

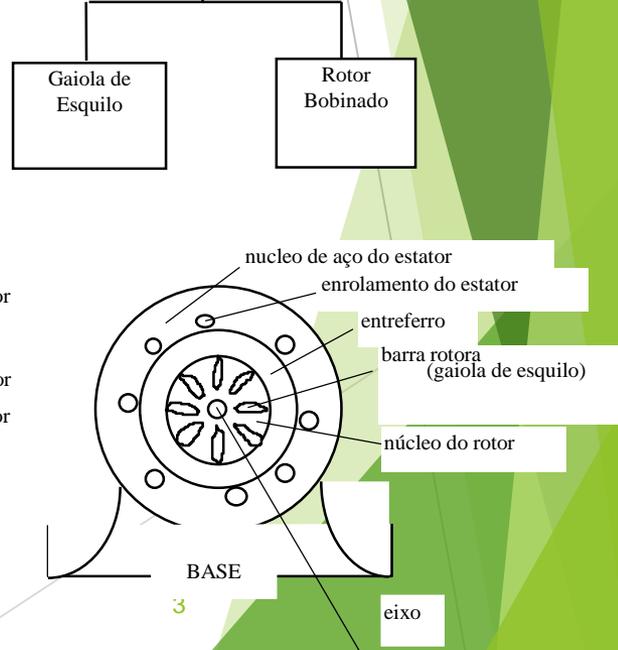
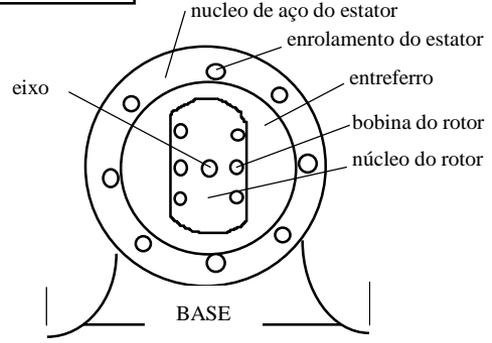
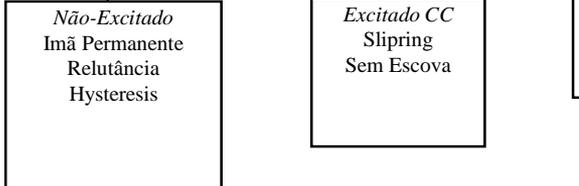
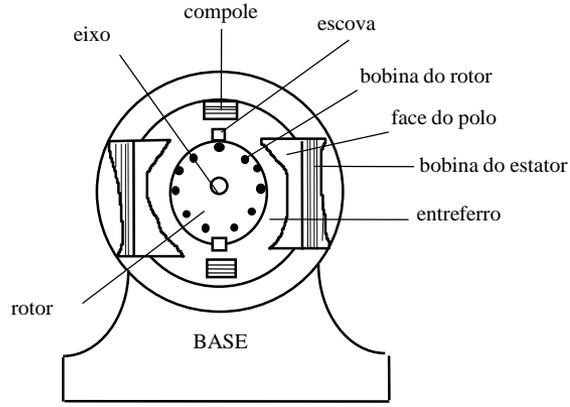
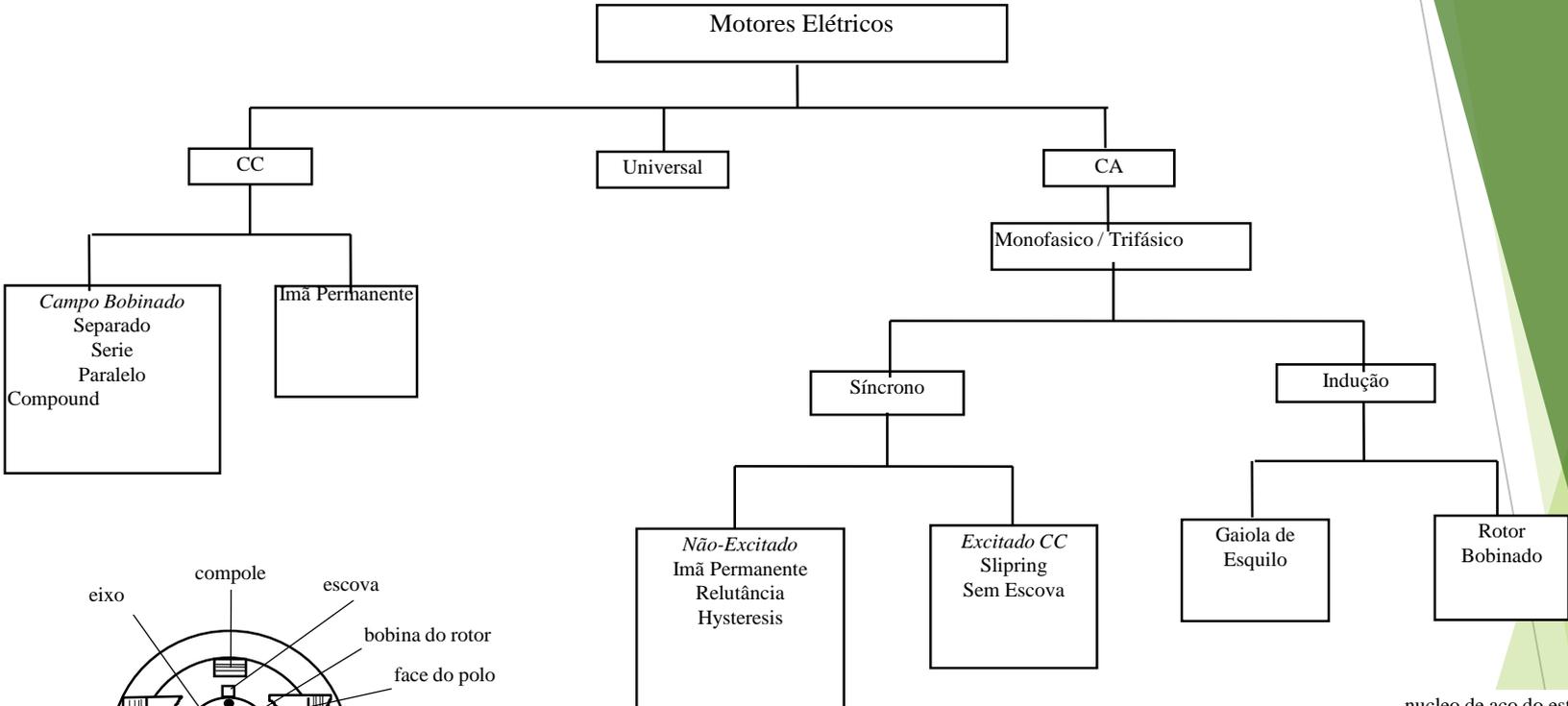
PEA 2520 - Usos da Energia Elétrica

A Usos Finais e Conservação de Energia - Conceitos Gerais

Prof. André Luiz Veiga Gimenes

Força Motriz

Classificação e caracterização genéricas dos motores elétricos



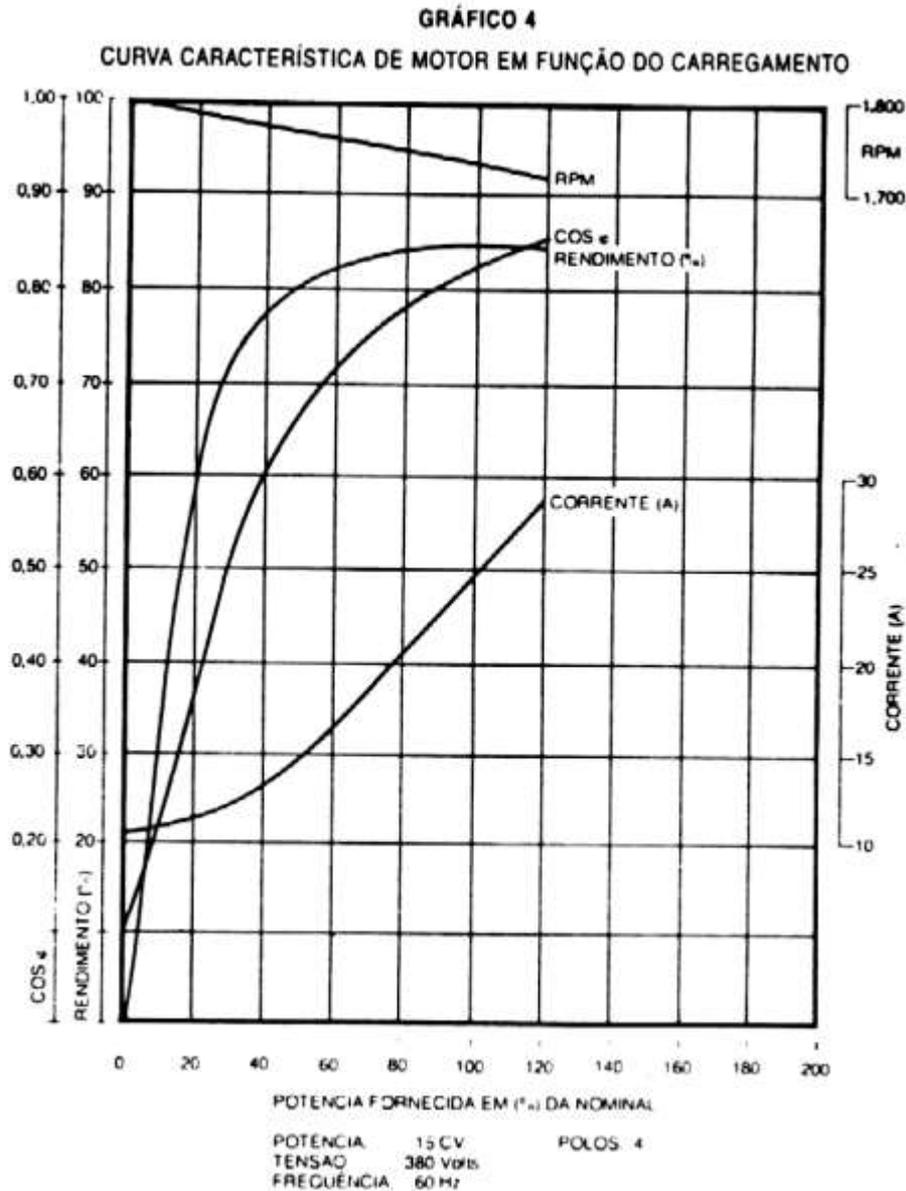
Eficiência de Motores Elétricos

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.

O rendimento de um motor varia de acordo com a potência fornecida, apresentando maiores valores quando opera acima de 70% de sua potência nominal (de placa), caindo muito quando aciona cargas menores.

Por outro lado, a operação a plena carga em regime permanente limita a vida útil pelo aquecimento que isso provoca.

Curva Característica Típica de Rendimento e Cos Ø de Motores Trifásicos



Abaixo de 60% de carregamento, os motores consomem mais energia para realizar um dado trabalho

Desta forma torna-se mais econômico funcionar os motores com carregamento da ordem de 60% a 90%.

Exemplo

Uma indústria possui um motor trifásico “**weg super premium**”:

Potência Nominal: 75 HP

Tensão de Operação: 440 V

Corrente medida no motor durante seu funcionamento: **37A**

Fator de potência: **0,2**

Avalie a eficiência desta aplicação e a economia de energia possível



Características Técnicas

- Carcaça: **225S/M**
- Potência: **75 HP**
- Frequência: **60 Hz**
- Polos: **2**
- Rotação nominal: **3570**
- Escorregamento: **0,83 %**
- Tensão nominal: **440 V**
- Corrente nominal: **86,3 A**
- Corrente de partida: **690 A**
- Ip / In: **8,0**
- Corrente a vazio: **29,3 A**
- Conjugado nominal: **147 Nm**
- Conjugado de partida: **260 %**
- Conjugado máximo: **320 %**
- Categoria: **N**
- Classe de isolamento: **F**
- Elevação de Temperatura: **80 K**
- Tempo de Rotor Bloqueado: **14 s (quente)**
- Fator de serviço: **1,25**
- Regime de serviço: **S1**
- Temperatura Ambiente: **-20°C – +40°C**
- Altitude: **1000 m**
- Proteção: **IPW55**
- Massa aproximada: **425 kg**
- Momento de inércia: **0,36268 kgm²**
- Nível de ruído: **78 dB(A)**

Eficiência

W22 Super Premium

- Potência: **75 HP**
- Polos: **2**
- Tensão nominal: **440V**
- Frequência: **60 Hz**
- Carcaça: **225S/M**
- Rendimento (100%): **95,0%**

Abordagem

Medições no local:

Corrente medida no motor durante seu funcionamento: **37A**

Fator de potência: **0,20**

$$P_a = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$$

1) Cálculo da Potência Ativa

Calculando-se a potência ativa consumida pelo motor tem-se:

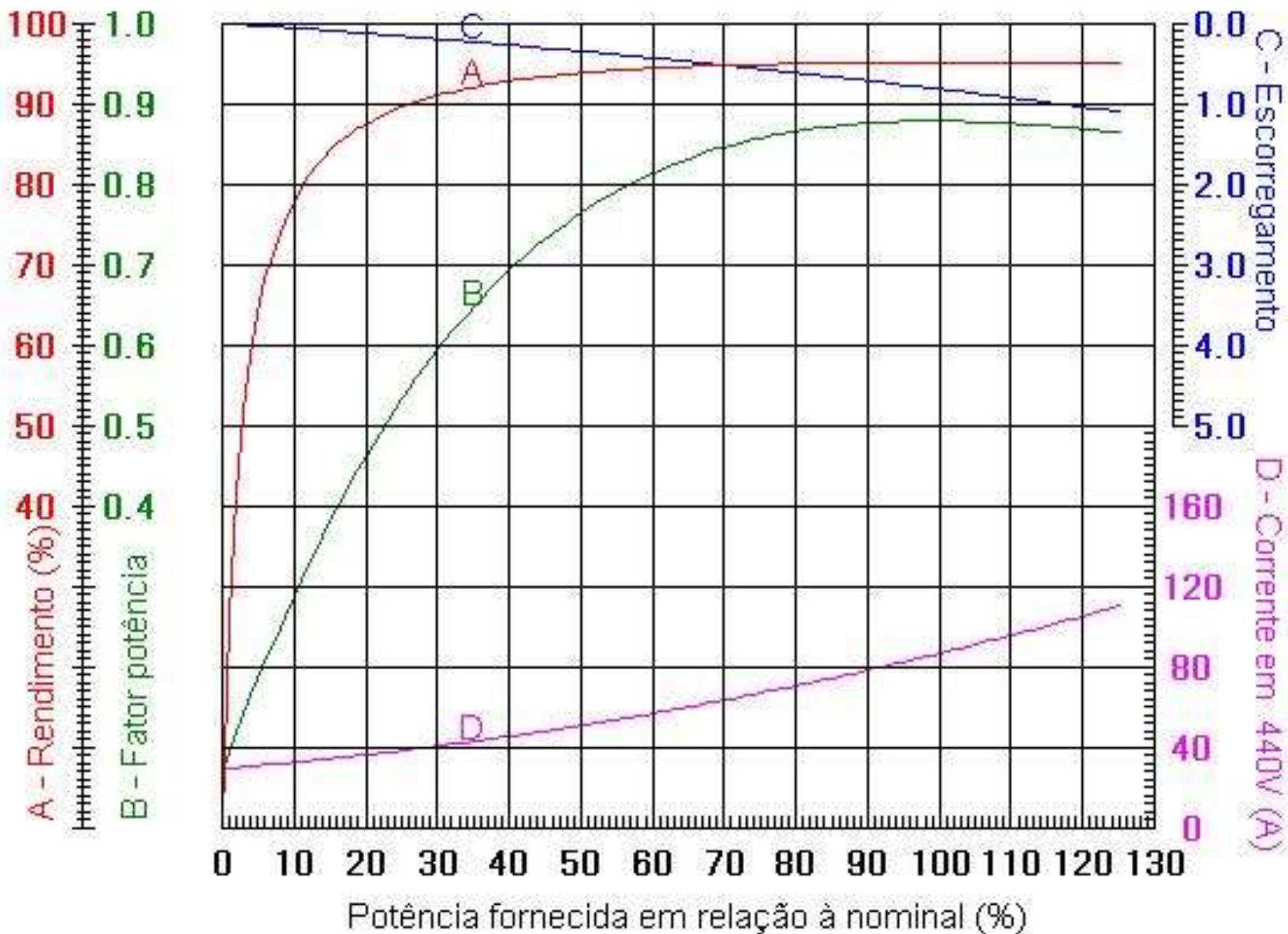
$$P_a = 5.639 \text{ W} = \mathbf{7,6 \text{ HP}}$$

$$(1 \text{ HP(I)} = 745,699872 \text{ W})$$

**O motor está sub carregado (10% de carregamento)! -
operação ineficiente**

Avaliar substituição

Curva Característica - 75HP



2) Rendimento (da curva característica) = 70%

3) Cálculo da Potência útil (mecânica)

A potência útil do motor será:

$$P_u = \frac{P_a \times \eta}{745} \quad \mathbf{Pu = 5,3 HP}$$

4) Considerar substituição

Modelo encontrado 6 HP

(não existem modelos “super premium” nesta potência).

Com carga mecânica de 5,3HP = 88% de carregamento

2) Modelo Encontrado W22 Premium

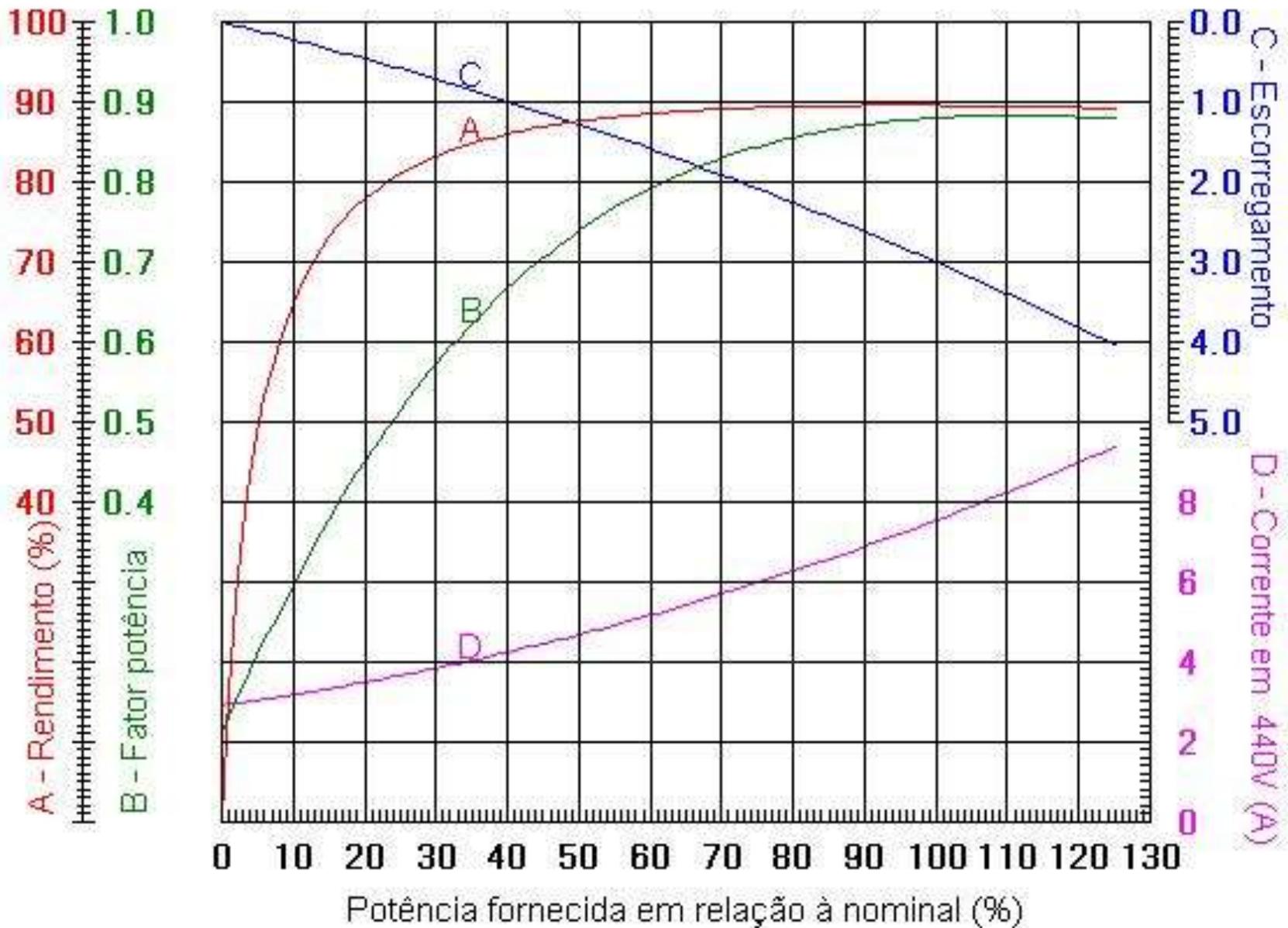
Potência: 6 HP

- Polos: 2
- Tensão nominal: 440V
- Frequência: 60 Hz
- Carcaça: 112M
- **Rendimento (100%): 89,5**
- **Eficiência nominal 5,5%**
- **menor que do motor anterior**

Características

- Carcaça: 112M
- **Potência: 6 HP**
- Frequência: 60 Hz
- Polos: 2
- **Rotação nominal: 3490**
- Escorregamento: 3,06 %
- **Tensão nominal: 440 V**
- Corrente nominal: 7,50 A
- Corrente de partida: 56,3 A
- I_p / I_n : 7,5
- Corrente a vazio: 2,90 A
- Conjugado nominal: 1,26 kgfm
- Conjugado de partida: 250 %
- Conjugado máximo: 310 %
- Categoria: N
- Classe de isolamento: F
- Elevação de Temperatura: 80 K
- Tempo de Rotor Bloqueado: 22 s (quente)
- Fator de serviço: 1,25
- Regime de serviço: S1
- Temperatura Ambiente: -20°C – +40°C
- Altitude: 1000 m
- Proteção: IP55
- Massa aproximada: 40 kg
- Momento de inércia: 0,00803 kgm²
- Nível de ruído: 69 dB(A)

Curva Característica - 6HP



Solução

6) Cálculo do novo rendimento

Nesta condição o rendimento é de 89%.

Mesmo com um motor 5,5% menos eficiente
operação sofreu um incremento de eficiência de 19%.

Variação de Velocidade para Reduzir o Consumo de Eletricidade

Aplicações onde a adoção da velocidade variável proporciona economias: bombas, ventiladores, insufladores, compressores, e outros. Estas máquinas requerem, de fato, uma regulação contínua do ponto de funcionamento em função de parâmetros do processo. Equipamentos utilizados para variação de velocidade:

- Acoplamentos hidráulicos,
- Acoplamentos magnéticos,
- Motores de corrente contínua e conversores estáticos,
- Motores de indução com rotores e resistor variáveis,
- Motores de indução e inversores de frequência eletrônicos

As três últimas tecnologias são as mais eficientes, porém também as mais caras.

Variação de Velocidade para Reduzir o Consumo de Eletricidade

Os inversores estáticos são equipamentos que permitem variar a velocidade de motores trifásicos de indução a partir da variação da sua frequência e tensão de operação. A tensão e a frequência são modificadas proporcionalmente para que o torque seja mantido constante em toda a faixa de variação de velocidade.

Vantagens (tipo PWM): Boa eficiência (superior a 90%), bom fator de potência, by-pass, evita sobrecargas por aceleração inercial, opera mais de um motor (dentro dos limites de corrente).

Desvantagem: alto custo inicial

Para motores de grande potência com utilização intensa, a economia de energia pode amortizar o investimento em prazos atraentes.

Manutenção de Motores

- **Ventilação adequada**

limpar orifícios e dutos de ventilação, aletas, retirando poeira e materiais fibrosos; cuidar para que o local de instalação do motor permita circulação de ar;

- **Controle da temperatura ambiente**

Evitar ambientes pequenos e fechados, 40 °C - 100% / 60 °C - 67%

- **Cuidado com as variações de tensão**

V menor motor se aquece - mais perdas

- **Harmônicas** (fornos a arco, indução, eletrônica de potência)

Fadiga da isolação, ressonâncias, fadiga térmica, operação anormal de controles

- **Cuidado com o balanceamento entre fases**

Desbalanceamento de 3% entre as tensões de fase - aumento de até 35% na temperatura

- **Fixação correta dos motores e eliminação das vibrações**

Verificar a posição de funcionamento, estado dos mancais, rolamentos, vibrações e folgas.

- **Análises dos fatores de carga**

Manutenção de Motores

- **Operação com partidas e paradas bem equilibradas**

Sobrecorrente aquece em demasia o motor em partidas longas ou muito frequentes. Frenagem por contracorrente (inversão do motor) representa o custo de energia de três partidas;

- **Verificação do isolamento dos enrolamentos**

Causas :Sobre ou subtensão, aquecimento, sobrecorrentes, poeira, degradação do isolante; Verificar quadro de proteções; proceder a limpeza dos enrolamentos; filtros da ar no sistema de refrigeração, monitorar a temperatura de operação.

- **Lubrificação correta dos mancais**

À 40 °C, a vida útil de um rolamento de esferas em funcionamento contínuo pode ser de 4 anos ou mais. No entanto, para cada 10 °C de elevação da temperatura de trabalho a vida útil diminui, em média, 50 %.

Verificar os intervalos de lubrificação, a temperatura dos mancais, fazer a limpeza dos rolamentos

- **Verificar possíveis alterações nos processos de uso**

- **Substituição e/ou modernização de acionamentos**

Manutenção de Motores

- ❖ Adotar sistemas de partidas compensadas para motores acima de 7,5 CV – verificar a quantidade de partidas
- ❖ Instalar motores adequados ao regime de trabalho
- ❖ Fazer a adequação do motor ao ambiente de trabalho
- ❖ Evitar motores trabalhando em vazio
- ❖ Ajustar os condutores à tensão e à corrente
- ❖ Reexaminar o regime de trabalho (tempo de funcionamento)
- ❖ Instalar sistema de proteção adequado
- ❖ Ajustar os sistemas de acionamento de cargas aos motores

Motores Mais Eficientes

Mais massa de material ativo (cobre e chapas metálicas) de forma a reduzir as perdas no cobre e no ferro.

São utilizadas chapas magnéticas com baixas perdas e entalhes especiais em determinados casos.

A parte mecânica foi revisada, com ênfase à ventilação, de forma a reduzir perdas por atrito e diminuir os níveis de ruído.

Os motores mais eficientes apresentam peso da ordem de 15% superior e seu custo aumentou da ordem de 20 a 25% chegando à 40%. A melhoria de rendimento e do FP é da ordem de 2 a 5%.

Dependendo da potência e do regime de uso pode-se amortizar rapidamente seu custo adicional.

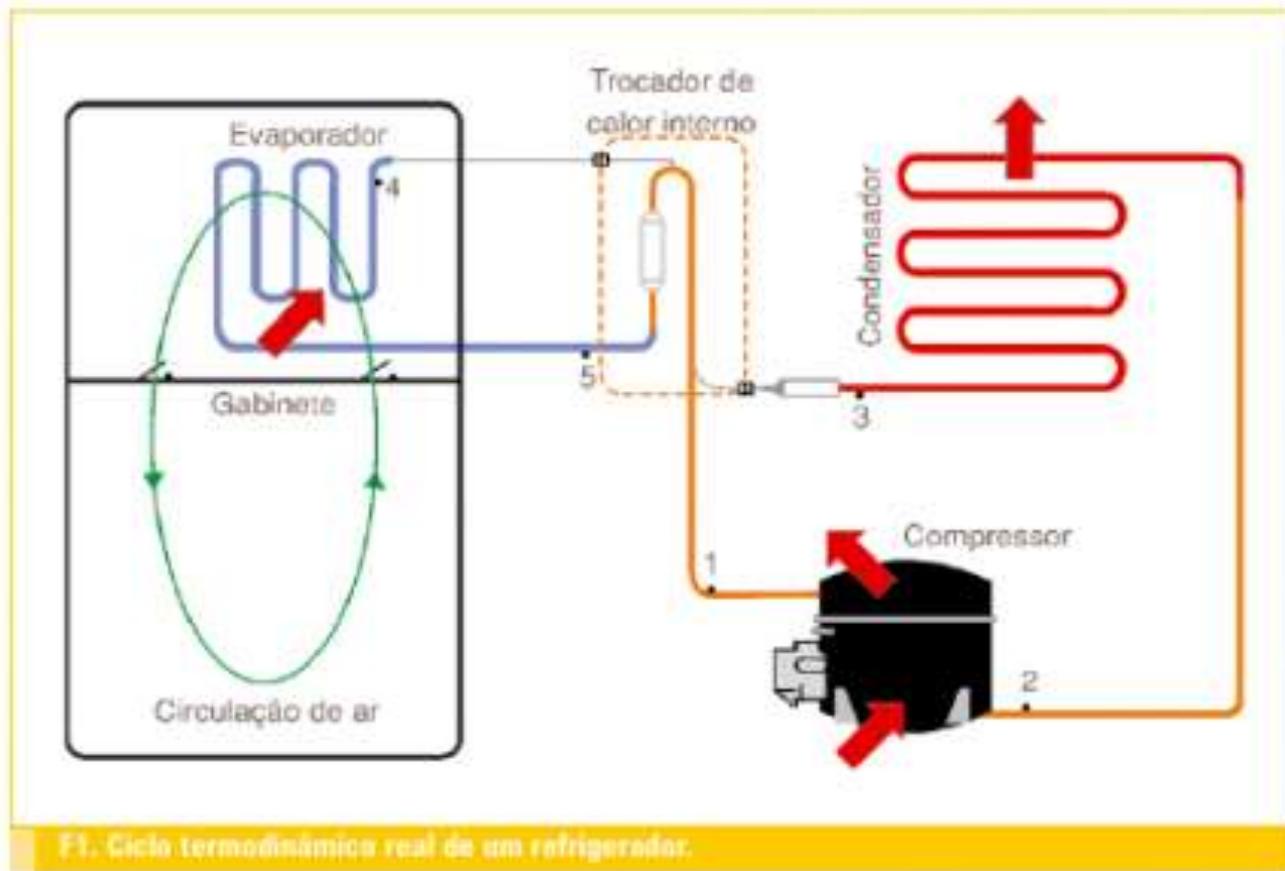
Hoje, no Brasil, os motores eficientes correspondem à apenas 2% das vendas deste segmento.

Refrigeração

Refrigeração

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.

Refrigeração



Fonte: <http://www.mecatronicaatual.com.br>

Também existe o processo de refrigeração pelo chamado ciclo de absorção (Co-geração).

Refrigeração

Setor Residencial

86% dos modelos têm uma porta com congelador interno, de degelo manual. 14% têm duas portas com congelador acoplado, degelo parcialmente automático.

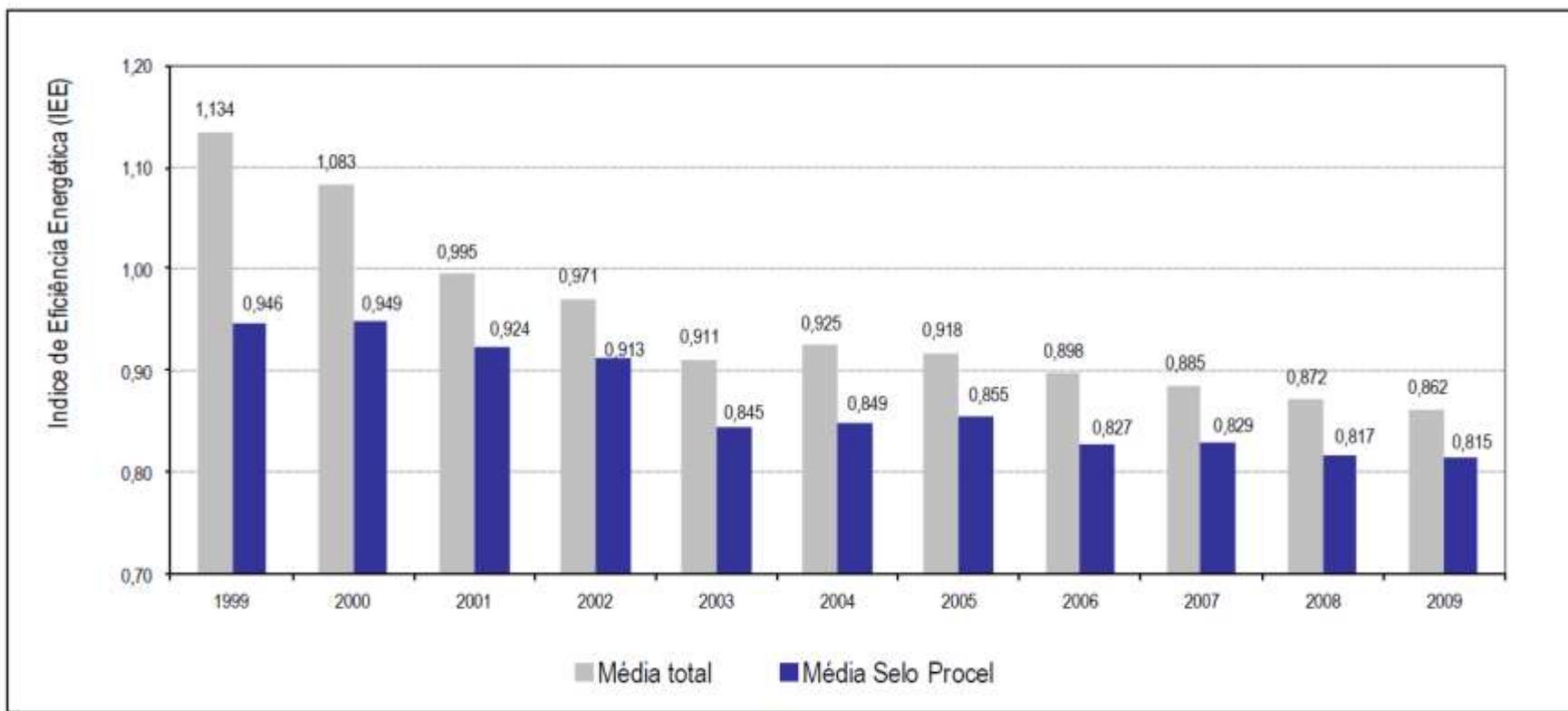
Os refrigeradores de duas portas, consomem em média duas vezes mais eletricidade do que os refrigeradores de uma porta, (estão aumentando sua parcela relativa no mercado).

A eficiência de alguns modelos foi melhorada por meio de uma ou mais medidas como:

- Uso de um melhor isolamento e moto-compressores mais eficientes,
- Modificação do modelo do sistema de refrigeração, atuando-se nas tecnologias dos dispositivos de expansão, evaporadores e condensadores.

Refrigeração

Refrigeradores



Refrigeração

Setor comercial

A refrigeração de alimentos responde por cerca da metade do uso de eletricidade em supermercados e restaurantes, e quase 17% da demanda total de eletricidade em edifícios comerciais em São Paulo. Resultado de equipamentos ineficientes e má operação e manutenção.

Nos Estados Unidos, existem motores e compressores de alta eficiência para equipamentos de refrigeração comercial que aumentam a eficiência em 10 - 15%.

Em instalações comerciais as ações de mudanças de hábitos de uso devem respeitar o objetivo principal da instalação: facilitar o consumo

Ar Condicionado

Sistemas de Ar Condicionado

Medidas de Conservação



Sistemas de Ar Condicionado

Cargas Térmicas

O condicionamento de ar consiste no controle simultâneo da temperatura, da umidade, da movimentação e da pureza do ar de recintos fechados.

A utilização do sistema depende da carga térmica necessária a cada ambiente.

CARGAS TÉRMICAS

EXTERNAS: Insolação

Transmissão

Ar externo

INTERNAS: Ocupação

Iluminação

Equipamentos

Sistemas de Ar Condicionado

Medidas de Redução de Cargas Térmicas

CARGAS TÉRMICAS EXTERNAS

- ☞ Cores Claras (1,0%)
- ☞ Isolamento (5,5%)
- ☞ Orientação Magnética (11,6%)
- ☞ Redução dos Vidros (14,0%)
- ☞ Persianas (15,0%)
- ☞ Vidros Refletores (15,0%)
- ☞ Brise-soleil (30,0%)

CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

- ☞ Iluminação eficiente
- ☞ Ocupação
- ☞ Equipamentos mais Eficientes

Tipos de Equipamentos

- ▶ Janela
 - ▶ Split
 - ▶ Self
 - ▶ Grande Porte
-
- ▶ Em um diagnóstico, verificar se possuem ou não aquecimento!

Tipos de Equipamentos

Janela

- ▶ Potências entre 6.000 e 30.000 BTU/h
- ▶ Ideais para pequenos ambientes individualizados
- ▶ Menor eficiência que outros tipos
- ▶ Requerem maior intervenção civil que os ACs splits
- ▶ Ruído no ambiente de uso
- ▶ Buscar aqueles com Etiquetação tipo A de eficiência



Tipos de Equipamentos

Split

- ▶ Potências entre 1 e 30 TR

1 TR = 12.000 BTU/h

- ▶ Ideais para ambientes individualizados ou vários ambientes
- ▶ Eficiência mediana
- ▶ Requerem menor intervenção civil que os ACs janela (só furo para tubulação)
- ▶ Buscar aqueles com Etiquetação tipo A de eficiência - no compressor/condensador e no evaporador e **Sistemas com velocidade variável**



Tipos de Equipamentos

Self Contained

- ▶ Potências entre 5 e 75 TR
- ▶ Ideais para ambientes maiores com distribuição de ar por dutos
- ▶ Eficiência mediana
- ▶ Buscar aqueles com Etiquetação tipo A de eficiência - no compressor/condensador e no evaporador



Tipos de Equipamentos

Grande Porte

- ▶ Potências acima de 100 TR
- ▶ Ideais para edifícios
- ▶ Eficiência alta
- ▶ Intervenções para aumento de eficiência requerem alto grau de especialização



Coeficiente de eficiência de Acs Energy Efficiency Rating - EER

Sistema	EER (kWt/kWe)
Aparelho de janela	2,12
Split System	2,1
Self a Ar	2,06
Self a Água	2,46
Chiller Alternativo+Fan Coil Central	2,59
Centrífuga+Fan coil Central	3,01
Expansão Direta + VAV	3,60
Central+Fancoil Central+ Tanque	3,03

35

Outros Usos Finais

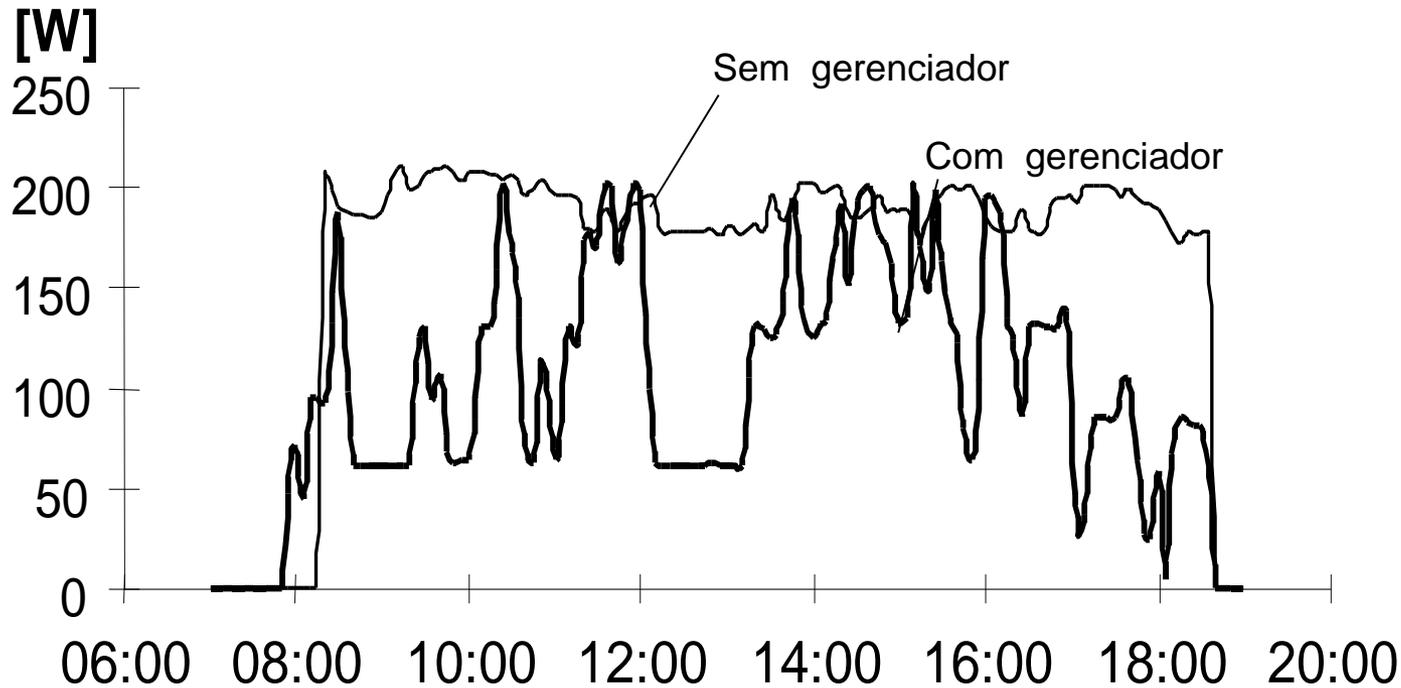
Outros Usos Finais

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, Fax, Fotocopiadoras, Periféricos de computadores para armazenamento de dados, comunicação intra e inter escritório.

Estima-se o consumo deste uso como sendo de até $20\text{W}/\text{m}^2$

Potência demandada com o gerenciador de energia ativado e desativado



Computadores com Energy Saving Ativado

Em certos horários houve redução de 70% da demanda.

Além disso, há o aumento da vida útil dos monitores de vídeo, estimado em 39%.