

PEA 2200

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Profa. Eliane Fadigas

Prof. Alberto Bianchi

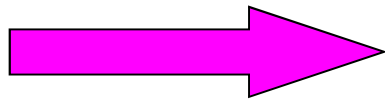
Aula 5 – Conservação de Energia: Aspectos técnicos e econômicos



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

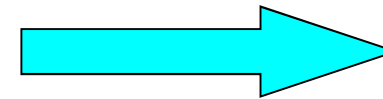
BALANÇO ENERGÉTICO DE UM SISTEMA

ENERGIA
CONSUMIDA



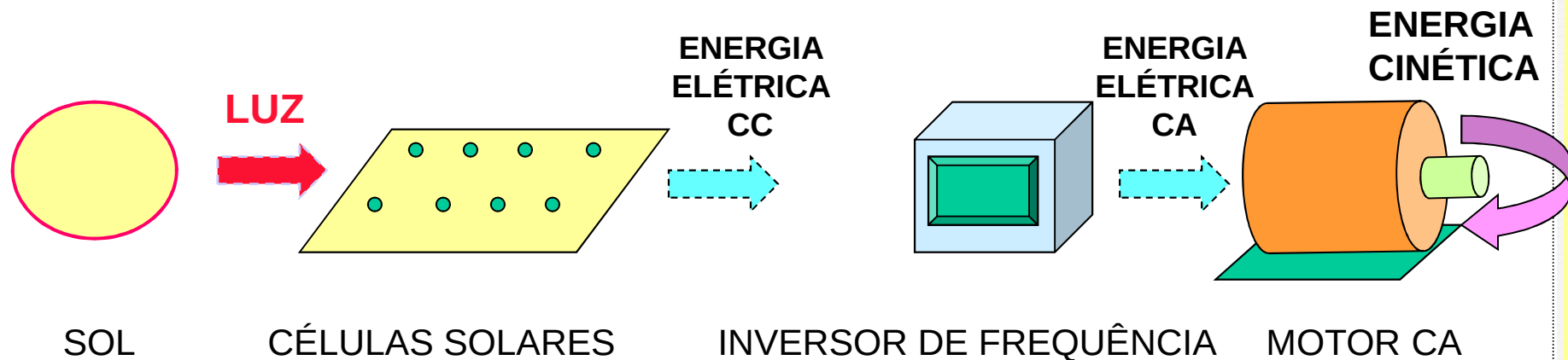
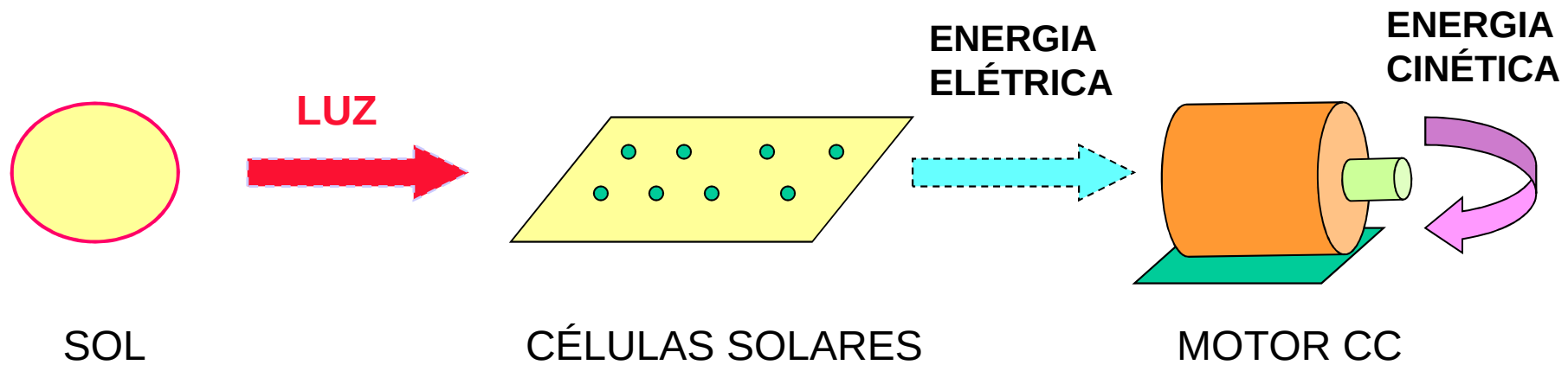
**SISTEMA
ENERGÉTICO**

ENERGIA CONVERTIDA
(ÚTIL)

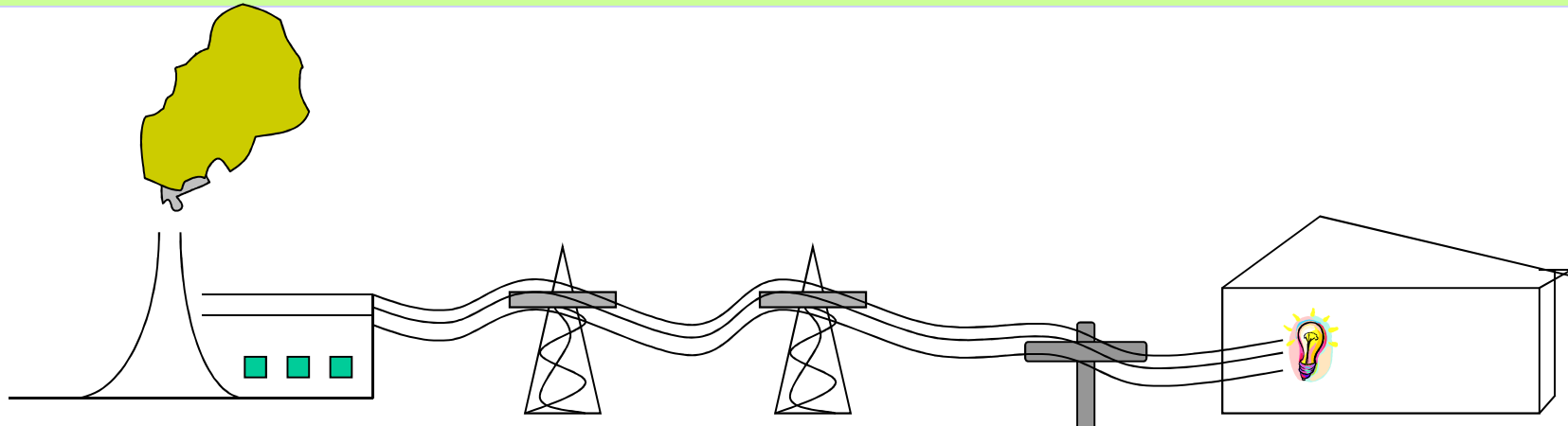


ENERGIA PERDIDA

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



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.

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.)

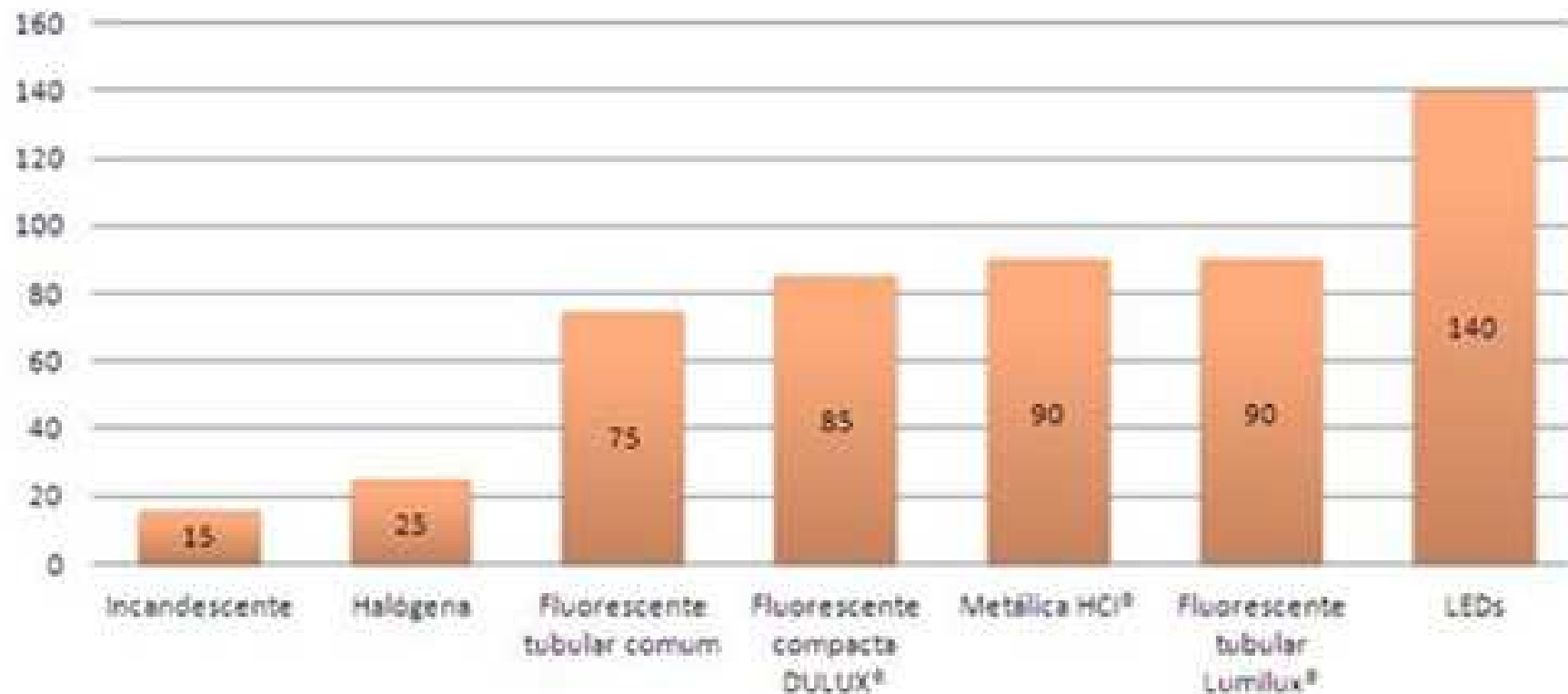


<http://www.noticiasautomotivas.com.br/fotos-de-carros/index.php?gallery=Fotos%20de%20Carros%20Audi>

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.

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



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



Análise por usos finais

- Qual a finalidade da abordagem por usos finais?
- Como tornar uma instalação mais eficiente?
- Avaliação econômica de projetos de eficiência energética.
- Comparação entre alternativas (MW x NW)

Objetivo da análise por usos finais

Determinar um conjunto de ações administrativas, tecnológicas e comportamentais que permitam obter ganhos de eficiência no uso da energia em uma dada instalação.

A análise por usos finais **ex-post** é importante mas tem sua ação limitada. O momento de maior oportunidade de ganhos de eficiência está na **elaboração do projeto**.

A análise por usos finais

- Estimativa da quantidade de energia consumida em cada uso final.
- Avaliação das tecnologias adotadas nos equipamentos de uso final
- Conhecimento dos custos e desempenho de equipamentos alternativos para cada uso final.
- Avaliação da oportunidade econômica de substituição da tecnologia utilizada em cada uso final.
- Definição de uma estratégia de substituição.
- Avaliação da oportunidade de adoção de ações de comunicação.

Uma ferramenta que permita chegar a um conjunto de tecnologias e técnicas de consumo e eficiência com o ***menor custo total.***



GLD – Gerenciamento pelo lado da demanda

Definição:

Conjunto de práticas a serem implementadas pelo lado da demanda com o objetivo de diminuir o consumo de energia e maximizar a eficiência energética.

Ex:

- Que atividades podem contribuir para a diminuição do pico de potência?
- Que atividades podem contribuir para diminuir o consumo de energia?
- Que atividades podem contribuir para reduzir os gastos com energia?



Exemplo de alternativa pelo lado do uso final

- Um edifício composto de 20 salas de aulas deve passar por um processo de análise por usos finais.
 - Definição das etapas do processo – **diagnóstico energético**
 - Identificação e caracterização das cargas
 - Identificação das características de utilização da instalação
 - Identificação de oportunidades de atuação
 - Escolha de tecnologias alternativas
 - Identificação de ações de conscientização
 - Avaliação dos impactos das propostas (técnico, econômico e, se possível ambiental e social)
 - Aferição dos resultados

Exemplo...

- Tecnologia utilizada:
 - 24 luminárias (não reflexivas) com duas lâmpadas fluorescentes de 40W e reatores eletromagnéticos.
 - Acionamento único, por interruptor próximo à entrada da sala.
- Características do espaço
 - Espaço com janelas de um dos lados, com forte presença de iluminação natural.
 - Paredes e teto de cor clara.
 - Utilização diária, de segunda a sábado, no horário das 9h às 17h, com interrupção no período de almoço, das 12:30h às 14h.

Avaliação Econômica

Cálculo de **Indicadores de Mérito** que permite avaliar a atratividade econômica das alternativas e compará-las com outras alternativas tanto de usos finais como de geração de energia :

- Tempo de retorno simples (PBS)
- Valor presente líquido (VPL)
- Custo da energia conservada (R\$/kWh)

Estudo de caso: Geladeira eficiente X geladeira convencional



Exercício

ESTUDOS DE CASO *Refrigerador Eficiente e Convencional*

Dados dos Refrigeradores Eficiente e Convencional

<i>Tecnologia</i>	<i>Convencional</i>	<i>Eficiente</i>
Potência [W]	500	350
Consumo médio [kWh/ano]	1277	895
Preço [\$]	1.100,00	1.500,00
Tarifa de Energia [R\$/kWh]	0,250	0,250
Vida útil [anos]	15	15

Payback simples

Mede o prazo de recuperação do capital investido, ou seja, o PBS (*período de payback ou de retorno*).

Fase de projeto:

$$PBS = \frac{C_{iv,ef} - C_{iv,cv}}{C_{en,cv} - C_{en,ef}} = \frac{C_{iv,ef} - C_{iv,cv}}{T_{en} \cdot (E_{cv} - E_{ef})}$$

Fase ex-post:

$$PBS = \frac{C_{iv,ef}}{C_{en,cv} - C_{en,ef}} = \frac{C_{iv,ef}}{T_{en} \cdot (E_{cv} - E_{ef})}$$

Sendo:

$C_{iv,ef}$; $C_{iv,cv}$ - Investimento na alternativa eficiente e convencional respectivamente
 T_{en} - tarifa de energia elétrica
 E_{cv} , E_{ef} - consumo de energia elétrica da alternativa convencional e eficiente respectivamente

Valor presente líquido

- Compara todas as entradas e saídas de dinheiro na data inicial do projeto, descontando todos os capitais do fluxos de caixa na taxa de juro i ;
- Necessita do cálculo do fator de recuperação do capital $FRC(i,n)$, que permite trazer uma série constante de pagamentos ao valor presente.

Valor presente líquido...

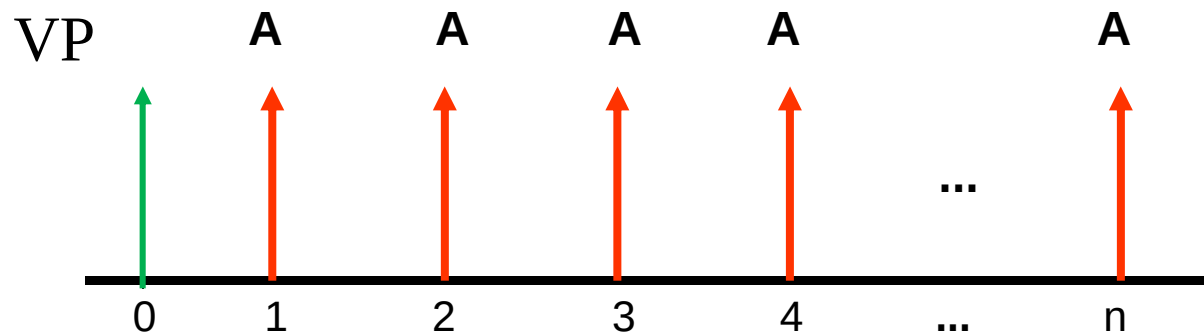
$$VPL = -I + \sum_{k=1}^n \frac{A}{(1+i)^k}$$

ou

$$VPL = -I + \frac{A}{FRC(i, n)}$$



Fator de recuperação do capital



$$FRC(i, n) = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$A = FRC(i, n) \cdot V_p$$

$$V_p = \frac{A}{FRC(i, n)}$$

Valor presente dos benefícios anuais

Custo da Energia Economizada

Relação entre o investimento para a aquisição da tecnologia eficiente e a diferença do consumo periodizado de energia entre as tecnologias eficiente e convencional.

Fase de projeto

$$CEE = FRC(i, n) \cdot \left(\frac{C_{iv,ef} - C_{iv,cv}}{E_{cons,cv} - E_{cons,ef}} \right) [R\$ / kWh]$$

Fase de operação: ex- post

$$CEE = FRC(i, n) \cdot \left(\frac{C_{iv,ef}}{E_{cons,cv} - E_{cons,ef}} \right) [R\$ / kWh]$$

**Custo de geração de energia de algumas
fontes de eletricidade –
Valores típicos : R\$/MWh –**

Alternativas	Custo de geração – R\$/MWh
Hidroelétrica	50- 150
Termelétrica	140 - 1500
Eólica	90-120
Solar Fotovoltaica	500

Conclusão:

Ações e políticas de eficiência energética possuem seus focos onde estão os principais potenciais de ganhos. Em geral o consumo de energia está concentrado em relativamente poucos setores, onde determinadas ações podem levar a vantagens consideráveis. Alguns dos principais setores:

- **Geração de eletricidade e cogeração de energia em pequena escala**
- **Calor industrial e motores elétricos estacionários**
- **Iluminação, em especial lâmpadas incandescentes**
- **Refrigeração, ar condicionado e aquecimento de ambientes**
- **Cocção, principalmente com lenha**

