

PEA 3100

# Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

## Aula 4 - Eficiência Energética e Uso Racional de Energia



# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA & USO RACIONAL DE ENERGIA

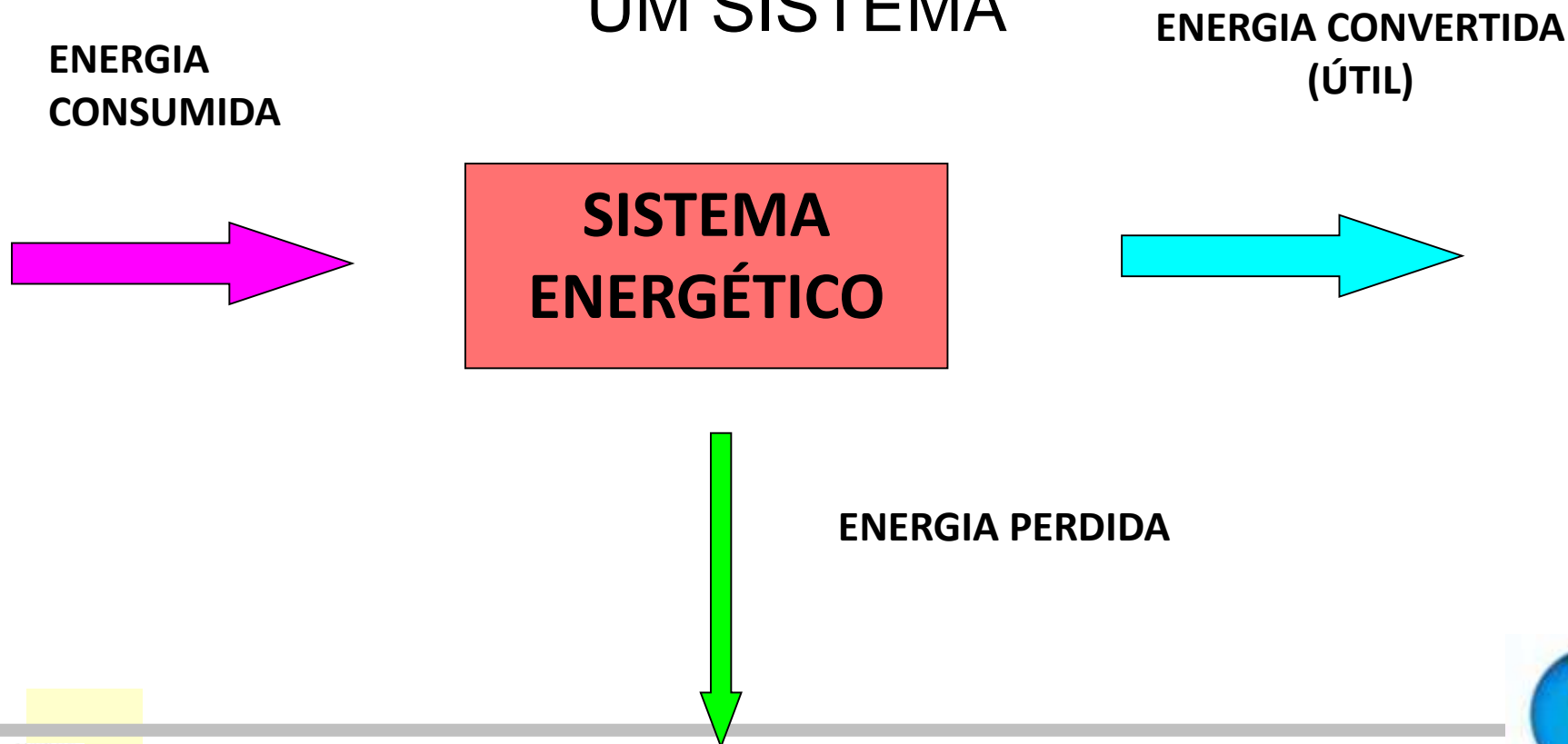
## DEFINIÇÕES:

**Uso racional da energia:** obtenção dos diversos produtos e serviços através da eliminação dos desperdícios, do uso de equipamentos eficientes e do aprimoramento de processos produtivos, considerando a eficiência técnica e econômica.

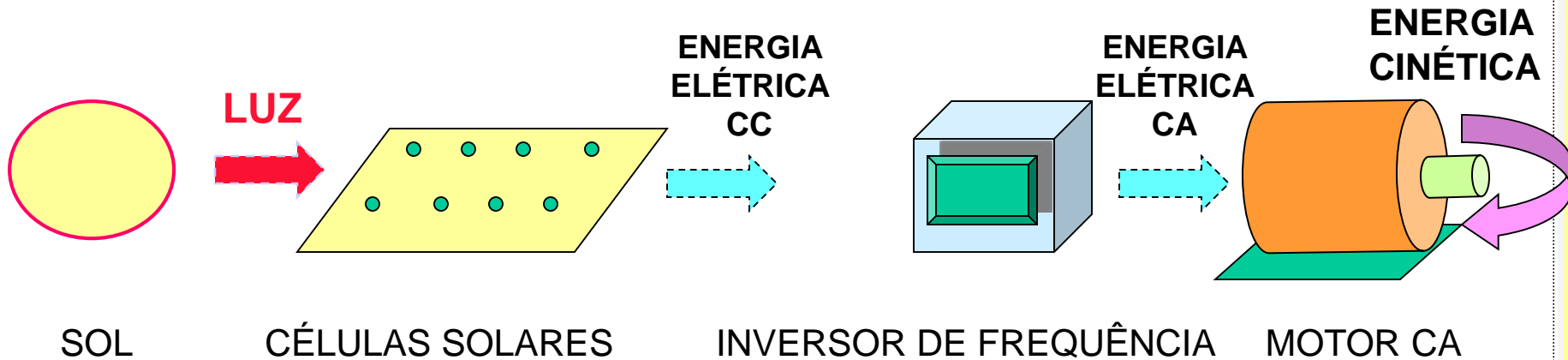
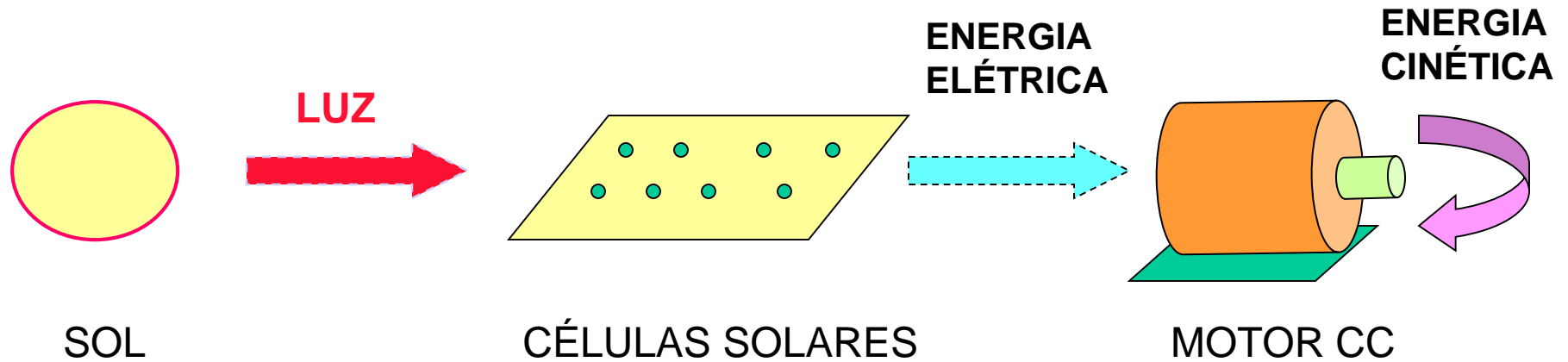
**Eficiência energética:** característica de um equipamento ou processo produtivo de entregar a mesma quantidade de produto final ou serviço a partir de uma menor quantidade de energia.

**ATÉ ONDE SE SABE A ENERGIA PODE SER  
CONVERTIDA, PORÉM, NÃO PODE SER CRIADA OU  
DESTRUÍDA.**

## BALANÇO ENERGÉTICO DE UM SISTEMA



# EXEMPLOS: CONVERSÃO DE ENERGIA IRRADIADA EM ENERGIA ELÉTRICA CC EM ENERGIA ELÉTRICA CA



# A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O uso racional da energia como uma forma de gerenciamento de recursos:

## ❖ Recursos econômicos

- ✚ Fatura de energia (a energia como um insumo produtivo)
- ✚ Investimentos em infraestrutura do sistema elétrico
  - ★ Infraestrutura nova: montantes e prazos de retorno
- ✚ Combustíveis - Impactos Ambientais:
  - ★ Fósseis
  - ★ Biomassa
  - ★ Urânio/Tório
  - ★ Água

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

São muitas as **vantagens** da eficiência energética:

- O custo da economia de energia é inferior ao da geração
- Aumenta-se a segurança no fornecimento, poupando recursos que são finitos
- Há ganhos micro e macro econômicos associados a um aumento de produtividade e de competitividade industrial
- Aumenta-se a disponibilidade de acesso a serviços de energia e
- Reduzem-se os impactos ambientais, em especial a emissão de gases poluentes e de efeito estufa

**Fato:** A racionalização não evoluiu em tempos onde a energia era abundante e barata, mas durante **crises**

**Outros fatores** além da falta de insumo podem levar à contenção no uso da energia:

- Conflitos geopolíticos
- Restrições ambientais
- Outorga no uso da água
- Preferências do público consumidor
- Disputas judiciais
- Pressões da sociedade civil

# BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA

- ◆ Barreiras técnicas e econômicas
- ◆ Barreiras relacionadas com os produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos
- ◆ Barreiras relacionadas com os consumidores
- ◆ Barreiras sociais, políticas e institucionais



# BARREIRAS TÉCNICAS E ECONÔMICAS

- ④ Custos e incertezas relacionados às novas tecnologias
- ④ Falta de conhecimento detalhado sobre as vantagens econômicas e ambientais das várias fontes de energia e seus usos finais
- ④ Falta de recursos para avanços tecnológicos
- ④ Custos relacionados à promoção da eficiência energética

# BARREIRAS RELACIONADAS COM OS PRODUTORES, DISTRIBUIDORES E FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS

- @ Dilema dos fornecedores
- @ A centralização da geração
- @ A resistência à eficiência

# BARREIRAS RELACIONADAS AOS CONSUMIDORES

- Ⓢ A falta de informação
- Ⓢ Investimentos iniciais para as camadas mais baixas da população
- Ⓢ A indiferença
- Ⓢ A falta de apoio
- Ⓢ A instabilidade econômica
- Ⓢ Ineficiência devido ao desinteresse de terceiros

# BARREIRAS SOCIAIS, POLÍTICAS E INSTITUCIONAIS

- @ Necessidades humanas básicas das camadas mais desfavorecidas da população
- @ Compatibilidade das estratégias e políticas energéticas com problemas globais

# A eficiência global do combustível em automóveis é uma função de dois fatores:

- a- Eficiência do motor = eficiência térmica (quanto da energia química que é convertida em trabalho mecânico no motor)( Média estimada 38% )
- b- Quanto do trabalho mecânico do motor que é realmente convertido em trabalho útil (movimento do veículo) para o automóvel. (Perdas com atrito, arrasto aerodinâmico etc. (Média estimada em velocidade cruzeiro 50%)

(Fonte: HINRICHS R. A; KLEINBACH, M.;2004.)

## Exercício:

**a - Estimar a eficiência global de um automóvel típico movido à gasolina.**

**b – Estimar a eficiência global de um automóvel elétrico caso as condições (exceto o motor) mecânicas fossem 100% similares.**



<http://www.noticiasautomotivas.com.br/fotos-de-carros/index.php?gallery=Fotos%20de%20Carros%20Audi>

# ÍNDICES E INDICADORES DE INTENSIDADE E DE CONSUMO ENERGÉTICO

## Índices de consumo de energia:

Consumo mensal: kWh / mês, kWh / m<sup>2</sup>

Automóveis: km / l

Caminhões: km / l / ton

Lâmpadas: lúmen / W

Refrigeradores: kWh / ano / l

## Indicadores de intensidade energética:

Industrial: ton / mil US\$ produzidos

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA & USO RACIONAL DE ENERGIA

## DEFINIÇÕES:

**Consumo específico de energia:** quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de produto final ou serviço, dada em unidades de [energia]/[unidade de produto ou serviço], e.g., kWh/(tonelada de produto), kWh/(lúmen\*hora).

# Intensidade energética: Energia e produto econômico

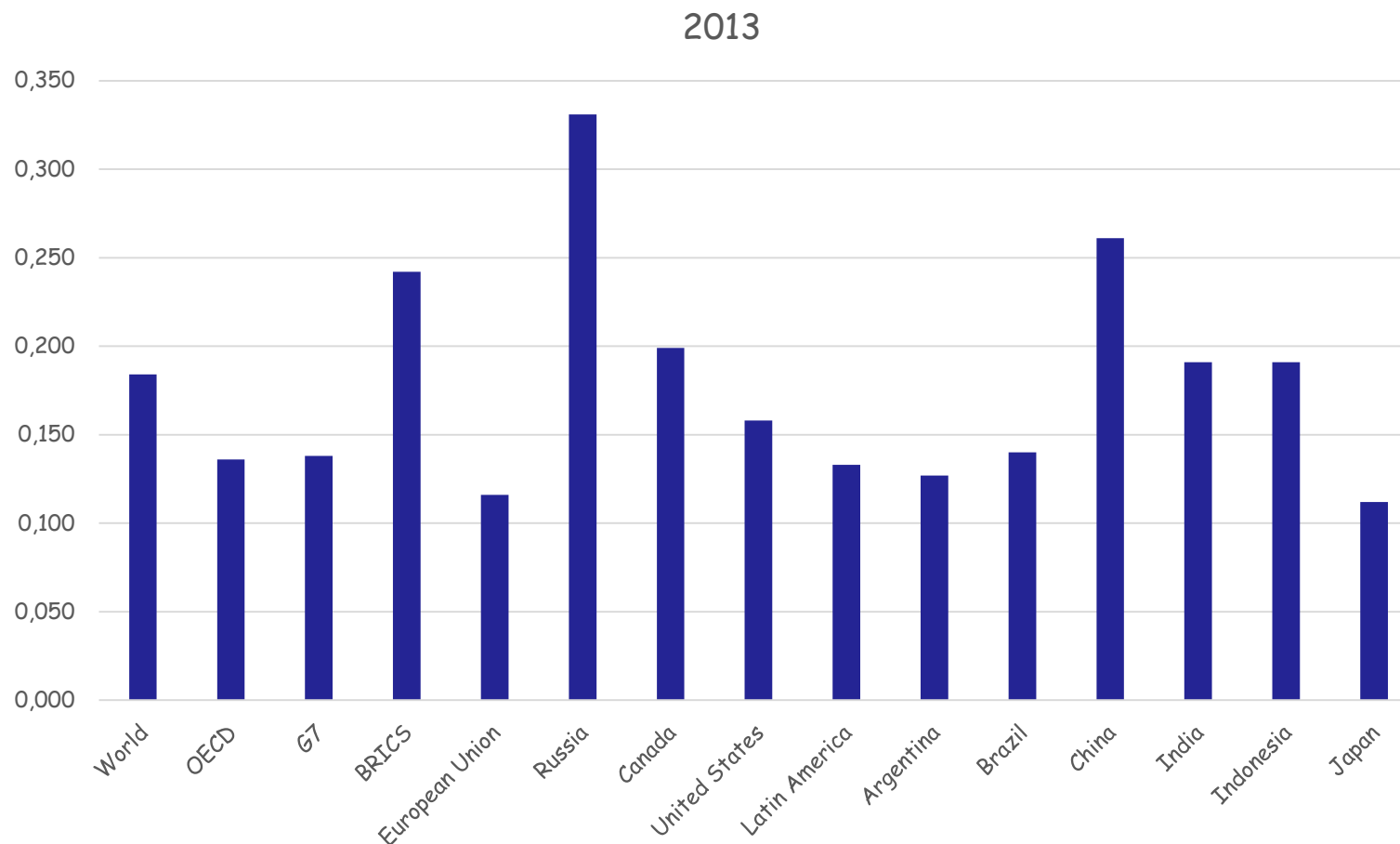
**Definição:** a razão entre o consumo de energia (E) e o produto econômico (P) da economia -  $I=E/P$ , que pode ser expressa para um dado ano de referencia, por exemplo, em toneladas equivalentes de petróleo (tep) de energia total primária por dolares norte americanos de PIB ( ou PNB).

Série temporais de longo prazo têm mostrado que a intensidade energética muda com o tempo refletindo:

- Efeitos combinados de alterações na estrutura do produto econômico (incluído PIB)
- Combinação nas fontes de geração de energia
- Mudança na estrutura do consumo e na eficiência do uso final de energia



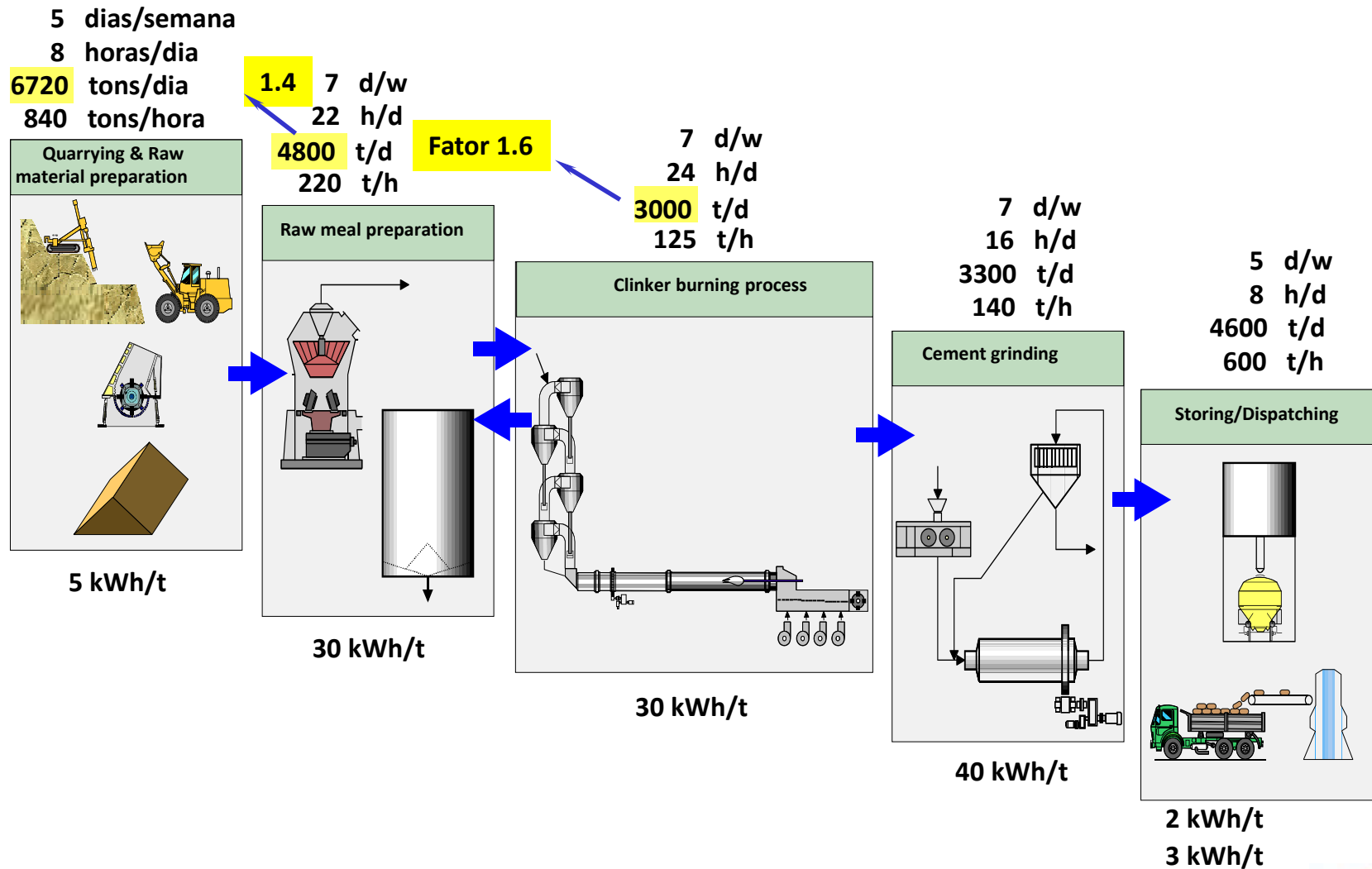
# Intensidade energética 2013: Países Selecionados



| Global Energy Statistical Yearbook 2014



# Energia Gasta na Produção de Cimento e Concreto por cada Fase (Fonte Holcin)

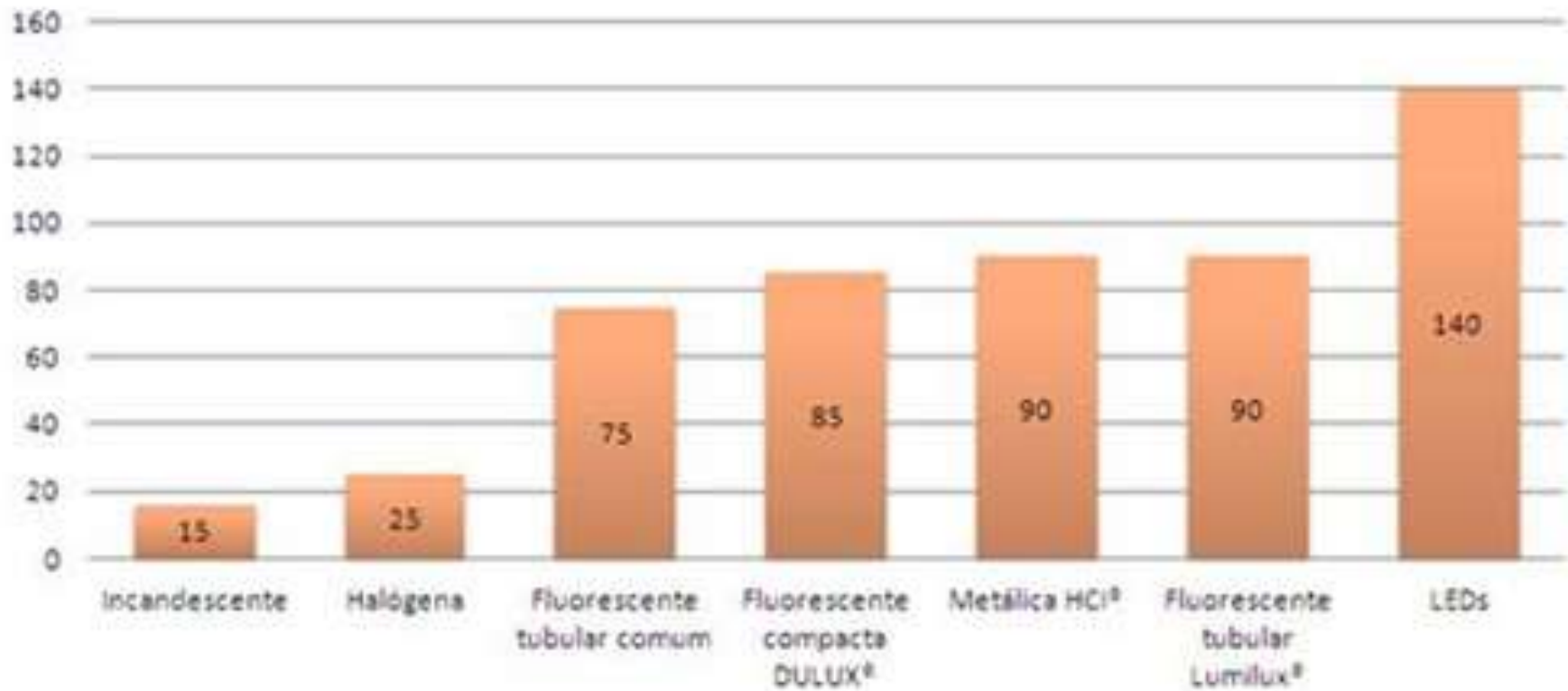


# ILUMINAÇÃO - LÂMPADAS

## TIPOS E CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS

TIPO	EFICÁCIA (Lm/W)	VIDA MÉDIA (h)
INCANDESCENTE	10 a 20	1000 a 6000
MISTA	17 a 25	6000 a 8000
MERCÚRIO	44 a 63	7500 a 12000
FLUORESCENTE	43 a 84	12000 a 26000
SÓDIO	75 a 105	12000 a 16000
MULTIVAPOR	69 a 115	1000 a 20000

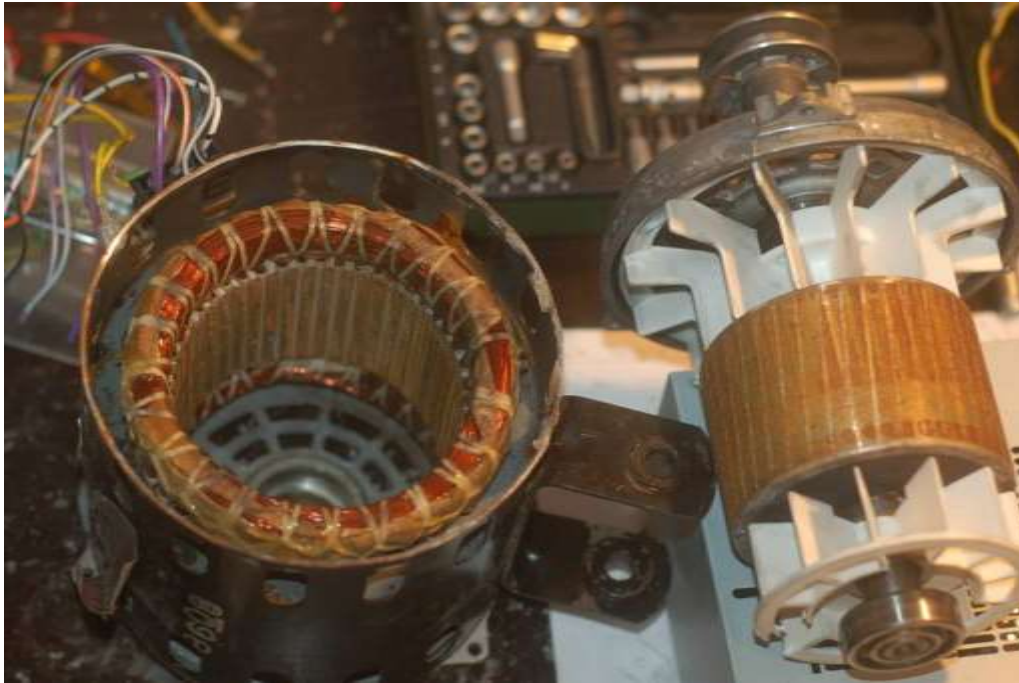
## Máximo de eficiência energética possível para cada tipo de tecnologia (em lm/W)



Obs: no caso dos LEDs, 140 lm/W representa a eficiência já alcançada em vários tipos de LEDs em laboratório

Fonte: <http://lednews.com.br/video/tabela-de-lumens-x-watts/> acesso 20/01/2014

# Motores elétricos - Alto rendimento



- Motores eficientes
- Adequado dimensionamento
- Uso de inversores de frequência



# Aplicações



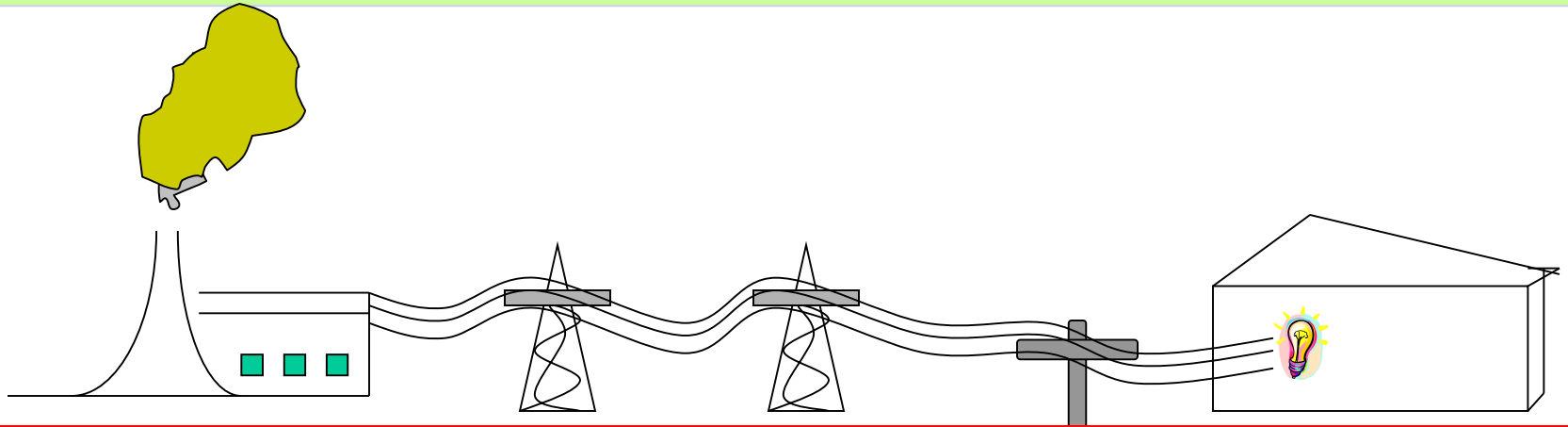


# EFICIÊNCIAS DE DIVERSOS SISTEMAS DE CONVERSÃO

Sistema de conversão	Eficiência em %
Geradores mecânicos → elétricos	70 - 99
Motor elétrico	50 - 95
Fornalha a gás (química → térmica)	70 - 95
Turbina eólica (mecânica → elétrica)	35 - 50
Usina de combustível fóssil (química → térmica → mecânica → elétrica)	30 - 40
Usina nuclear (nuclear → térmica → elétrica)	30 - 35
Motor de automóvel (química → térmica → mecânica)	20 - 30
Célula fotovoltaica (solar → elétrica)	5 - 28



**EXERCÍCIO:** CALCULAR A EFICIÊNCIA GLOBAL DA CONVERSÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA EM ENERGIA LUMINOSA CONSIDERANDO O ESQUEMA DA FIGURA.



**Usina  $E = 0,35$     Linhas de transmissão  $E = 0,90$     Iluminação  $E = 0,05$**

$$E_{\text{Global}} = E_{\text{usina}} \times E_{\text{linha}} \times E_{\text{iluminação}} = 0,35 \times 0,90 \times 0,05 = 0,016$$

**Ou seja:  $E_{\text{Global}} = 1,6\%$**

**Perguntas:**

**a - Como melhorar a eficiência global?**

**b - Onde o mesmo volume de investimento em R\$ trará mais retorno?**

**Fazer atividade classe.**



# MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO E SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA

Experiência internacional na implantação de medidas de uso racional de energia:

## @ Motivos

- ➔ As crises do petróleo na década de 70
- ➔ A questão da segurança de suprimentos energéticos
- ➔ Competitividade industrial e da economia
- ➔ Os problemas ambientais

# MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO E SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA (continuação)

## @ Tipos de medidas

- Marco regulatório (legislação e normas técnicas)
- Informação/Educação/Treinamento
- Criação de assimetrias de mercado
- Mecanismos de financiamento (empréstimos, subvenções e outros)
- Mecanismos de financiamento (empréstimos, subvenções e outros)
- Parcerias com o capital privado

# BRASIL

## O PROCEL:

Programa sob do Ministério de Minas e Energia, conta, entre outros, com os seguintes subprogramas:

- PROCEL nas escolas
- Etiquetagem energética / Selo PROCEL
- Troca de lâmpadas de Iluminação Pública
- Treinamentos e Workshops
- Auditorias energéticas

[www.eletrobras.com.br/procel](http://www.eletrobras.com.br/procel)



[www.eletronbras.com.br/procel](http://www.eletronbras.com.br/procel)