

A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

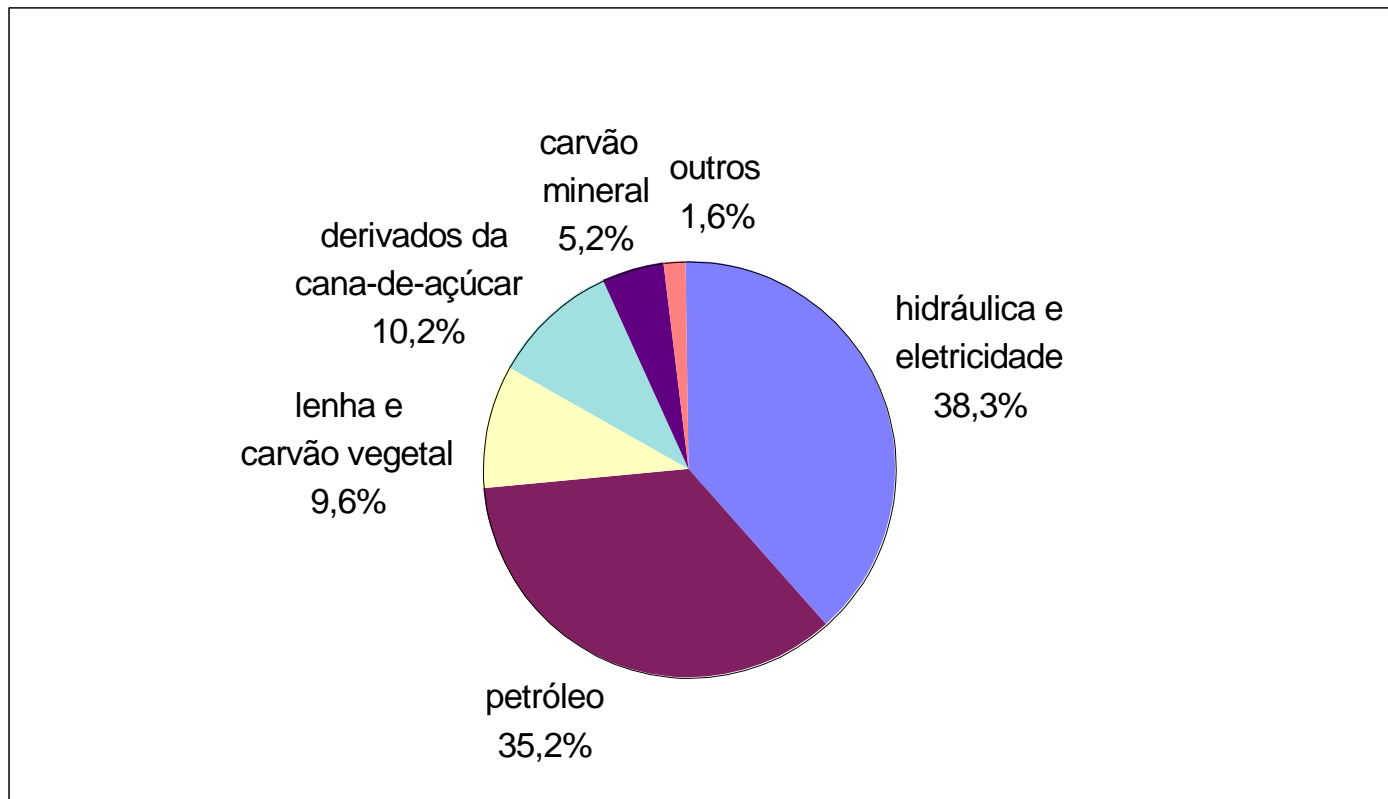
A conservação de energia e seus benefícios

As fontes energéticas impactam com maior ou menor intensidade o meio ambiente. Os grandes avanços tecnológicos nas técnicas de uso da energia neste último século incidiram com um custo elevado sobre o meio-ambiente e a sociedade, através da poluição do solo, do ar e da água e do agravamento das condições de saúde das populações. Tais danos foram causados, em grande parte, pela utilização de maneira inadequada e ineficiente dos insumos energéticos, resultando em níveis de poluição exacerbados e redução das reservas energéticas em ritmo acelerado.

A conservação de energia elétrica pode ajudar a preservar o meio ambiente e, desta forma, aumentar também a qualidade de vida. A conservação de energia pode ser conseguida com medidas do lado da oferta, racionalizando-se a produção e distribuição, quanto do lado da demanda. A demanda pode ser influenciada, por exemplo, pela regulamentação de preços no sentido de refletir os verdadeiros custos de produção e impactos ambientais.

A conservação de energia poderá implicar em considerável economia para o consumidor principalmente em indústrias onde a energia é insumo significativo. A nível domiciliar, a participação ativa do consumidor no uso racional da energia terá efeitos substanciais no controle da demanda, ao mesmo tempo que implicará em ganhos no orçamento familiar. Também é necessário que o consumidor seja informado para que se conscientize de como pode reduzir seu uso de energia, contribuindo assim para a preservação do ambiente. Por sua vez, uma demanda racionalizada permite a contenção da expansão do suprimento.

Participação por fonte na oferta de energia no Brasil, 1996



Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*, Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1997

Barreiras ao avanço da conservação 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 à 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 e do uso de fontes alternativas

Barreiras relacionadas com os produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos

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

Barreiras relacionadas com os consumidores

- ❑ A falta de informação
- ❑ Dificuldades de investimentos iniciais nas 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

- ❑ As necessidades humanas básicas das camadas desfavorecidas da população
- ❑ Compatibilidade das estratégias e políticas energéticas com problemas globais

Rendimentos médios de utilização das fontes de energia no Brasil, 1993

setores	gás natural	lenha	óleo diesel	GLP	eletricidade	carvão vegetal
energético	89,5		89,8	85,2	90,2	
residencial	45,0	4,0		45,1	57,8	10,0
comercial	45,0	43,4	52,6	46,8	42,7	20,0
público	45,0	53,7	43,0	45,0	47,5	20,0
agropecuário		20,0	35,2	45,0	85,7	20,0
industrial						
cimento	37,0	37,0	35,1		87,6	37,0
aço	45,0		40,1	43,8	50,4	85,0
química	60,0	46,6	64,2	61,2	85,0	47,7
alimentos	73,1	53,1	38,6	26,6	89,3	
têxtil	79,6	60,0	52,5	75,4	86,2	49,4
papel e celulose	88,0	74,9	38,9	29,5	87,8	
cerâmica	40,0	17,0	33,7	30,0	77,7	27,0

Rendimentos médios de utilização de energia por setor

Setores	Rendimento médio			
	1970	1980	1990	1993
Energético	85	77	71	71
Residencial	8	15	28	29
Comercial	45	45	45	45
Público	48	48	48	48
Agropecuário	21	28	34	36
Industrial	58	61	65	65
Cimento	41	43	43	44
Aço	73	74	76	76
Química	80	80	75	75
Alimentos	60	63	62	63
Têxtil	74	80	79	81
Papel	80	81	80	80
Cerâmica	23	30	26	28

Rendimentos médios de utilização de energia por fonte

Fontes	Rendimento médio			
	1970	1980	1990	1993
Total	31	42	48	49
gás natural	88	64	67	67
lenha	13	12	20	19
óleo diesel	36	36	36	36
gasolina	25	25	25	25
GLP	45	44	44	45
coque de carvão mineral	85	84	84	84
eletricidade	66	66	64	64
carvão vegetal	60	64	66	65
querosene	21	30	33	34
álcool etílico	0	30	30	30
outras renováveis	80	80	76	78

Eficiência energética de processos e equipamentos

Os aquecedores residenciais, por exemplo, têm eficiências da ordem de 60% a 80%, ou seja, 60% a 80% do calor produzido pela queima de combustível é entregue ao ambiente que se deseja aquecer. Este conceito de eficiência sugere, então, que a eficiência máxima atingida por este tipo de aparelho seria igual a 100%. Isso é incorreto pois existem equipamentos que cumprem a mesma finalidade mas podem entregar ao ambiente mais calor do que realmente produzem.

Por exemplo, as bombas de calor entregam ao ambiente duas parcelas de calor, uma gerada pelo próprio equipamento e outra absorvida de meios como o ar externo, ar interno e lençóis freáticos. Portanto, elas fornecem uma quantidade de energia superior àquela necessária para sua operação, possuindo eficiências superiores a 100%. De fato, algumas bombas de calor atuais conseguem fornecer de duas a três unidades de calor para cada unidade de energia elétrica consumida.

O conceito de eficiência utilizado no exemplo anterior é baseado na primeira lei da termodinâmica, na qual a energia não pode ser criada nem destruída, sendo a eficiência medida pela relação entre a energia utilizada para a finalidade do sistema e a energia introduzida no sistema.

O conceito de eficiência que mede o desempenho energético baseado na segunda lei da termodinâmica pode ser definido como a razão entre a mínima quantidade de energia teórica necessária para realização do trabalho desejado e a quantidade atual de energia utilizada na realização do mesmo. Utilizando-se este novo conceito, o consumo de energia deve ser medido em unidades que reflitam a qualidade da energia envolvida no sistema, qualidade esta que será alta quando uma grande fração da mesma puder ser convertida em trabalho útil. São exemplos de energia de alta qualidade a energia elétrica, a energia química e a energia potencial gravitacional. Por outro lado, a energia térmica como o calor constitui-se numa energia considerada de baixa qualidade.

Eficiências energéticas de atividades energointensivas típicas	
setor e atividade	eficiência [%]
Residencial e comercial	
aquecimento de ambientes	
Fornalha	5,0
elétrico	2,5
aquecimento de água	
à gás	3,0
elétrico	1,5
refrigeração	4
Tranportes	
Automóvel	12
Industrial	
geração de energia elétrica	35
produção de vapor	28
produção de aço	23
produção de alumínio	13

Fonte: *Goldemberg, J., et al., Energy for a Sustainable World, Wiley Eastern Limited, New Dehli, 1988.*

Índices de consumo de energia

	índice
Edificações	
Consumo mensal	$\text{kWh} / \text{mês} - \text{kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{mês}$
Consumo annual	$\text{kWh} / \text{ano} - \text{kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$
Potência instalada	W / m^2
Transportes	
Automóveis	km / l
Caminhões	$\text{km} / \text{l} / \text{t}$
Aviões	$\text{km} / \text{l} / \text{passageiro}$
produção de bens de consumo ou serviços	
consumo de energia	$\text{MWh} / \text{mês} - \text{MWh} / \text{ano}$
Equipamentos	
em geral	$\text{kWh} / \text{mês} - \text{kWh} / \text{ano}$
aparelhos de ar condicionado	$\text{EER} - \text{Btu} / \text{h} / \text{W} - \text{kWh} / \text{m}^2 - \text{kWh} / \text{m}^3$
Refrigeradores	$\text{kWh} / \text{ano} / \text{l}$
Lâmpadas	lm / W
atividade humana	Gcal / ano

Indicadores de intensidade energética

Setor	indicador
Industrial	tEP / mil US\$ produzidos; GWh / mil US\$ produzidos
Comercial	tEP / mil US\$ gerados - GWh / mil US\$ gerados
Residencial	
Consumo	MWh / hab
taxa de atendimento	%
- Índices gerais	
consumo final de energia / população	tEP / hab
consumo final de energia / PIB	tEP / mil US\$

Técnicas de conservação

As técnicas de conservação de energia podem ser divididas em dois grandes grupos: técnicas passivas e técnicas ativas.

São denominadas de **técnicas passivas** aquelas que aproveitam a luz solar, os ventos locais, as sombras de vegetações circunvizinhas, as condições climáticas de umidade da região, etc, como elementos de auxílio à conservação de energia e ao conforto humano.

As **técnicas ativas** são aquelas que atuam sobre sistemas ou equipamentos que necessitam de um energético não passivo para funcionamento. São, por exemplo, aquelas técnicas que visam a substituição de equipamentos energeticamente pouco eficientes por outros mais eficientes.

Metodologias para programas de conservação de energia

Auditorias nos projetos

Auditorias pós-ocupação

Programas de conservação de energia

Conceito e atribuições dos programas de conservação

educação

legislação

tarifação e incentivos

tecnologia e pesquisa

Financiamento de programas e projetos de conservação

A política de conservação de energia dispõe de quatro instrumentos clássicos:

- ❑ informação e educação;
- ❑ desenvolvimento tecnológico;
- ❑ legislação e regulamentação; e
- ❑ incentivos econômicos.

No campo dos incentivos econômicos destacam-se:

- ❑ Tarifas
- ❑ Incentivo fiscal
- ❑ Incentivo financeiro

O campo da engenharia financeira

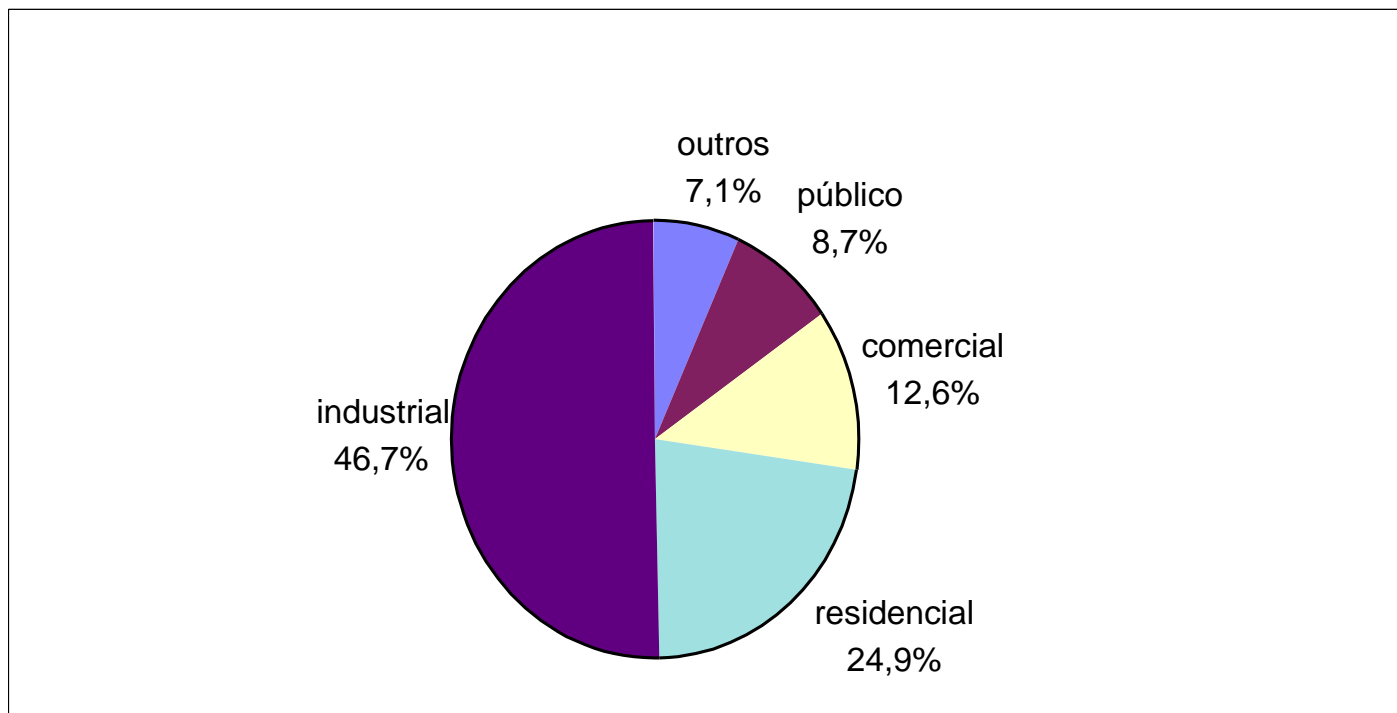
- ❑ Obrigação de ***índices de eficiência energética***
- ❑ ***Diferencial de spread***
- ❑ ***Funding***
- ❑ ***Third part financing***
- ❑ ***Contrapartida de floating***

Além das modalidades citadas anteriormente, existem duas outras que não configuram exatamente um financiamento ao consumidor.

- ❑ ***Comodato***
- ❑ ***Rebates***

Economia gerada pelas ações do PROCEL -1993	
Áreas de Atuação	Energia [GWh / ano]
Iluminação	
Residencial e Comercial	465
Pública	100
Etiquetagem	380
Diagnósticos Energéticos	215
Edificações e Empresas Públicas	40
Total	1200

Fonte: Santos, M.F.M., *O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL*, Seminário Internacional: Estratégias para a Conservação de Energia Elétrica no Brasil, 1994.



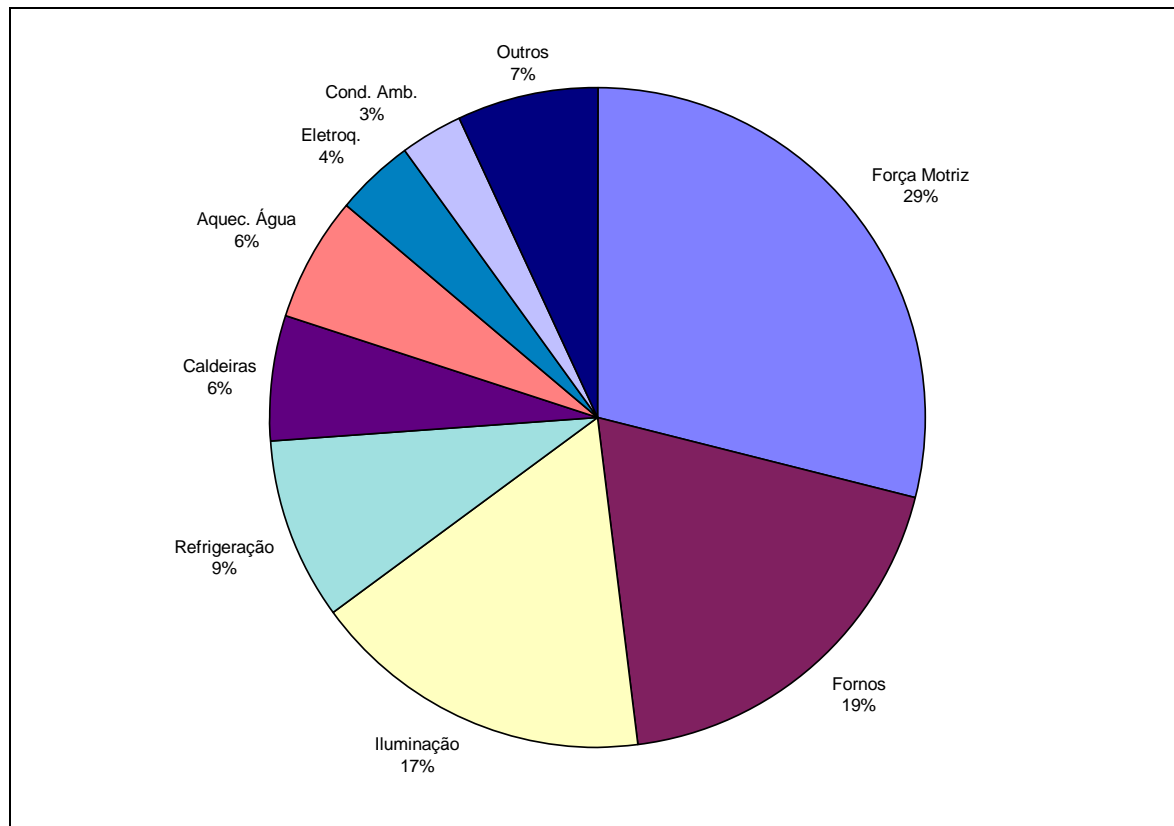
Consumo de energia elétrica no Brasil por setor, 1996

Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*,. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1997.

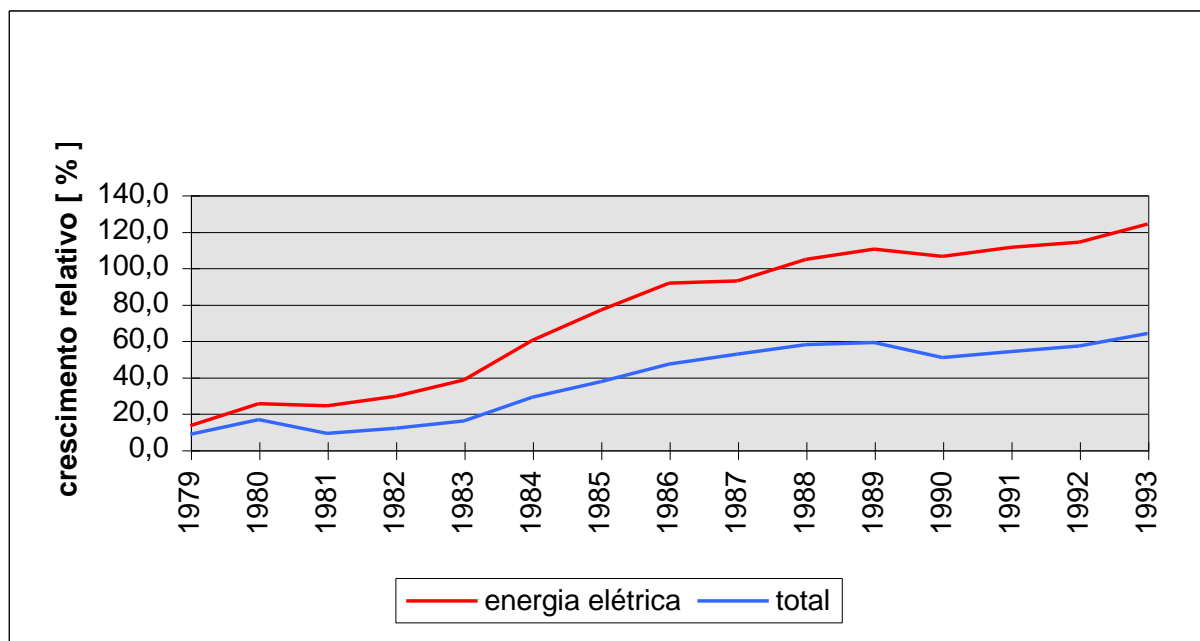
Evolução da composição setorial do consumo de eletricidade			
setores	anos		crescimento percentual [%]
	1993	1996	1993 / 1996
Energético	3,3	3,2	-3,0
Residencial	22,2	24,9	12,2
Comercial	11,4	12,6	10,5
público	8,5	8,7	2,3
Agropecuário	3,3	3,5	0
Transportes	0,5	0,5	0
industrial	50,8	46,7	-8,1
total	100,0	100,0	0,0

Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*, Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1997

Consumo de energia elétrica por usos finais no Brasil, 1996



Evolução do consumo de energia elétrica no setor industrial, Brasil 1979-1993



Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*,. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1995.

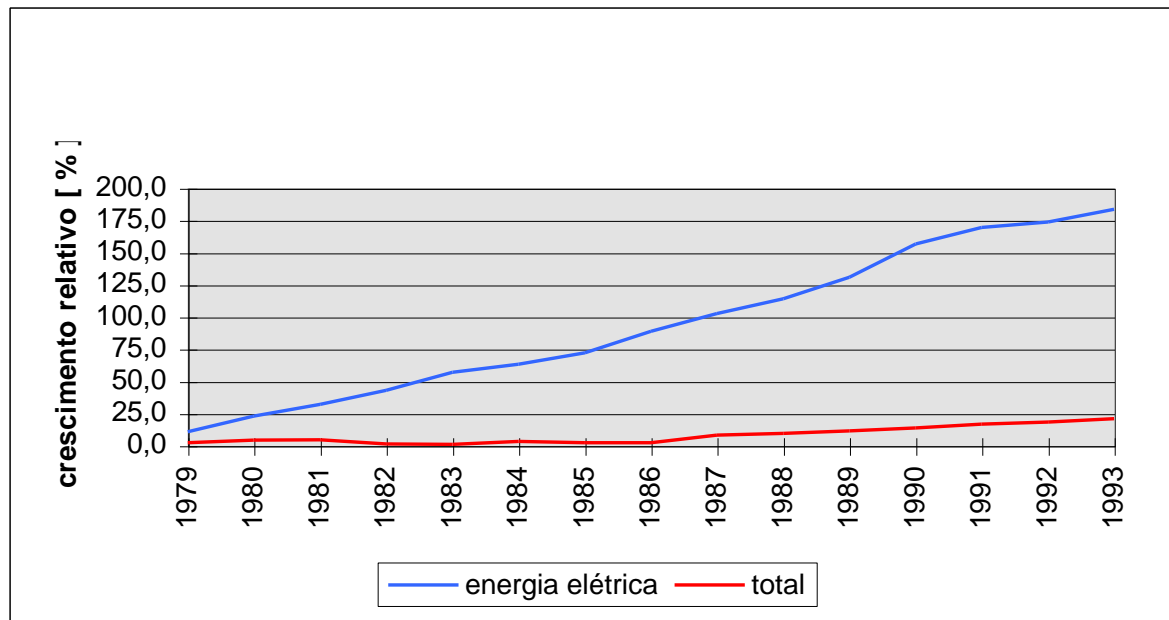
Consumo médio de energia elétrica por ramo de atividade	
atividade industrial	consumo médio mensal [MWh]
produtos minerais não metálicos	117
Metalurgia	92
Mecânica	81
elétrico e de comunicações	97
material de transporte	172
Madeira	47
Mobiliária	24
celulose, papel e papelão	250
couros, peles e similares	61
Química	546
de produtos e materiais plásticos	131
Têxtil	197
vestuário, calçados e tecidos	140
produtos alimentares	190
Bebidas	295
editoria e gráfica	48

Fonte: MARK IV – Manual do Controle Energético para Redução de Custos, Eletrobrás/PROCEL, 1992

Potencial de conservação de energia elétrica por ramo de atividade		
Atividade industrial	potencial de conservação [%]	
	ótimo	Ruim
produtos minerais não metálicos	15	8
Metalurgia	10	8
Mecânica	15	8
elétrico e de comunicações	10	6
material de transporte	10	5
Madeireira	10	6
Mobiliária	6	2
celulose, papel e papelão	14	8
couros, peles e similares	8	4
Química	10	7
de produtos e materiais plásticos	12	8
Têxtil	15	8
vestuário, calçados e tecidos	12	6
produtos alimentares	18	10
Bebidas	15	7
editoria e gráfica	8	5

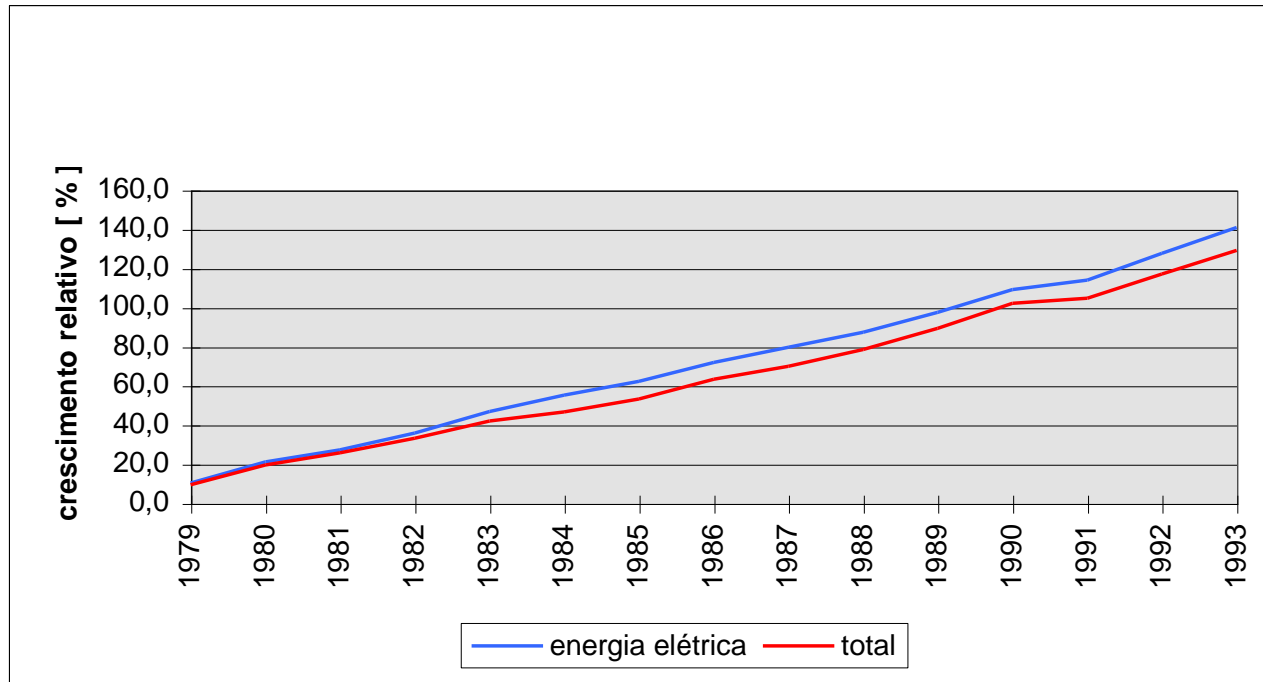
Fonte: MARK IV – Manual do Controle Energético para Redução de Custos, Eletrobrás/PROCEL, 1992

Evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial, Brasil 1979-1993



Fonte : *Boletim do Balanço Energético Nacional*, Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1995.

Evolução do consumo de energia elétrica no setor comercial, Brasil 1979-1993



Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*,. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1995.

Consumo de energia elétrica por ramos de atividade

atividade	consumo médio mensal [MWh]
serviços de alojamento e alimentação	57
serviços pessoais	51
serviços comerciais	81
comércio varejista	67

Fonte: MARK IV – Manual do Controle Energético para Redução de Custos, Eletrobrás/PROCEL, 1992

Potencial de conservação de energia elétrica por ramos de atividade		
Atividade	Potencial de conservação [%]	
	ótimo	ruim
serviços de alojamento e alimentação	12	7
serviços pessoais	10	7
serviços comerciais	12	8
comércio varejista	10	6

Fonte: MARK IV – Manual do Controle Energético para Redução de Custos, Eletrobrás/PROCEL, 1992

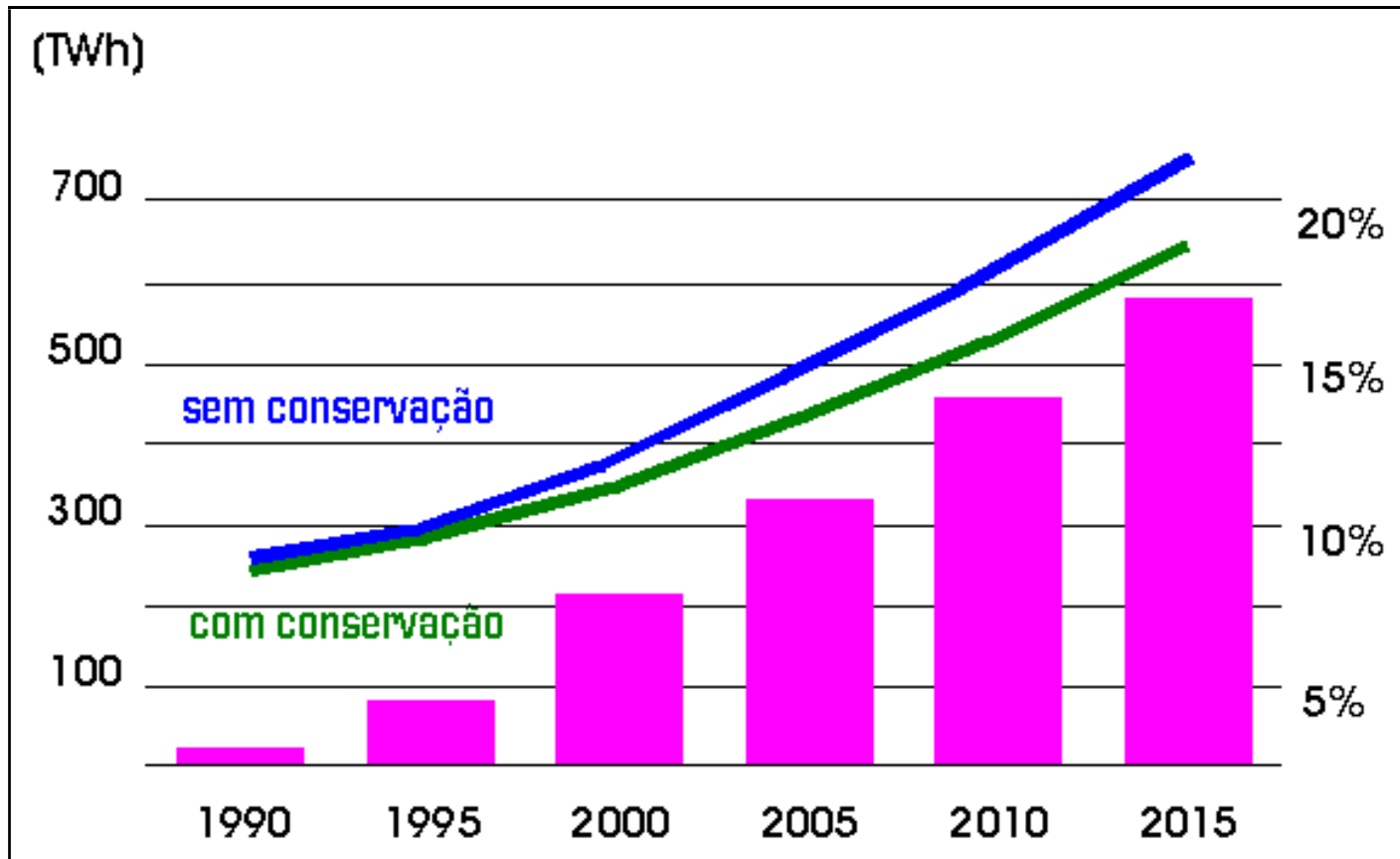
Efeitos da variação do valor da tensão		
Equipamentos	fenômenos importantes	efeitos mais importantes
Capacitores	Sobretensão	redução da vida útil
Transformadores	Sobretensão	aumento das perdas em vazio alteração da eficiência
Iluminação	Subtensão	efeito desestabilizador da lâmpada de vapor de sódio diminuição do nível de iluminância do ambiente
	Sobretensão	aumento das perdas diminuição da vida útil das lâmpadas
motores de indução	Subtensão	redução do torque disponível
	Sobretensão	alteração da eficiência alteração da vida útil da máquina
cabos e condutores	sobretensão	diminuição da vida útil

Efeito do desequilíbrio de tensão em motores	
Desequilíbrio [%]	aumento das perdas [%]
2,0	8
3,3	25
5,0	50

Efeitos dos harmônicos

equipamento	efeitos mais importantes
condutores e cabos	aumento da resistência efetiva das perdas
transformadores	aumento das perdas redução de potência aparecimento de componentes contínuas
motores	sobre-aquecimento pulsação de torque oscilações mecânicas indesejáveis
capacitores	diminuição da vida útil ressonância
equipamentos eletrônicos	respostas adversas de acordo com o projeto baixa tolerância a harmônicos superiores à 5ª ordem mau funcionamento
relés de proteção	mau funcionamento de acordo com tipo de projeto
medidores	altera a medição, dependendo do tipo de projeto

Cenários de geração de eletricidade no Brasil



Fonte: PROCEL - 1996

Meta- conservação em 2015 (TWh)			
	Consumo Eletricidade		Geração
Sem Conservação	668	⇒ Perdas 17%	782
Com Conservação	593	⇒ Perdas 10%	652
Economia Obtida	75 (conservação no uso final)		130 (conservação global)

Fonte: PROCEL - 1996

Potencial de redução de perdas no sistema elétrico				
	Perdas (%)		Redução de Perdas	
	sem combate ao desperdício	com combate ao desperdício	Diferença (%)	TWh
Geração e Transmissão	4.0	3.5	0.5	6
Distribuição				
- Técnica	9.0	5.5	3.5	28
- Comercial	4.0	1.0	3.0	21

Fonte: PROCEL - 1996