



Conceitos em Eficiência Energética

PEA2597 – Profs. André Gimenes e Marco Saidel

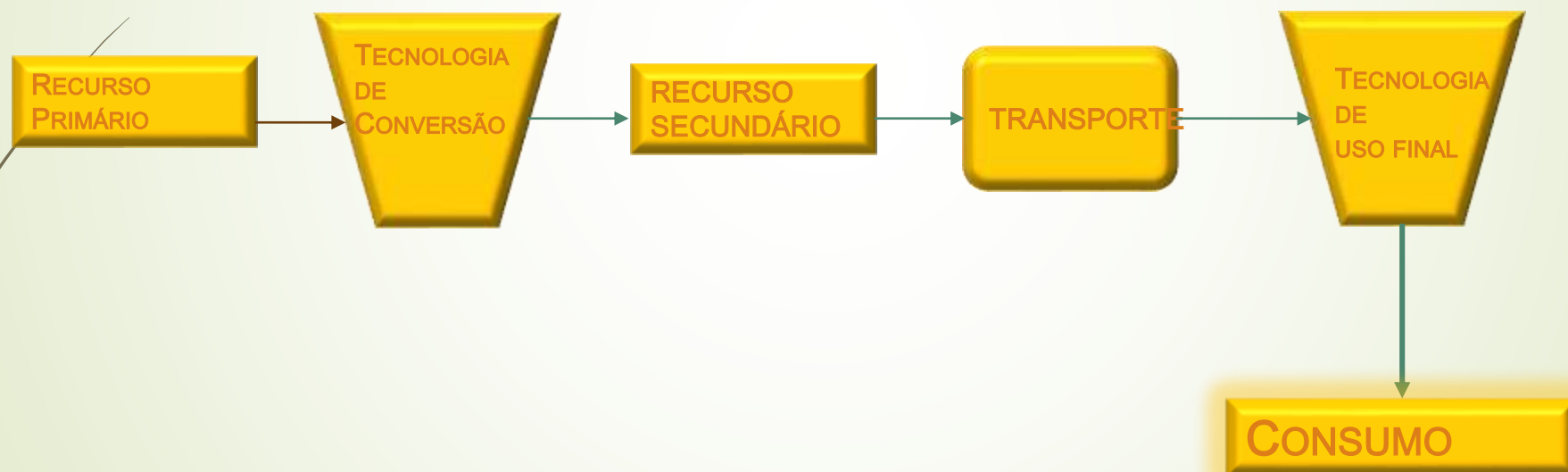


TEXTO 1: Energy Efficiency Scorecard

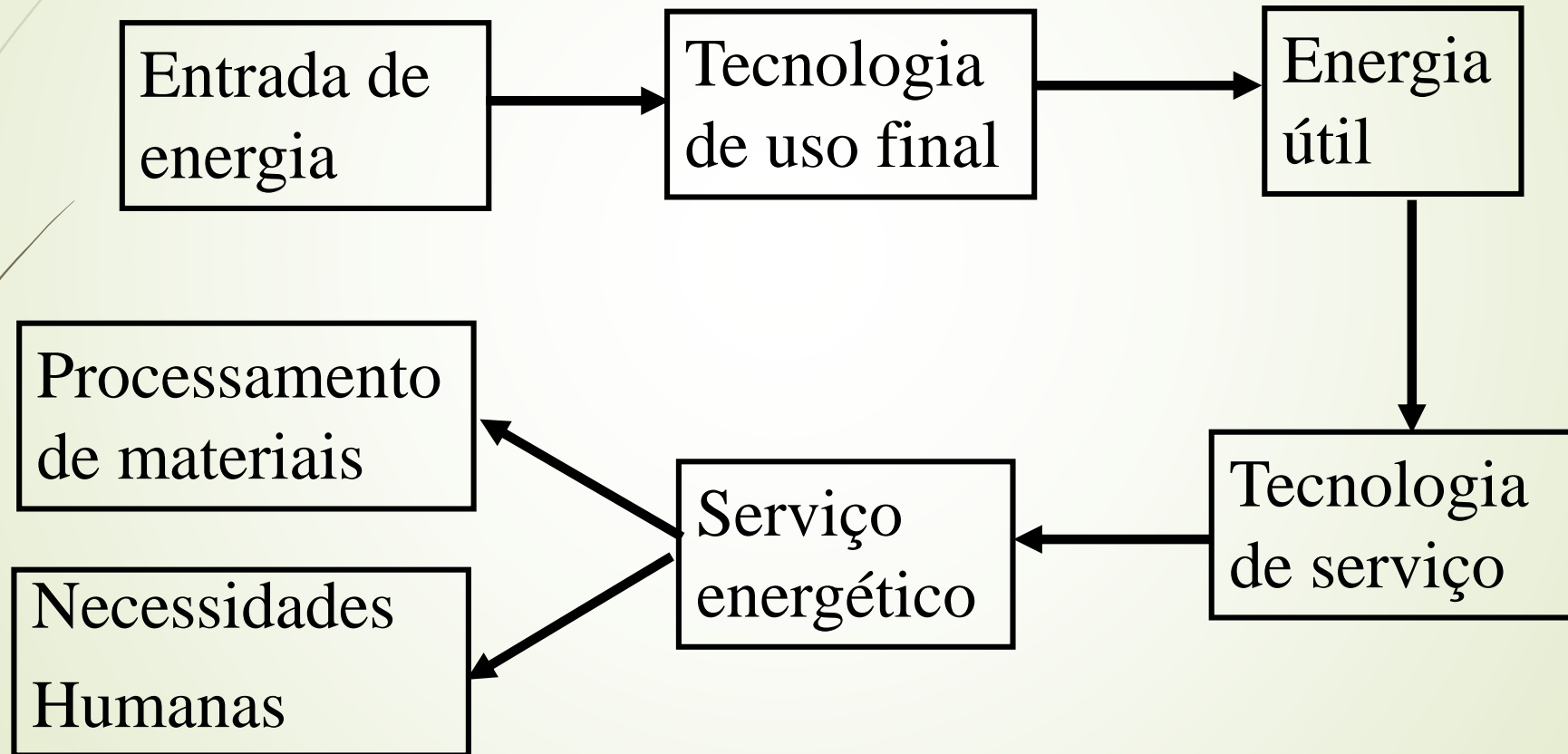
- ▶ Eficiência energética
 - ▶ Definição → reduzir o consumo de energia provendo o mesmo nível de serviço energético ou manter o consumo e aumentar o oferecimento do serviço energético.
 - ▶ Característica de um equipamento ou processo produtivo de entregar a mesma quantidade de produto final ou serviço a partir de uma menor quantidade de energia. (quantificada como sendo o inverso de sua intensidade energética).
- ▶ Uso Racional de Energia
 - ▶ Utilização da menor quantidade técnica e economicamente possível para a obtenção dos diversos produtos e serviços através da eliminação dos desperdícios, do uso de equipamentos eficientes e do aprimoramento de processos produtivos.

CADEIA ENERGÉTICA

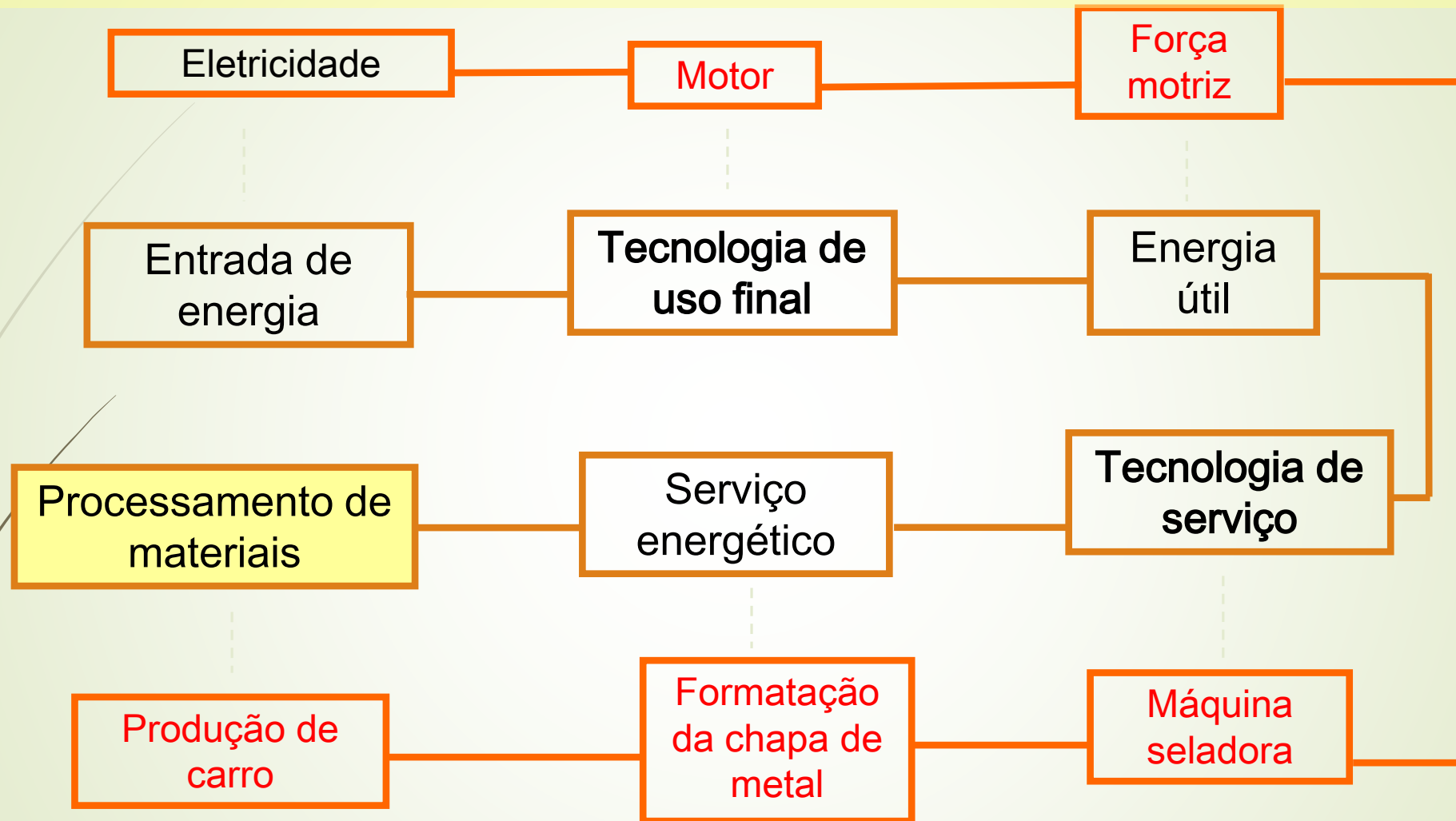
Definição: Fluxo de energia desde a produção de energia primária até a utilização final da energia, um ou mais elos da cadeia energética contém a conversão de uma forma de energia em outra.



○ Processo de Uso Final



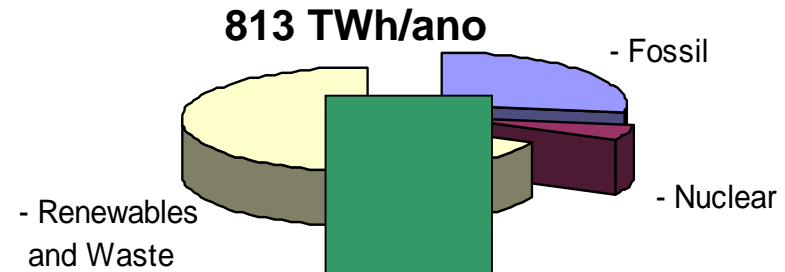
O Processo de Uso Final da EE



Eficiência
Energética:

Importância!

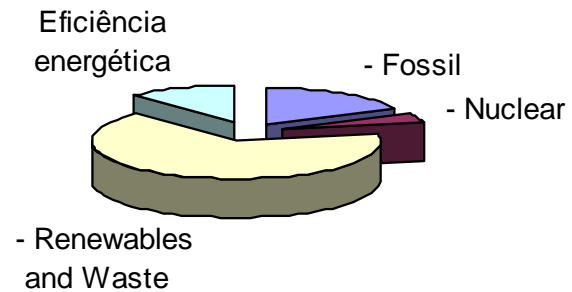
Cenário Referencial - 2020




14%

Cenário Alta Eficiência Energética -

704 TWh/ano





EFICIÊNCIA ENERGÉTICA é importante?

- ▶ Economia de recursos
 - ▶ Fatura de energia (a energia como um insumo produtivo)
- ▶ Maior competitividade
- ▶ Menor necessidade de investimentos em infra-estrutura
- ▶ Menor impacto ambiental
 - ▶ Menor utilização de combustíveis fósseis
 - ▶ Menor necessidade de novas hidroelétricas, por exemplo
- ▶ Maior segurança energética



Eficiência Energética

- ▶ Linhas de ação
 - ▶ Tecnológica: implantação de recursos tecnológicos eficientes;
 - ▶ Institucional: medidas de avaliação, regulamentação e incentivos;
 - ▶ Comportamental: disseminação de informações sobre uso racional de energia.



Linhas de Ação: Tecnológica

- ▶ Ampliar a pesquisa aplicada sobre o uso eficiente de energia para toda as cadeias de produção
 - ▶ produtos
 - ▶ serviços
- ▶ Recursos do P&D
- ▶ Forte envolvimento dos centros de pesquisa
- ▶ Parcerias empresas – centros de pesquisa - escos

Linhas de Ação: Institucional

- Ampliar a adoção de Certificação
- Incentivar o uso de indicadores
 - Medir, avaliar, comparar
- Ampliar o alcance das regulamentações de mercado
 - Lei de Eficiência Energética
 - Certificação de Edificações
- Incentivar o mercado de Eficiência Energética
- Observar a eficiência global de processos
 - Ganho de competitividade

Energia (Elétrica)		LAVADORA AUTOMÁTICA
Fabricante	Marca	Electrolux
Modelo/tensão (V)		LS12Q 127
Mais eficiente		A
Menos eficiente		
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/ciclo)		0,37 3,20
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/ciclo)		0,37 3,20
Programa de lavagem normal - água fria		
Programa de lavagem normal - água quente		
Eficiência de lavagem		0,91 1,03
Meio		
Melhor		
Pior		
Eficiência de centrifugação		A B C D E
A: melhor E: pior		
Capacidade de lavagem (kg)		12,0
Consumo de água (L/ciclo)		180,0
<small>Regulamento Específico Para Linhas de Eficiência Nacional de Conservação de Energia Unidade Máxima de Lei - RESOLUÇÃO</small>		
<small>Instruções de instalação e recomendações de uso, veja o Manual do usuário.</small>		
PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		INMETRO
<small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA, ESTÁ EM DESCORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>		



Linhas de Ação: Comportamental

- Explicitar os ganhos para as empresa no vetor sustentabilidade
- Incentivar a mudança de hábitos → consumo sustentável
 - Valorizar o descarte
- Priorizar soluções energeticamente eficientes e ambientalmente amigáveis
 - Benefícios superam a questão da economia de energia.
- Formar recursos com conteúdos da eficiência energética.
- Atualizar e capacitar os corpos técnicos envolvidos no processo de produção e uso da energia

INTENSIDADE ENERGÉTICA

- ▶ Conceituação:
 - ▶ quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de produto final ou serviço, dada em unidades de [energia]/[unidade de produto ou serviço]
 - ▶ kWh/(tonelada de produto)
 - ▶ litro de combustível/km rodado
 - ▶ kWh/pneu
 - ▶ MWh/ton de alumínio
 - ▶ kWh/m³ de H₂O bombeada
- ▶ Intensidade Energética da Economia → Razão entre:
 - ▶ consumo de energia E (em tep-toneladas equivalentes de petróleo)
 - ▶ pelo produto nacional bruto PNB (em US\$-dólares americanos) ou PIB



Exemplos

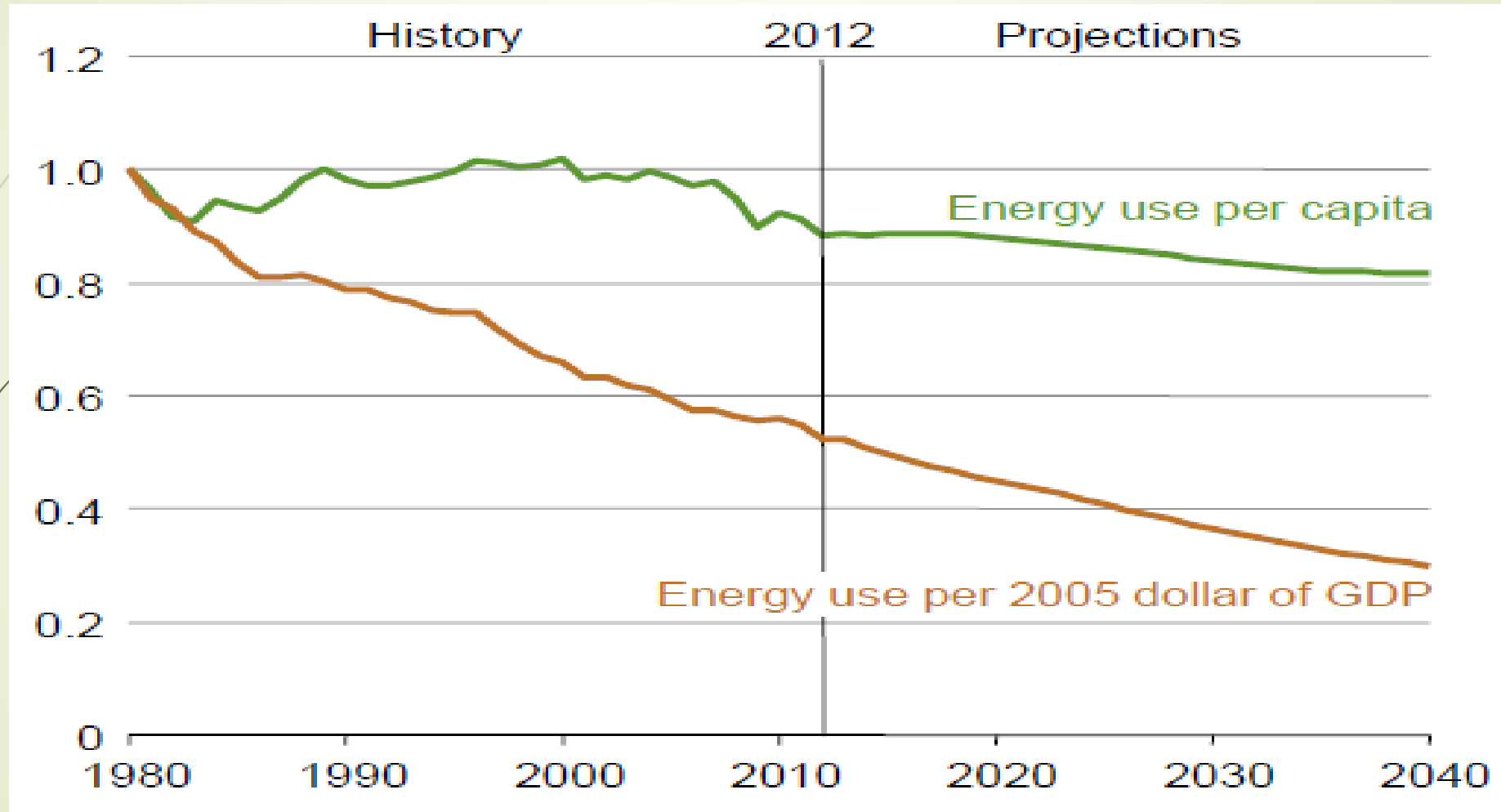
- ▶ Indústria
 - ▶ Brasil: 5,41 [Btu/US\$]
 - ▶ Austrália: 1,35 [Btu/US\$] – melhor colocada nesta métrica
- ▶ Edificação residencial
 - ▶ Brasil: 49 [kJ/m²]
 - ▶ China: 11,9 [kJ/m²] – melhor colocado nesta métrica
 - ▶ Rússia: 282,8 [kJ/m²] – pior colocado nesta métrica
- ▶ Edificação comercial
 - ▶ Brasil: 193 [kJ/m²]
 - ▶ México: 33,4 [kJ/m²] – melhor colocado nesta métrica
 - ▶ Itália: 659,4 [kJ/m²] – pior colocado nesta métrica



Outros indicadores

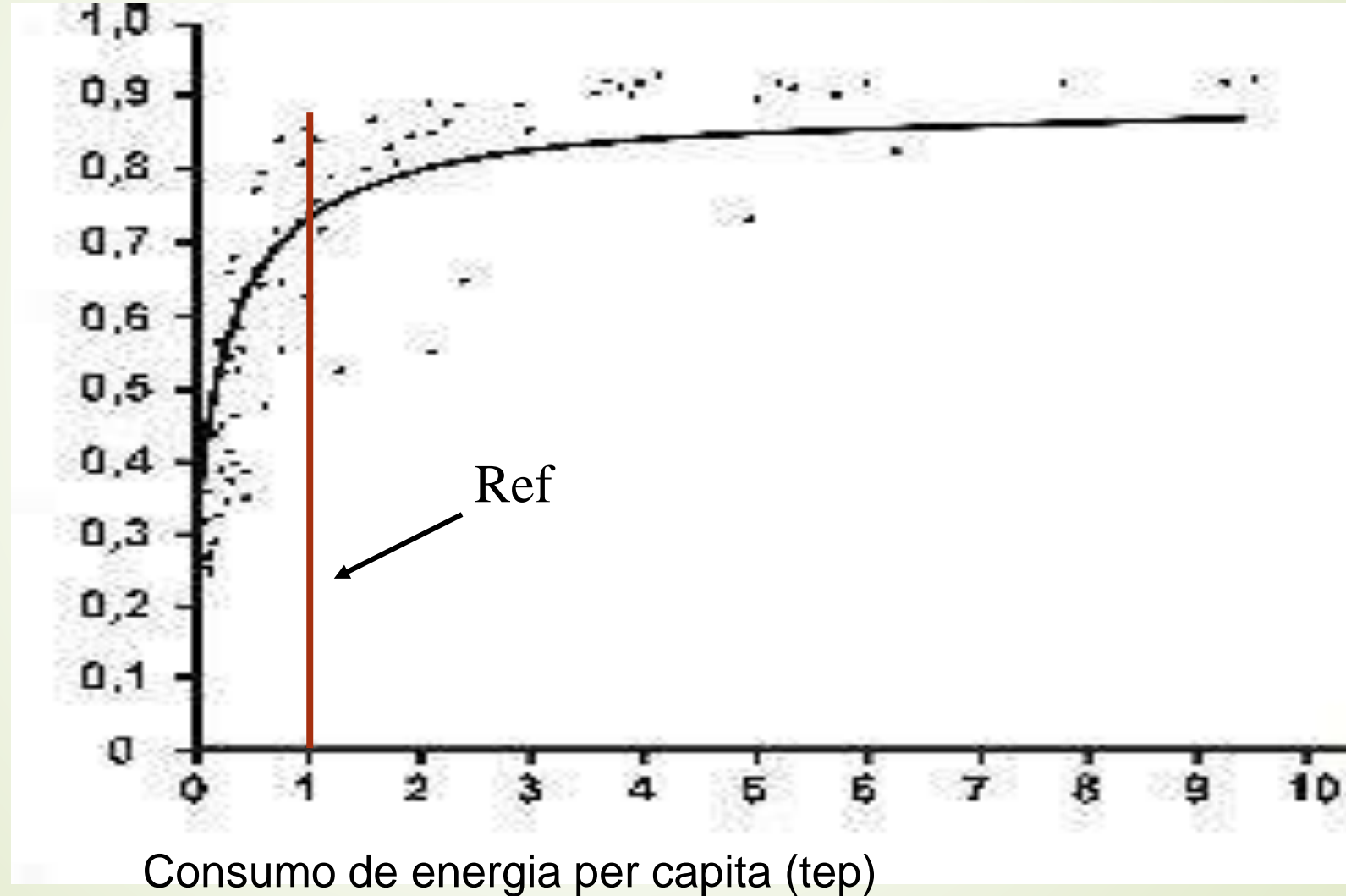
- ▶ Indicadores de consumo de energia:
 - ▶ Consumo mensal: kWh/mês, kWh/m², kW/m², kWh/hab
 - ▶ Automóveis: km /l
 - ▶ Caminhões: km/l/ton
 - ▶ Lâmpadas: lúmen/W
 - ▶ Refrigeradores: kWh/ano/l
- ▶ Indicadores
 - ▶ No tempo
 - ▶ No espaço

Energia per capita x Energia por riqueza

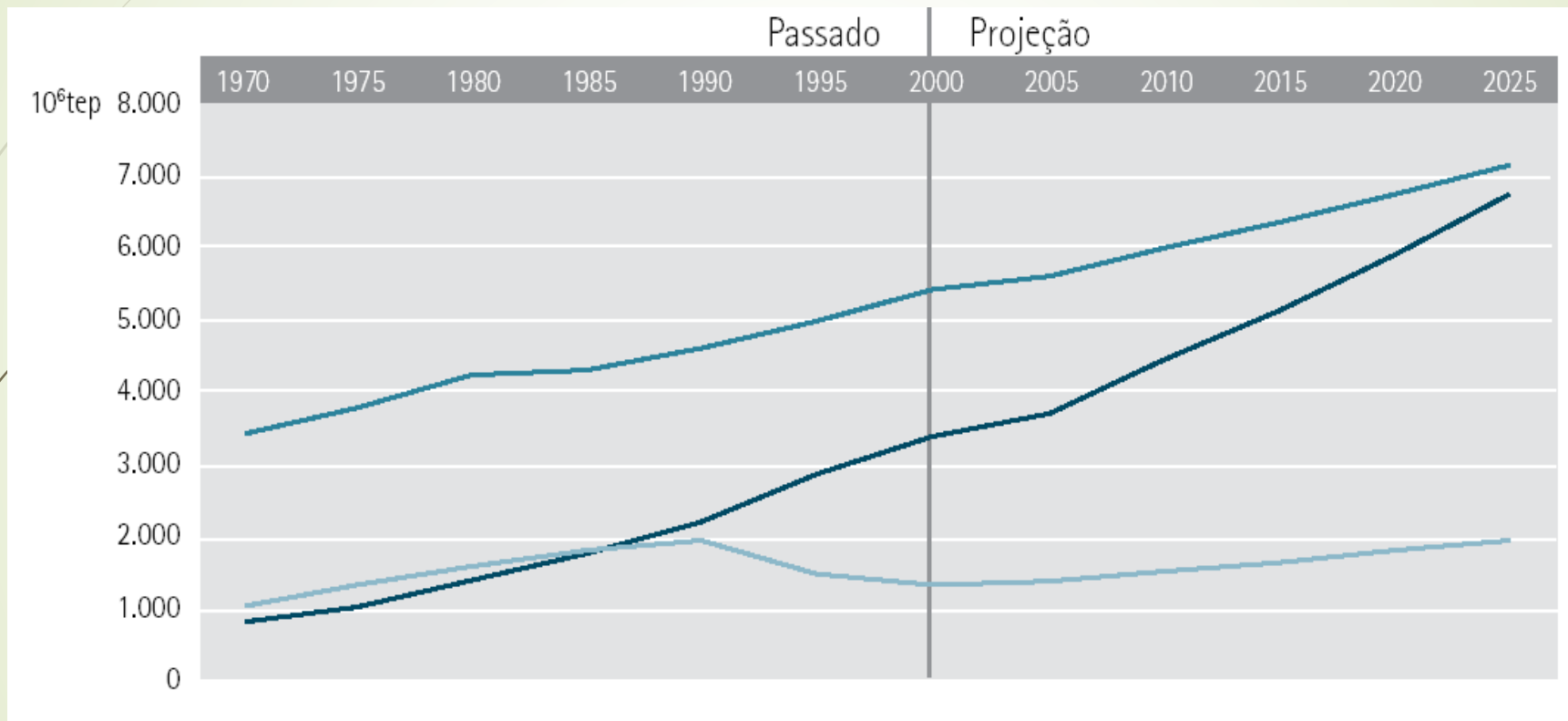


Desenvolvimento Humano e Energia

IDH



Necessidade Futura de Energia



**Crescimento da demanda
mais acentuado !!!!**

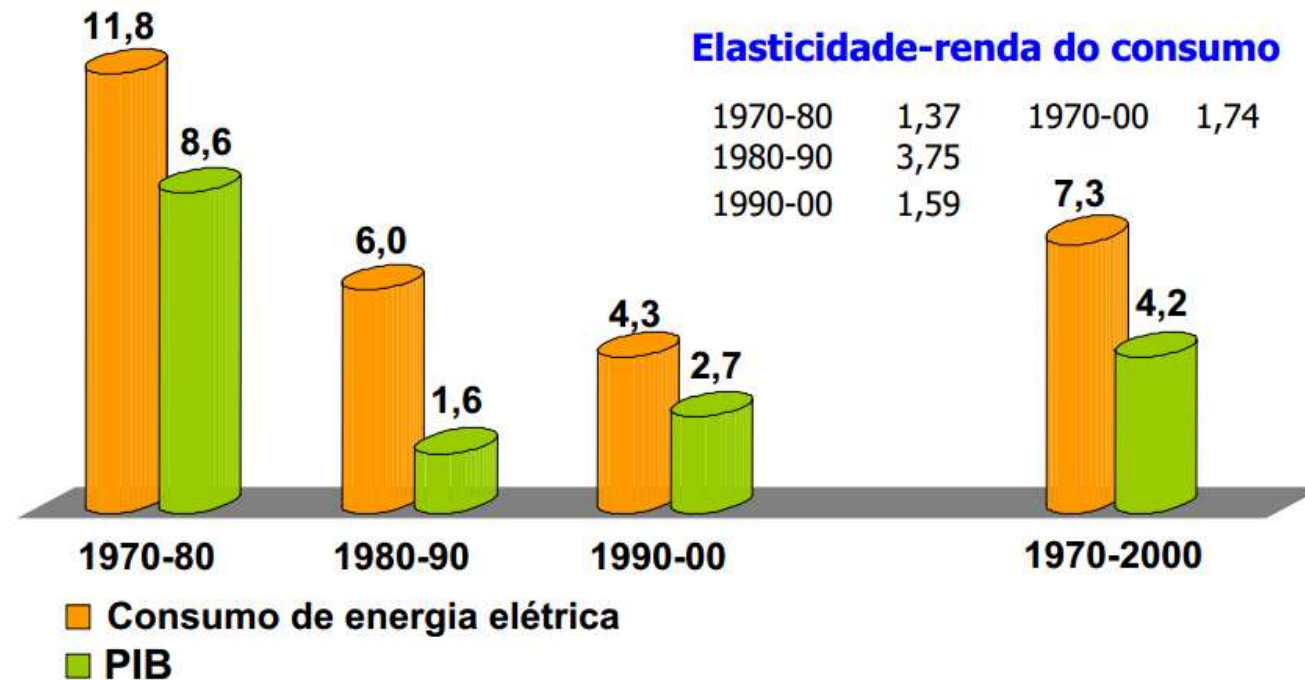
— EE/FSU
— Industrializado
— Desenvolvimento

Elasticidade

➤ Definição → Indicador de eficiência energética que avalia o desempenho da eficiência energética do país em um determinado período.

➤ Δ energia consumida / Δ PIB

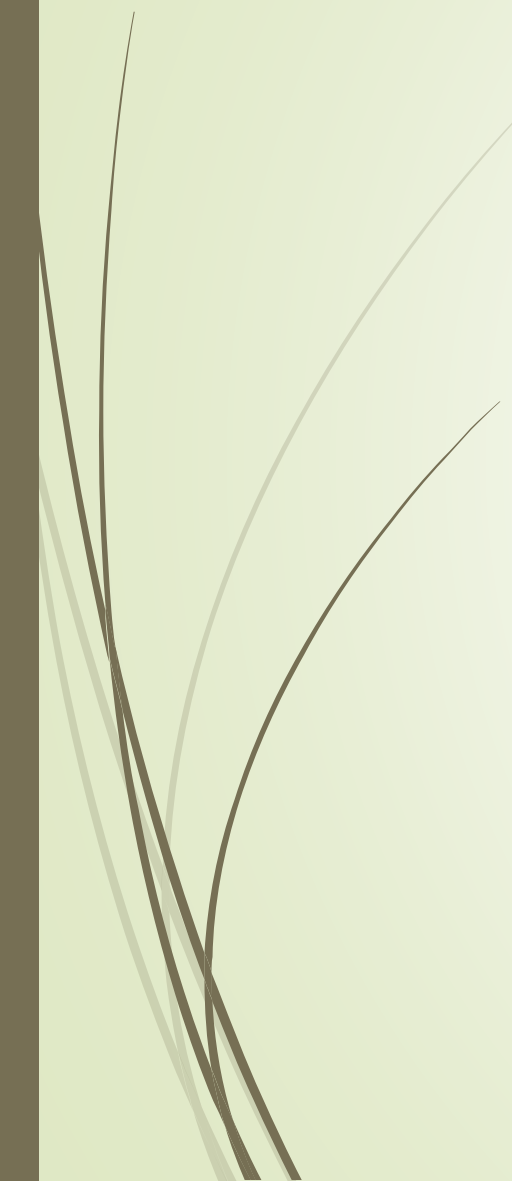
Elasticidade do consumo de energia elétrica com o PIB





Lei da Eficiência Energética

Lei nº 10.295 (17/10/2001)





- Estabelecimento de níveis máximo de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética para máquinas e equipamentos comercializados no Brasil
 - Desenvolvimento de mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações
- 



Etiquetagem e Índices mínimos

- ▶ Grande potencial de economia de energia
- ▶ Modo eficaz de limitar o crescimento do consumo de energia sem restringir o crescimento econômico
- ▶ Impõe uma mudança de comportamento de um conjunto de fabricantes ao invés de todo o público consumidor
- ▶ Reduz, ao longo do tempo, os custos para os consumidores

Etiquetagem dos eletrodomésticos

Energia (Elétrica)	
Fabricante	LAVADORA AUTOMÁTICA
Marca	Electrolux do Brasil S.A.
Modelo/tensão (V)	Electrolux LS12Q 127
Mais eficiente	
Menos eficiente	A
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/ciclo)	
(Programa de lavagem normal - água fria)	0,37
(Programa de lavagem normal - água quente)	3,20
Eficiência de lavagem	
	0,91 água fria
	1,03 água quente
Eficiência de centrifugação	A B C D E
A: melhor E: pior	
Capacidade de lavagem (kg)	12,0
Consumo de água (L/ciclo)	180,0
<small>Regulamento Específico Para Usar as Etiquetas Nacionais de Conservação de Energia UNAF de Máquinas de Lavar - RESPOUS-LAV</small>	
<small>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>	
	
PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR	
<small>08001613</small>	<small>REV.08</small>



Resultados: Etiquetagem de Geladeiras e Refrigeradores

Ano	Consumo de eletricidade (kWh/ano)		
	Melhor Modelo	Pior Modelo	Modelo Médio *
1986	440	570	490
1987	440	490	460
1988	440	490	460
1989	335	490	435
1990	335	490	435
2000	294	438	350

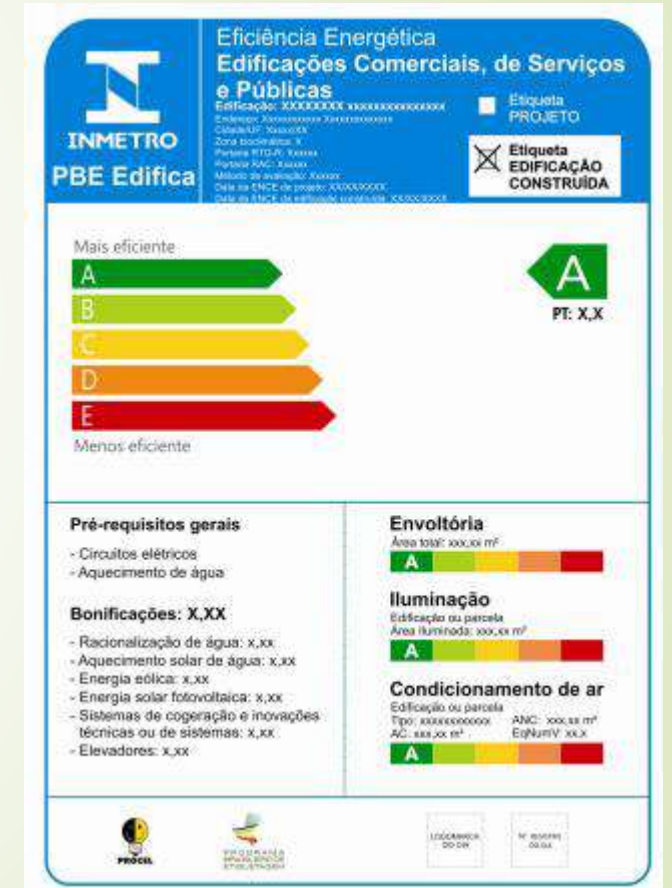
Diferença de até 24% no consumo no período 1986-1990

Período 1990-2000 foram obtidos + 12% de economia

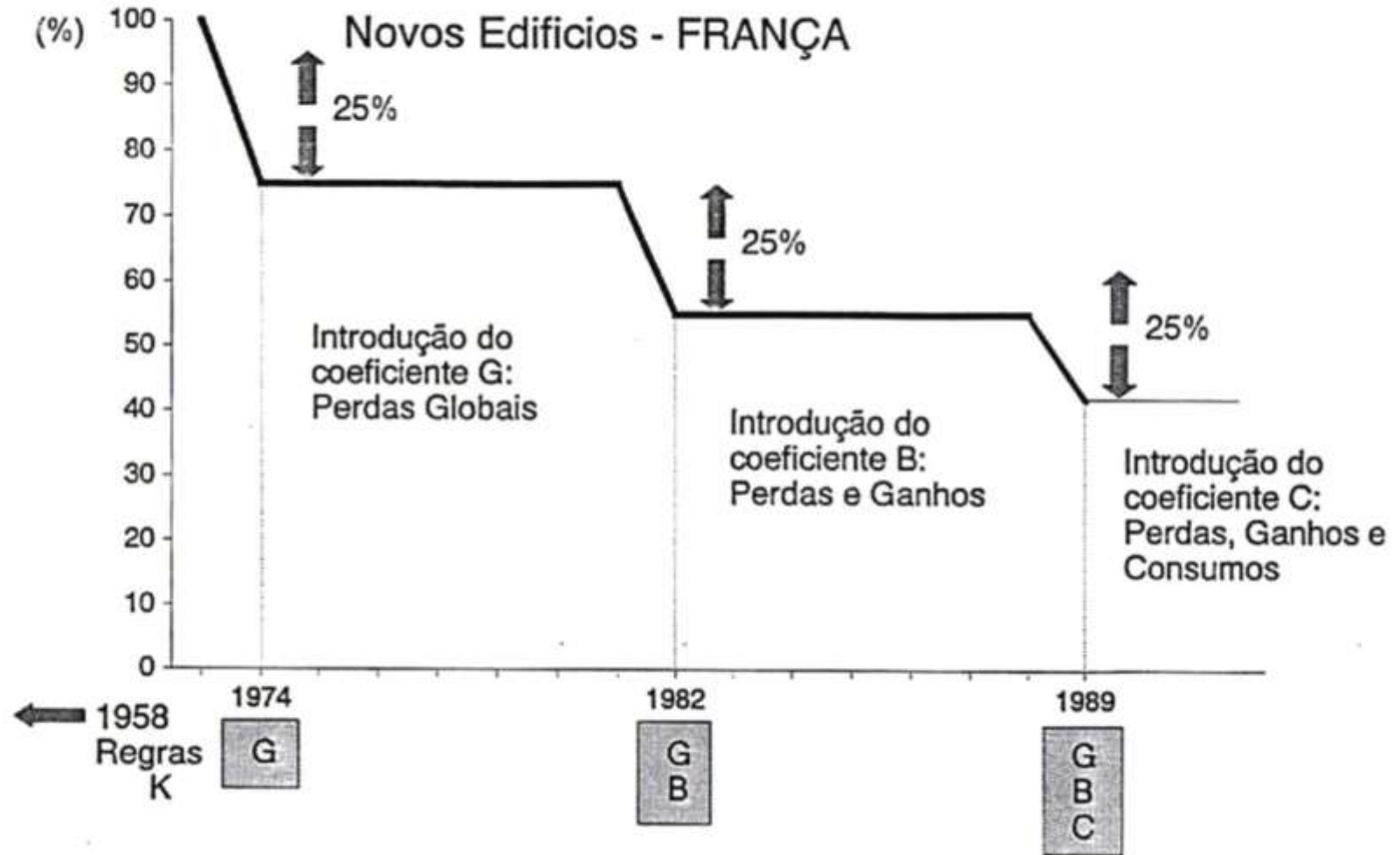
Em 1990, 24% mais no consumo médio do que em 2000.

Etiquetagem em edificações

- ▶ Tipo de etiquetas no Brasil
 - ▶ LEED (origem: EUA)
 - ▶ AQUA (adaptado para Brasil do HQE, origem: França)
 - ▶ BREEAM (origem: Reino Unido)
 - ▶ PBE Edifica (origem: Brasil)
 - ▶ Selo Caixa Azul (origem: Brasil)
- ▶ Outras medidas de eficiência energética
 - ▶ Códigos de obras: existência de medidas de eficiência energética nos códigos de obras.



Redução dos Consumos Energéticos



Etiquetagem em carros

Energia (Combustível)

2009
Ano de aplicação
Sub-Compacto

Categoria do veículo
Marca
Modelo
Versão
Motor
Transmissão

Mile
Mile Way Economy 1.0 Flex
1.0 8V Fire Flex
Manual
5 Velocidades

Menor consumo na categoria

Maiores consumos na categoria

COMBUSTÍVEL
Quilometragem por litro*

	Alcool km/l	Gasolina km/l
Cidade (ciclo urbano)	10,78	15,71
Estrada (ciclo rodoviário)	13,22	19,22

conpet

INMETRO

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, de acordo com o Regulamento de Avaliação da Conformidade para Veículos Leves de Passageiros e Comerciais Leves, com Motores do Ciclo Otto.

ESTA ETIQUETA NÃO PODE SER REMOVIDA ANTES DA VENDA DO VEÍCULO

IMPORTANTE:
*Valores de referência medidos em laboratório, conforme norma NBR 7024, com ciclos de condução e combustíveis padrão, podendo não corresponder ao consumo verificado com o uso do veículo, que depende das condições do trânsito, do combustível, do veículo e dos hábitos do motorista.
Instruções e recomendações de uso, leia o Manual do Proprietário.

Retrofit

- Projetos realizados pelo PURE de 2009/2010

Unidade	Descrição do Projeto	Investimento (R\$)	Economia Anual	
			(R\$)	(kWh)
CEPE	Lâmpadas de vapor de Sódio de 350W por fluorescentes tubulares de 32W	2.584,56	1.800,00	6.800
FFLCH	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W, 40W, 85W e 110W por fluorescentes tubulares de 32W	144.560,00	56.100,00	212.500
ICB	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W ou 40W por fluorescentes tubulares de 32W	15.852,30	22.300,00	89.250
EE	Lâmpadas fluorescentes e incandescentes de diversas potencias por fluorescentes tubulares de 32W	212.476,60	32.800,00	120.360
EP	Lâmpadas de vapor metálico de 400W por fluorescentes tubulares de 32W e 16W	10.000,00	4.600,00	18.290

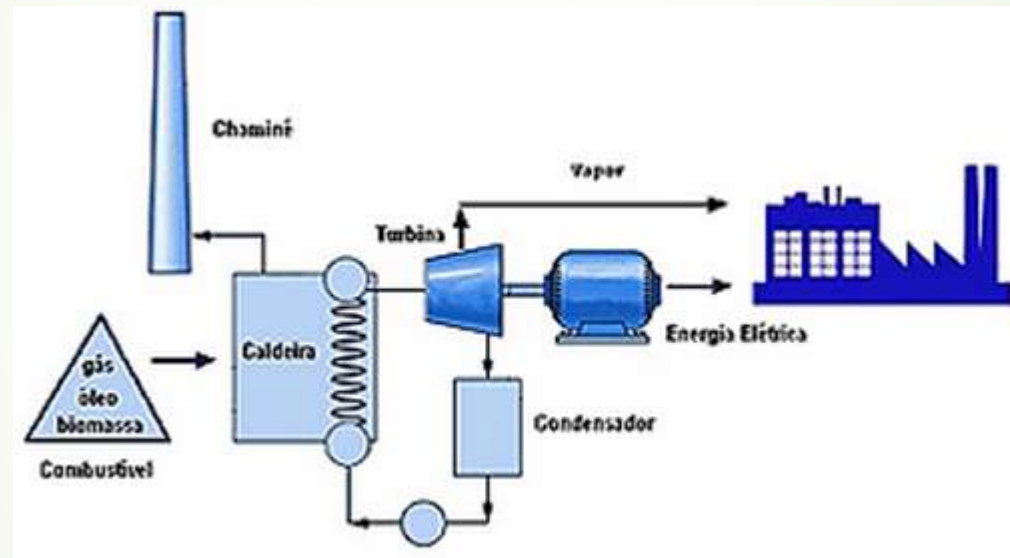
Fonte: (PURE, 2014)



Cogeração

- ▶ Definição: produção simultânea de energia elétrica (mecânica) e vapor.
- ▶ Combustíveis: biomassa; gás natural
- ▶ Vantagens sob o ponto de vista do produtor:
 - ▶ maior eficiência
 - ▶ menores custos de energia e produtos
 - ▶ menor dependência do supridor de energia elétrica
 - ▶ menores impactos ambientais
 - ▶ receita com a venda dos excedentes
 - ▶ diminuição do risco de falta de energia

Cogeração



<http://www.sathel.com.br/energia-eletrica-e-cogeracao.php>



Cogeração

- ▶ Indústria

- ▶ cogeração à gás natural;
- ▶ para indústrias que precisam de resfriamento ou aquecimento no processo produtivo;
- ▶ exemplos: indústria têxtil, alimentício, papel e celulose, farmacêutica, produção de borracha etc.

- ▶ Comércio e serviços

- ▶ cogeração à gás natural;
- ▶ para estabelecimentos que utilizam centrais de condicionamento de ar ou centrais de aquecimento;
- ▶ exemplos: shopping centers, hipermercados, hotéis, hospitais, edifícios comerciais, aeroportos etc.



Indústria

- ▶ Participação nos programas institucionais

- ▶ PEE (Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição)

- ▶ Distribuidoras devem aplicar, no mínimo, 0,5% da ROL em ações de eficiência energética – arrecadação R\$ 300 milhões/ano

- ▶ 60% para unidades consumidoras beneficiadas pela tarifa social:

- ▶ substituição de equipamentos ineficientes (lâmpadas, refrigeradores, chuveiros),

- ▶ ações educacionais,

- ▶ regularização de consumidores clandestinos,

- ▶ reformas/instalações de padrão de entrada,

- ▶ instalações internas e instalação de aquecimento solar de água,

- ▶ capacitação de profissionais

- ▶ 40% para demais setores:

- ▶ indústria, comércio e serviços, poder público, serviços públicos, unidade consumidora rural e residencial, gestão energética municipal, educação e iluminação pública.



Indústria

- ▶ Participação nos programas institucionais
 - ▶ Procel Indústria
 - ▶ Criado em 2002 para fomentar ações de eficiência energética para médias e grandes indústrias
 - ▶ Parcerias com federações industriais
 - ▶ capacitação de técnicos e engenheiros em sistemas motrizes
 - ▶ Implantação de laboratórios de otimização de sistemas motrizes em universidades
 - ▶ suporte técnico às parcerias com federações industriais
 - ▶ Divulgação de material para difusão de temas de eficiência energética
 - ▶ Indústria, comércio e ensino



Indústria

- ▶ Participação nos programas institucionais
 - ▶ PROESCO
 - ▶ Criado em 2006, é uma linha de crédito oferecida pelo BNDES para ESCOs
 - ▶ ESCOs são pequenas empresas de engenharia que projetam programas de eficiência energética
 - ▶ Problema:
 - ▶ ESCOs não conseguem apresentar garantias suficientes para conseguir o financiamento
 - ▶ Remuneração das ESCOs é proveniente de contrato de desempenho

Transporte

- ▶ Carros elétricos e híbridos
- ▶ Vantagens:
 - ▶ Redução de emissão de poluentes
 - ▶ Relacionada à forma como é gerada a energia elétrica
 - ▶ Redução da dependência de petróleo
 - ▶ Menor custo com combustível
 - ▶ Fonte de geração distribuída em smart grids (através de sua bateria)
 - ▶ Conforto (silêncio)
- ▶ Desvantagens:
 - ▶ Tempo de recarga da bateria
 - ▶ Peso das baterias (cerca de 450kg) – redução da autonomia do carro
 - ▶ Custo de aquisição



Aquecimento de água - residência

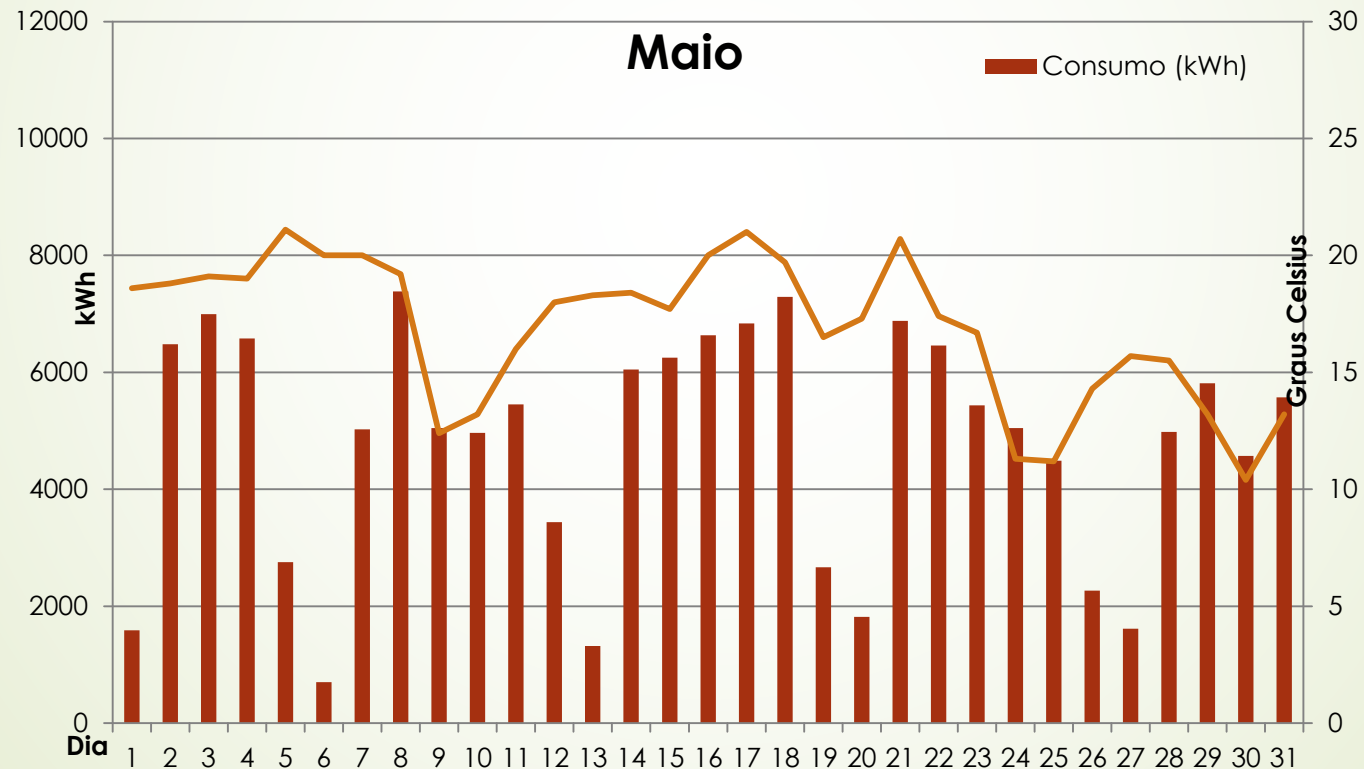
Tipo de aquecimento	Custo por banho de 8 min (R\$)*	Gasto de água (l/min)	Custo com sistema de aquecimento
Chuveiro elétrico	0,30	4,2	R\$ 31,00
Aquecimento solar convencional (coletor solar + boiler)	0,46	8,4	R\$ 4.045,00
Aquecimento a Gás	0,59	8,7	R\$ 945,00
Aquecimento solar híbrido (coletor solar + chuveiro elétrico)	0,27	4,1	R\$ 888,00
Boiler (aquecedor de acumulação elétrico)	1,04	8,5	R\$ 1.855,00

Fonte: (CIRRA apud Berrettini, 2014)

* O custo corresponde a água + energia

Alteração do consumo de energia elétrica com variação da temperatura

Local: IAG/USP



Fonte: (Widmer, 2013)