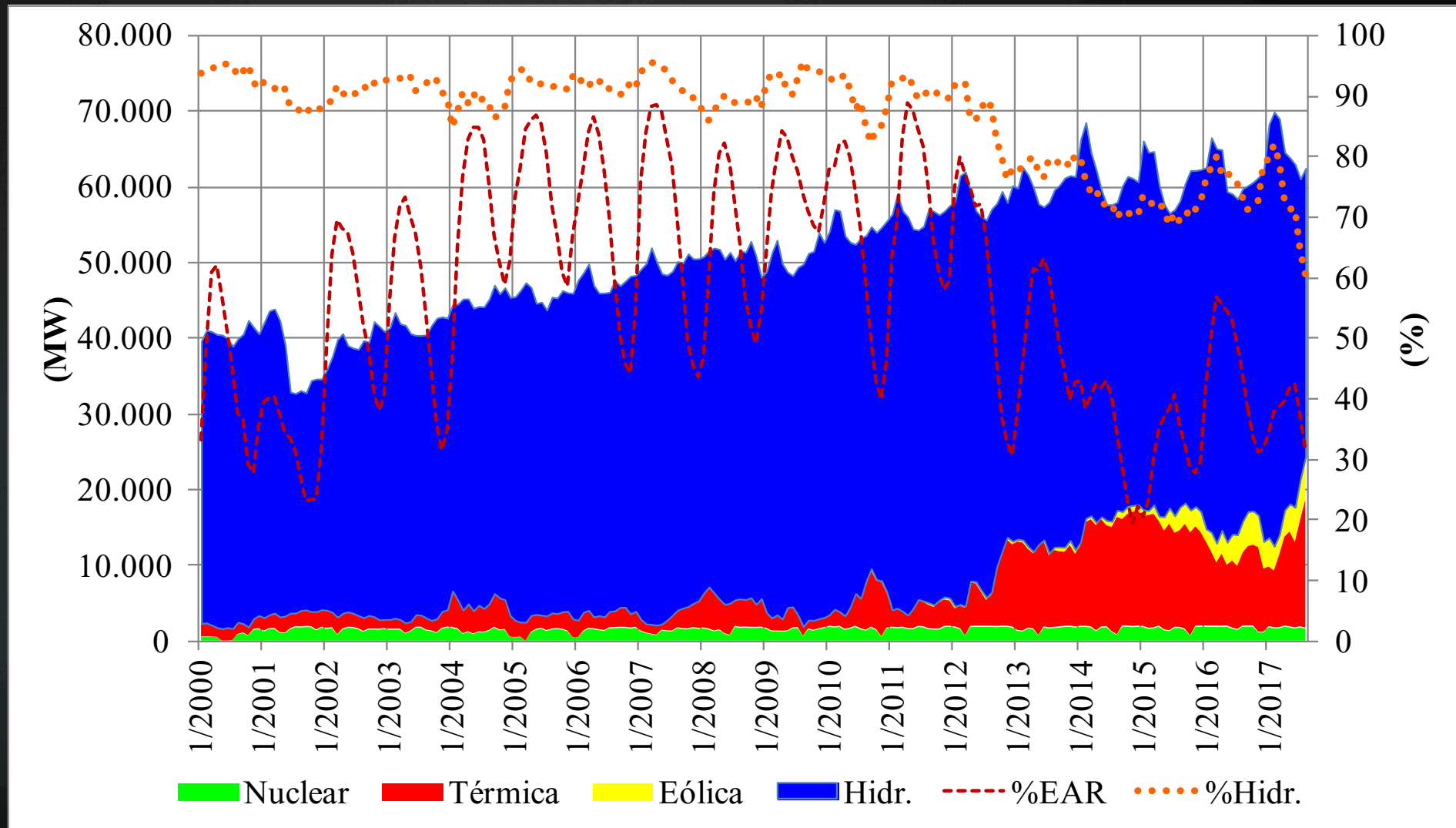
- ▶ Impactos associados às etapas relativas:
  - ▶ à extração e beneficiamento do minério de urânio;
  - ▶ fabricação dos elementos combustíveis; e
  - ▶ queima destes nos reatores nucleares.
- ▶ Uma grande preocupação associada à energia nuclear está relacionada aos rejeitos radioativos;
- ▶ Riscos à saúde da população e sobre o meio ambiente, devido à ação da radiação ionizante.



# Energia Hidráulica

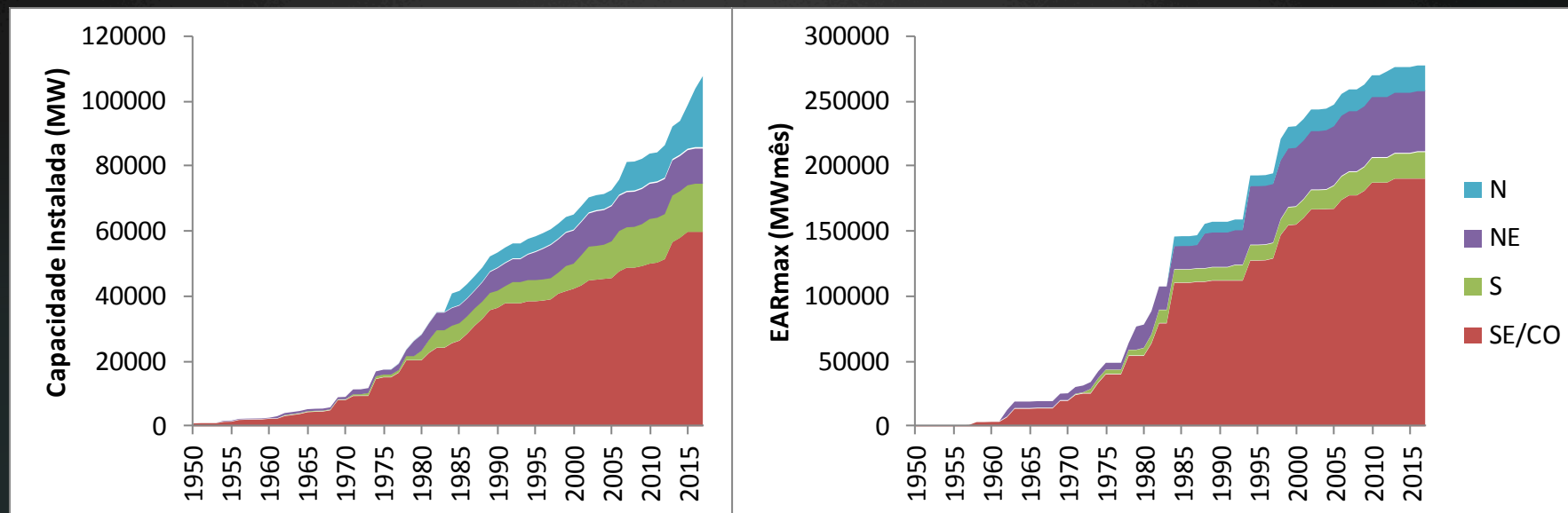


# Capacidade Instalada Elétrica Brasil





# Geração de Energia Elétrica - Brasil



Evolução da capacidade hidrelétrica instalada e de armazenamento no Sistema Interligado Nacional (SIN), incluindo expansão até 2017

*(Falcetta, Zambon & Yeh, EWRI 2014)*

# Geração de Energia Elétrica - Brasil

- ▶ **hidrologia desfavorável**: despacho de uma fração maior da capacidade das termelétricas, contribui para a segurança do suprimento;
- ▶ **hidrologia favorável**: as termelétricas são menos utilizadas e reduz o custo de operação, a queima de combustíveis fósseis (não renováveis) e a emissão de poluentes;
- ▶ **planejamento da operação**:
  - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)
  - Sistema Interligado Nacional (SIN)  
(apenas 3,4% da capacidade fora do SIN)
  - Programa Mensal da Operação (PMO)



# SITUAÇÃO EM 13/10/2015



Total: 63449.22 MWmed

**CONSUMO TOTAL DE ENERGIA DO SIN**  
Carga de Energia em MWmed

Data: 13/10/2015

Região	EAR
SE/CO	30,62%
S	87,28%
NE	11,70%
N	32,02%

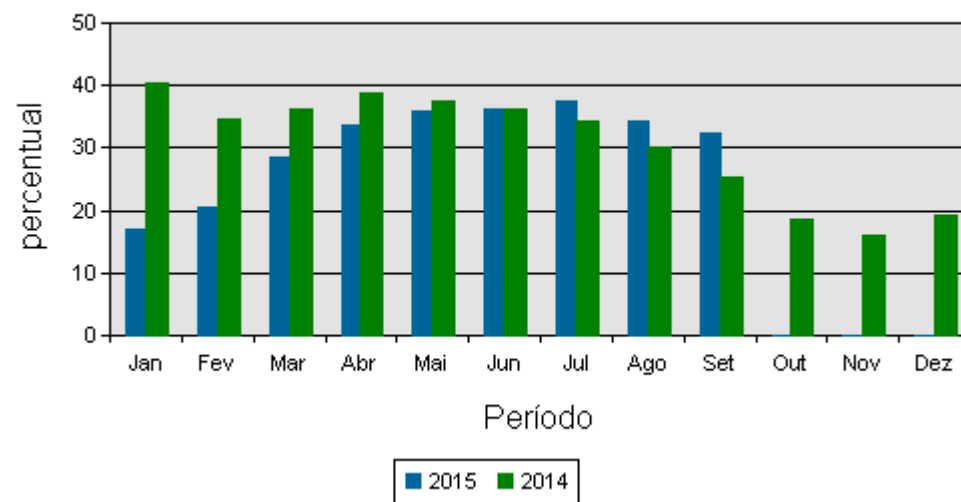
**SITUAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS**  
Energia Armazenada por Região

Data: 13/10/2015

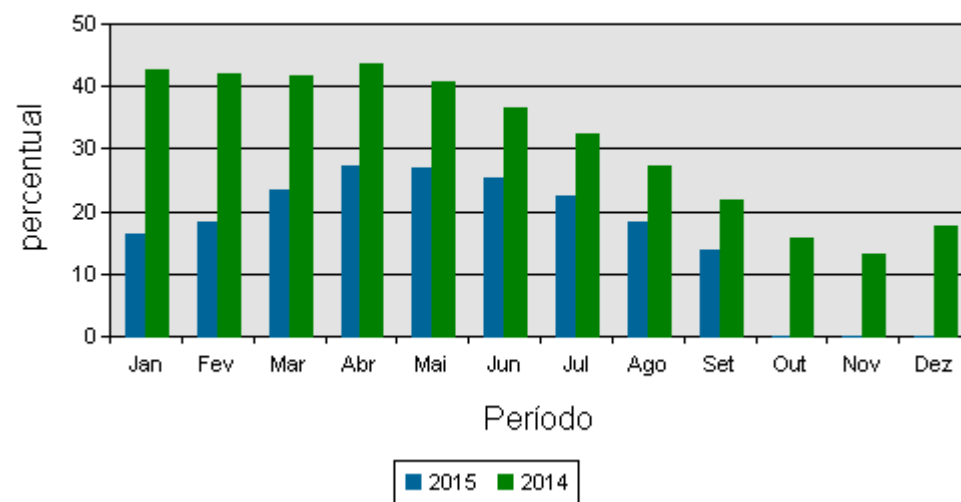
[Ver detalhes](#)

[HISTÓRICO](#)

Energia Armazenada - SE/CO

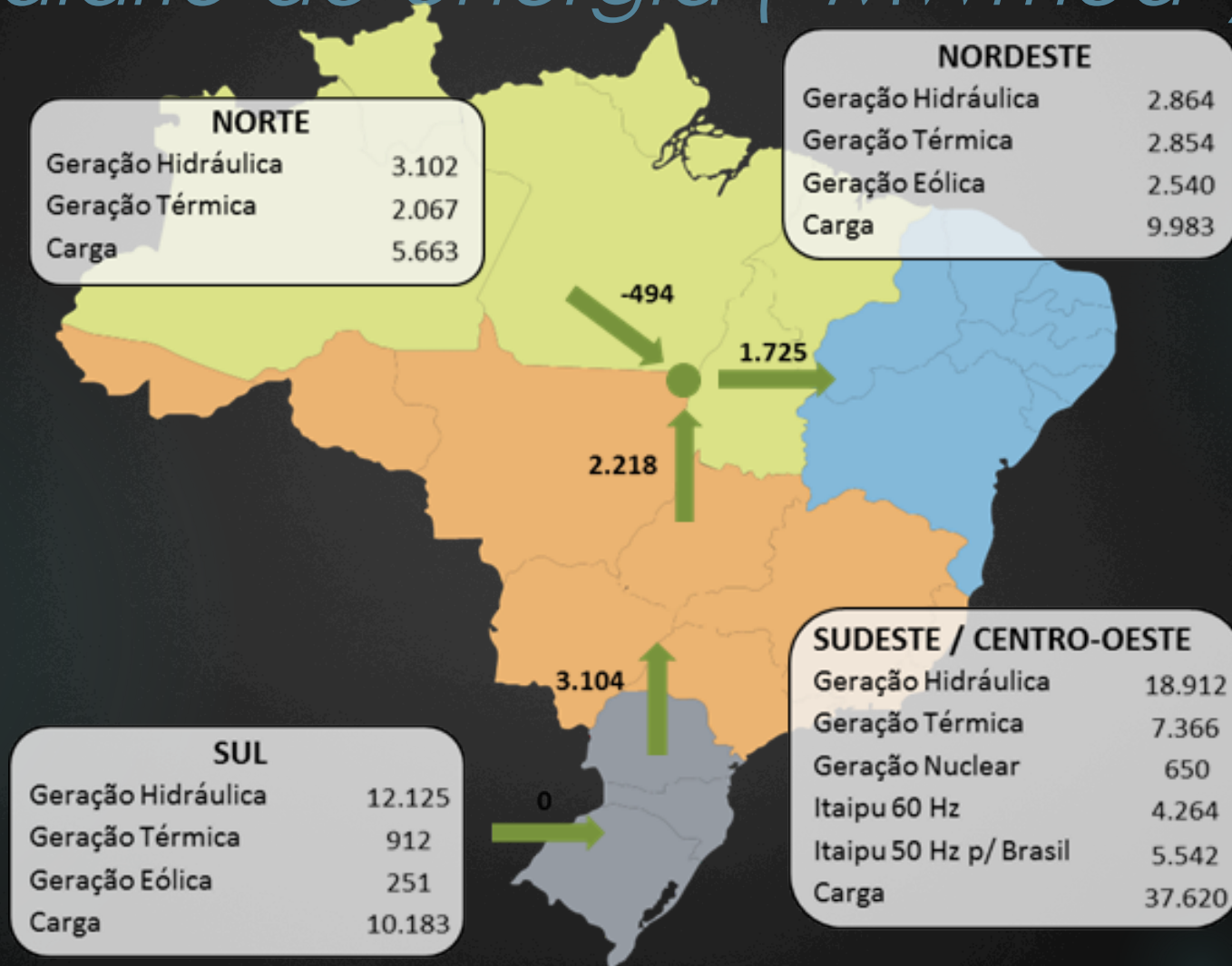


Energia Armazenada - NE



# SITUAÇÃO EM 13/10/2015

*balanço diário de energia ("MWmed")*





# Furnas



Smax: 22950 hm<sup>3</sup>  
Smin: 5733 hm<sup>3</sup>



# Itaipu



$V_{\max}: 29000 \text{ hm}^3$   
 $V_{\min}: 29000 \text{ hm}^3$   
fio d'água!



# IMPACTOS

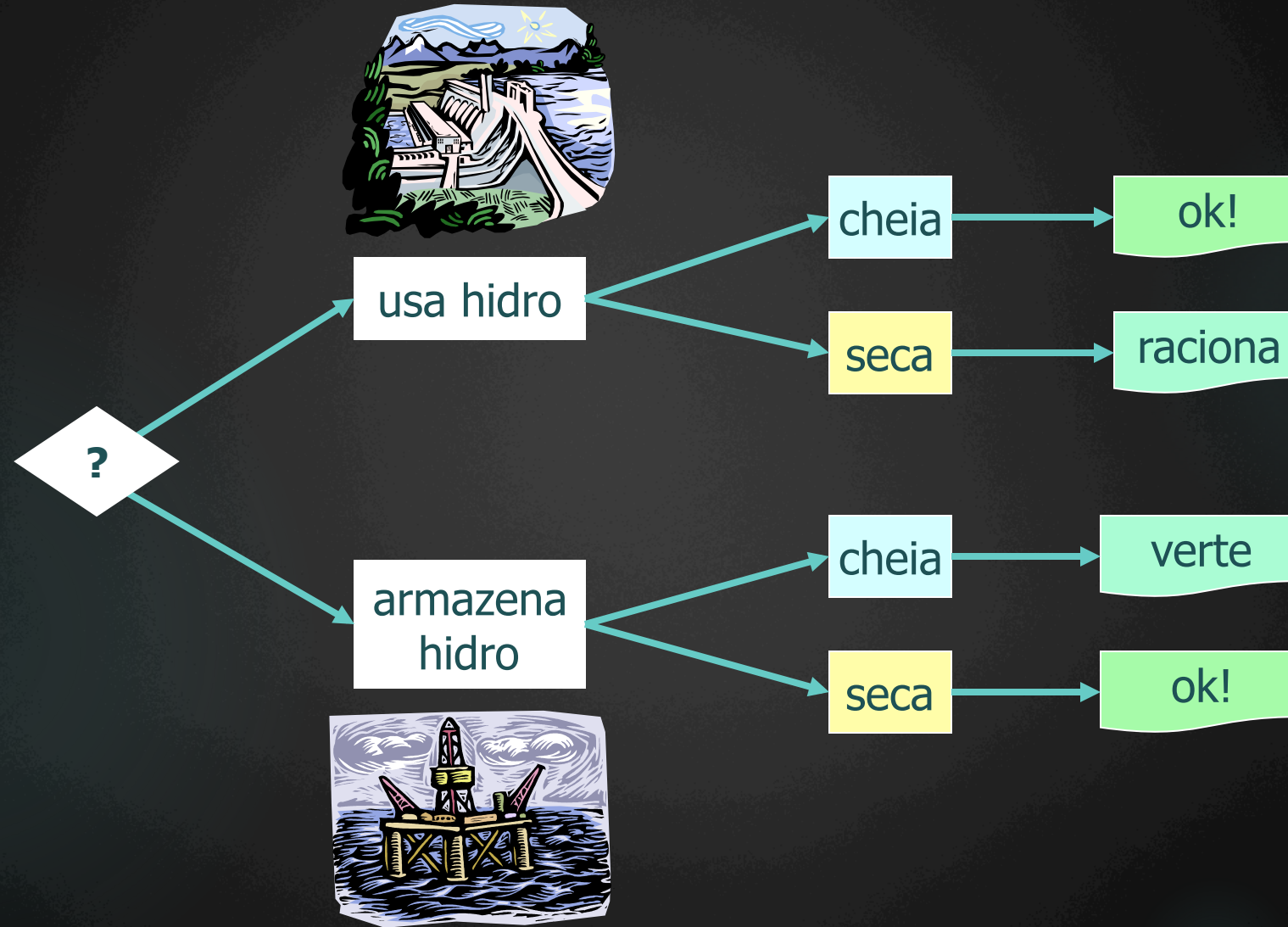


Itaipu: 14000 MW / 1350 km<sup>2</sup>  
Tucuruí: 8365 MW / 2414 km<sup>2</sup>  
Balbina: 250 MW / 2360 km<sup>2</sup>

- Reservatórios;
- Impactos Sociais;
- Atividades Econômicas;
- Impacto na Paisagem;
- Impactos na Flora e na Fauna.



# DECISÕES DA OPERAÇÃO





# Energia Hidráulica

- ▶ O aproveitamento em usinas hidroelétricas é bastante eficiente, chegando a 96 %;
- ▶ Isto resulta em um baixo custo de produção;
- ▶ Os principais impactos estão relacionados aos reservatórios;
  - ▶ Grandes áreas alagadas, alteração das características do fluxo e da qualidade da água.
- ▶ Também pode-se fazer o aproveitamento da energia das marés ou das ondas

# Energia Eólica

- ▶ Remonta a época das antigas civilizações chinesas e persas, até os dias atuais.
- ▶ Recentemente tem sido utilizada para a geração de energia elétrica;
- ▶ Os ventos são resultantes do aquecimento diferencial da superfície da Terra, o que dá origem ao deslocamento de massas de ar;
- ▶ O potencial para a geração de energia a partir do vento é enorme;
- ▶ A exploração ainda é problemática:
  - ▶ Variação das correntes de vento no tempo, no espaço e na intensidade.



# Capacidade Instalada Elétrica Brasil

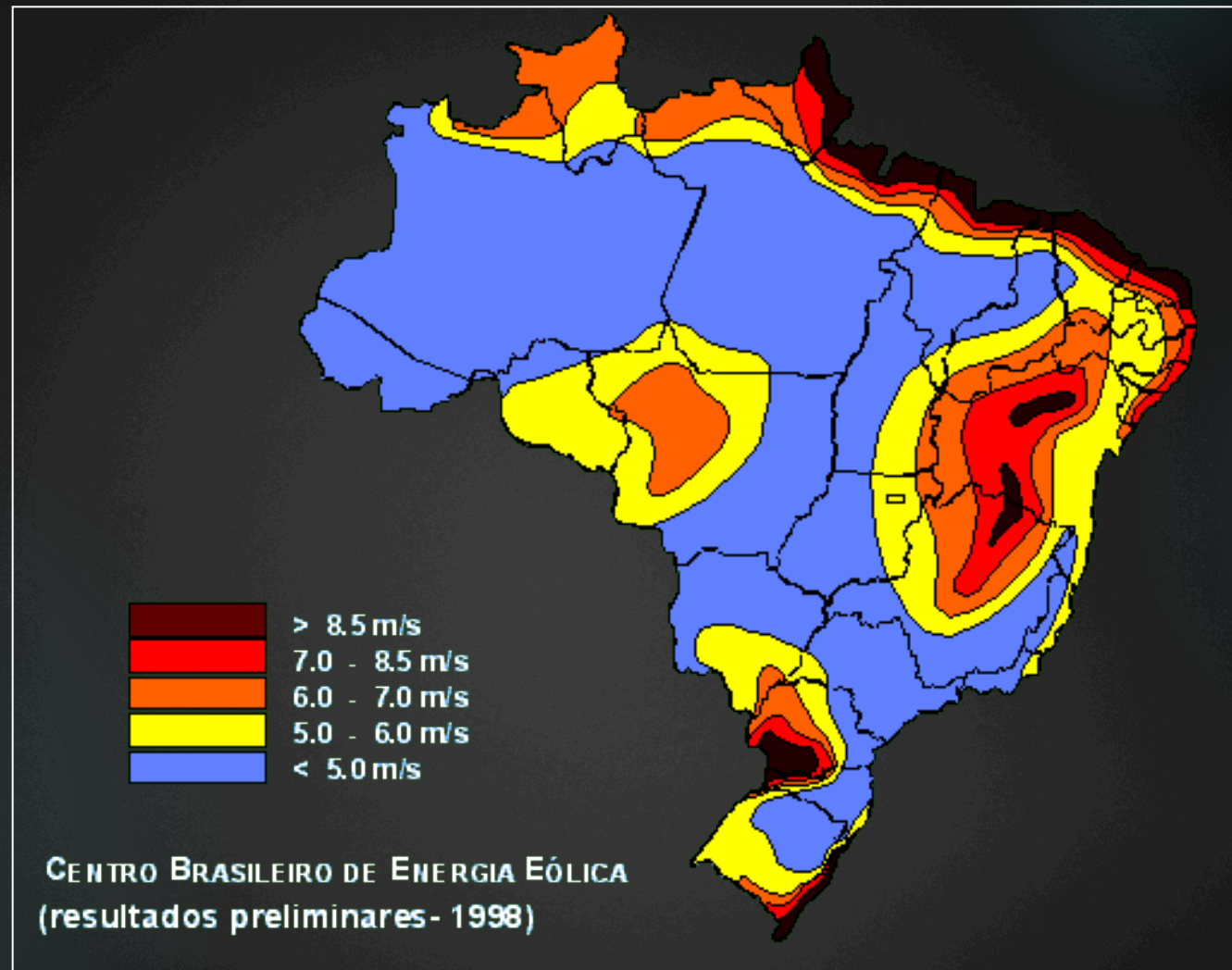
Empendimentos em Operação							
	Tipo	Capacidade		%	Total		%
		usinas	(kW)		usinas	(kW)	
Biomassa	Bagaço de Cana	399	10.883.904	6,81%	535	14.169.156	8,86%
	Biogás-AGR	3	1.822	0,00%			
	Capim Elefante	3	65.700	0,04%			
	Casca de Arroz	12	45.333	0,03%			
	Etanol	1	320	0,00%			
	Óleos Vegetais	2	4.350	0,00%			
	Carvão Vegetal	8	54.097	0,03%			
	Gás Alto Forno	11	332.265	0,21%			
	Lenha	2	14.650	0,01%			
	Licor Negro	17	2.261.136	1,41%			
	Res. Florestais	50	386.100	0,24%			
	Biogás-RA	11	2.099	0,00%			
	Biogás-RU	15	114.680	0,07%			
	Carvão-RU	1	2.700	0,00%			
Eólica		420	10.525.642	6,58%	420	10.525.642	6,58%
Fóssil	Calor de Processo - CM	1	24.400	0,02%	2.415	26.941.481	16,85%
	Carvão Mineral	13	3.389.465	2,12%			
	Gás de Alto Forno - CM	9	199.130	0,12%			
	Calor de Processo - GN	1	40.000	0,03%			
	Gás Natural	159	12.968.689	8,11%			
	Calor de Processo - OF	1	147.300	0,09%			
	Gás de Refinaria	6	315.560	0,20%			
	Óleo Combustível	43	4.056.847	2,54%			
	Óleo Diesel	2164	4.819.762	3,01%			
	Outros En. de Petróleo	18	980.328	0,61%			
Hídrica		1263	98.084.657	61,34%	1.263	98.084.657	61,34%
Nuclear		2	1.990.000	1,24%	2	1.990.000	1,24%
Solar		44	23.761	0,01%	44	23.761	0,01%
Importação	Paraguai		5.650.000	3,53%		8.170.000	5,11%
	Argentina		2.250.000	1,41%			
	Venezuela		200.000	0,13%			
	Uruguai		70.000	0,04%			
Total		4.679	159.904.697	100,00%	4.679	159.904.697	100,00%

fonte: www.aneel.gov.br, atualizado em 10/03/2017

# Capacidade Instalada Elétrica Brasil

Empendimentos em Operação							
	Tipo	Capacidade		%	Total		%
		usinas	(kW)		usinas	(kW)	
Biomassa	Bagaço de Cana	399	10.883.904	6,81%	535	14.169.156	8,86%
	Biogás-AGR	3	1.822	0,00%			
	Capim Elefante	3	65.700	0,04%			
	Casca de Arroz	12	45.333	0,03%			
	Etanol	1	320	0,00%			
	Óleos Vegetais	2	4.350	0,00%			
	Carvão Vegetal	8	54.097	0,03%			
	Gás Alto Forno	11	332.265	0,21%			
	Lenha	2	14.650	0,01%			
	Licor Negro	17	2.261.136	1,41%			
	Res. Florestais	50	386.100	0,24%			
	Biogás-RA	11	2.099	0,00%			
	Biogás-RU	15	114.680	0,07%			
	Carvão-RU	1	2.700	0,00%			
Eólica		420	10.525.642	6,58%	420	10.525.642	6,58%
Fóssil	Calor de Processo - CM	1	24.400	0,02%	2.415	26.941.481	16,85%
	Carvão Mineral	13	3.389.465	2,12%			
	Gás de Alto Forno - CM	9	199.130	0,12%			
	Calor de Processo - GN	1	40.000	0,03%			
	Gás Natural	159	12.968.689	8,11%			
	Calor de Processo - OF	1	147.300	0,09%			
	Gás de Refinaria	6	315.560	0,20%			
	Óleo Combustível	43	4.056.847	2,54%			
	Óleo Diesel	2164	4.819.762	3,01%			
	Outros En. de Petróleo	18	980.328	0,61%			
Hídrica		1263	98.084.657	61,34%	1.263	98.084.657	61,34%
Nuclear		2	1.990.000	1,24%	2	1.990.000	1,24%
Solar		44	23.761	0,01%	44	23.761	0,01%
Importação	Paraguai		5.650.000	3,53%		8.170.000	5,11%
	Argentina		2.250.000	1,41%			
	Venezuela		200.000	0,13%			
	Uruguai		70.000	0,04%			
Total		4.679	159.904.697	100,00%	4.679	159.904.697	100,00%



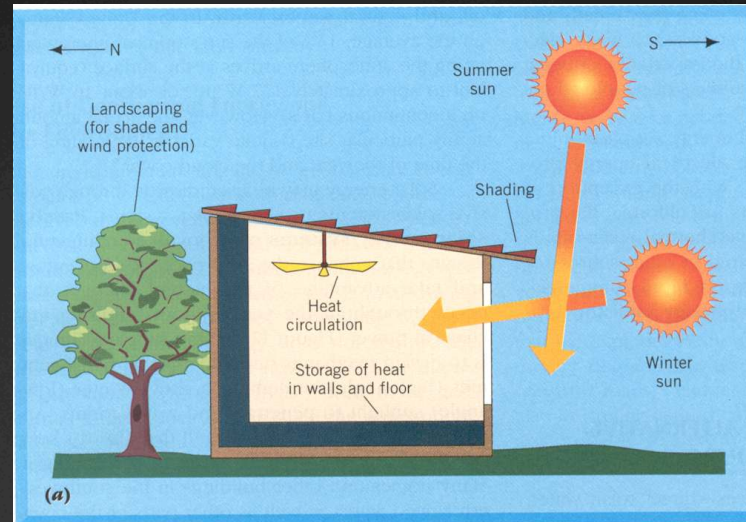


Regiões com Maior Potencial Eólico do País

# Energia Eólica

- ▶ Não irá solucionar todos os problemas relacionados à demanda por energia;
- ▶ Ambientalmente, o uso da energia eólica também apresenta algumas desvantagens:
  - ▶ Projetos de demonstração indicam que as vibrações dos moinhos de vento podem produzir ruídos objetáveis;
  - ▶ Os moinhos de vento podem interferir nas transmissões de rádio e televisão;
  - ▶ A paisagem local é alterada;
  - ▶ Ocupação de grandes áreas para a instalação dos moinhos;
  - ▶ Morte de pássaros que colidem com as pás dos moinhos.





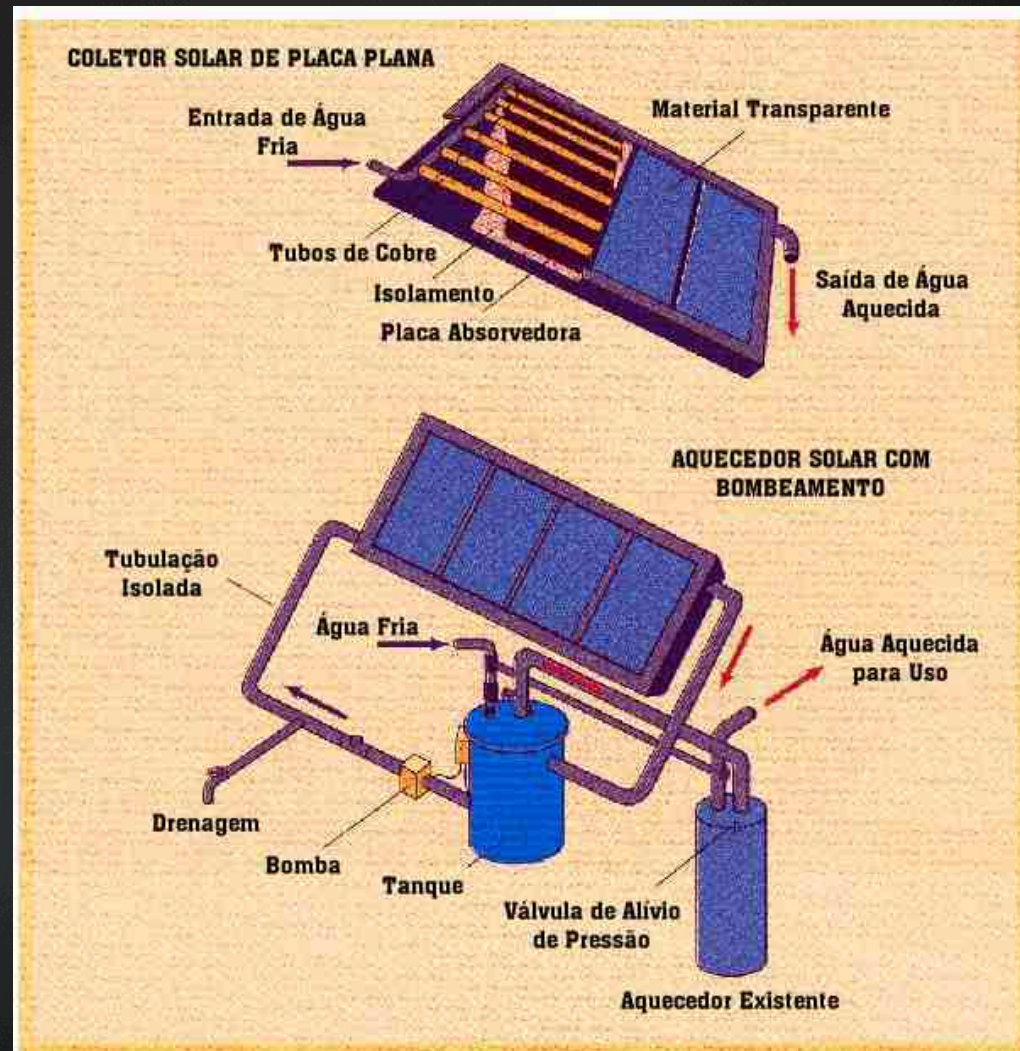
Aproveitamento da Energia Solar Direta

Energia solar direta



# Energia Solar Direta

- ▶ Coletores solares (aquecedores):
  - ▶ painéis planos constituídos por uma cobertura de vidro sobre uma caixa com as paredes internas pintadas de preto, dentro da qual a água circula no interior de tubos metálicos.
  - ▶ Os raios solares de pequeno comprimento de onda atravessam a cobertura de vidro e são absorvidos pelo revestimento interno da caixa.
  - ▶ A temperatura da água circulando no interior dos tubos pode variar de  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $93\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - ▶ Painéis solares funcionam da mesma forma que as estufas utilizadas para o cultivo de determinados tipos de plantas.



Representação Esquemática de um Painel Solar



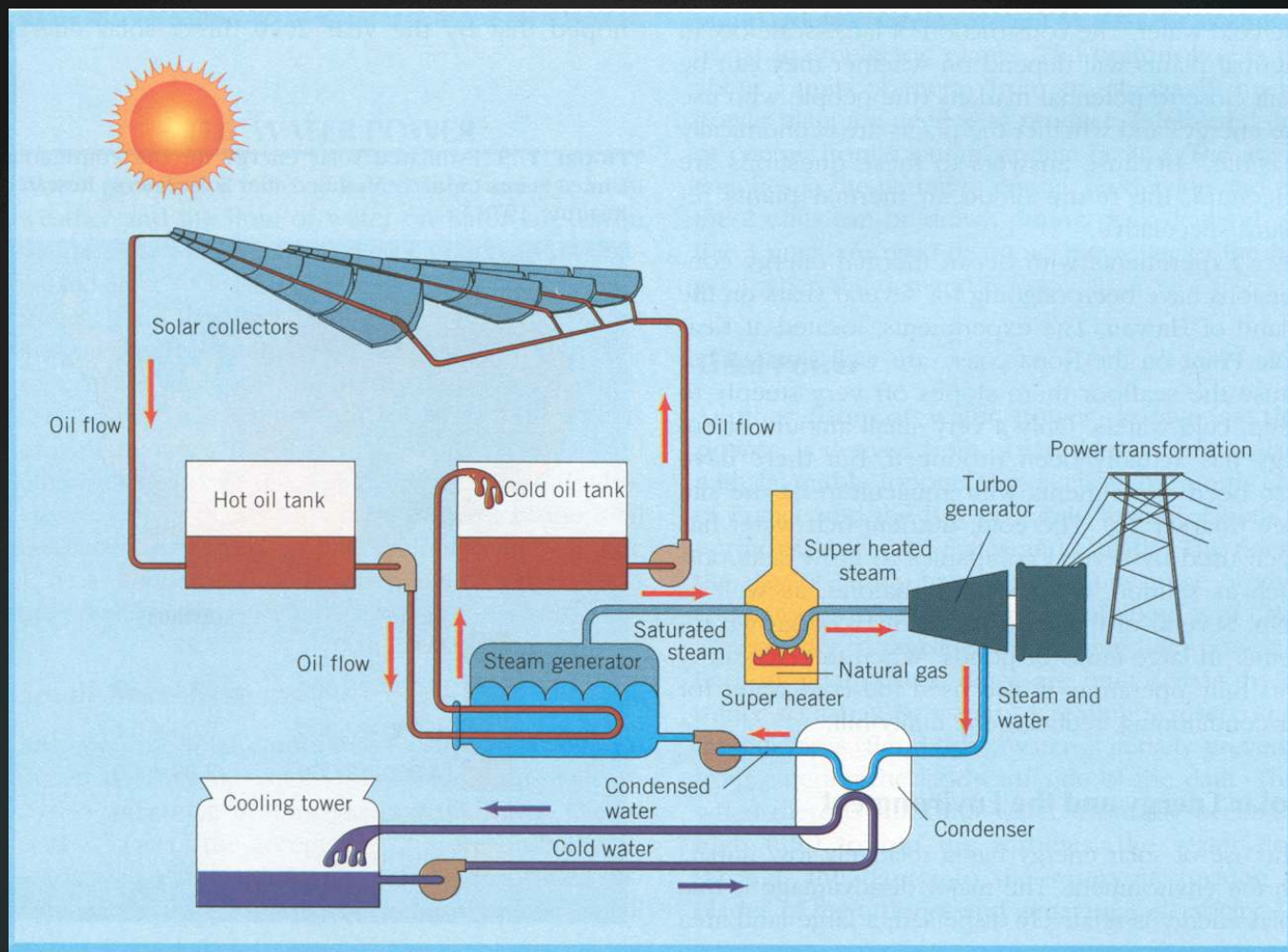


### Luz International Solar Farm

(capacidade de produção para atender 540.000 pessoas – USA)

1 – Coletores solares; 2 – Caldeira a gás; 3 – Sistema turbo gerador; 4 – Gerador de Vapor e super aquecedor solar; 5 – Sistema de Controle; 6 – Torre de Resfriamento; 7 – Interconexão com a rede de distribuição.





Representação Esquemática da Usina Luz International  
(Deserto de Mojave, Sul da Califórnia)



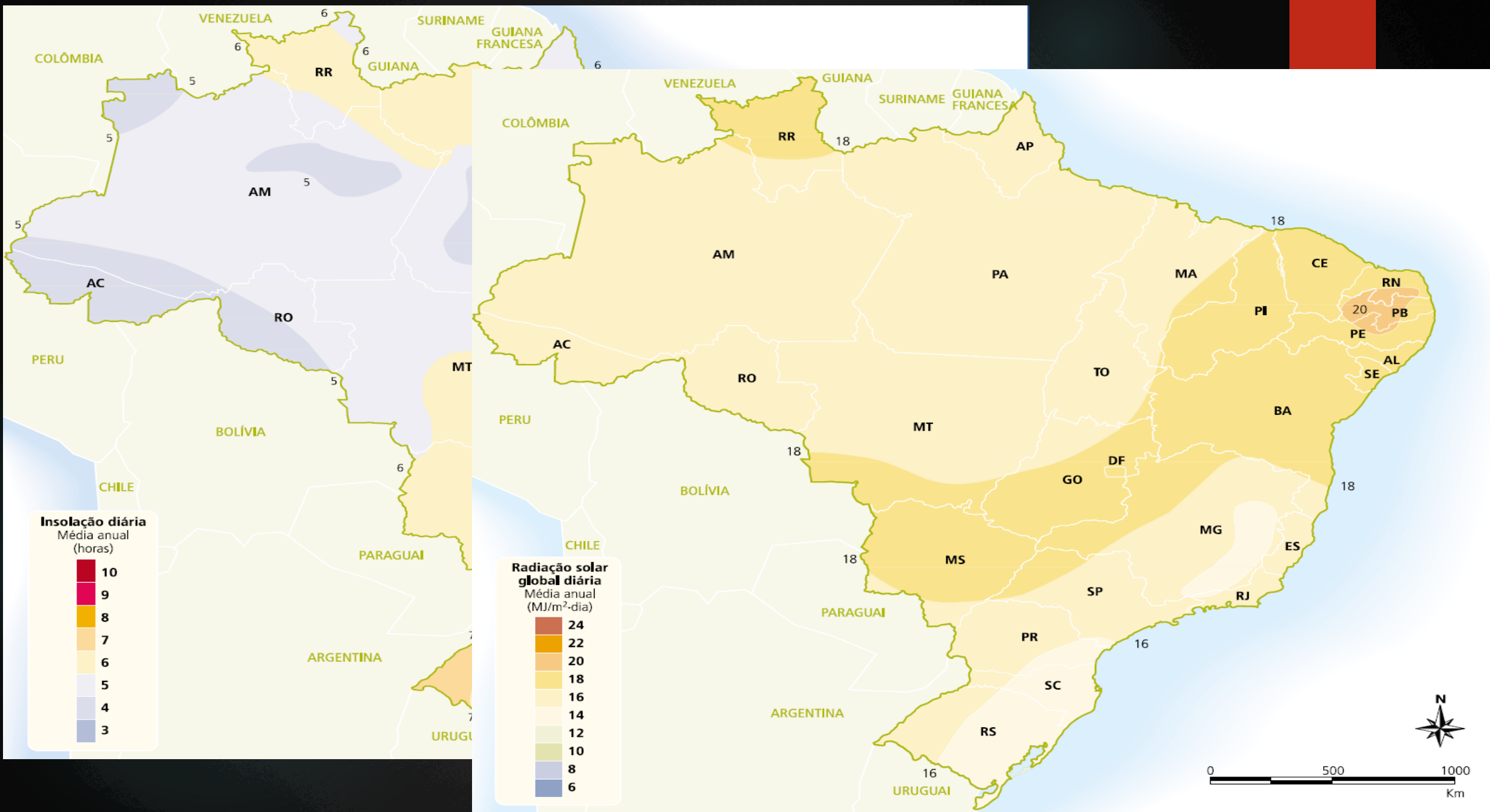
# Células Fotovoltaicas


- ▶ Conversão de luz do sol em energia elétrica, utilizando um material semicondutor sólido.
- ▶ Uso de células solares feitas de silício, ou outro material, e componentes eletrônicos, praticamente sem partes móveis.
- ▶ A eficiência de conversão de energia solar em energia elétrica varia de 10% a 25%:
  - ▶ Expectativa para o limite superior da eficiência de conversão da ordem de 30%.

# Aspectos da Energia Solar Direta

- ▶ O aproveitamento não se mostra competitivo em relação as outras fontes disponíveis;
- ▶ Aproveitamento em pequena escala e locais remotos;
- ▶ Impactos ambientais no uso de energia solar direta não são significativos;
- ▶ Não há emissão de poluentes para o meio ambiente, considerando o processo de conversão;
- ▶ Os impactos ambientais resultam da extração dos recursos naturais para a fabricação de componentes e montagem dos sistemas coletores.
- ▶ Sistemas de grande capacidade podem ter impactos mais significativos;







Na Alemanha: no ano de 2012, cerca de 1,3 milhão de sistemas fotovoltaicos produziram 28 bilhões de quilowatt-hora (kWh), fornecendo energia elétrica para 8 milhões de casas



# Bairro solar na Alemanha produz quatro vezes mais energia do que consome

23 de Julho de 2014



- utiliza painéis fotovoltaicos dispostos na direção correta
- as casas têm grande acesso ao aquecimento solar passivo e utilizam a luminosidade natural.

# No Brasil

- ▶ Às margens da BR-101, numa área de 100 mil metros quadrados que já foi usada para armazenar resíduos de carvão, está a maior usina solar do Brasil. Ela foi desenvolvida pela geradora de energia Tractebel, em parceria com outras 12 empresas, na cidade de Tubarão (SC) e tem uma capacidade instalada de 3 MW - o suficiente para abastecer 2,5 mil residências.
- ▶ Entrou em operação em agosto de 2014;
- ▶ Tem capacidade 100 vezes menor que o maior complexo localizado na Califórnia
- ▶ usina de Fernando de Noronha, inaugurada em julho pela Neoenergia, com capacidade para abastecer 4% do consumo da ilha
- ▶ agosto de 2015, deve entrar em operação no semiárido baiano uma usina solar da brasileira Renova que vai superar a de Tubarão como a maior do País., com capacidade de 4,8 MW
- ▶ 1º leilão exclusivamente de energia solar no Brasil ocorreu em 31/10/14 e com papel fundamental para que as empresas do setor definam seus investimentos daqui para frente



# No Brasil

- ▶ Em 2013, o governo chegou a realizar um leilão para várias fontes renováveis de energia, que incluía projetos solares - só que na disputa com outras modalidades, como a eólica e as pequenas centrais hidrelétricas, a solar perdeu no preço e nenhum megawatt foi contratado. Em junho deste ano, por exemplo, as usinas eólicas conseguiram vender energia a um preço médio do megawatt-hora R\$ 130
- ▶ Há previsão pela EPE que os projetos de energia solar devem vender o megawatt-hora por pelo menos R\$ 250
- ▶ o Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 incluiu a energia solar na matriz energética brasileira. A previsão é de que até 2023, a capacidade instalada da energia solar no Brasil saia do zero para 3,5 mil MW. Na Alemanha, referência na geração de energia renovável, a capacidade já supera, hoje, os 25 mil MW

# Biomassa

- ▶ É um novo nome dado ao mais antigo combustível utilizado pelo Homem;
- ▶ Matéria orgânica que pode ser queimada diretamente ou convertida para uma forma mais conveniente e depois queimada para o aproveitamento da energia.
- ▶ Pode-se queimar a madeira diretamente em um fogão a lenha, ou então, converter a mesma em carvão e depois queimá-lo.
- ▶ Até o final do século XIX a madeira foi a principal fonte de energia em todo o Mundo.
- ▶ Ainda hoje a madeira é utilizada como fonte de energia, seja para aquecimento ou para a preparação de alimentos.



# Biomassa

- ▶ O aproveitamento de energia pode ocorrer por várias rotas:
  - ▶ Queima direta para a produção de eletricidade ou para aquecimento da água ou do ar;
  - ▶ Aquecimento da biomassa para a obtenção de combustível gasoso;
  - ▶ Destilação ou processamento da biomassa para produzir combustíveis como o etanol, metanol ou metano.
- ▶ Fontes de biomassa combustível incluem os produtos florestais e agrícolas e o lixo urbano que pode ser incinerado;
- ▶ A produção líquida de energia é baixa, sendo necessária uma considerável quantidade de energia para a sua coleta e transporte.