

PEA 3100 - Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Aulas 1 e 2 - Energia

- Conceitos e definições
- Estágios de desenvolvimento e consumo de energia
- O custo energético para satisfazer as necessidades
- O consumo de energia em função da renda

Conceito de energia - Evolução com o tempo

- **Isaac Newton** (1642-1727) formulou as leis do movimento e definiu as energias cinética e potencial
- **Fahrenheit (F) e Celsius (C)**, criaram as escalas de temperatura - medição de quantidade de calor
- **Thompson** (1753-1814) conceituou a conversão de trabalho mecânico em calor
- **Thomas Young** (1773-1829) cunhou em 1807 o termo energia, a partir do grego **energeia** (em trabalho ou atividade) para unificar os aspectos observados
- **James P. Joule** (1818-1889) determinou a equivalência energética entre calor , trabalho e energia elétrica (1 caloria = 4,186 joules)
- **Max Planck** (1858-1947) explicou os aspectos energéticos da luz
- **Albert Einstein** desenvolveu a teoria da relatividade , unificando todas as formas de energia e dando lhe uma equivalência em massa ($E = mc^2$)

Assim, **Energia** pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho. **Trabalho**, por sua vez, é o resultado de força sobre o deslocamento de um corpo

A energia pode ser:

- **Cinética** - a partir da força das ondas e dos ventos
- **Gravitacional** - a partir das quedas de água
- **Elétrica** - a partir das baterias, alternadores
- **Química** - obtida pelas reações exortérmicas como a combustão do diesel e gasolina
- **Térmica** - pela queima da madeira ou carvão
- **Radiante** - pela luz solar
- **Nuclear** - obtida pela fissão dos átomos de urânio ou fusão do núcleo de hidrogênio

Isaac Newton (1642-1727) - deu nome de força a qualquer agente capaz de produzir o movimento dos corpos e foi mais adiante , ao estabelecer a relação que diz qual a força necessária para provocar um determinado movimento.

Força (f) = massa (m) x aceleração (a)

Frequentemente não é suficiente aplicar uma força num corpo para que este entre em movimento. É necessário mantê-la enquanto ele se movimenta. Daí a necessidade de definir trabalho, que é o produto da força pela distância percorrida.

Trabalho (W)= força (F) x deslocamento (d)

Unidade comumente utilizada tanto para o trabalho quanto para a energia mecânica é o **joule (J)** = $1\text{N.m} = \text{kg.m}^2/\text{s}^2$

Energia mecânica = capacidade de realizar trabalho

A energia pode ser transformada de uma forma para outra, mas não pode ser criada nem destruída.

Sempre que se transforma energia ocorrem perdas

Calor (Q) é uma forma de energia que flui entre dois corpos devido a sua diferença de temperatura

Calor não pode ser armazenado nem criado a partir do nada, mas pode ser transferido através de condução, convecção ou radiação

Potência - representa o fluxo de energia por unidade de tempo ou a taxa em que se executa trabalho

No sistema internacional (SI) a potência se mede em Watts, que é igual a joule por segundo ($1W=1j/s$)

Outras unidades para potência:

- Horse Power (HP) - 746W
- Calorias /dia ou calorias/hora
- British thermal unit (BTU) /hora

Unidades de potência

Unidade	Notação
Picowatt	$\text{pW}=10^{-12}\text{W}$
Nanowatt	$\text{nW}=10^{-9}\text{W}$
Microwatt	$\mu\text{W}=10^{-6}\text{W}$
Milliwatt	$\text{mW}=10^{-3}\text{W}$
Watt	W
Kilowatt	$\text{kW}=10^3\text{W}$
Megawatt	$\text{MW}=10^6\text{W}$
Gigawatt	$\text{GW}=10^9\text{W}$
Terawatt	$\text{TW}=10^{12}\text{W}$
Petawatt	$\text{PW}=10^{15}\text{W}$

Unidade de trabalho, energia e potência

Propriedade	Unidade	Equivalência
Energia	1 joule	1 N.m = 1 kg . m ² /s ² 0,2388cal = 2,388 x 10 ⁴ kcal 9,4782 x 10 ⁻⁴ Btu 2,7778 x 10 ⁻⁴ Wh
	1 cal	4,1868 J
	1 quilowatt-hora	3600 kJ 860 kcal 8,6 x 10 ⁻⁵ tep
	1 tonelada equivalente de petróleo (tep)	10 ¹⁰ cal 4,18 x 10 ¹⁰ J 11,63 MWh= 11630 kWh 1,28 tonelada equivalente de carvão 39,68 milhões de BTU de gás natural
	1 milhão de British thermal unit (1Mbtu)	1,0551 GJ 2,52 x 10 ⁻² tep 0,2931 MWh
Potência	1 Watt (W)	1 J/s
	1 horse power (HP)	746 W
	1 GWh por ano	86tep/ano

Energia e Atividades Humanas

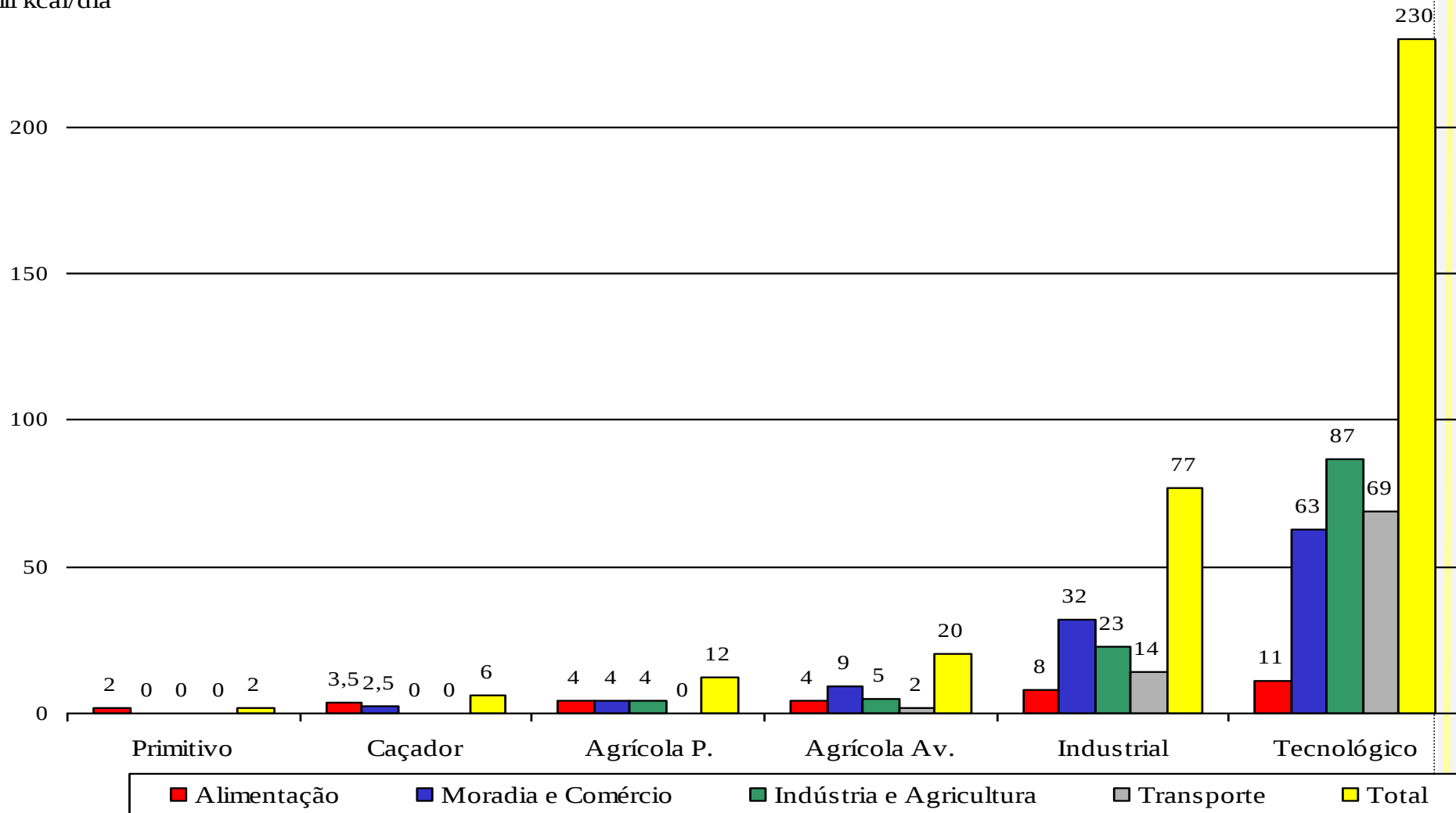
- Estágios de desenvolvimento e consumo de energia
- O custo energético para satisfazer as necessidades
- O consumo de energia em função da renda

Necessidade energética humana

- Média mínima : 1.000 kcal/dia
- Atividades normais : 2.000 kcal/dia
- Trabalho pesado : 4.000 kcal/dia
- Para algumas atividades
 - Remar, nadar, correr : 400 - 700 kcal/h
 - Trabalho leve : 150-180 kcal/h
 - Caminhar : 125 - 240 kcal/h
 - Esportes intensos : 800-1000 kcal/h

Evolução do consumo de energia

mil kcal/dia



Energia e Desenvolvimento

Energia - Bem básico para integração do homem ao desenvolvimento

- Meio e não um fim
- Necessidades básicas - educação, saúde, moradia, alimentação
- Melhoria da qualidade de vida - lazer, transporte....
- Reduzir trabalhos cansativos e repetitivos
- Aumentar a capacidade de trabalho

Tentativas de quantificação das necessidades mínimas de energia

Consumo: 2500kcal por dia = 100Watts de potência

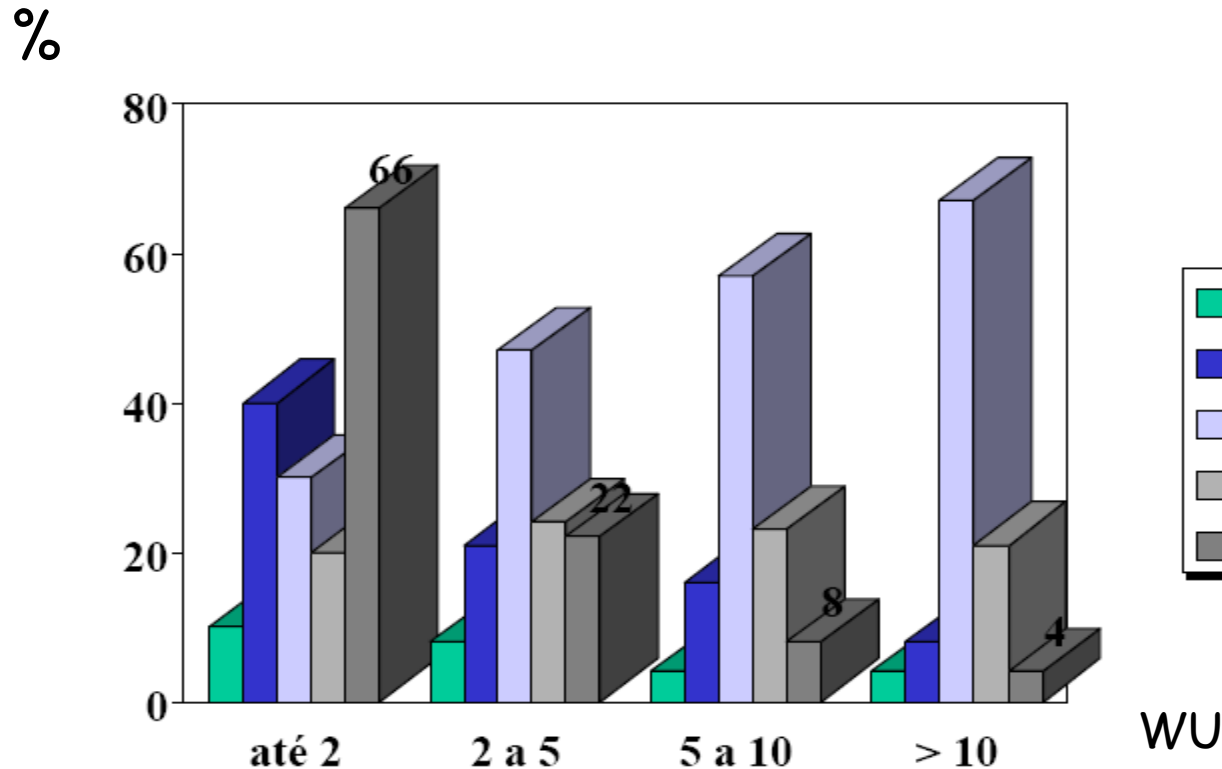
Modelo Mundial Latino Americano - Fundação Bariloche

- a) 3000kcal e 100g de proteína/pessoa/dia
- b) 50m² de área habitável por família
- c) 12 anos de educação básica

As necessidades básicas variam com:

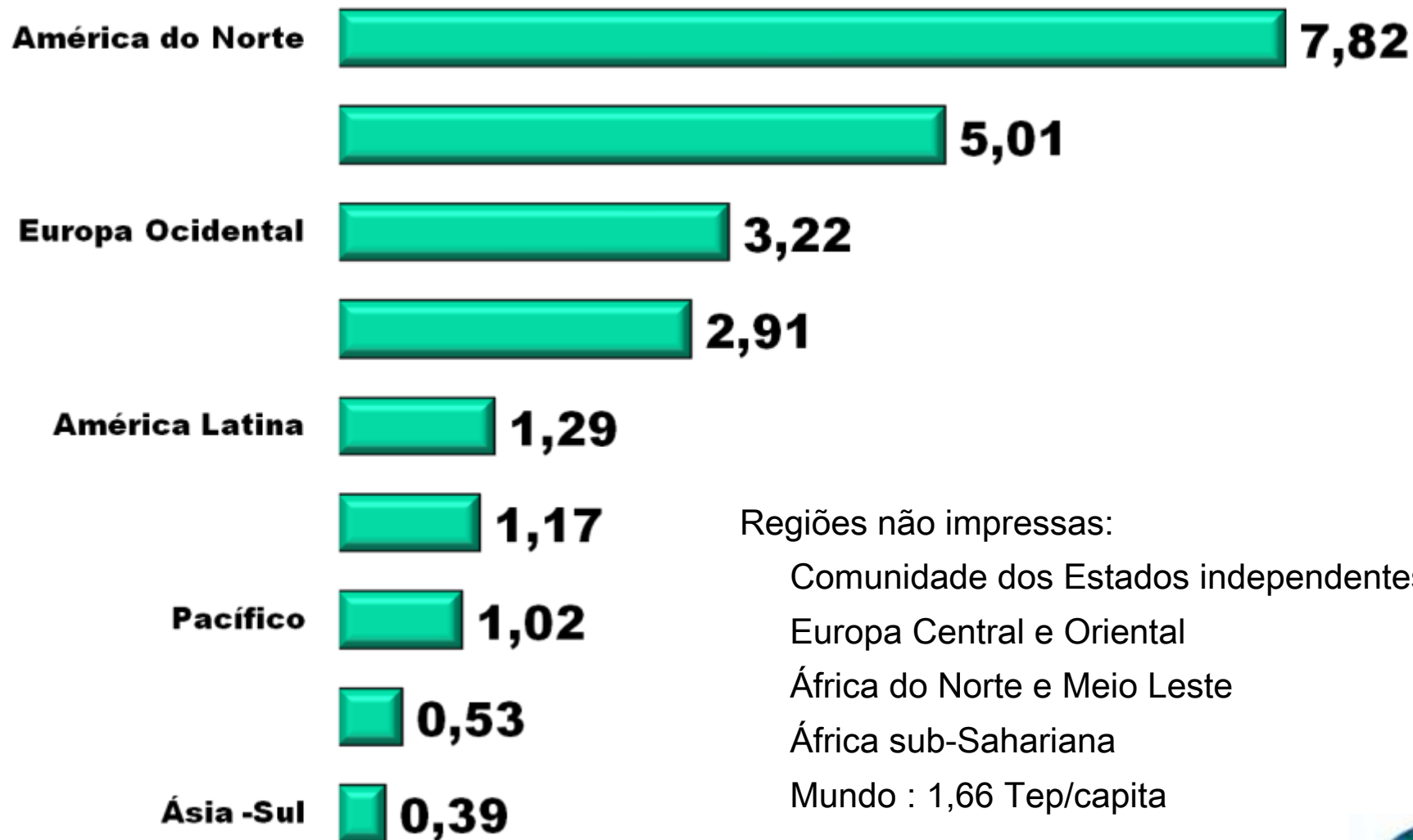
Clima, cultura, região, período do tempo, idade, sexo

Caso Brasileiro: distribuição da energia consumida e de famílias por renda



Renda mensal em unidades de salário mínimo (WU) = 100US\$

Uso de energia per capita por região



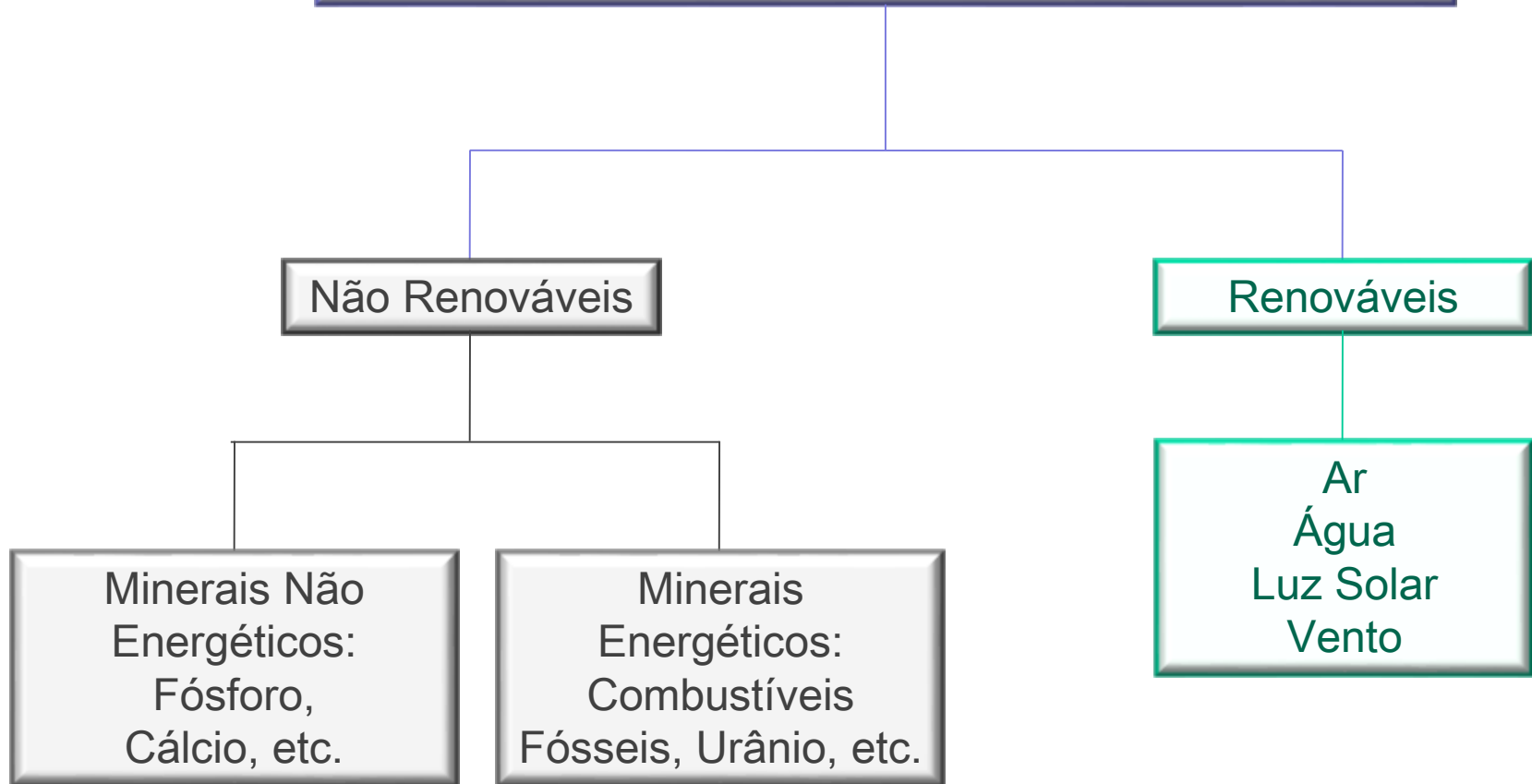
FONTES DE ENERGIA

FONTES DE ENERGIA

- Classificação
- Balanços energéticos
- Recursos Energéticos e reservas
- O consumo de Energia por habitante

RECURSOS NATURAIS

CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS



RECURSOS ENERGÉTICOS E RESERVAS

Recursos energéticos - são as disponibilidades naturais para exploração e obtenção da energia primária

Energia usada pelo homem tem origem:

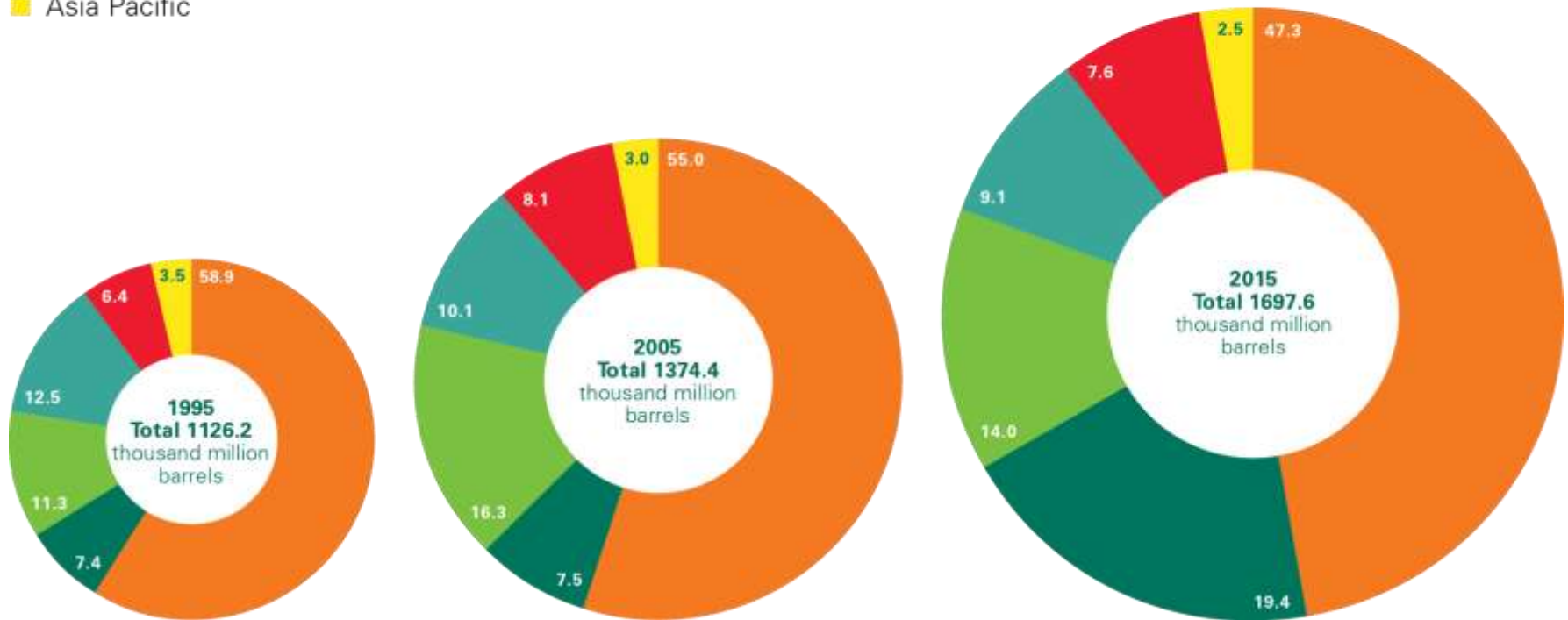
- Energia radiante emitida pelo sol
- Proveniente das interações gravitacionais com a lua e com o sol
- Energia geotérmica
- Energia nuclear

As reservas podem ser:

- Provadas
- Prováveis
- Possíveis

Reservas Provadas de Petróleo até 2013 – Bilhões de Barris

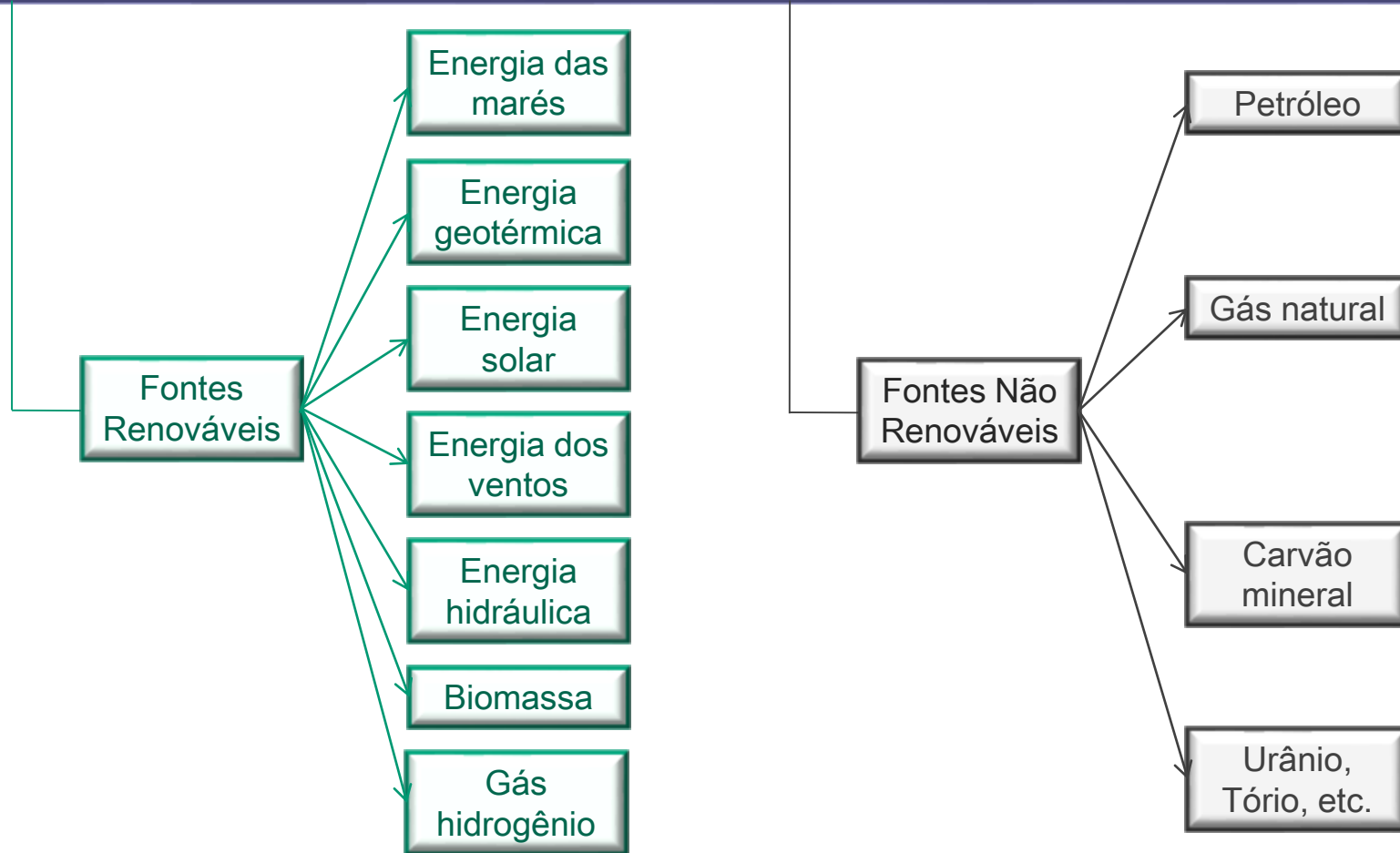
- Middle East
- S. & Cent. America
- North America
- Europe & Eurasia
- Africa
- Asia Pacific



Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2016

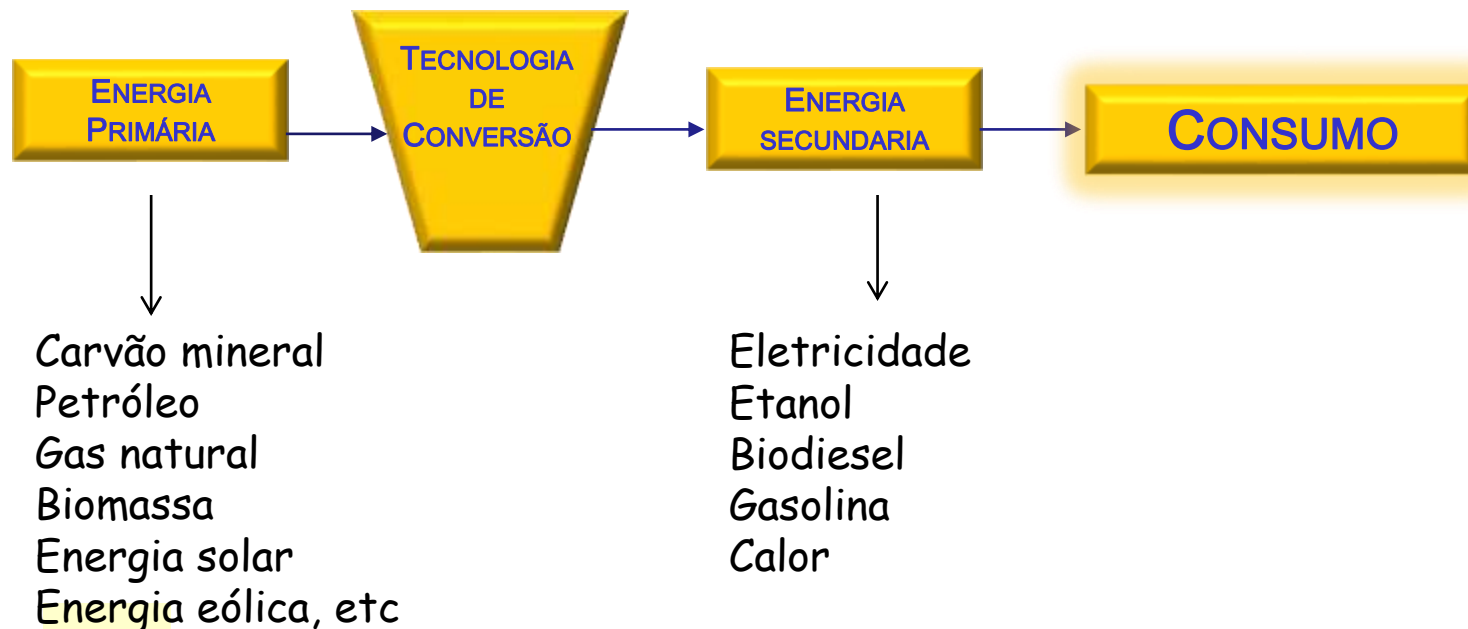
FONTES DE ENERGIA NA ECOSFERA

CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS

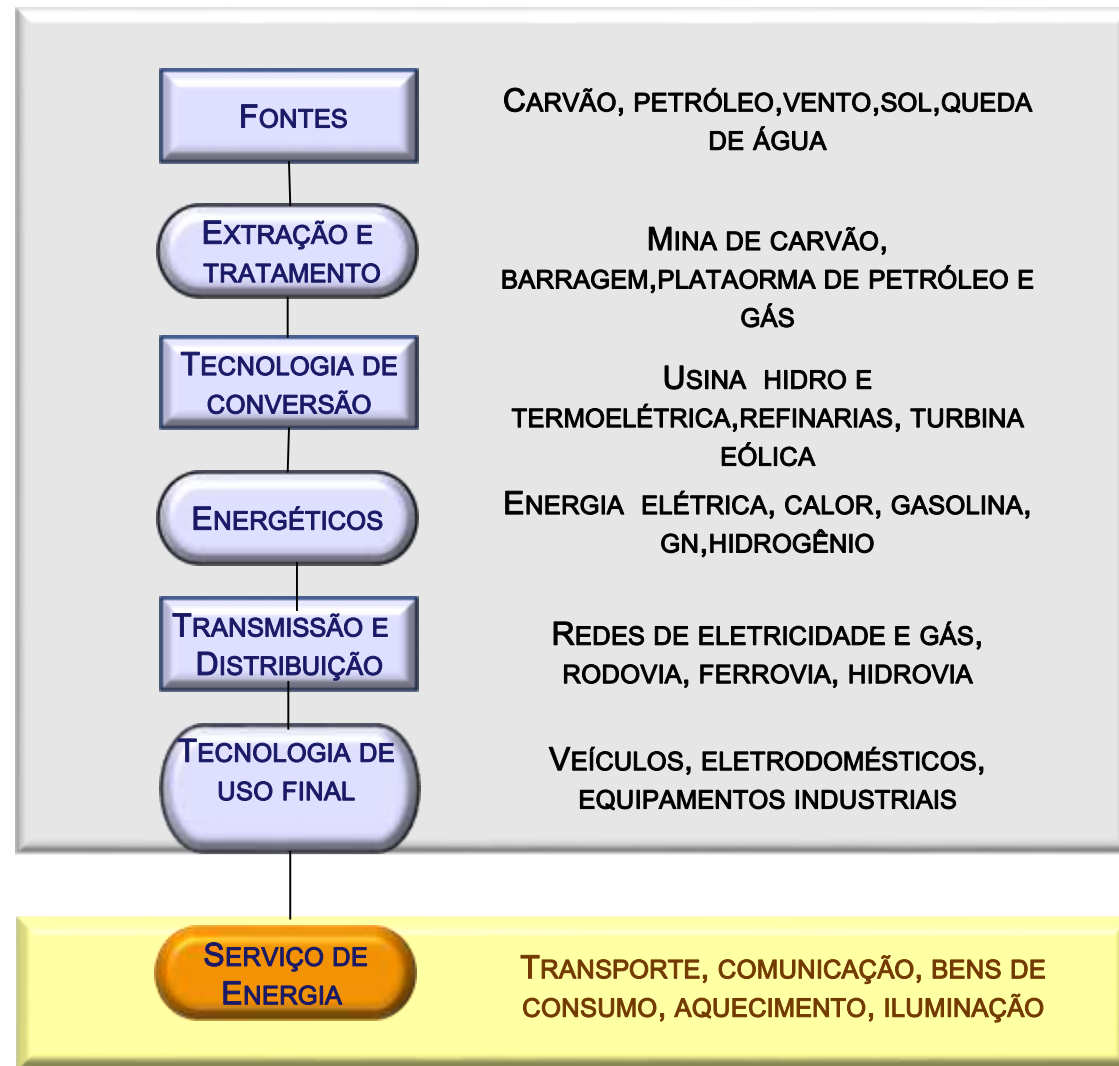


CADEIA ENERGÉTICA

Definição: Fluxo de energia desde a produção de energia primária até a utilização final da energia, um ou mais elos da cadeia energética contém a conversão (transformação) de uma forma de energia em outra.

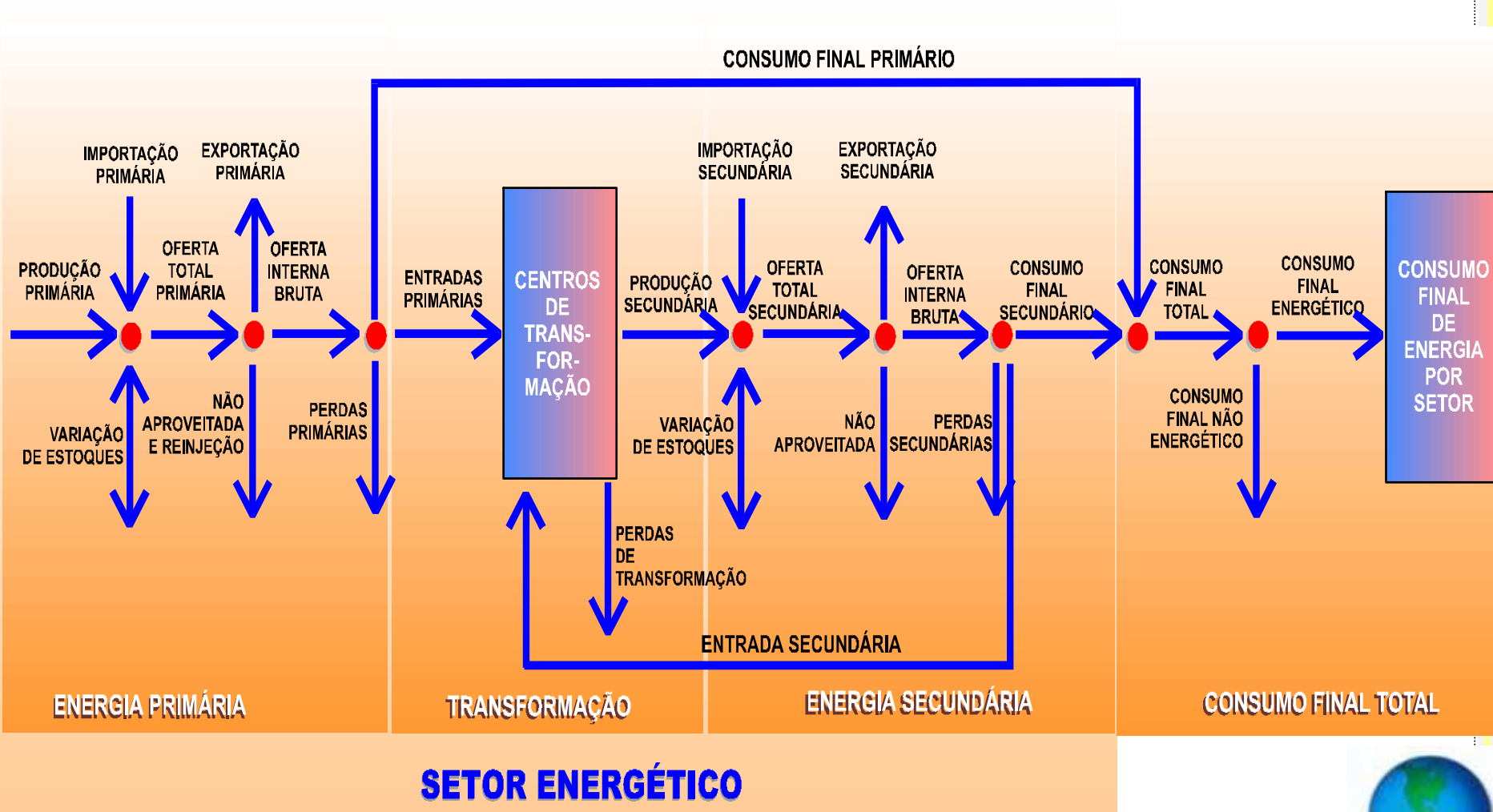


SISTEMAS ENERGÉTICOS

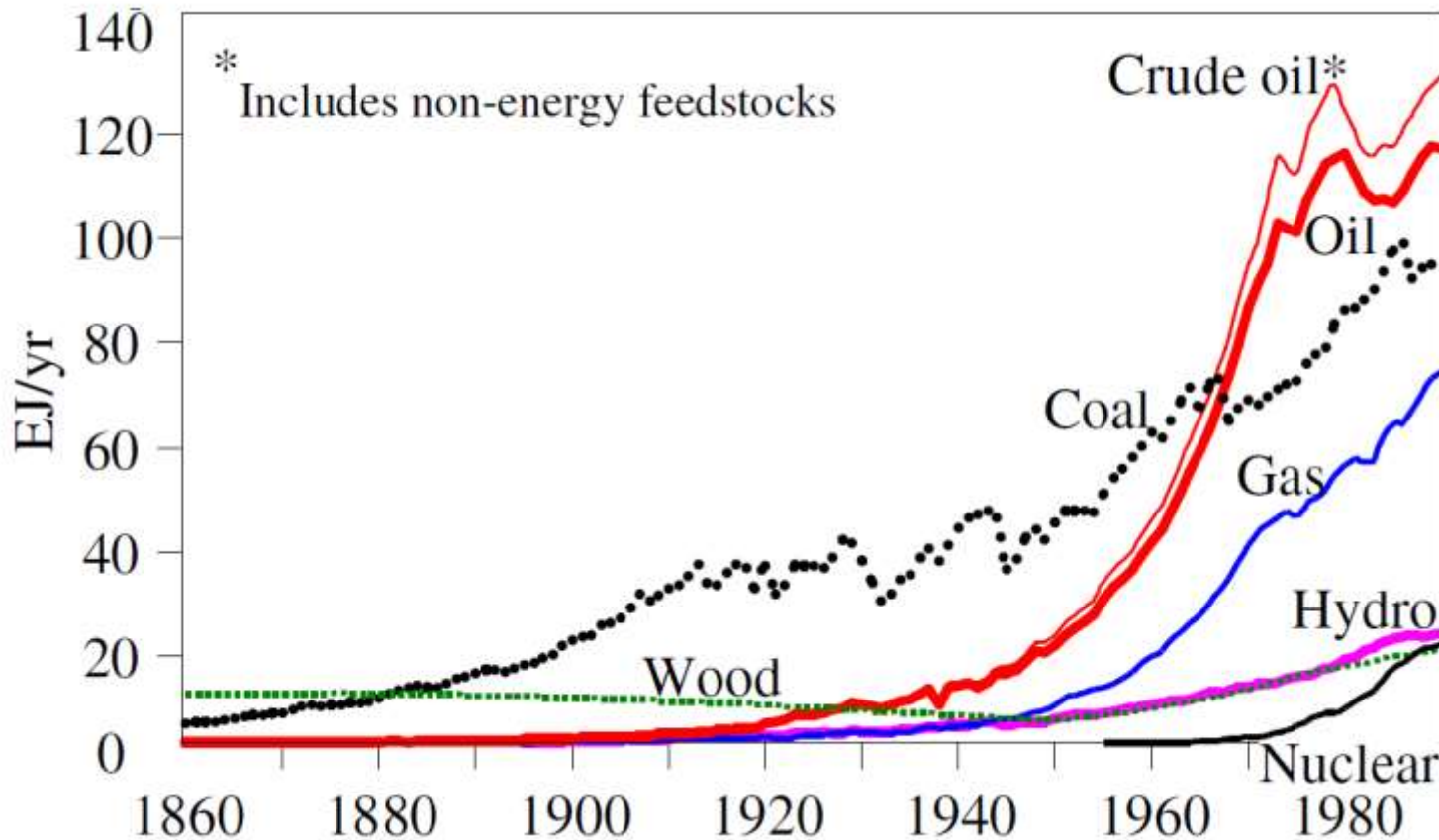


Ciclo de vida

ESTRUTURA DO BALANÇO ENERGÉTICO - BEN



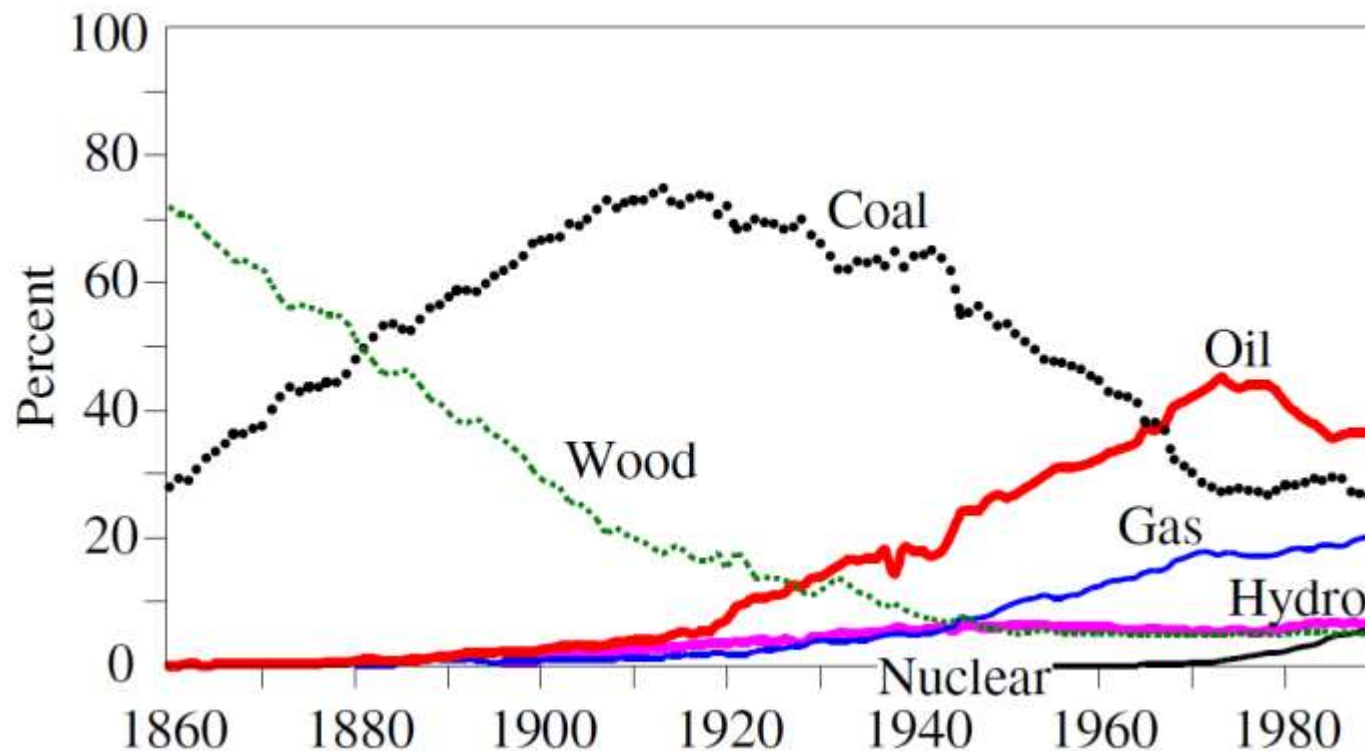
EVOLUÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS DE ENERGIA DESDE 1860



Global primary energy consumption by source, and total in EJ/yr (data for crude oil include non-energy feedstocks).
Sources: BP, various volumes; IEA, 1993; Marchetti and Nakicenovic, 1979.

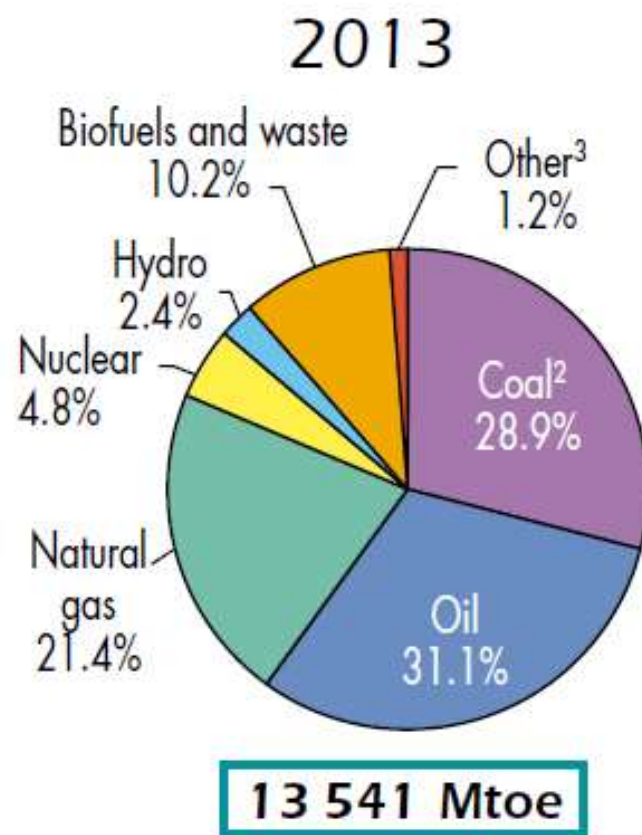
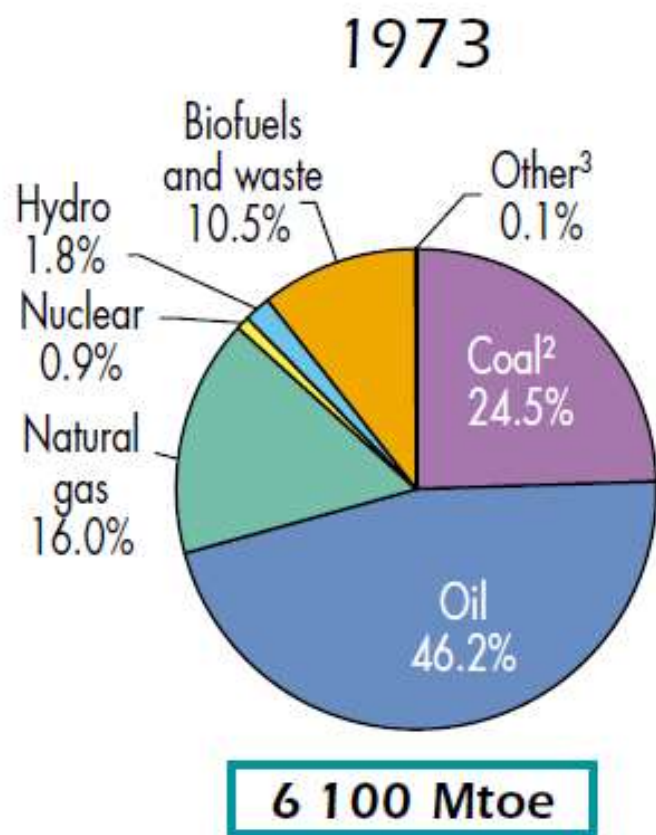
Energy Primer: NEBOJSA NAKICENOVIC, IIASA Lead
Authors:
A. Grubler, IIASA; H. Ishitani, Japan; T. Johansson, Sweden; G. Marland, USA;
J.R. Moreira, Brazil; H-H. Rogner, Canada

EVOLUÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS DE ENERGIA DESDE 1860 - percentual



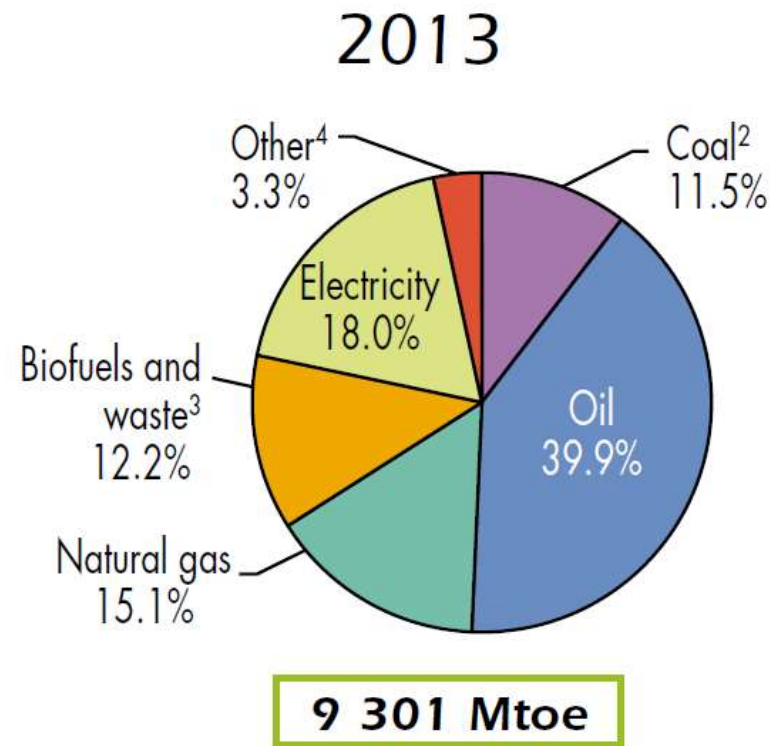
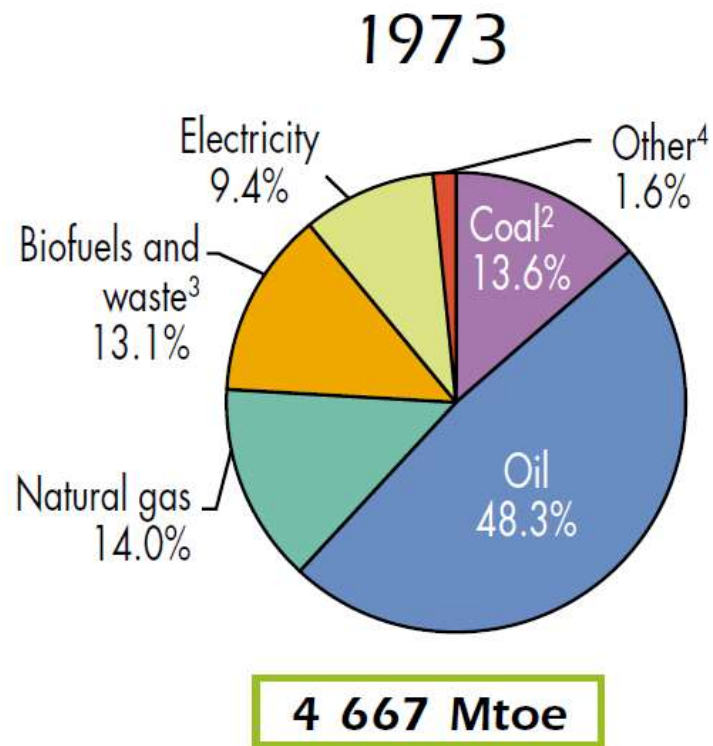
Energy Primer: NEBOJSA NAKICENOVIC, IIASA Lead Authors:
A. Grübler, IIASA; H. Ishitani, Japan; T. Johansson, Sweden; G. Marland, USA;
J.R. Moreira, Brazil; H-H. Rogner, Canada

Oferta Mundial de Energia por Fonte



Fonte: Key world Energy Statistics, 2015 - International Energy Agency

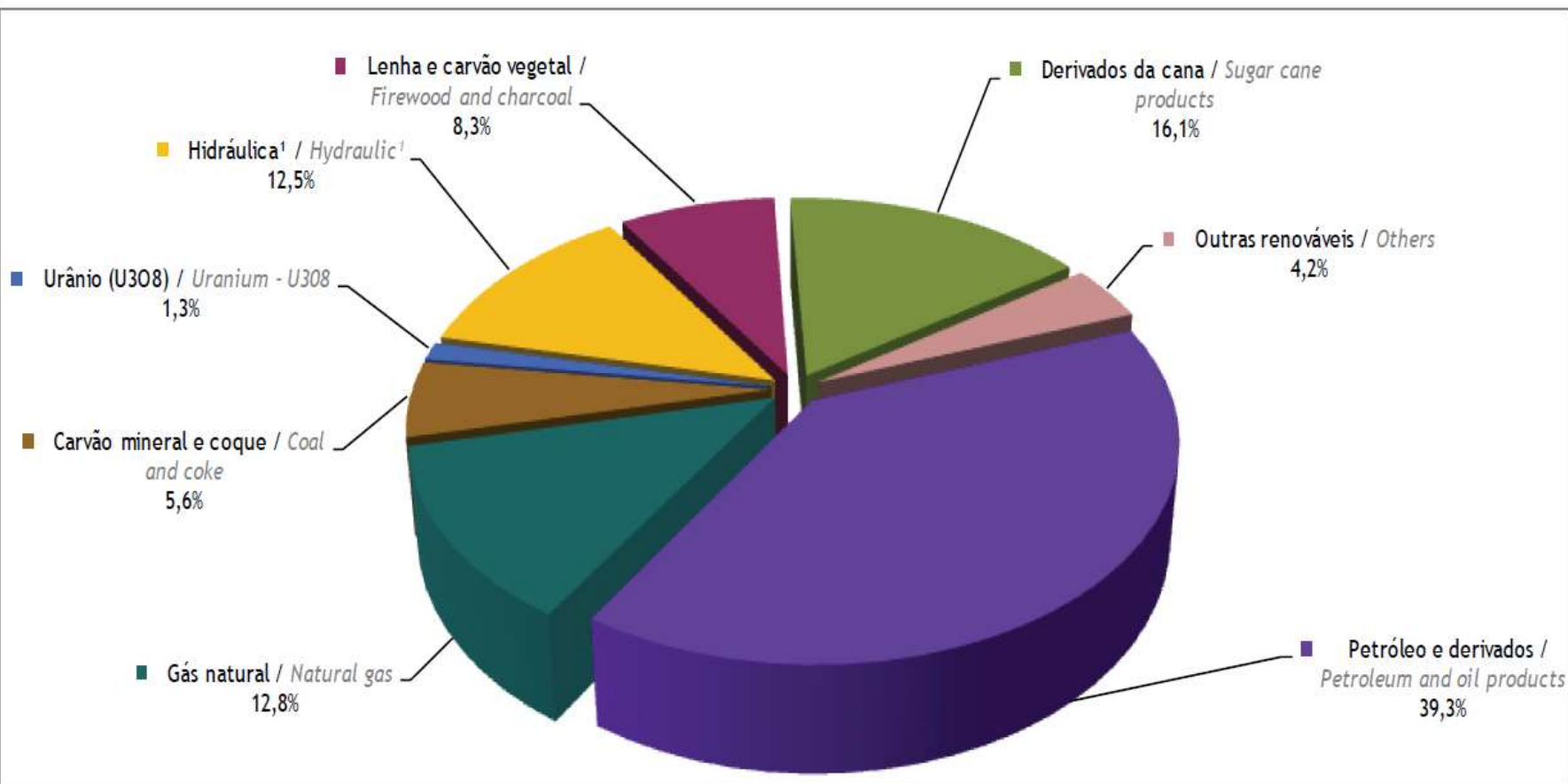
Consumo Mundial de Energia por Fonte.



Fonte: Key world Energy Statistics, 2015 - International Energy Agency

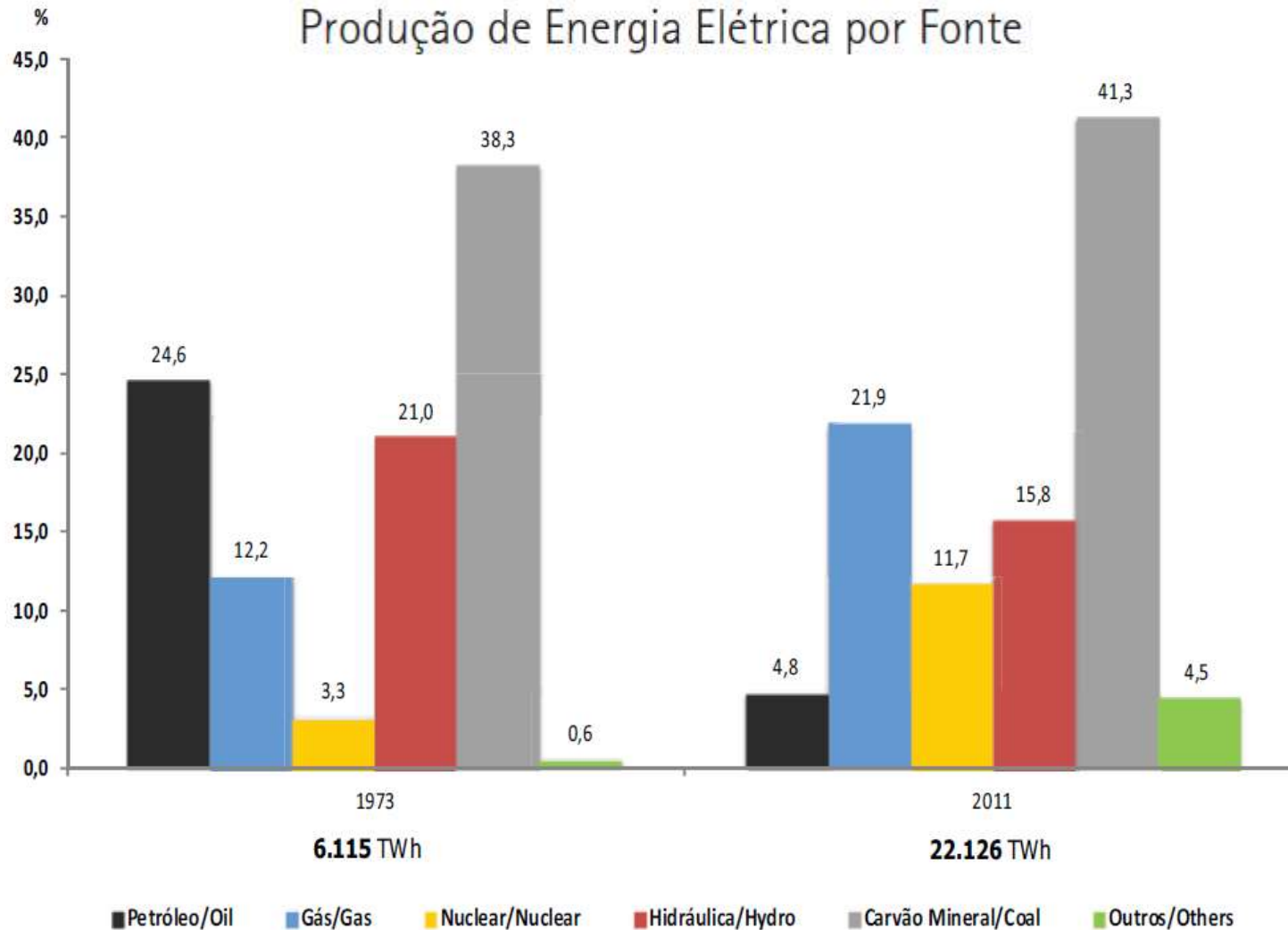
Matriz Energética Brasileira - 2013

Oferta Interna de Energia



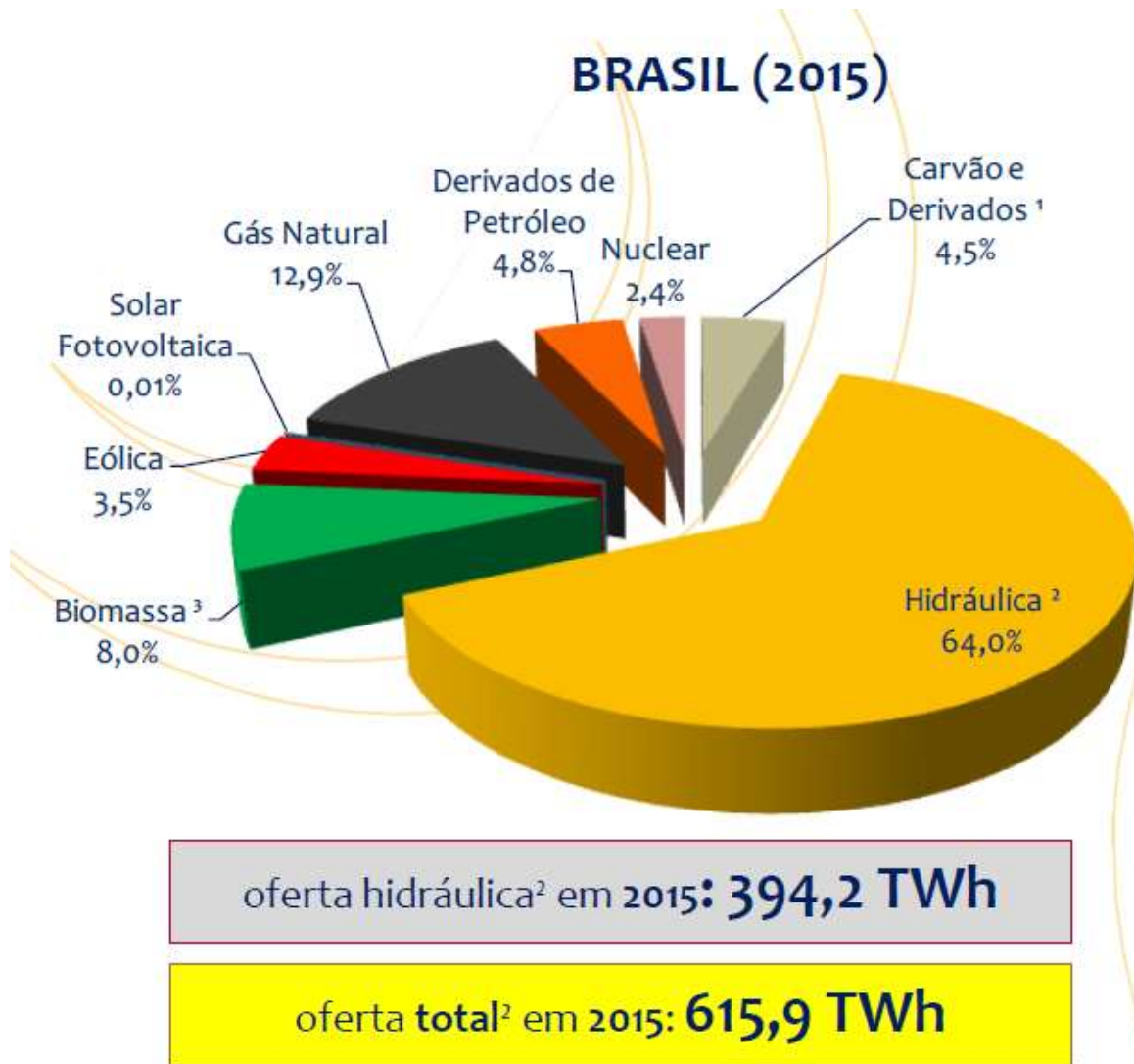
Fonte: Balanço Energético Nacional 2014 – ano Base 2013 – <https://ben.epe.gov.br/>

Oferta Mundial de Energia Elétrica por Fonte (%) - 2012



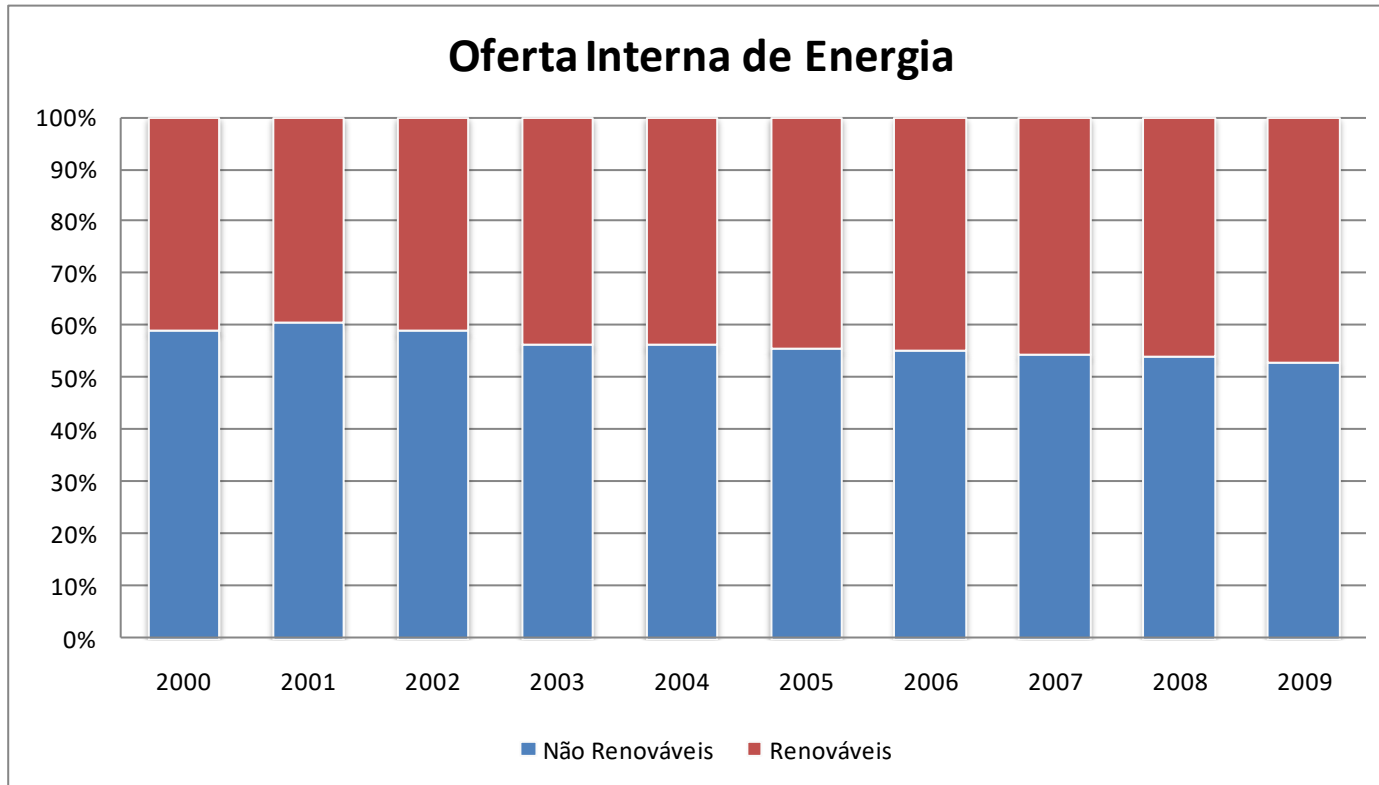
Fonte: Balanço Energético Nacional 2014 – ano Base 2013 – <https://ben.epe.gov.br/>

Matriz Elétrica Brasileira - 2015



Fonte: Balanço Energético Nacional 2016 – Síntese – ano Base 2015 – <https://ben.epe.gov.br/>

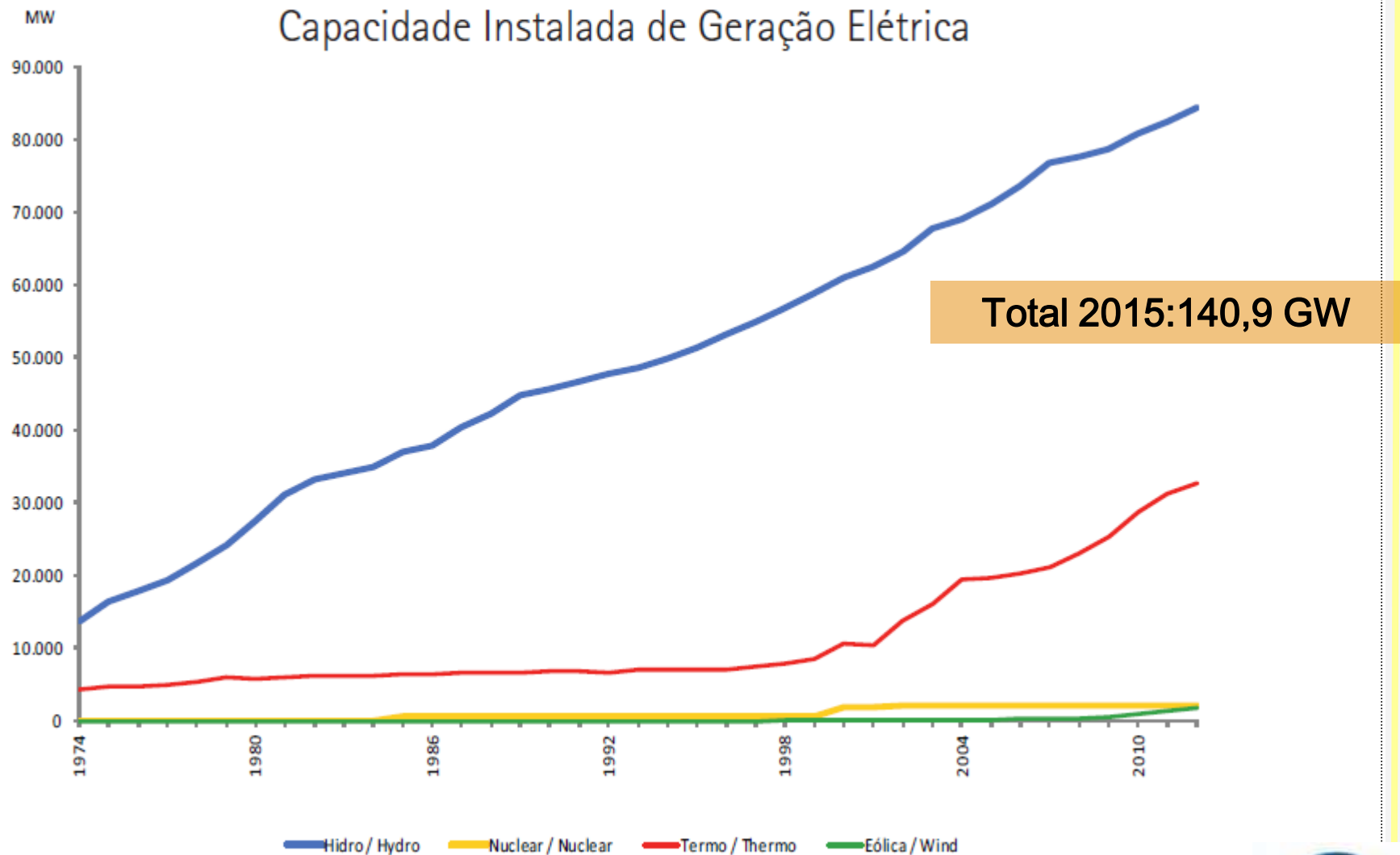
Oferta de Energia Brasil - Evolução e Sustentabilidade



2014: 39,4% renováveis

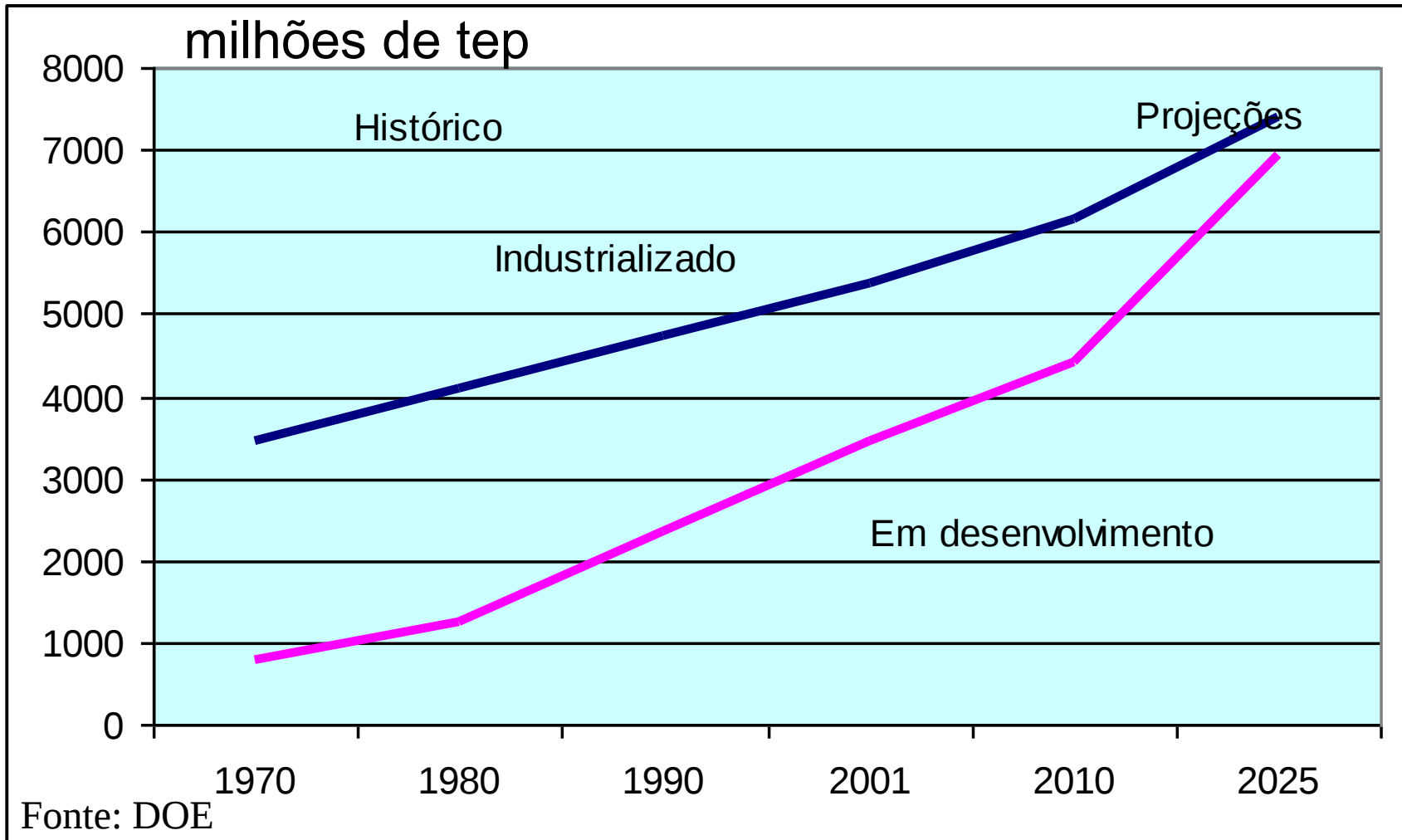
2015: 41,2% renováveis (queda da oferta interna de petróleo e derivados)

Capacidade instalada em Geração de EE no Brasil – estrutura da oferta interna (2012)

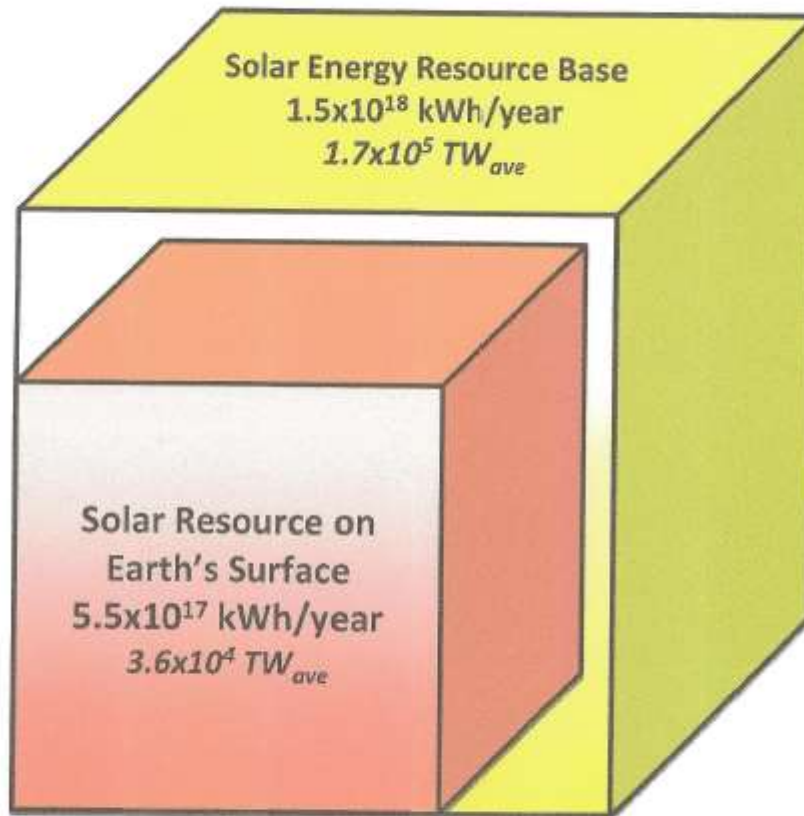


Fonte: Balanço Energético Nacional 2013 – ano Base 2012 – <https://ben.epe.gov.br/>

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA PRIMÁRIA POR REGIÃO - 1970-2025



Solar Resource Base



References:

Wind Energy: C.L. Archer and M.Z. Jacobson, *J. Geophys. Res.* **110**, D12110 (2005).

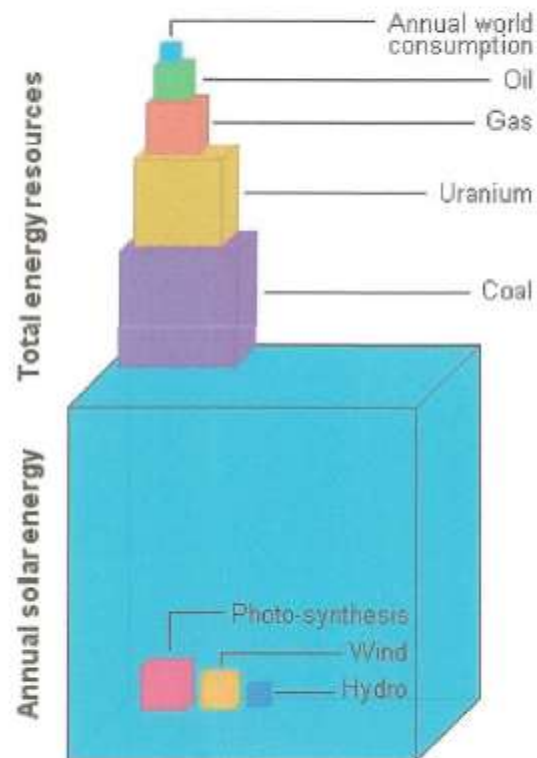


Wind Energy Resource Base
 6×10^{14} kWh/year
 72 TW_{ave}



Human Energy Use (mid- to late-century)
 4×10^{14} kWh/year
 50 TW_{ave}

Order of Magnitude of Energy Resources



Source: World Energy Council

Sustainable Energy – Fall 2010 – Conversion

10

Conversion Efficiencies

Conversion	Type	Efficiencies
Natural Gas Furnace	Chemical → Heat	90-96%
Internal combustion engine	Chemical → Mechanical	15-25%
Power Plant Boilers	Chemical → Heat	90-98%
Steam Turbines	Heat → Mechanical	40-45%
Electricity Generator	Mechanical → Electricity	98-99%
Gas Turbines	Chemical → Mechanical	35-40%
Hydro	Grav. Potential → Mechanical	60-90%
Geothermal	Thermal → Mech → Electricity	6-13%
Wind	Kinetic → Mech → Electricity	30-60%
Photovoltaic Cells	Radiation → Electricity	10-15%
Ocean Thermal	Thermal → Mech → Electricity	1-3%

Source: Sustainable Energy

Sustainable Energy – Fall 2010 – Conversion

17