

ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis

USOS FINAIS DA ENERGIA ELÉTRICA

O Processo de Uso Final da Energia

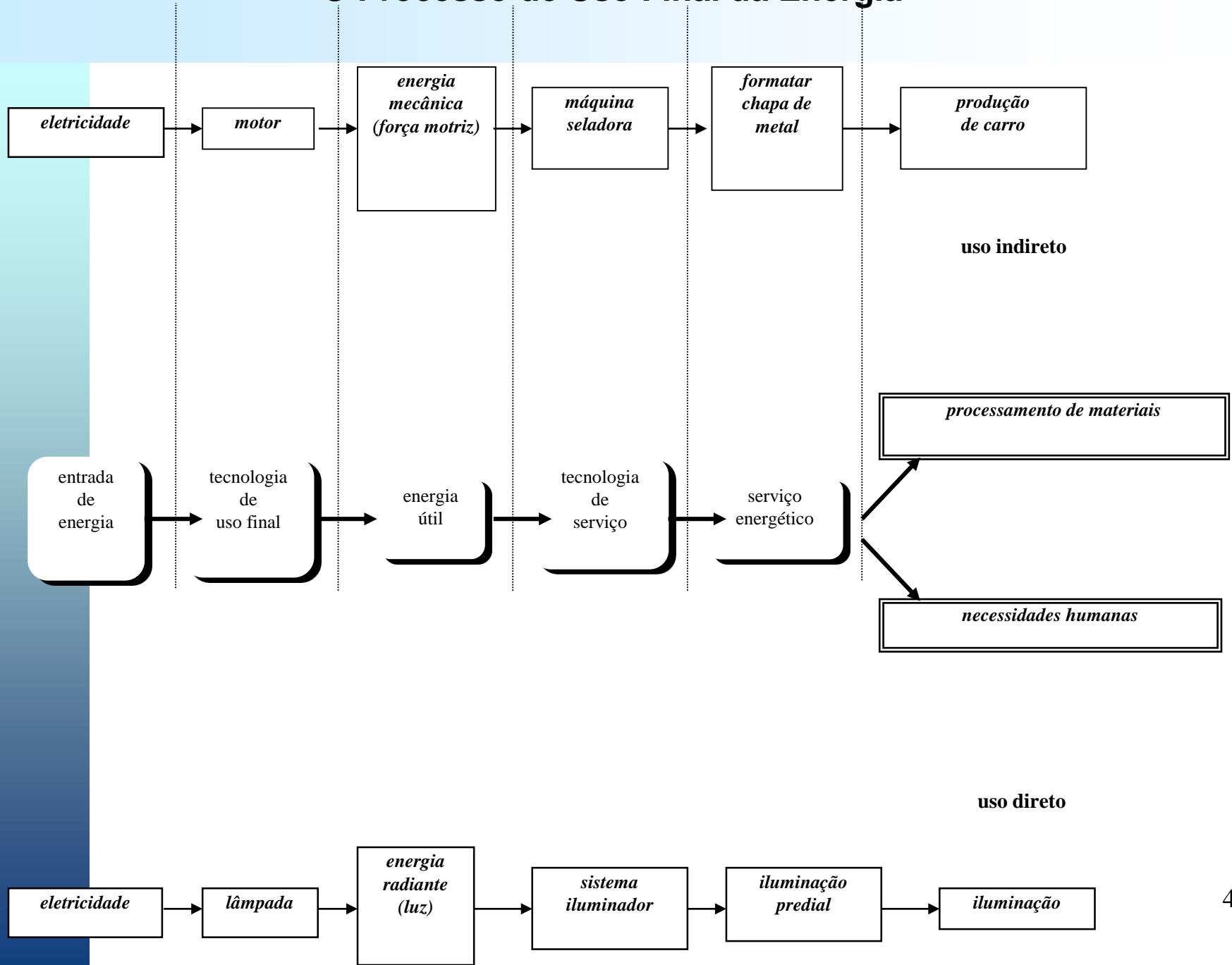
O propósito fundamental do uso da energia é assistir na satisfação das necessidades, ensejos e desejos do ser humano.

A energia elétrica pode ser usada diretamente para este fim como, por exemplo, na provisão do aquecimento, iluminação, cocção e transporte, ou indiretamente, para produzir bens e serviços para o consumo.

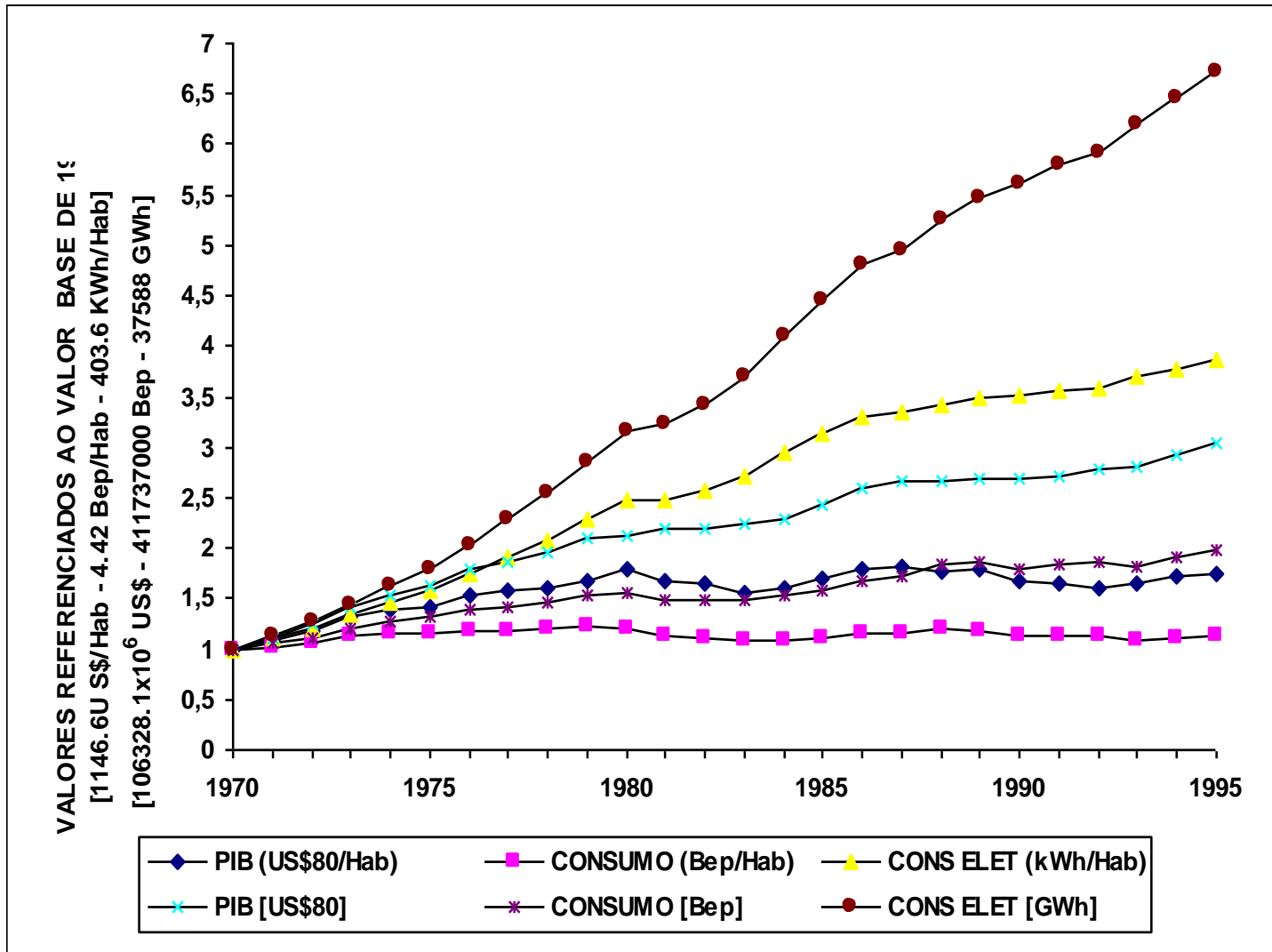
O que se deseja são os serviços energéticos que as tecnologias de manejo da energia possam oferecer, e não o petróleo, o gás ou a eletricidade em si.

Genericamente, a cadeia energética das tecnologias envolvidas no processo de transformação inicia-se nas fontes de energia primária (carvão, petróleo, solar, hidro, etc.) com as tecnologias de suprimento (usinas, refinarias, minas de carvão, etc.), para em seguida ter-se aquilo que chamaríamos de energia secundária (eletricidade, óleo combustível, etc.) com as tecnologias de uso final (lâmpadas, fogões, ônibus, casas, etc.) até obter-se, finalmente, os serviços energéticos (iluminação, refrigeração, condicionamento de ar, cocção de alimentos, etc.) que contribuem diretamente para o bem-estar humano.

O Processo de Uso Final da Energia



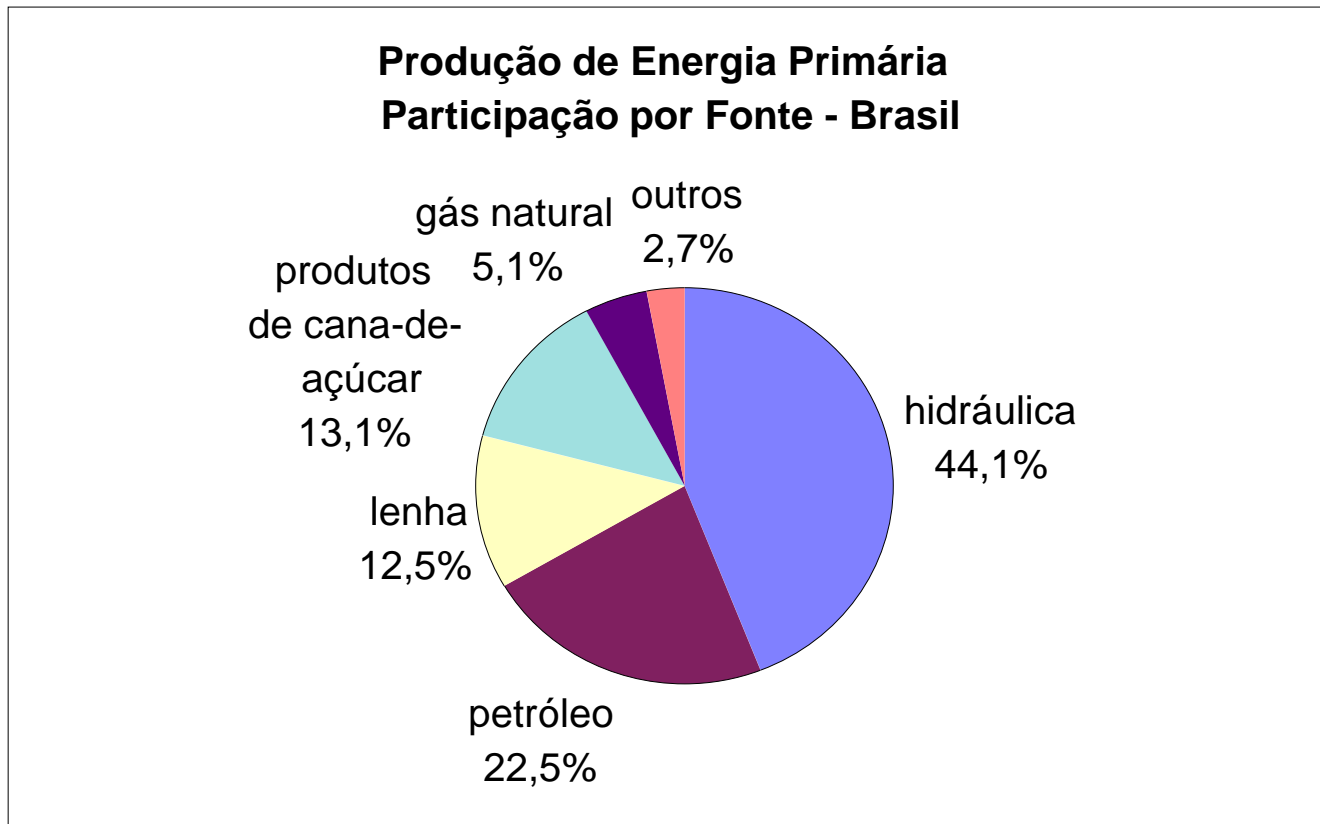
Características do PIB, consumo energético e consumo elétrico total e por habitantes para o Brasil



Uma análise de uso final da eletricidade requer o seguinte:

- ❑ uma estimativa da quantidade de energia consumida em cada uso final (p.e., iluminação, resfriamento, força motriz industrial, etc.);
- ❑ uma avaliação das tecnologias dos equipamentos de uso final comuns (p.e., lâmpadas, motores, geladeiras, etc.);
- ❑ um conhecimento dos custos e desempenho de equipamentos alternativos de uso final;
- ❑ dados econômicos de tecnologias alternativas de geração de energia;
- ❑ previsões da demanda futura por serviço energético para cada categoria de uso final;
- ❑ uma ferramenta que permita chegar a um conjunto de tecnologias e técnicas de suprimento, consumo e conservação (na busca do menor custo total).

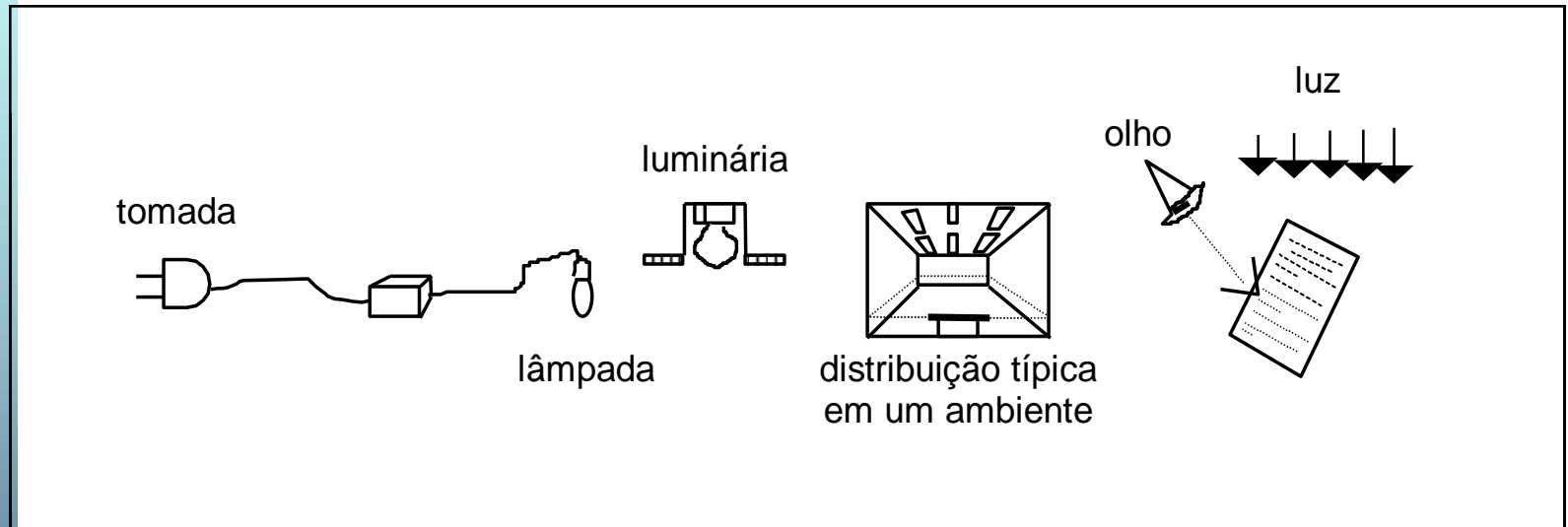
Participação por fonte na produção de energia primária no Brasil



Fonte: *Boletim do Balanço Energético Nacional*, Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, 1997 (ano base 1996)

ILUMINAÇÃO

Elementos Básicos de um Sistema de Iluminação



Distribuição do uso da energia genérico para fontes de iluminação elétrica

	INCANDESCENTE 100 W		FLUORESCENTE		DESCARGA DE ALTA INTENSIDADE – 400 W	
	120V	230V	Normal 40W	Compacta SL - 18	Vapor Metálico	Sódio Alta Pressão
Luz Visível (%)	10	5	20	17.2	21	30
Ultravioleta (%)	-	-	-	-	3	-
Infravermelho (IV) (%)	72	83	33	28.9	32	35
Não Radiado IV (%)	18	12	30	41.7	31	20
Perda no Reator (%)	-	-	17	12.2	13	15
Eficácia Luminosa (Lúmen/W)	17.5	13.8	78.7	61.1	100	125

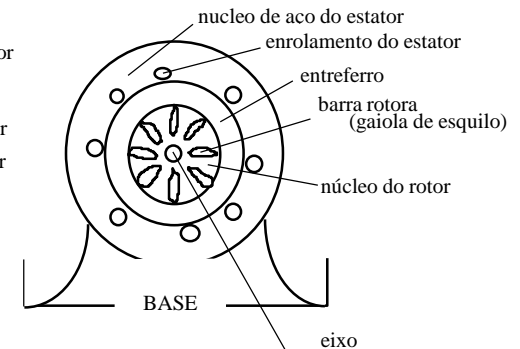
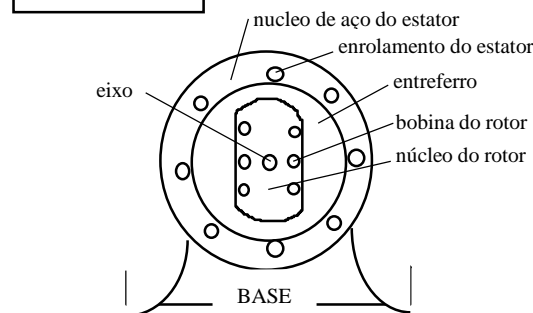
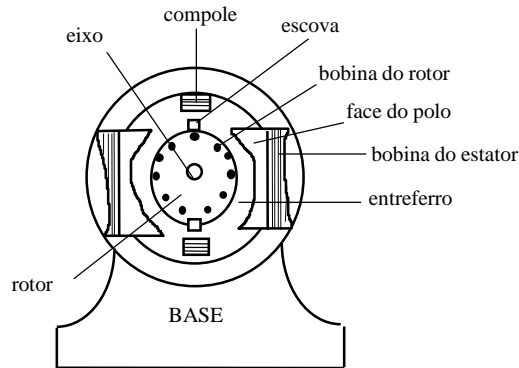
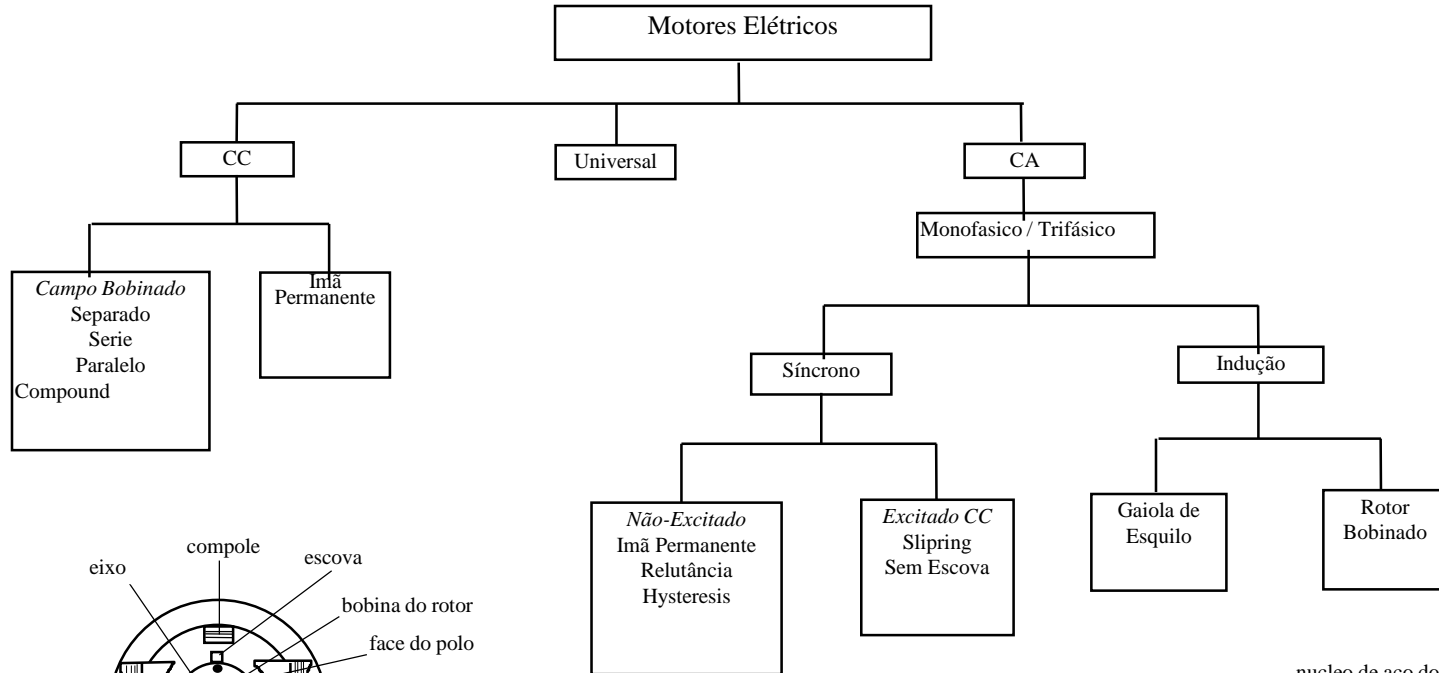
SL-18: lâmpada projetada para substituir o serviço geral de uma incandescente de 60 ou 75 Watts

Tecnologias de iluminação

- A lâmpada incandescente produz luz pelo aquecimento elétrico de um filamento (efeito Joule) a uma temperatura tão alta que ocasiona a emissão de uma radiação na parte visível do espectro eletromagnético.
- A lâmpada de descarga produz luz por uma descarga elétrica contínua em um gás ou vapor ionizado, às vezes em combinação com pós fluorescentes, que se depositam na superfície e se excitam pela radiação de descarga.
- A lâmpada fluorescente tubular – descarga a baixa pressão – gera a luz por partículas fluorescentes ativadas pela energia ultravioleta da descarga.
- A lâmpada de sódio de baixa pressão tem radiação quase monocromática, alta eficiência luminosa e longa vida, e é usada onde a reprodução de cor não tem importância (auto-estradas, portos, pátios de manobra, etc.), estando disponível na faixa de 18 a 180 Watts.

- A lâmpada de mercúrio de alta pressão precisa apenas do reator para seu funcionamento. Tem aparência branca-azulada, emite luz visível nos comprimentos de onda de amarelo, verde e azul.
- A lâmpada de vapor metálico, contendo aditivos de iodeto índio, gálio e sódio para melhora da eficiência e reprodução de cor, é similar em construção à lâmpada de mercúrio.
- A lâmpada de luz mista é constituída de um bulbo com gás e sua parede interna revestida com fósforo, contendo um tubo de descarga em série com um filamento de tungstênio.
- A lâmpada de sódio de alta pressão irradia energia sobre uma grande parte do espectro visível. Em comparação com a de sódio de baixa pressão ela proporciona uma reprodução de cor razoavelmente boa.
- A lâmpada fluorescente compacta é de descarga com gás de mercúrio a baixa pressão, com base provida de starter e capacitor conectados a dois tubos de descarga interligados.

Classificação e caracterização genéricas dos motores elétricos



A maior parte dos motores de alto rendimento produzidos no país são exportados para os EUA e a Europa. Isto ocorre devido ao alto custo desses motores no mercado brasileiro, onde são oferecidos a um preço 40% a mais do custo de um motor normal. Dado que é o setor industrial que em maior escala utiliza a força eletromotriz, pode-se dizer que freqüentemente os motores são dimensionados inadequadamente em relação ao trabalho que desempenham. Aproximadamente 71% dos motores operam com carga inferior à nominal, e 25% operam com apenas 50% da carga nominal. Além disso, as práticas de manutenção, operação e instalação não são sempre as mais corretas.

Aquecimento

- *Aquecimento resistivo* é a geração de calor pelo efeito Joule numa resistência.
- *Aquecimento indutivo* consiste na geração de calor utilizando-se do efeito Joule através das correntes de Eddy induzidas (aquecimento indutivo sem núcleo de ferro) ou das correntes circulares, com núcleo de ferro.
- *Aquecimento dielétrico* nos materiais dielétricos é quando a geração de calor acontece pela agitação das moléculas polarizadas devido a um campo eletromagnético oscilante de alta frequência.
- *Aquecimento por arco*. Nesse caso o fenômeno que permite a geração de calor acontece quando uma corrente circula em um canal de gás ionizado – descarga de arco – e a transferência é de forma indireta desde o arco ao elemento alvo.
- *Aquecimento por emissão de plasma* consiste na geração de uma emissão muito quente de plasma ionizado por meio de uma descarga de arco ou também por conexão energética indutiva.
- *Aquecimento por emissão de elétrons* é a geração de calor ocasionada devido ao fenômeno em que elétrons livres acelerados atingem o elemento a ser aquecido.
- *Aquecimento por emissão laser* é a geração de uma luz monocromática e/ou radiação infravermelha através da emissão discreta e coesa excitada eletricamente.

Refrigeração

A refrigeração é um dos usos finais de importância significativa no mercado de energia elétrica, principalmente em alguns ramos industriais e de serviços como, por exemplo, a indústria alimentícia, supermercados etc. Um sistema de refrigeração constitui-se basicamente de um ciclo fechado para um fluido frigorífico, o qual percorre um circuito passando por um compressor, condensador, válvula de expansão termostática e evaporador. Percorrendo tal circuito, o fluido retira calor do meio (ou ambiente) que se quer resfriar através do evaporador e o transfere ou dissipa ao ambiente exterior através do condensador.

Simplificadamente, isto pode ser explicado da seguinte forma: o compressor aspira os vapores do fluido frigorífico formados no evaporador, elevando a sua pressão e temperatura. Nesta condição, o fluido passa ao condensador (que é apenas um trocador de calor) onde, sob pressão constante, sofre uma transformação de estado, condensando-se com a dissipação de parte de seu calor para o exterior. Isso pode ser feito por resfriamento direto pelo ar externo ou por água. Uma vez líquido e em temperatura próxima à do ambiente exterior, o fluido é admitido na válvula de expansão onde sofre redução brusca de pressão, o que lhe provoca uma queda acentuada de temperatura. Nesta condição, o fluido é admitido no evaporador onde absorve calor do ambiente ou do meio que se deseja resfriar.

Apenas como ilustração, pode-se afirmar que no Brasil existem aproximadamente 30 milhões de equipamentos de refrigeração, com um consumo mensal de cerca de 45 Kwh/mês (em 1993) por unidade. Isso equivale a aproximadamente 7% do uso da energia elétrica no Brasil, ou 32% no setor residencial especificamente.

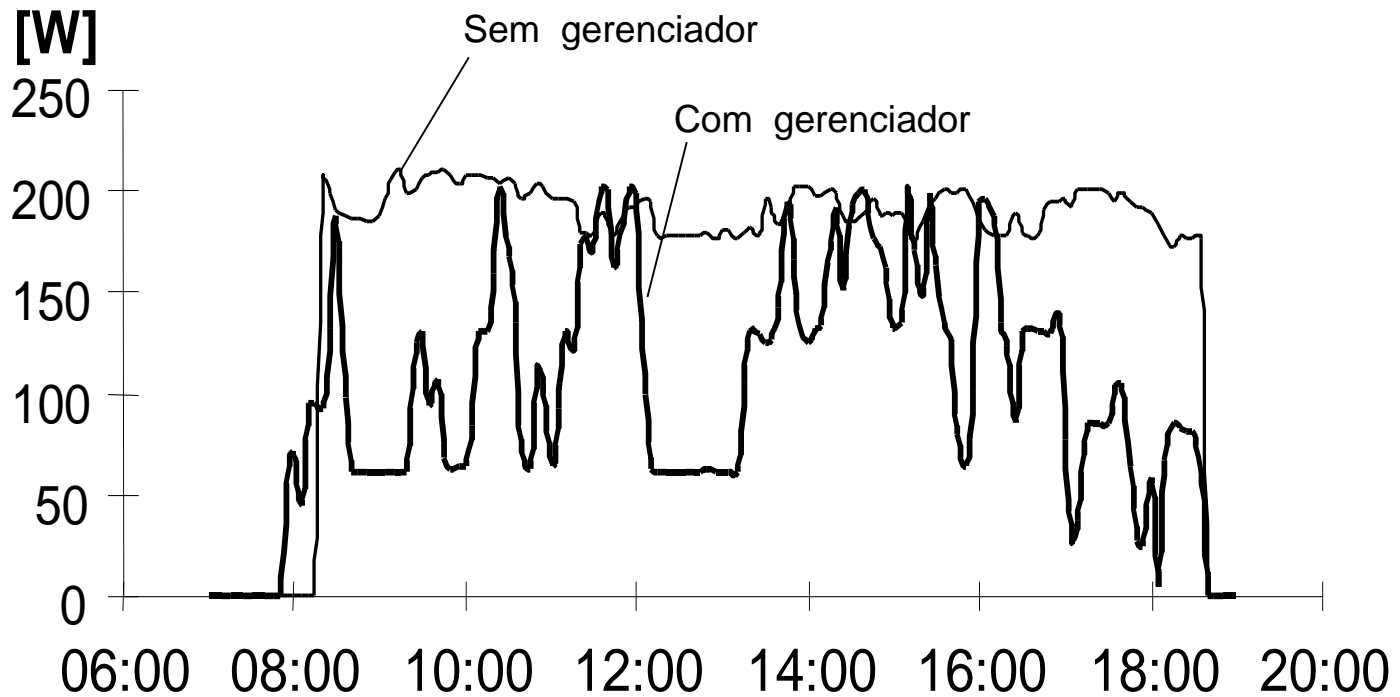
Outros usos finais

Os usos finais para energia elétrica acima desenvolvidos, ou seja, iluminação, força motriz, aquecimento e refrigeração, representam de forma geral a base fundamental de todos os serviços de que o ser humano pode dispor através da eletricidade. Assim, direta ou indiretamente, a partir de um uso ou da combinação dentre eles, formam-se os sistemas que finalmente se constituem em serviços de iluminação, refrigeração, condicionamento do ar, resfriamento, aquecimento residencial, transporte, manufatura, calor de processo, etc. Há, entretanto, novos tipos de serviços que vêm crescendo em importância.

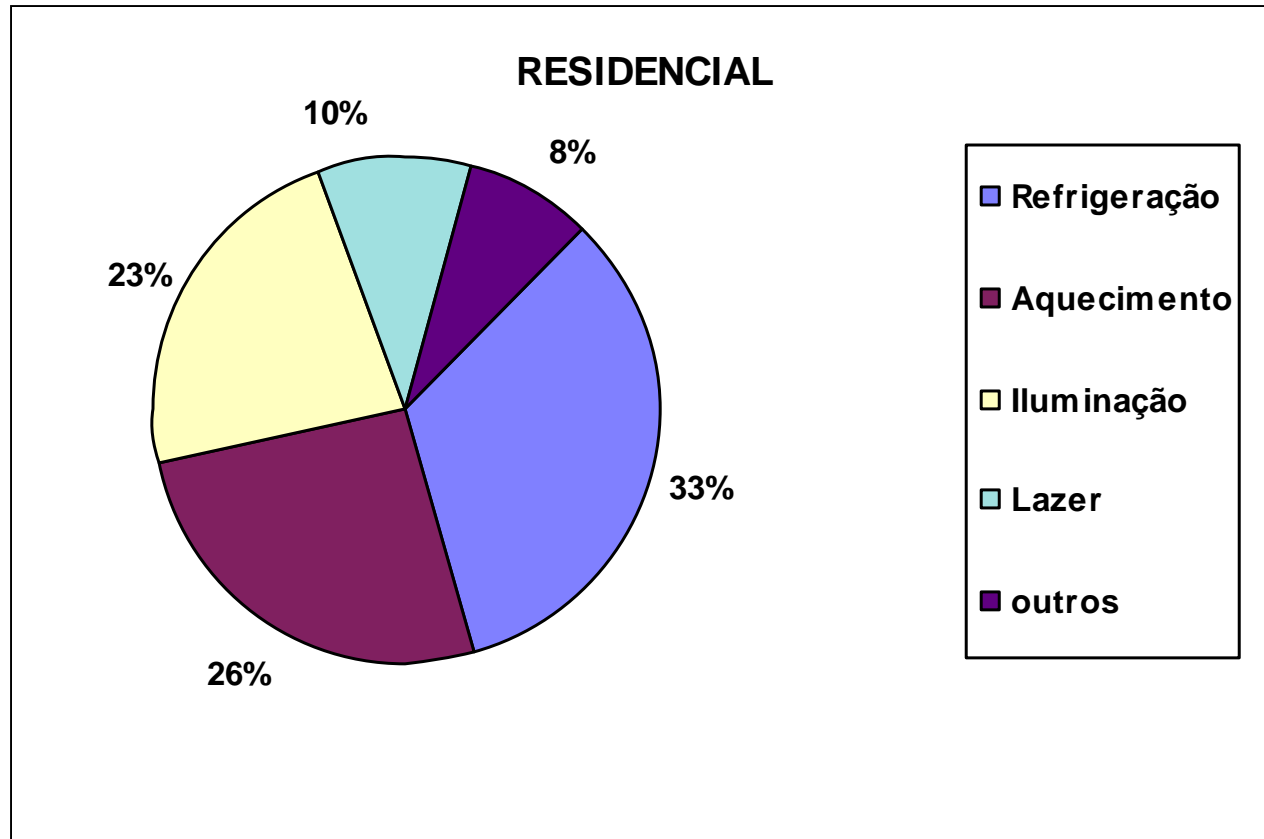
Um uso final que vem crescendo acentuadamente é o sistema eletrônico de escritório, que bem poderia se chamar de equipamento eletrônico de escritório.

A eletrônica de escritório ainda não comporta uma definição simples ou amplamente aceita. Parece lógico, entretanto, que os serviços prestados nesse setor sejam considerados em sua variedade tais como microcomputadores, estações, minicomputadores com terminais, usos periféricos de computadores para armazenamento de dados, comunicação intra e inter escritório. Neste contexto, este uso final merece uma classificação própria devido às suas características específicas e à sua crescente importância para a sociedade moderna.

Potência demandada com o gerenciador de energia ativado e desativado

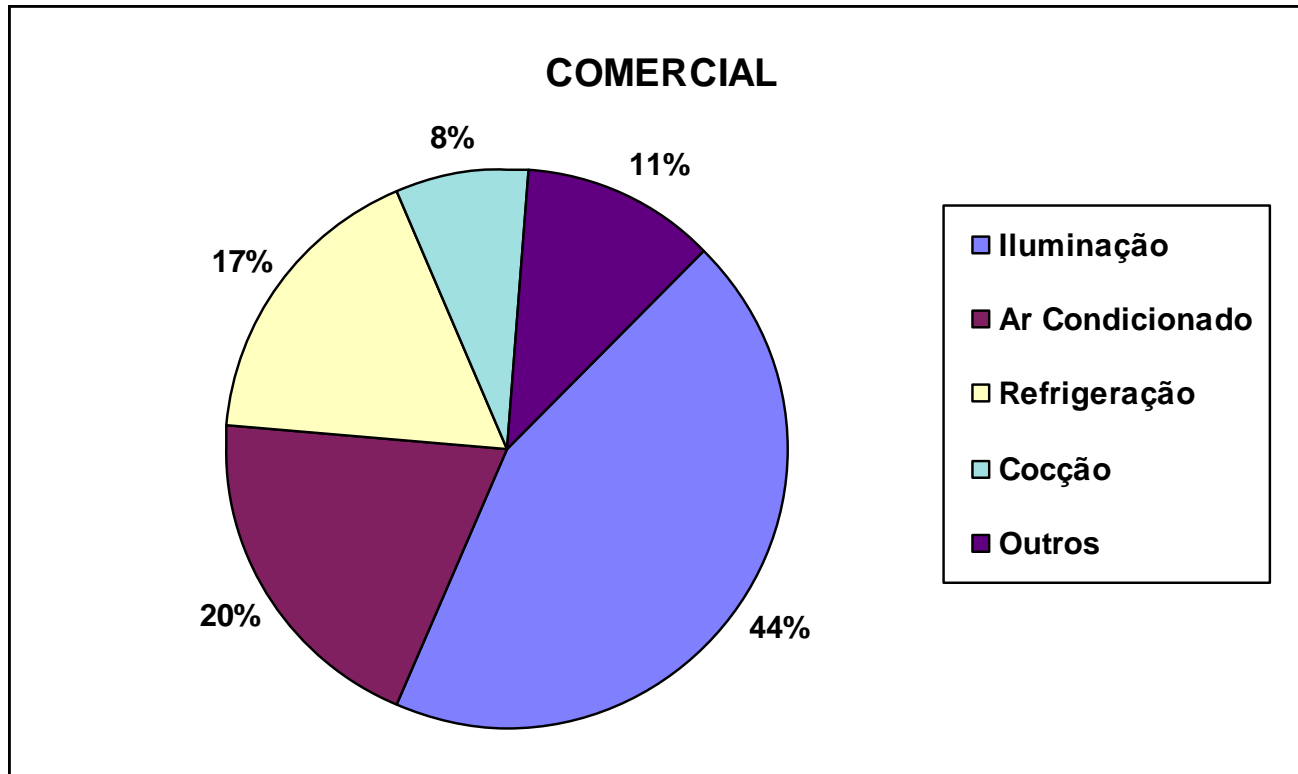


Distribuição do consumo residencial por uso final de eletricidade



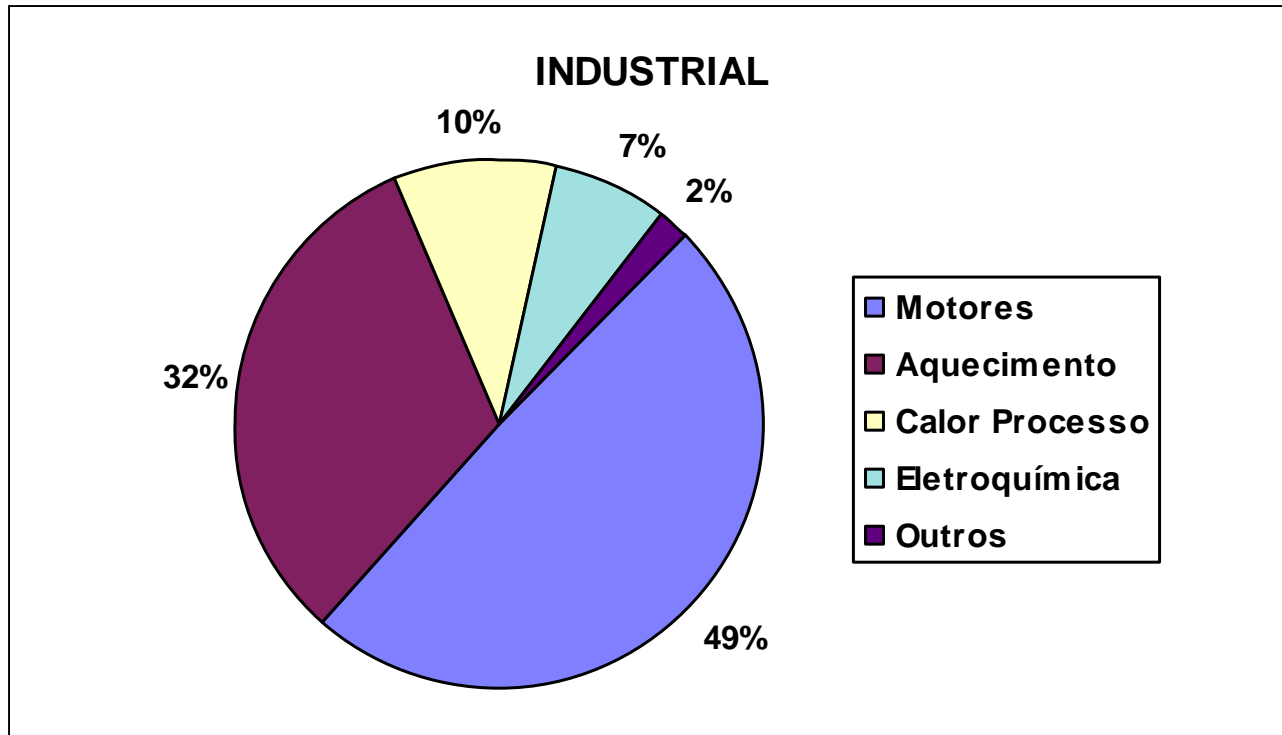
Fonte: AAE (Agência para Aplicação da Energia) - 1996

Distribuição do consumo comercial por uso final de eletricidade



Fonte: AAE (Agência para Aplicação da Energia) - 1996

Distribuição do consumo industrial por uso final de eletricidade



Fonte: AAE (Agência para Aplicação da Energia) - 1996

Usos finais da energia elétrica estratificados por setor		
SETOR	USOS FINAIS	TECNOLOGIAS
Industrial	Força Motriz	Ventiladores, Foles Bombas, Compressoras Outros Processos Mecânicos
	Processos Eletromecânicos	
	Processos de Aquecimento	
	Outros Processos Iluminação	
Agricultural/Rural	Controle e Instrumentação	
	Outros	
	Bombeamento de Água	Debulhadoras Incubadoras Outras Tarefas Rurais
Residencial	Outros	
	Iluminação	Incandescente Fluorescente
	Ventilador	De Teto / Piso / Mesa
	Ar Condicionado	De Janela / Central
	Aquecimento de Água	Armazenamento Direto
	Televisão	Branco e Preto A Cores
	Sistema de Som	
	Passar Roupa	Ferro
	Outros (Eletrodomésticos)	Lavadora Secadora Geladeira
	Comercial/Público (Edificações)	Iluminação
		Incandescente Descarga de Alta Intensidade
Ventilação		De Teto / Piso / Mesa De Janela / Central
Computadores e Periféricos		
Sistema Fotocopiadora		
Outros de Escritório		
Refrigeração		Refrigerador Freezer
Aquecimento de Água		Armazenada / Sob-demanda
Sistema de Aquecimento	Aquecedor	
Serviços (Públicos)	Outros	
	Iluminação Pública	Fluorescente Descarga de Alta Intensidade
	Sistemas de Água e Esgoto	Incandescente Bombeamento
Transporte		Outros
	Tração	Trolebus Ferrovia
	Iluminação Ventilação Ar Condicionado	

Usos finais da energia elétrica por categoria de serviço

CATEGORIA DO SERVIÇO	SISTEMA DO USO FINAL
<i>Transferencia de Matéria</i>	Bombeamento de Líquidos
	Manipulação de ar
	Transporte de Materiais Sólidos
<i>Processos Mecânicos</i>	Esmagamento
	Compressão
	Corte / gravura
	Montagem
	Extração
<i>Aquecimento</i>	Aquecimento de Interiores
	Aquecimento de Água
	Cocção
	Calor de Processo
	Armazenagem
<i>Transformação Física/Química</i>	Fundição (fundir-se)
	Separação (separar-se)
	Secagem
	Soldagem
	Revestimento (banhagem)
	Síntese Química
	Lavagem (Limpeza)
<i>Iluminação</i>	Comercial/Industrial
	Iluminação Domestica
<i>Manuseio de Informação</i>	Sistemas de Gerência de Energia
	Equipamento de Escritório
	Estações (Workstation)

Estimativa do consumo de energia elétrica por uso final

Uma vez identificados os usos finais da eletricidade como primeiro passo para a análise do consumo de eletricidade, faz-se necessário identificar e quantificar os usos finais mais importantes em termos de volume. Isso pode ser feito através de métodos “de cima para baixo”, que se utilizam dos dados existentes para estimar os níveis de consumo desses usos.

A abordagem de “cima para baixo” para estimar o consumo do uso final compreende várias metodologias de aplicação conjunta, as quais são citadas abaixo:

- a) Setor–tarifa–uso final
- b) Número de equipamentos–potência–horas de uso
- c) Número de equipamentos–potência–tempo de vida
- d) Número de equipamentos–uso energético unitário
- e) Uso susceptível ao clima
- f) Consumo de energia específico
- g) Indicadores relativos externos
- h) Indicadores relativos de especialistas
- i) Diferença