PEA 3100 – Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Sistemas energéticos

- Conceitos e definições
- Estágios de desenvolvimento e consumo de energia
- Matriz energética
- Sistemas energéticos

Exemplos de formas de Energia presentes na natureza: Energia Primária

A energia pode ser:

- **Cinética** – a partir da força das águas e dos ventos
- **Potencial/Gravitacional** – a partir das quedas de água
- **Química** – combustíveis fósseis e alimentos
- **Térmica** – corpo aquecido
- **Radiante** – pela luz solar (radiação eletromagnética)
- **Nuclear** – energia no interior do núcleo atômico

As fontes primárias de energia podem ser transformadas em outras fontes de energia denominadas secundárias:

Ex:

- **Energia elétrica** - bateria/ alternadores
- **Energia térmica** – queima de combustíveis

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. **Ex: Energia cinética, Energia potencial**

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

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

Sempre que se transforma energia ocorrem perdas e estas variam conforme a eficiência do processo de conversão

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)

Potência = Energia / Tempo = Wh/h = Watts

Outras unidades para potência:

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

Unidades de potência

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

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 da 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

Exemplos:

Ex1 : Quanta energia potencial tem 10.000kg de água (aproximadamente 10m3) contidos em uma represa, se a queda d´água antes de atingir as pás de uma turbina é de 20 m?

Ex2 – Qual é a energia cinética de 1kg de ar (cerca de 1 m3) movendo -se a 15 m/s?

Ex 3- Um aquecedor elétrico tem uma potência nominal de 1.500 W (1,5 kW). Se o aquecedor permanecer ligado por 6 horas/dia e o custo da eletricidade for 0, 30 R$/kWh, qual será quantidade de energia consumida em um mês e o custo deste consumo (R$) ?

Ex 4- Quanto calor é necessário para aquecer 1 L (1 kg) de água que está a uma temperatura de 20 graus celcius, para 50 graus celcius ?

RECURSOS NATURAIS – Fontes de Energia

Envolvimento com:
- Tecnologia
- Economia
- Meio ambiente

CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS/ FONTES DE ENERGIA

- **Não Renováveis**
  - Minerais Não Energéticos: Fósforo, Cálcio, etc.
  - Minerais Energéticos: Combustíveis Fósseis (Petróleo, Gás natural, Carvão mineral) , Urânio, etc.
- **Renováveis**
  - Energia das Marés
  - Energia Geotérmica
  - Energia Solar
  - Energia dos ventos
  - Energia hidráulica
  - Energia da biomassa ,

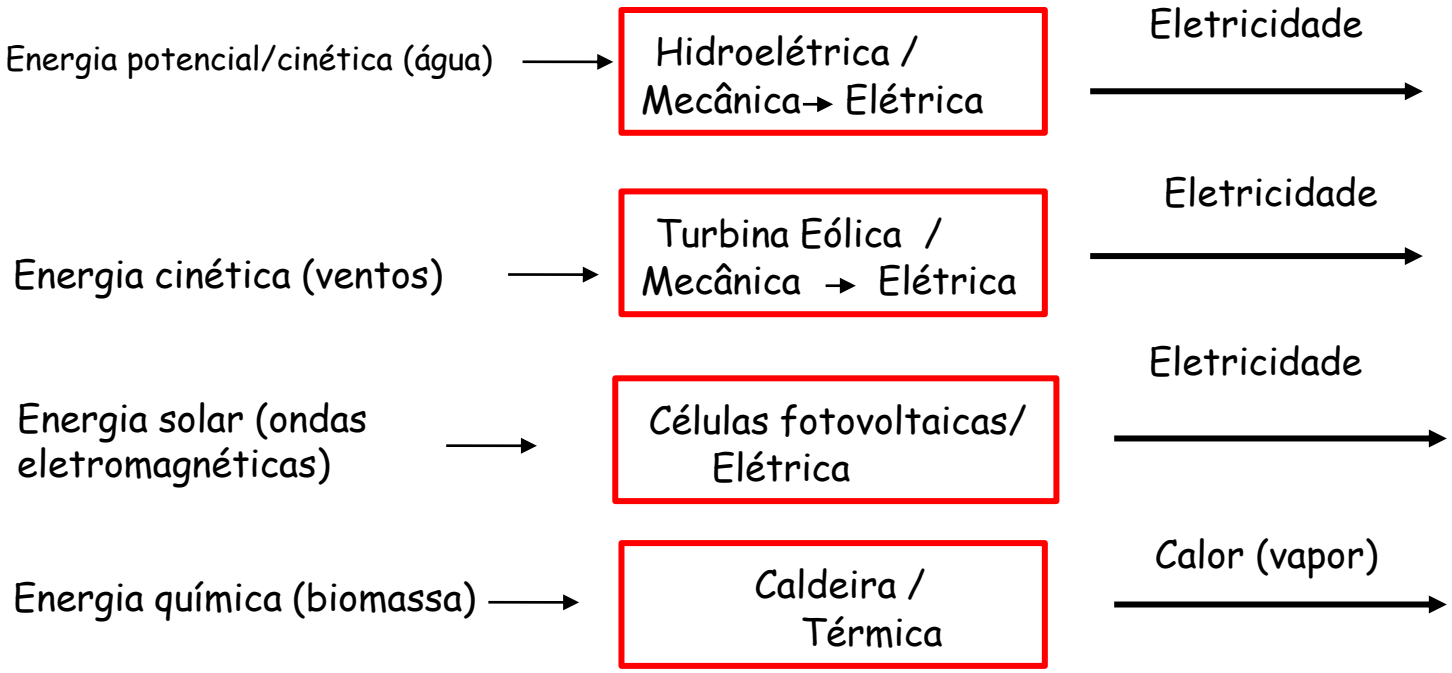
Fontes primárias de Energia

TECNOLOGIAS/ CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



Eficiência ou rendimento

Exemplos:

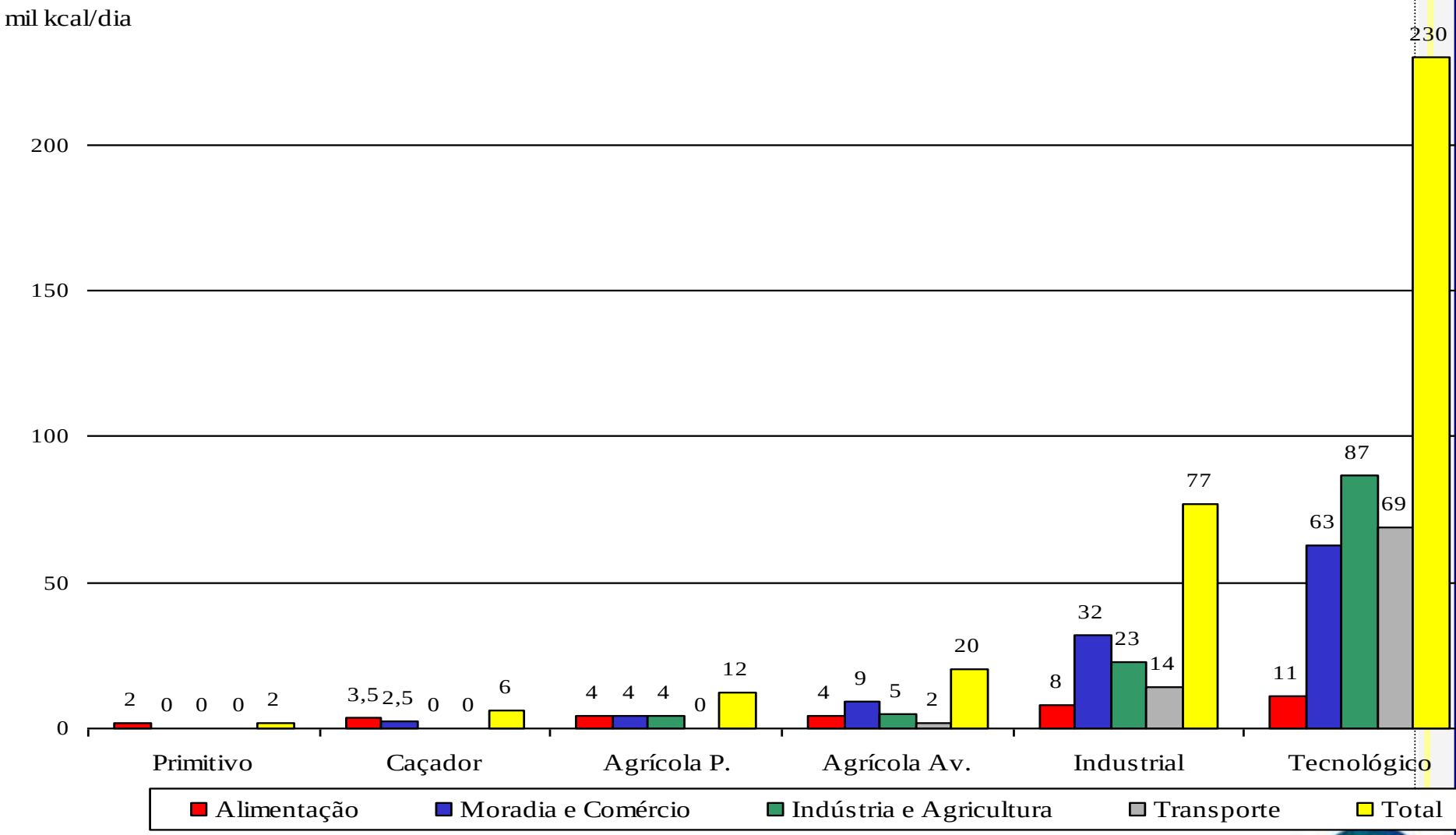


Rendimento = Energia de útil / Energia entrada

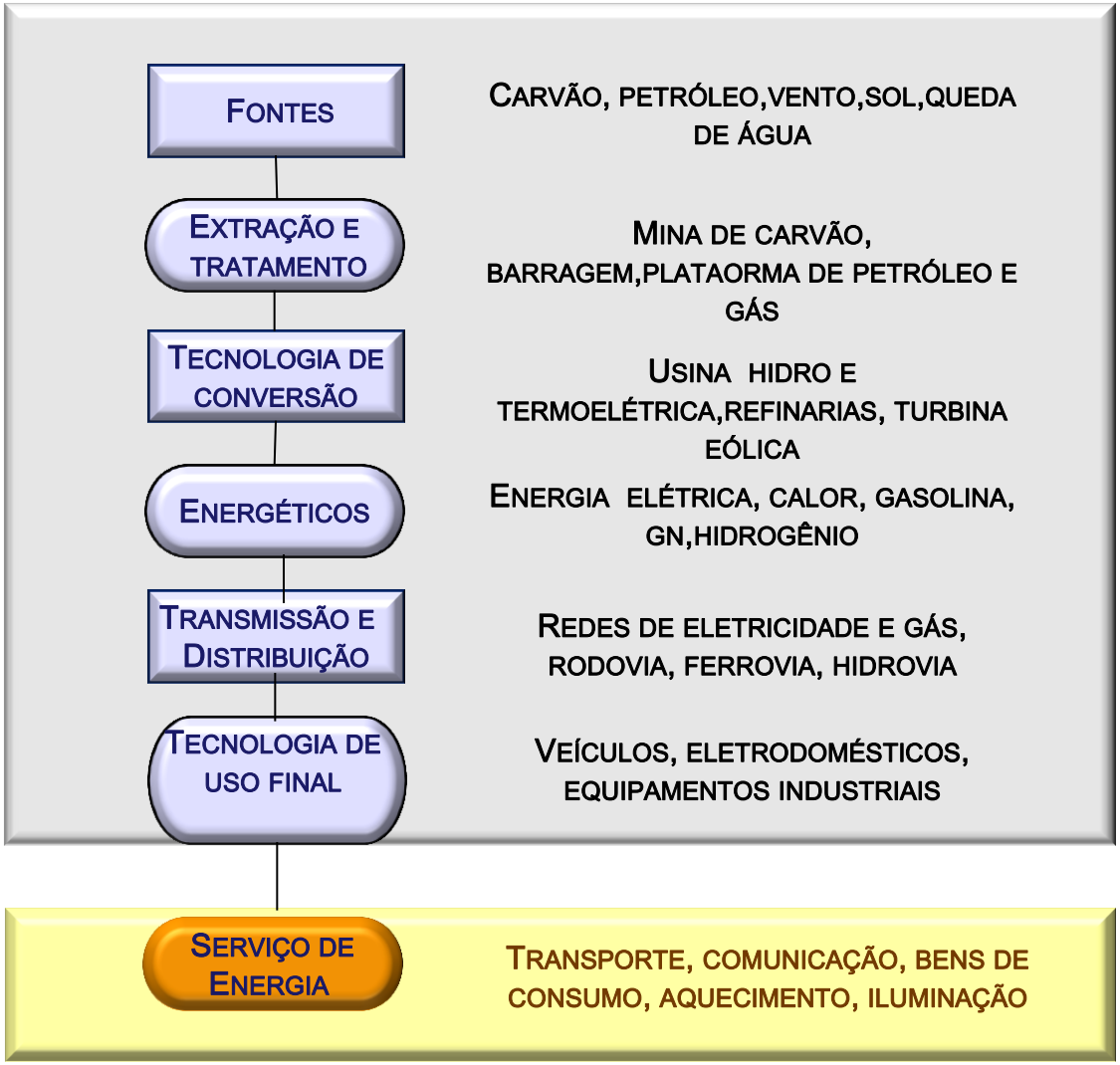
EFICIÊNCIAS DE ALGUNS SISTEMAS E ESQUEMAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA

Esquema	Eficiência
Geradores elétricos (mecânica → elétrica)	70-99%
Motor elétrico (elétrica → mecânica	50-90%
Fornalha a gás Química → térmica	70-95%
Turbina eólica Mecânica → elétrica	35-59 %
Usina termelétrica – combustível fóssil Química → térmica → mecânica → elétrica	30-40%
Usina nuclear nuclear → térmica → mecânica → elétrica	30- 35%
Motor de automóvel Química → térmica → mecânica	20-30%
Lâmpada fluorescente elétrica → luminosa	20%
Lâmpada incandescente Elétrica → luminosa	5%
Célula solar (fotovoltaica) Luminosa → elétrica	5 – 28%
Célula a combustível química → elétrica	40 - 60%

Evolução do consumo de energia



SISTEMAS ENERGÉTICOS

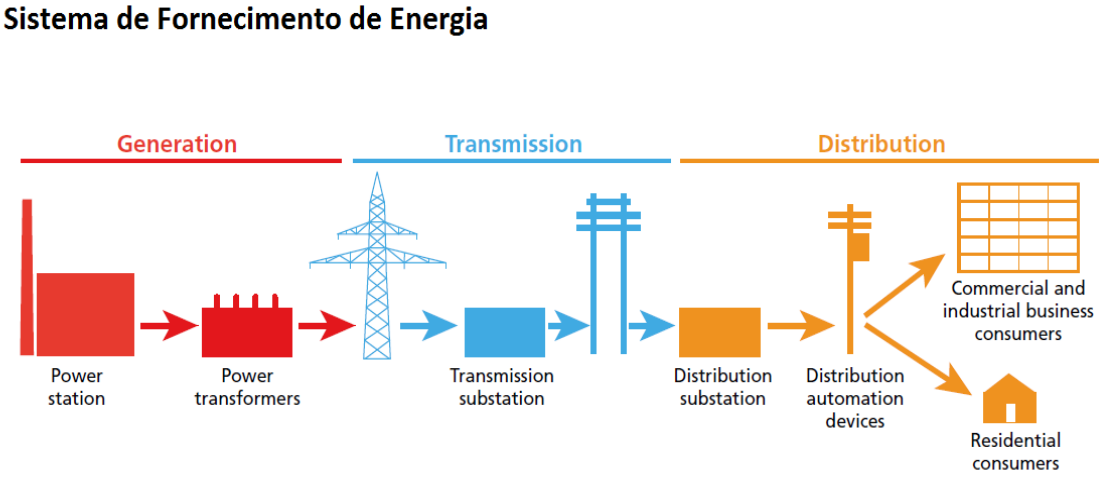


Ciclo de vida

Exemplo de Sistema Energético – Sistema Elétrico de Potência.

Fonte primária – Energia química

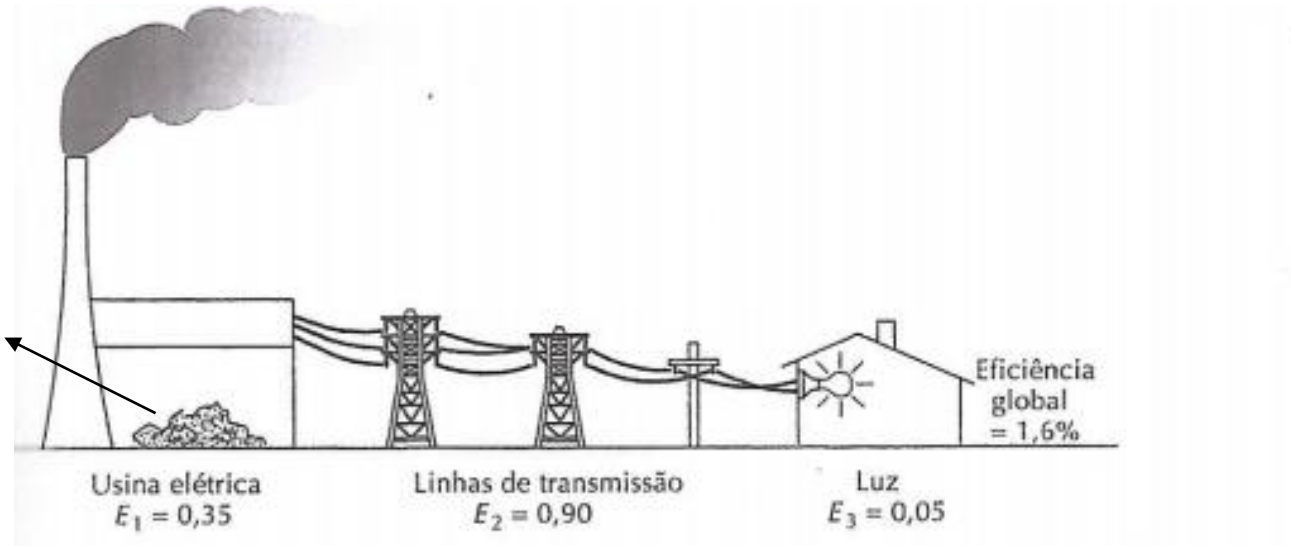
Ex: Biomassa; carvão mineral; urânio enriquecido



Usos finais de energia

Setores consumidores

O cálculo da eficiência geral de um processo de múltiplas etapas envolve a multiplicação das eficiências das etapas envolvidas

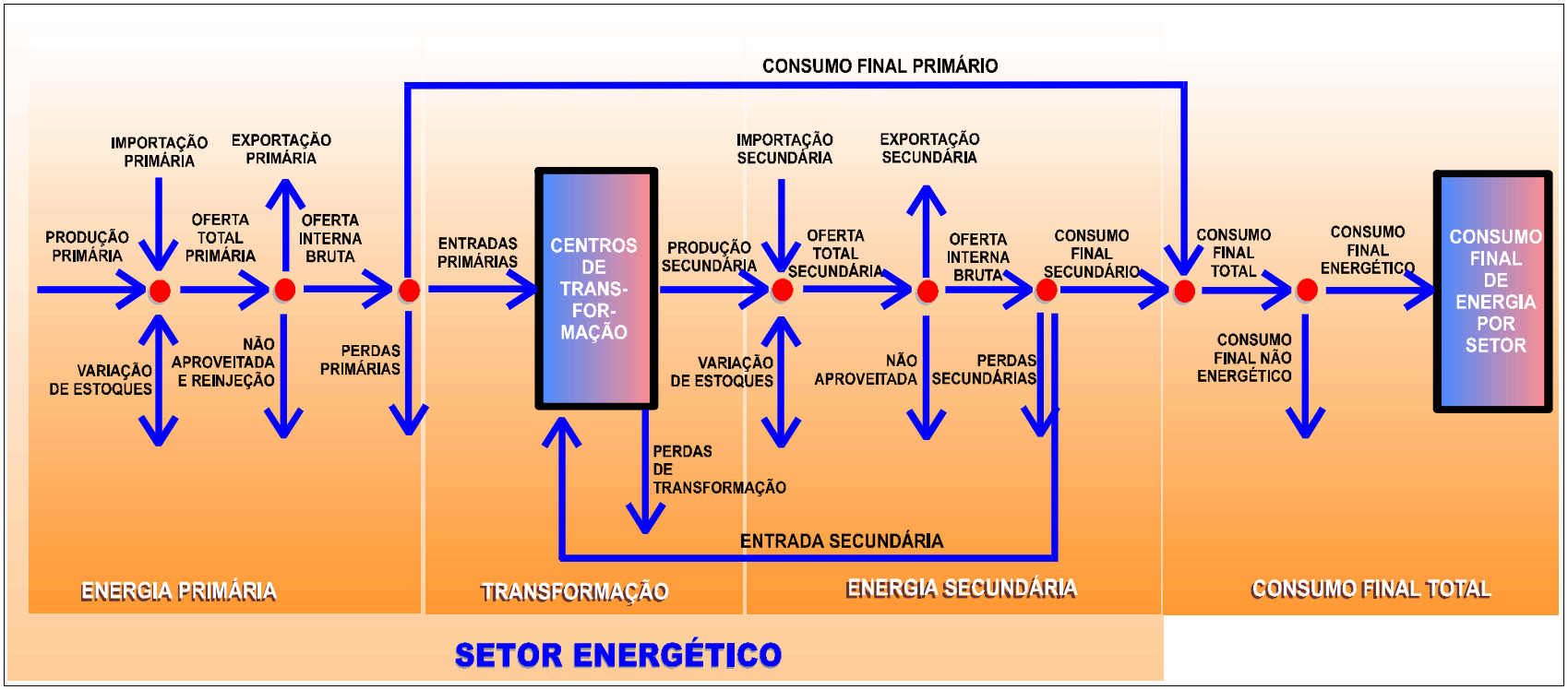


Eficiência global da conversão de energia química em luminosa $= E_1 \times E_2 \times E_3 = 0,35 \times 0,90 \times 0,05 = 0,016$

Ex 5 – Considerando que uma cidade demanda durante o período noturno (12 horas) uma demanda de 10 MW de iluminação (potência instalada das lâmpadas) . Qual deveria ser: a) Energia gerada pela Usina (MWh) para atender a carga de iluminação ? b) Potencial energético da energia primária (MWh)? c) Energia luminosa fornecida considerando a eficiência do exemplo (MWh) ?

ESTRUTURA DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - BEN

Importante ferramenta de análise da situação de uma determinada região (como um país) em um determinado período (Ex : 1 ano)

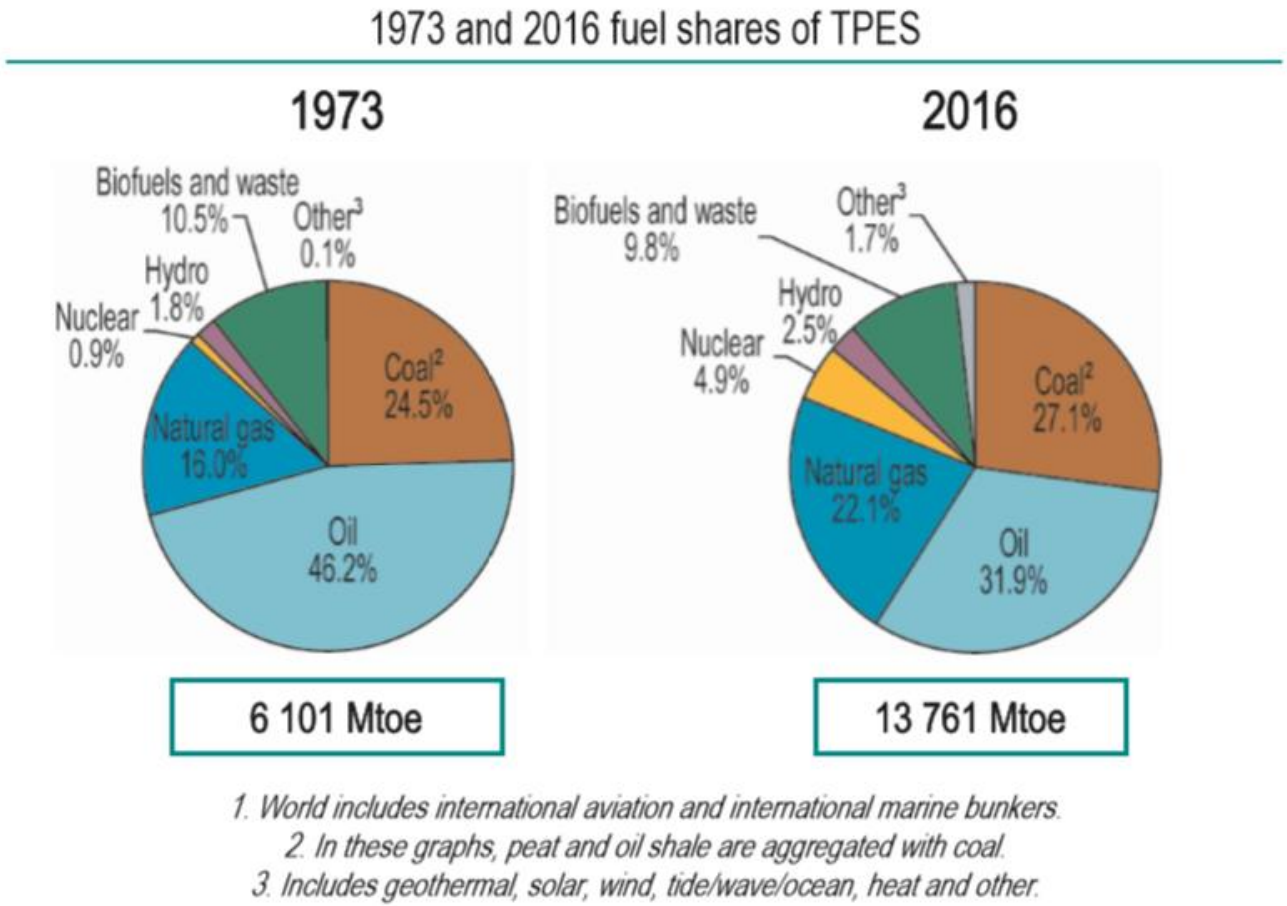


Função:

1- Comportamentos retrospectivos e prospectivos (tendências futuras)
2- Participação de cada energético ou grupo de energéticos
3- Auto-suficiência em energia, dependência externa e comércio exterior
4- Eficiência nos processos de transformação
5- Distribuição do consumo energético por setor consumidor

Matriz Energética por Fonte

OFERTA MUNDIAL ENERGIA PRIMÁRIA



3 - Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, heat and other

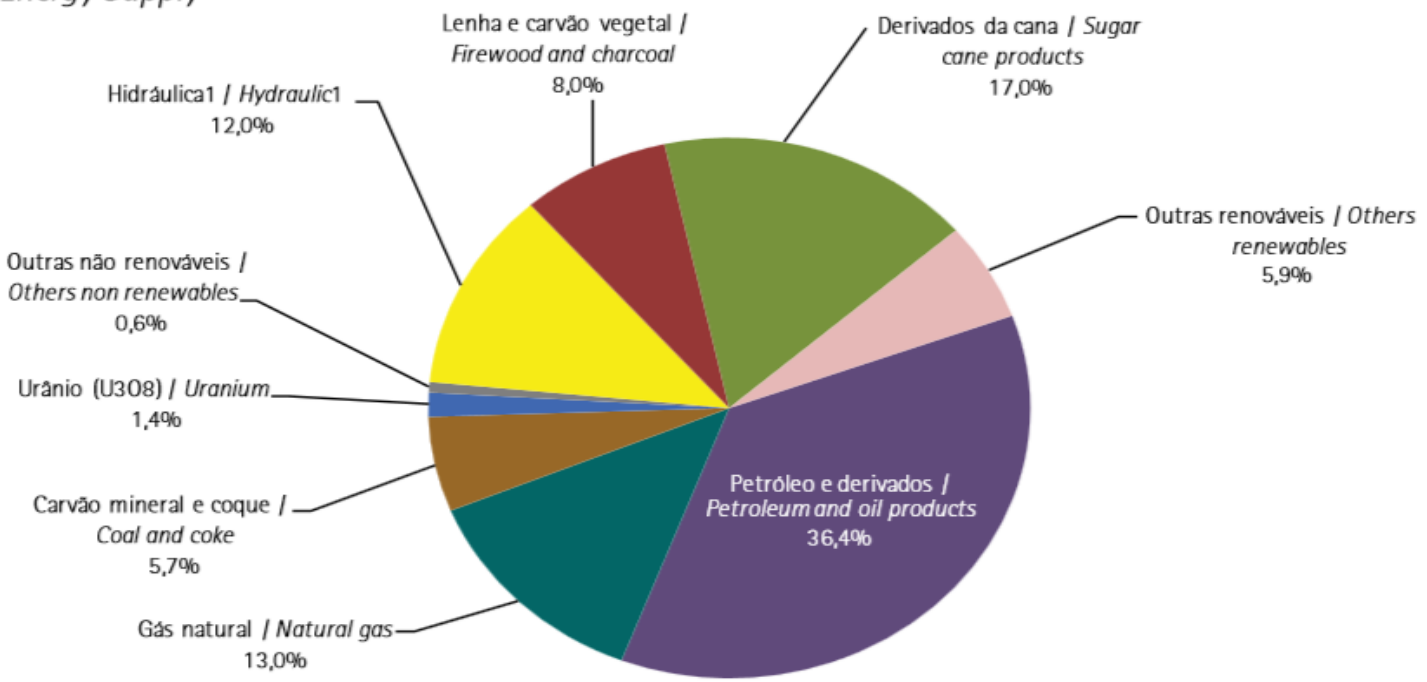
Fonte: Key World Energy Statistics (2018) – IEA

Matriz Energética – Brasil - Ano Base 2017
Oferta Interna de Energia: 292,099 Mtep

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2018 | ano base 2017

Oferta Interna de Energia

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 hidraulic sources. 1 kWh = 860 kcal (physical equivalent - First Principle of Thermodynamics). Look Appendix VI.6.*

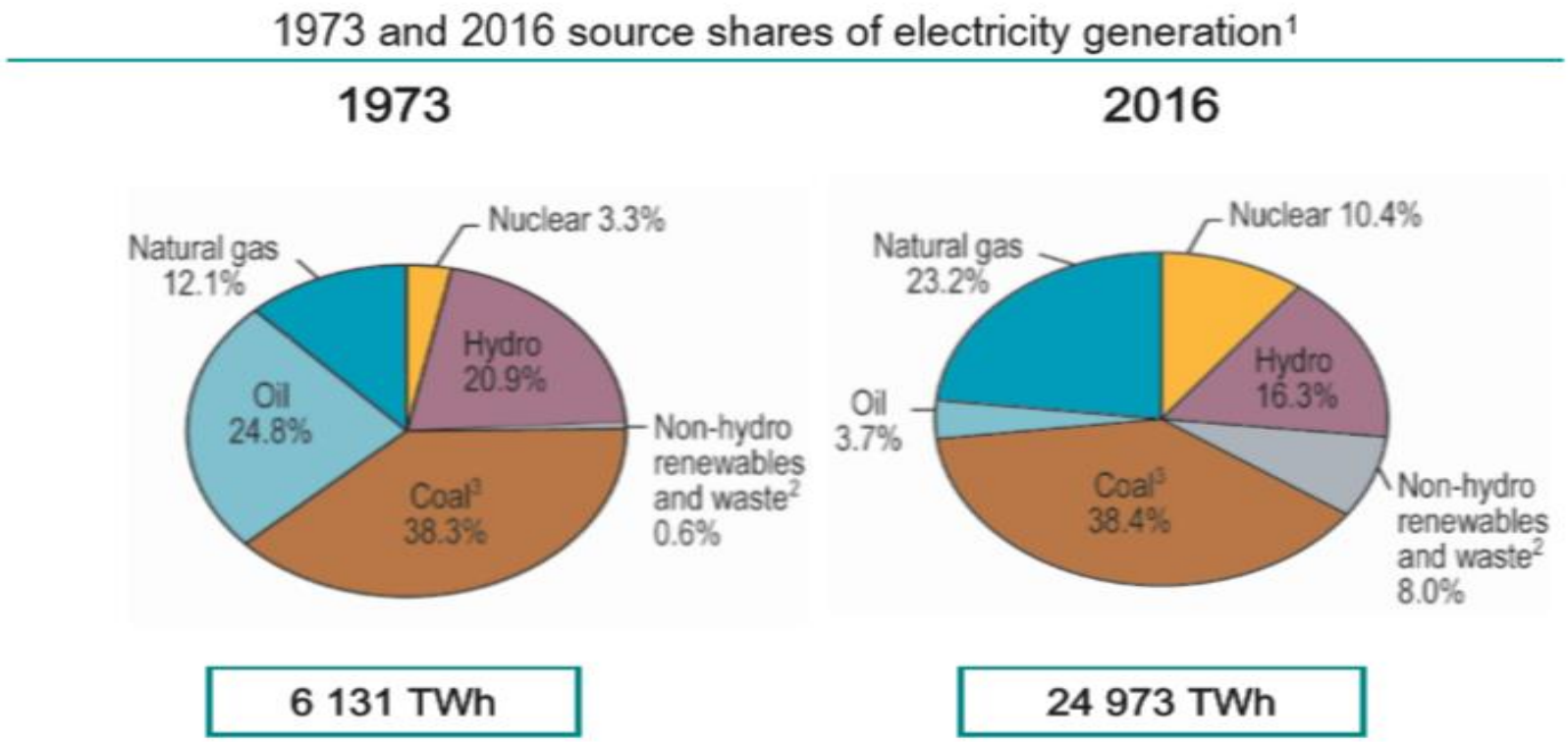
Fonte: MME : BEN (ano base 2017)

Ex 6

Em 2016 a oferta mundial de energia foi de : 13761 MTOE
E no Brasil foi de : 292,099 MTEP

Pergunta :
a) Qual foi a oferta mundial de energia renovável e não renovável em termos percentuais?
b) Qual foi a oferta brasileira de energia renovável e não renovável em termos percentuais?
c) Qual a participação percentual do Brasil na oferta mundial de energia ?

Oferta Mundial de Energia Elétrica



2 - Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, biofuels, waste, heat and other

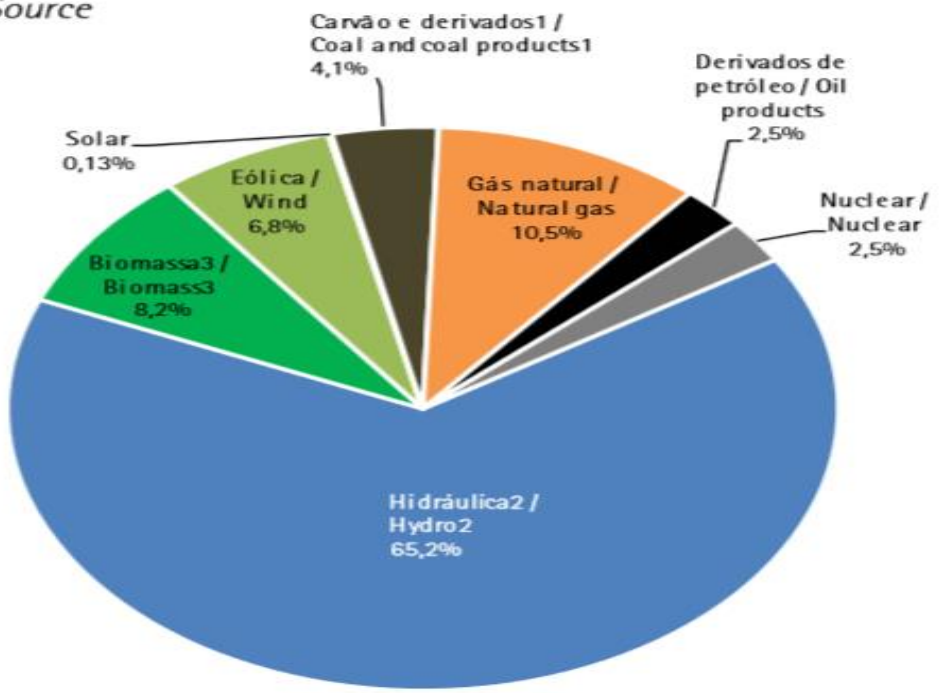
Fonte: Key World Energy Statistics (2018) - IEA

Brasil - Oferta de Energia Elétrica: Ano: 2017

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2018 | ano base 2017

Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte

Domestic Electricity Supply by Source



Notas / *Notes*:

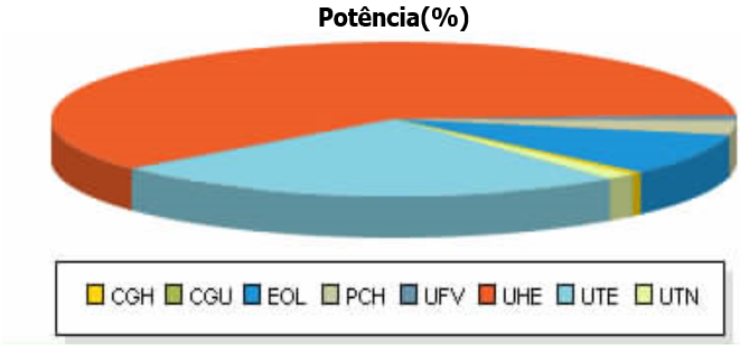
1. Inclui gás de coqueria / *Includes coke oven gas*
2. Inclui importação de eletricidade / *Includes electricity imports*
3. Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações / *Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources*

Geração total = 588 TWh

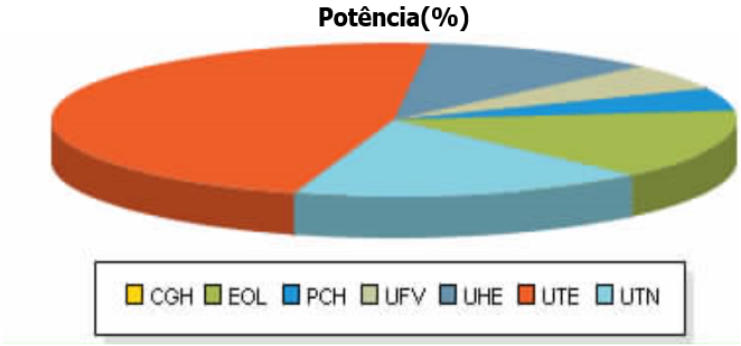
Matriz de energia elétrica – Brasil (fev/2019)

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	697	701.660	701.474	0,43
CGU	1	50	50	0
EOL	598	14.768.689	14.722.793	9,01
PCH	425	5.215.429	5.160.816	3,16
UFV	2.462	1.987.719	1.985.719	1,22
UHE	216	102.229.978	98.364.745	60,22
UTE	3.006	42.067.060	40.428.921	24,75
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,22
Total	**7.407**	**168.960.585**	**163.354.518**	100

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.



Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	3	7.512	0,09
EOL	66	1.201.400	14,76
PCH	32	384.809	4,73
UFV	17	458.912	5,64
UHE	5	909.780	11,17
UTE	37	3.828.934	47,03
UTN	1	1.350.000	16,58
Total	**161**	**8.141.347**	100



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

Capacidade instalada = 168.960.585 kW

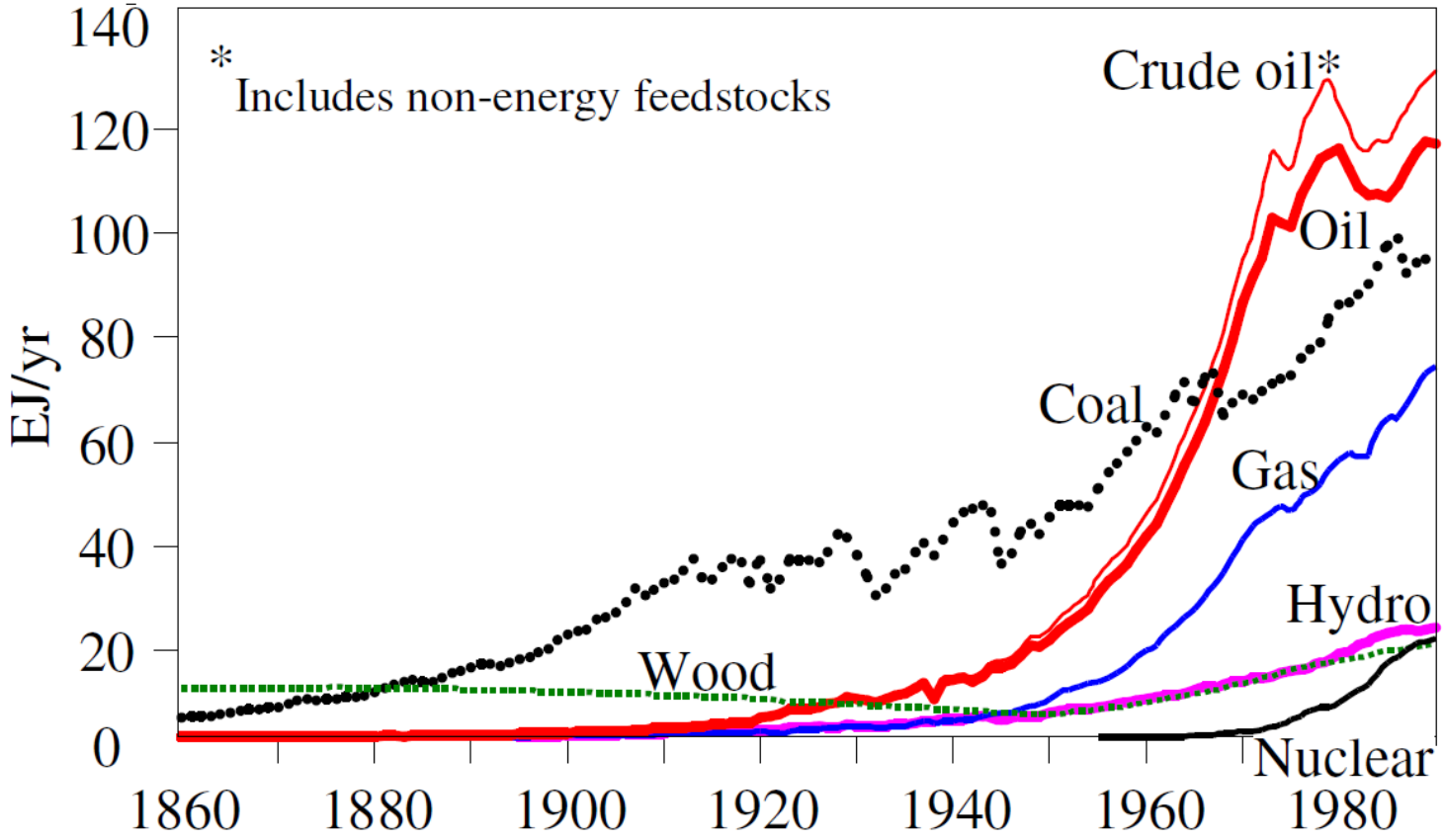
Fonte: Banco de Informações de Geração (BIG) – ANEEL, 2019

Ex 7

Em 2016 a oferta mundial de energia elétrica foi de : 24973 TWh
E no Brasil foi de : -----

Pergunta :
a) Qual foi a oferta mundial de energia elétrica renovável e não renovável em termos percentuais ?
b) Qual foi a oferta brasileira de energia elétrica renovável e não renovável em termos percentuais?
c) Qual a participação percentual do Brasil na oferta mundial de energia elétrica?
d) Explique a diferença entre a participação percentual das fontes elétricas em termos de MW e TWh

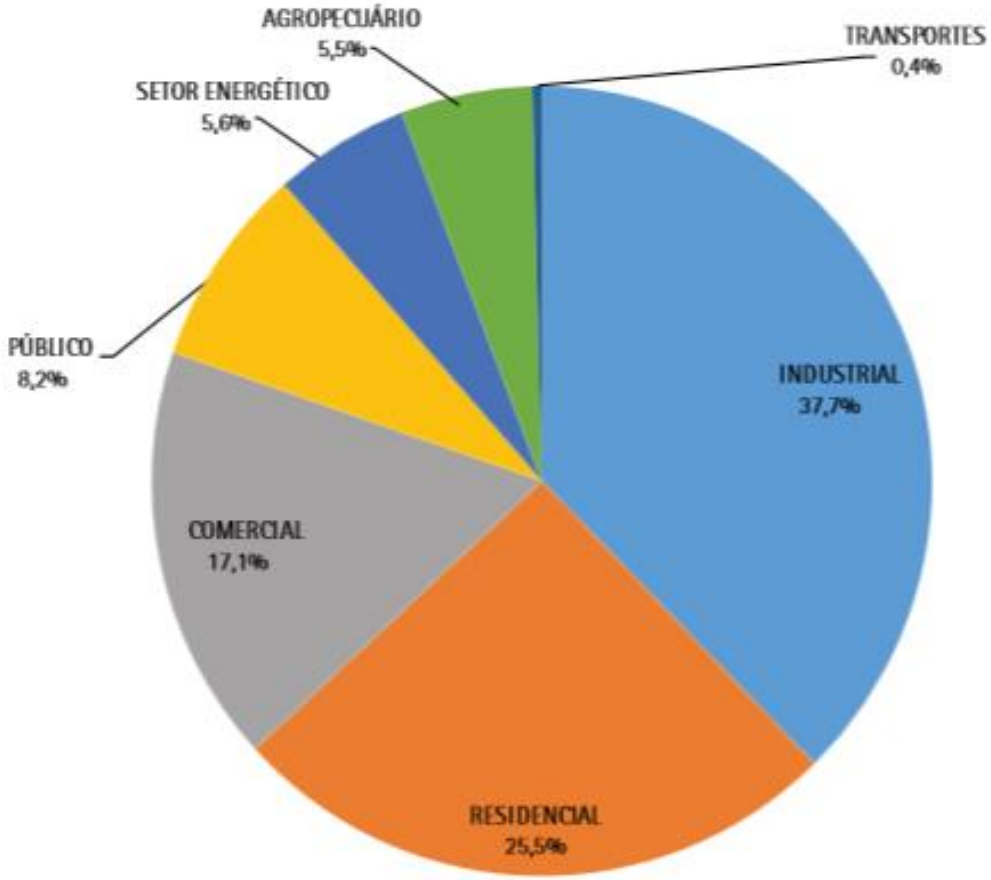
EVOLUÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS DE ENERGIA DESDE 1860



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. Grübler, IIASA; H. Ishitani, Japan; T. Johansson, Sweden; G. Marland, USA;
J.R. Moreira, Brazil; H-H. Rogner, Canada

Participação setorial no consumo de eletricidade
Electricity consumption share by sector



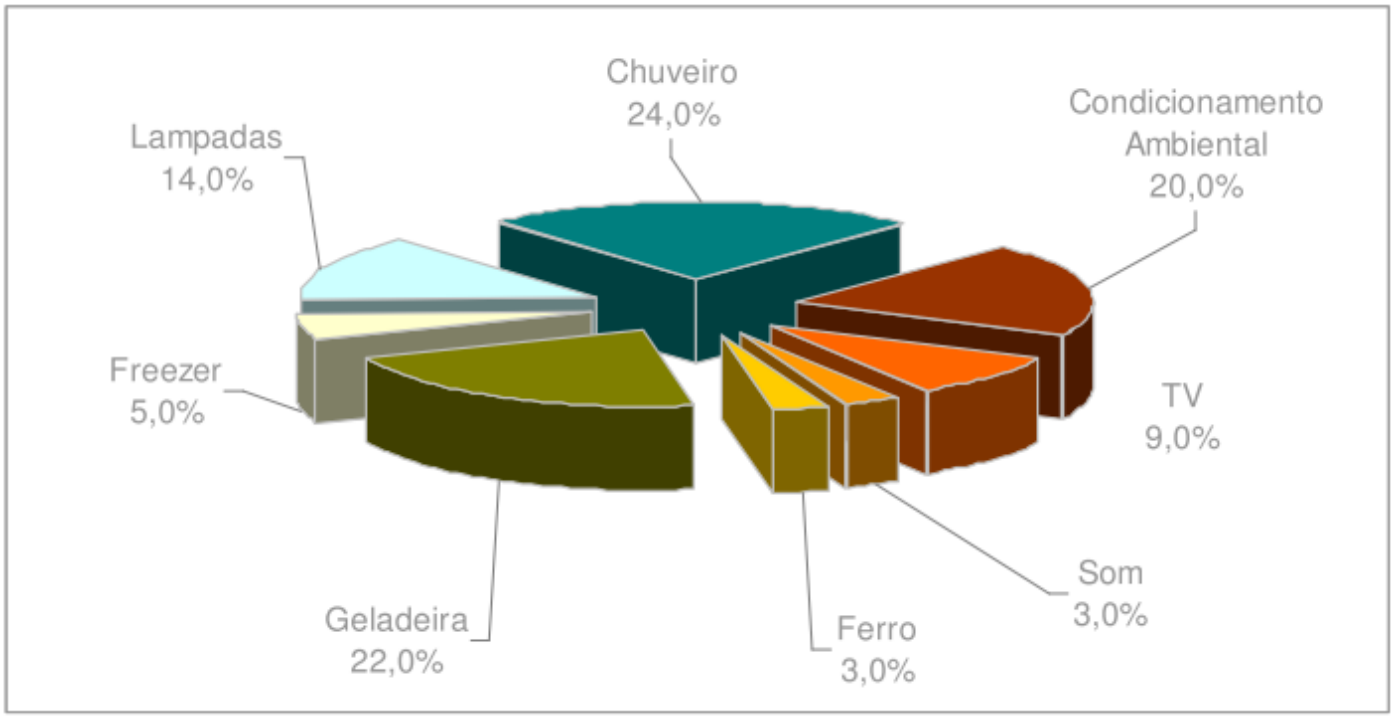
Nota-se que os Setores Industrial, comercial e residencial respondem por mais de 80% da energia elétrica consumida no país em 2017

Fonte: Balanço Energético Nacional 2018 – Ano Base 2017

Setor Residencial (2005)

Usos finais: Iluminação ; aquecimento; refrigeração; força motriz; condicionamento ambiental; lazer, dentre outros

Equipamentos de usos finais: lâmpadas, ferro de passar; geladeira; liquidificador; ar condicionado, televisão, dentre outros.



Fonte: Portal PROCELINFO – Relatório de Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005

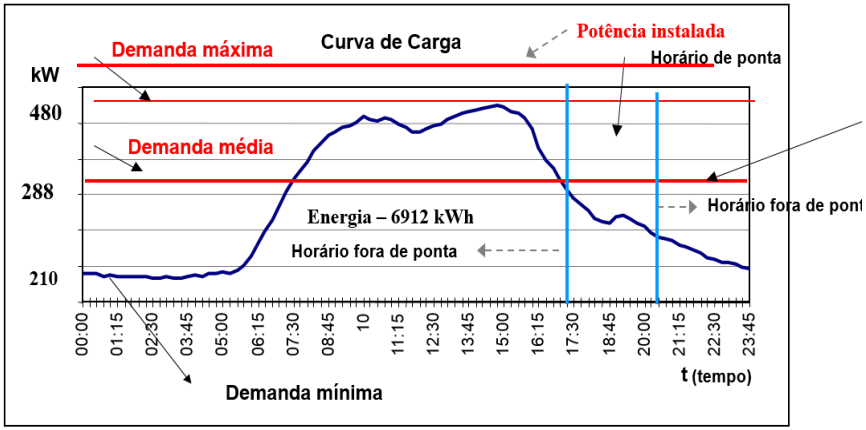
Potencia instalada – dado de placa do Equipamento :
Ex: Chuveiro (3000 Watts); Usina de Itaipú (14 GWatts)

Potencia instantânea de geração – Potência variável no tempo em função da disponibilidade energética (Geração - Ex: vazão de água; velocidade do vento)
Potência instantânea de consumo – potência variável no tempo em função dos hábitos de uso

Exemplo de curva de carga

CURVA DE CARGA

Potência instalada = 750 kW

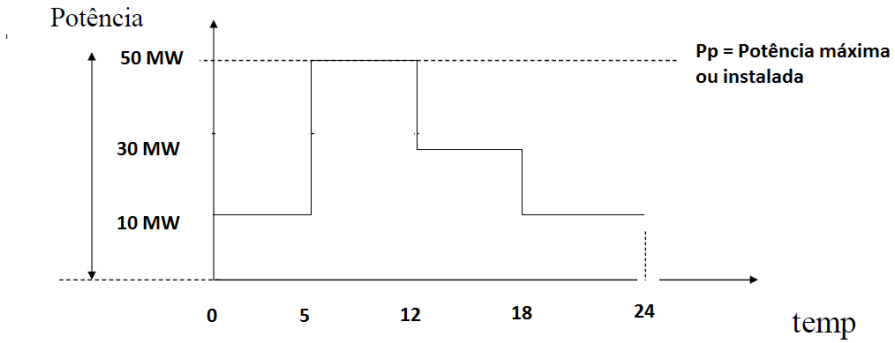


Pontos importantes de uma curva de carga

Potência instalada – Soma da potências nominais dos aparelhos

Exemplo de curva de geração

Curva de produção = curva de despacho de geração



Ex 8 – Identifique e/ou Calcule

a) Energia diária gerada (MWh)
b) Potência média do período (MW)
c) Potência instalada (MW)