

PHA 3001 - ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE



Aula 9 – A Energia e o Meio Ambiente

Conceitos, fontes de energia, a questão energética no futuro e o caso brasileiro

Amarilis L C F Gallardo

Energia e meio ambiente



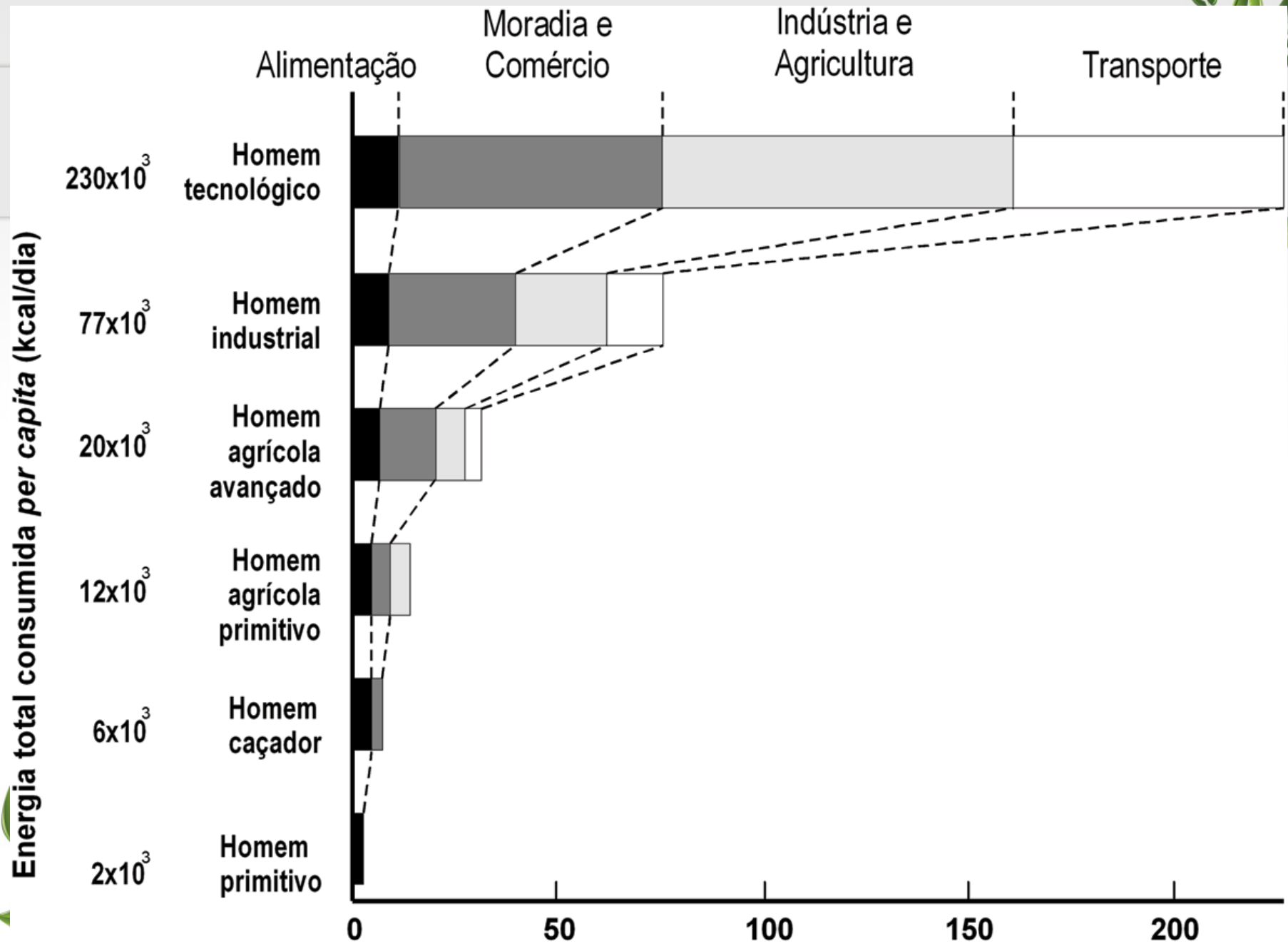
- ONU: década de 2014-2023
- Sustainable energy for all
- 3 macro objetivos:
 - Universal energy access
 - Renewable energy
 - Energy efficiency





Consumo de energia ao longo do tempo





<http://efisica.if.usp.br/divulgacao/oqueefisica/goldembergt.php>

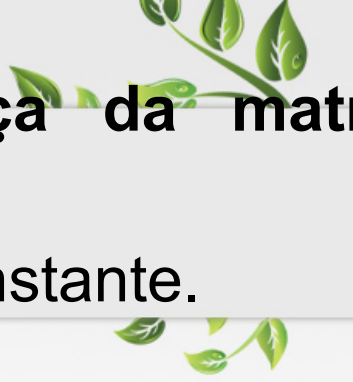
Consumo diário per capita (mil kcal)

Distribuição desigual de energia:

- **EUA – 4,7% da população mundial
– 25% da energia comercial mundial**
- **Índia – 16% da população mundial
– 1,5% da energia comercial mundial**

EUA – 300 milhões de habitantes gastam mais energia com ar condicionado que os 1,3 bilhão de chineses para todos os outros fins.

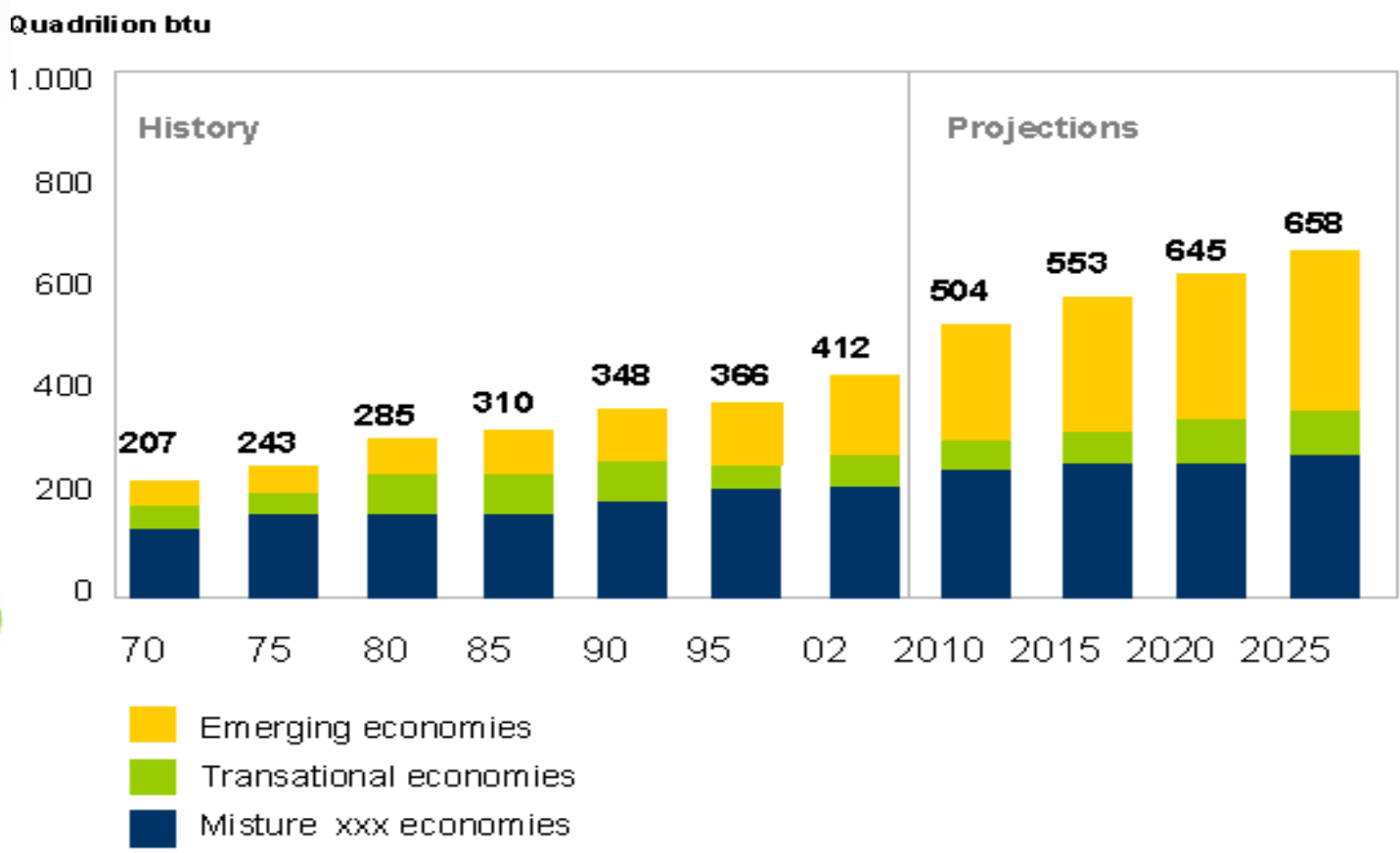




Evolução da Demanda de Energia e Mudança da matriz Energética

- A demanda mundial de energia em crescimento constante. 2% ao ano nos próximos 23 anos.

- World Marketed Energy Consumptions by Region 1970 - 2025



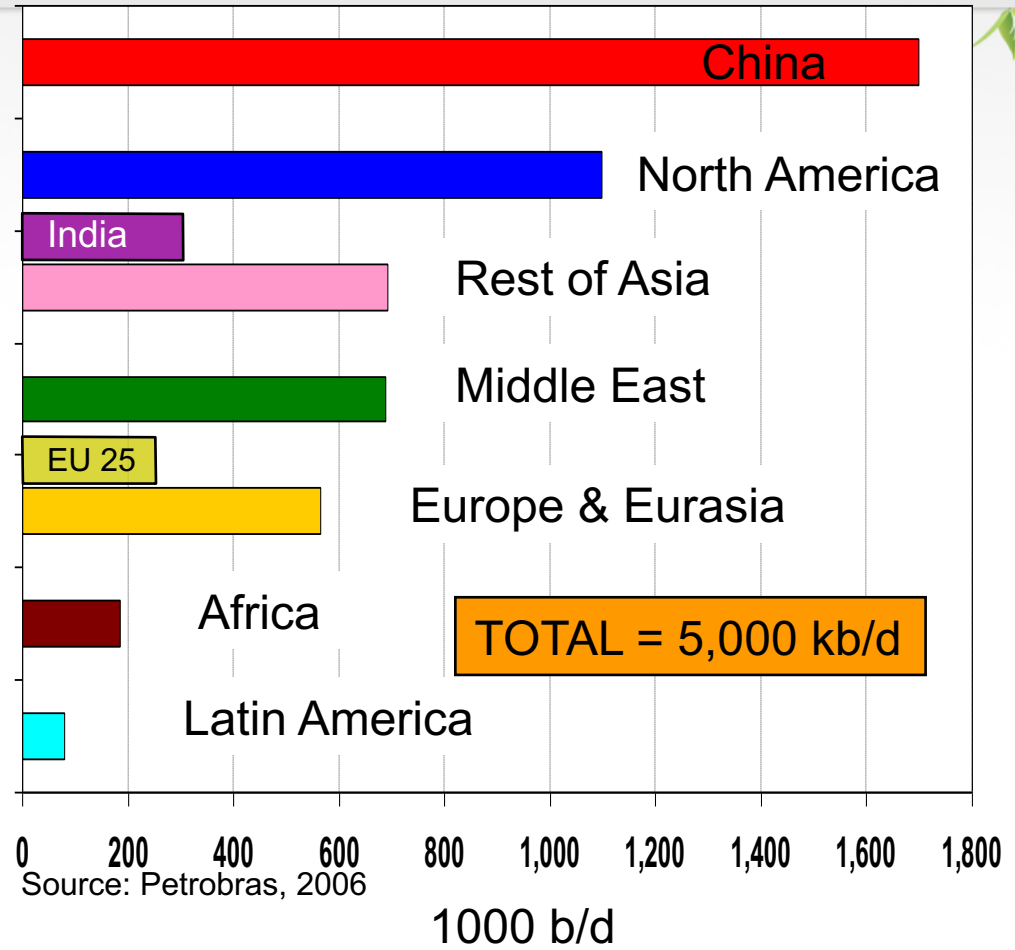
Fonte: DEA, International Energy Outlook (2005)

Viciados em Petróleo

>\$100



Demand Growth (2000 to 2004)



Positive proof of global warming.



**18th
Century**

1900

1950

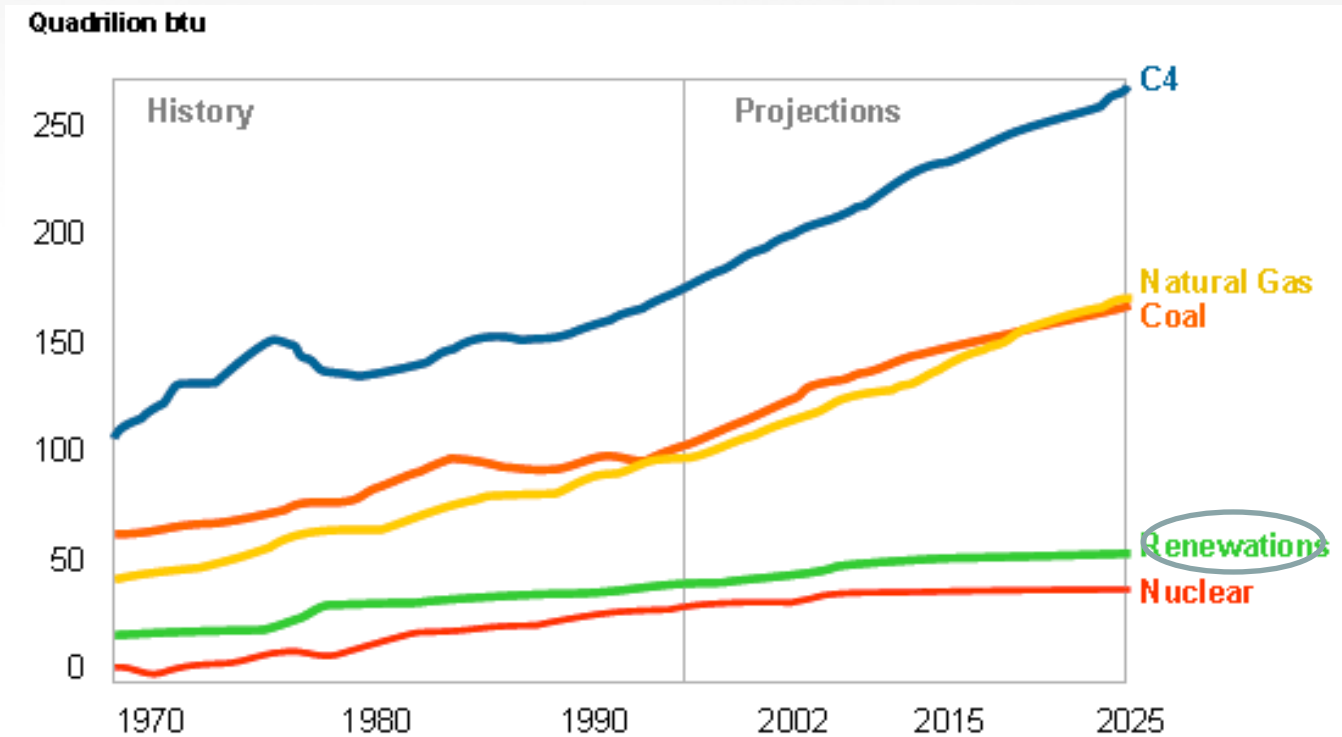
1970

1980

1990



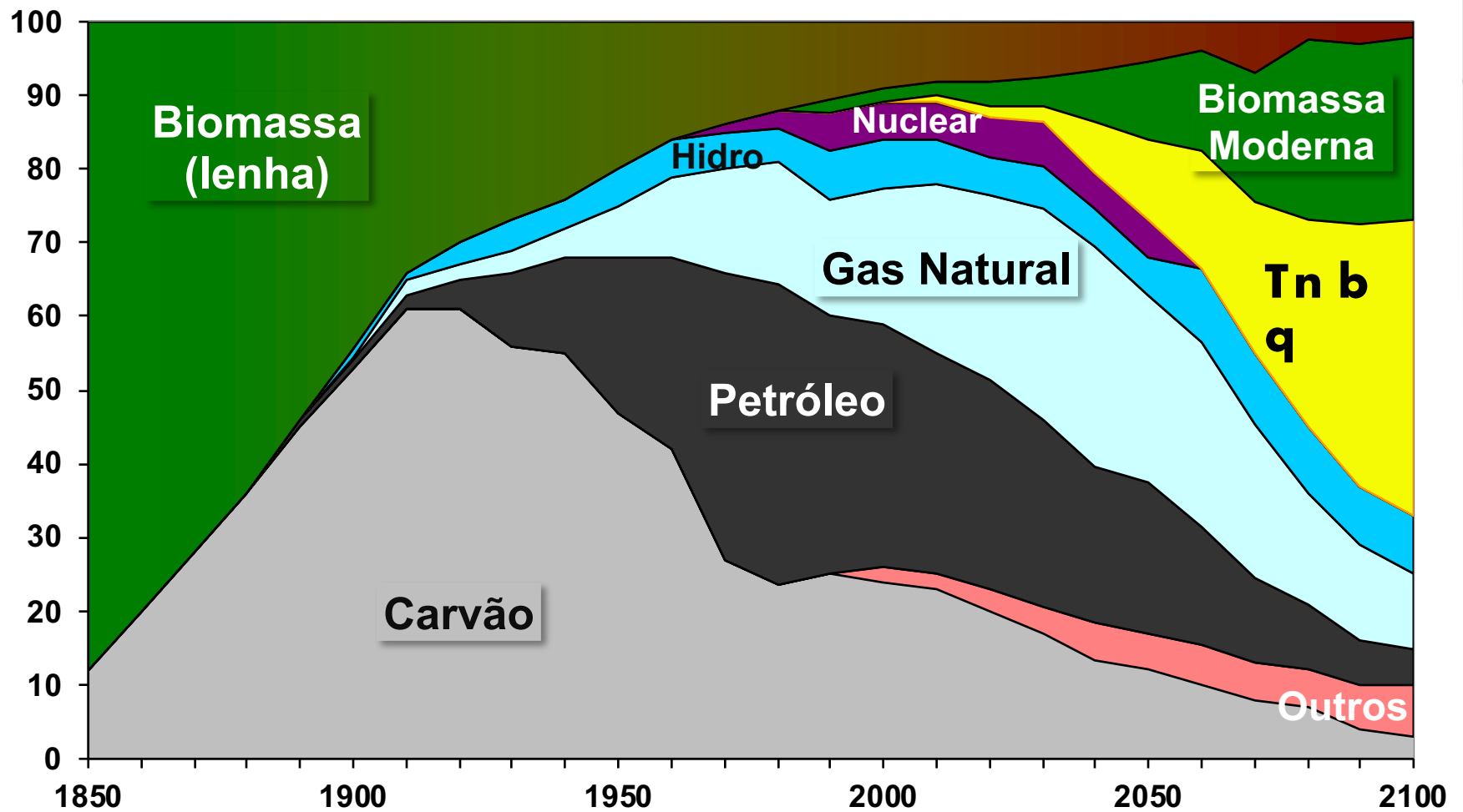
O volume de energéticos não tradicionais a serem incorporados à oferta encontra-se em crescimento.



Fonte: DEA, International Energy Outlook, 2005



Século XXI: o Início de uma Nova Era



Fonte: Nakicenovic, Grübler e MaConald, 1998

DESAFIO PARA A HUMANIDADE: DIVERSIFICAR AS FONTES DE ENERGIA



Política de energia:



- **50 anos e vultosos investimentos para introduzir novas alternativas de energia**
- **até que elas forneçam de 10 a 20% de todo o consumo energético**



Política de energia – para cada alternativa energética:

1. Quanto esse recurso energético **estará disponível em futuro próximo** (15 a 25 anos) e **em longo prazo** (25 a 50 anos)?
2. Qual é o **rendimento** líquido de energia desse recurso?
3. Quanto **custará** desenvolver, introduzir e utilizar esse recurso?
4. Quais as **pesquisas, subsídios para o desenvolvimento e incentivos fiscais** fornecidos pelo governo?
5. Como a **dependência do recurso afetará a segurança econômica e militar no âmbito nacional e global?**
6. Qual é a **vulnerabilidade** do recurso ao terrorismo?
7. Como a **extração, o transporte e a utilização** do recurso afetarão o **meio ambiente, a saúde humana e o clima?**



Alguns conceitos importantes sobre energia

- As fontes de energia são caracterizadas como **primárias**, que provêm diretamente da natureza, como: **energia solar, energia dos combustíveis fósseis** (carvão, petróleo, gás natural, gás de xisto), **energia nuclear** (urânio e plutônio), **energia geotérmica, energia hidráulica, energia eólica, energia oceânica e biomassa.**
- A energia primária pode ser utilizada diretamente ou **convertida em outra fonte de energia** denominada energia **secundária**, como por exemplo, os combustíveis líquidos que podem vir de fontes fósseis (**gasolina**) e biomassa (**etanol, biodiesel**), ou **a eletricidade gerada em uma termoelétrica alimentada por carvão, gás natural ou urânio.**
- Há várias formas de conversão de energia primária em energia secundária, como: energia elétrica, energia química, energia térmica, energia nuclear, energia solar, energia mecânica.



Consumo de Energia

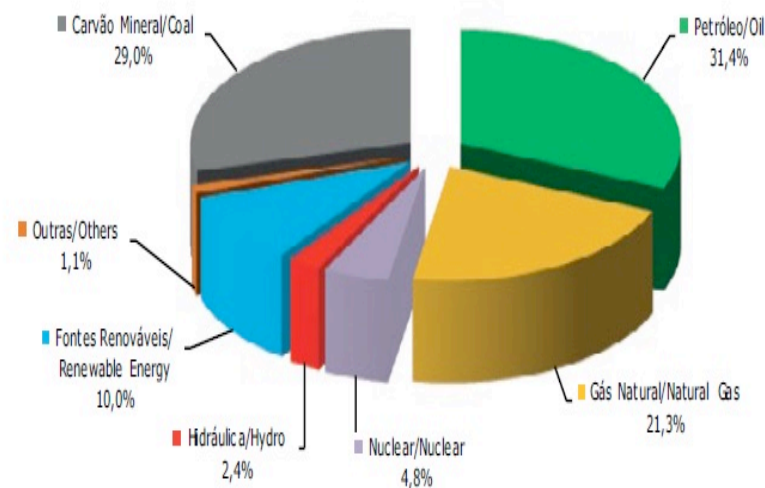
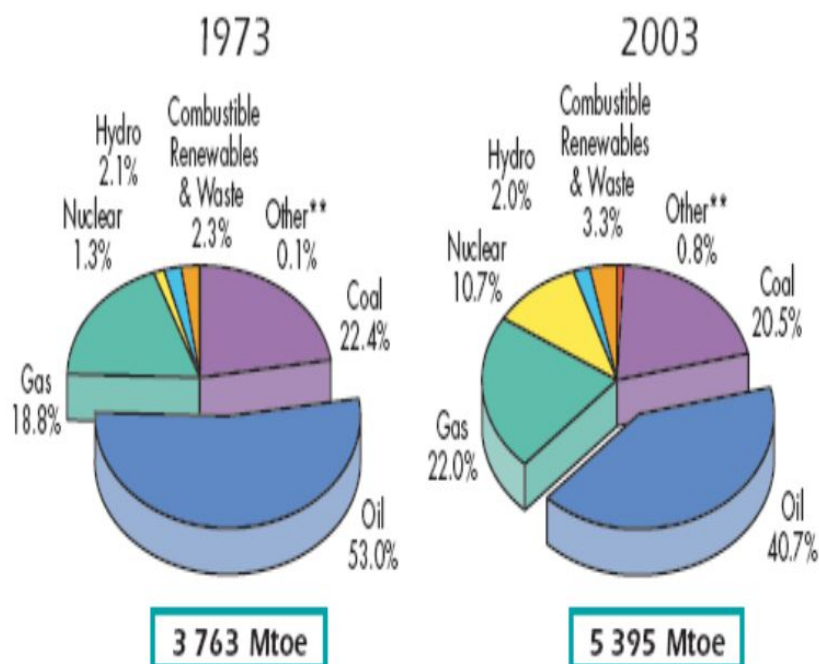
- Para satisfazer as necessidades relativas ao consumo de energia o Homem utiliza diversas fontes;
- A combinação entre as fontes de energia utilizadas para suprir as nossas necessidades é denominada de Matriz Energética;
- A matriz energética mundial é constituída por fontes fósseis, predominantemente, e alternativas

Matriz Energética

- Combinação entre as fontes de energia utilizadas para suprir as demandas
- A matriz energética mundial é constituída, principalmente, pelas seguintes fontes:
 - Térmica, hidroelétrica, geotérmica e nuclear.
- Além dos tipos mencionados existem, ainda, as fontes alternativas de energia.

matriz de energia mundial

MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

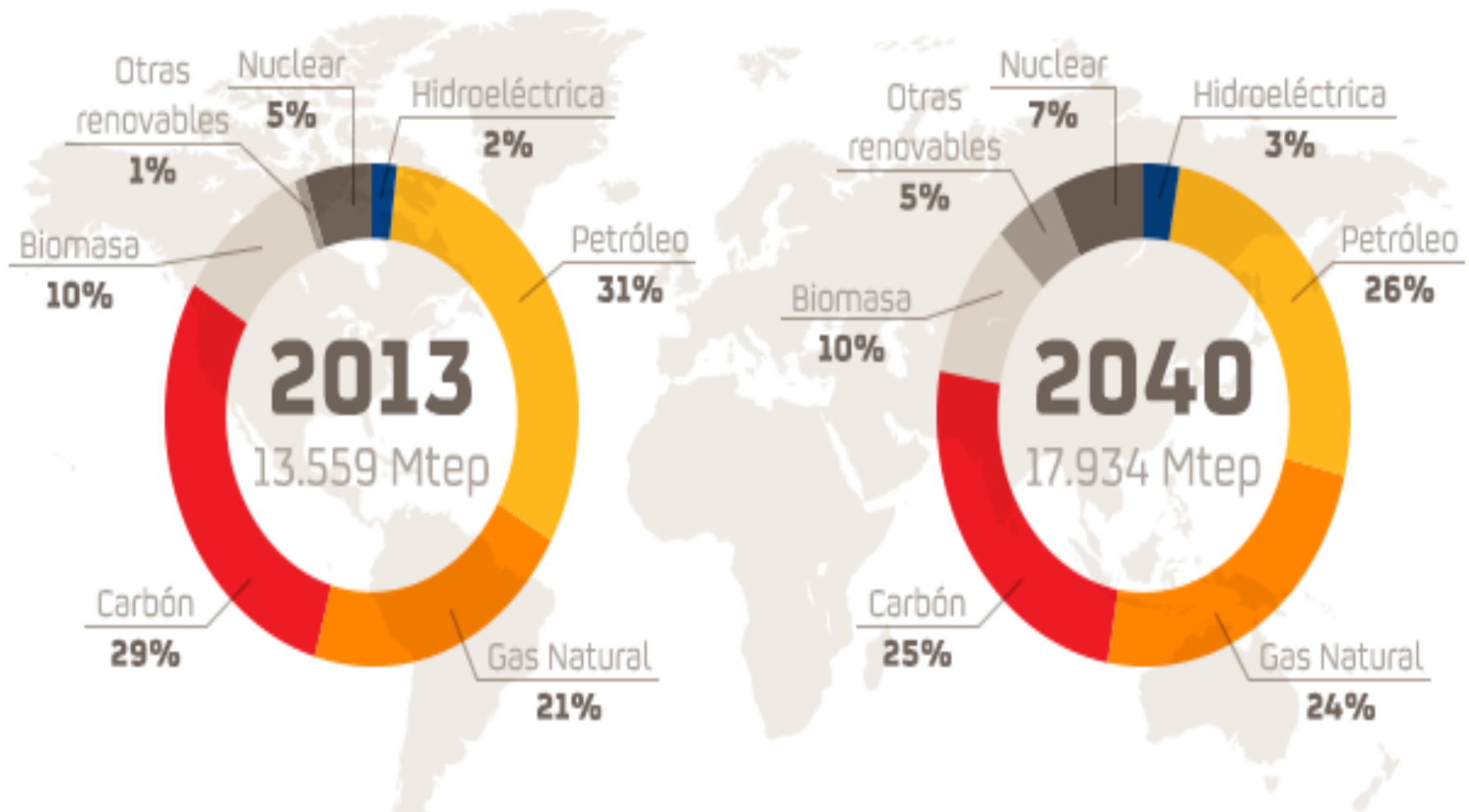


*Excludes electricity trade.

**Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Fonte:.. Balanço Energético Nacional (2015, ano ba

Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria



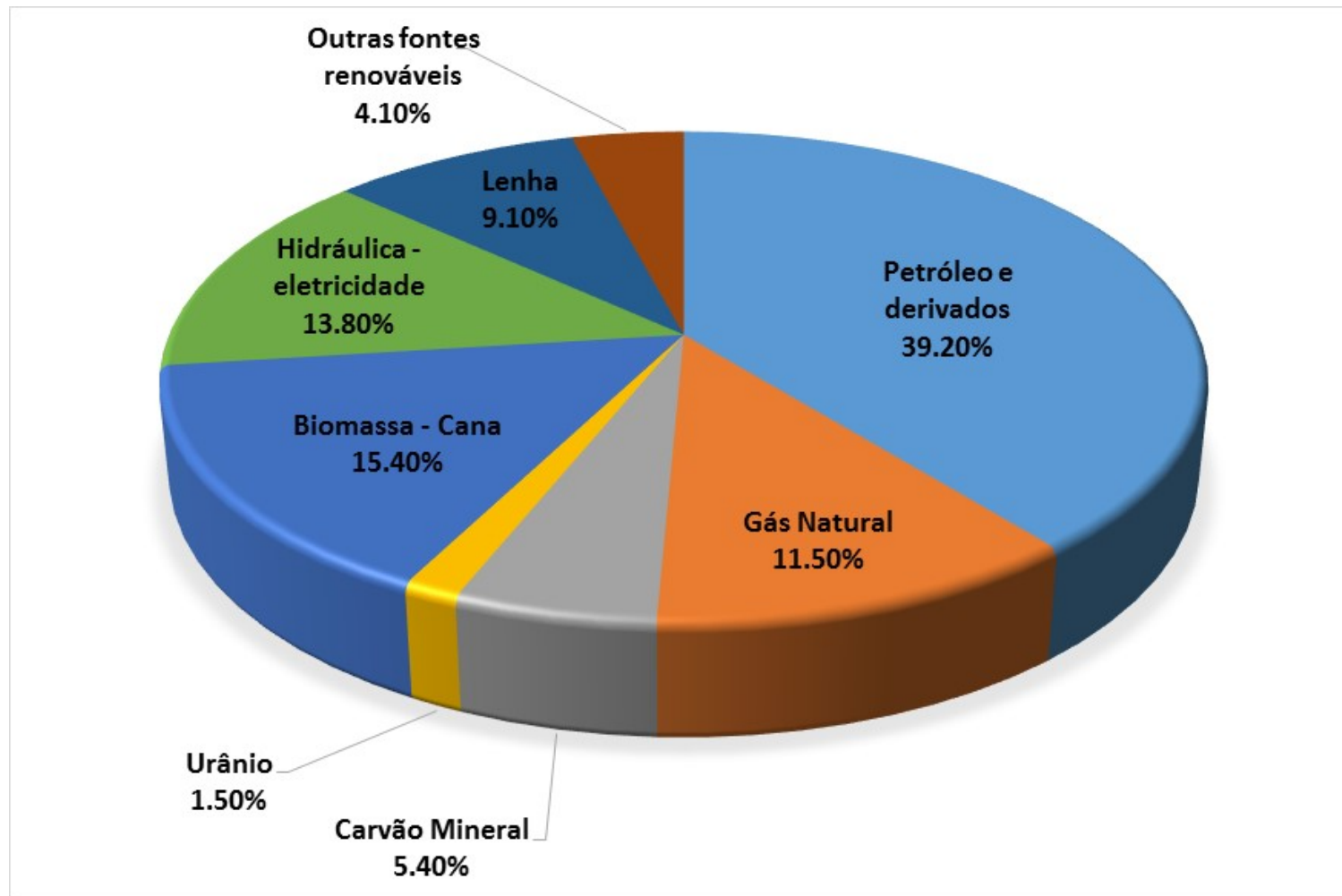
10⁶tép – tonelada equivalente de petróleo

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

Fontes de Energia

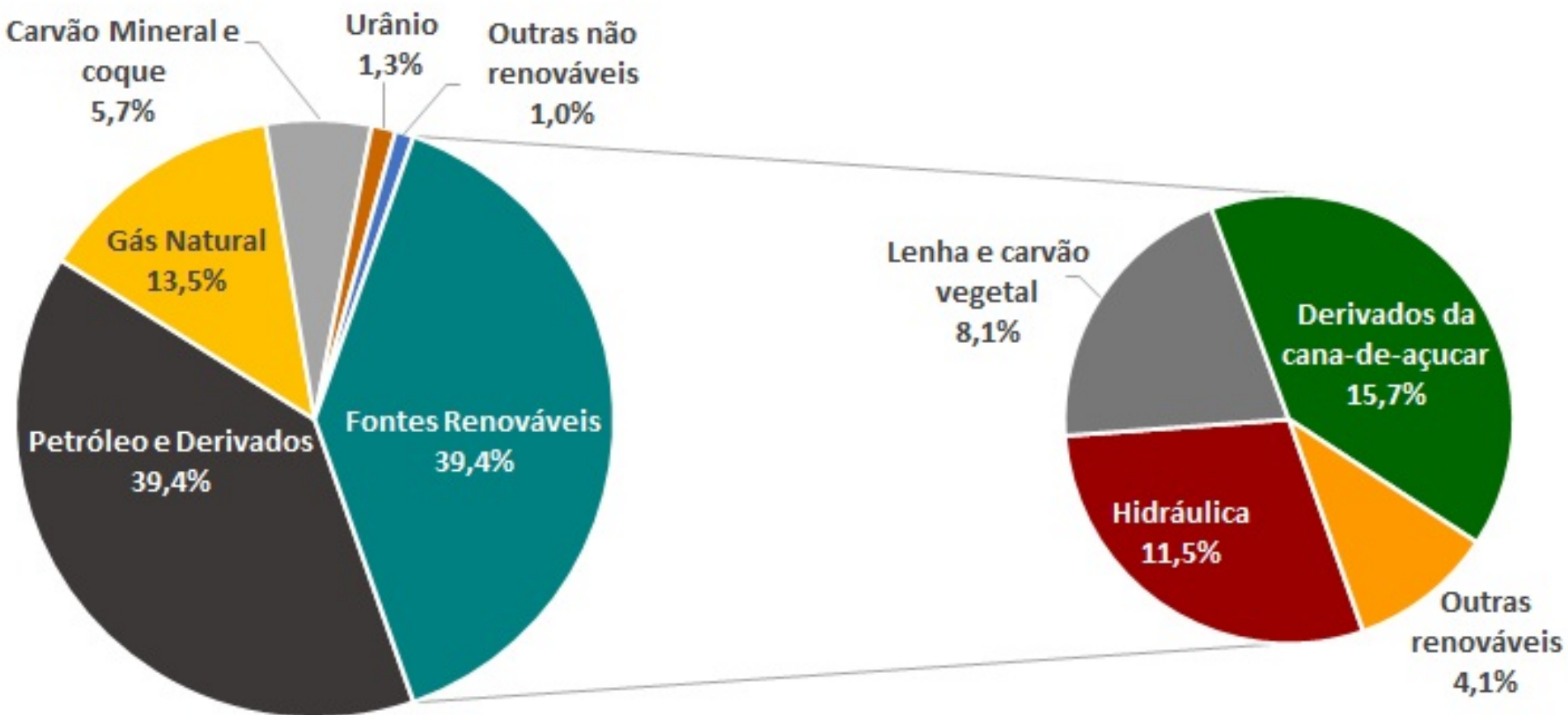
- O aproveitamento (todo o ciclo de vida) das fontes de energia resulta em impactos ambientais.

Participação das Principais Fontes de Energia na Matriz Energética do Brasil



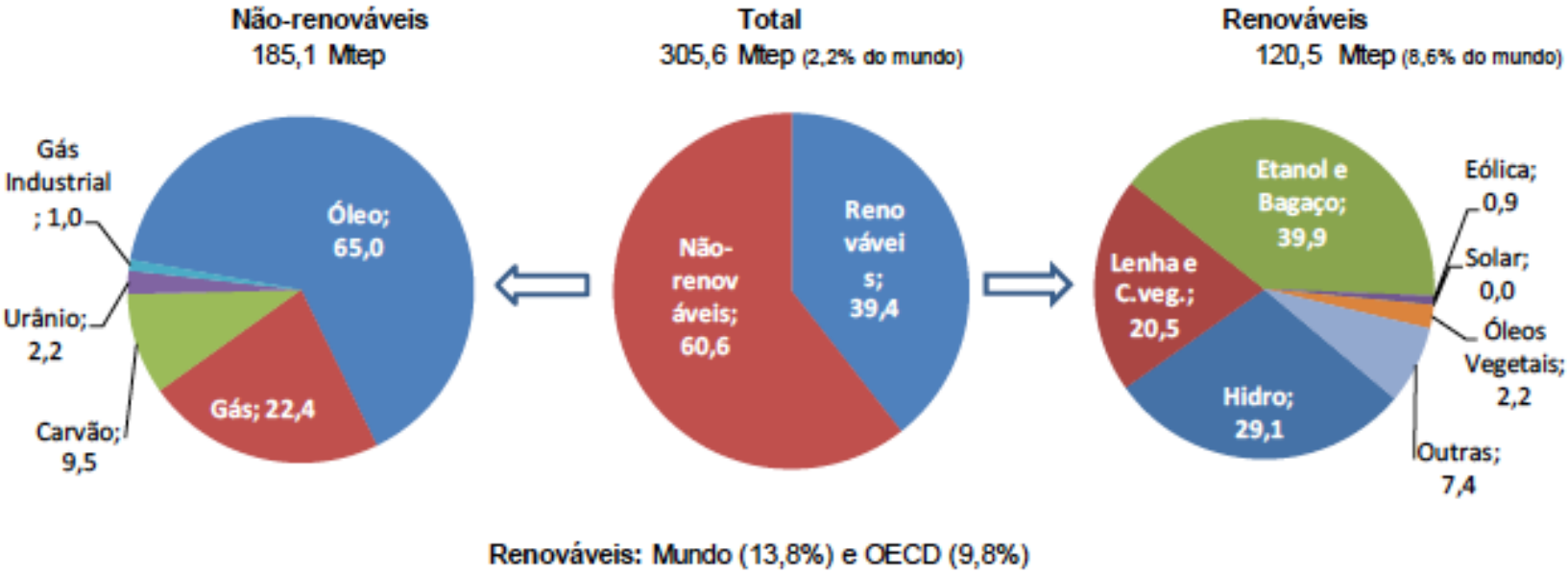
Fonte: MME, 2013 – Balanço Energético Nacional (2013, ano base 2012)

Matriz Energética Nacional 2014



Fonte: Balanço Energético Nacional 2015

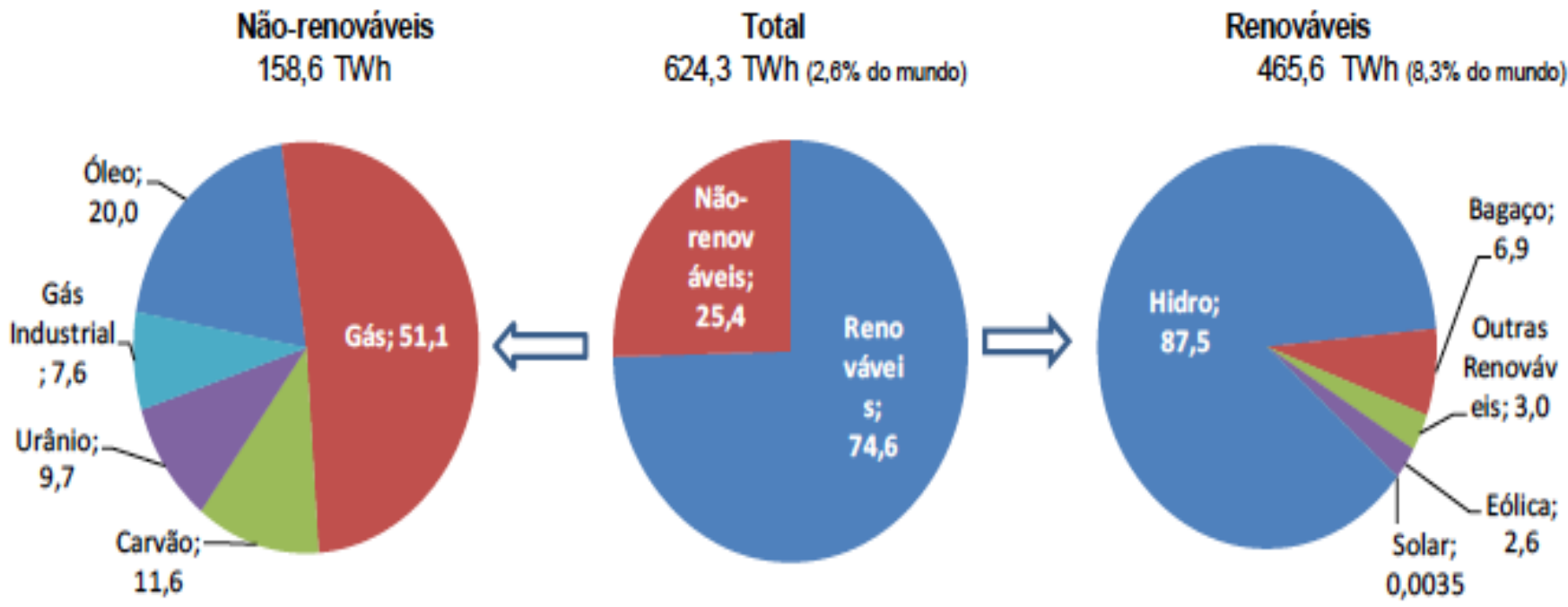
Oferta Interna de Energia no Brasil – 2014 (%)



Oferta total de energia: refere-se à quantidade de energia (primária e secundária) que está disponível para que a necessidade de energia de um país seja atendida desde os processos de transformação até o consumo final. Pode ser medida em Gigajoule (GJ), megawatt-hora (Mwh) ou tonelada equivalente de petróleo (tep);

Fonte: MME (2015)

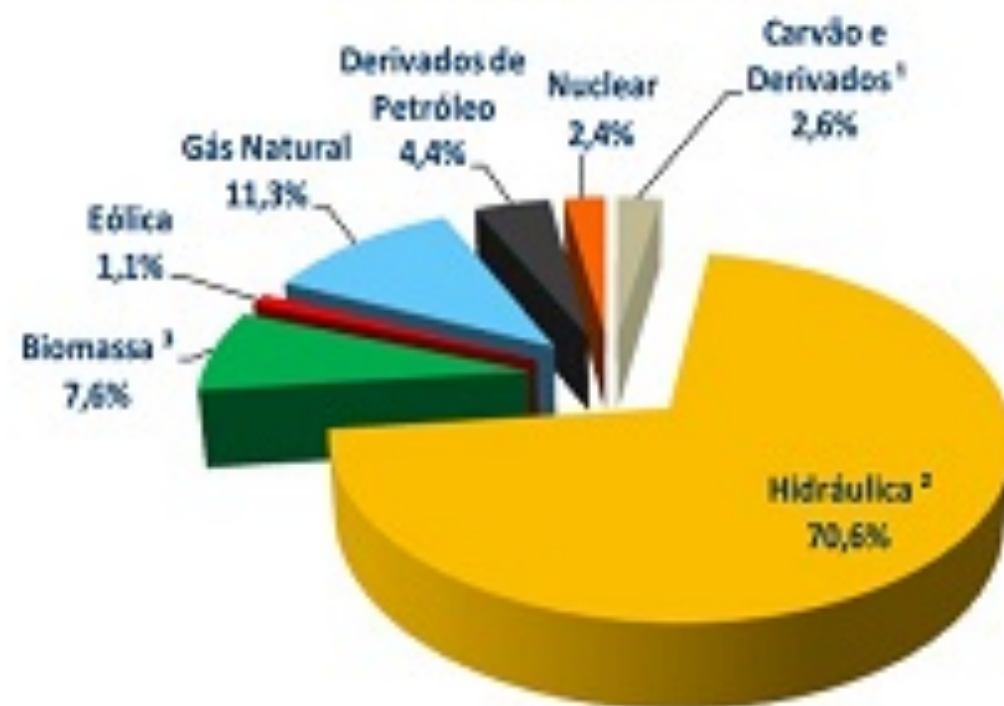
Oferta Interna de Energia Elétrica no Brasil – 2014 (%)



Renováveis: Mundo (23,6%) e OECD (23,1%)

Matriz Elétrica Brasileira

BRASIL (2013)



geração hidráulica² em 2013: 430,9 TWh

geração total² em 2013: 609,9 TWh

BRASIL (2012)



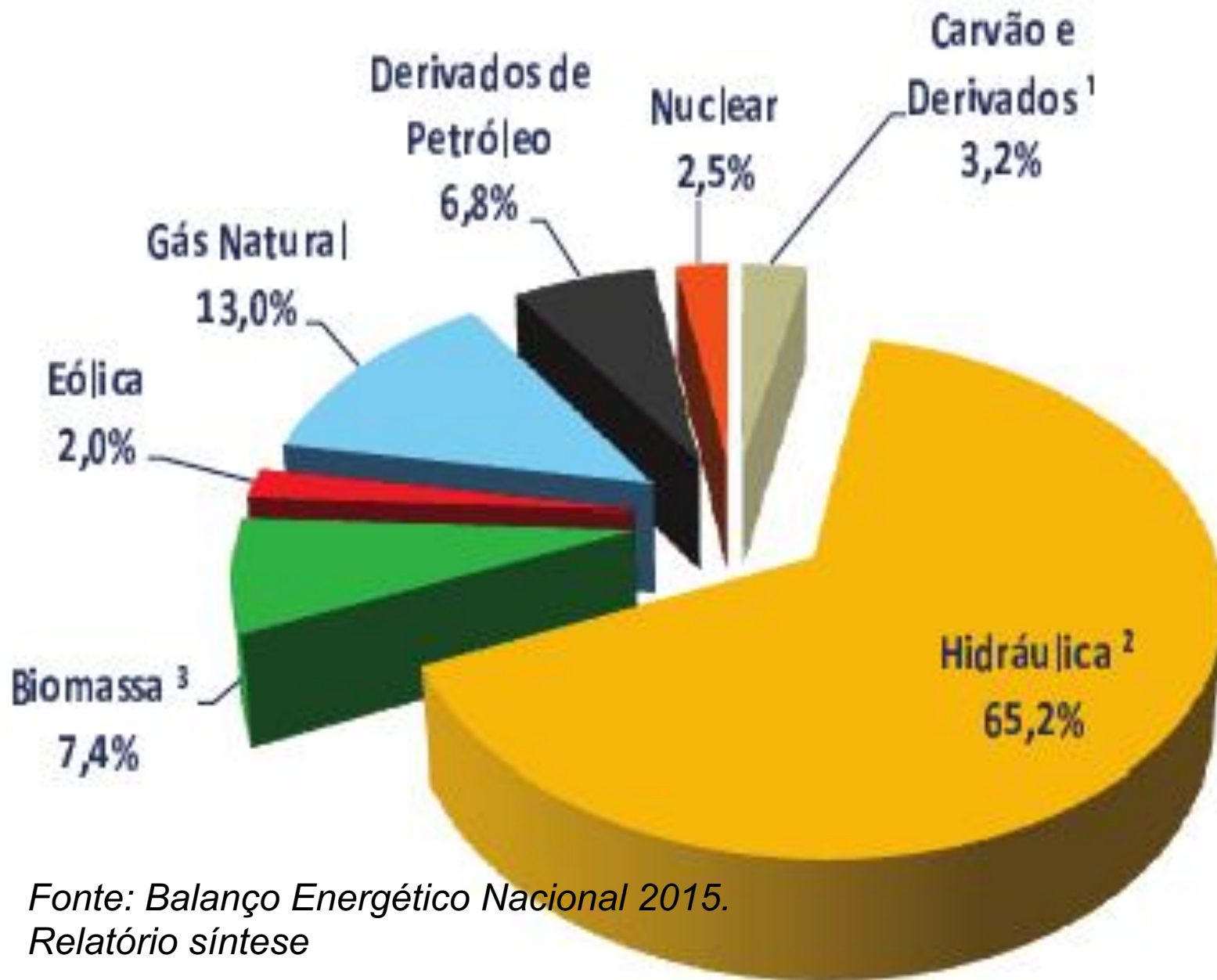
geração hidráulica² em 2012: 455,6 TWh

geração total² em 2012: 592,8 TWh

¹ Inclui gás de coque

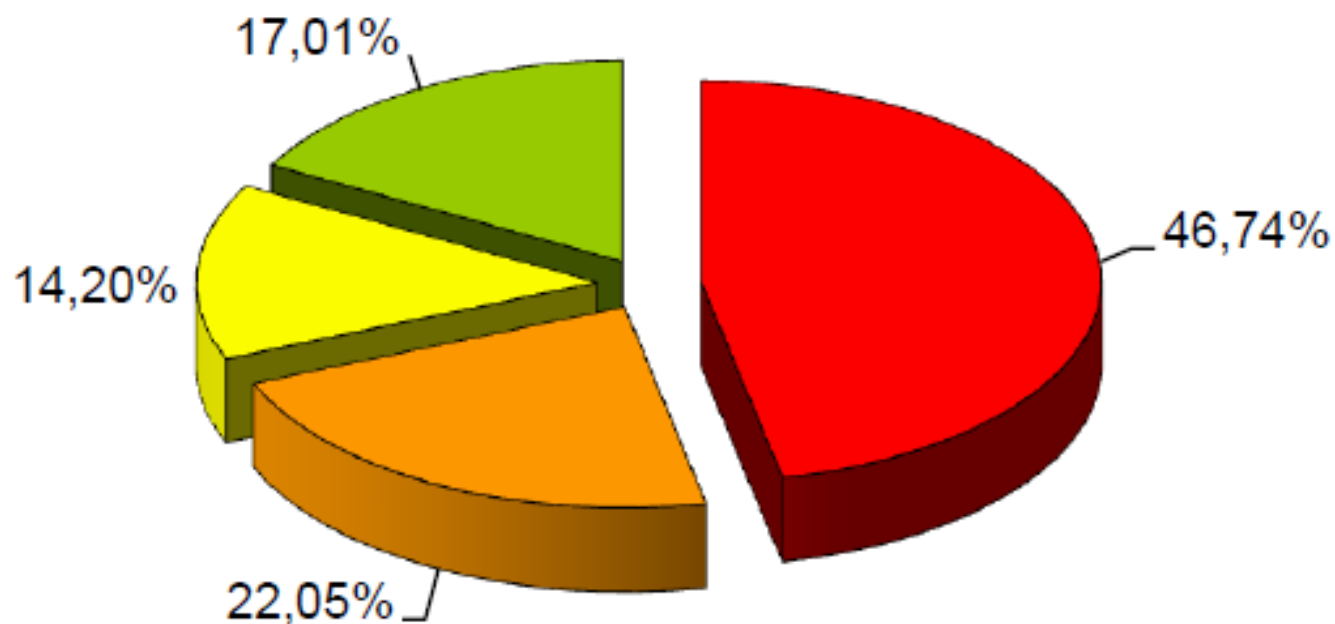
² Inclui importação

³ Inclui biogás, aproveitamento, resíduos e outros



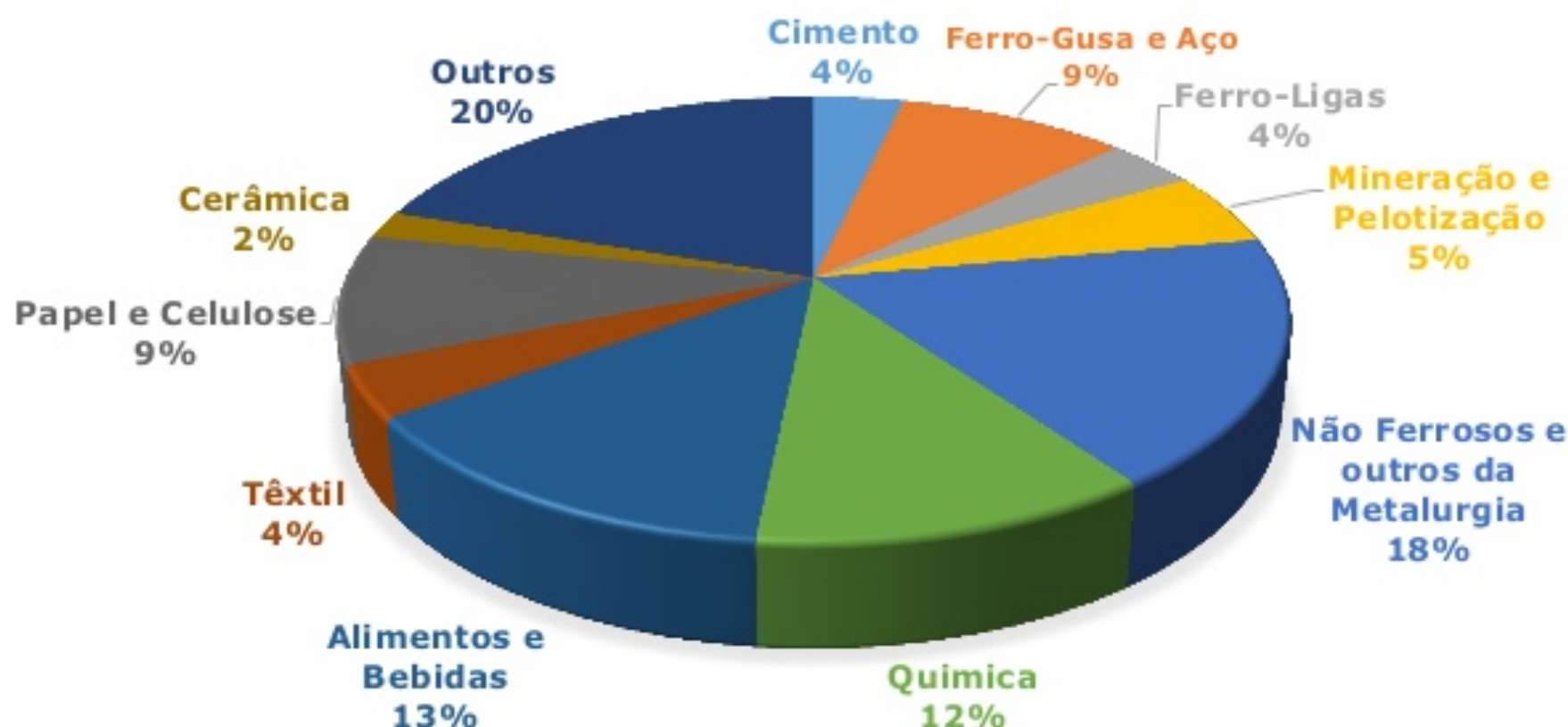
Fonte: Balanço Energético Nacional 2015.
Relatório síntese

Distribuição do Consumo de Energia Elétrica por Setor



■ Industrial **■ Residencial** **■ Comercial** **■ Outros**

Consumo de Eletricidade na Indústria



O Setor Industrial é o maior consumidor de energia elétrica do Brasil, respondendo por 209.622 GWh, ou seja, **42,1%** de todo o consumo no ano de 2012.

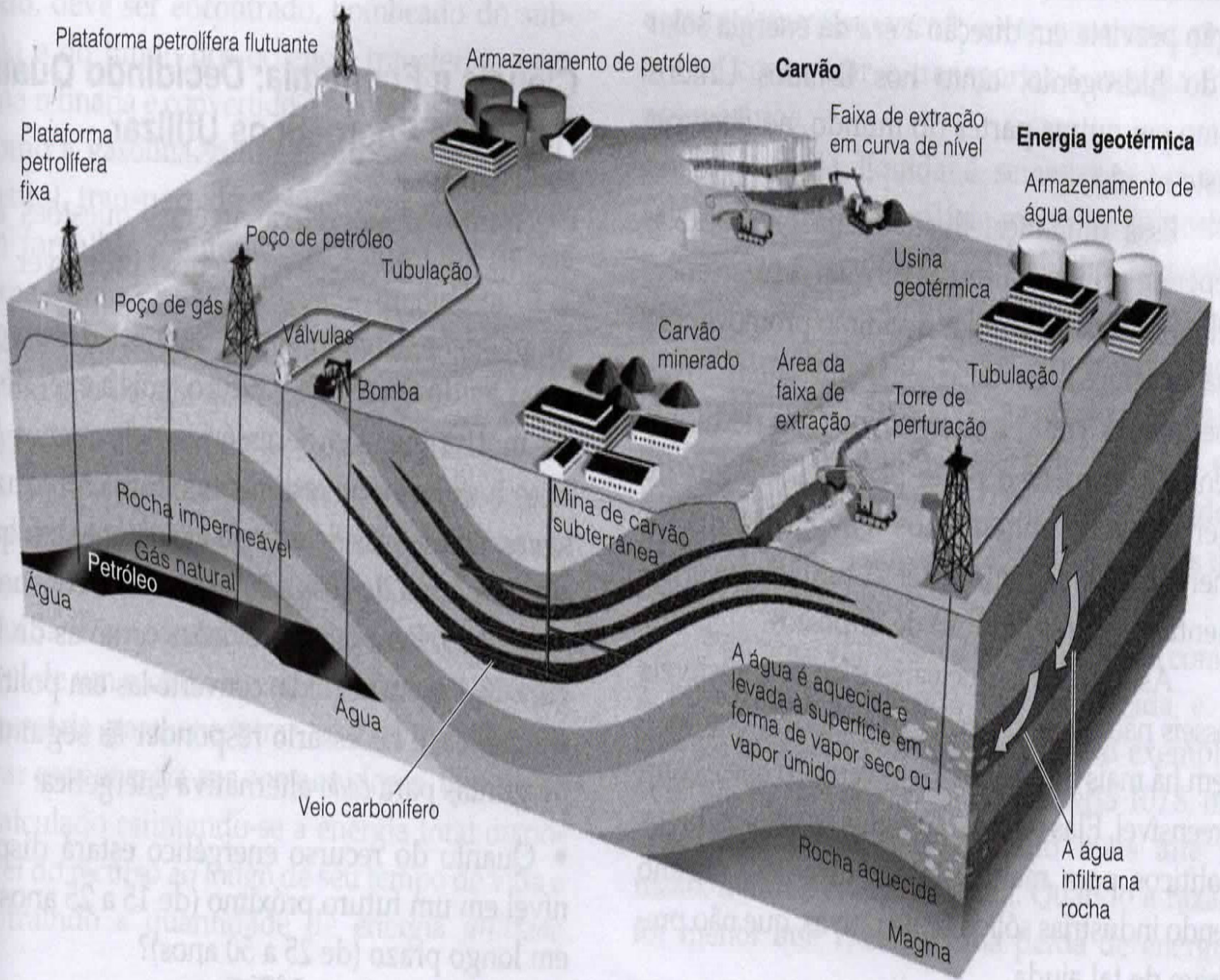
Principais Fontes de Energia

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

Petróleo e gás natural

Carvão

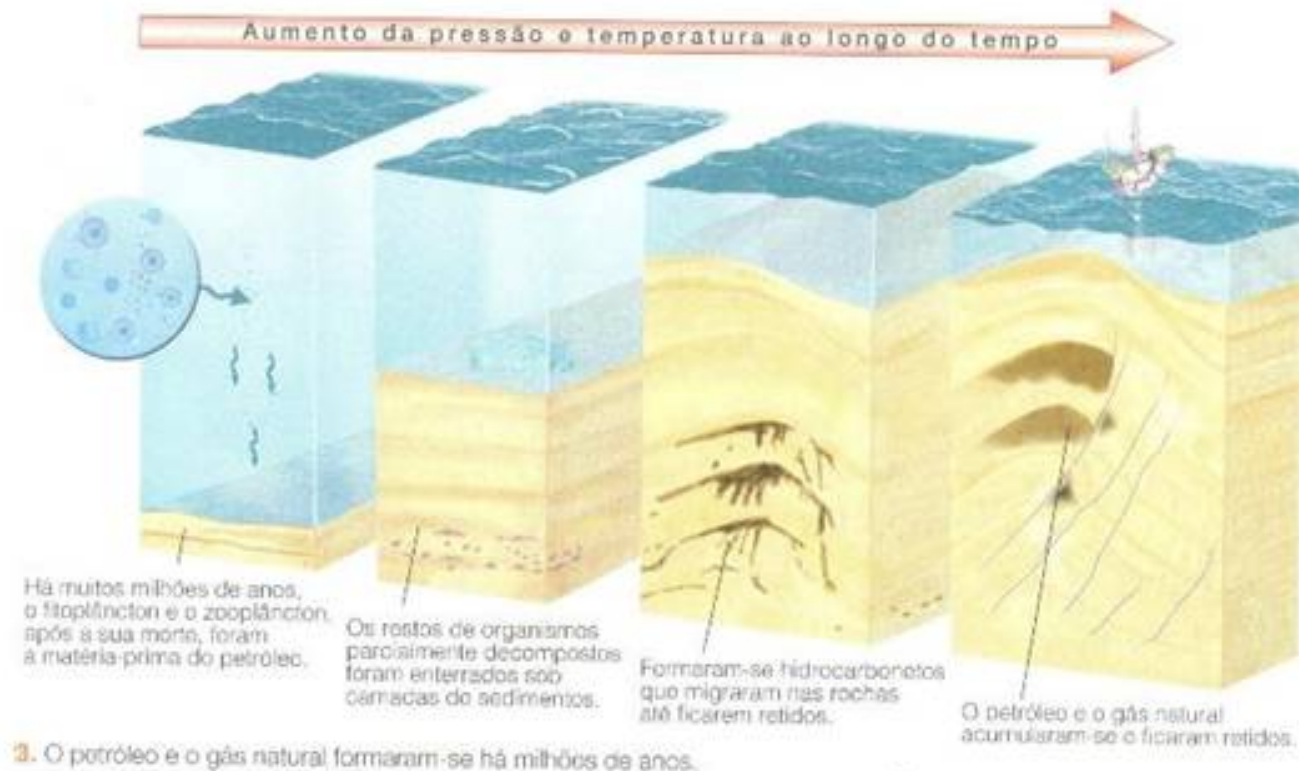
Energia geotérmica



Combustíveis Fósseis

- Materiais que foram capazes de armazenar energia solar;
- 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.

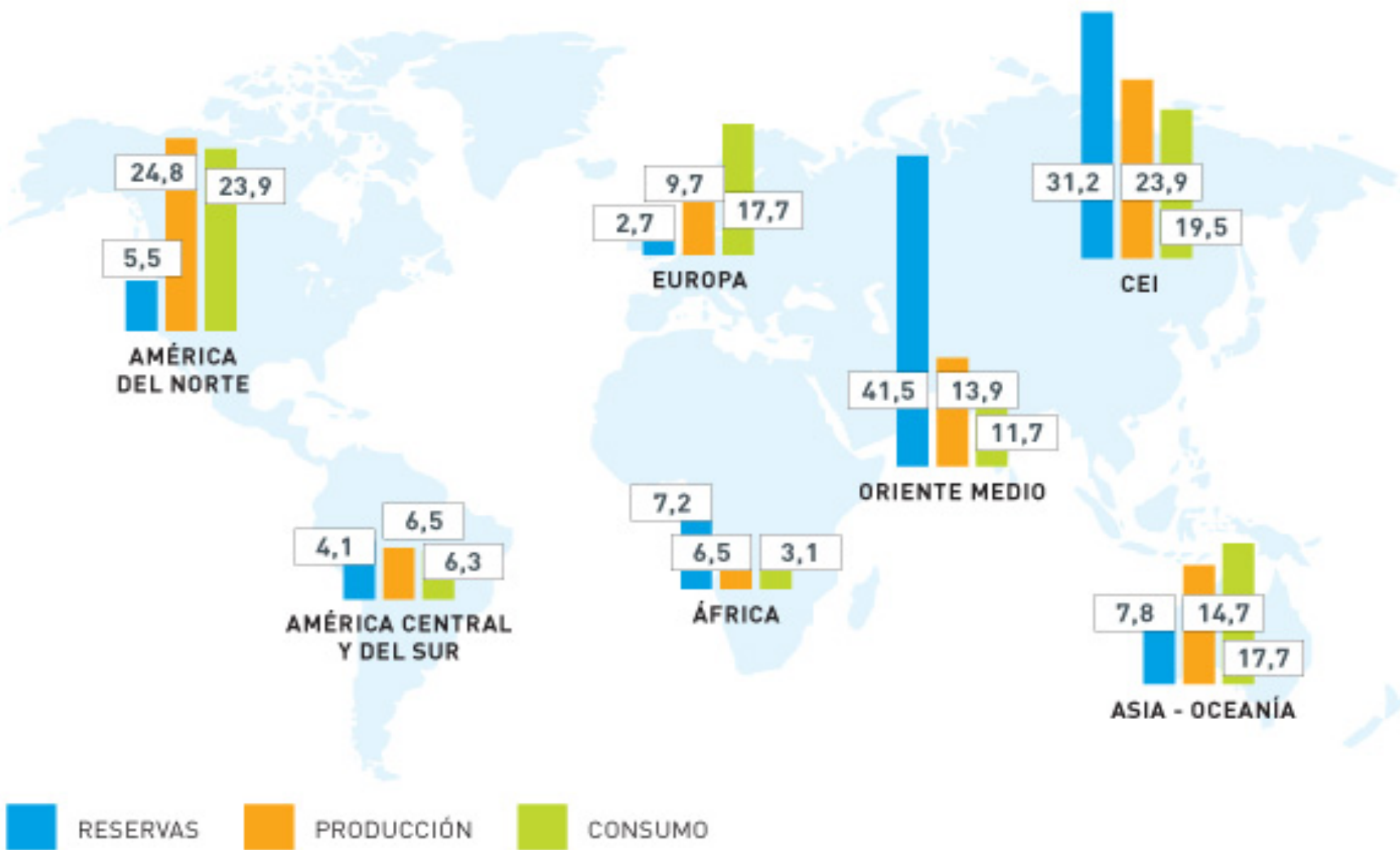
Formação do petróleo



fonte:

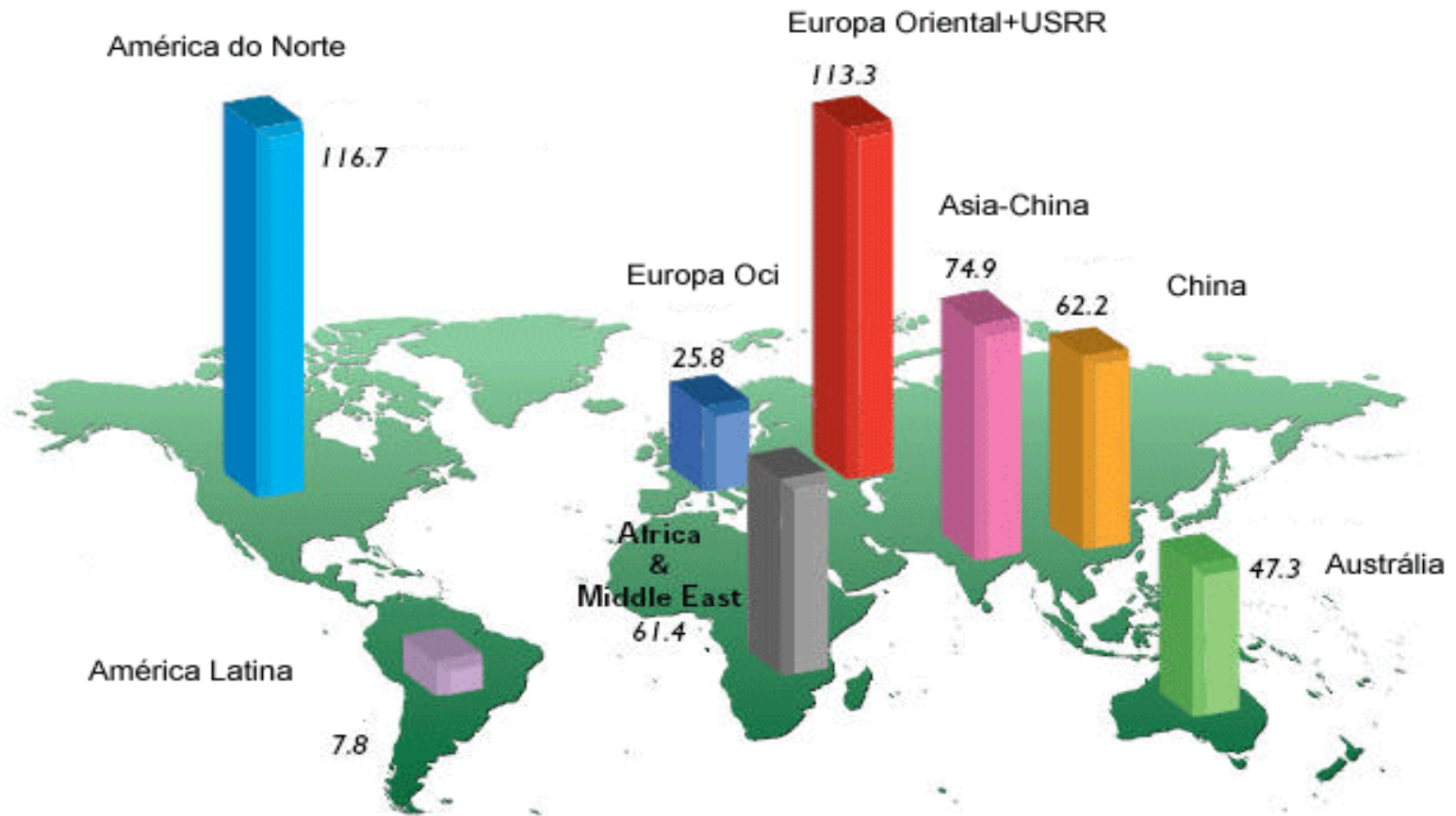
<https://desafioint.wordpress.com/2015/05/18/um-pouquinho-sobre-o-petroleo/>

DISTRIBUCIÓN DE RESERVAS, PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIAL DE GAS NATURAL (%)



http://www.sedigas.es/informeannual/2011/3.3_DemandaComercioGNL.htm

Reservas mundiais de carvão em milhões de toneladas



<http://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/reservascarvao.htm>

Impactos Associados aos Combustíveis Fósseis

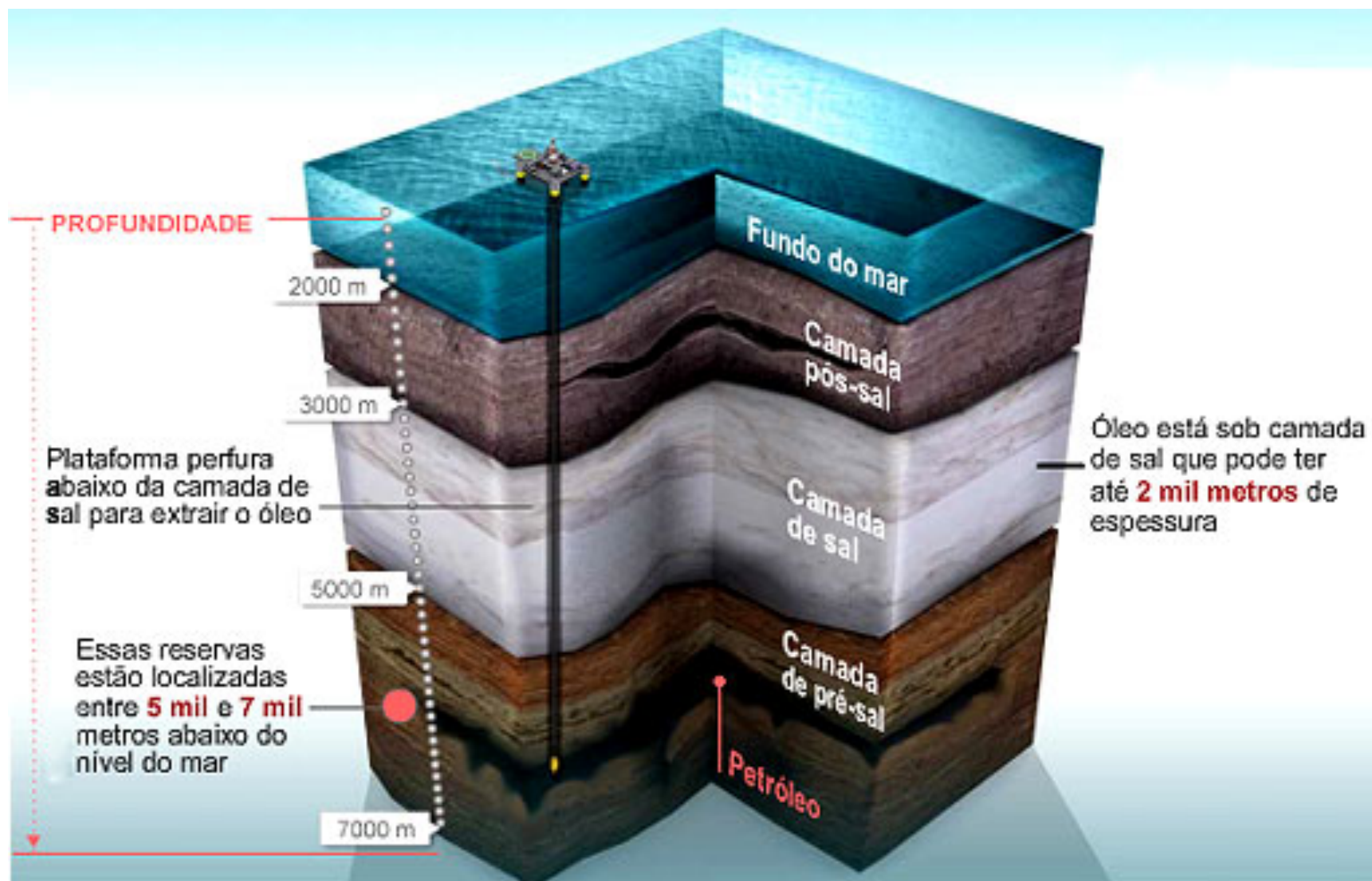
- Alteração nas características do solo em função da abertura de minas;
- Construção de plataformas para poços de petróleo e gás, tubulações, depósitos e tanques de armazenagem;
- Infraestrutura para transporte e beneficiamento;
- Poluição de águas superficiais;
- Poluição atmosférica;
- Subsidência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

Combustíveis Fósseis

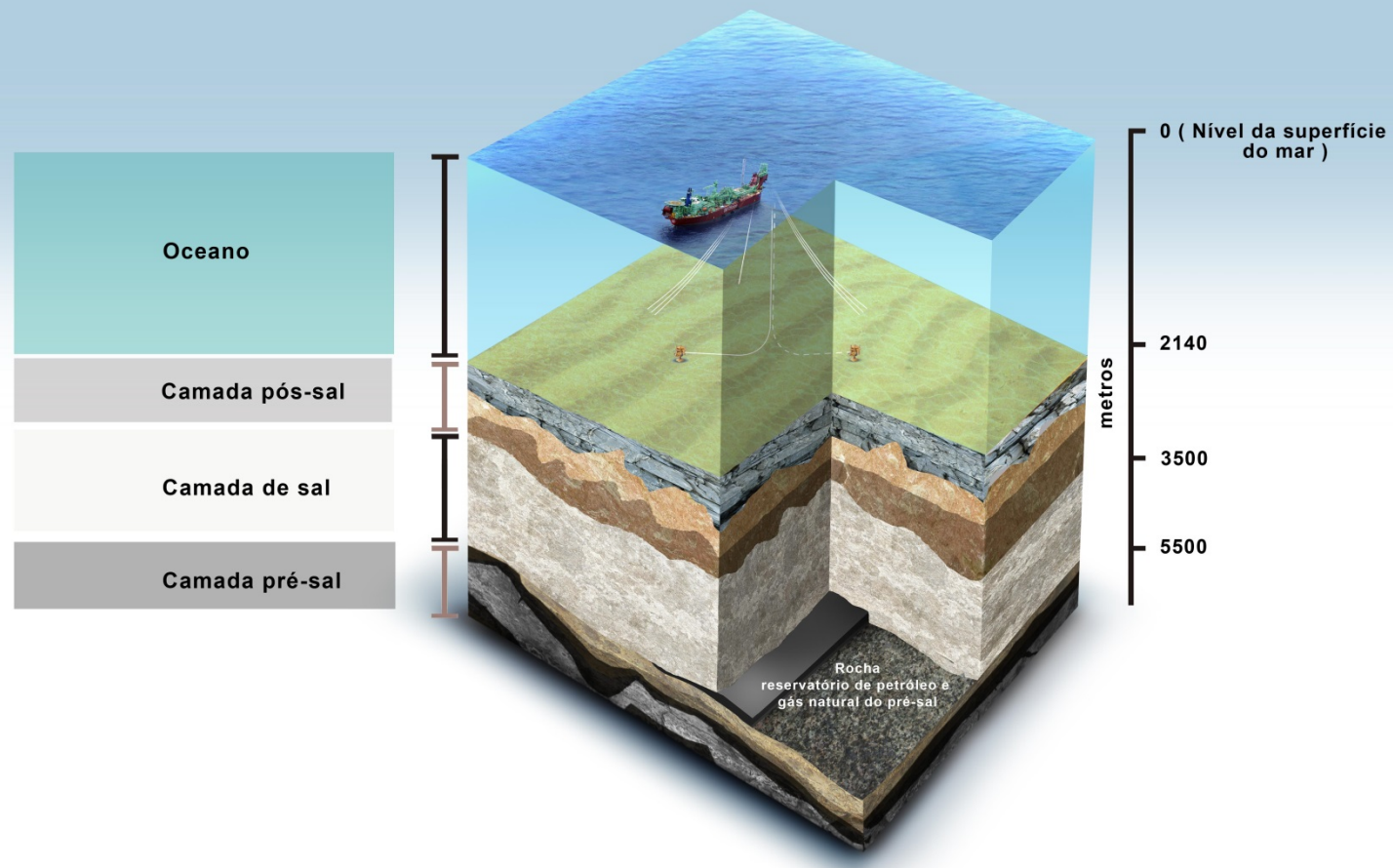
- Principal fonte de energia primária
- Importância na economia
- Desenvolvimento tecnológico

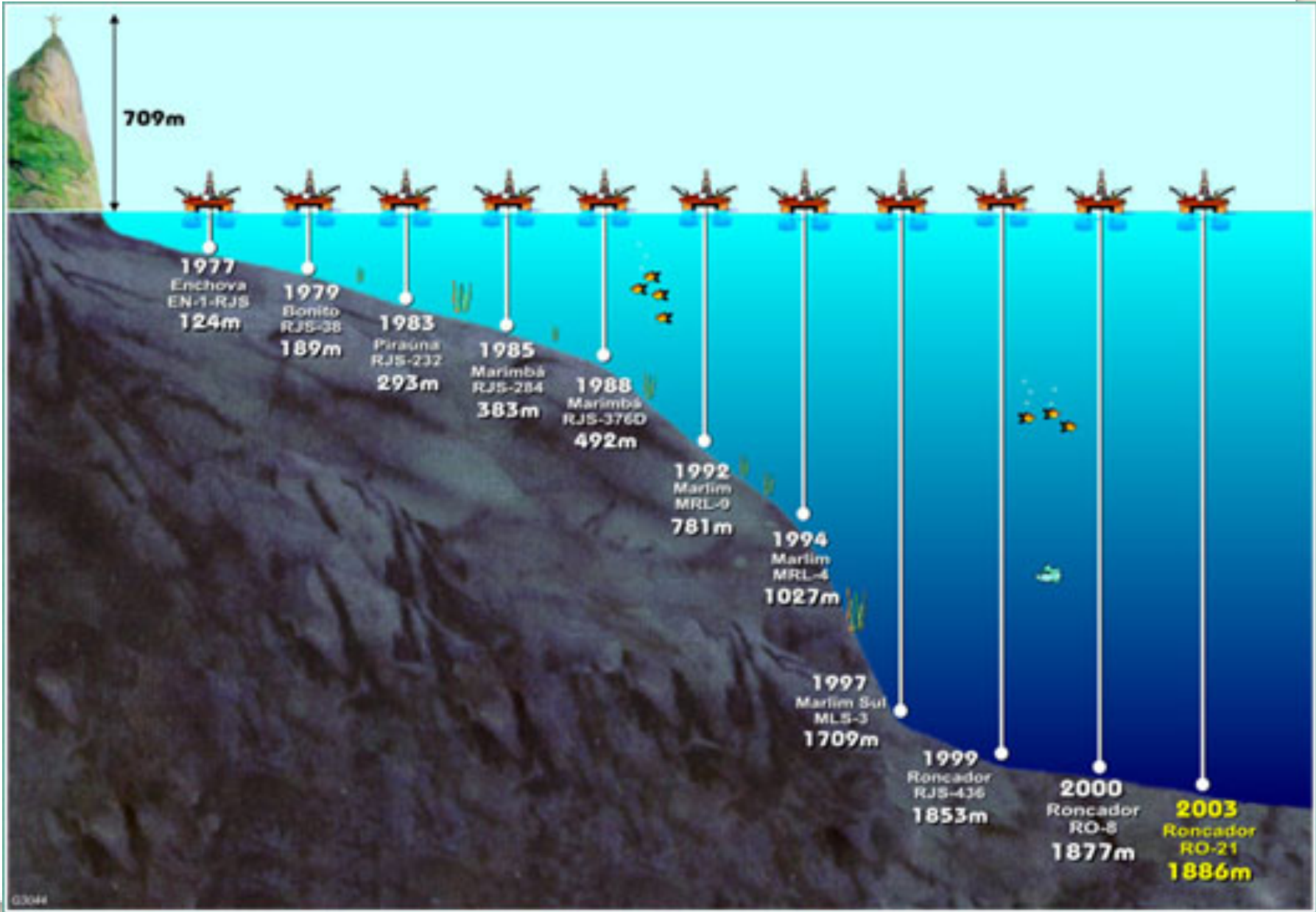
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA CAMADA PRÉ-SAL

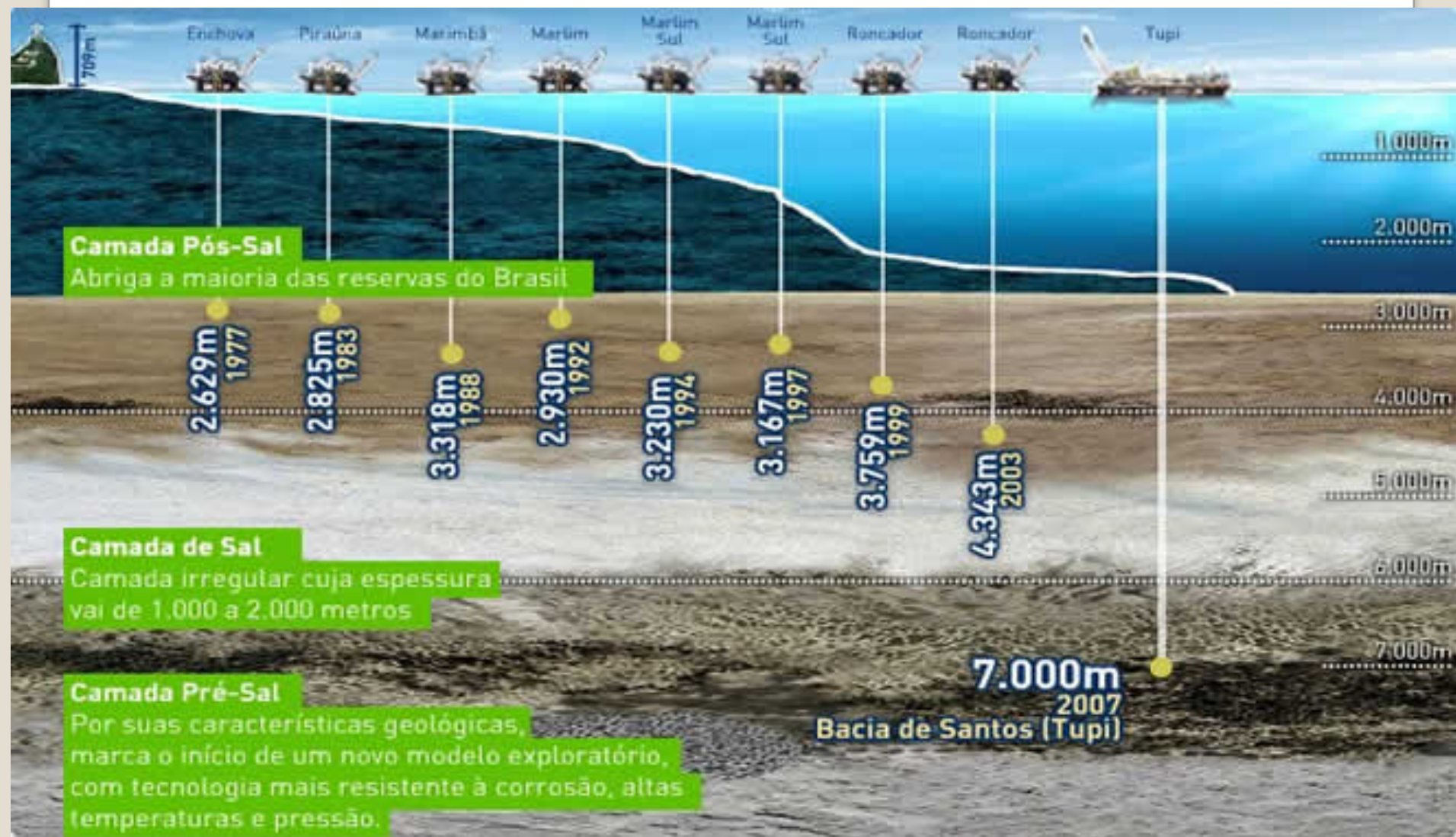




A produção no Pré-sal







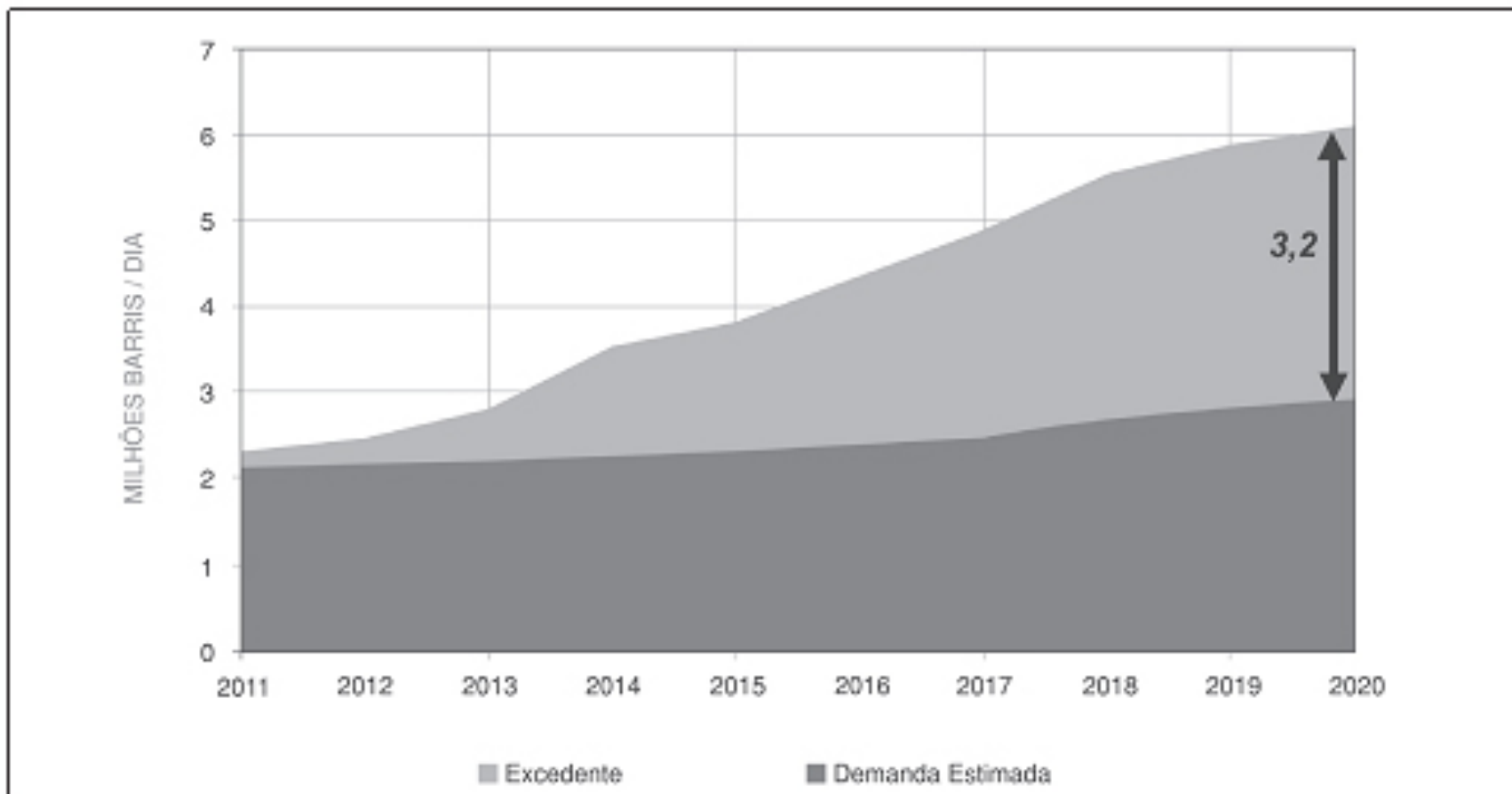


Figura 5 – Excedente de petróleo.

Tolmasquim (2012) <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100017>

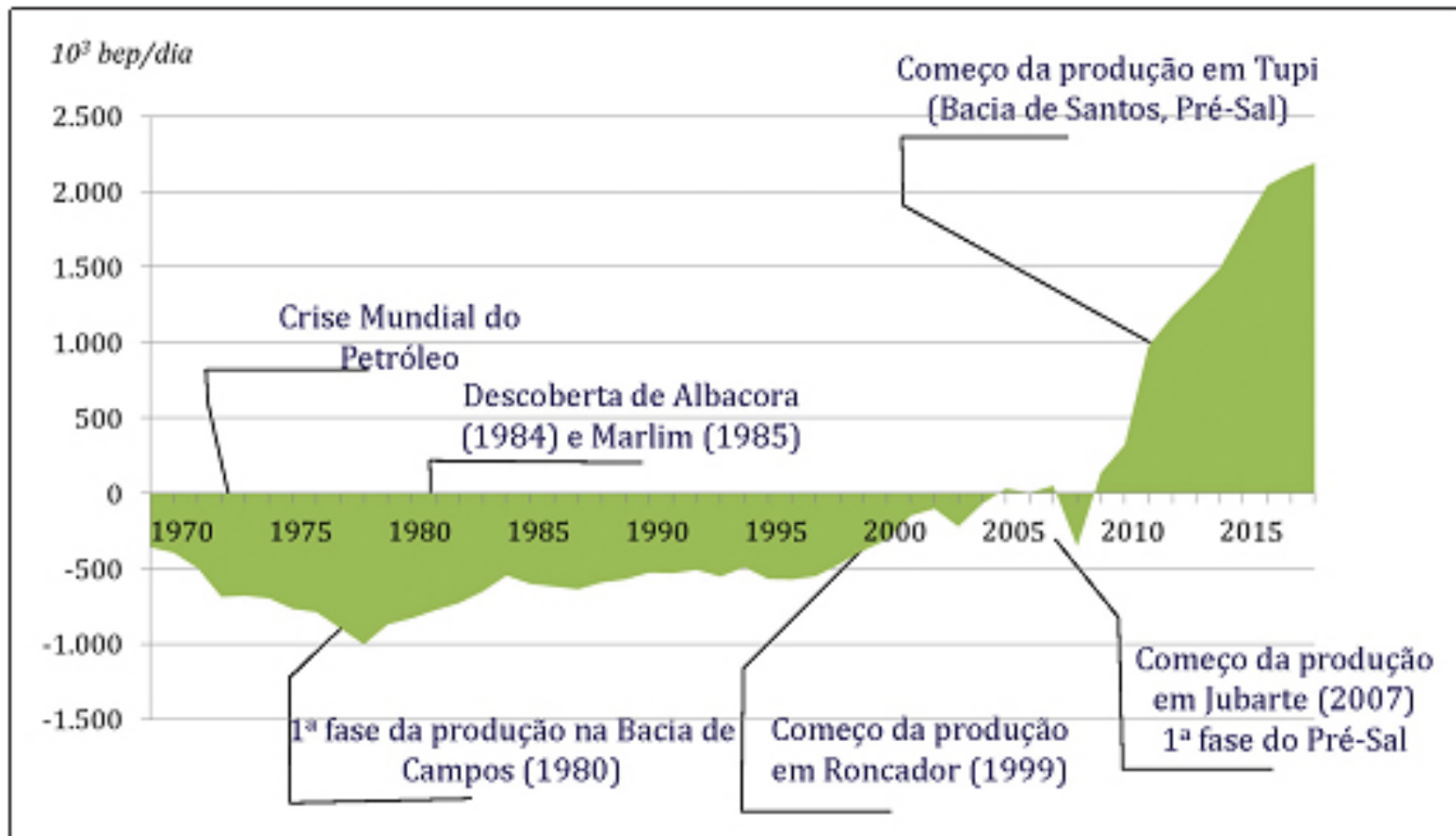


Figura 4 – Balanço de petróleo nacional - Rumo à autossuficiência e exportação.

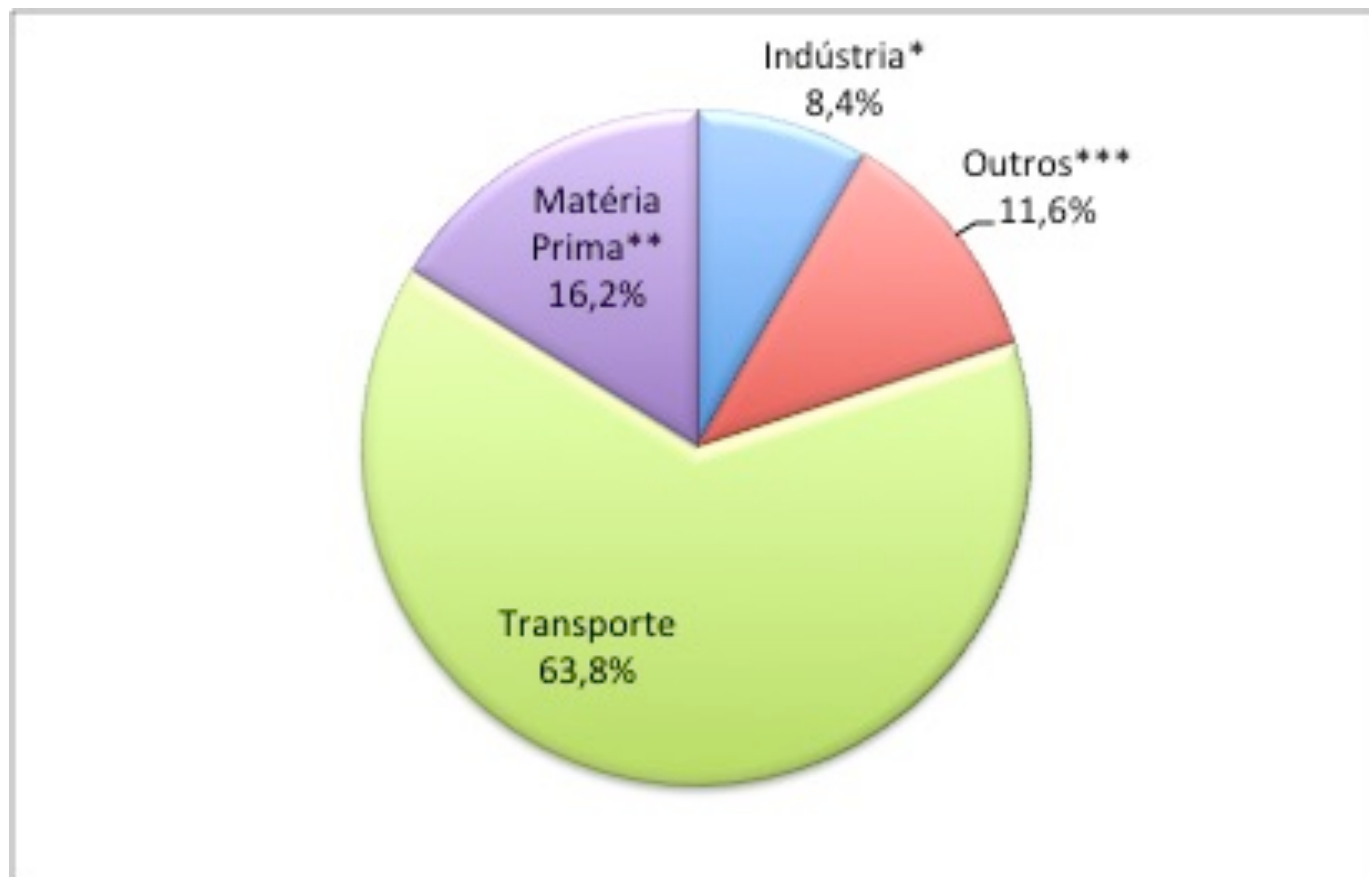
Combustíveis Fósseis

- Brasil: auto-suficiente na produção de petróleo desde 2006;
- Brasil prevê ser auto-suficiente em derivados a partir de 2020 (informações de fev/2014 da presidente da Petrobras)
- Dia 21/10/2013: Consórcio formado pelas empresas **Petrobras**, Shell, Total, CNPC e CNOOC arrematou o campo de Libra e foi o vencedor do primeiro leilão do pré-sal
- no dia julho/2014, supera **o patamar de 500 mil barris de petróleo por dia (bpd)** no campo pré-sal

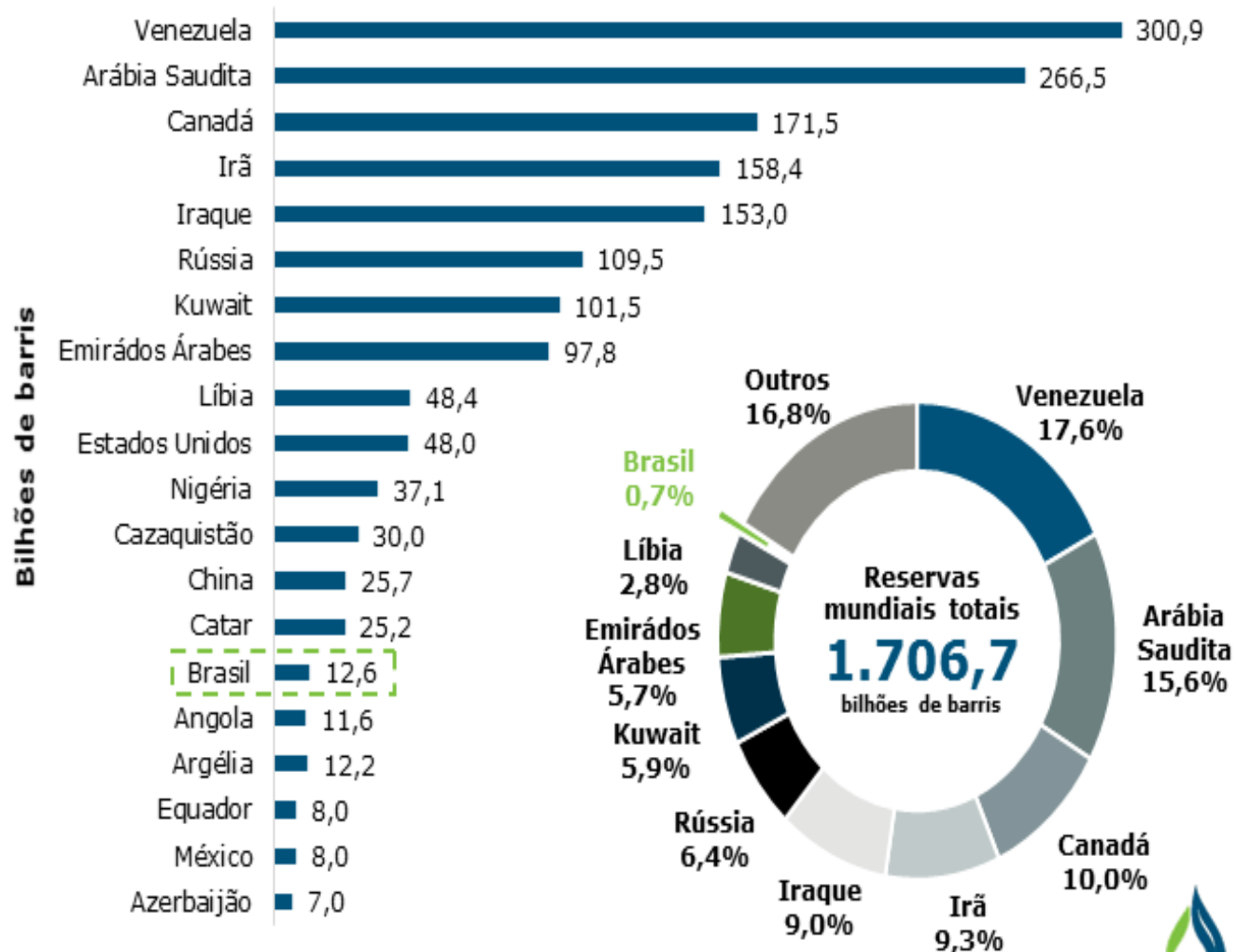
A produção de mais de 500 mil barris por dia foi alcançada oito anos após a primeira descoberta de petróleo na camada do pré-sal, em 2006.



Usos do petróleo



Maiores reservas provadas de petróleo 2016



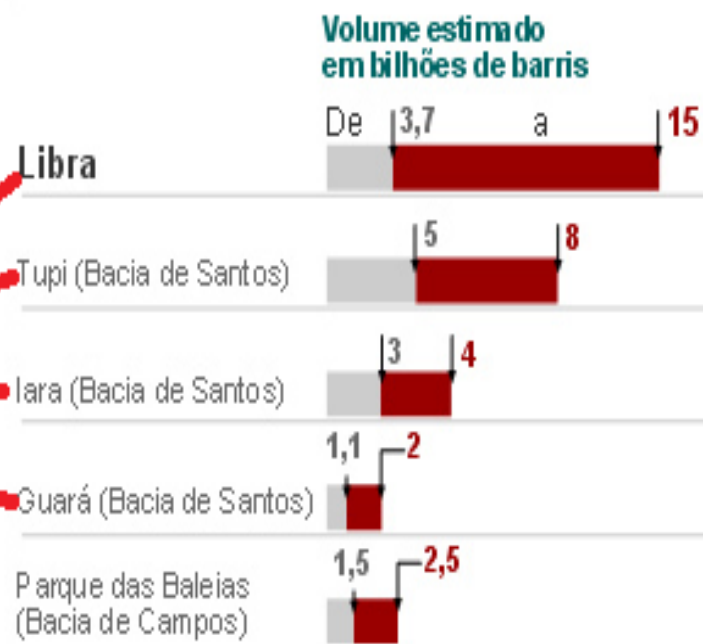
Atualizado - agosto 2017
 Fonte: Elaboração IBP com dados da BP



E as reservas do pré-sal?



reas do Pré-Sal

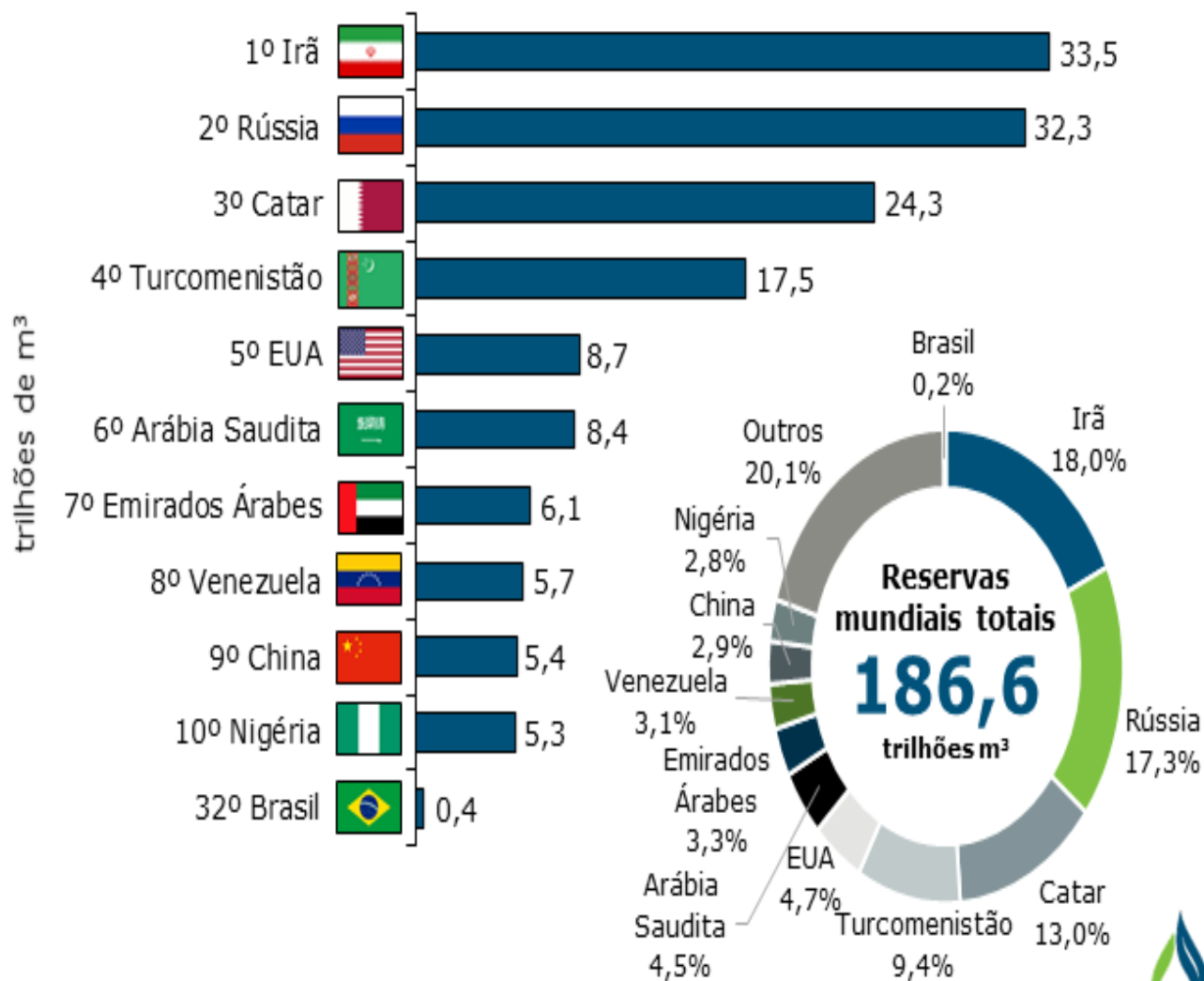


Libra, sozinha, pode igualar toda reserva de petróleo provada no Brasil

Maiores reservas provadas de gás natural em 2016

Res

al



Atualizado - março 2018

Fonte: Elaboração IBP com dados da BP



Impactos ambientais associados aos combustíveis fósseis

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

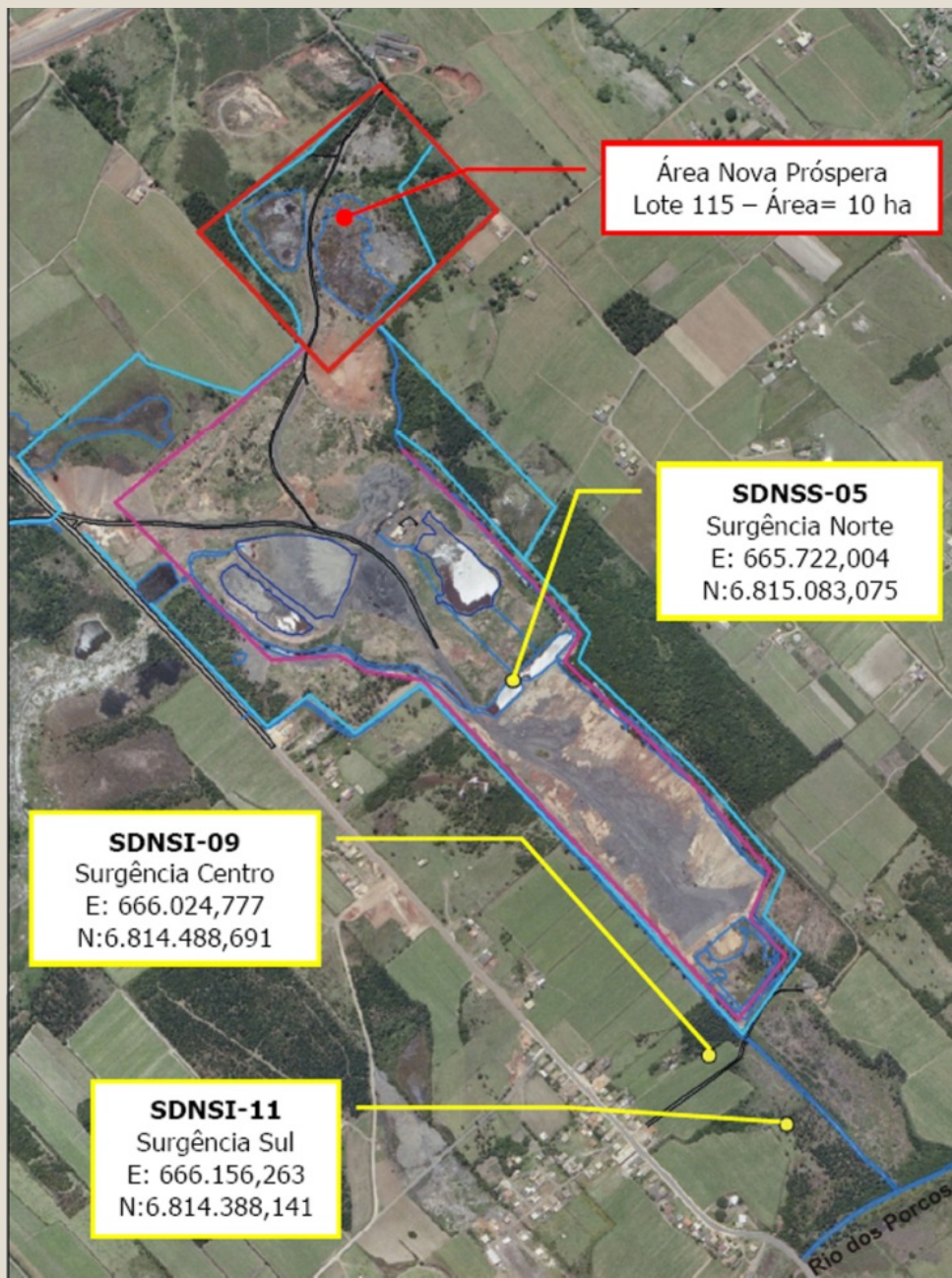
.....

Impactos ambientais associados aos combustíveis fósseis

- Construção de plataformas para poços de petróleo e gás, tubulações, depósitos e tanques de armazenagem;
- Infraestrutura para beneficiamento e transporte;
- Poluição de águas superficiais;
- Poluição dos mares;
- Poluição atmosférica;
- Subsidência do solo;
-

Tecnologia e Meio Ambiente: quais as relações?



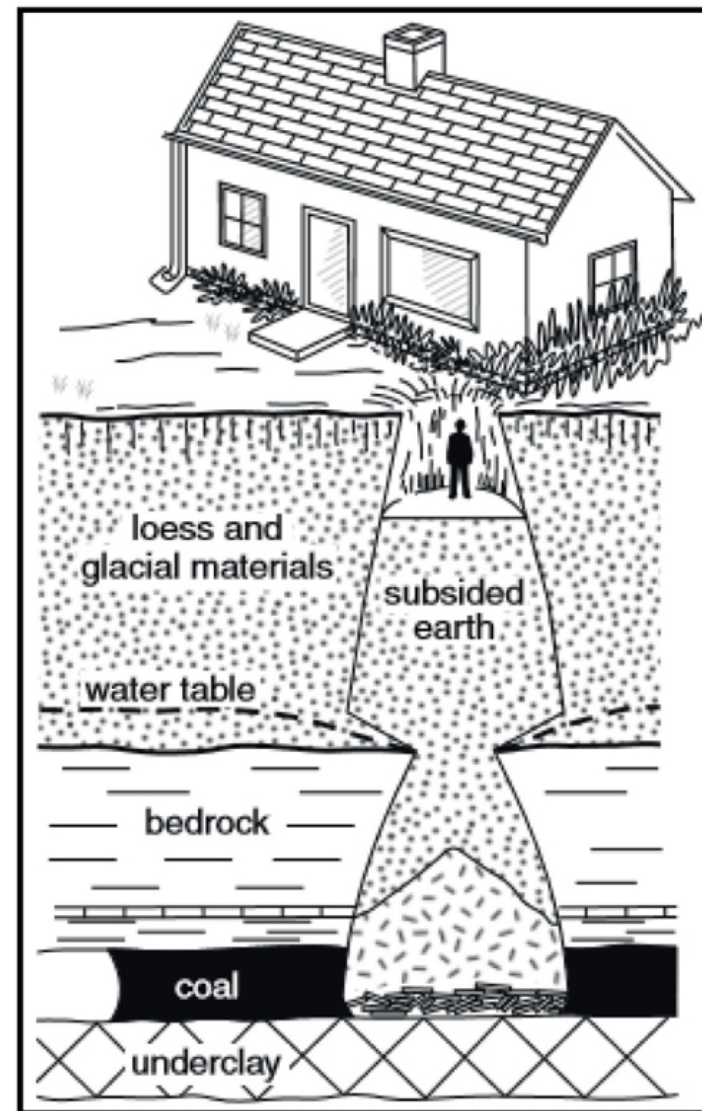
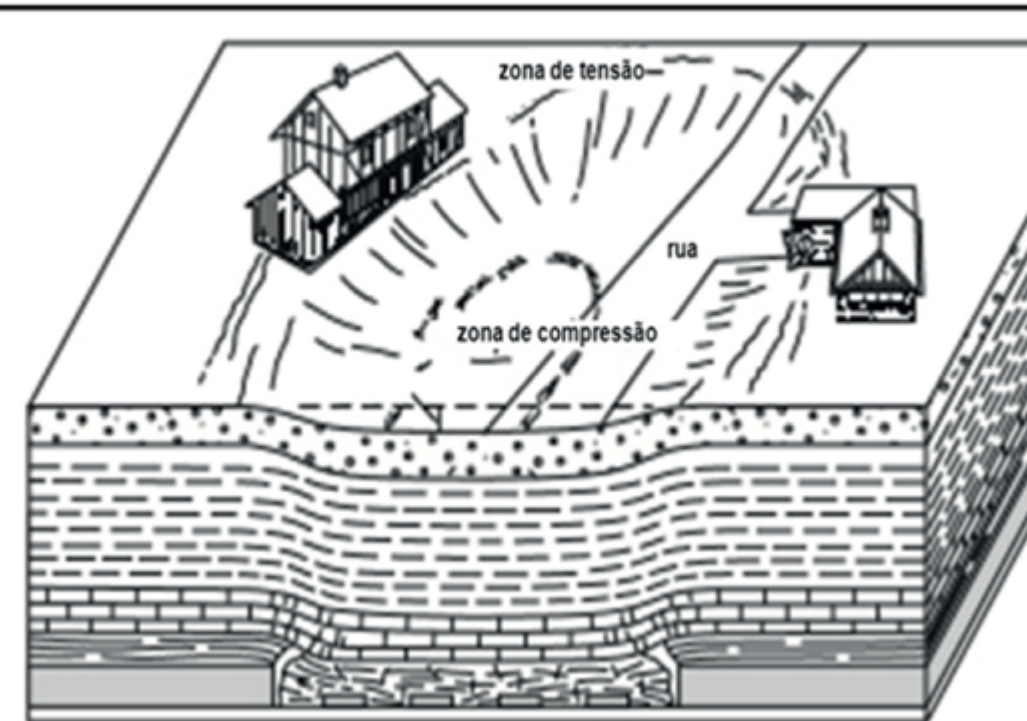


Recuperação das áreas impactadas por mineração de carvão em Santa Catarina. CSN 2010/2011



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 tipo sag a partir do desabamento das camadas acima da camada minerada de carvão e da repercussão de seus impactos em superfície



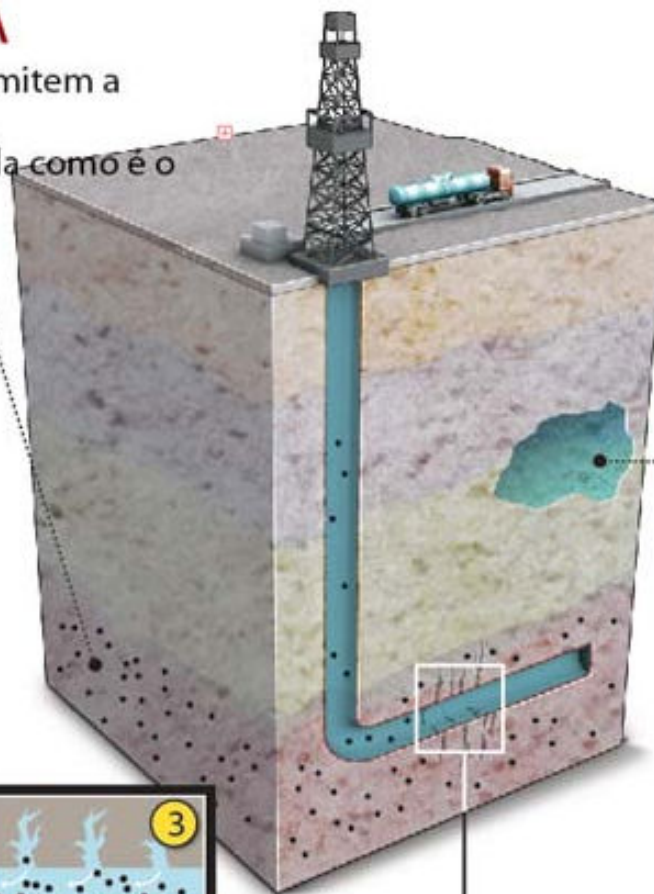
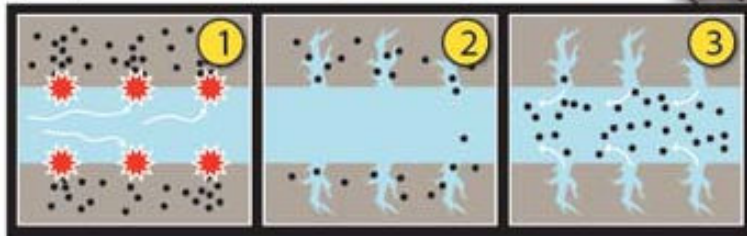
Source: Modified from Bauer, Trent and Dumontelle (1993)

A ROCHA SALVADORA

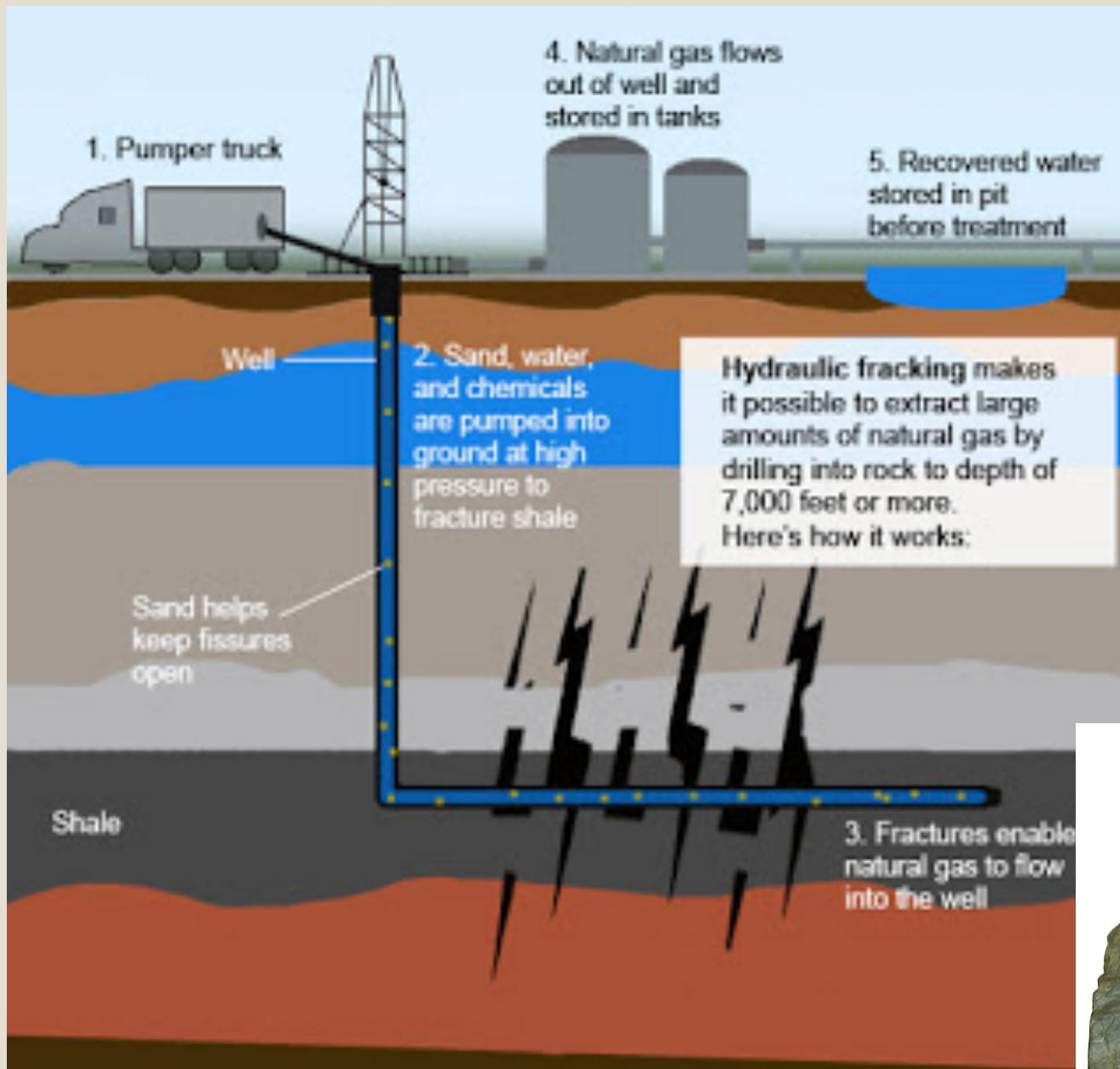
Desde 2006, avanços tecnológicos permitem a extração do gás de xisto em larga escala. Entenda como é o

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

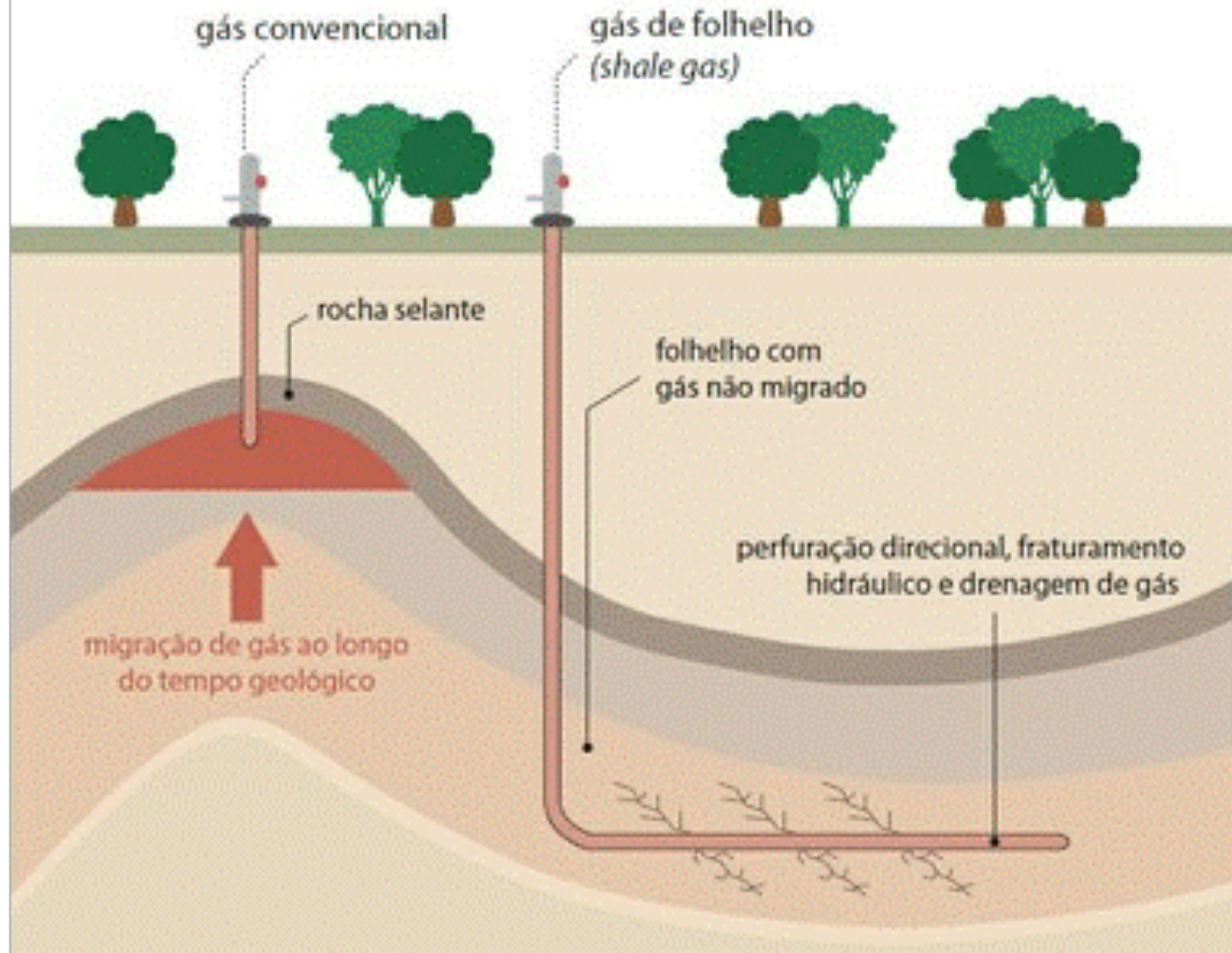
- 1 Para obter o xisto, é necessário injetar no solo uma mistura de água, sal, ácido, chumbo e
- 2 Esses produtos criam fissuras nas rochas,...
- 3 ...que permitem que o gás escape



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



■ Reserva recuperável estimada

País	Volume (trilhões de m3)
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
Brasil	6,4
Polônia	5,3
França	5,1

Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE)/ANP

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 (quais produtos químicos são utilizados?)
 - Degradação do solo

Segundo uma estimativa da EPA: o volume anual de água utilizado nos EUA para a extração de gás de xisto varia entre 265 a 530 bilhões de litros, o que daria para abastecer 40 a 80 cidades de 50 mil habitantes ou 1 a 2 cidades de 2,5 milhões de habitantes.

a EPA irá realizar um grande estudo, onde pretende gastar 12 milhões de dólares para avaliar os possíveis impactos do fraturamento hidráulico nas fontes de água potável.

Science 17 May 2013:

Vol. 340 no. 6134

DOI: 10.1126/science.

1235009

Impact of Shale Gas Development on Regional Water Quality

R. D. Vidic^{1,*}, S. L. Brantley², J. M. Vandenbossche¹, D. Yoxtheimer², J. D. Abad¹

Unconventional natural gas resources offer an opportunity to access a relatively clean fossil fuel that could potentially lead to energy independence for some countries. Horizontal drilling and hydraulic fracturing make the extraction of tightly bound natural gas from shale formations economically feasible. These technologies are not free from environmental risks, however, especially those related to regional water quality, such as gas migration, contaminant transport through induced and natural fractures, wastewater discharge, and accidental spills. We review the current understanding of environmental issues associated with unconventional gas extraction. Improved understanding of the fate and transport of contaminants of concern and increased long-term monitoring and data dissemination will help manage these water-quality risks today and in the future

O MPF entrou com uma ação civil pública para anular parcialmente a 12ª rodada de leilão de gás natural promovida pela ANP no final de novembro/2013, das 72 áreas.,54 apresentam alto potencial para a produção do gás de xisto. O principal foco das críticas é o método de produção do gás, conhecido como fraturamento. Após explodir a rocha, é injetada grande quantidade de água contendo produtos químicos para liberar o gás. “Não se conhece ao certo o risco trazido pela injeção dessa água no subsolo, e o risco de se contaminarem aquíferos freáticos”, explica o presidente da Abes, Dante Ragazzi Pauli. Em relação aos prejuízos econômicos resultantes da exploração do gás xisto, Cencela secretário-geral da FNP. explica que, em médio prazo, o processo tende a fazer baixar o preço do petróleo e, assim, diminuir o valor econômico das reservas de óleo e gás do pré-sal. “Só utiliza essa produção quem não tem petróleo, o que não é o caso do Brasil”. Um dos pontos ameaçados pela produção do gás de xisto é o Aquífero Guarani, considerado um dos maiores reservatórios de água doce do mundo, localizado em lençóis freáticos no subsolo de São Paulo e do Paraná — 16 áreas arrematadas pelo leilão ficam na Bacia do Paraná, em cima do aquífero. “A contaminação do Aquífero Guarani é um risco concreto, e seria sem dúvida uma catástrofe ecológica de impacto internacional”, avaliou em artigo o ex-secretário de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, Liszt Vieira “O Brasil é signatário de protocolos internacionais que exigem a adoção do princípio da precaução”, lembrou.

Matéria na revista **RADIS**, Número 136 – Janeiro 2014

[EcoDebate](#), 27/01/2014

Fontes Alternativas de Energia

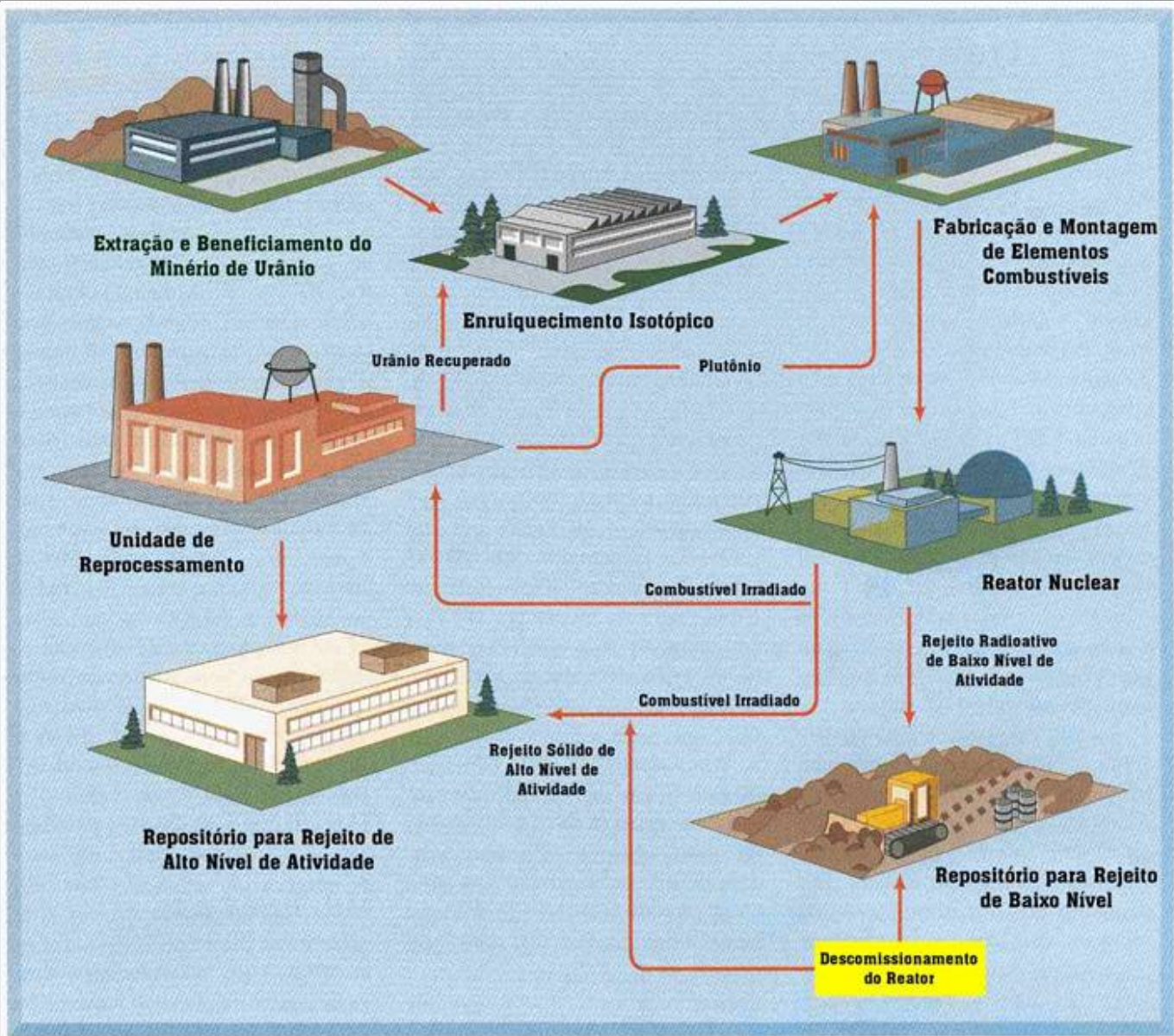
- Qualquer recurso energético, diferente dos combustíveis fósseis;
- As fontes alternativas são divididas nas seguintes categorias:
 - Não-renováveis:
 - Nuclear e geotérmica;
 - Renováveis:
 - Solar, hidráulica, eólica e biomassa.

Energia Nuclear

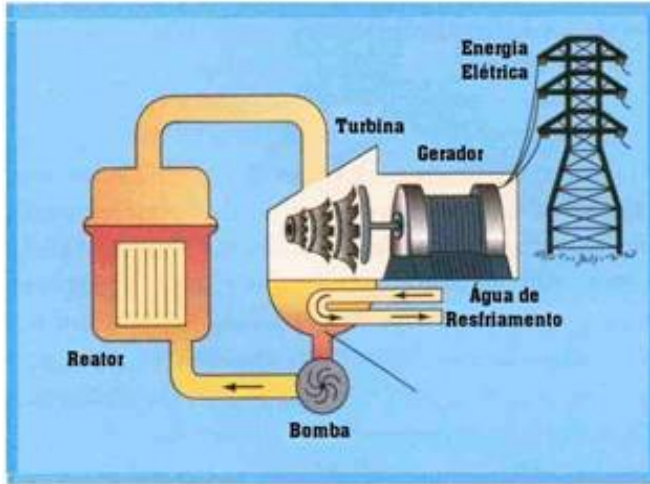
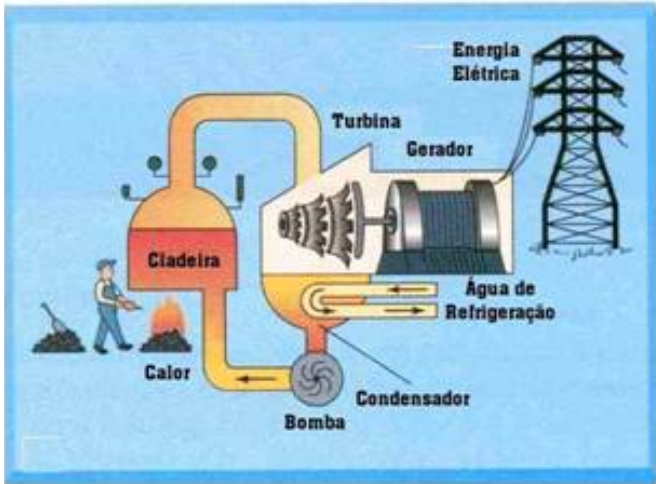
- Energia obtida do núcleo dos átomos de determinados elementos químicos;
- O aproveitamento é feito pelos processos de fissão e fusão nucleares;
- Fissão nuclear:
 - Divisão do núcleo do átomo em fragmentos menores.
- Fusão nuclear:
 - União de dois átomos para formar um mais pesado.

Energia Nuclear

- Em média, um quilograma de óxido de urânio (U_3O_8), produz uma quantidade de energia equivalente a:
 - 11,36 m³ de petróleo;
 - 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%.



Ciclo do Combustível Nuclear

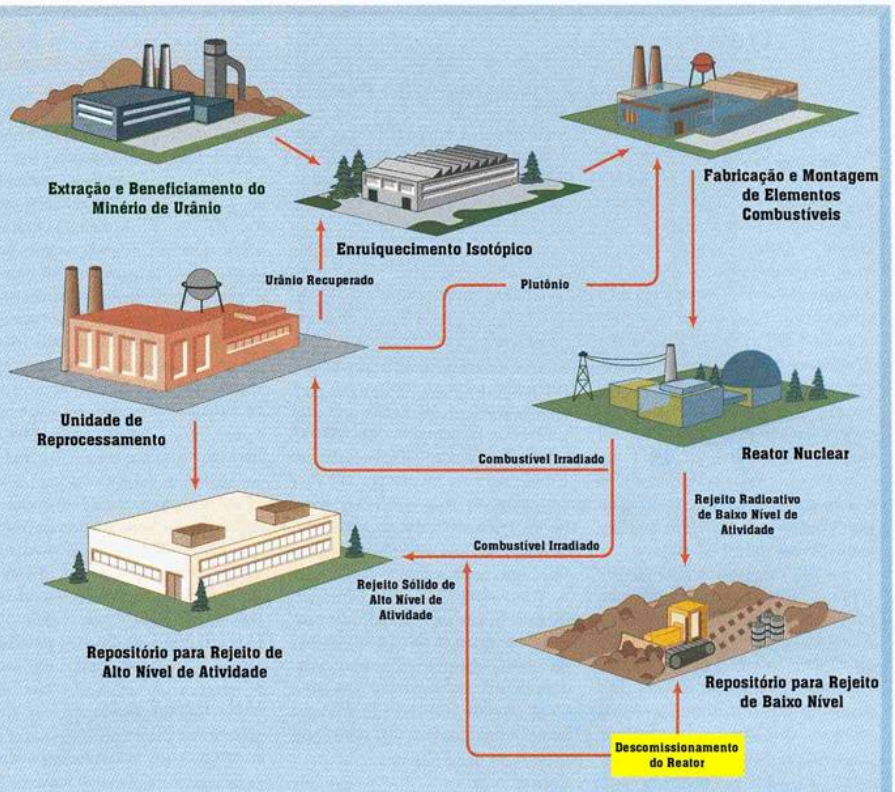


Comparação entre os Sistemas Convencional e Nuclear para Geração de Energia Elétrica

Impactos Ambientais Associados à Energia Nuclear

- A principal preocupação são os rejeitos radioativos;
- Podem resultar em significativo impacto sobre a saúde da população e sobre o meio ambiente
 - Ação da radiação ionizante.

- Aula dia 15/10



ENERGIA NUCLEAR PARA FINS CIVIS

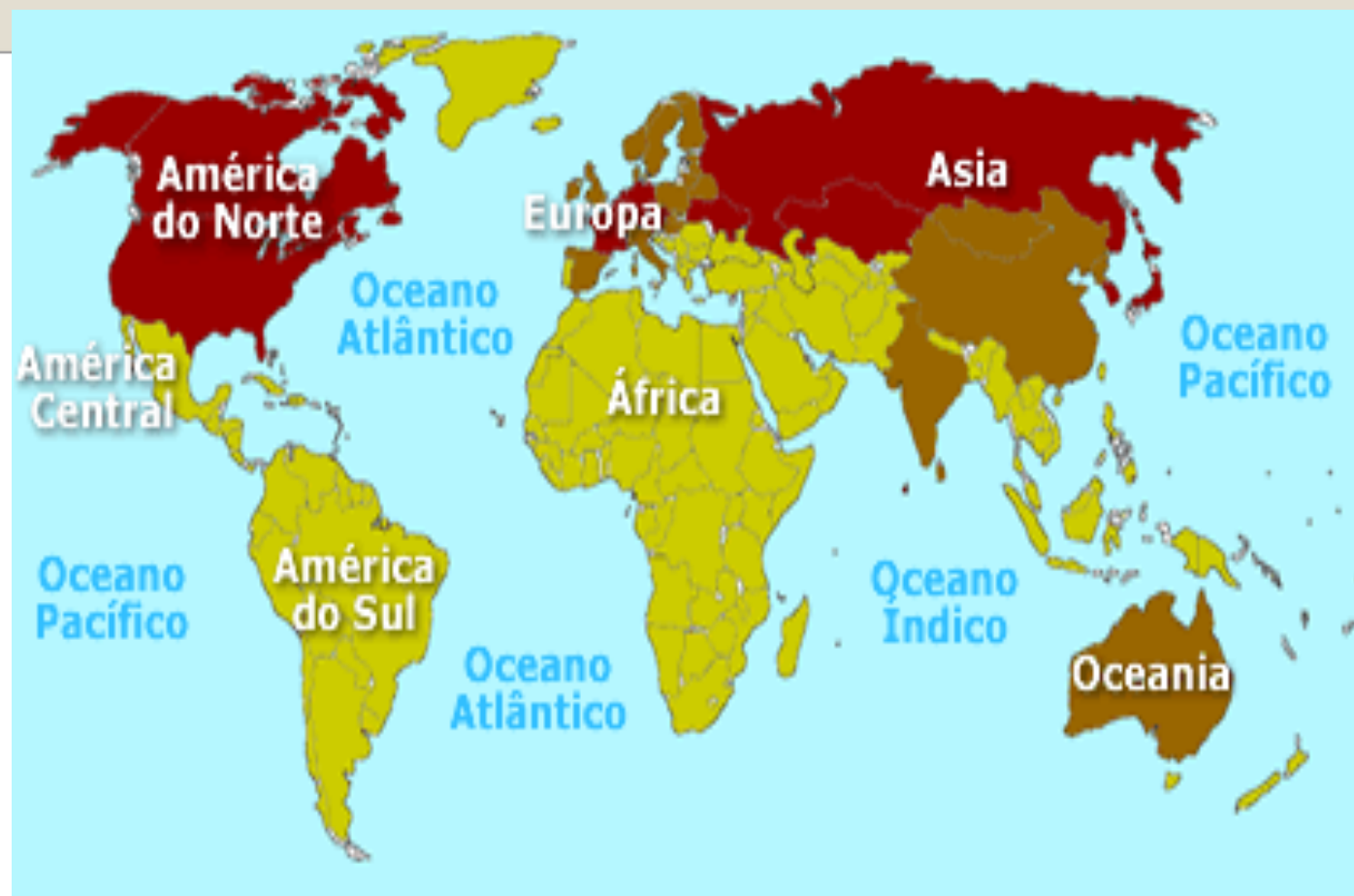
REATORES NUCLEARES NO MUNDO

REATORES OPERACIONAIS

REATORES FUTUROS

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE





Países que usam muita Energia Nuclear.



Países que usam Energia Nuclear, em média quantidade.



Países que usam pouca ou nenhuma Energia Nuclear
(o Brasil está aqui).

Energia Geotérmica no Mundo

Maior densidade ao norte do Atlântico e Europa

Utilizadores da Energia Geotermal no Mundo:



EUA

Filipinas

México

Indonésia

Itália

Islândia

United States 3094 MW France 16 MW Portugal 29 MW Iceland 575 MW Germany 6.6 MW Austria 1.4 MW Italy 843 MW Turkey 82 MW Ethiopia 7.3 MW Kenya 167 MW China 24 MW Russia 82 MW

Mexico 958 MW

Japan 536 MW

Guatemala 52 MW

Philippines 1904 MW

El Salvador 204 MW

Papua-N. G. 56 MW

Nicaragua 88 MW

N. Zealand 628 MW

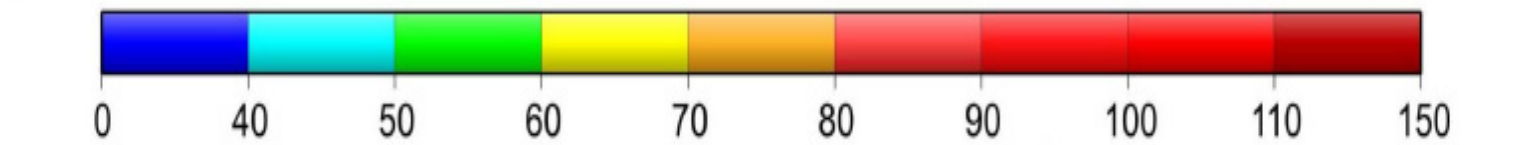
Costa Rica 166 MW

Total : 10,715 MWe

Thailand 0.3 MW

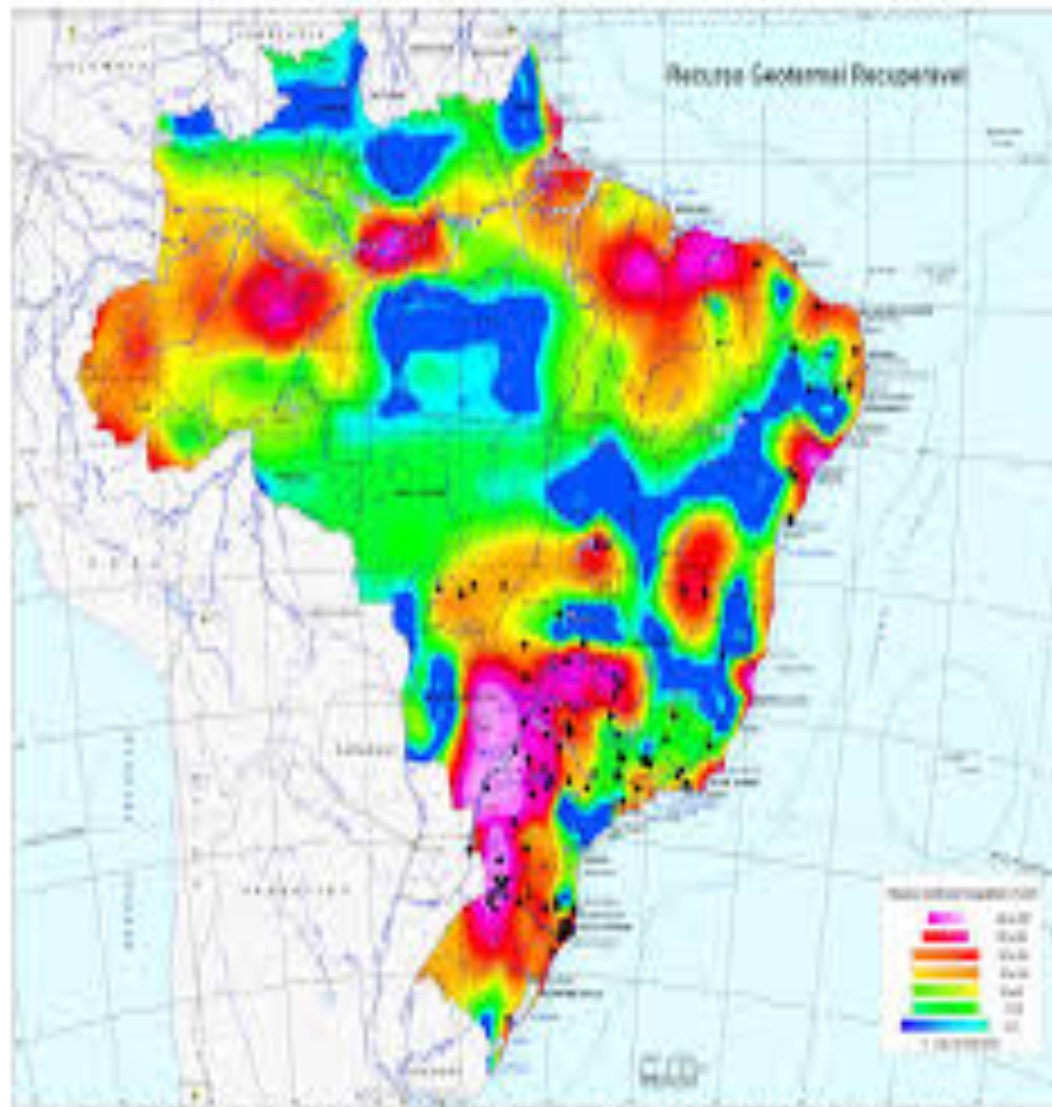
Indonesia 1197 MW

Australia 1.1 MW

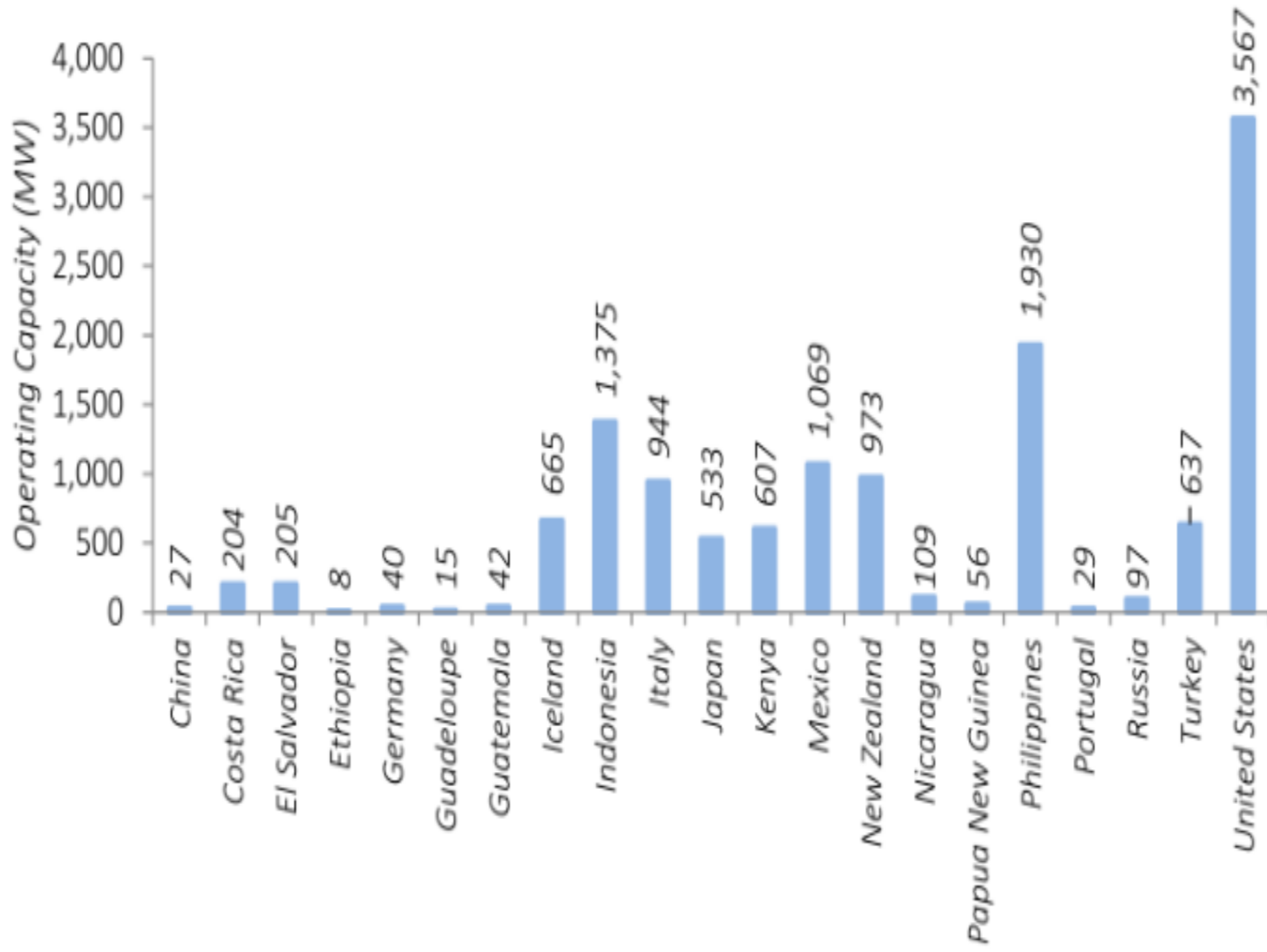


Heat Flow Density [milliwatt/m²]

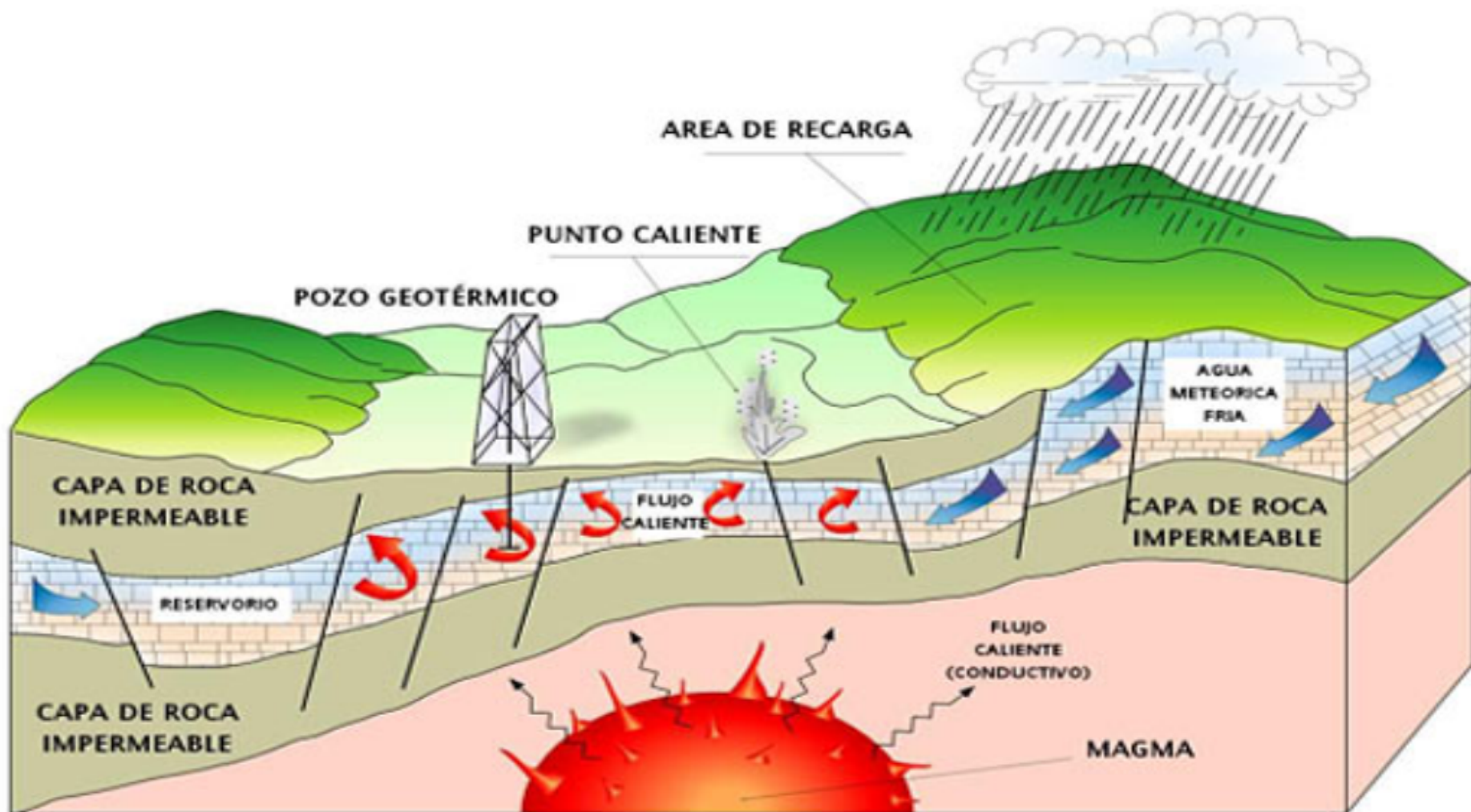
Atlas Nacional 2010 - IDGE - Observatorio Nacional - ONMCT



Informe Técnico 108 - Caracas, V.C. Venezuela, 1974 (actualizado 1987) - Laboratorio de Geotermia - Comisión de Energía de la Universidad Nacional



Energía Geotérmica



Compromissos

Energia Geotérmica

Vantagens

Eficiência bastante alta

Energia líquida moderada em locais acessíveis

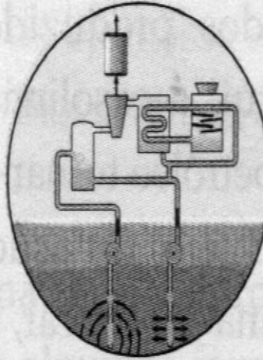
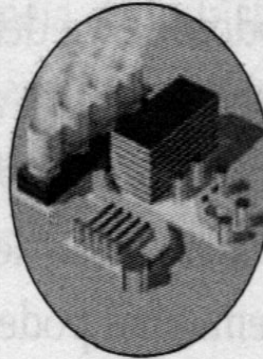
Menores emissões de CO₂ que os combustíveis fósseis

Baixo custo em campos favoráveis

Pouca utilização da terra

Pouca perturbação da terra

Impacto ambiental moderado



Desvantagens

Escassez de campos favoráveis

Esgotável se utilizada muito rapidamente

Emissões de CO₂

Poluição do ar local de moderada a baixa

Ruído e odor (H₂S)

Custo muito alto, exceto nas fontes mais concentradas e acessíveis

Matriz limpa?



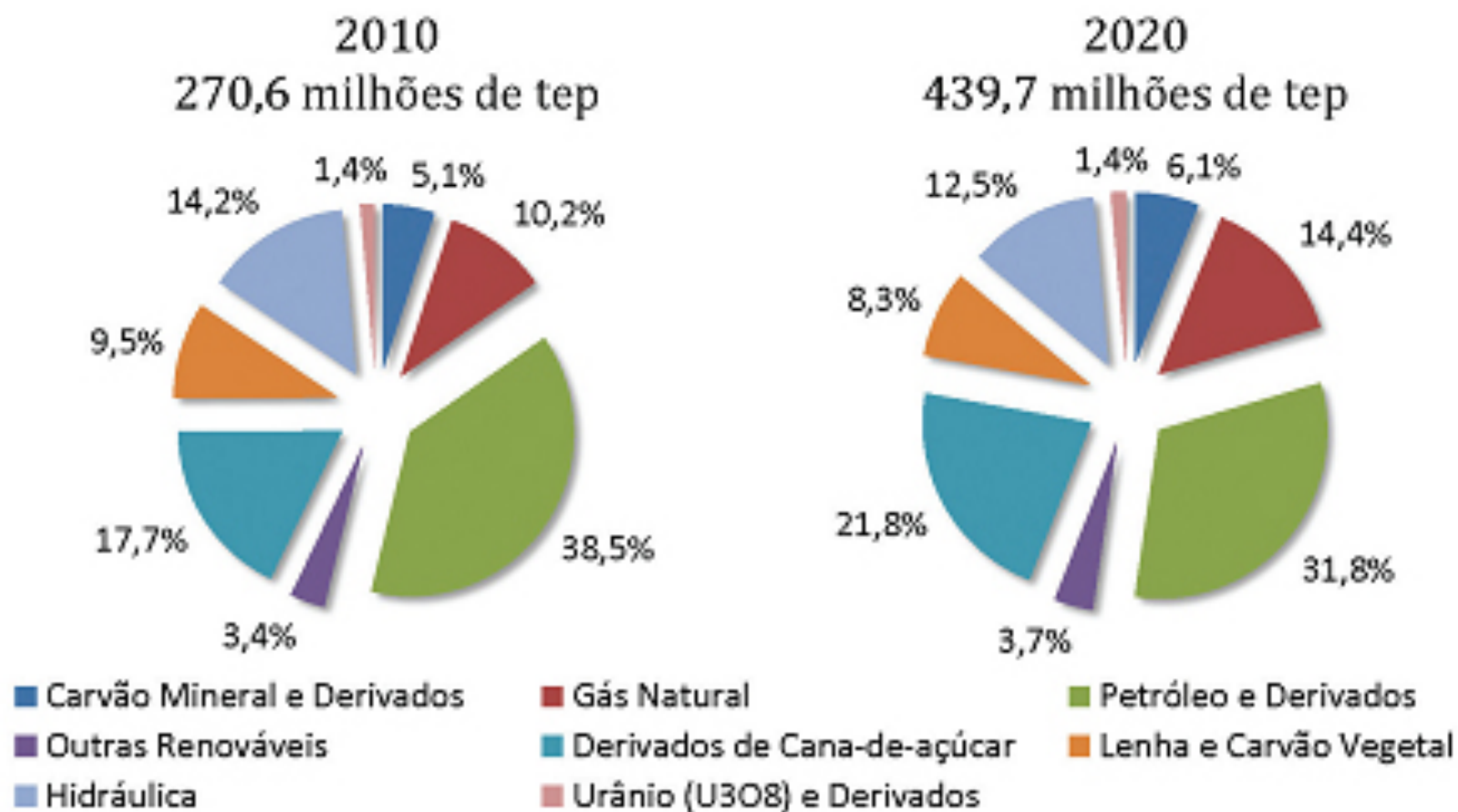


Figura 1 – Evolução da oferta interna de energia.

Fontes Renováveis de Energia

- São todas aquelas direta ou indiretamente derivadas da energia solar:
 - Energia hidráulica, que só é continuamente obtida devido ao ciclo hidrológico, que depende da energia do sol;
 - Energia acumulada nas plantas pelo processo de fotossíntese, das quais se pode obter combustíveis.

Uso da Energia Proveniente do Sol

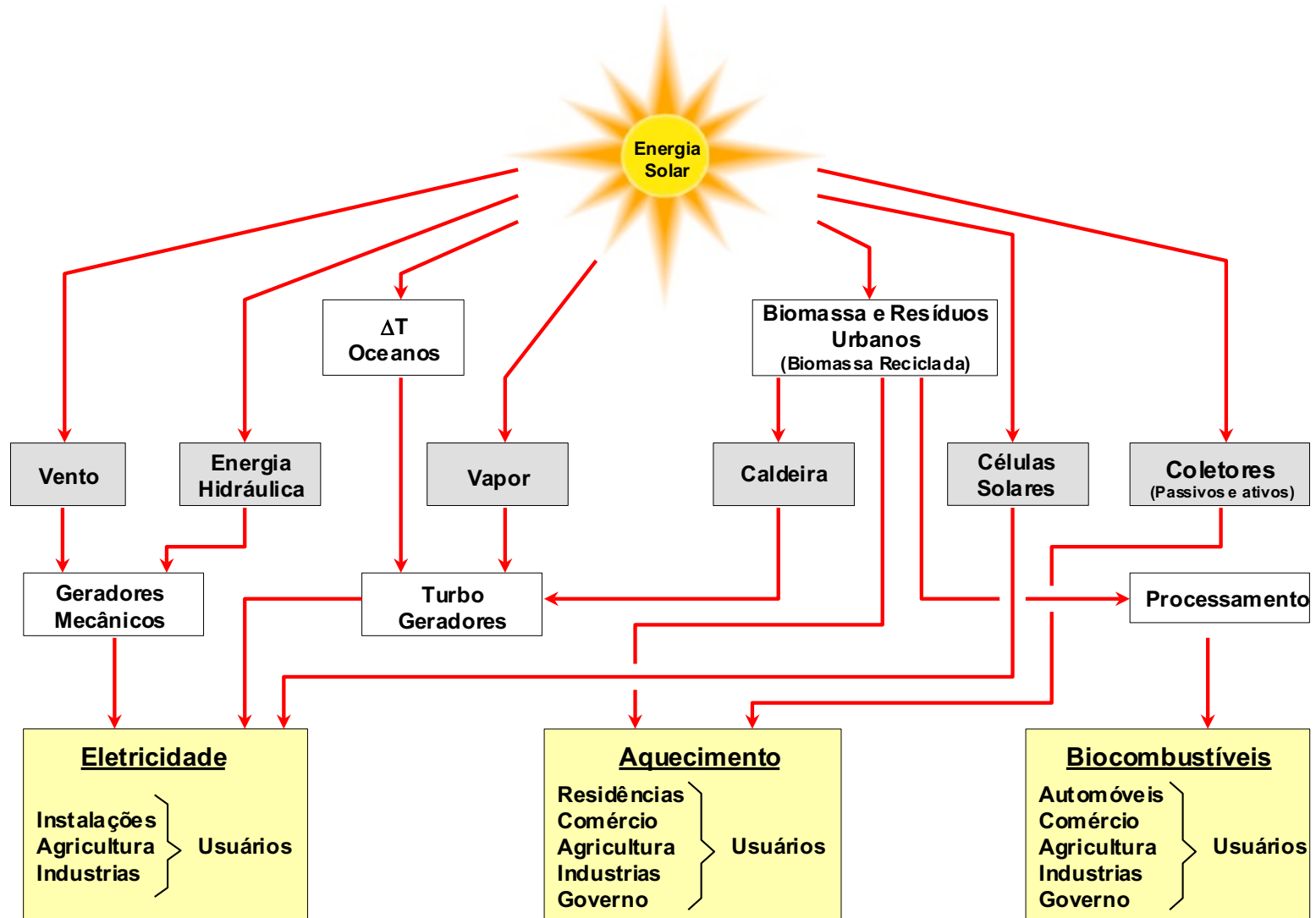
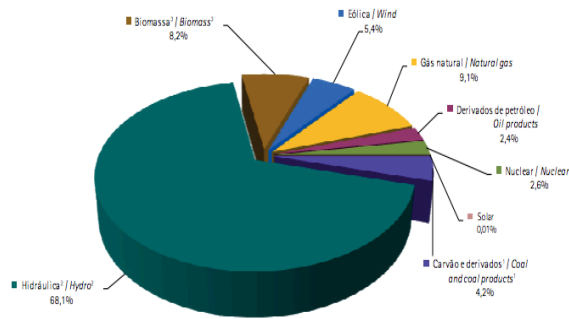


Gráfico 1.1 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte

Chart 1.1 - Domestic Electricity Supply by Source

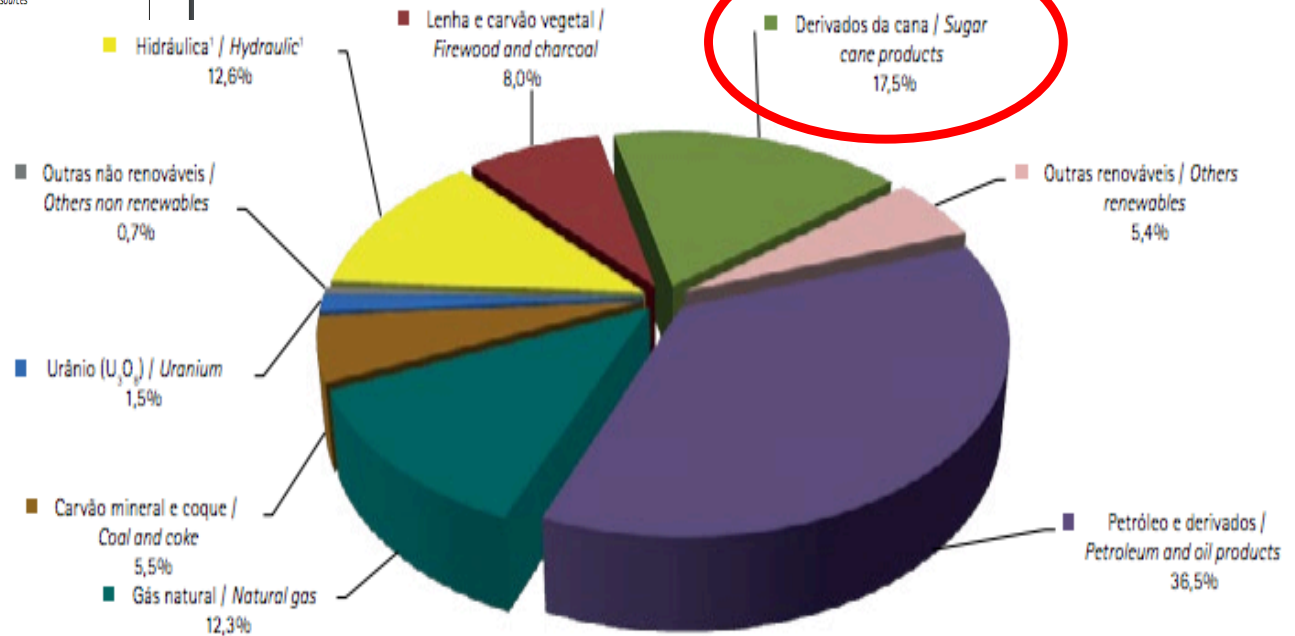


Notas / Notes:

1. Inclui gás de coqueria / Includes coke oven gas
2. Inclui importação de eletricidade / Includes electricity imports
3. Inclui lenha, bagaço de cana, lúvia e outras recuperações / Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

BRASIL

Gráfico 1.2 - Oferta Interna de Energia Doméstica
Domestic Energy Supply



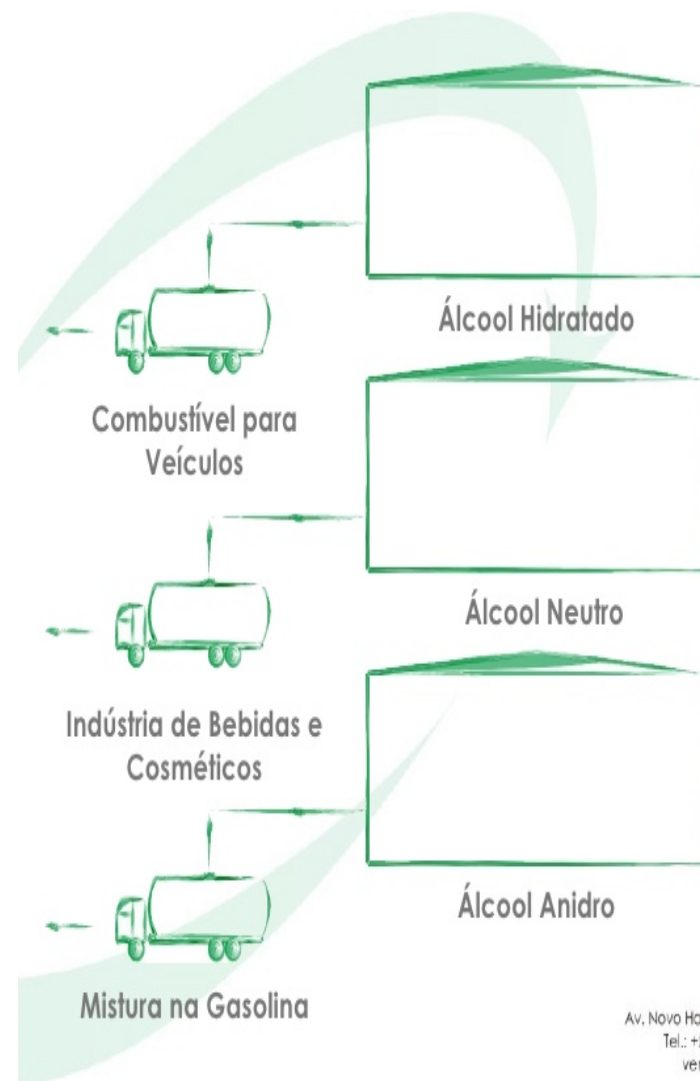
1. Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica. 1 kWh = 860 kcal (equivalente térmico teórico - primeiro princípio da termodinâmica). Ver Anexo VI.6 - Tratamento das informações. / Includes electricity imports originated from hydraulic sources. 1 kWh = 860 kcal (physical equivalent - First Principle of Thermodynamics). Look Appendix VI.6.

Etanol - Tipos

Produto renovável que contribui para a redução do efeito estufa e diminui a poluição do ar.

Três tipos:

1. Neutro – Indústria de bebidas e cosméticos
2. Hidratado (96% de álcool puro mais 4% água)
3. Anidro (99,5% de álcool puro mais 0,5% água)



Etanol – Matérias Primas

Vegetais ricos em carboidratos como:

cana-de-açúcar (Brasil)

milho (EUA)

beterraba (UE).

Brasil: País com os menores custos de produção.

CUSTO DE PRODUÇÃO ÁLCOOL

CANA=

US\$ 0,81/galão

X

CUSTO DE PRODUÇÃO ÁLCOOL

MILHO=

US\$ 1,05/galão

X

CUSTO DE PRODUÇÃO ÁLCOOL

BETERRABA=

US\$ 2,89/galão

Como funciona uma usina de álcool

Do canavial ao posto de gasolina, todas as fases da produção

1 CANA-DE-AÇÚCAR

Colhida entre fins de março e começo de dezembro no Estado de São Paulo. Na média, são 86 toneladas por hectare. O valor dessa matéria-prima está no teor de sacarose contido no caule da planta

2 SEPARAÇÃO E PESAGEM

Na entrada da usina, os caminhões são pesados, calculando-se a remuneração do fornecedor independente, assim como o valor que corresponde aos cortadores que trabalham na colheita manual

3 LIMPEZA

Restos de palha, gravetos, areia, pedriscos e terra são removidos por lavagem em esteiras contínuas. Essa água é reciclada e circula várias vezes, em circuito fechado. Hoje, o processo industrial consome menos de 20% da água que era necessária 30 anos atrás

4 PICADORES

Os caules são picados em toletes de comprimento mais ou menos regular, etapa importante para melhor aproveitamento do processo automático que vem a seguir

6 BANHO QUÍMICO

Começa o tratamento do caldo. A primeira parada é nos misturadores, onde se adicionam substâncias químicas que uniformizam o líquido e forçam o depósito, no fundo do tanque, dos traços de celulose que acompanharam o caldo

7 PURIFICAÇÃO

A seguir se retiram os aditivos químicos da fase anterior, que também são reciclados e aproveitados várias vezes. Na sequência do processo industrial, entram somente substâncias naturais

5 SEPARAÇÃO

Moendas separam o caldo, que nada mais é que a garapa vendida nas feiras livres. Sobram 250 quilos de bagaço por tonelada de cana

8 FERMENTAÇÃO

Um dos grandes segredos do sucesso do etanol brasileiro, as cepas de enzimas que provocam a fermentação natural do caldo têm a missão de quebrar as moléculas de sacarose para que o mosto, obtido depois de um período que pode variar entre oito e 15 horas, ofereça a produtividade esperada

9 DESTILAÇÃO

Calor e alta pressão gerada nas caldeiras fazem o salto definitivo do processo físico-químico que libera o biocombustível. As torres de destilação são feitas de aço inoxidável e representam a parte mais sofisticada do equipamento da usina

HIDRATADO

Na saída da destilação, o etanol traz uma porcentagem de água, na transformação química. Essa parte, geralmente entre 4% e 6%, integra o combustível chamado álcool hidratado

ANIDRO

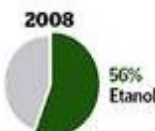
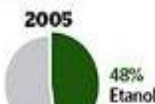
Alcool desidratado em processamento adicional, serve para a mistura de 23% na gasolina brasileira. Algumas usinas preferem desidratar todo o seu álcool e, depois, acrescentar água pura quando vendem uma partida de "hidratado"

10 ARMAZENAGEM E LOGÍSTICA

A rede brasileira de dutos é limitada. As usinas precisam de grandes instalações para armazenagem. Mais: o escoamento se faz basicamente por caminhões no Brasil, enquanto os Estados Unidos aproveitam hidroviária e uma gigantesca malha de dutos

AÇÚCAR X ALCOOL

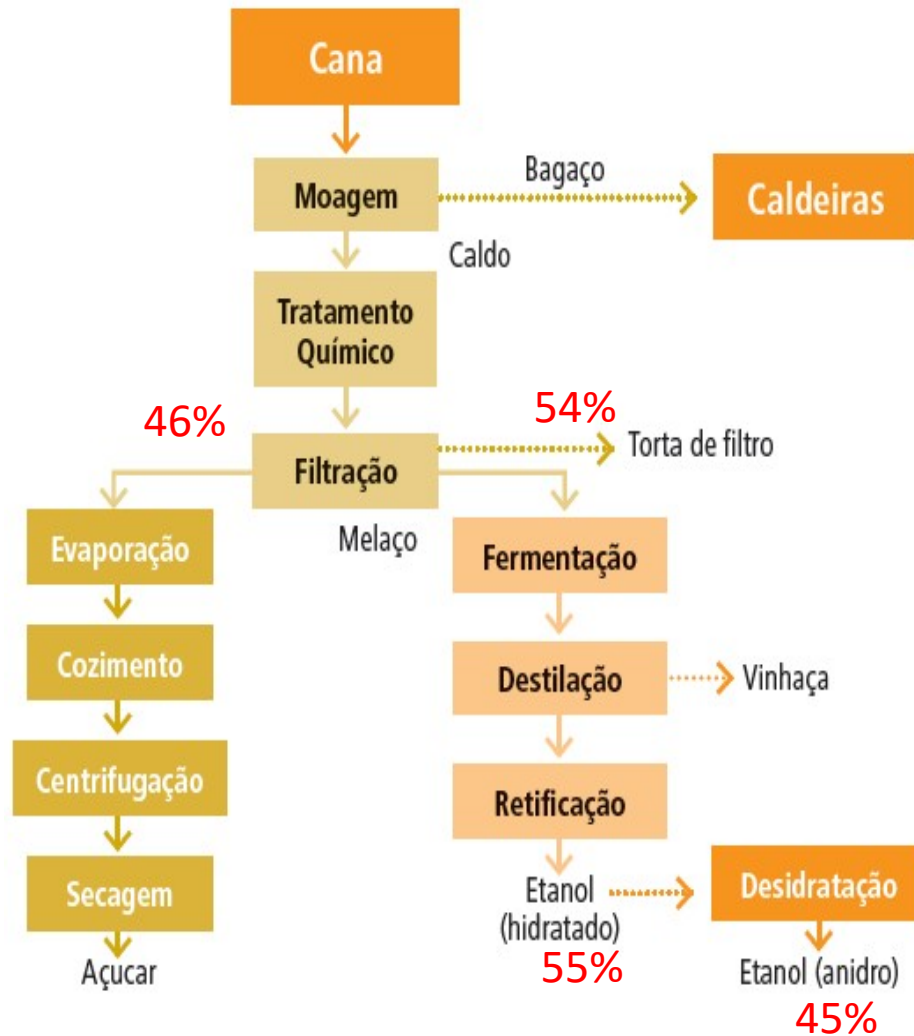
A proporção de cana que vira etanol ou açúcar varia conforme o preço. Hoje, a vantagem é do etanol



ENERGIA

O bagaço, adicionado à palha que foi recolhida na limpeza, abastece caldeiras de alta pressão, que alimentam turbinas e, assim, fornecem toda a eletricidade necessária ao funcionamento da usina. A sobra é vendida a concessionárias de eletricidade

Fluxograma de produção de açúcar e etanol da cana-de-açúcar.



Etanol total: 90% mercado interno
10% Exportação

Histórico do setor sucroenergético

- A escassez de derivados de petróleo, decorrente da 2ª Guerra Mundial, fez o governo criar diversos incentivos para a produção de álcool.
 - Em 1941, **fixou-se em 20% o teor de álcool anidro** na mistura com a gasolina.
 - Em 1942, pelo Decreto-Lei No. 4.722, foram estabelecidos **preços mínimos para o álcool** e para as matérias-primas destinadas à sua fabricação.
 - Em 1945, numa tentativa fracassada de aumentar a produção de álcool anidro, o governo **impôs a criação de destilarias às usinas** que quisessem **aumentar suas cotas de produção de açúcar**.

Histórico do setor sucroenergético

- Na segunda metade da década de 1970, esse produto passou a ter uma maior importância na política energética do Brasil, em vista da vulnerabilidade do País frente ao aumento do preço do barril de petróleo pelos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP):
 - Em **1973** elevaram o preço do barril de **US\$ 2,90 para US\$ 11,65** em apenas **três meses**.
 - O segundo choque aconteceu em **1979**, elevando o preço médio do barril a **US\$ 80**.

Países como o Brasil, em que o petróleo era o principal energético, correspondendo a **43% da sua matriz energética e considerando que 78% do petróleo consumido era importado**, tiveram um grande déficit em suas balanças comerciais. (ENERGIA BRASIL, 2004).

Setor sucroenergético do Brasil - Proálcool

- **1975** - Programa Brasileiro de Álcool Combustível (**Proálcool**).
 - Constituído pelo presidente Geisel
 - Objetivo: Criar autonomia energética mediante o uso de um combustível limpo e renovável.
- **Com o lançamento do Proálcool foram criados diversos incentivos e subsídios por parte do governo, tanto para os usineiros, quanto para a indústria automobilística, com a finalidade de viabilizar o programa, que prometia ser o propulsor da utilização em larga escala do álcool.**

Setor sucroenergético do Brasil - Proálcool

- **No processo de implementação do programa, são delimitadas duas fases:**
 - A primeira corresponde ao período de **1975/78**, que destaca a **obrigatoriedade da adição de álcool anidro à gasolina** comercializada (num percentual de **20%**, passando depois a **22%**), a **construção de destilarias anexas às usinas de açúcar** existentes, com o objetivo de aumentar a produção de álcool e o **desenvolvimento de motores a álcool hidratado**, por parte da indústria automobilística.
 - A segunda fase do Proálcool, iniciada em **1979**, com a segunda crise do petróleo, corresponde à produção de **álcool hidratado** em larga escala para sua utilização em **carros movidos exclusivamente com esse combustível**. Consequentemente, a partir de 1980, o mercado de carros com essas características se expande de modo que em **1984, os carros a álcool representavam 94,4% da produção das montadoras**.

Setor sucroenergético do Brasil - Desregulamentação do setor

- A desregulamentação da economia, iniciada no ano de **1988**, fez com que o setor enfrentasse uma enorme **crise**, em vista do **afastamento da intervenção do governo na política do setor**, eliminando-se, paulatinamente, todos os subsídios, financiamentos, incentivos e regulamentações.
- Para agravar ainda mais essa situação, **o preço internacional do petróleo nesses anos diminuiu**, reduzindo o diferencial de preços entre a gasolina e o álcool, o qual afetou diretamente a competitividade do álcool.
- Além disso, o aumento do **preço internacional do açúcar entre 1989 e 1990**, deu aos usineiros a oportunidade de vendê-lo em dólar no mercado internacional, minimizando a produção e oferta de álcool, agravada pela falta de competitividade do produto no mercado interno.
- Por tal motivo, houve uma **escassez do combustível no mercado**, refletindo negativamente na produção e venda de carros a álcool, sendo que a **produção caiu de 63% em 1988 até chegar a 0,09% em 1998**.

• Mercado internacional de etanol

• **Produção Brasil:**

- Segundo maior produtor de etanol do mundo, **superado pelos EUA em 2006.**

• **Produção mundial (em 2013)**

- EUA: 56,8% mercado total
- Brasil: 26,7%
- Europa: 5,9%
- China: 3%
- Índia: 2,3%
- Canadá: 2,2%
- Outros: 3,1%

Etanol 2G

- A perspectiva é que o país comece a usar cada vez mais também a palha e o bagaço da cana para produzir energia, com produção em larga escala em 5 anos.



Etanol 2G

- Estima-se que um hectare que produz cerca de 8 mil litros de etanol de 1G pode render até 11 mil litros a mais, se aproveitada a palha e o bagaço da cana para fazer etanol 2G.



17 de setembro de 2018

17 de setembro de 2018

anos
15 de setembro de 2018

17 de setembro de 2018

Etanol de segunda geração poderá ser economicamente viável a partir de 2025

28 de setembro de 2017



Elton Alisson | Agência FAPESP – O etanol

celulósico, obtido da palha e do bagaço da cana-de-açúcar e também conhecido como etanol de segunda geração (2G), poderá ser economicamente viável a partir de 2025 se forem transpostas as atuais barreiras agrícolas, industriais e tecnológicas para produzi-lo e se o setor sucroenergético brasileiro superar a estagnação em que se encontra.



O desafio é transpor as atuais barreiras agrícolas, industriais e tecnológicas, aponta pesquisador do CTBE; assunto será discutido durante o BBEST 2017 (foto: Erik Nardini/CTBE)

Etanol de 3^a geração?

<https://www.youtube.com/watch?v=vPBcRt9Lh8A>

<https://www.youtube.com/watch?v=a-vZsjGe1ng>

Etanol de 2^a geração em escala comercial?

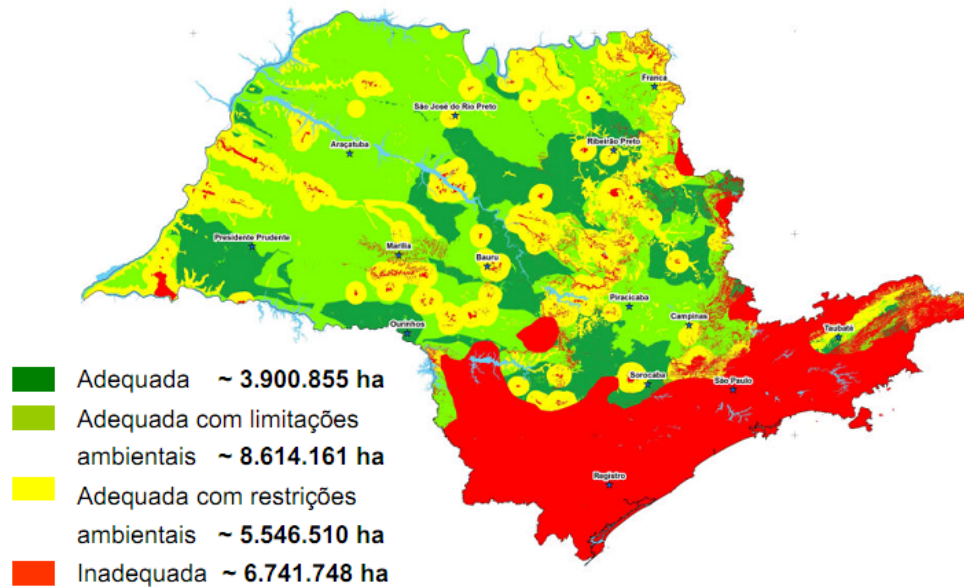
<https://www.youtube.com/watch?v=x0uYH53WDMc>

Quais os impactos ambientais do setor do etanol?

- <https://www.youtube.com/watch?v=9yOubHJ01LM>

Zoneamento ambiental: zoneamento agroambiental para o setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo

objetivo disciplinar a expansão e ocupação do solo por parte do setor sucroalcooleiro, dando base ao licenciamento ambiental.



Utilizando bases de dados sobre **condições climáticas, qualidade do ar, relevo, solo, disponibilidade e qualidade de águas superficiais e subterrâneas, unidades de conservação existentes e indicadas, incluindo áreas de proteção ambiental e fragmentos florestais para incremento da conectividade**, foi criado um mapa único que indica a **classificação do território paulista para o cultivo de cana**, e **regula a instalação e ampliação de unidades agroindustriais**

Biodiesel

- Derivado de **reservas renováveis de lipídios** como óleos vegetais e gorduras animais, **para uso em motores do ciclo diesel**.

VANTAGENS

- Renovabilidade e diversidade de fontes
- Produção descentralizada e desenvolvimento sustentável (regionalização)
- Inserção social (programas agro-energéticos)

OBSTÁCULOS

- Alto valor de mercado dos óleos vegetais (valor das matérias-primas)
- Outros usos competitivos (alimentação)
- Menor eficiência energética em relação ao óleo diesel.

Variedades Oleaginosas no Brasil



Algodão



Girassol



Dendê (Palma)

A produção pode ser feita a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, possibilitando a participação do agronegócio e da agricultura familiar.



Mamona



Buriti



Babaçu



Macaúba



Canola



Amendoim



Pinhão

Manso

OLEAGINOSAS PARA PRODUÇÃO DO ÓLEO VEGETAL



Palma / Soja



Babaçu-Mamona-Palma



Soja-Mamona-
Algodão (caroço)



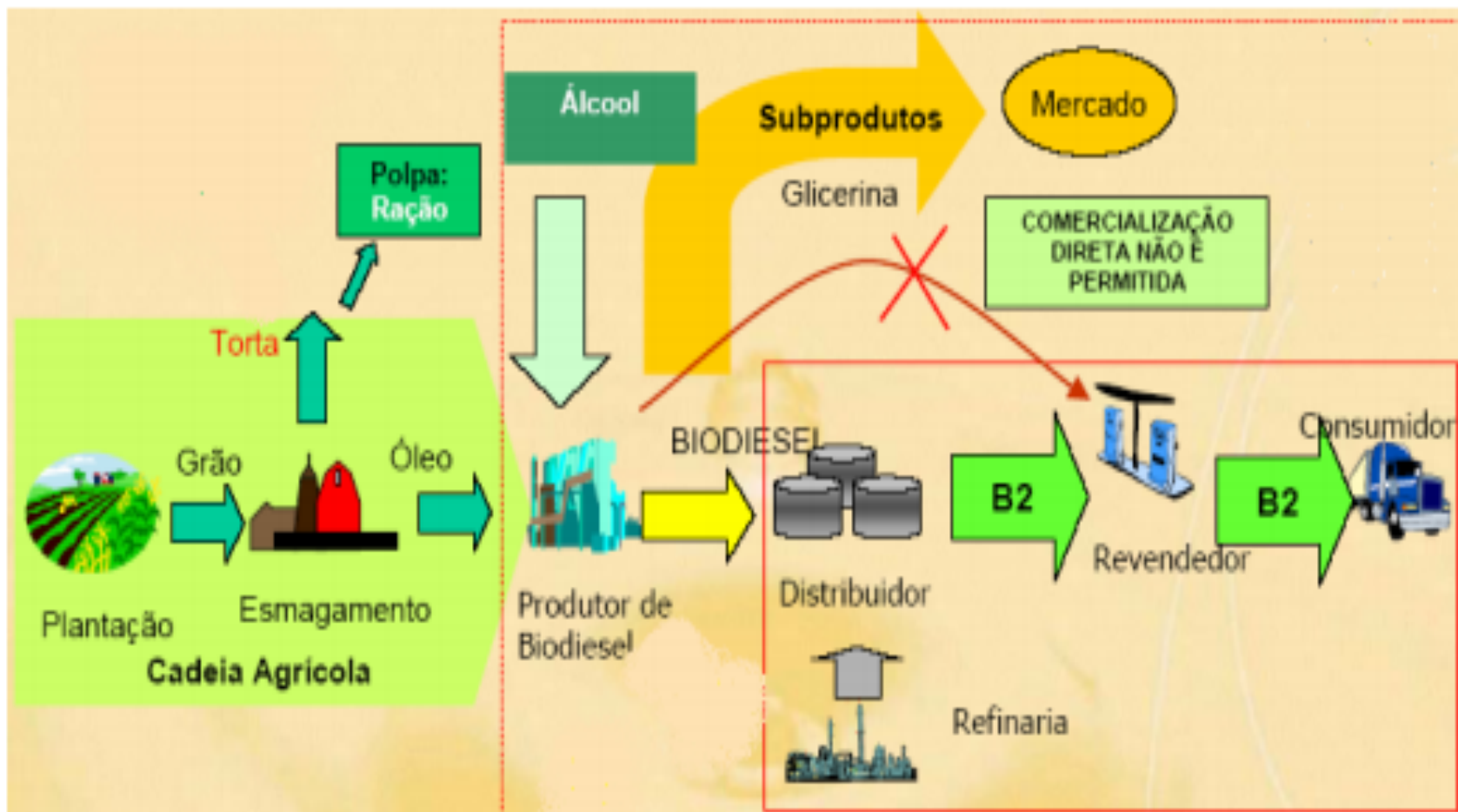
Soja-Algodão-Girassol



Soja-Algodão-Girassol



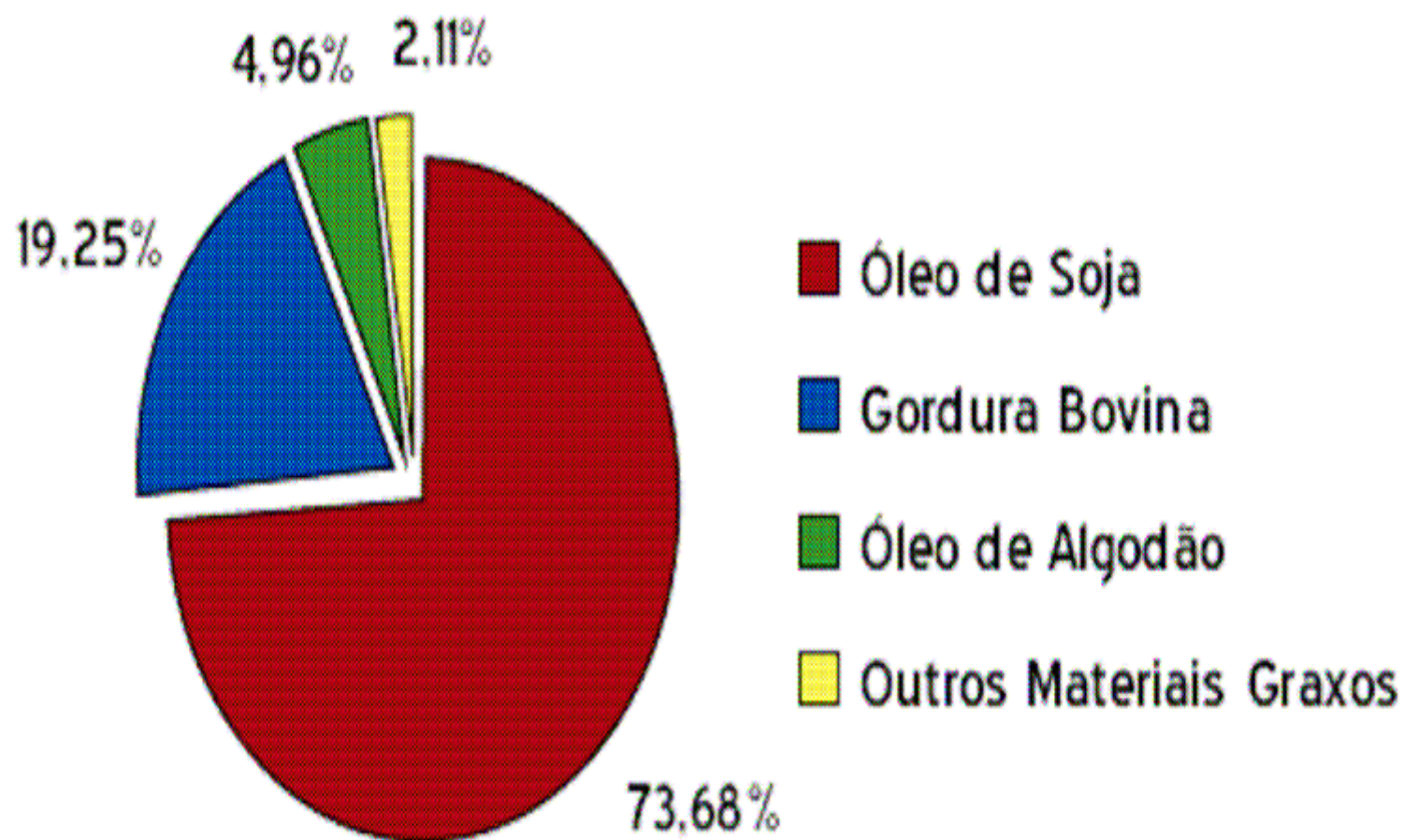
O biodiesel é obtido através do processo de **transesterificação**, o qual envolve a **reação do óleo vegetal** (obtido através do processamento / esmagamento de uma oleaginosa), com um **álcool**, utilizando como catalisador a soda cáustica. O resultado dessa reação é um éster (biodiesel), e o seu principal subproduto é a Glicerina.



Fonte: Adaptação de ANP (2005)

Vídeo Embrapa

BRASIL - MATÉRIAS-PRIMAS USADAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL - FEVEREIRO DE 2009



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)

MARCOS NO DESENVOLVIMENTO DO BIODIESEL

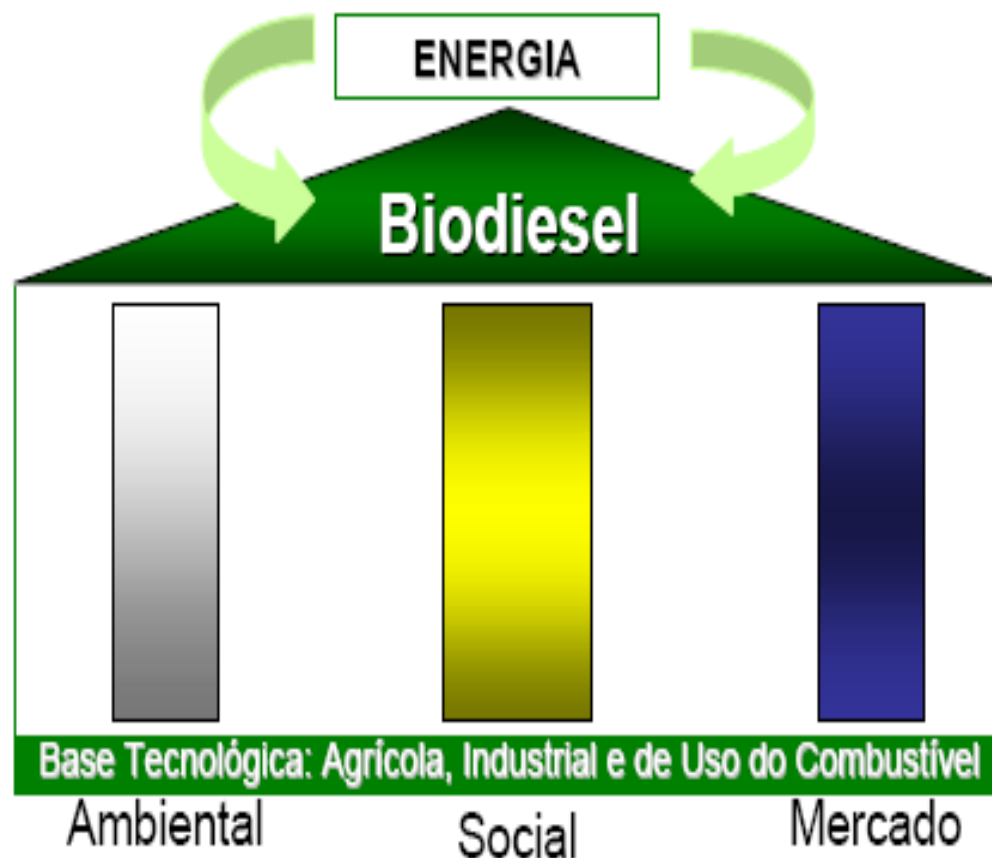
- 1960/70: Registros de estudos sobre produção de biodiesel no mundo (BR)
- 1970/80: Lançamento do PRO-ÁLCOOL
- 1980: Depositada 1ª Patente Biodiesel no Brasil - Dr Expedito Parente
- 1988: Início da produção de biodiesel Austria e França
- 1997: EUA - Congresso aprova biodiesel como combustível alternativo
- 1998: Setores de P&D no Brasil retomam os projetos para uso do Biodiesel
- 2002: Alemanha ultrapassa a marca de 1 milhão ton/ano de produção

Interministerial (CEI) e o Grupo Gestor (GG) encarregados da implantação das ações para produção e uso de BIODIESEL

- **06/12/2004:** Lançamento do Programa de Produção e Uso do Biodiesel:
 - Marco Regulatório e
 - Metas Físicas

PILARES DO PROJETO BIODIESEL NO BRASIL

DESAFIO: Implantar um projeto energético auto-sustentável, considerando preço, qualidade e garantia de suprimento do BIODIESEL, propiciando a geração de renda com inclusão social.

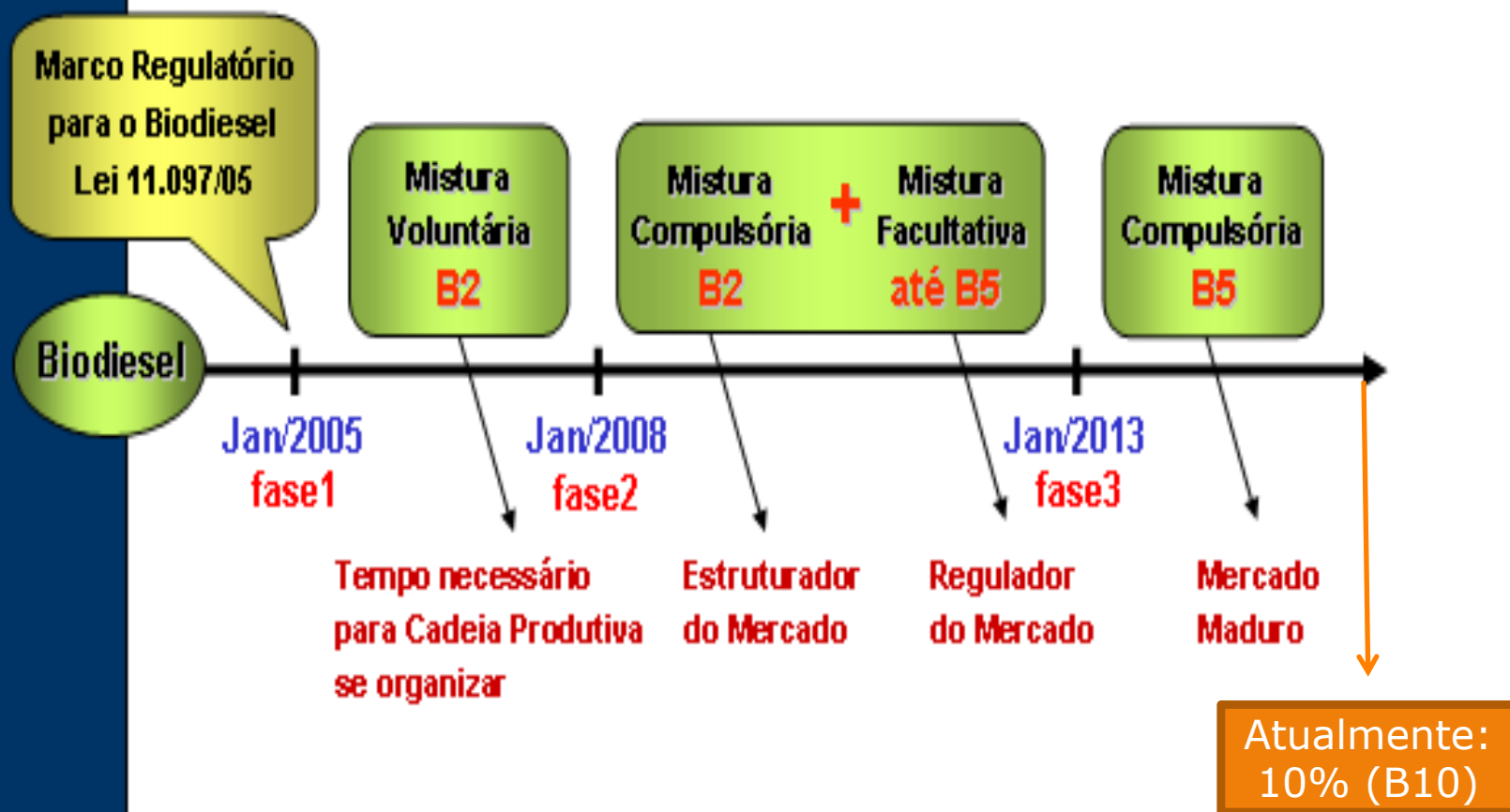


PRINCÍPIOS DO MARCO REGULATÓRIO

- **Política de inclusão social;**
- **Aproveitamento das oleaginosas de acordo com as diversidades regionais ;**
- **Segurança de abastecimento para o novo combustível;**
- **Garantia de qualidade para o consumidor;**
- **Busca da competitividade frente ao diesel de petróleo;**

O Programa Nacional de Biodiesel

Cronograma e Rampa de Crescimento do biodiesel no Brasil



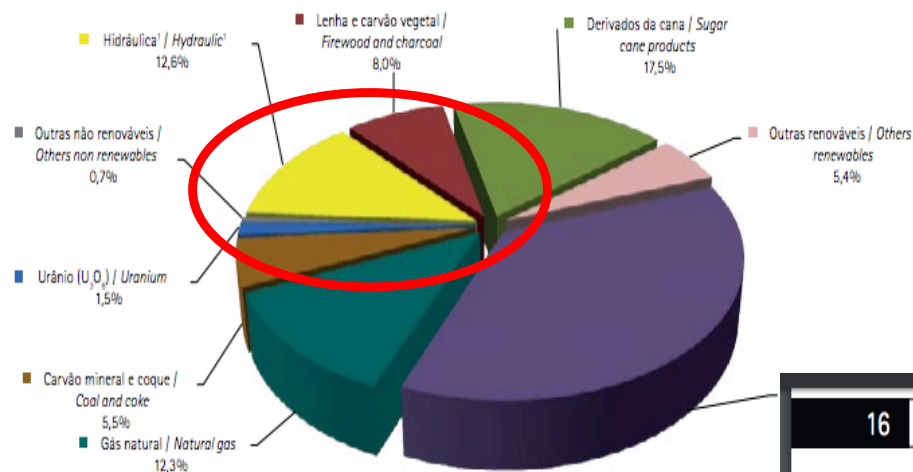
Em 2014, foram economizados US\$ 5,3 bilhões com a importação de óleo diesel.

Energia Hidráulica

- A energia hidráulica é uma forma de energia solar armazenada, a medida que o fluxo de água no Planeta ocorre devido a ação do sol;
- Conversão:
 - Armazenagem de água em um reservatório localizado acima de um sistema de geração;
 - Passagem da água através de turbinas;
 - Acionamento de geradores.

Gráfico 1.3.b – Oferta Interna de Energia

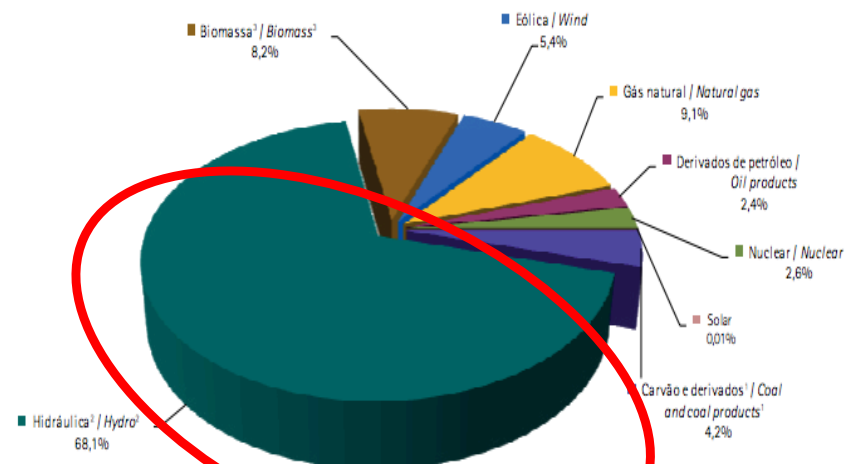
Chart 1.3.b – Domestic Energy Supply



1. Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica. 1 kWh = 860 kcal [equivalente térmico teórico - primeiro princípio VL6 - Tratamento das informações. / Includes electricity imports originated from hydraulic sources. 1 kWh = 860 kcal (physical equivalent dynamics). Look Appendix VL.6.

Gráfico 1.1 – Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte

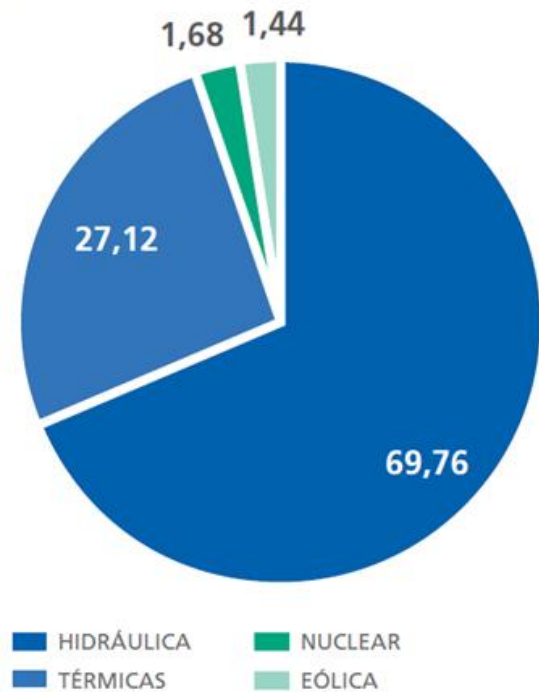
Chart 1.1 – Domestic Electricity Supply by Source



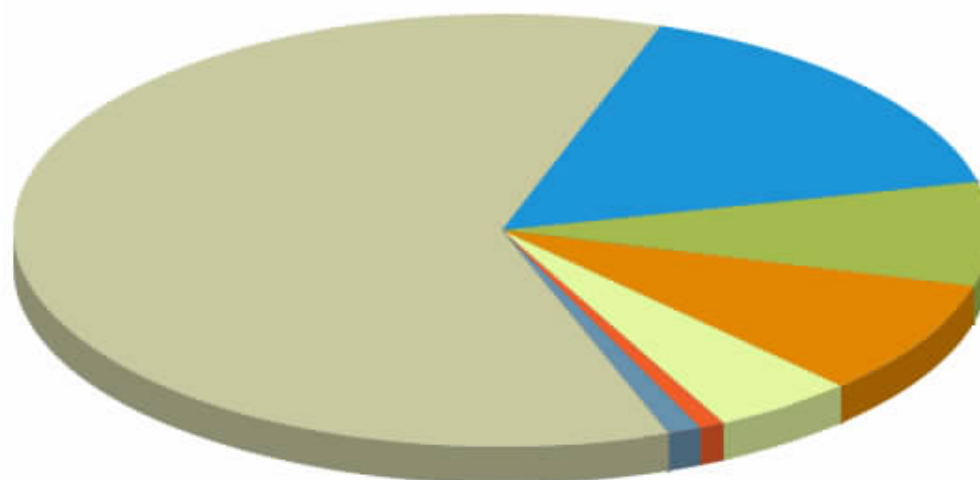
Notas / Notes:

- Inclui gás de coqueria / Includes coke oven gas
- Inclui importação de eletricidade / Includes electricity imports
- Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações / Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA
(%)



68.1% da matriz de energia elétrica brasileira

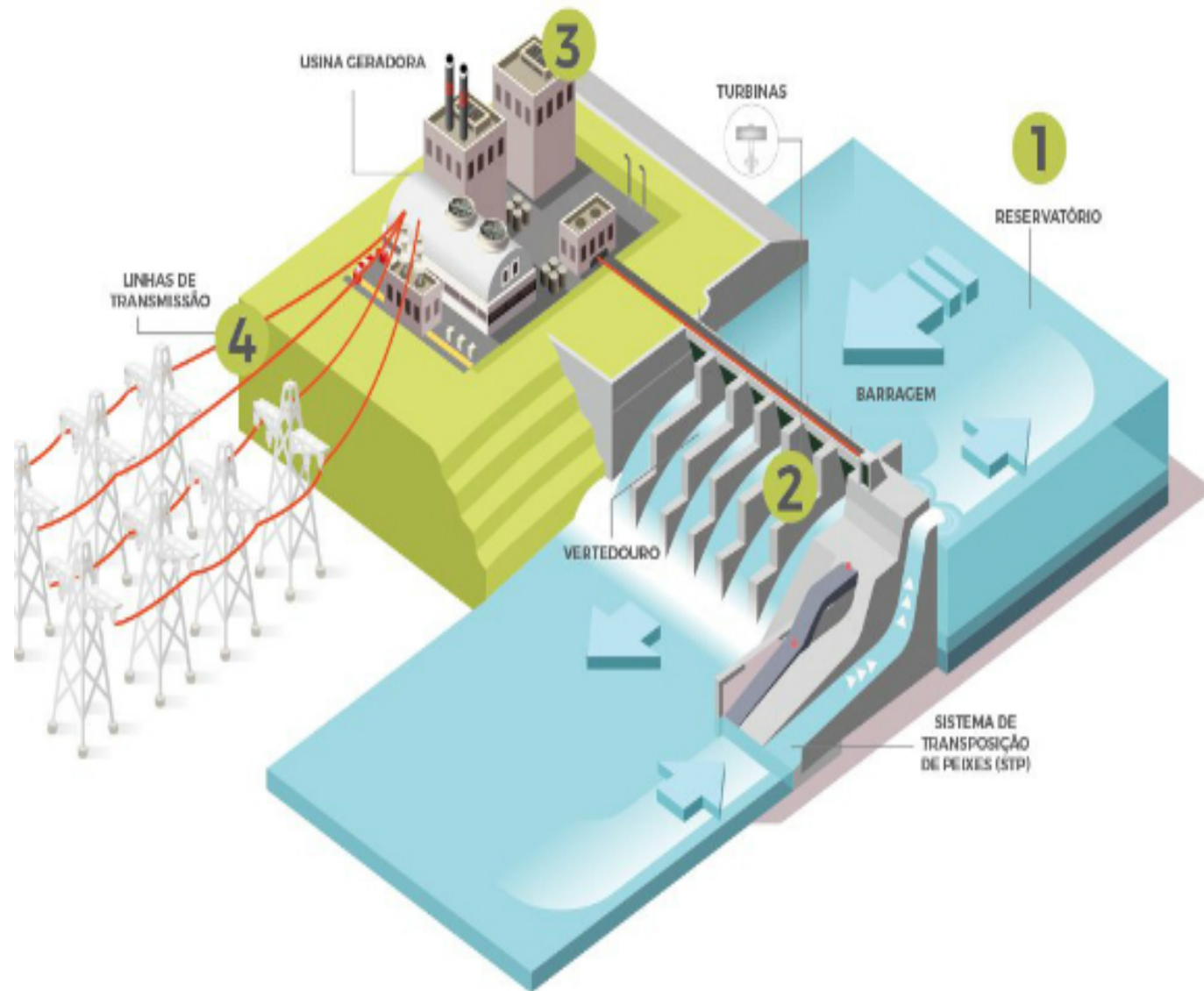


Source: ANEEL (2017)

*FONTE: Banco de Informações de Geração - Aneel

ANEEL, 2012

CONHEÇA UMA USINA HIDRELÉTRICA



GHG microhydropower



- UHE: área do reservatório maior que 3 km²
- PCH: área do reservatório menor que 3 km²
- CGH: sem reservatório

PCH small hydropower plant



- UHE : usinas hidrelétricas
- PCH: pequenas centrais hidrelétricas
- CGH: centrais geradoras hidrelétricas

UHE Hydropower plant



- UHE : >30MW de potência instalada (60.3 %)
- PCH: 1 a 30 MW de potência instalada (3.2%)
- CGH: < 1 MW de potência

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) – **estado de Rondônia!**
 - Programa Mensal da Operação (PMO)

➤ Sistema Interligado Nacional (SIN)

(apenas 3,4% da capacidade fora do SIN)



IMPACTOS: compare a área do reservatório x o potencial de energia instalado!



Itaipu: 14000 MW /
1350 km²
Tucuruí: 8365 MW /
2414 km²
Balbina: 250 MW / 2360
km²

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



A Usina Hidrelétrica de Balbina está localizada no rio Uatumã (Bacia Amazônica) no estado do (Amazonas. Cada uma das 5 unidades geradoras tem capacidade de geração de até 55 MW de energia elétrica, totalizando 275 MW.

Inaugurada no final da década de 1980, a usina é citada como um erro histórico por cientistas e gestores pela baixa geração em relação à área alagada, e pelas consequências disso.

Balbina é apontada como problemática também no que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa, considerados causadores do aquecimento global, a liberação de dióxido de carbono e metano é superior à de uma usina térmica de mesmo potencial energético.

Impactos ambientais de hidrelétricas

- Processos controversos atuais de licenciamento ambiental de usinas na Amazônia: Belo Monte, Jirau...
- “As hidrelétricas da Amazônia vêm produzindo uma série de ações judiciais, bem antes de gerar seus milhares de megawatts. As megausinas em construção nos rios amazônicos, como Belo Monte (Xingu), Jirau e Santo Antônio (Madeira), entre outras, já acumulam 50 ações movidas pelo Ministério Público Federal”

<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/hidreletricas-da-amazonia-enfrentam-serie-de-processos>”



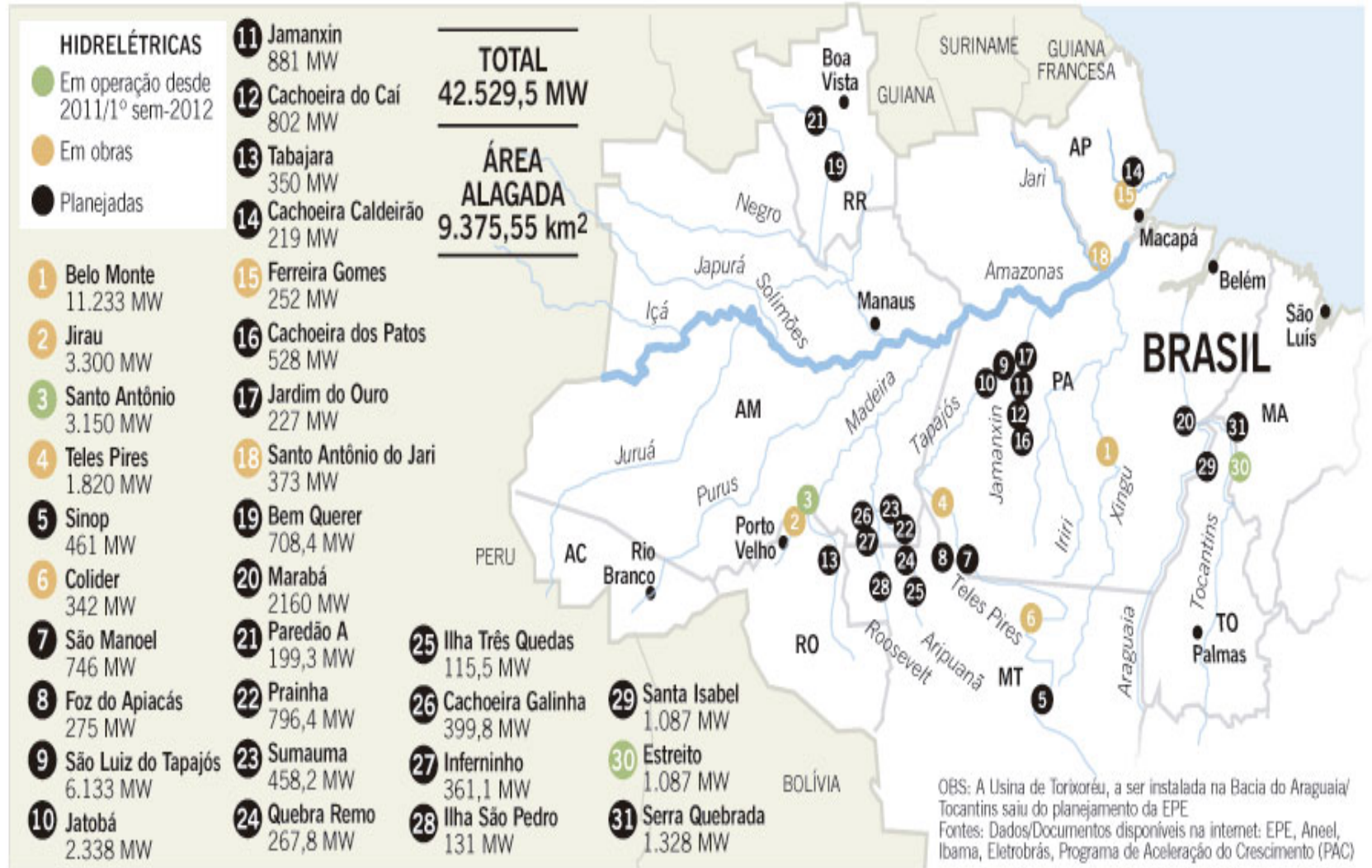
Amazon region is the focus of Brazilian Hydropower expansion: number of hydropower projects and in installed power (93% of the total planned expansion)

N

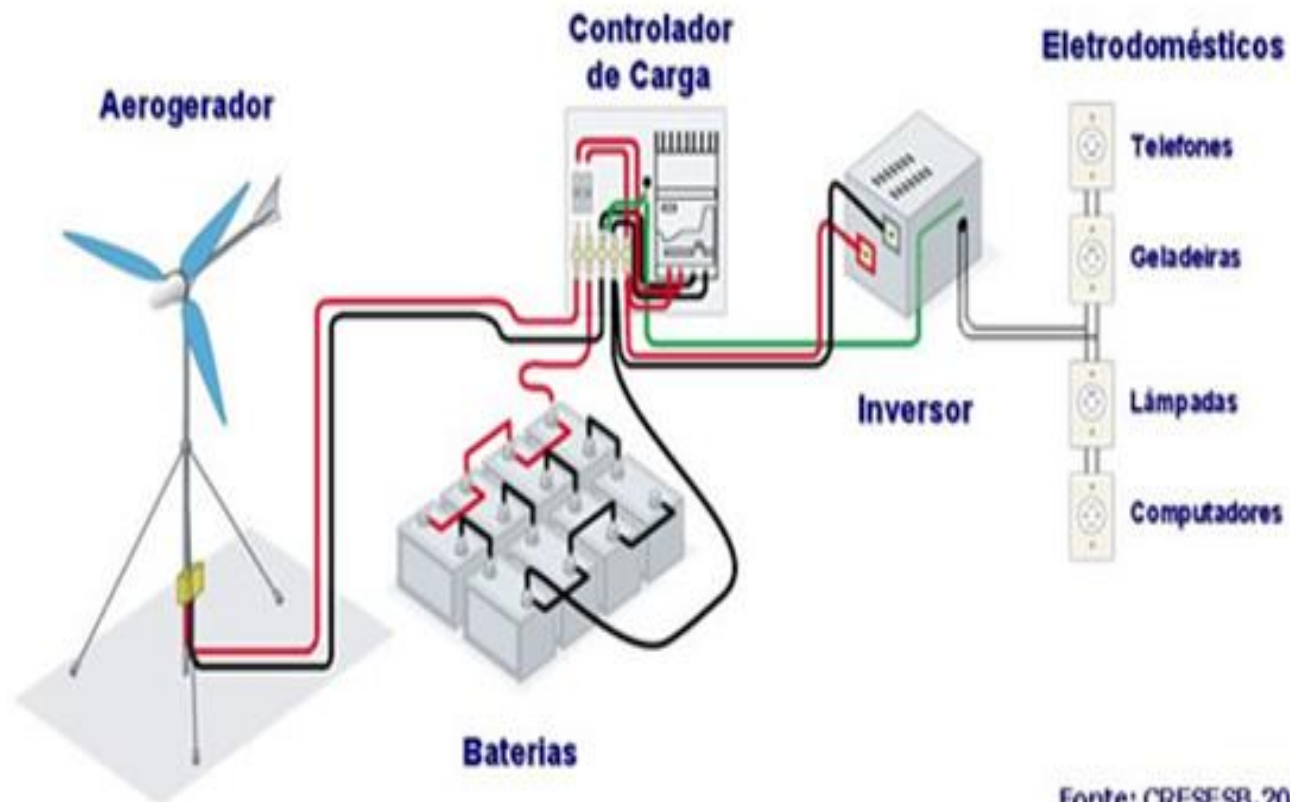
1,000
km

étrica
US\$

Amazon region is the focus of Brazilian Hydropower expansion



Como funciona a energia eólica?



FONTE: EVOLUÇÃO ENERGIA EÓLICA

Fonte: CRESESB, 2005

<https://www.youtube.com/watch?v=jfFAD53HtWM>

Energia eólica no Brasil

- Empreendimentos em cinco estados da região Nordeste
- Região Nordeste é a principal produtora

1º Rio grande do Norte

2º Bahia

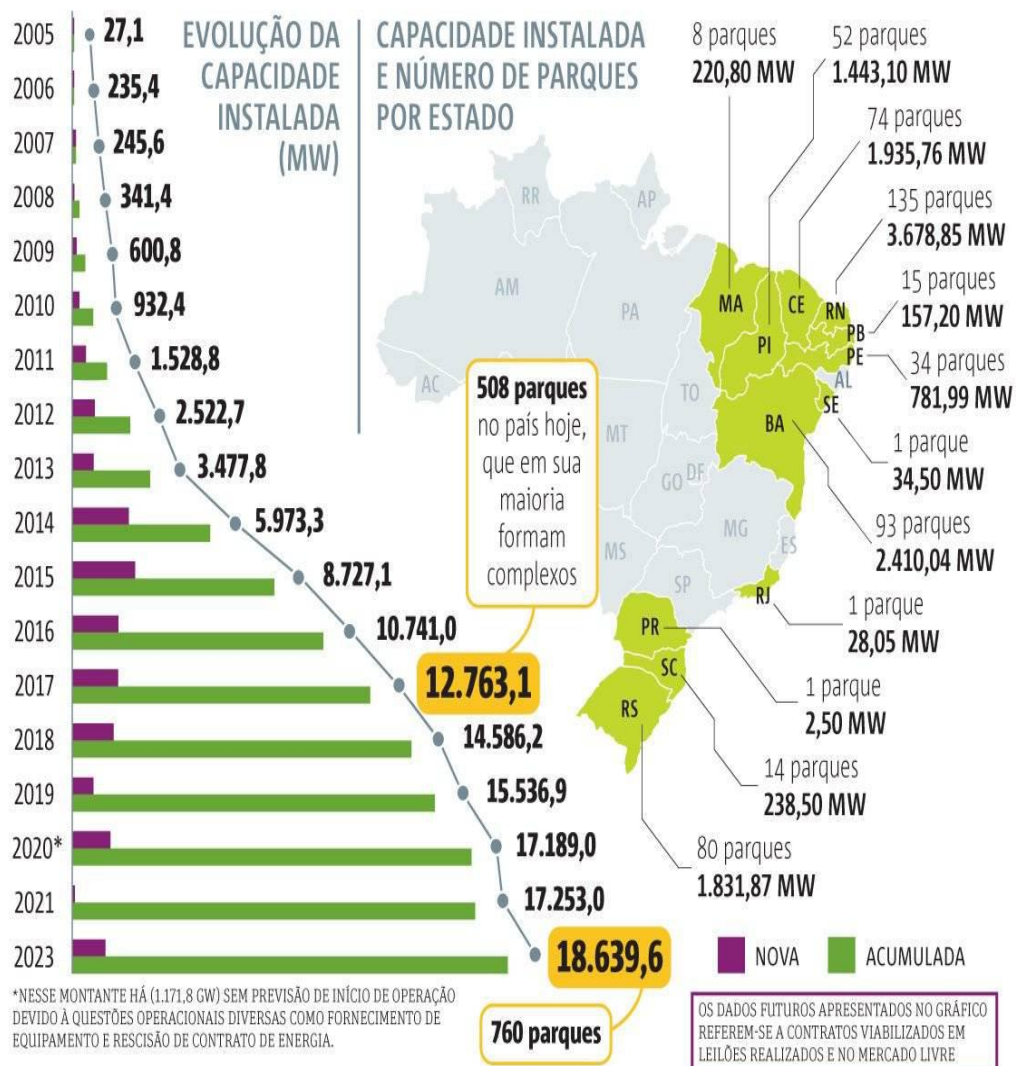
3º Ceará

4º Rio Grande do Sul

Energia eólica no Brasil

O MELHOR VENTO DO MUNDO

Com maior potencial, Nordeste concentra mais de 80% dos parques e da geração eólica



41,7% fator de capacidade média do último ano



27% foi o crescimento da produção de energia eólica no ano passado (jan-nov) em relação ao mesmo período de 2016

Parques eólicos no Brasil



Parque eólico do Osório – Rio Grande do Sul (FONTE: MEIO AMBIENTE).

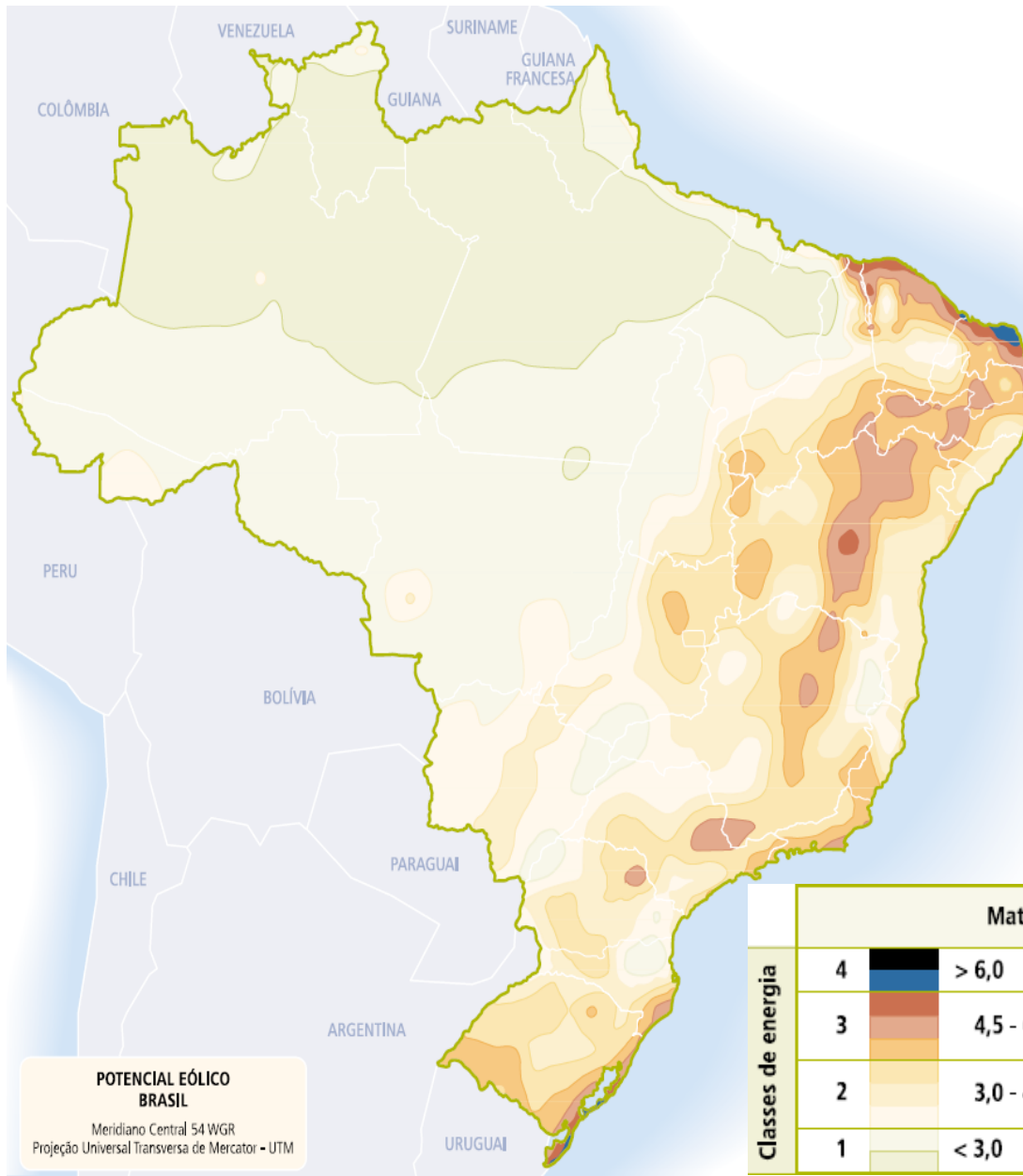


Complexo eólico do Alto do Sertão I – Bahia (FONTE: MEIO AMBIENTE).

Energia Eólica

- Julho de 1992 geração de energia elétrica a partir de turbinas eólicas, na ilha de Fernando de Noronha com uma turbina de 75 kW;
- A capacidade instalada no Brasil é de 20,3 MW, com instalações de grande porte nos estados do Ceará, Pernambuco, Minas Gerais e Paraná;
- Existia uma meta para a instalação de outros sistemas de geração até o ano de 2005, para a geração de 1.000 MW de energia.

Regiões com Maior Potencial Eólico do País



**POTENCIAL EÓLICO
BRASIL**
Meridiano Central 54 WGR
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

		Mata	Campo Aberto	Zona Costeira	Morro	Montanha
Classes de energia	4	> 6,0	> 7,0	> 8,0	> 9,0	> 11,0
	3	4,5 - 6,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	7,5 - 9,0	8,5 - 11,0
	2	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,0 - 8,5
	1	< 3,0	< 4,5	< 4,5	< 6,0	< 7,0

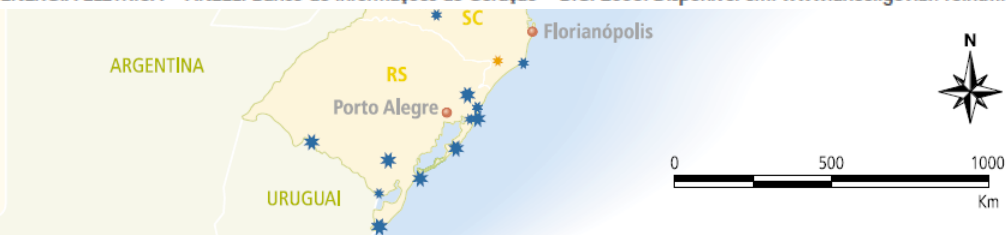
Usinas de Geração Eólica no Brasil



Nome da Usina	Potência (kW)	Município - UF	Destino da Energia	Proprietário
Eólica	75	Fernando de Noronha - PE	SP	Companhia Energética de Pernambuco
Eólica de Bom Jardim	600	Bom Jardim da Serra - SC	PIE	Parque Eólico de Santa Catarina Ltda.
Eólica de Fernando de Noronha	225	Fernando de Noronha - PE	PIE	Centro Brasileiro de Energia Eólica - FADE/UFPE
Eólica de Prainha	10.000	Aquiraz - CE	PIE	Wobben Wind Power Indústria e Comércio Ltda.
Eólica de Taíba	5.000	São Gonçalo do Amarante - CE	PIE	Wobben Wind Power Indústria e Comércio Ltda.
Eólica Olinda	225	Olinda - PE	PIE	Centro Brasileiro de Energia Eólica - FADE/UFPE
Eólica-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho	1.000	Gouveia - MG	SP	Companhia Energética de Minas Gerais
Eólico - Elétrica de Palmas	2.500	Palmas - PR	PIE	Centrais Eólicas do Paraná Ltda.
Mucuripe	2.400	Fortaleza - CE	PIE	Wobben Wind Power Indústria e Comércio Ltda.

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Banco de Informações de Geração – BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm.

- ★ 60.001 a 149.600
- ★ 149.601 a 300.600
- ★ 75 a 1.000
- ★ 1.001 a 5.000
- ★ 5.001 a 10.000



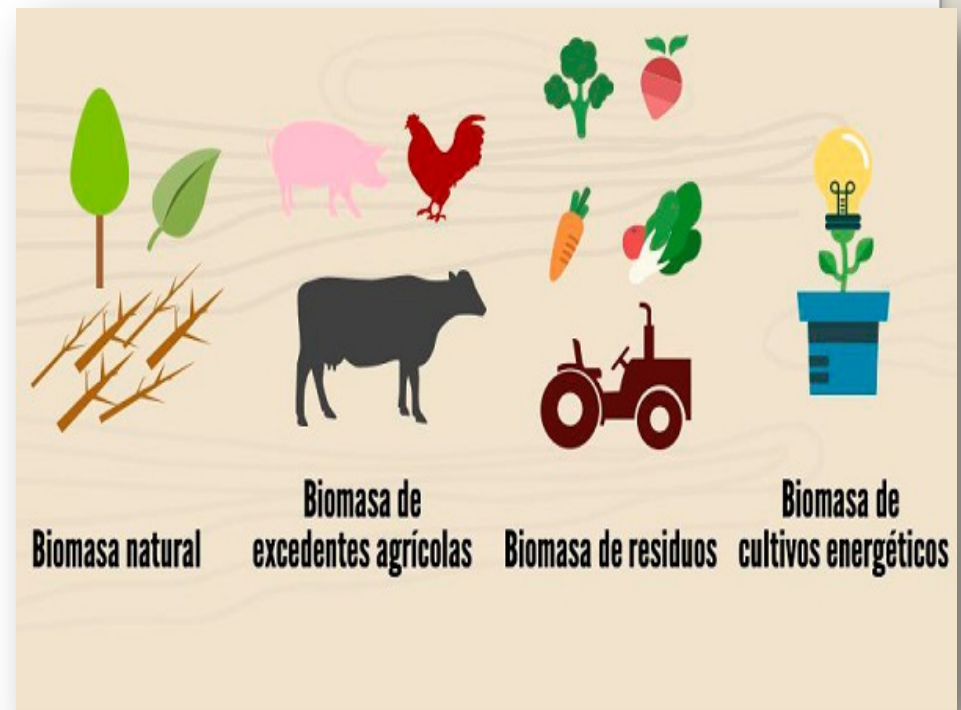
(<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>)

Energia Eólica

- Não irá solucionar todos os problemas relacionados à demanda de energia elétrica;
- Aspectos ambientais:
 - 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.

- São equipamentos de fabricação relativamente simples, que possibilitam o reaproveitamento de detritos para gerar gás e adubo, também chamados de biogás e biofertilizantes. O biodigestor geralmente é alimentado com restos de alimentos e fezes de animais, acrescidos de água.

O QUE SÃO BIODIGESTORES ?



Fonte: AEFEC, 2015

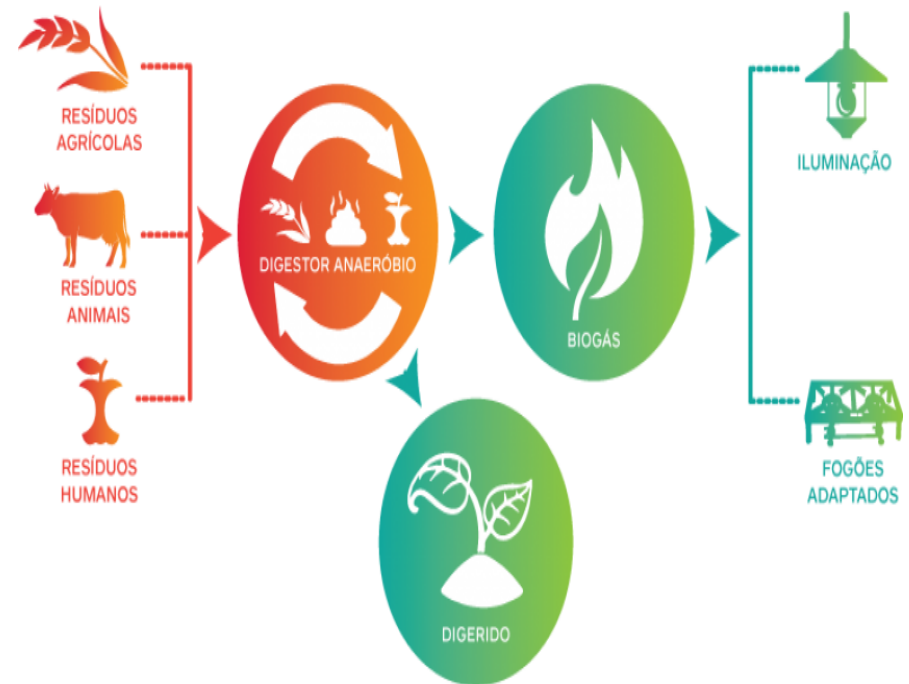
O que é o biogás?

- É uma mistura de gases composta principalmente por metano e dióxido de carbono, obtida normalmente através do tratamento de resíduos domésticos, agropecuários e industriais, por meio de processo de biodegradação anaeróbia, ou seja, na ausência de oxigênio.

O que o biogás gera?

- O biogás gera energias elétrica e térmica, além de biocombustível (biometano).

BIOGÁS



Fonte: **CIBiogás** (Centro Internacional de Energias Renováveis–Biogás)

Biogás

- <https://www.youtube.com/watch?v=MrPIGb-1QEo&feature=youtu.be>

Energia Solar Direta

- Células fotovoltaicas:
 - Convertem a luz do sol diretamente em energia elétrica, utilizando um material semicondutor sólido.
 - São utilizadas células solares feitas de silício, ou outro material, e componentes eletrônicos, apresentando poucas ou nenhuma parte móvel.
 - 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%.

Energia Solar Direta

- Ainda não se mostra competitiva em relação as outras fontes disponíveis;
- Alternativa para aproveitamento em pequena escala e locais remotos;
- Não ocorre a emissão de poluentes para o meio ambiente;
- Impactos ambientais resultantes da extração dos recursos naturais para a fabricação e montagem dos sistemas coletores.



Luz International Solar Farm

Capacidade de produção para atender 540.000 pessoas – USA

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