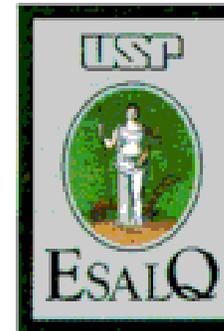




Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Engenharia de Biossistemas



LEB 410 - Mudanças Climáticas e Agricultura

Aula 7 - Matriz Energética e Conceitos de Energia

Prof. Thiago L. Romanelli
romanelli@usp.br

16 de setembro de 2019

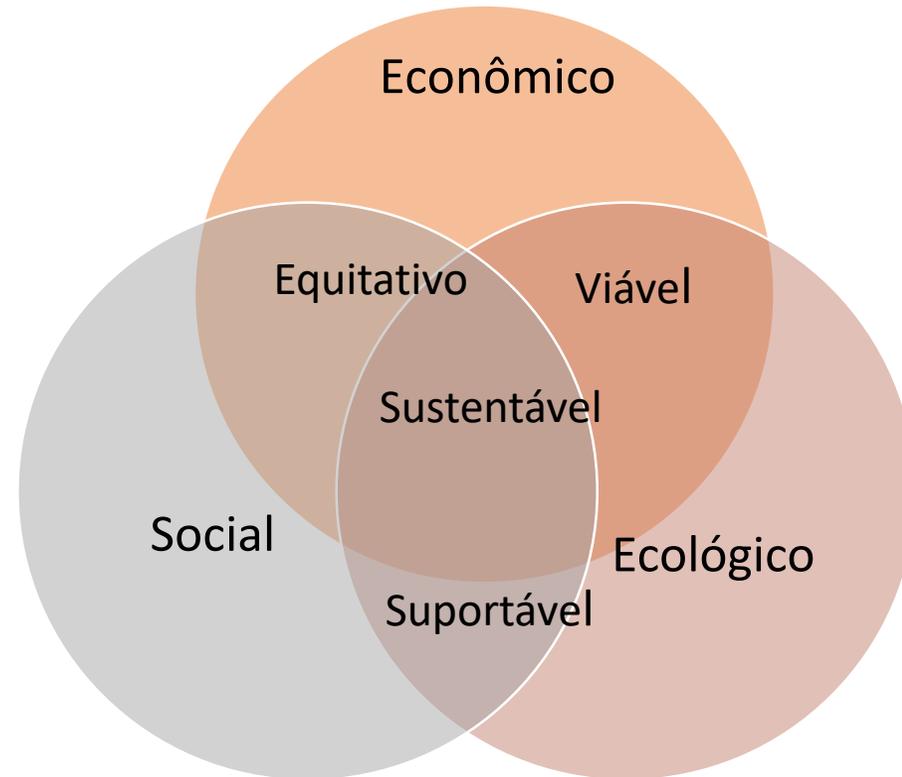
Sustentabilidade: Desafio

Do Relatório Brundtland ou Our Common Future (1987), no qual desenvolvimento sustentável é concebido como:

“o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Sustentabilidade: Desafio

- Por que sustentabilidade não é um tema unânime?
- Como mensurar?



Sustentabilidade

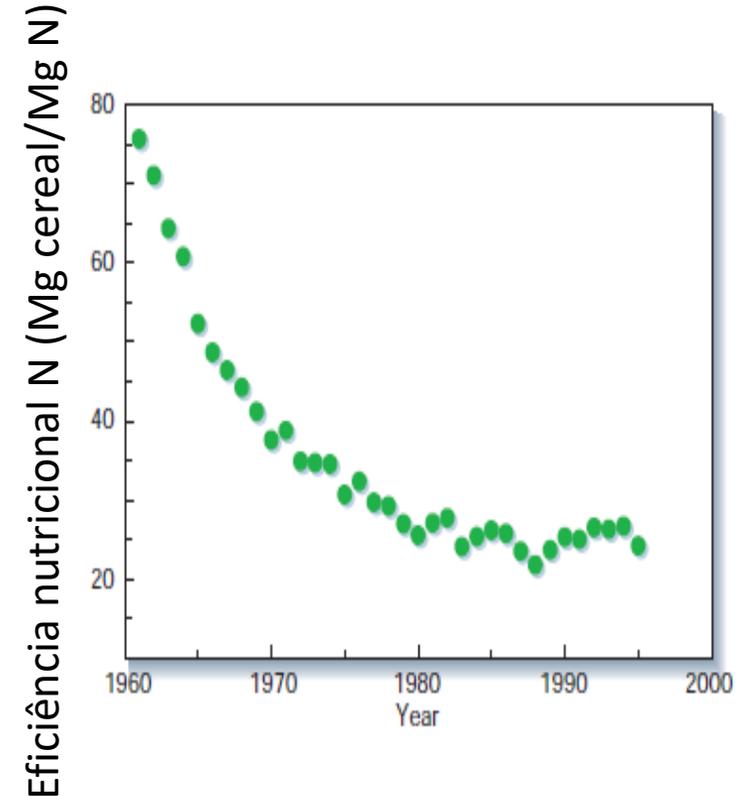
“Fazer mais com menos”

Mais produto, mais bem estar

Menos custo, menos impacto, menos emissão,
menos insumos, menos mão de obra

Revolução Verde

	Ag. Neolítica	Ag. Moderna
Tempo (h)	1150	17
	MJ/ha	MJ/ha
Mão-de-obra	27	0
Máquinas	4	358
Sementes	9	33
Diesel	0	502
NPK + defensivos	0	717
Irrigação	0	186
Secagem	0	167
Transporte e outros	0	91
Total	40	2054
Produtividade	1603 (2 t/ha)	4437 (5,4 t/ha)
Saída/Entrada	40	2,16



- Agricultura deixa de ser a “arte de colher o sol”.
- Sistemas intensificados de produção de biomassa.

Energia

Termodinâmica = therme (calor) + dynamis (potência)

Termodinâmica é a ciência da energia

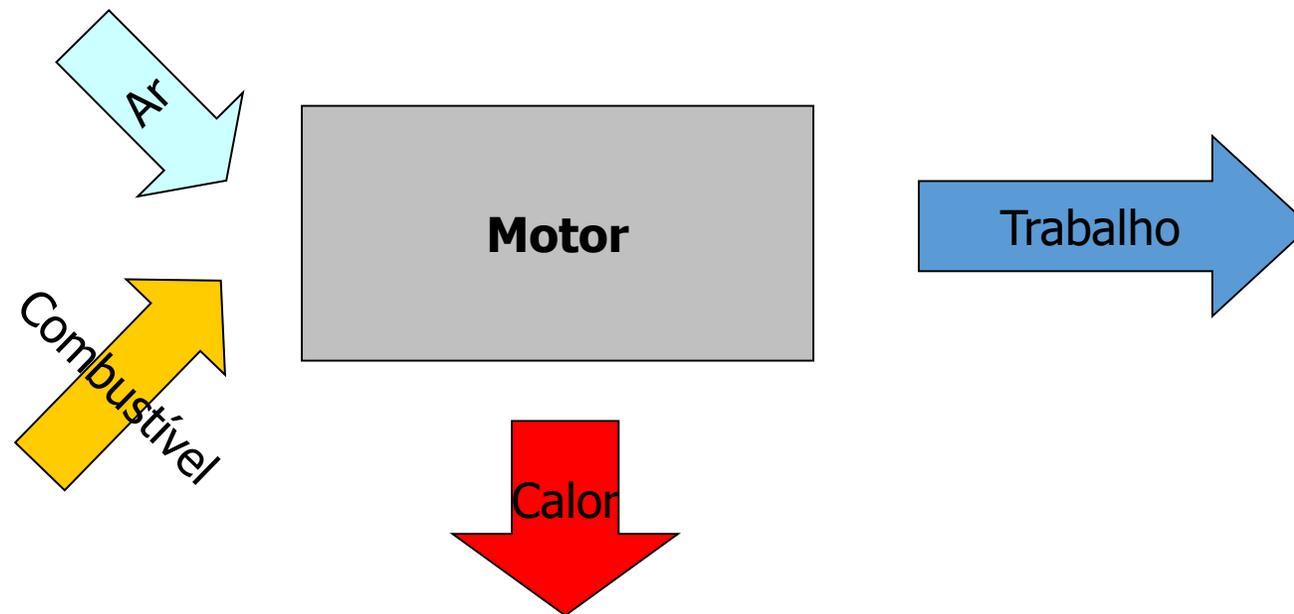
O que é energia?

Etimologia, do grego *ergos* = trabalho

Tipos de energia

1. Energia mecânica
 - a) Energia potencial
 - b) Energia cinética
2. Energia química
3. Energia nuclear
4. Energia eletromagnética

Motor a combustão interna



Fontes de potência ou tipo de energia?



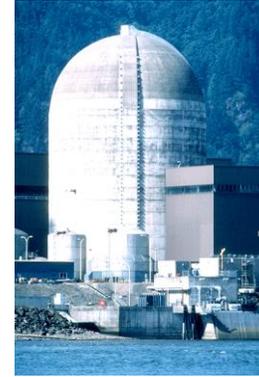
TÉRMICA



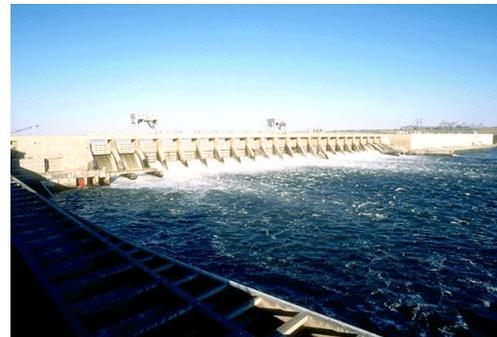
EÓLICA



SOLAR



NUCLEAR



HIDRÁULICA



MECÂNICA

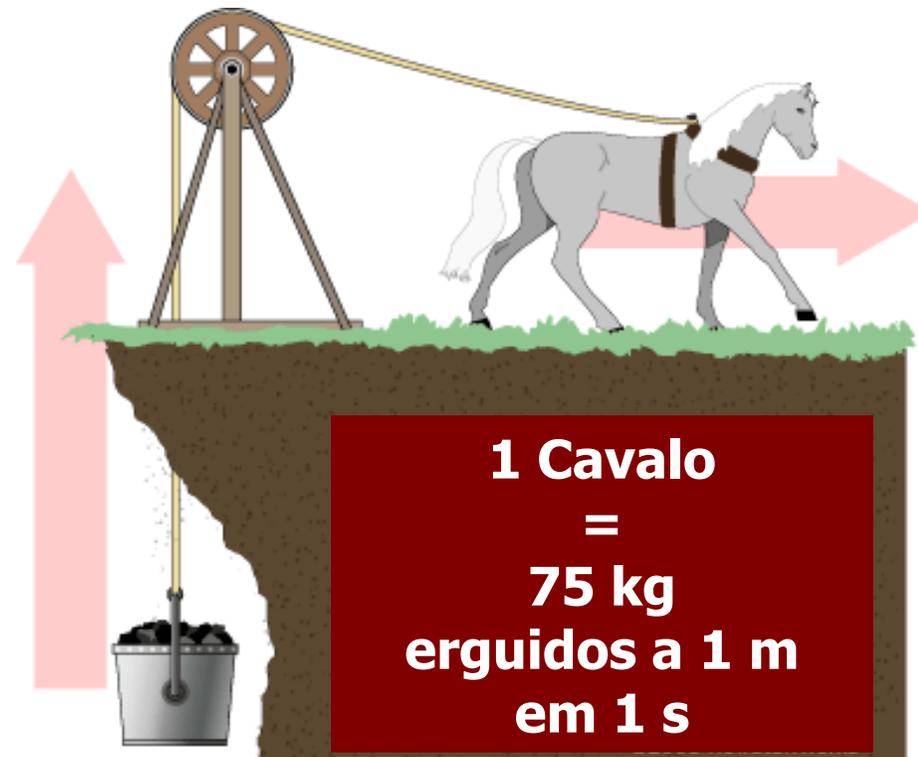
Potência

- O que é potência?

Potência

Capacidade de transferir energia (trabalho ou calor) por tempo.

Unidade: W (J/s)



Processos de transferência de energia

- Trabalho
- Calor

Energia Mecânica

É a soma da Energia Cinética e da Energia Potencial na ausência de forças dissipativas, ocorrendo transformação de energia potencial em cinética e vice-versa.

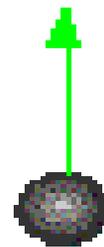
$$E_{mec} = E_p + E_c = constante$$

The diagram illustrates the components of mechanical energy. Three red arrows point downwards from the equation above. The leftmost arrow points to the text 'Energia Mecânica'. The middle arrow points to 'Energia Potencial'. The rightmost arrow points to 'Energia Cinética'.

Energia Mecânica

Energia Potencial

Energia Cinética



E

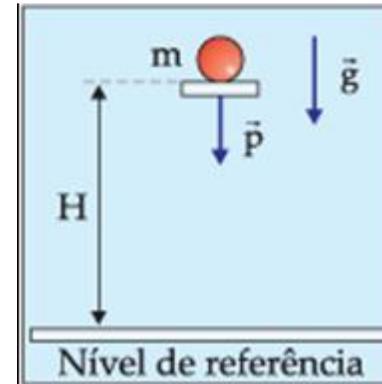
KE

No início o sistema possui Energia Cinética. No ponto mais alto, possui apenas Energia Potencial.

Energia Potencial

Gravitacional \longrightarrow relaciona-se com a altura

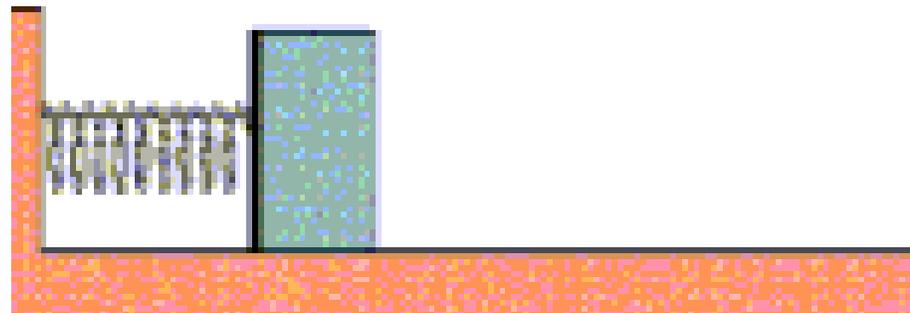
$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$



Elástica \longrightarrow relaciona-se com um corpo elástico ou uma mola.

$$E_{pel} = k \cdot x^2 / 2$$

k = constante elástica



Energia Cinética

Energia que proporciona o movimento.

$$E_c = m \cdot V^2 / 2$$

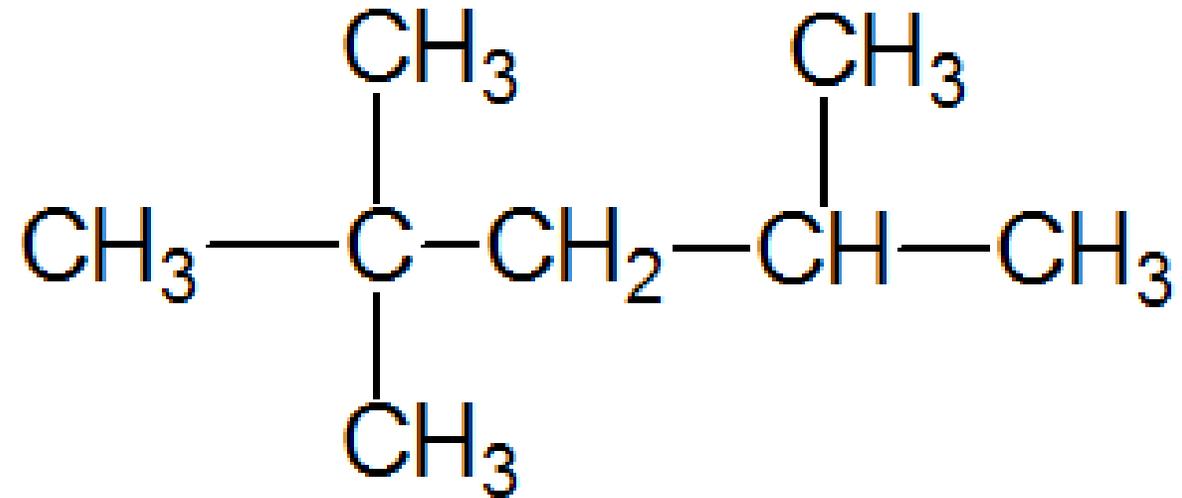
↓ ↓ ↓
Energia Massa Velocidade
Cinética



Quanto mais rápido ou mais pesado é o objeto,
maior a Energia Cinética do corpo!!!

Energia química

É a energia que está armazenada num átomo ou numa molécula.



Energia Química

- Trecho de “Uma história da energia”

Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage, Daniel Hémery. **Uma história da energia**. Editora da Universidade de Brasília, 1993. 447p.

(Título original: *Les servitudes de la puissance: une histoire de l'énergie*. 1986)

Energia nuclear

É a energia produzida pelas reações nucleares: isso é, pela fissão ou pela fusão de átomos.



Energia eletromagnética

Está associada aos fenômenos eletromagnéticos: a eletricidade, o magnetismo e a radiação eletromagnética (luz).

É convertida em trabalho por motores que usam o princípio da indução eletromagnética ou em luz pelas lâmpadas, entre diversas outras formas de uso em que esta forma de energia é convertida em outra.

Energia elétrica = $P t \rightarrow \text{kWh}$

Energia eletromagnética



Energia Cinética em Eletromagnética



Energia Eletromagnética em Cinética



Energia Eletromagnética em
Eletromagnética (radiante)

Energia hidráulica

- Energia hidráulica em potencial
- Exemplo de transformação de energia



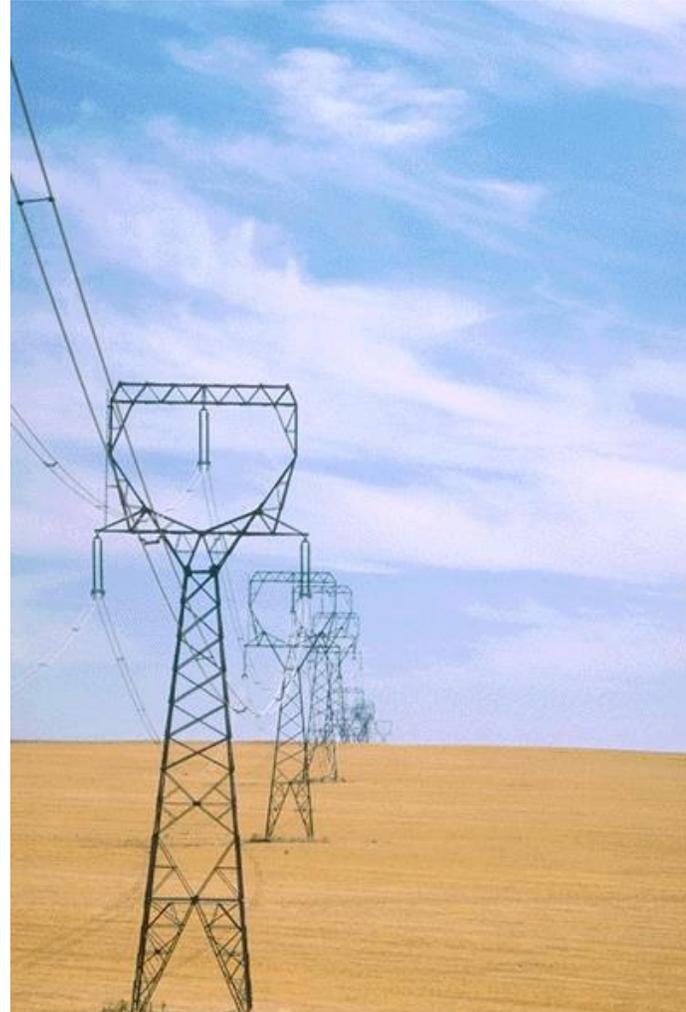
Energia hidráulica

- Transformada em energia mecânica na turbina
- O gerador transforma energia mecânica em energia elétrica



Energia hidráulica

- Energia elétrica colocada a disposição



A energia elétrica é transformada em trabalho



LUMINOSA

TÉRMICA



MECÂNICA



Leis da termodinâmica

- 1ª Nenhuma energia é perdida, e sim transformada ou transferida a outro corpo

Se energia se conserva porque o mundo se preocupa em obter fontes?

Leis da termodinâmica

2ª A cada transformação há uma perda na energia disponível

Lei da Entropia = energia desorganizada, indisponível

Irreversibilidade

Contradiz a Lei da Conservação?

Leis da termodinâmica

1a



2a



Leis da termodinâmica

1ª e 2ª leis são aplicadas não apenas a energia, mas também a materiais.

Conservação da matéria

Entropia material

Exemplo: Reciclagem, uso de resíduos.

Conceitos

- O que é bioenergia?

Uma fonte de energia que tenha origem biológica .

E agroenergia?

Conceitos

- O que é biocombustível?
- Quem é mais amplo: bioenergia ou biocombustível?

Conceitos

- O que é energia renovável?
- Defina renovabilidade
- 2ª Lei – Entropia

Conceitos

- O que é fonte de energia alternativa?
 - 1 – Preço competitivo?
 - 2 – Há domínio para produção em quantidade com qualidade?
 - 3 – A sociedade aceita?

Conceitos

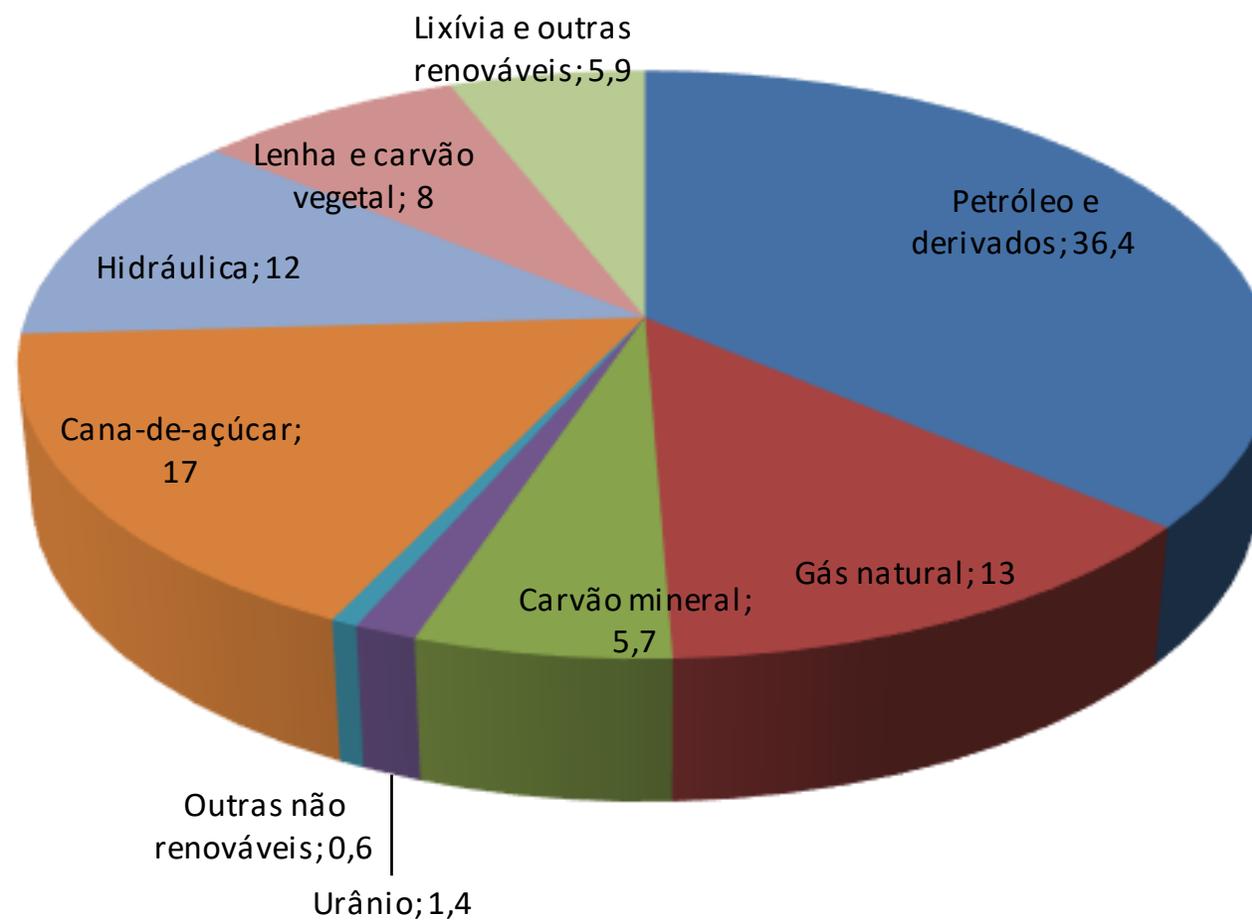
- Existe geração de energia?
- 1ª Lei – Conservação?

Matriz Energética

Fonte: www.ben.epe.gov.br

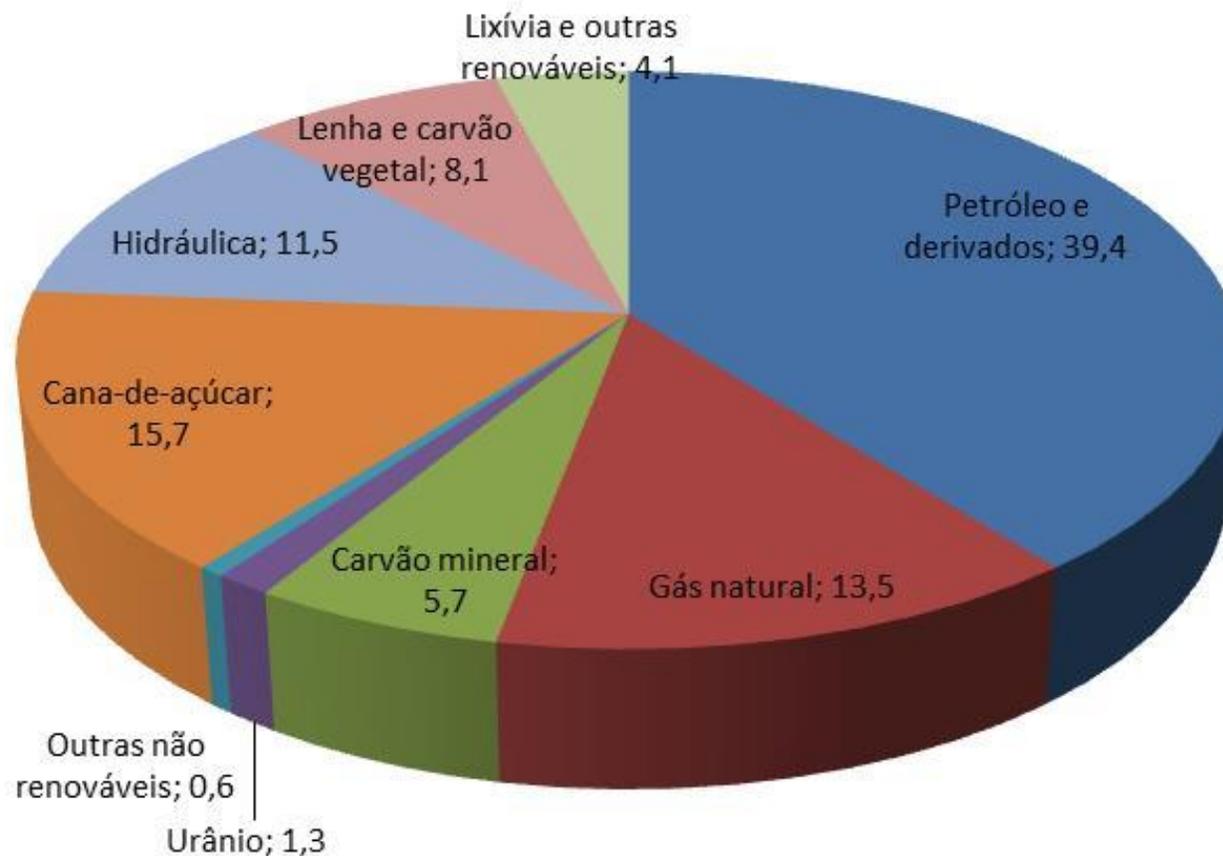
Matriz energética – ano base 2017

Renováveis: 42.9%



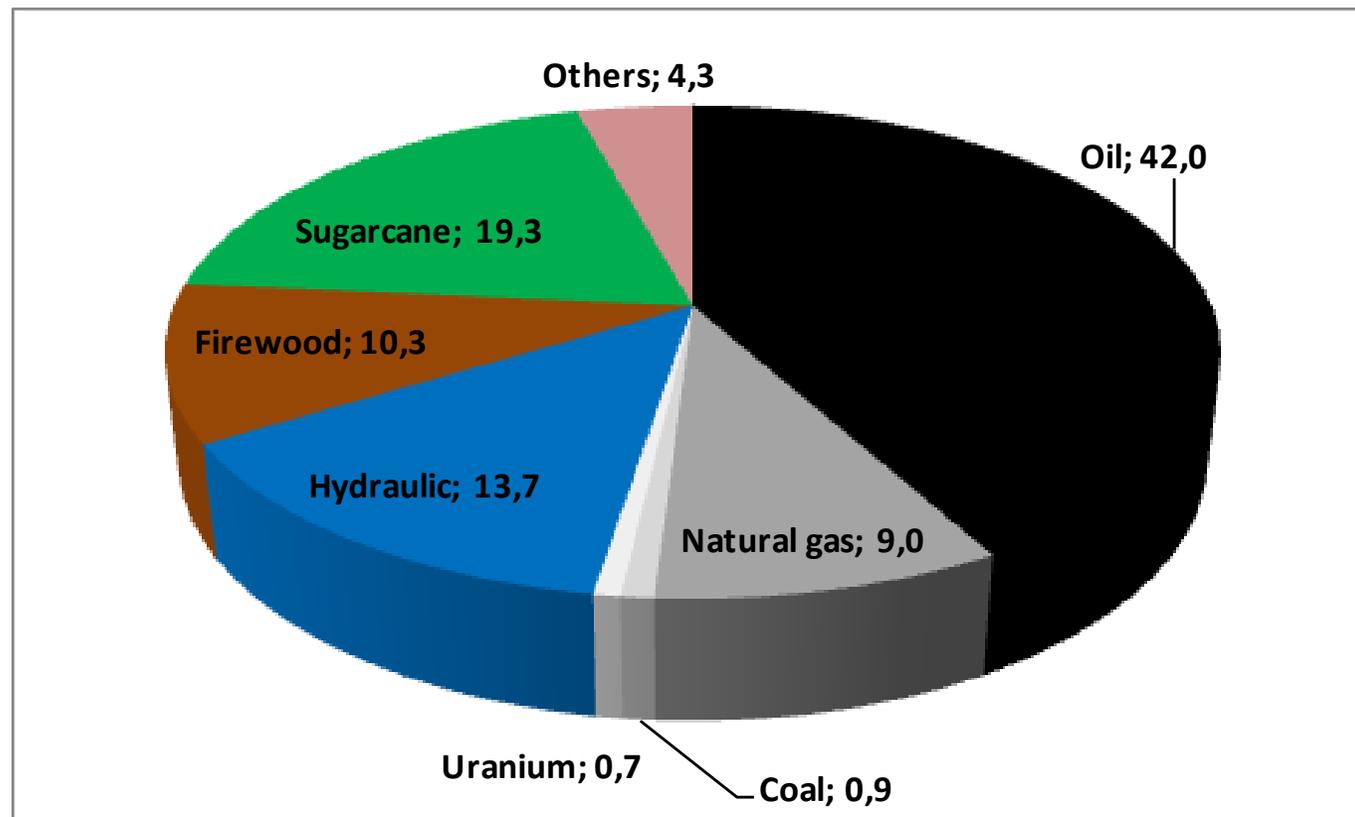
Matriz energética – ano base 2014

Renováveis: 39.4%

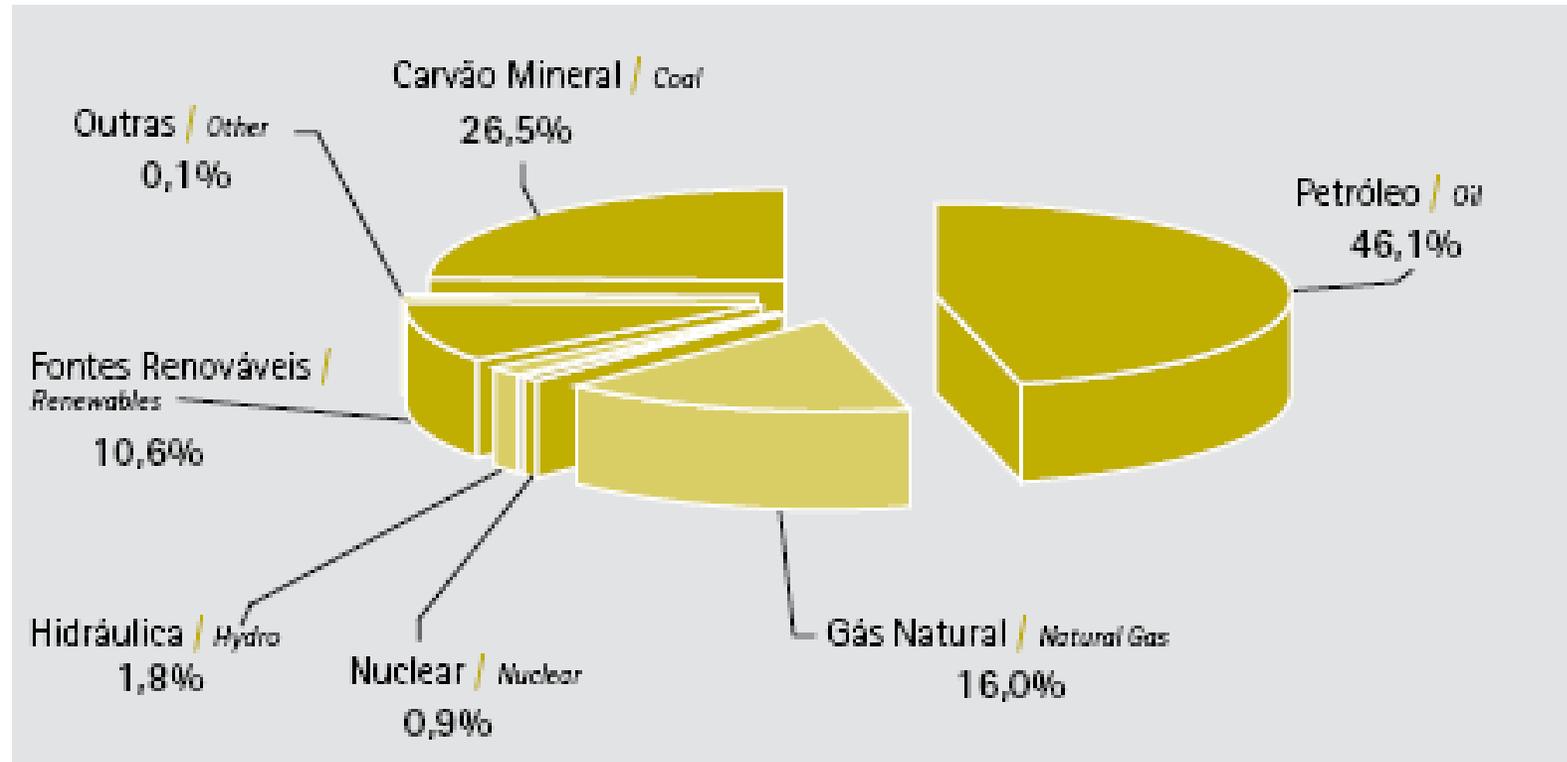


Matriz energética – ano base 2010

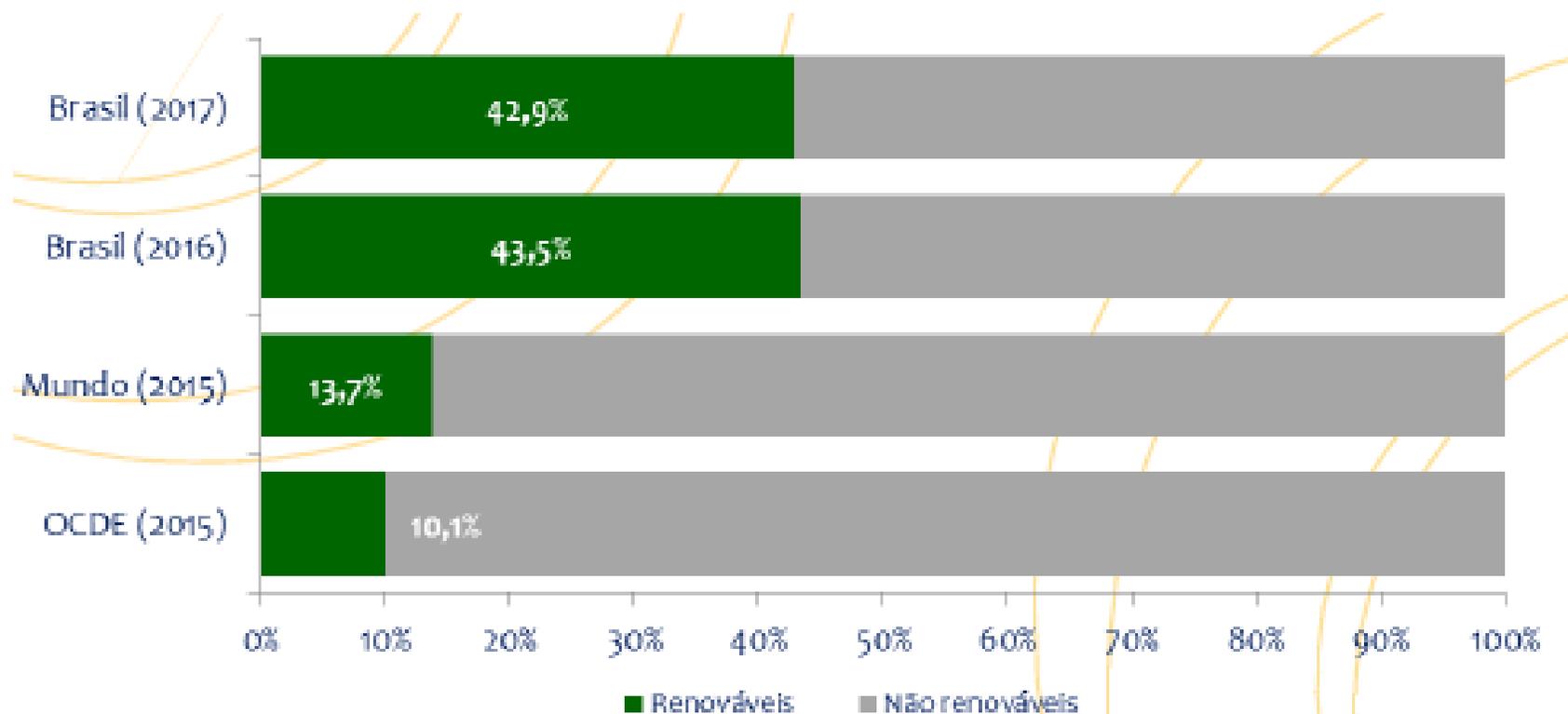
Renováveis: 47.5 %



Em 1973??



Matriz energética - Renovabilidade



2015 – 41,2%

2014 – 39,4%

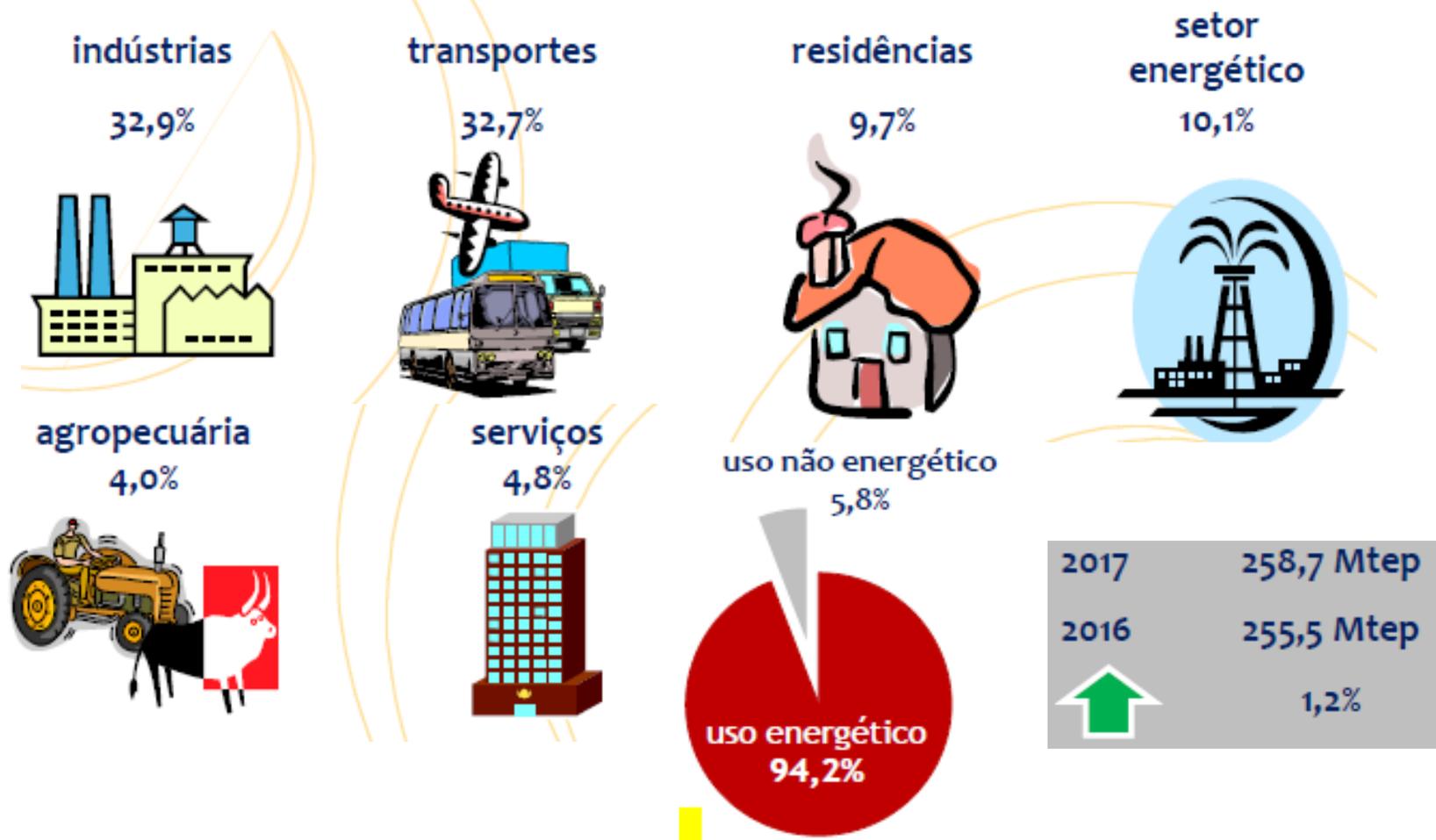
2013 – 40,4%

2012 – 42,3%

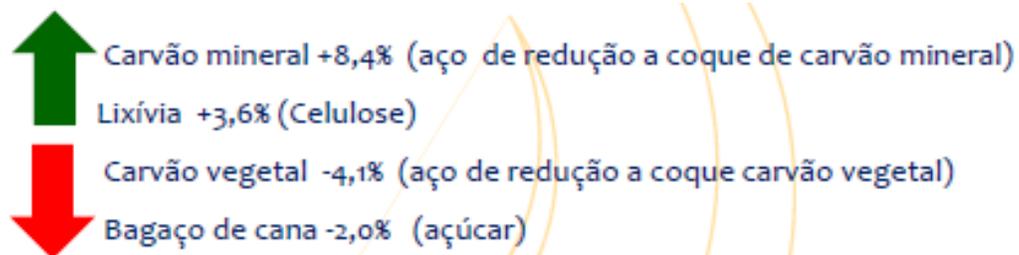
2011 – 44,0%

2010 – 47,5%

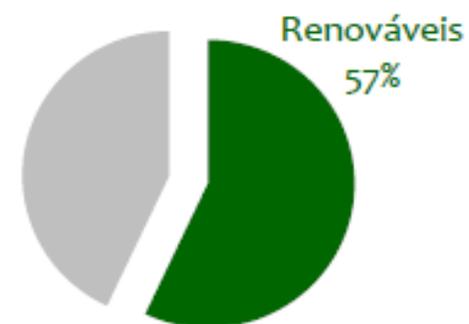
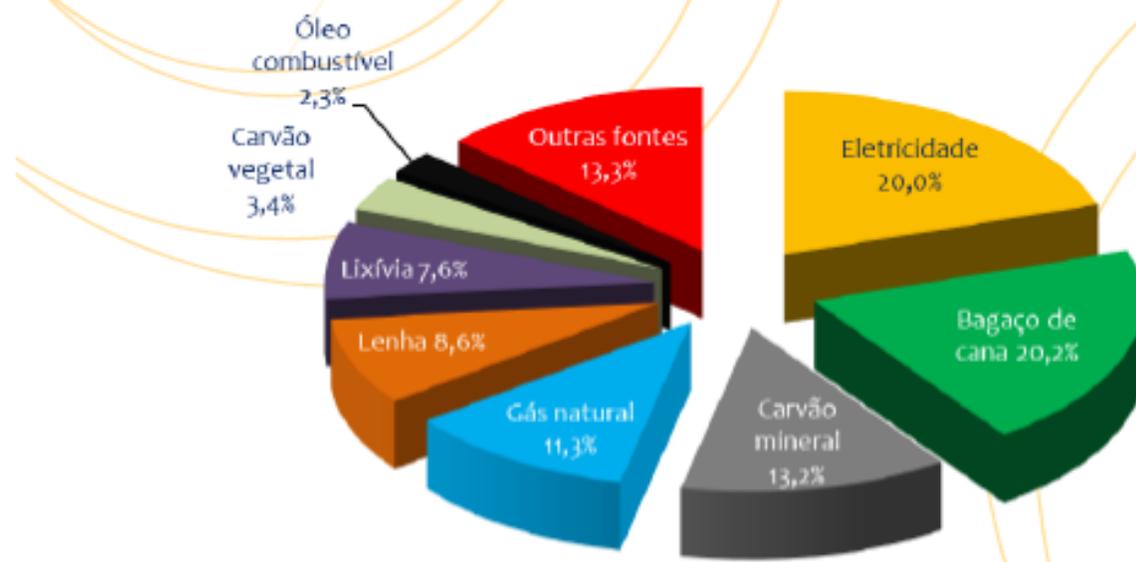
Consumo por setor



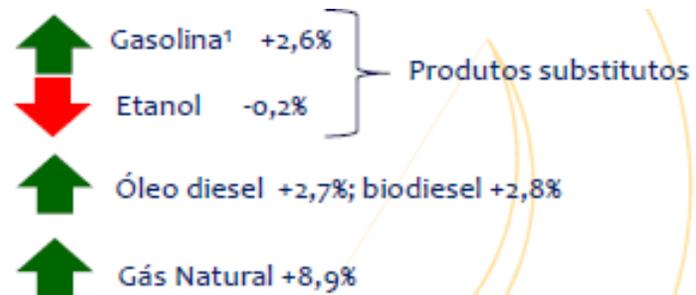
Indústria



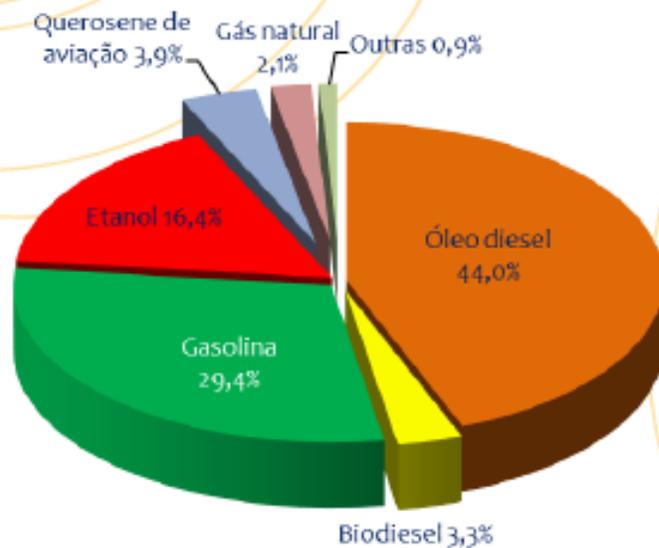
2017	85,1 Mtep
2016	84,3 Mtep
↑	1,0%



Transporte



2017	84,6 Mtep
2016	82,6 Mtep
↑	2,3%



Renováveis
20%



2017

Renováveis
20%



2016

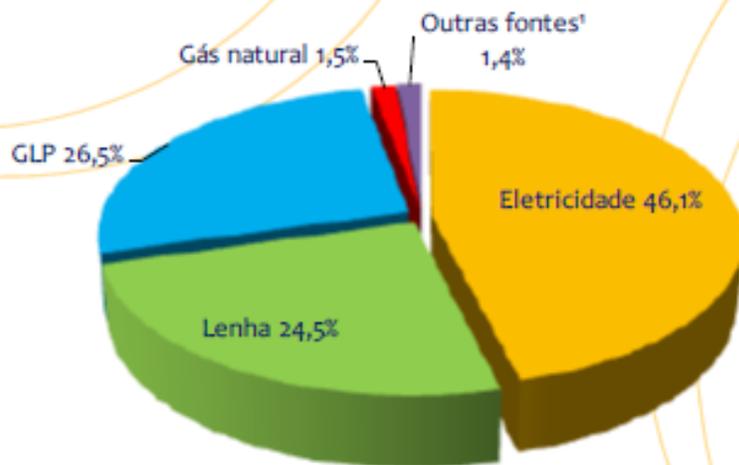
Residencial

- ↑ Gás natural +6,3%
- ↑ Eletricidade +0,8%
- ↑ Lenha +0,8%
- ↑ GLP +0,5%

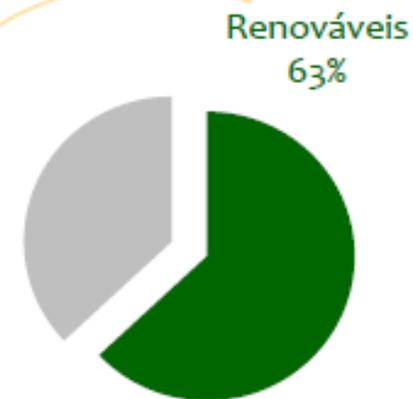
Heterogeneidade no perfil de consumo das famílias. Famílias de renda mais alta aumentaram o consumo de fontes modernas (GLP e eletricidade). Por outro lado, famílias de baixa renda, principalmente em áreas rurais, ainda são dependentes de biomassa tradicional.



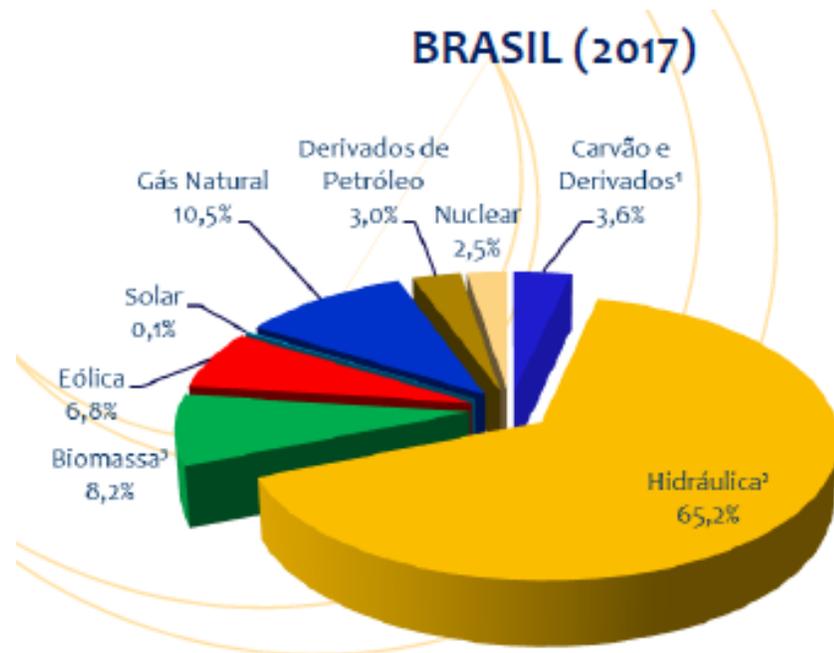
2017	25,0 Mtep
2016	24,8 Mtep
↑	0,5%



¹ Querosene e carvão vegetal

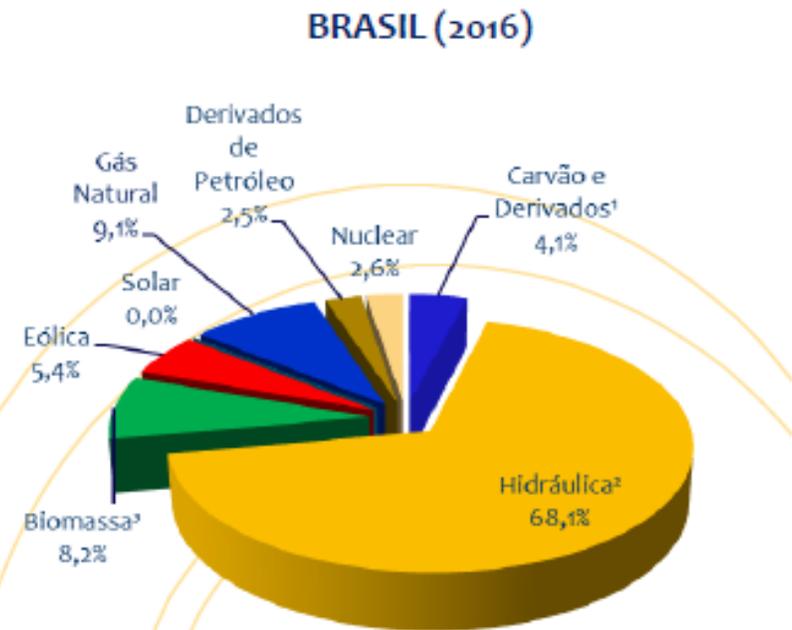


Matriz elétrica



oferta hidráulica² em 2017: **407,3 TWh**

oferta total² em 2017: **624,3 TWh**



oferta hidráulica² em 2016: **421,7 TWh**

oferta total² em 2016: **619,7 TWh**

Exercício

- População EUA: 300 milhões
- Em média 1 pint (0,473 L) de gelo produzido per capita diariamente
- Em média, 50% do gelo é despedido
- 334 J/g calor latente de fusão da água

Dados:

- Densidade da água: 1 g/cm³
- Energia do carvão: 2460 kWh/t
- Energia do barril de petróleo: 1,7 MWh/t
- 1 kWh = 3,6 * 10⁶ J

Exercício

Caso o gelo não fosse desperdiçado:

- a) Qual a economia de água potável?
- b) Qual a economia em energia?
- c) Qual a economia em equivalentes de barril de petróleo?