

PME 3502 - DESEMPENHO TERMO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES

Análises de estratégias de redução de consumo de energia (1/3)

Agenda

- Avaliação do processo de identificação de estratégias de redução de consume de energia
- Avaliação do consumo de energia em equipamentos

Medidas de Eficiência Energética (MEEs)

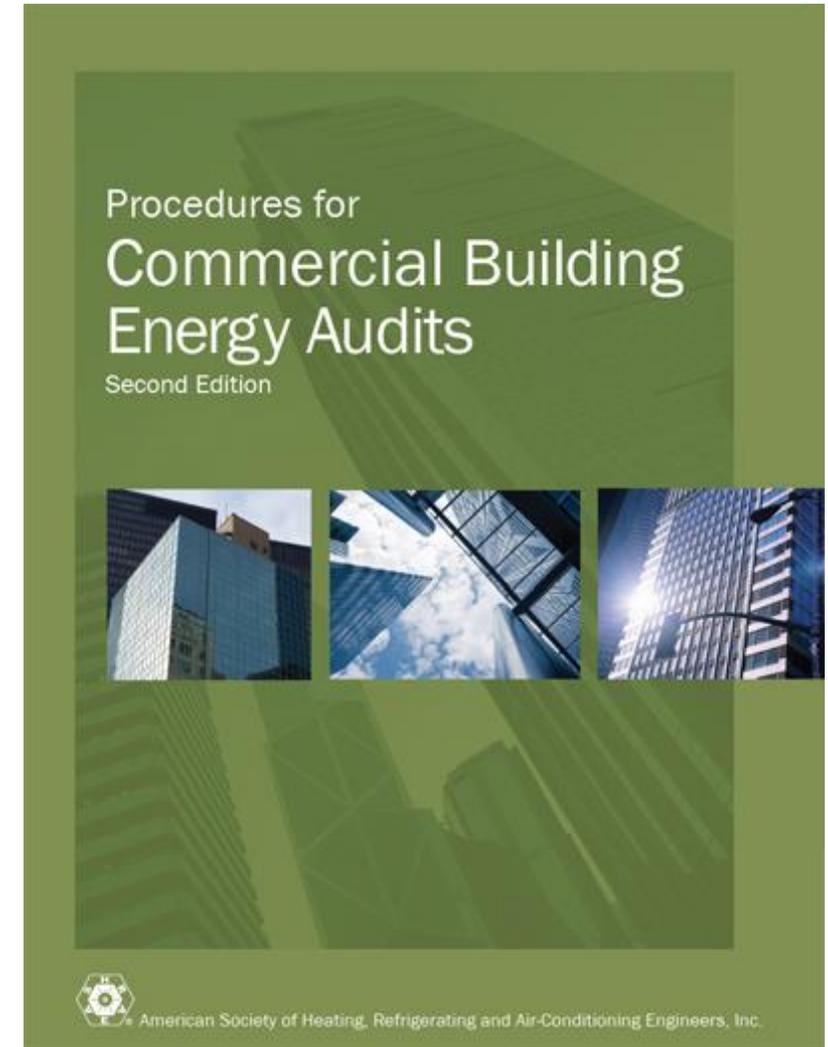
- Definição: conjunto de ações e instalação de equipamentos pra reduzir o uso de energia local, mantendo ou melhorando a Qualidade Ambiental Interior e requisitos de operação
- Benefícios adicionais das MEEs (além de financeiras)
 - Redução da manutenção
 - Uso racional de recursos naturais
 - Redução de emissões de CO2
 - Melhoria da disponibilidade de energia (segurança energética)
 - Investimento conservador com tecnologias consolidadas

Etapas

- Avaliação do potencial da edificação (ões)
 - Uso de benchmarking
 - Análise preliminar do uso de energia
- Avaliação nível 1 - Análise das Visitas Técnicas
- Avaliação nível 2 - Análise do Consumo de Energia
- Avaliação nível 3 - Determinação do nível de investimento

Fontes

- ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits – Second Edition
- ENERGY STAR® Building Upgrade Manual



Níveis de Avaliação



- **Nível 1** – estabelecimento dos níveis gerais de potencial de redução de consumo de energia
- **Nível 2** – detalhamento de recomendação para redução de consumo de energia
- **Nível 3** – avaliação técnico financeira das ações e seu custo com base em análise de ciclo de vida

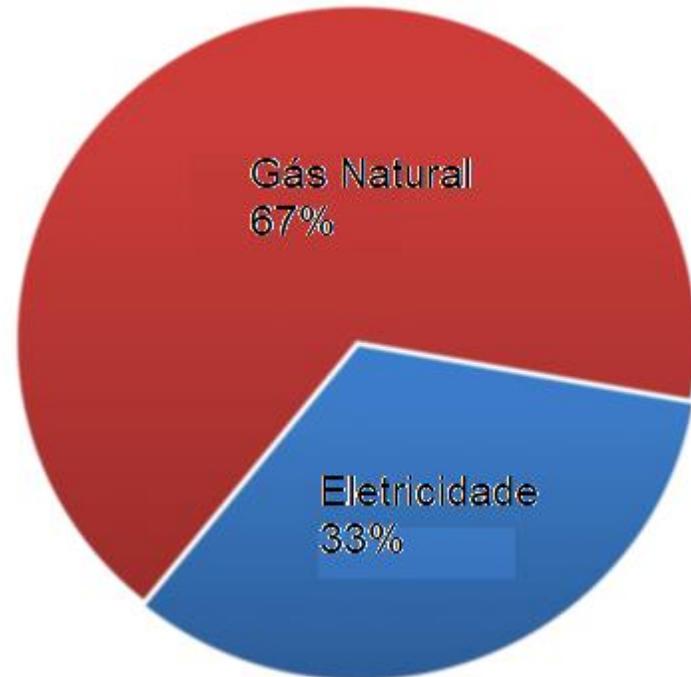
Avaliação Nível 2– Análise do usos de energia e potenciais reduções de consumo de energia

- Resultados da avaliação de Nível 1
 - Recomendações de custo zero/baixo custo
 - Identificação de potenciais MEEs
 - Cálculos preliminares
- Resultados da avaliação de Nível 2
 - Avaliação das reduções de consumo e de custo de cada MEEs
 - Avaliação da combinação de MEEs para redução de consumo de energia e custo
 - Proposta de ações
 - Identificação das melhorias no desempenho financeiro da edificação
 - Análise de viabilidade econômica

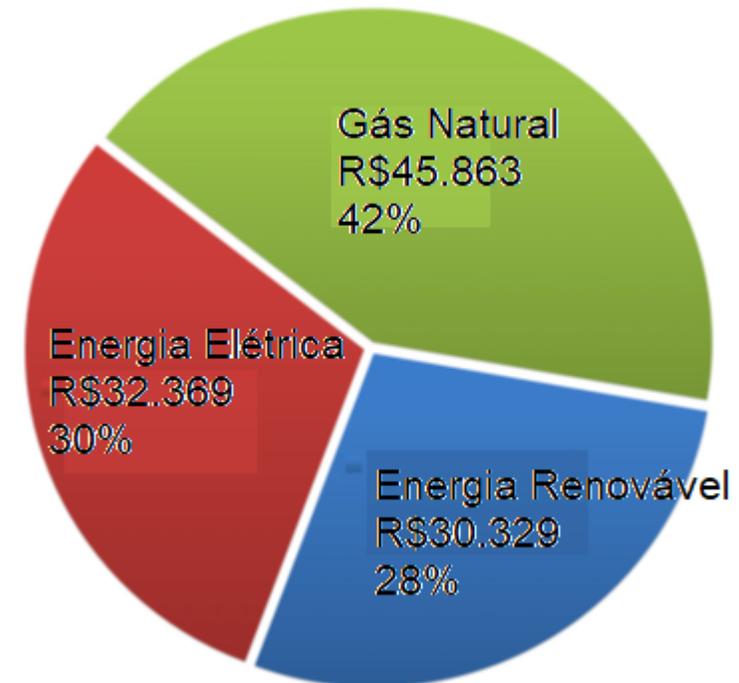
Avaliação do uso de energia na edificação

Uso versus Custo

Distribuição anual percentual de fonte de energia

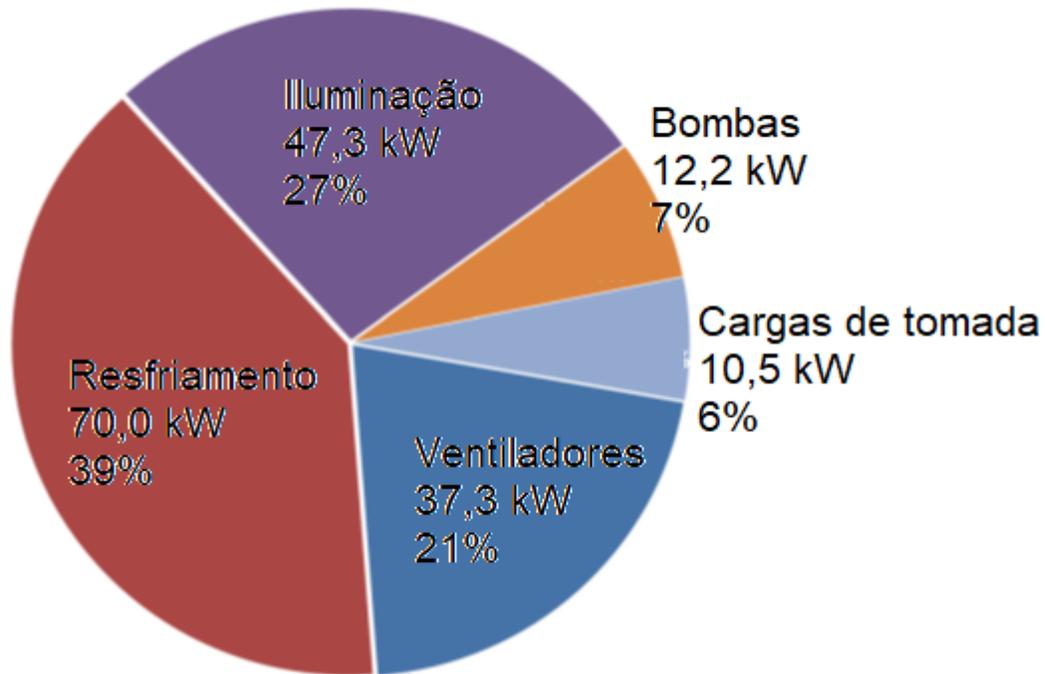


Custo Anual Percentual de Energia

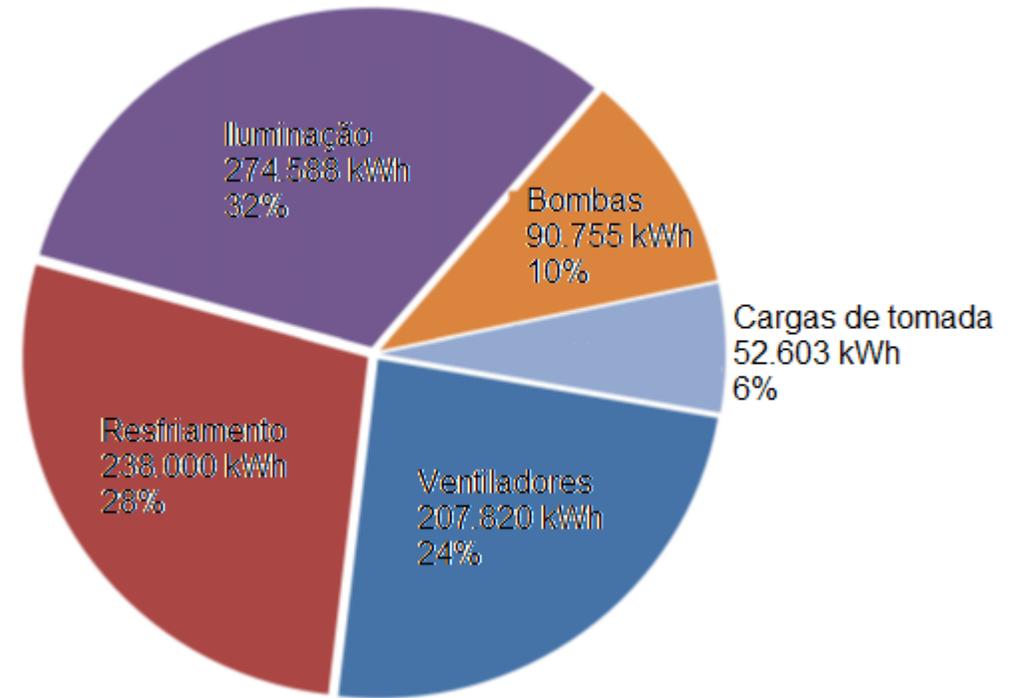


Uso de Energia na Edificação : Energia versus Demanda

Demanda de pico anual (kW)



Matriz de Consumo Desagregado [kWh]

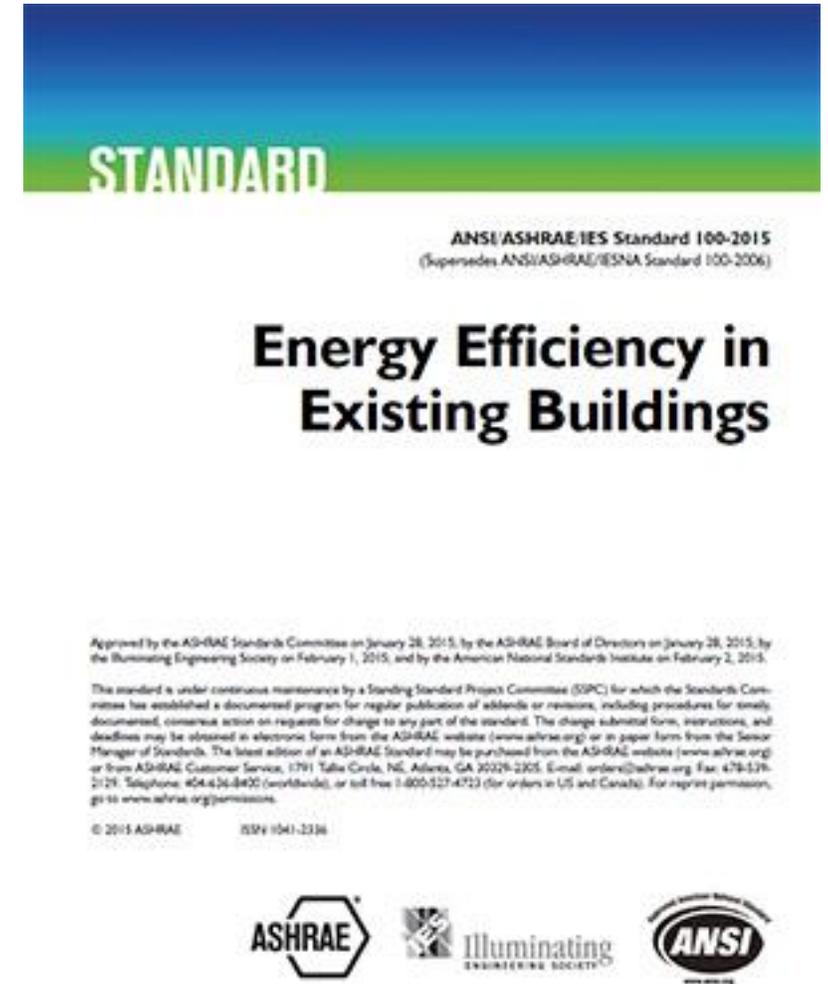


Onde começar?

- Medidas de custo zero/baixo custo
- Redução da carga térmica da edificação
 - Melhorias na envoltória
 - Melhorias na iluminação
 - Reduções nas cargas de tomada
- Melhorias na distribuição do ar e água
- Melhorias no sistema de climatização

ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2015: Annex E Energy Efficiency Measures

- Categorias de MEEs
 - Envoltória
 - Sistemas de Ventilação, Aquecimento e Climatização
 - Ventilação
 - Sistema de distribuição de ar/água
 - Automação e controle
 - Refrigeração
 - Abastecimento de água
 - Central de água gelada/quente
 - Caldeiras
 - Sistema de resfriamento
 - Bombas de calor e termo-acumulação
 - Iluminação
 - Sistemas elétricos e motores
 - Equipamentos (cargas de tomada)



Métodos de Análise

- Cálculo das reduções devido as MEEs
 - Economias anuais de energia
 - Economias de demanda
- Avaliação da viabilidade econômica para conseguir as reduções de energia



Cálculo estimada das economias de energia

- Estimativa das reduções de consumo de energia e custo é necessária para qualquer MEEs
 - Usualmente custo anual de energia
 - Custos podem incluir parcelas de demanda de pico e de energia
- Métodos de cálculo variam em função da tecnologia e incerteza
 - Tipicamente usar avaliação mais simples e migrar para metodologia mais detalhada, se necessário
 - Quanto maior o potencial de redução de consumo, maior atenção e precisão na avaliação

Cálculos simples

- Consumo –
 - Consumo $\left(\frac{kWh}{ano}\right) = (Potência, kW) \times$
(Tempo de operação, h/ano)
- Para determinar potência, considerar:
 - Medição direta de potência
 - Medição indireta de potência: tensão, corrente, e fator de potência
 - Avaliação da potência eficiência e fator de potência estimado pelo fabricante (placa, catálogos)
- Usar horas de operação em capacidade total e cálculos múltiplos para horas de operação em capacidade parcial
- Custos de Eletricidade incluem custos de consumo e de demanda

Exemplo

Um motor de 3 hp de uma bomba de condensação usada em sistema de climatização de um data center deve ser trocada. A operação da bomba é contínua. Qual será a redução de energia se um motor padrão de eficiência de 87,5% for trocado por um motor de eficiência 89,5%? Qual é a redução da demanda de pico?

$$\text{Potência}_{87,5\%} = (3 \text{ hp}) * (0,746 \text{ kW/hp}) / 0,875 = 2,558 \text{ kW}$$

$$\text{Potência}_{89,5\%} = (3 \text{ hp}) * (0,746 \text{ kW/hp}) / 0,895 = 2,501 \text{ kW}$$

$$\text{Redução de demanda} = 2,558 - 2,501 = 0,057 \text{ kW (2,2\%)}$$

$$\text{Redução de energia} = (0,057 \text{ kW}) * (8760 \text{ h/ano}) = 501 \text{ kWh/ano (2,2\%)}$$

Cálculos de consumo de combustível

- Mais diretos que avaliações com eletricidade mas mais difíceis de medir diretamente
- Usualmente:
 - Dados de capacidade do sistema do fabricante
 - Uso de energia $\left(\frac{\text{Joules}}{\text{ano}}\right) = \frac{\text{Capacidade}}{\text{Eficiência}} \times \text{horas}$
 - Dados da placa do equipamento
 - *Uso de energia* $\left(\frac{\text{Joules}}{\text{ano}}\right) = \text{Vazão de entrada de combustível} \times \text{horas}$
- Atenção nas conversões de unidades!

Exemplo com caldeira

Uma caldeira de capacidade de 3 MMBtu/h e com uma eficiência de 93% opera 1200 horas por ano. Qual é o consumo de energia desta caldeira?

Conversão de Unidades : $3 \times 10^{12} \text{ Btus/h} / 1.055,06 = 2,84 \times 10^9 \text{ J/h} = 789 \text{ kW}$

Energia = $(789 \text{ kW}) / (0,93) * (1200 \text{ h/ano}) = 1,02 \times 10^6 \text{ kWh/ano}$

Efeitos combinados

- Reduções de energia resultam em reduções de carga térmica de resfriamento e/ou aquecimento
 - Aumentos de eficiência do ventilador reduz o calor fornecido ao ar de insuflação no sistema de climatização
 - Reduções de potência de iluminação reduz ganhos de calor e de carga térmica de resfriamento
- Avaliação de efeitos combinados para sistemas de resfriamento e aquecimento

Efeitos combinados

Um supermercado tem 36 gabinetes de baixa temperatura. Cada gabinete tem um motor que movimenta o ventilador do evaporador com potência de 250 W. O proprietário está pensando em trocar os motores por motores mais eficientes e que consomem 90 W por gabinete. Se o sistema de refrigeração tem um 1,8, qual seria a redução anual de consumo de energia, caso esta ação seja implantada?

Para sistemas de resfriamento: $\Delta E_c = \Delta \dot{W} \cdot \left(1 + \frac{1}{COP_c}\right) \cdot N_{hr,c}$

Para sistemas de aquecimento: $\Delta E_h = \Delta \dot{W} \cdot \left(1 - \frac{1}{\eta_h}\right) \cdot N_{hr,h}$

Sem efeito combinado: $\Delta E_c = \Delta \dot{W} \cdot N_{hr,c}$
 $\Delta E_c = (36) (160 \text{ W}) (8760 \text{ h}) = 50,5 \text{ MWh}$

Com efeito combinado: $\Delta E_c = \Delta \dot{W} \cdot \left(1 + \frac{1}{COP_c}\right) \cdot N_{hr,c}$
 $\Delta E_c = (36) (160 \text{ W}) (1+1/1,8) (8760 \text{ h}) = 78.5 \text{ MWh}$

