PEA 3100
Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Aula 4 – Eficiência Energética e Uso Racional de Energia

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA & USO RACIONAL DE ENERGIA

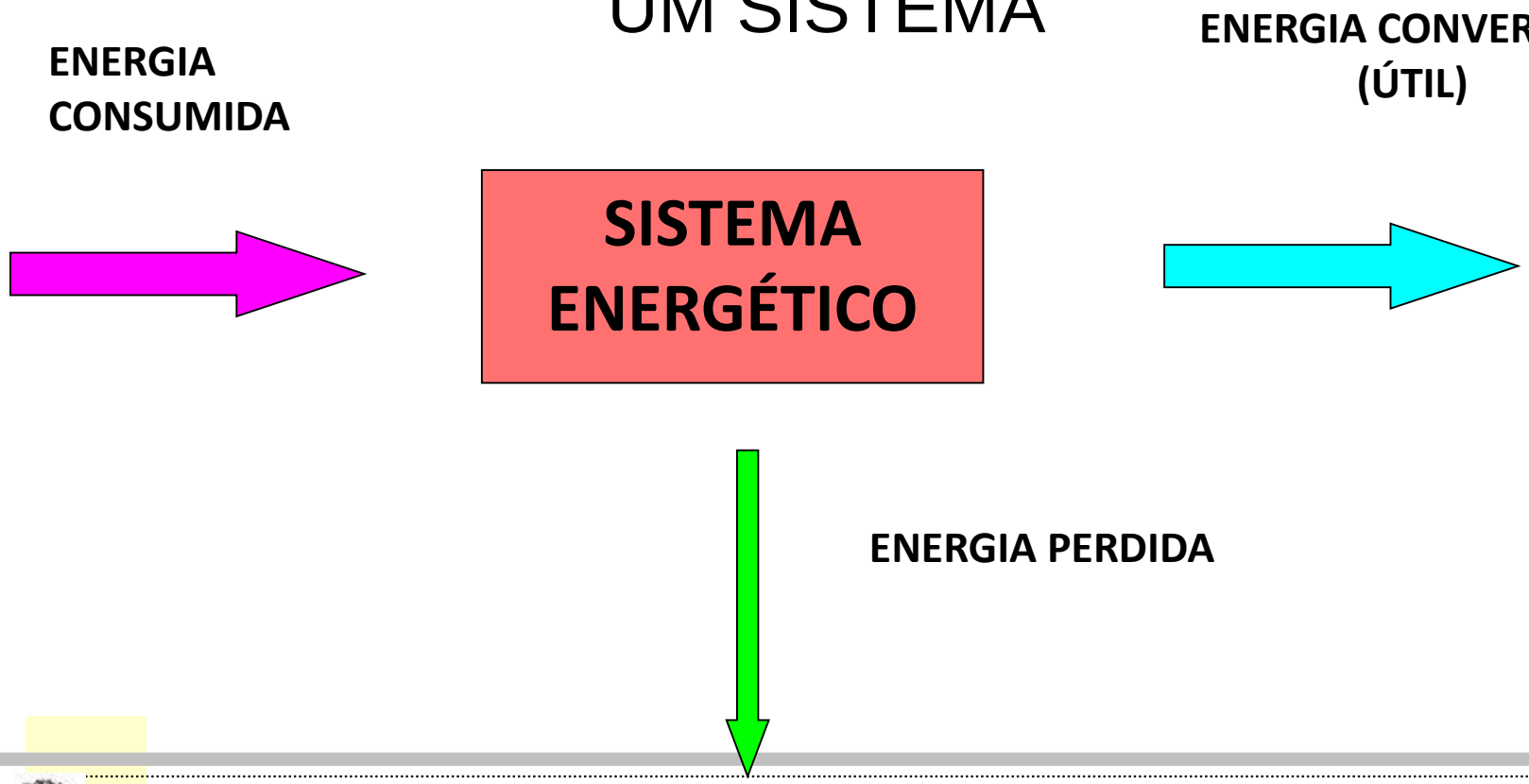
DEFINIÇÕES:

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.

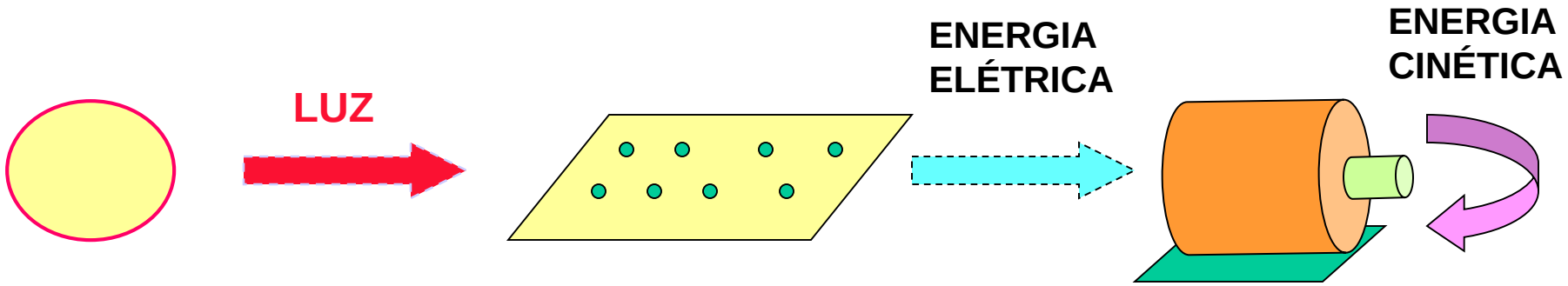
Eficiência energética: característica de um equipamento ou processo produtivo de entregar a mesma quantidade de produto final ou serviço a partir de uma menor quantidade de energia.

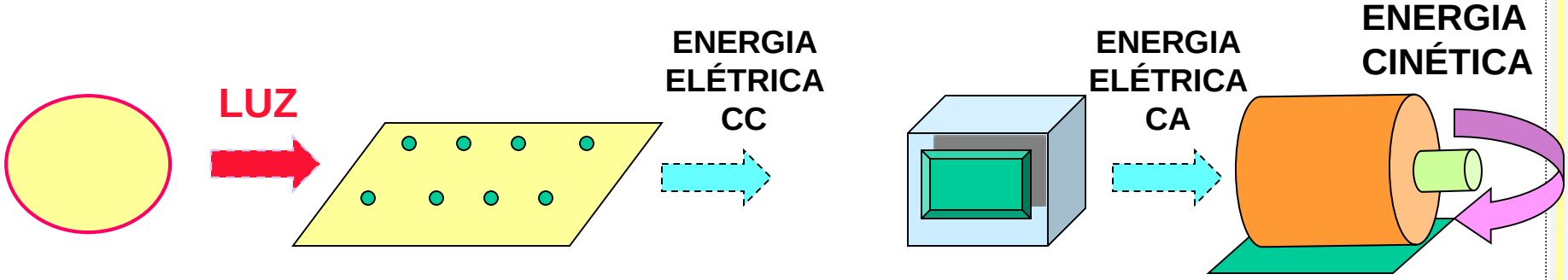
ATÉ ONDE SE SABE A ENERGIA PODE SER CONVERTIDA, PORÉM, NÃO PODE SER CRIADA OU DESTRUÍDA.

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

- Custos e incertezas relacionados às novas tecnologias
- Falta de conhecimento detalhado sobre as vantagens econômicas e ambientais das várias fontes de energia e seus usos finais
- Falta de recursos para avanços tecnológicos
- 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.)

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

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.

ÍNDICES E INDICADORES DE INTENSIDADE E DE CONSUMO ENERGÉTICO

Índices de consumo de energia:

Consumo mensal: kWh / mês, kWh / m^2
Automóveis: km / l
Caminhões: km / l / ton
Lâmpadas: lúmen / W
Refrigeradores: kWh / ano / l

Modal	litros/1000tku
Rodoviário	96
Ferroviário	10
Aquaviário	5

Indicadores de intensidade energética:

Industrial: ton / mil US$ produzidos

Tku: tonelada por km útil. Fonte: Ministério dos transportes Eficiência Energética e Sustentabilidade Ambiental, 2009

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).

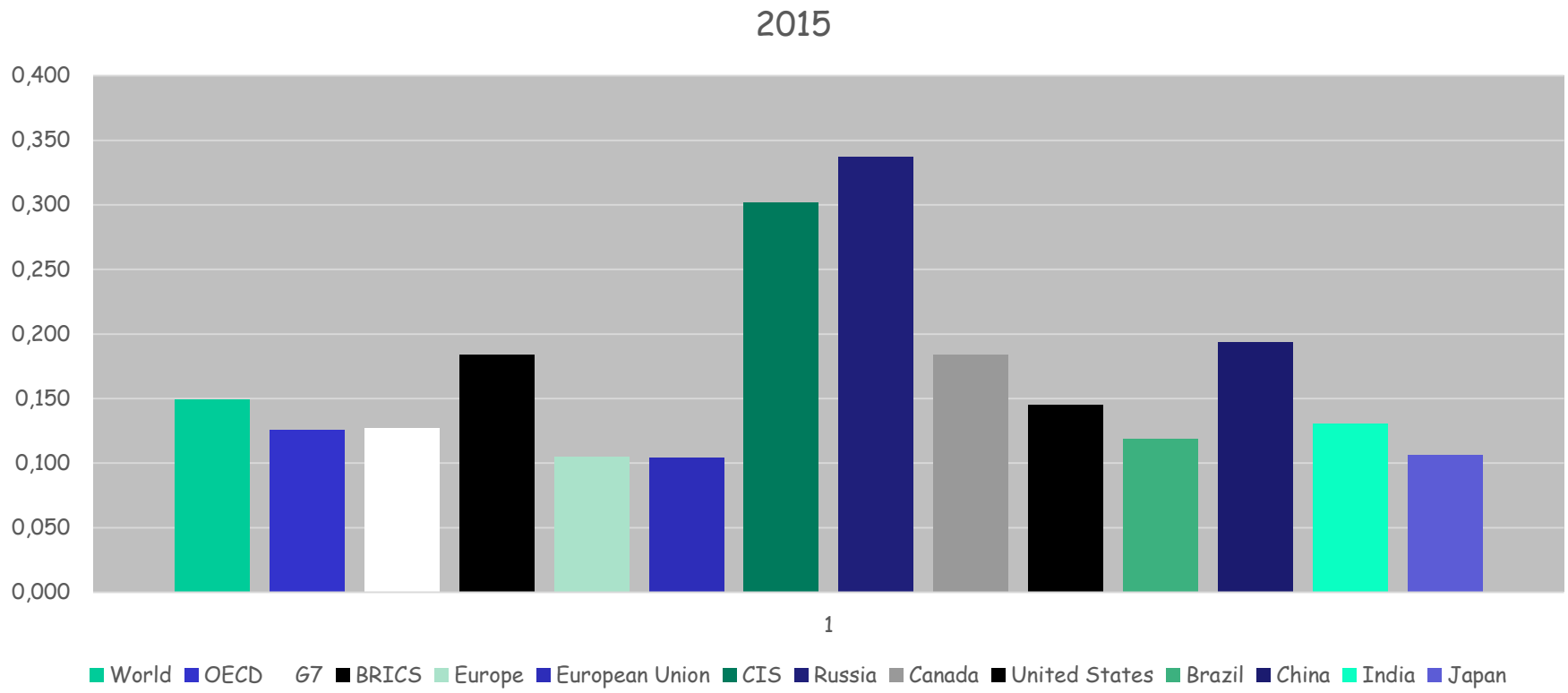
Intensidade energética: Energia e produto econômico

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

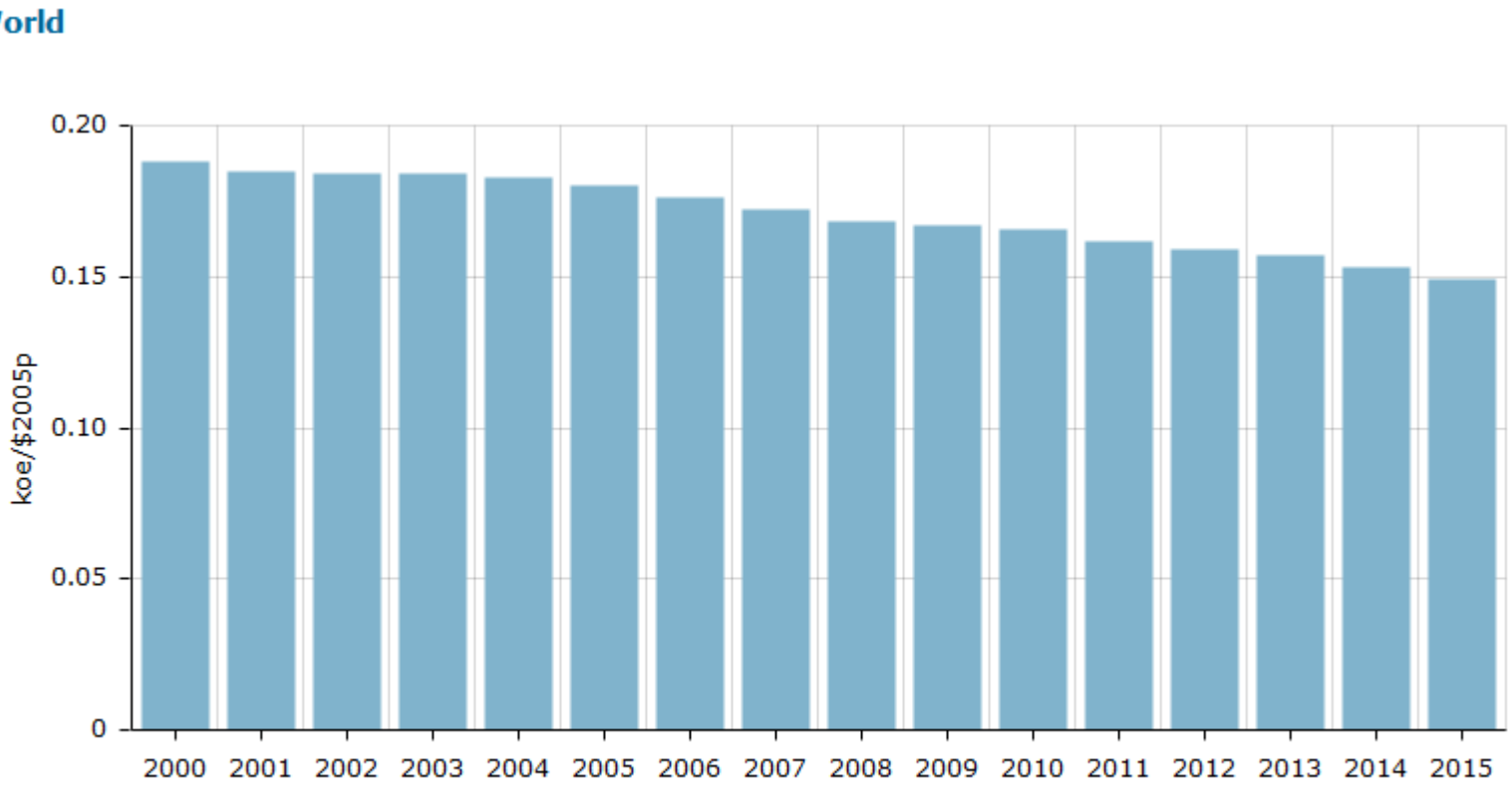
Intensidade energética 2015: Países Selecionados



Enerdata

| Global Energy Statistical Yearbook 2015

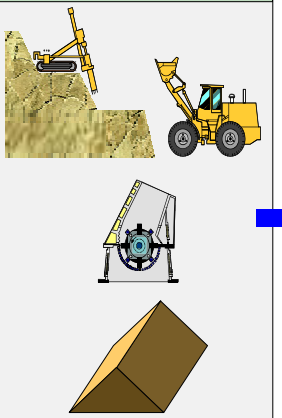
Intensidade energética - Evolução Mundial



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

5 dias/semana
8 horas/dia
6720 tons/dia
840 tons/hora

Quarrying & Raw material preparation

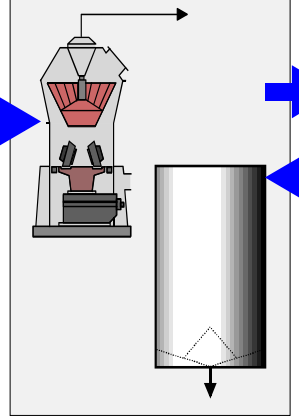


5 kWh/t

1.4

7 d/w
22 h/d
4800 t/d
220 t/h

Raw meal preparation

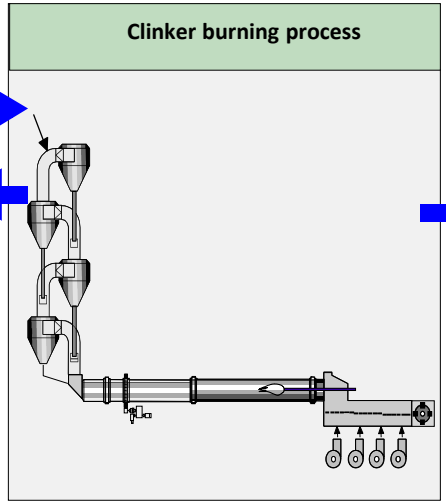


30 kWh/t

Fator 1.6

7 d/w
24 h/d
3000 t/d
125 t/h

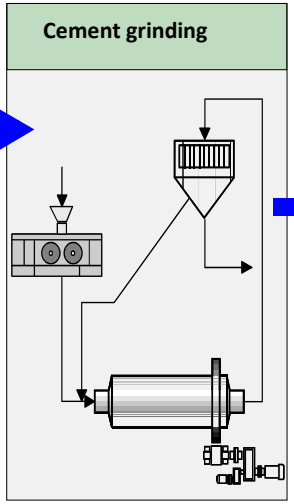
Clinker burning process



30 kWh/t

7 d/w
16 h/d
3300 t/d
140 t/h

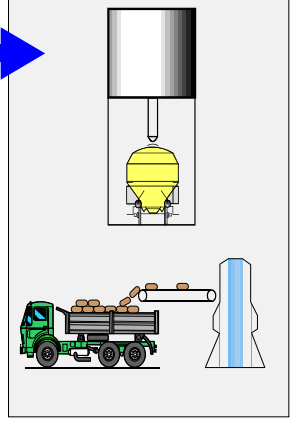
Cement grinding



40 kWh/t

5 d/w
8 h/d
4600 t/d
600 t/h

Storing/Dispatching

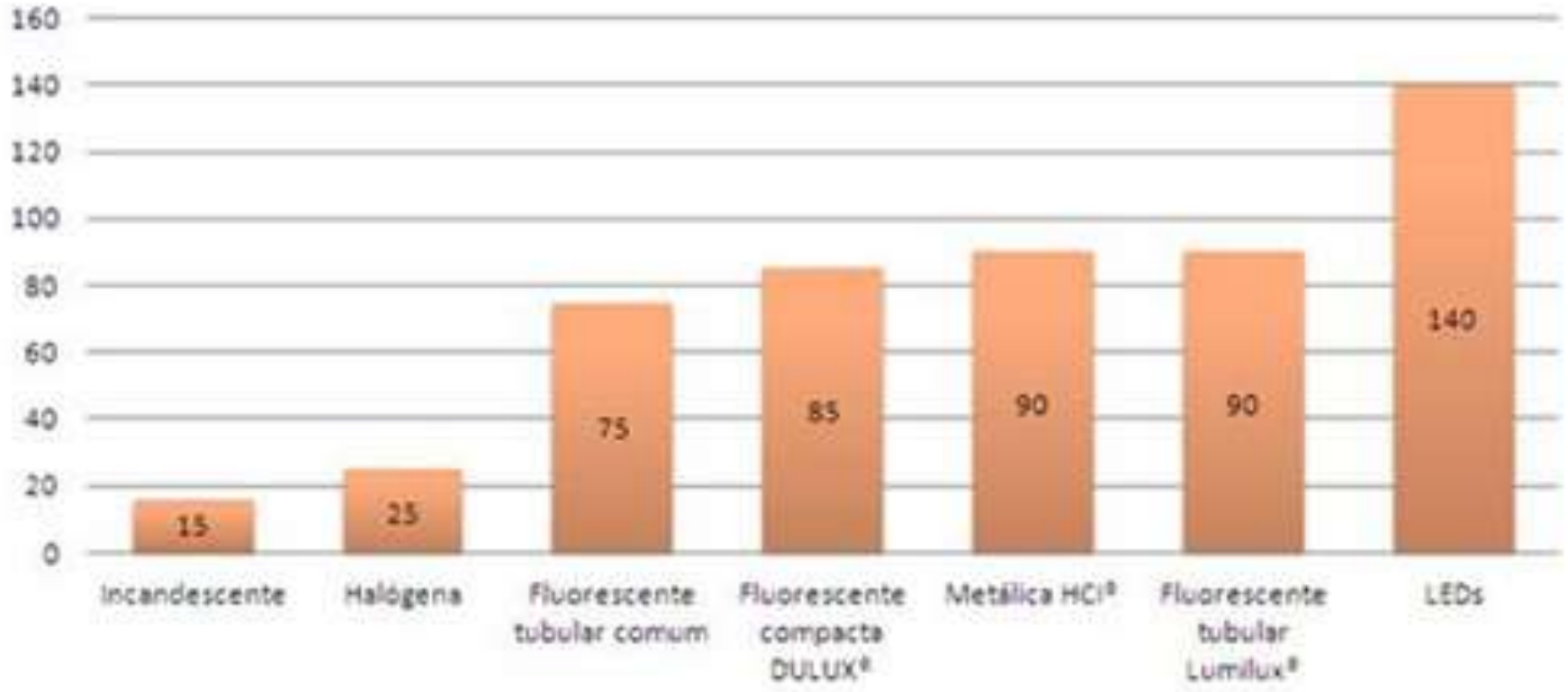


2 kWh/t
3 kWh/t

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

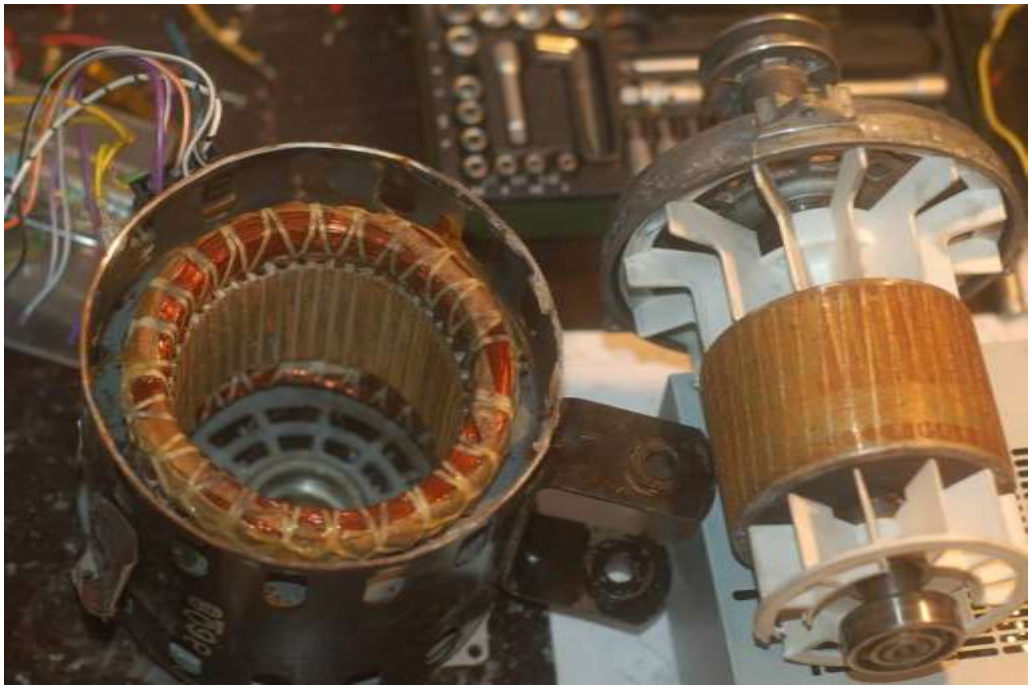
Máximo de eficiência energética possível para cada tipo de tecnologia (em lm/W)



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



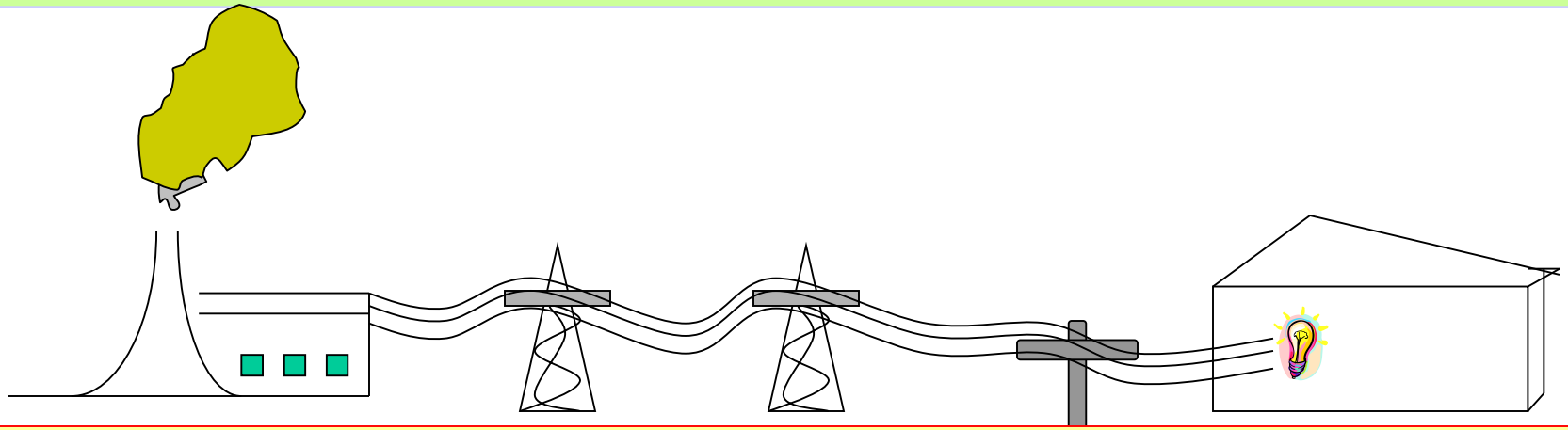
- Motores eficientes
- Adequado dimensionamento
- Uso de inversores de frequencia

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**

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

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

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)
- 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

www.eletrobras.com.br/procel