

# PROCEL INDÚSTRIA

E D I Ç Ã O S E R I A D A

## 3

# METODOLOGIA DE REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

## GUIA BÁSICO

2009



# **METODOLOGIA DE REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

## **GUIA BÁSICO**

© 2008. CNI – Confederação Nacional da Indústria

IEL – Núcleo Central

ELETOBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

**ELETOBRÁS**

**Centrais Elétricas Brasileiras S.A.**

Av. Presidente Vargas, 409, 13º andar, Centro

20071-003 Rio de Janeiro RJ

Caixa Postal 1639

Tel 21 2514-5151

www.eletobras.com

eletoabr@eletobras.com

**INSTITUTO EUVALDO LODI**

**IEL/Núcleo Central**

Setor Bancário Norte, Quadra 1, Bloco B

Edifício CNC

70041-902 Brasília DF

Tel 61 3317-9080

Fax 61 3317-9360

www.iel.org.br

**PROCEL – Programa Nacional de Conservação de**

**Energia Elétrica**

Av. Rio Branco, 53, 14º, 15º, 19º e 20º andares

Centro, 20090-004 Rio de Janeiro RJ

www.eletobras.com/procel

procel@eletobras.com

Ligação Gratuita 0800 560 506

**CNI**

**Confederação Nacional da Indústria**

Setor Bancário Norte, Quadra 1, Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 Brasília DF

Tel 61 3317- 9001

Fax 61 3317- 9994

www.cni.org.br

Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC

Tels 61 3317-9989 / 61 3317-9992

sac@cni.org.br

**PROCEL INDÚSTRIA – Eficiência Energética Industrial**

Av. Rio Branco, 53, 15º andar, Centro

20090-004 Rio de Janeiro RJ

Fax 21 2514-5767

www.eletobras.com/procel

procel@eletobras.com

Ligação Gratuita 0800 560 506

M593

Metodologia de realização de diagnóstico energético: guia básico / Eletrobrás [et al.] – Brasília : IEL/NC, 2009.

108 p. : il.

ISBN 978-85-87257-29-1

1. Análise econômica 2. Investimentos 3. Eficiência energética. I. Eletrobrás II. CNI – Confederação Nacional da Indústria III. IEL – Núcleo Central IV. Título.

CDU: 621.61

## ELETROBRÁS / PROCEL

### Presidência

José Antônio Muniz Lopes

### Diretoria de Tecnologia

Ubirajara Rocha Meira

### Departamento de Projetos de Eficiência Energética

Fernando Pinto Dias Perrone

### Divisão de Eficiência Energética na Indústria e Comércio

Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira

## CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

### Presidente

Armando de Queiroz Monteiro Neto

## INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL / NÚCLEO CENTRAL

### Presidente do Conselho Superior

Armando de Queiroz Monteiro Neto

### Diretor-Geral

Paulo Afonso Ferreira

### Superintendente

Carlos Roberto Rocha Cavalcante

## Equipe Técnica

---

### ELETROBRÁS / PROCEL

#### Equipe PROCEL INDÚSTRIA

Alvaro Braga Alves Pinto

Bráulio Romano Motta

Carlos Aparecido Ferreira

Carlos Henrique Moya

Humberto Luiz de Oliveira

Lucas Vivaqua Dias

Marília Ribeiro Spera

Roberto Piffer

Roberto Ricardo de Araujo Goes

#### Colaboradores

George Alves Soares

Vanda Alves dos Santos

### CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

#### DIRETORIA EXECUTIVA – DIREX

#### Diretor

José Augusto Coelho Fernandes

#### Diretor de Operações

Rafael Esmeraldo Lucchessi Ramacciotti

#### Diretor de Relações Institucionais

Marco Antonio Reis Guarita

#### Unidade de Competitividade Industrial – COMPI

#### Gerente-Executivo

Maurício Otávio Mendonça Jorge

#### Gerente de Infra-Estrutura

Wagner Ferreira Cardoso

#### Coordenação Técnica

Rodrigo Sarmento Garcia

### SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC

#### Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

#### Normalização

Gabriela Leitão

### INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL / NÚCLEO CENTRAL

#### Gerente-Executivo de Operações

Júlio Cezar de Andrade Miranda

#### Gerente de Desenvolvimento Empresarial – GDE

Diana de Mello Jungmann

#### Coordenação Técnica

Patrícia Barreto Jacobs

#### Gerente de Relações com o Mercado – GRM

Oto Morato Álvares

#### Responsável Técnico

Ana Amélia Ribeiro Barbosa

### SENAI / DN

#### Gerente-Executivo da Unidade de Educação Profissional – UNIEP

Alberto Borges de Araújo

#### Apoio Técnico

Diana Freitas Silva Néri

#### Gerente-Executiva da Unidade de Relações com o Mercado – UNIREM

Mônica Côrtes de Domênico

### SENAI / SP

Centro de Treinamento SENAI “Comendador Santoro Mirone”  
Indaiatuba

#### Conteudista

Erlons Fontana

#### Estruturação do Conteúdo

Regina Célia Roland Novaes

#### Coordenação do projeto pelo SENAI / SP

José Luiz Chagas Quirino

---

#### Supervisão Pedagógica

Regina Averbug

#### Editoração Eletrônica

Link Design

#### Revisão Gramatical

Marluce Moreira Salgado



# SUMÁRIO

## Apresentação

### **Capítulo 1 – Etapas para alcançar a eficiência energética 13**

#### **Conservação de energia 14**

Identificação do problema 16

Custos com energia 16

Quando a energia é utilizada 18

Onde a energia é utilizada 18

Identificação das possibilidades de economia 18

    Adequação do consumo à necessidade 19

    Melhoria da eficiência do sistema 19

    Otimização do fornecimento de energia 20

### **Capítulo 2 – Planejamento da atuação do consultor 25**

#### **O consultor em eficiência energética 26**

Como desenvolver o trabalho 27

Formas de atuação do consultor em eficiência energética 28

Parceria entre consultor e o cliente 29

Primeira visita 30

Relatório de planejamento 31

### **Capítulo 3 – Levantamento de dados 35**

#### **Conta de fornecimento de energia elétrica 36**

Itens da conta de energia elétrica 39

    Consumo 40

    Demanda 42

    Fator de potência 44

#### **Levantamento de dados de motores elétricos 45**

Levantamento por amostragem 48

Levantamento por dados de placa 49

Levantamento detalhado 49

Dados relevantes do motor 49

Dados construtivos 50

Dados de medições elétricas e mecânicas 50

Dados de placa 52

Dados da carga acionada 53

Horas de funcionamento 53

Período de funcionamento 54

Potência fornecida pelo motor 55

**Outros níveis de intervenção: levantamento de dados de iluminação 55**

## **Capítulo 4 – Análise técnica de equipamentos 59**

**Custos associados aos motores elétricos 61**

Eficiência de motores elétricos 64

Superdimensionamento do motor elétrico 65

Causas do superdimensionamento 65

Detecção do superdimensionamento 66

Conseqüências do superdimensionamento 67

Efeitos do superdimensionamento e do subdimensionamento 67

**Reparo inadequado do motor 69**

Variáveis mecânicas 70

Acoplamento direto 70

Polias e correias 71

Caixas de engrenagens 72

## **Capítulo 5 – Análise técnica de iluminação 77**

**Sistema de iluminação 78**

Adequação da tecnologia da iluminação 79

Máximo aproveitamento da iluminação natural 81

Distribuição de interruptores 81

Instalação de sensores de presença 82

Desenvolvimento e implantação de um bom programa de manutenção 82

Educação dos usuários 82

## **Capítulo 6 – Análise técnica da demanda e consumo 85**

Análise de consumo 86

Análise da demanda 88

Fator de carga 90

## **Capítulo 7 – Elaboração do relatório técnico de diagnóstico energético 95**

Conclusão do trabalho 96

Relatório técnico-econômico 96

Introdução 97

Metodologia 97

Resumo gerencial (ou executivo) 97

Análise técnica e econômica 98

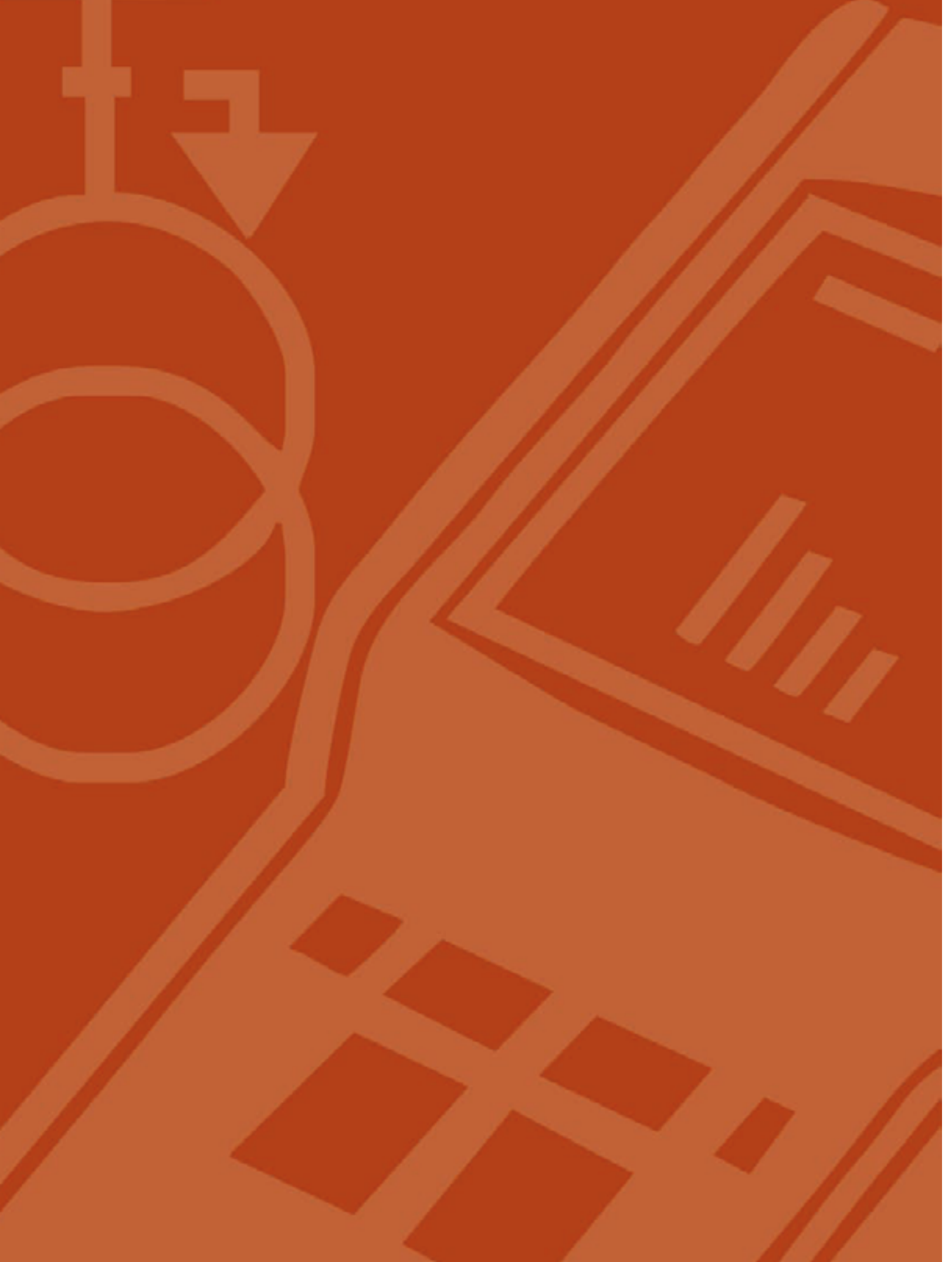
Implementação das medidas de economia de energia 101

Palavras finais 101

## **Referências 103**

## **Anexo 105**





# APRESENTAÇÃO

---

**O** obter a eficiência energética significa utilizar processos e equipamentos que sejam mais eficientes, reduzindo o desperdício no consumo de energia elétrica, tanto na produção de bens como na prestação de serviços, sem que isso prejudique a sua qualidade.

É necessário conservar e estimular o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores socioeconômicos do Brasil, sendo de grande importância para o País a adoção efetiva de medidas de economia de energia e o conseqüente impacto destas ações. Neste cenário destaca-se a indústria, não só pelo elevado potencial de conservação de energia do seu parque, como também pela sua capacidade produtiva como fornecedora de produtos e serviços para o setor elétrico.

No âmbito das ações que visam criar programas de capacitação voltados para a obtenção de eficiência energética no setor industrial, inclui-se o *Curso de Formação de Agentes Industriais de Nível Médio em Otimização de Sistemas Motrizes*. Este curso tem como objetivo capacitar agentes industriais, tornando-os capazes de identificar, propor e implementar oportunidades de redução de perdas nas instalações industriais de sistemas motrizes.

O curso faz parte do conjunto de ações que vêm sendo desenvolvidas pelo governo federal para:

- Fomentar ações de eficiência energética em sistemas motrizes industriais;
- Facilitar a capacitação dos agentes industriais de nível médio dos diversos subsetores da indústria, para desenvolverem atividades de eficiência energética;
- Apresentar as oportunidades de ganhos de eficiência energética por meio de economia de energia em sistemas motrizes industriais;
- Facilitar a implantação de tecnologias eficientes sob o ponto de vista energético, além da conscientização e da difusão de melhores hábitos para a conservação de energia.

Como apoio pedagógico para este curso foram elaborados os seguintes guias técnicos:

- 1 – Correias Transportadoras
- 2 – Acoplamento Motor Carga
- 3 – Metodologia de Realização de Diagnóstico Energético
- 4 – Compressores
- 5 – Ventiladores e Exaustores
- 6 – Motor Elétrico
- 7 – Energia Elétrica: Conceito, Qualidade e Tarifação
- 8 – Acionamento Eletrônico
- 9 – Bombas
- 10 – Análise Econômica de Investimento
- 11 – Instrumentação e Controle

Este material didático – Metodologia de Realização de Diagnóstico Energético – faz parte do conjunto de guias técnicos do *Curso de Formação de Agentes Industriais de Nível Médio em Otimização de Sistemas Motrizes*. Ele é um complemento para o estudo, reforçando o que foi desenvolvido em sala de aula. É também uma fonte de consulta, onde você, participante do curso, pode rever e relembrar os temas abordados no curso.

Todos os capítulos têm a mesma estrutura. Conheça, a seguir, como são desenvolvidos os capítulos deste guia.

- **Iniciando nossa conversa** – texto de apresentação do assunto abordado no capítulo.
- **Objetivos** – informa os objetivos de aprendizagem a serem atingidos a partir do que foi desenvolvido em sala de aula e com o estudo realizado por meio do guia.
- **Um desafio para você** – apresenta um desafio: uma situação a ser resolvida por você.

- **Continuando nossa conversa** – onde o tema do capítulo é desenvolvido, trazendo informações para o seu estudo.
- **Voltando ao desafio** – depois de ler, analisar e refletir sobre os assuntos abordados no capítulo, você retornará ao desafio proposto, buscando a sua solução à luz do que foi estudado.
- **Resumindo** – texto que sintetiza os principais assuntos desenvolvidos no capítulo.
- **Aprenda mais** – sugestões para pesquisa e leitura, relacionadas com o tema do capítulo, visando ampliar o que você aprendeu.

Esperamos que este material didático contribua para torná-lo um cidadão cada vez mais consciente e comprometido em alcançar a eficiência energética, colaborando, assim, para que o país alcance as metas nesse setor e os consequentes benefícios para a sociedade brasileira e o seu meio ambiente.



## Capítulo 1

---

# ETAPAS PARA ALCANÇAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### Iniciando nossa conversa

Todo processo de transformação e uso de energia tem como consequência algum tipo de perda energética para o ambiente. Um exemplo: uma lâmpada incandescente transforma apenas 8% da energia que consome para produzir luz. O restante é gasto gerando calor que se perde no ambiente iluminado. Assim, para todo e qualquer aparelho ou equipamento que utilize energia elétrica para seu funcionamento, quanto maior for a perda, menor será a sua eficiência energética.

Esse exemplo simples nos ajuda a entender o conceito de eficiência energética: trata-se da capacidade que um componente, aparelho, máquina ou equipamento tem de realizar uma determinada quantidade de trabalho com o mínimo de gasto energético.

Mas, por que será que esse assunto se transformou em algo tão importante a ponto de ser discutido por todo mundo e se transformar em lei no Brasil? Por dois motivos: primeiramente porque produzir energia para prover o mundo moderno de todo o conforto que a tecnologia nos proporciona, significa interferir mais ou menos radicalmente no meio ambiente e consumir recursos naturais que, uma vez destruídos, não podem ser renovados.

Em segundo lugar, porque produzir e distribuir energia elétrica custa muito caro. Quem paga a conta de fornecimento de energia elétrica no fim do mês sabe muito bem disso.

Imagine, então, o tamanho da conta para uma empresa! Sejam elas micros, médias ou grandes, não importando o ramo de atividade, os custos com energia

elétrica têm-se tornado um item importante nas planilhas das empresas, já que podem influenciar nos preços finais de produtos e serviços, a ponto de torná-los menos competitivos.

## Objetivos

Os objetivos do estudo deste capítulo são:

- Compreender, de maneira genérica, como é dimensionado o consumo de energia elétrica;
- Identificar as oportunidades de redução de custos por meio de ações voltadas para a eficiência energética.

## Um desafio para você

Uma empresa familiar passa por um processo de ajuste administrativo e vê-se na situação de diminuir custos operacionais. Um dos diretores sugere a contratação de uma consultoria para preparar um plano de diminuição de consumo de energia elétrica, já que, como responsável pela administração financeira, sabe que esse é um dos maiores problemas que a empresa enfrenta.

Leia este capítulo e liste ao menos quatro ações que o consultor deve sugerir para alcançar a economia esperada.

## Continuando nossa conversa

### Conservação de energia

As últimas três décadas do século 20 e o início do século 21 têm marcado o mundo industrializado por graves crises energéticas. Iniciando-se com a crise do petróleo dos anos 70 e continuando até hoje com a situação política instável nos países fornecedores de combustíveis fósseis e as mudanças climáticas causadas pelo efeito estufa, passando pela assinatura do Protocolo de Kioto, os relatórios dos órgãos internacionais apontam para um único caminho: o homem precisa preocupar-se com o meio ambiente e procurar manter seus níveis de qualidade de vida sem agredi-lo como tem feito até hoje.

Como fazer isso? Não só buscando alternativas de produção de energia menos agressivas ao ambiente, mas também usando de maneira racional o que já temos.

No Brasil, essa preocupação vem desde os meados da década de 70, quando, em 1975 foi realizado, pela primeira vez, um seminário sobre conservação de energia, organizado pelo Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia (Gefae), com o Ministério de Minas e Energia.

Desde então, muita coisa aconteceu: embora a matriz energética brasileira continue tendo um peso fortíssimo da energia hidrelétrica, ou seja, 81,52% da geração são produzidos nesse tipo de usina, os setores de geração e distribuição de energia não são mais geridos pelo estado. Agora são empresas privadas responsáveis pelos novos investimentos que o governo brasileiro não tinha mais capacidade para garantir.

Em 2001, a falta de investimentos combinada aos caprichos da natureza, quando sucessivos períodos de seca, desde 1999, deixaram os reservatórios das hidrelétricas em níveis críticos, acendeu-se novamente o debate.

Em 17 de outubro de 2001, foi assinada a Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Esta lei abriu espaço para uma série de iniciativas, no sentido da criação de programas que ajudassem todos os setores produtivos da sociedade a fazerem um uso mais racional da capacidade instalada de produção de energia que já temos.

Assim, embora desde 1998, a recém-criada Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) já tenha determinado que 1% da receita operacional líquida das concessionárias de energia elétrica seja aplicado em programas de conservação de energia, após a Lei nº 10.295, pela primeira vez, fala-se em uma política nacional voltada para esse objetivo.

E por que isso é tão crítico para o nosso país?

Inicialmente, porque é muito mais barato economizar do que construir usinas novas, em um tempo em que os investimentos em infra-estrutura estão abaixo de nossas necessidades de crescimento.

Em segundo lugar, porque o desperdício de energia em nosso país é imenso: segundo dados do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (Procel), ele chega a 40 milhões de kWh, com um custo equivalente a 2,8 bilhões de



dólares. Desse total, 22 milhões de kWh são desperdiçados pelos consumidores e 18 milhões pelas próprias concessionárias! Isso nos mostra o quanto se pode avançar nesse objetivo.

Mas, como alcançá-lo?

## **Identificação do problema**

O primeiro passo para solucionar qualquer problema é reunir a maior quantidade possível de informações que possam ajudar a resolvê-lo.

Nosso problema atual é gastar menos energia, mantendo os mesmos níveis de produtividade. Para resolver este problema, o que é interessante saber?

Imagine que você precisa diminuir o consumo de energia em sua casa. A primeira coisa que você faz é pegar a conta de fornecimento e ver o que é possível retirar de informação. Você verá que existe uma informação sobre o seu consumo dada em kWh. Para saber quanto isso custa, multiplica-se a quantidade kWh pelo seu custo unitário. Para você isso será suficiente.

Na empresa, porém, principalmente naquelas que utilizam energia elétrica para força motriz, há necessidade de mais alguns dados. É necessário saber *quando* e *onde* essa energia é utilizada.

## **Custos com energia**

A grande maioria dos consumidores só percebe que está gastando muita energia quando sua conta de fornecimento fica muito alta. Embora a concessionária forneça gráficos de consumo dos meses anteriores, poucos consumidores se dão ao trabalho de verificar o que isso representa em kWh, que é a unidade de medida usada para medir nosso consumo. E, mais ainda, não sabemos ao certo *como* ele é cobrado.

Quando compramos energia sob forma de combustíveis para movimentar nosso automóvel, é muito fácil mensurar o que compramos. Afinal, pagamos um certo valor em reais por litro de combustível adquirido.

Porém, quando uma empresa paga a conta de energia, uma série de fatores influencia em seu preço final. Confira, a seguir, quais são eles:

- **Demanda** é toda a potência que está sendo requerida instantaneamente da rede. Quer dizer, se um chuveiro de 3.500 watts está ligado ele precisa naquele instante de 3.500 watts para funcionar. No Brasil a demanda é cobrada pela média das potências ativas solicitadas durante um intervalo de tempo de quinze minutos.
- **Energia Consumida** é a potência utilizada em um determinado tempo, isto é, a potência que está sendo utilizada multiplicada pelo tempo de utilização. Em geral, no Brasil esse tempo é determinado em horas. Quer dizer, se uma lâmpada de 100 Watts permanecer ligada por dez horas ela consumirá a energia referente a 1 quilowatt-hora (kWh).
- **Horário de consumo** é um dado importante para indicar o quanto estamos consumindo de energia, e qual a nossa demanda, nos horários de ponta e fora de ponta.
- **Fator de potência** é a relação entre a potência aparente e a potência ativa.
- **Fator de carga** é a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, ocorrida em um determinado intervalo de tempo. Neste caso considera-se um intervalo de tempo de 730 horas, que é o total de horas de um mês.

$$FC = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{\text{Demanda (kW) x 730 horas}}$$

- **Horário de consumo** é um dado importante para indicar o quanto estamos consumindo de energia, e qual a nossa demanda, nos horários de ponta e fora de ponta.



### Fique ligado!

Você sabia que economizar 1kWh custa pelo menos *quatro vezes mais barato* que gerar a mesma quantidade de energia?

## **Quando a energia é utilizada**

Todo mundo que tem telefone já viu muitas vezes as propagandas das operadoras oferecendo uma tarifa menor para as chamadas que são feitas fora do que chamamos de “horário de pico”.

Com o fornecimento da energia elétrica é a mesma coisa: o preço da energia é muito mais alto quando a utilizamos em determinados horários do dia.

No caso da conta de energia elétrica para as indústrias, a concessionária estipula qual é o horário de ponta. Este horário é quando coincide maior quantidade das cargas ligadas e, geralmente, é estipulado entre as 18 e 21 horas. Neste intervalo de tempo, os grandes consumidores pagam mais caro pela demanda e pela energia consumida.

## **Onde a energia é utilizada**

Saber *onde* a energia é utilizada também ajuda a fazer as intervenções adequadas para diminuir o consumo. Para isso, é necessário descobrir na empresa onde a energia está sendo utilizada e isto somente é possível quando realizamos um bom inventário das cargas elétricas utilizadas. De forma geral, isso significa ir de equipamento em equipamento, anotando quanto cada um consome para funcionar.

Assim, saberemos onde se encontram as máquinas, equipamentos e mesmo as condições ambientais que mais consomem energia elétrica.

## **Identificação das possibilidades de economia**

Uma vez feito esse inventário, fica fácil identificar as oportunidades de diminuição do consumo e da demanda.

Geralmente, um grande trabalho no sentido de obter a maior eficiência energética possível dentro das condições fornecidas pelo ambiente, pelo leiaute, pela utilização dos equipamentos, pelo estado de conservação e manutenção da rede de fornecimento, vai indicar a necessidade ou não de investimentos.

Todavia, o trabalho pode se iniciar por medidas de intervenção que ajudem a modificar o modo de agir do usuário.

Ao mesmo tempo, outras intervenções serão feitas no modo como a empresa trabalha, distribuindo as demandas ao longo do tempo, à procura de custos menores de demanda.

Posteriormente, se houver necessidade, serão realizados investimentos em novos equipamentos.

### **Adequação do consumo à necessidade**

A primeira e mais importante medida de economia de energia é adequar o consumo ao que realmente se necessita.

Nesta fase, é necessário, não somente verificar o quanto se consome, mas também a duração desse consumo.

Como exemplo, podemos citar um forno de uma empresa, que permanece ligado durante todo o período de trabalho de uma indústria para aquecer uma pequena quantidade de peças de cada vez.

O ideal seria juntar todas as peças fabricadas no dia, para carregá-lo completamente em um só período, fora do horário de pico de demanda, desligando-o quando não estivesse sendo utilizado.

Outro exemplo de ação neste sentido é controlar o desperdício espalhado por todas as instalações da empresa e não só no processo produtivo: apagar as luzes dos ambientes sem ocupação e desligar os monitores dos computadores na hora do almoço.

Dessa forma, no fim do mês, quando a conta de energia for paga, será possível verificar o quanto a empresa economizou, já que diminuiu tanto a demanda quanto o consumo de energia elétrica, sem nenhum investimento em novos equipamentos.

Isso é eficiência energética.

### **Melhoria da eficiência do sistema**

Nesta fase, a empresa deve concentrar o foco das intervenções no parque produtivo instalado, ou seja, nas instalações, máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo.

Isso envolve os aspectos abordados a seguir:

- O estudo e acompanhamento dos processos de manutenção dos equipamentos para averiguar a qualidade do serviço realizado: as manutenções dos equipamentos estão sendo realizadas de forma que ele opere sem defeitos que acarretem maior consumo de energia?
- A tecnologia dos equipamentos: é atual e voltada para um menor consumo de energia?
- A utilização propriamente dita: o equipamento está sendo sobrecarregado mecanicamente?
- A necessidade de investimentos: já existe, no mercado, equipamento mais moderno e mais rentável, cujas substituições são vantajosas do ponto de vista da relação custo-benefício?
- Os equipamentos estão calibrados e ajustados para seu perfeito funcionamento?
- As instalações que atendem aos equipamentos encontram-se adequadamente dimensionadas?
- A automação do processo produtivo pode gerar melhor utilização da energia consumida?

### **Otimização do fornecimento de energia**

Esta ação deve ser considerada somente depois que todas as outras foram tomadas.

A otimização do fornecimento de energia geralmente deve ser estudada por especialistas e, como envolve altíssimos investimentos, sua aplicação será feita preferencialmente em grandes empresas.

Os estudos dos especialistas, provavelmente, recomendarão algumas estratégias. Alguns exemplos são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 – Exemplos de otimização do fornecimento de energia**

Otimização do fornecimento de energia	
Para	Como
Recuperação de calor	Usar água de refrigeração de grandes sistemas de ar condicionado para pré-aquecer a água utilizada em cozinhas industriais, por exemplo.
Procura de fontes alternativas mais rentáveis	Em uma grande fazenda de criação de gado, utilizar esterco para alimentar um biodigestor.
Combustíveis alternativos	Utilizar gás.
Cogeração de energia elétrica	Usar o bagaço de cana para gerar energia termoelétrica, como nas usinas de produção de açúcar e álcool.

**Voltando ao desafio**

O consultor deve sugerir as seguintes ações:

- Diminuir o consumo de energia elétrica por meio de pequenas interferências no processo produtivo e em outros ambientes de trabalho da empresa;
- Organizar um plano de manutenção que preveja a revisão periódica do funcionamento de máquinas e equipamentos;
- Verificar se os equipamentos estão sendo utilizados de acordo com as suas especificações;
- Estudar a necessidade de novos investimentos em máquinas e equipamentos com melhor rendimento;
- Adequar o consumo e a demanda às reais necessidades da empresa.
- Verificar se a automação do processo redundava em economia de energia.

**Resumindo**

Neste capítulo foram apresentadas as principais etapas que devem ser seguidas para a elaboração de um estudo de eficiência energética, o que levantar, o que entender, e como, de uma forma geral, seguir para realizar um planejamento energético bem elaborado.

O planejamento global de um estudo de eficiência energética leva em conta:

- Como e o que é cobrado na conta da empresa objeto de estudo;

- Levantamento do perfil inicial do cliente, por meio do estudo de consumo versus produção;
- Levantamento do horário de maior carga da empresa, bem como estudo de como ela funciona, verificando o que contribui para a demanda de suas instalações;
- Inventário de toda a carga, identificando os equipamentos que mais consomem;
- Adequação do consumo, ou seja, eliminação dos gastos desnecessários, evitando-se desperdícios e melhorando seu perfil de demanda, caso seja possível;
- Verificação da existência de máquinas que apresentam melhor rendimento, analisando economicamente se é vantajosa a sua substituição;
- Estudo de viabilidade da substituição da energia elétrica por outra mais rentável se for constatada a obtenção de economia de escala ou substituir a energia elétrica da concessionária por energia elétrica de geração própria, ou de cogeração;

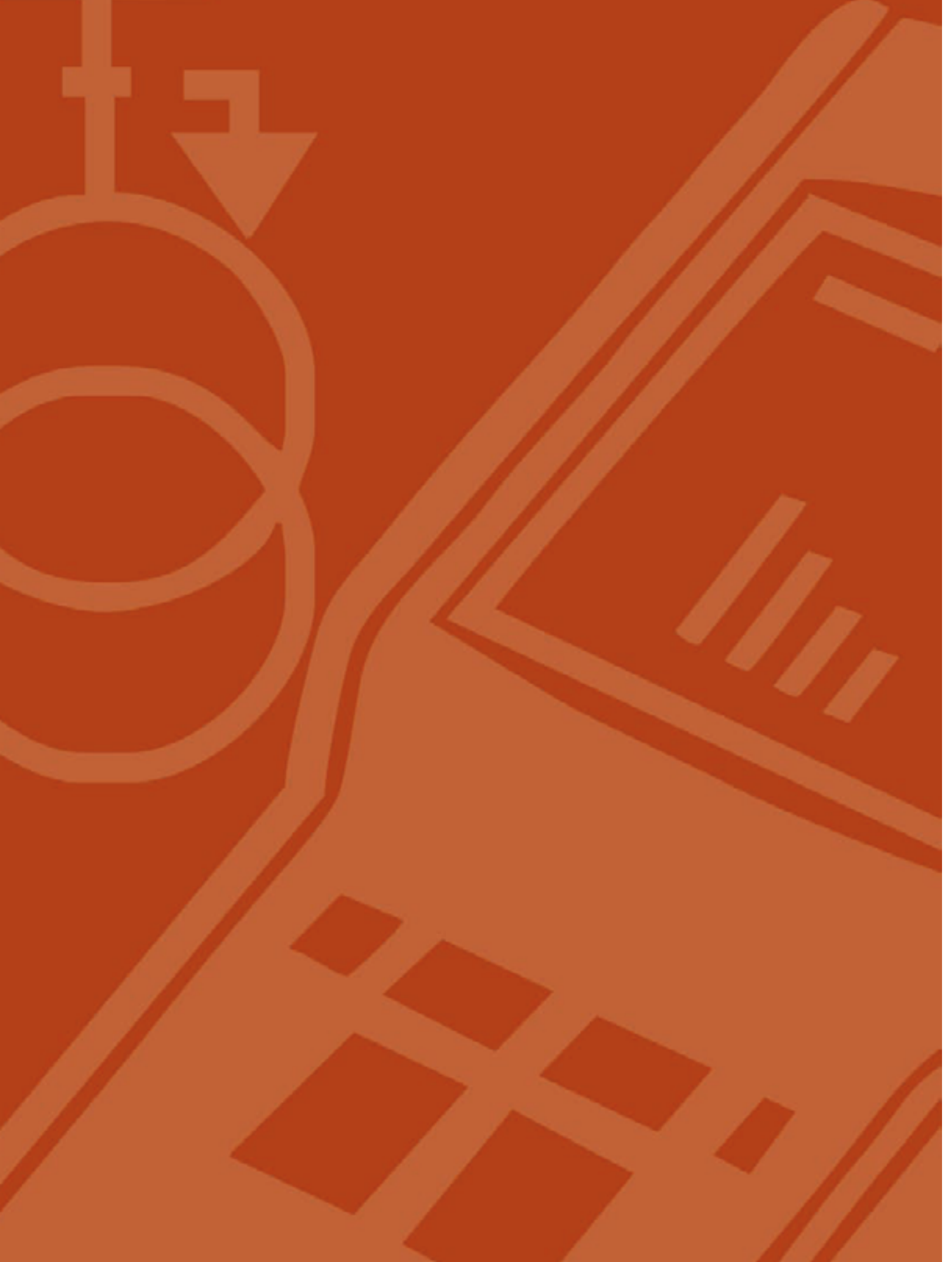
## Aprenda mais

A Internet também tem muita informação sobre eficiência energética.

Usando uma ferramenta de busca como *Google* ou *Altavista*, por exemplo, digite “eficiência energética” e veja o quanto você poderá aprender.







## Capítulo 2

---

# PLANEJAMENTO DA ATUAÇÃO DO CONSULTOR

### Iniciando nossa conversa

Um profissional que pode ajudar as empresas a tornar seu uso de energia mais racional é o consultor em eficiência energética, que geralmente é um técnico ou engenheiro.

Ele é capaz de analisar como a energia elétrica está sendo utilizada na empresa e propor melhorias referentes à racionalização de sua utilização, o que resulta na diminuição dos custos dos bens e serviços a serem produzidos.

Neste capítulo, você conhecerá o perfil desse profissional e começará a estudar os métodos e técnicas que o consultor de eficiência energética usa na realização de um diagnóstico energético.

### Objetivo

O estudo deste capítulo tem como objetivo o conhecimento:

- das tarefas de um consultor em eficiência energética;
- das metas de um consultor em eficiência energética;
- do comportamento de um consultor em eficiência energética.

### Um desafio para você

Após ser contratado, o consultor de eficiência energética apresenta seu relatório inicial de proposta de trabalho, contendo sugestões de substituição de uma série de motores e lâmpadas.

Como essas sugestões envolviam, logo de início, gastos embasados em dados técnicos pouco consistentes, a diretoria da empresa ficou em dúvida se as sugestões deveriam ser aceitas.

Após ler este capítulo, responda às seguintes questões: as sugestões devem ser aceitas? Por quê?

## Continuando nossa conversa

### O consultor em eficiência energética

No *desafio para você* do capítulo anterior, a empresa que queria diminuir seus custos de consumo de energia contratou um consultor em eficiência energética. Mas, quem é esse profissional?

Quando se trata de uma empresa com instalações de menor porte, o consultor em eficiência energética geralmente é um técnico com formação na área de eletrotécnica.

As grandes empresas, geralmente, contratam um engenheiro eletricista, mas, dependendo da complexidade do processo produtivo, esse trabalho poderá ser feito por uma equipe multidisciplinar.

Trata-se de um profissional que deve ter um conhecimento profundo sobre a utilização racional de energia elétrica. Isso significa que ele deve ser capaz de realizar estudos e projetos que visem à redução do consumo de energia elétrica, mantendo o mesmo nível de produção e eliminando, assim, os desperdícios. Isto significa que somente economizar energia não resolve, pois diminuiríamos o consumo com a diminuição da produção. Um profissional que tenha isso como resultado de seu trabalho não prestou um bom serviço.

Embora já existisse, este profissional teve sua atividade valorizada a partir da crise energética de 2001, quando o governo federal estipulou cotas de consumo para todos os consumidores de energia elétrica. Isso abriu espaço para esse tipo de trabalho.

As principais tarefas de um consultor em eficiência energética são:

- Analisar como é o processo produtivo do seu cliente, ou seja, tem que conhecer o *por quê* e o *para quê* de cada setor, parte e máquina da instalação;
- Realizar o levantamento de cargas da instalação, o mais minuciosamente possível;
- Projetar as melhorias, apresentando o custo estimado tanto individual como global;
- Propor ao cliente o seu projeto de substituição de equipamentos, bem como as modificações de regime de funcionamento das instalações, com os custos pertinentes e economia a ser gerada;
- Acompanhar a execução de seu projeto, até a conclusão, redirecionando-o quando necessário, e verificando se o resultado almejado foi alcançado. Caso não tenha sido alcançado, corrigir todo ou parte do processo.

O consultor em eficiência energética deve, ainda, ter como objetivo o comprometimento do cliente e de seus colaboradores com as metas estabelecidas, pois são eles que conhecem todo o processo produtivo.

### **Como desenvolver o trabalho**

Em seu trabalho, o consultor em eficiência energética desenvolve uma série de atividades que deverão culminar em um diagnóstico preciso da situação de consumo energético da empresa, bem como na orientação de como implementar medidas que melhorem o desempenho, não só de máquinas e equipamentos, mas também da iluminação e ventilação dos ambientes.

Esse trabalho deve ser desenvolvido com competência, discrição e ética. O consultor não deve, durante o desenrolar de seu trabalho, em hipótese alguma, interferir no dia-a-dia da empresa.

Ao realizar consultoria para sugerir e implementar medidas de economia de energia, seja no período inicial, seja durante a coleta de dados ou na implementação das medidas de eficiência energética, o consultor precisa conscientizar o cliente de que as medidas somente surtirão os efeitos desejados se houver a colaboração e a participação efetiva de todos os envolvidos nesse processo, ou seja, o próprio cliente, seus colaboradores e o consultor.

Em função de não estar disputando espaço na empresa, o consultor encontra-se em posição de imparcialidade com relação aos problemas encontrados e pode discorrer sobre eles com mais liberdade. Nesse contexto, ele deve manter uma postura de conciliação e harmonia, pois o sucesso de todo seu projeto dependerá, e muito, da colaboração de todos os integrantes das equipes da empresa.

## **Formas de atuação do consultor em eficiência energética**

O principal objetivo do consultor em eficiência energética é, em primeiro lugar, pesquisar as oportunidades de melhoria na utilização de energia elétrica com maior eficiência, apontando os pontos onde existe oportunidade de diminuir o consumo.

Posteriormente, junto ao cliente, ele apresentará o seu projeto com os pontos nos quais os processos de produção poderão ser modificados e quais os novos equipamentos a serem adquiridos. Neste caso, deverá especificar o custo de aquisição, quanto tempo levará para que o investimento seja amortizado, e qual o ganho a ser obtido.

O consultor deve ter consciência de que a colaboração dos clientes é de máxima importância. Lembrar-se, sempre, que o cliente e seus colaboradores serão os donos do processo da empresa e que, sem a sua colaboração, será impossível o conhecimento de processos produtivos e as possíveis implementações de modificações necessárias.

Trata-se, pois, de um profissional a serviço direto do cliente, buscando atender às suas expectativas no limite máximo permitido.

O consultor de eficiência energética realiza o trabalho em dois momentos. Em um primeiro momento, desenvolve várias ações em conjunto com o cliente. Acompanhe essas ações nos itens a seguir.

- Analisar as sugestões e os desejos do cliente;
- Planejar como informar à empresa sobre o estudo de eficiência energética;
- Decidir sobre quem envolver na coleta de dados;
- Gerar o tipo correto de dados (dados de produção);
- Interpretar os resultados do relatório de eficiência energética;
- Decidir como realizar a implementação das medidas sugeridas.

Geralmente essas ações envolvem trabalho de campo, seja nos escritórios, seja no chão de fábrica.

O segundo momento corresponde à reunião e análise dos dados levantados, a fim de apresentar as sugestões de soluções para os problemas diagnosticados.

As ações deste momento são apresentadas a seguir:

- Relatório contendo o diagnóstico da situação;
- Realização de simulações técnicas e elaboração do escopo do relatório final (incluindo o gerencial);
- Medição de novos dados e verificação dos já existentes, se necessário;
- Elaboração da estratégia de substituição de máquinas, equipamentos e análise de custos de aquisição e implantação;
- Elaboração de planilhas técnicas e de avaliação financeira do impacto das modificações propostas sobre o alcance das metas de aumento de eficiência energética e retorno dos investimentos feitos.

### **Parceria entre o consultor e o cliente**

Cabe ao consultor indicar para o cliente quais são as oportunidades de melhoria no consumo de energia que podem ocorrer na instalação, bem como os possíveis problemas que levem a um consumo desnecessário.

O consultor de eficiência energética deve sempre tomar as decisões em conjunto com o cliente, procurando agir como seu parceiro.

Ao consultar os colaboradores do cliente, procura fazer o máximo de perguntas sobre o processo, levantando as dificuldades que encontram na realização das tarefas, visando compreender como o processo pode influenciar no consumo de energia.



## Fique ligado!

Mesmo que o consultor em eficiência energética possa realizar o trabalho sozinho, a participação dos membros da organização promove o comprometimento de todos com a implementação de medidas a serem propostas.

O relatório final do consultor deve ser elaborado de forma que abranja a totalidade da empresa. Quando for necessário focar setorialmente os pontos de oportunidade de melhoria, o consultor precisa ter habilidade para não causar situações de constrangimento entre os colaboradores do cliente, sob pena de perder a colaboração espontânea das equipes.

### Primeira visita

Senso de organização e de observação, além do conhecimento técnico, são competências indispensáveis para que o consultor em eficiência energética execute bem o seu trabalho. Inicialmente é necessário organizar o roteiro de trabalho que deve ser composto de:

- visita inicial ao cliente, para verificar quais são as suas expectativas;
- elaboração de um plano das atividades que deverão ser executadas;
- negociação deste plano com o cliente, pois o consultor terá que ter a colaboração de todos da empresa;
- execução da coleta de informações necessárias para a realização de seu estudo;
- realização dos estudos de eficiência energética e posterior apresentação ao cliente;
- implementação das medidas do projeto e acompanhamento de sua execução para possíveis correções.

Ao iniciar a sua primeira visita às instalações da empresa, o consultor deve informar ao seu cliente que será necessária a obtenção de uma grande quantidade de dados, que precisam ser confiáveis e de boa qualidade. Só assim será possível a elaboração de um bom projeto de eficiência energética, que atenderá às necessidades e expectativas do cliente.

Nessa primeira visita o consultor deve, também, obter do cliente uma visão geral do processo produtivo, que posteriormente, durante a realização do trabalho de consultoria, será conhecido em detalhes.

Como resultado dessa reunião, obtém-se, mesmo que provisoriamente, a definição de quais são os trabalhos a serem realizados e a elaboração de um cronograma inicial.

Nessa ocasião, o consultor negocia com o cliente o fornecimento de um local que possa servir de base para a realização do trabalho, ou seja, a coleta de dados, a análise de leiautes, plantas, diagramas etc. Deve, ainda, o consultor, em conjunto com a sua equipe, ter acesso aos arquivos técnicos da planta industrial.

## **Relatório de planejamento**

Após a realização das análises preliminares e definição de como serão realizadas as etapas do estudo de eficiência energética, é necessário elaborar um relatório de planejamento, que deve ser apresentado e avaliado em conjunto com o cliente.

Nesta fase, podem ainda ser negociados tanto os prazos quanto a metodologia de realização do projeto, que deve apresentar claramente todas as fases e ações a serem realizadas para serem discutidas e negociadas.

Na elaboração do relatório de planejamento, os dados são condensados de forma que sua apresentação facilite a tomada de decisões gerenciais.

O relatório de planejamento deve conter os seguintes itens:

- gastos atuais com energia da empresa;
- percentual mínimo que se espera reduzir com o estudo de eficiência energética (meta de redução);
- estratégias para a realização dos levantamentos de carga;
- estratégias para o levantamento de utilização de energia;
- medidas simples que poderão ser executadas para reduzir os gastos com energia;
- outras medidas a serem executadas e que envolvem aplicação de recursos;
- definição de prazos iniciais para cada fase do estudo de eficiência energética.



Esse é o início do trabalho. Nessa fase, o consultor apenas apresenta sua proposta de trabalho. Como esse trabalho será realizado, será o assunto do nosso próximo capítulo.

## **Voltando ao desafio**

A diretoria tem razão em ter essa dúvida. Como foi visto neste capítulo, o primeiro relatório deve conter apenas a descrição das estratégias a serem adotadas para a realização de todo o trabalho.

Nesta fase do trabalho, a proposta de compra de equipamentos se configura como precoce, já que o consultor ainda não tem dados suficientes para propor uma solução. Trata-se, pois, de uma decisão precipitada e ainda pouco fundamentada.

## **Resumindo**

Neste capítulo foi apresentado como deve ser o comportamento de um consultor, ou mesmo, de alguém dentro dos quadros de uma empresa, que se propõe a fazer um estudo de eficiência energética com suas conseqüentes soluções.

Ele deverá:

- Analisar as sugestões e os desejos do cliente;
- Planejar como informar à empresa sobre o estudo de eficiência energética;
- Decidir sobre quem envolver na coleta de dados;
- Gerar o tipo correto de dados (dados de produção);
- Interpretar os resultados do relatório de eficiência energética;
- Decidir como realizar a implementação das medidas sugeridas.

Os resultados dessas ações serão:

- Relatório contendo o diagnóstico da situação;
- Realização de simulações técnicas e elaboração do escopo do relatório final (incluindo o gerencial);
- Medição de novos dados e verificação dos já existentes, se necessário;

- Elaboração da estratégia de substituições de máquinas e equipamentos e análise de custos;
- Elaboração de planilhas técnicas e de avaliação financeira do impacto das modificações propostas sobre o alcance das metas de aumento de eficiência energética e retorno dos investimentos feitos.

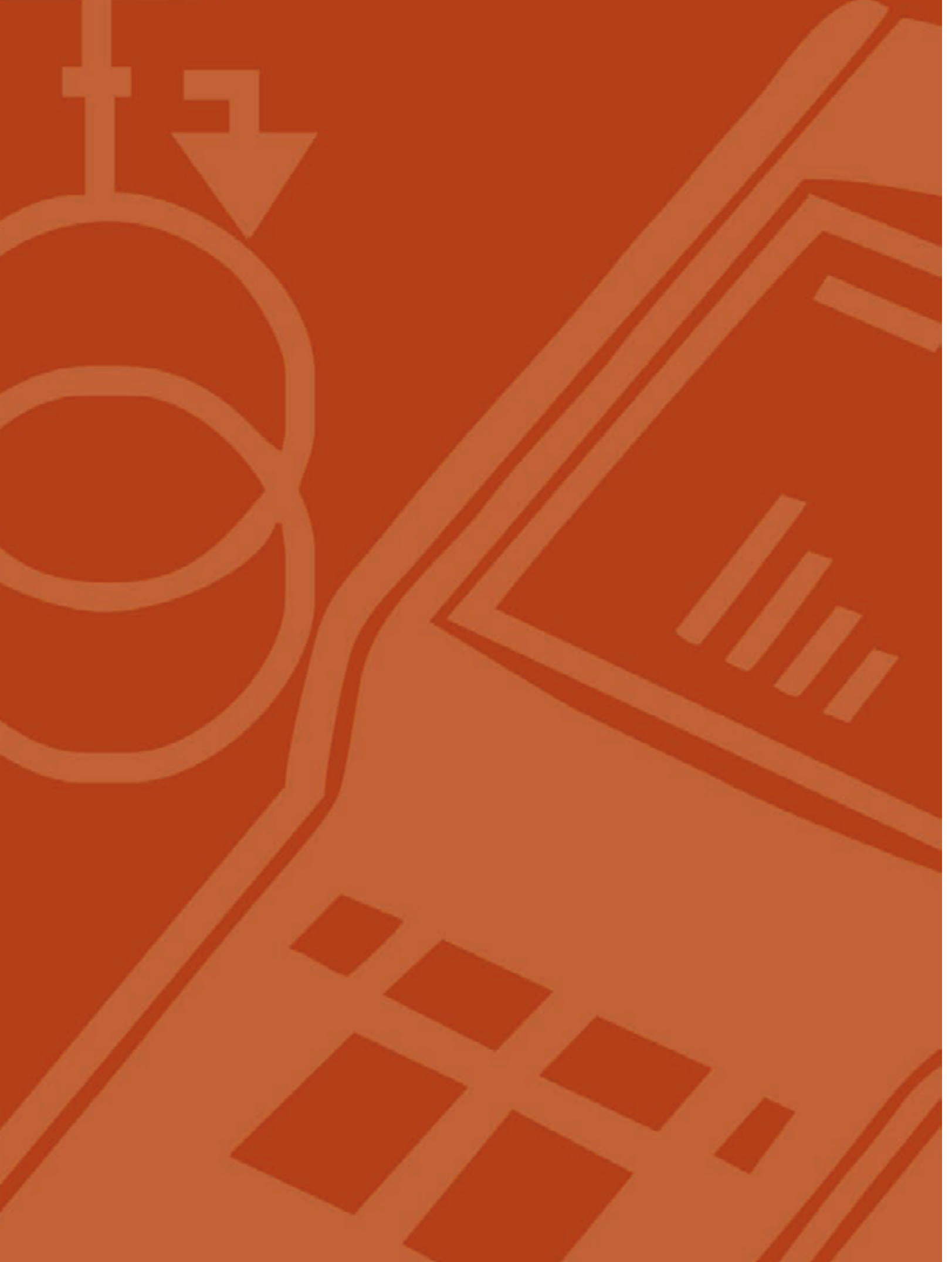
### Aprenda mais

Para aprender mais sobre o assunto, você pode consultar:

PROCEL INDÚSTRIA. **Metodologia de realização de diagnóstico energético.** Brasília, 2002.

FUPAI. **Conservação de energia:** eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

SENAI. MG. **Os sete passos para a eficiência energética.** Belo Horizonte, 2001.



## Capítulo 3

---

# LEVANTAMENTO DE DADOS

### Iniciando nossa conversa

No capítulo anterior, você viu como é importante o levantamento de dados para a realização de um bom estudo de eficiência energética.

Um relatório, com dados insuficientes ou imprecisos, terá como resultado um diagnóstico igualmente impreciso e um estudo comprometido.

Em um estudo de eficiência energética, os levantamentos do consumo dos equipamentos e de suas rotinas de funcionamento são as atividades mais importantes, pois o nível de qualidade do estudo acompanhará o nível de qualidade de levantamento realizado.

Neste capítulo, vamos estudar estratégias para fazer esse tipo de levantamento.

### Objetivos

Com a leitura deste capítulo, nossos objetivos de estudo são:

- Conhecer a importância da etapa de levantamento de dados em um estudo de eficiência energética;
- Identificar os dados mais importantes que devem ser coletados.

### Um desafio para você

Um consultor foi contratado para apresentar soluções para diminuir o elevado consumo de energia elétrica de uma empresa média de confecção.

No primeiro dia de trabalho, ele solicitou as últimas 12 contas de fornecimento de energia da empresa. Pediu, também, o deslocamento de um funcionário do escritório para ajudar a fazer o levantamento das cargas dos equipamentos das oficinas e da iluminação.

Depois de ler este capítulo responda: essas ações são acertadas? Por quê?

## Continuando nossa conversa

### Conta de fornecimento de energia elétrica

A análise da conta de energia elétrica é um importante instrumento para o estudo inicial, com o objetivo de melhorar a eficiência energética da residência ou da empresa, diminuindo o consumo. Nessa análise, não se estuda apenas o consumo, mas o custo da utilização de energia elétrica.

Todavia, para fazer esse estudo é necessário conhecer as diferenças entre uma conta para consumidores da classe *baixa tensão* e os consumidores da classe *alta tensão*.

Os consumidores de energia de baixa tensão, que podem ser residenciais, comerciais ou industriais, somente pagam pelo *consumo* de energia elétrica. Mas, quando se trata de consumidores de alta tensão, a situação já muda completamente.

Os consumidores de alta tensão, na sua grande maioria, são constituídos pelas indústrias, seguidos pelos consumidores comerciais, como os grandes *shopping centers*.

Eles têm, obrigatoriamente, transformadores em suas entradas de fornecimento de energia. Nesse tipo de instalação, além do medidor de consumo, existe um medidor de demanda e um medidor de fator de potência. Para emitir a fatura de fornecimento, a concessionária considera esses três dados: consumo em kWh, demanda em kW e fator de potência em FP (adimensional).



## Fique ligado!

O Watt é a medida de potência elétrica e tem como símbolo a letra W.

Do mesmo jeito que um quilograma (Kg) corresponde a 1.000 gramas (g), 1.000 Watts correspondem a um Quilowatt, que é representado pelas letras kW.

Com esses três dados, constrói-se a tarifa de alta tensão que existe em duas modalidades:

- convencional;
- horo-sazonal.



## Fique ligado!

A tarifa convencional é aquela que é *única* durante o dia todo.

A tarifa horo-sazonal é aquela que tem *diferentes* preços conforme a hora do dia.

Na tarifa horo-sazonal existe uma série de variáveis a serem consideradas, pois cada consumidor é um caso, que deve enquadrar-se em uma das várias modalidades de tarifa.

Em geral, durante os dias úteis, nos horários de ponta, que é um período de três horas, determinado por concessionária de energia elétrica, a tarifa sofre um aumento significativo, tanto na cobrança de consumo como na cobrança de demanda, enquanto no restante do dia a tarifa é cobrada normalmente.

As tarifas de energia elétrica são diferentes para cada concessionária. Além disso, algumas empresas adotam tarifas diferenciadas para cada época do ano, que são o *período seco* e o *período úmido*.

O período seco compreende os sete meses consecutivos, de maio a novembro, quando ocorrem menos chuvas e o volume de água nos reservatórios é menor. Neste período, o preço da energia no horário de ponta é maior do que o preço da energia no horário de ponta do período úmido.

O período úmido compreende os cinco meses consecutivos de dezembro a maio do ano seguinte, quando ocorre a maior quantidade de chuva e, conseqüentemente, os reservatórios estão com mais água represada.

Para saber com mais detalhes sobre como é cobrada a tarifa de energia elétrica, é necessário consultar a empresa concessionária de energia elétrica onde a empresa está instalada. Isso também pode ser feito pela Internet.



### Fique ligado!

As empresas industriais e comerciais podem fazer contratos de composição de tarifas com as empresas concessionárias, enquadrando-se em dois tipos de tarifas: *azul e verde*.

A tarifa horo-sazonal Azul (*Tarifa azul*) é destinada a consumidores que têm alto fator de carga no horário de ponta, com capacidade de modulação de carga neste horário.

A tarifa azul é composta por tarifas diferenciadas, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano.

Ela é composta de:

- demanda na ponta (seco ou úmido);
- demanda fora da ponta (seco ou úmido);

- consumo na ponta úmido;
- consumo fora da ponta úmido;
- consumo na ponta seco;
- consumo fora da ponta seco.

A tarifa azul está disponível a todos os consumidores ligados em alta-tensão, sendo obrigatória a aplicação a todos os consumidores dos níveis A-1, A-2 e A-3, e opcional aos demais níveis.

A tarifa horo-sazonal Verde (*Tarifa verde*) é destinada aos consumidores com baixo fator de carga no horário de ponta, com capacidade limitada de modulação neste mesmo horário.

A tarifa verde é composta por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano e por uma única tarifa de demanda de potência em qualquer horário de utilização.

Ela é composta de:

- demanda na ponta e fora (seco ou úmido);
- consumo na ponta úmido;
- consumo fora da ponta úmido;
- consumo na ponta seco;
- consumo fora da ponta seco.

(Fonte: COPEL)

Deve-se observar que cada empresa concessionária de energia elétrica faz a sua composição particular de tarifas para formar a tarifa verde e a azul.

### **Itens da conta de energia elétrica**

Para que a concessionária calcule o valor que o cliente deverá pagar pelo seu consumo de energia elétrica, são considerados o *consumo*, a *demanda* e o *fator de potência*.



Esses itens são descritos a seguir.

## **Consumo**

O consumo de energia elétrica é determinado pela potência consumida multiplicada pelo tempo. Sua unidade de medida é o kWh (lê-se Quilowatt hora). Isto quer dizer que pagamos uma quantidade de reais por kW gasto em uma hora, o que pode ser comparado com o consumo do automóvel.

No consumo de automóveis, é possível saber se eles consomem muito ou pouco. É só verificar quantos quilômetros eles rodam gastando um litro de combustível. É o famoso quilômetro por litro. Com esse dado, é possível fazer comparações entre os diversos modelos de automóveis, pois quanto menos quilômetros por litro um determinado modelo roda, mais combustível ele gasta.

Quando se trata de energia elétrica, isso fica um pouco mais complicado de entender, porque a energia elétrica não é palpável e nem pode ser vista. Só o que conseguimos ver são os seus efeitos, por exemplo, quando acendemos uma lâmpada ou ligamos um aparelho elétrico. Seu efeito pode ser sentido quando tomamos um choque, geralmente muito dolorido e perigoso.

Cada aparelho ligado à rede elétrica tem uma potência que será consumida. Por exemplo: uma lâmpada incandescente de 100 W consome 100 W para permanecer acesa. Se ligarmos dez delas ao mesmo tempo, teremos, então, 1.000 W ligados, ou 1 kW.

Se deixarmos estas lâmpadas acesas por um intervalo de uma hora, o medidor de consumo de energia elétrica em nossa casa irá andar uma unidade, registrando o consumo de 1 kW no período de uma hora, ou seja, 1 kWh.

Se ligarmos 20 lâmpadas de 100 W, teremos, então, 2 kW. Após meia hora, o medidor já registrará o consumo de 1 kWh. Deixando as lâmpadas acesas por uma hora, o medidor de energia elétrica andarás duas unidades registrando 2 kWh.

O consumo de energia elétrica, então, é cobrado conforme a potência de nossos aparelhos e o tempo que esta potência permanece ligada. Quanto maior for a carga ligada, mais rapidamente o relógio girará.



## Fique ligado!

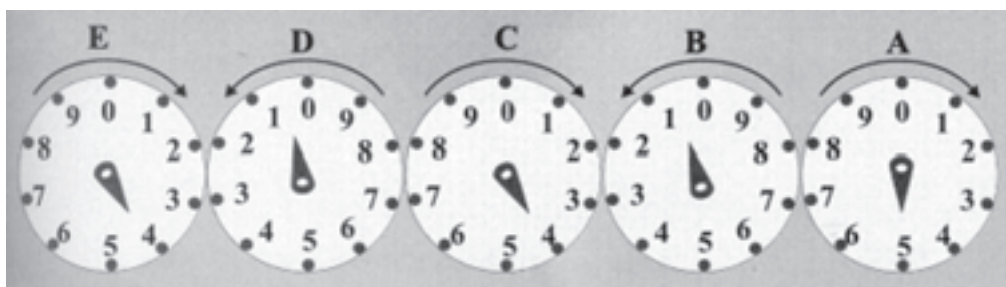
O consumo de energia elétrica é o único item da conta de energia elétrica que é cobrado tanto do consumidor de baixa tensão como do consumidor de alta tensão.

Para certos consumidores de alta tensão com tarifa horo-sazonal, durante o horário fora de ponta, a tarifa de consumo tem o preço normal, mas durante o horário de ponta a tarifa é majorada.

Dependendo da concessionária, a tarifa horo-sazonal pode sofrer majoração no consumo e demanda fora de ponta, no período seco.

As Figuras 1 e 2 ilustram dois tipos de mostradores de medidores de consumo de energia elétrica.

**Figura 1 – Medidor de ponteiros**



**Figura 2 – Medidor ciclométrico**



## **Demanda**

A demanda é toda a potência que está sendo requerida instantaneamente da rede. Para melhor compreender isso, veja o exemplo a seguir.

Voltemos às lâmpadas incandescentes. Quando ligamos uma lâmpada de 100 W, estamos fazendo fluir energia suficiente para acender a lâmpada. Não importa por quanto tempo ela fique ligada à rede, a lâmpada está requerendo 100 W de energia enquanto estiver ligada.

Se mais duas novas lâmpadas forem ligadas, elas estarão solicitando 300 W da rede para acender.



### **Fique ligado!**

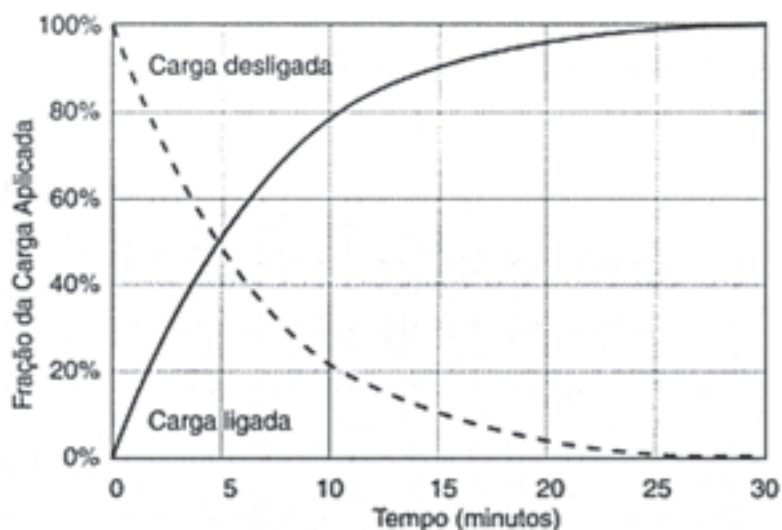
*Demanda é a soma das potências dos equipamentos, que estão ligados na rede de eletricidade consumindo energia, independente da quantidade de tempo que permaneçam ligadas.*

Assim, se 100 W forem ligados, a demanda será de 100 W, independente do tempo durante o qual a carga permanecerá ligada.

As concessionárias de energia elétrica cobram de seus consumidores de alta tensão a demanda em kW, mas não podem cobrar esta demanda instantaneamente, apenas integralizada.

A demanda integralizada quer dizer que, quando uma determinada carga é ligada, por exemplo, 20 kW, esta potência está sendo requerida da rede, mas o medidor de demanda registrará, depois de 5 minutos, cerca de 50% (10 kW) desta demanda. Depois de 10 minutos ele registrará 80% (16 kW) desta demanda, e assim por diante, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Gráfico de demanda

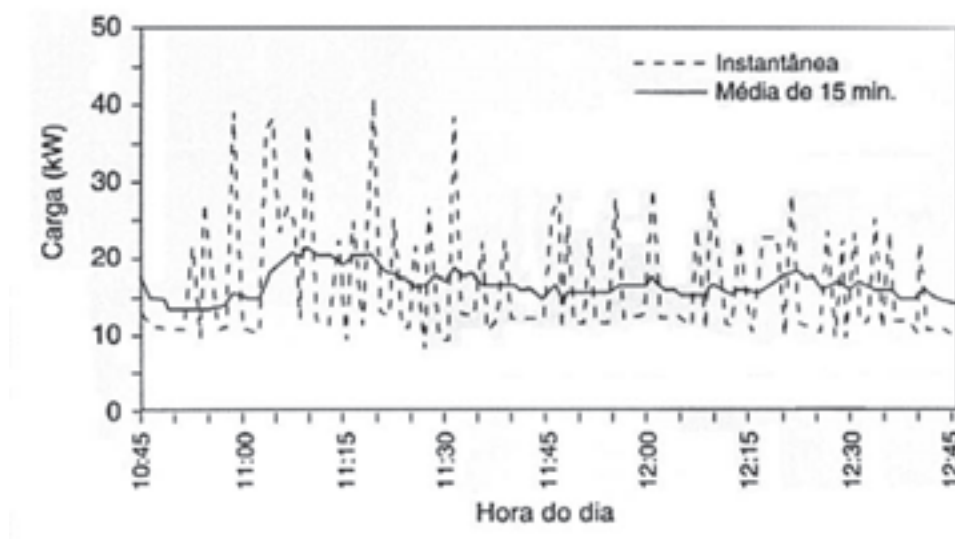


Fonte: SENAI – DN. Capacitação de empreendedores na área de eletricidade. Brasília: 2002, p. 29.

Para registrar os 100% (20 kW), esta carga deve permanecer ligada por quase meia hora. É como usar um termômetro para medir a febre. Leva um determinado tempo até que a temperatura real seja medida.

Quando se desliga a carga, o inverso é verdadeiro, ou seja, mesmo com a carga (20 kW) totalmente desligada, o medidor de demanda após 5 minutos ainda registrará 50% (10 kW) desta carga. Após 10 minutos, o medidor de demanda ainda registrará 20% (4 kW) desta carga. Ele somente registrará zero de demanda cerca de meia hora depois da carga totalmente desligada.

Desta forma, obtém-se uma demanda uniformizada com relação ao medidor de demanda. Isso é ilustrado no Gráfico 2, que mostra a demanda instantânea *versus* a demanda padrão.

**Gráfico 2 – Demanda instantânea x demanda padrão**

Fonte: SENAI – DN. Capacitação de empreendedores na área de eletricidade. Brasília: 2002, p. 30

### Fator de potência

O fator de potência é um índice que indica qual é a relação entre as potências aparente, ativa e reativa, que os equipamentos de energia elétrica consomem.

A potência ativa é a potência que foi consumida em trabalho, como, por exemplo, o chuveiro, que é um aparelho puramente resistivo, ou seja, toda a potência requerida por ele será transformada em calor.

A potência reativa é parte da potência consumida que foi transformada em magnetização, como, por exemplo, no motor elétrico, que é um equipamento em que parte da potência requerida é transformada em trabalho e parte é transformada em magnetização. A parte que é transformada em magnetização é a potência reativa e a parte transformada em trabalho é a potência ativa.

A soma das duas potências nos dá a potência aparente. Mas, cuidado! Esta soma não é uma soma aritmética, ela é a soma vetorial.

A relação entre as potências aparente e ativa é chamada *fator de potência* e varia de zero a um e constitui um número adimensional (sem unidade).

Como a potência reativa somente é medida nos consumidores de alta tensão, o fator de potência somente aparece nas contas de energia destes consumidores.



### Fique ligado!

A potência aparente geralmente é denominada de  $S$  e sua unidade é o  $VA$  (Volt Ampère).

A potência ativa geralmente é denominada de  $P$  e a sua unidade é o  $W$  (Watt).

A potência reativa geralmente é denominada de  $Q$  e a sua unidade é o  $VAR$  (Volt Ampère Reativo).

O fator de potência também é chamado de  $\cos\phi$  (lê-se co-seno fi), não tem unidade.

Analisando os dados de consumo, demanda e fator de potência, o consultor de eficiência energética tem uma visão do gasto da empresa com o fornecimento de energia elétrica. Já nesse momento, ele pode fazer um cálculo do fator de carga e ter a noção inicial do tamanho do problema.

## Levantamento de dados de motores elétricos

Depois da análise da conta de energia, o consultor passará a atuar no chão de fábrica.

O foco do estudo deste Guia é a otimização de sistemas motrizes. Por isso, nos exemplos dados sobre a atuação do consultor de eficiência energética em uma empresa, a atenção estará necessariamente voltada para a utilização racional do motor elétrico, que é o principal propulsor dos sistemas motrizes industriais.

Qual é a razão técnica dessa escolha?

Os dados de consumo de energia por setor produtivo do Brasil indicam que a indústria é responsável por quase 50% do consumo. Nesse universo, as cargas acionadas pelos motores elétricos são responsáveis pelo consumo de 30% da energia gerada. Devido a esse volume de utilização, este equipamento é ideal para ser objeto de estudos de eficiência energética, pois como os motores elétricos são basicamente conversores de energia elétrica em energia mecânica, toda e qualquer deficiência que ocorre nos sistemas motrizes por ele

acionados obrigatoriamente refletirá na eficiência da utilização da energia elétrica.

Como todas as perdas e maus dimensionamentos mecânicos se transformarão em deficiências e perdas elétricas, por conveniência podemos obtê-las nos motores elétricos quando medimos a corrente, tensão, fator de potência e velocidade.

É conveniente que antes de realizarmos os levantamentos nos motores elétricos, verifiquemos os sistemas motrizes por eles acionados, pois todas as deficiências nesses sistemas serão refletidas nos motores, gerando parâmetros que podem confundir e indicar equivocadamente quais são e onde estão as causas da ineficiência energética. Além de verificarmos se os motores foram adequadamente especificados para os sistemas motrizes quanto à potência de acionamento e regime de funcionamento, existem diversos parâmetros que devem ser analisados conforme poderemos constatar nos demais guias desta coleção.

Por exemplo, antes de analisarmos os motores que acionam as **Bombas** é conveniente que verifiquemos:

- se as bombas estão projetadas corretamente;
- a carga, vazão, tubulação e altura do sistema;
- se existe um plano de manutenção preventiva e se o mesmo está sendo realizado.

Todos estes fatores, se não estiverem sendo adequadamente monitorados, sobrecarregarão os motores elétricos, refletindo em maiores perdas e consumo de energia elétrica.

Quanto aos **Compressores**, é necessário verificar:

- se estes estão instalados em locais limpos;
- se estão sendo corretamente ventilados;
- se estão instalados próximos aos locais de utilização;
- se não existem curvas bruscas nas instalações;

- se as partes móveis estão devidamente lubrificadas;
- se as correias estão devidamente esticadas, conforme instruções dos fabricantes;
- se existe e está sendo executado um plano de manutenção preventiva.

Com o avanço da tecnologia na área de eletrônica de potência, atualmente estão disponíveis dispositivos de acionamentos de motores que estão substituindo os tradicionais com muito mais eficiência. Com os equipamentos de acionamento eletrônico, pode-se obter menores correntes de partida com muito mais eficiência e maior controle de velocidade, redundando em mais economia de energia elétrica.

Para as **Correias Transportadoras**, a medida mais importante a ser adotada é a elaboração e execução de um plano de manutenção preventiva e preditiva, no qual estejam previstos:

- exames periódicos do estado dos rolamentos dos roletes;
- lubrificação e substituição dos rolamentos estampados por de melhor qualidade;
- uso de retentores;
- proteção com labirintos e guarda-pó;
- verificação semanal da existência de roletes trancados;
- análise do rendimento do redutor utilizado.

Vale lembrar que na partida do motor deve-se sempre verificar se a correia transportadora está sem carga.

Para os **Acionamentos**, sempre verificar:

- se os eixos estão alinhados, pois, caso estejam desalinhados, além de causar desgastes, diminuem a vida útil e também a eficiência do conjunto “acoplamento x componente”.
- se o redutor foi bem planejado e se está adequadamente instalado.
- a lubrificação, para que ocorra a diminuição de atrito, fazendo com que as peças trabalhem mais livres.



Ajustar também as correias de acionamento, trocando-as quando desgastadas e, no caso de polia com múltiplas correias, quando ocorrer o rompimento de uma delas, substituir todas.

Providenciar para que as correias estejam adequadamente tensionadas e não permitir a ocorrência de excesso de velocidade. É indispensável que se elabore e execute um plano de lubrificação e de manutenção preventiva e preditiva.

Após a verificação de todos os parâmetros que estão acima descritos e de outros que estão detalhadamente descritos nos demais guias desta coleção, poderemos então providenciar os levantamentos necessários. Dependendo do grau de precisão e detalhamento que se espera do diagnóstico energético, esse levantamento de dados pode ser feito de três maneiras diferentes:

- por amostragem;
- por dados de placa;
- detalhado.

Os dados obtidos nestes levantamentos devem ser anotados em formulários desenvolvidos especialmente para esse fim. Isso é necessário, porque é preciso que, ao fim do trabalho de coleta de dados, estes já estejam ordenados para facilitar sua análise.

Conheça, a seguir, detalhes sobre os tipos de levantamentos de dados de motores elétricos.

## **Levantamento por amostragem**

O levantamento por amostragem é mais aplicável onde a empresa apresenta uma grande quantidade de máquinas iguais, desempenhando a mesma tarefa.

Nesse caso, apenas alguns motores são escolhidos para receber as medições em campo. Os valores anotados são considerados válidos para os demais motores.

Porém, é necessário investigar se as máquinas requerem motores de mesma potência, pois mesmo se realizarem tarefas semelhantes, mas tendo diferentes potências, esse tipo de levantamento não poderá ser usado.

## Levantamento por dados de placa

O levantamento por dados de placa apresenta-se como uma possível solução para uma primeira análise da situação das instalações.

Consiste em reunir os dados de placa de todos os motores instalados, seja diretamente no campo ou por meio de dados de arquivo e considerar todos os motores operando em carga nominal.

A principal característica deste método é que não exige nenhuma medição em campo.

## Levantamento detalhado

Este método consiste em conhecer não só os dados de placa dos motores, mas também realizar medições de campo de todos os motores instalados.

Embora esse tipo de levantamento demande muito mais tempo, a contrapartida será a obtenção de dados muito mais precisos para a realização do diagnóstico de eficiência energética.

## Dados relevantes do motor

A pessoa que vai levantar informações sobre o motor já deve saber que nem todos os dados, que se pode obter são relevantes.

Assim, os dados mais importantes num levantamento de campo e que devem ser coletados com a maior atenção, para evitar diagnósticos de baixo nível de qualidade, são:

- dados construtivos;
- dados provenientes de medições elétricas e mecânicas;
- dados de placa;
- dados da carga acionada;
- horas de funcionamento;
- período de funcionamento;
- potência fornecida pelo motor.

## Dados construtivos

Os dados construtivos de um motor informam como este motor está instalado, como por exemplo:

- posição da montagem – vertical ou horizontal;
- posição em relação ao eixo;
- local de fixação – em parede ou piso.

No diagnóstico energético, esses dados pouco influenciam na análise, porém tornam-se vitais quando as medidas propostas forem implementadas, principalmente se houver um possível custo extra nas adaptações mecânicas.

Essas adaptações podem ser necessárias nos seguintes casos:

- substituição de um motor antigo sujeito a diferente normalização;
- troca por um motor de potência diferente e, conseqüentemente, com carcaça diferente;
- opção por outro tipo de acoplamento motor para tornar a máquina mais eficiente;
- escolha de uma montagem mais adequada.

## Dados de medições elétricas e mecânicas

Essa etapa é uma das principais do trabalho, pois é a partir das medições elétricas e mecânicas que todas as decisões poderão ser tomadas.

Os motores precisam estar identificados em planilhas individuais, contendo seus dados de placa. É necessário que as planilhas fiquem separadas por setores da planta industrial.

A medição deve ser realizada no instante em que o motor estiver operando na sua capacidade máxima, evitando coleta de dados que não expressem a realidade.

As informações sobre o melhor momento para executar esta tarefa são obtidas com o pessoal que opera os equipamentos.

Uma vez observados todos esses aspectos, as medições podem ser realizadas e as grandezas a serem obtidas são as seguintes:

- corrente de cada fase ( $I_a$ )  $I_b$ ) e ( $I_c$ );
- tensão entre fases ( $V_{ab}$ ) ( $V_{bc}$ ) e ( $V_{ca}$ );
- potência ativa de entrada (W ou kW);
- fator de potência (fp);
- velocidade de rotação (rpm).

No caso das grandezas elétricas, recomenda-se a utilização dos seguintes instrumentos:

- Amperímetro do tipo alicate – para medições instantâneas de tensão e corrente;
- Medidor de fator de potência – para a determinação da carga, distribuição ou fator de potência geral da instalação. O medidor da concessionária é muito bom para indicar o fator de potência geral da instalação;
- Wattímetro (medidor de potência) – para medições completas de potência de motor;
- Tacômetro sem contato – para medir a velocidade do motor, auxiliando na estimativa de percentual de cargas.
- Analisadores de energia – se as cargas dos motores forem variáveis.

A correta utilização fornece uma perfeita visão de como está sendo utilizada a energia elétrica pelo equipamento que está sendo monitorado.



### Fique ligado!

Métodos para avaliação do carregamento do motor elétrico para subsidiar a possível substituição da máquina:

- Caso a carga seja constante: método através da medição da corrente, método através da medição da potência, método através da medição da rotação.
- Se carga variável: utilização de analisadores de energia.

## Dados de placa

O conhecimento das características construtivas do motor é importante para análise dos dados medidos. Neste caso, os dados de placa do motor têm que ser corretamente anotados para facilitar essa parte do trabalho.

A norma NBR 7094/1996 define que todo motor de indução deve conter informações relativas às suas características de operação e de fabricação. Essas informações são resumidas na placa de identificação do motor.

Para os estudos de eficiência energética, as seguintes informações a serem obtidas nas placas são as seguintes:

- nome e/ou marca do fabricante;
- modelo;
- potência nominal;
- tensões nominais;
- correntes nominais;
- velocidade de rotação nominal;
- fator de potência nominal;
- rendimento nominal;
- categoria;
- corrente de partida;
- fator de serviço;
- denominação principal (motor de indução de gaiola ou de anéis);
- número de fases;
- número da norma (NBR7094);
- regime tipo de motor;
- frequência nominal;
- diagrama de ligações;
- temperatura ambiente máxima.

No caso dos motores antigos e/ou sujeitos às normas americanas (Nema), alguns desses dados podem não aparecer na placa de identificação.

### **Dados da carga acionada**

Na coleta de dados, são levantadas informações de projeto sobre cargas acionadas pelo motor, principalmente quando se referem à potência necessária para seu acionamento, caracterizando-a, corretamente, ou seja, dizendo se a potência é constante, ou intermitente ou, ainda, se é variável (ou pulsante).

Com estes dados, é possível verificar se um motor está corretamente dimensionado e se é necessária a sua substituição. Não se pode esquecer que, tanto o subdimensionamento quanto o superdimensionamento são prejudiciais ao próprio motor.

Estes dados são do projeto das cargas, no qual é especificado qual a potência do motor que as aciona. Deve-se, então, tomar os devidos cuidados para não realizar substituições indevidas, pois isso poderá causar prejuízo.

### **Horas de funcionamento**

Embora na maioria dos casos seja impossível levantar-se o tempo de funcionamento dos motores elétricos, pois geralmente as empresas não possuem *softwares*, horímetros ou algum outro tipo de dispositivo contador, algumas atitudes podem ser adotadas para levantar a quantidade de horas de funcionamento de cada motor:

- informação do pessoal de operação e manutenção;
- monitoramento dos motores ou da produção.

É importante ressaltar que o monitoramento da produção só pode ser usado para os motores que estão associados diretamente ao processo produtivo, pois existem motores que continuam funcionando mesmo com a produção parada, ou que podem ser desligados sem interromper a produção, como, por exemplo, motores de ventiladores.



## Fique ligado!

*Levantamento das horas de funcionamento dos motores elétricos.* Este dado deve ser levantado de forma confiável, nem que, para isso, seja necessário monitorar máquina por máquina, pois ele é um dos mais importantes para a realização de um bom trabalho de obtenção de eficiência energética. Ele ajuda a identificar os motores que permanecem ligados sem estarem sendo utilizados.

### Período de funcionamento

Embora o levantamento das horas de funcionamento indique durante quantas horas o motor aciona uma máquina no seu período de funcionamento, isso não ajuda a descobrir outros dados importantes de utilização.

Esses dados indicam:

- qual é o período de funcionamento da máquina durante o dia, principalmente porque ela pode estar funcionando em horários de ponta de demanda e consumo;
- quais os dias da semana em que a máquina funciona.

Esses dados fornecem o perfil de utilização desta máquina.



## Fique ligado!

O perfil de utilização das máquinas permite estudar formas de diminuir a demanda de energia da empresa, fazendo que o equipamento funcione em horários de tarifas mais favoráveis, com economia de energia e de custos.

## Potência fornecida pelo motor

Embora a potência nominal seja um dado de placa, não se pode deixar de medir a potência que cada motor está fornecendo, usando um wattímetro.

Este valor pode ser calculado, utilizando-se a corrente e fator de potência. Não se pode esquecer que a potência *real* fornecida vai depender da potência requerida pela máquina acionada.



### Fique ligado!

A reunião e a análise dos dados relativos ao motor são as ferramentas que mais ajudam o consultor de eficiência energética a apresentar soluções que levem à diminuição dos custos de fornecimento de eletricidade.

Mas, há ainda outro tipo de intervenção que o consultor pode fazer: é na iluminação dos prédios onde a empresa está instalada. Leia sobre isso, a seguir.

## Outros níveis de intervenção: levantamento de dados de iluminação

Outro tipo de intervenção que o consultor pode fazer é na iluminação.

Os levantamentos de dados de iluminação são os mais fáceis de serem obtidos, pois geralmente em um mesmo ambiente são encontrados sempre os mesmos tipos de lâmpadas, com a mesma potência.

O levantamento de dados sobre iluminação é feito em relação aos seguintes itens:

- Potência consumida: as potências de cada lâmpada e de cada ambiente são anotadas, coletando-se as dos reatores para o caso das lâmpadas de descarga (fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio);



- Horas de funcionamento: anotar qual é a quantidade de horas durante as quais estas lâmpadas permanecem ligadas, para poder calcular qual é a contribuição delas no consumo geral da empresa;
- Período de funcionamento: ele é importante, pois revela o quanto as lâmpadas colaboram na demanda global da empresa.

Com esses dados, o consultor de energia pode fazer as sugestões pertinentes para diminuir o consumo, sem afetar a qualidade de iluminação dos ambientes.

## **Voltando ao desafio**

O consultor agiu acertadamente.

A análise das 12 últimas contas de fornecimento de energia fornecerá os dados de consumo e demanda sobre os quais ele deve atuar para conseguir a diminuição dos gastos, uma vez que ela apresenta, também, os dados de horo-sazonalidade.

O levantamento das cargas e da iluminação em seus mínimos detalhes, tais como potência consumida, horas de funcionamento e período de funcionamento, fornecerá os dados para análise e posterior sugestões de correção de utilização dos equipamentos instalados.

## **Resumindo**

Neste capítulo estudamos quais são os dados mais importantes a serem coletados quando se realiza um diagnóstico de eficiência energética.

Aprendemos um pouco sobre como são cobradas as contas de energia e, também, sobre a importância de realizar o diagnóstico da forma mais precisa e completa possível.

Em relação ao motor, estudamos que os levantamentos podem ser de três tipos:

- por amostragem;
- por dados de placa;
- detalhado.

Em relação à iluminação, devem ser coletados dados sobre:

- potência consumida;
- horas de funcionamento;
- período de funcionamento.

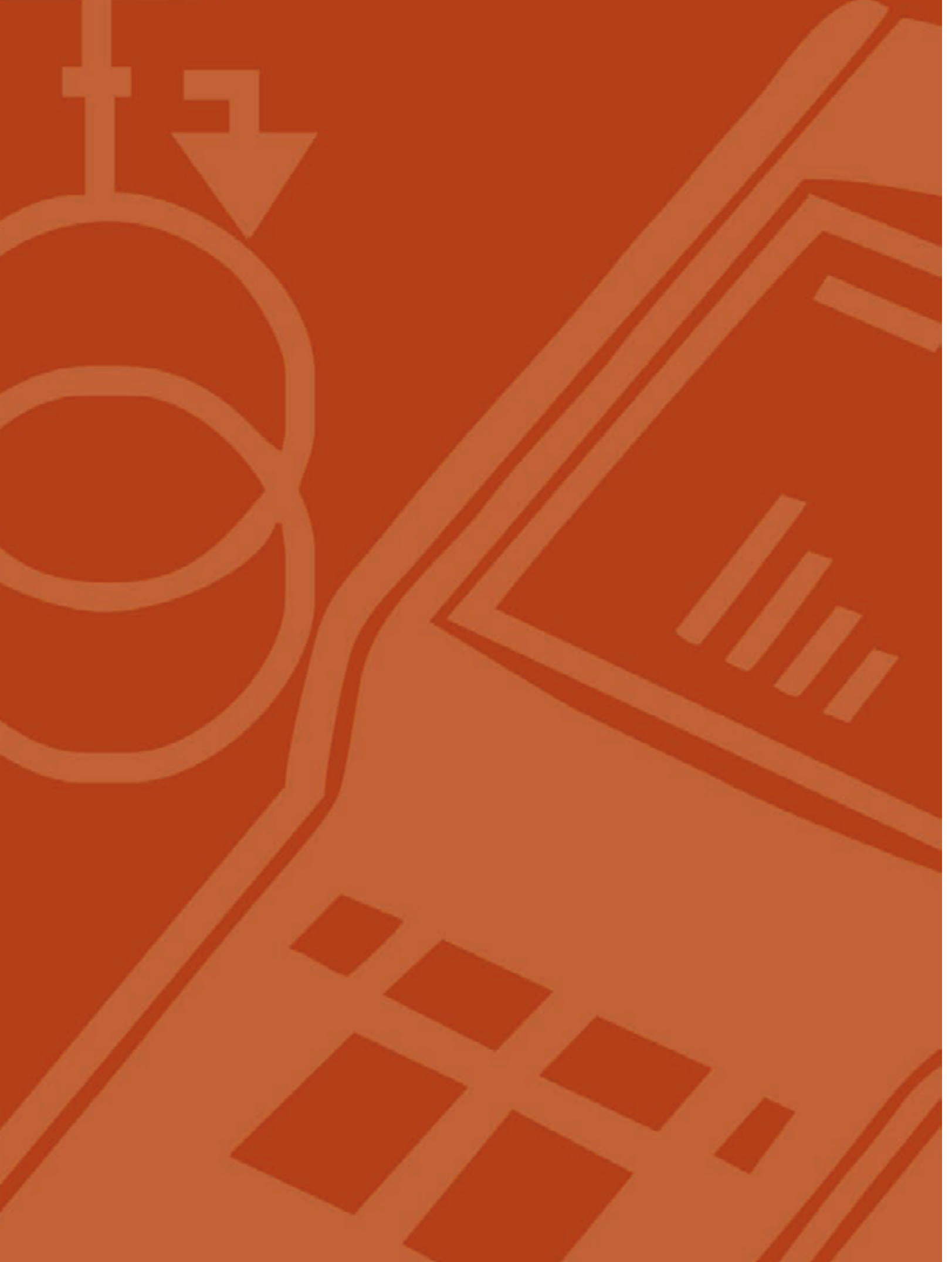
## **Aprenda mais**

Para aprender mais sobre os assuntos tratados neste capítulo, consulte:

Procel Indústria. *Metodologia de Realização de Diagnóstico Energético*.

*Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos*. Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

Consulte, também, livros técnicos didáticos sobre instalações elétricas; revistas especializadas e os *sites* das concessionárias de energia elétrica.



## Capítulo 4

---

### ANÁLISE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS

#### Iniciando nossa conversa

No capítulo anterior, você estudou quais são os dados importantes a serem coletados, quando é necessário fazer a análise de consumo para a diminuição de custos com energia.

Após realizar o inventário das cargas ligadas na empresa, o consultor tem uma série de dados a serem analisados à sua disposição.

Na realidade, esta atividade pode tornar-se um verdadeiro garimpo para encontrar qual é a melhor maneira de analisar e elaborar um bom relatório com os dados coletados.

Ao analisar dados, é necessário identificar quais deles serão os verdadeiramente úteis e quais têm o potencial de serem úteis mais tarde. O importante é que nenhum dado deve ser descartado, pois muitas vezes algo que nos parece sem valor na atualidade, pode resolver um grande problema no futuro.

Neste capítulo, você terá uma série de informações sobre como realizar uma análise dos dados coletados nos motores e nos sistemas de iluminação.



## Atenção!

Os tópicos analisados neste capítulo referem-se somente aos motores elétricos, porque estes com os seus acoplamentos são os que transformam a energia elétrica em energia mecânica, e são os principais equipamentos existentes nas indústrias.

Os motores elétricos são os responsáveis pela movimentação dos demais equipamentos abordados nesta coletânea de guias: correias transportadoras, compressores, bombas, ventiladores e exaustores.

Devido à complexidade destes equipamentos, é interessante que cada um seja analisado separadamente. Para isto, basta consultar os guias específicos de cada equipamento.

## Objetivo

Com o estudo dos temas abordados neste capítulo, nosso objetivo é:

Identificar os dados relevantes para realizar uma análise técnica de equipamentos, que resultará em um relatório de eficiência energética.

## Um desafio para você

Após o levantamento dos dados de equipamentos de uma empresa de grande porte, o consultor de eficiência energética sugeriu, dentre outras medidas, a substituição de um lote de motores do tipo padrão de 50 HP por outro do tipo de alto rendimento que trabalha à potência nominal, indicada em sua placa de identificação.

Como isso envolveria um alto investimento inicial, o departamento financeiro da empresa solicitou ao consultor que detalhasse os cálculos, a fim de demonstrar em quanto tempo a economia de energia dará retorno ao investimento da substituição dos motores, conhecendo-se os seguintes dados:

- horas de operação = 8.300 horas por ano;
- tarifa de consumo = 0,09 kWh;

- eficiência motor padrão = 91,5%;
- eficiência motor alta eficiência = 94%;
- custo da troca do motor de alta eficiência = R\$ 3.000,00.

Após estudar este capítulo, faça os cálculos e informe em quanto tempo a economia de energia dará retorno à empresa.

## Continuando nossa conversa

### Custos associados aos motores elétricos

Quando uma empresa decide substituir seus motores elétricos por de melhor rendimento, ela precisa analisar os custos de implantação. Nessa análise, é necessário considerar que existem basicamente dois tipos de custos:

- custo de aquisição;
- custo operacional.

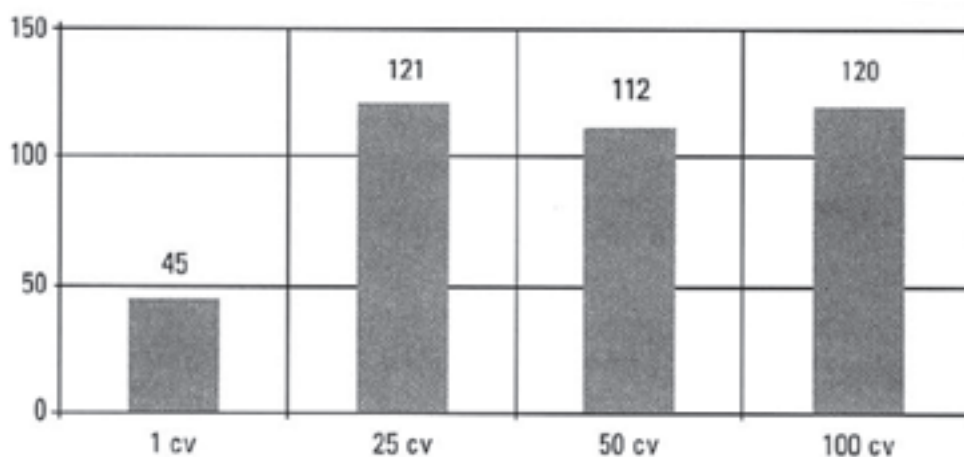
O custo de aquisição é o valor pago pelo motor. Ele varia conforme o fabricante e o tipo, ou seja, se é padrão ou de alto rendimento.

O custo operacional é aquele que corresponde aos valores que serão pagos pela energia que este motor vai requerer para funcionar ao longo de sua vida útil.

O preço de compra de um motor de alto rendimento pode e deve ser compensado pela economia de energia que este motor trará ao longo de toda a sua vida útil.

Assim, é preciso estar atento à relação custo-benefício: mesmo o preço de compra de um motor de alto rendimento sendo maior, outros parâmetros devem ser analisados.

O Gráfico 3 mostra a relação entre o custo operacional e o custo de aquisição de motores elétricos de quatro potências distintas.

**Gráfico 3 – Relação custo operacional x custo de aquisição**

Fonte: SZYSZKA, Edson e AMÉRICO, Marcio. Metodologia de realização de diagnóstico energético. Rio de Janeiro: Dezembro/2004, p. 13

Neste gráfico, vê-se, por exemplo, um motor de 100 cv, operando 4.000 horas por ano, com uma vida útil de 15 anos e uma tarifa média de R\$ 60,00/MWh. Considerando esses dados, ele apresenta os seguintes custos:

Custo de aquisição: R\$ 2.387,00

Custo operacional: R\$ 286.440,00

Isso significa que, para este motor, o custo operacional médio é 120 vezes maior que o custo de aquisição.

Para decidir sobre a aquisição de um motor de alto rendimento, pode-se também utilizar a seguinte fórmula, para comparar com a aquisição de um motor padrão:

$$kW_{ec} = cv \times 0,7465 \times \left( \frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\eta_{ar}} \right)$$

Nesta expressão:

$kW_{ec}$  representa os quilowatts economizados

$cv \times 0,7465$  são os quilowatts de saída

$\eta_p$  é o rendimento do motor padrão

$\eta_{ar}$  é o rendimento do motor de alto rendimento



### Fique ligado!

Para calcular a taxa de retorno, pode-se usar a seguinte expressão:

$$\text{Taxa de retorno simples} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Economia anual com eletricidade}}$$

Para melhor entendimento, vamos aplicar a fórmula no exemplo a seguir.

Um motor danificado de 75 hp deve ser substituído. Em quanto tempo haverá o retorno da diferença da amortização do investimento em um motor de alto rendimento em relação a um motor padrão?

Os dados a serem considerados são:

Horas de operação: 8.760 horas/ano

Tarifa de consumo: R\$ 0,09/kWh

Tarifa de demanda: R\$6,75/kW

Eficiência do motor padrão: 91%

Inicialmente, calcula-se a economia em kW:

$$kW_e = cv \times 0,7465 \times \left( \frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\eta_{ar}} \right)$$

Substituindo os valores, obtém-se:

$$kW_{ec} = 75 \times 0,7465 \times \left( \frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,95} \right)$$

$$kW_{ec} = 55,98 \times \left( \frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,95} \right)$$

$$kW_{ec} = 55,98 \times (1,09 - 1,05)$$

$$kW_{ec} = 55,98 \times 0,04$$

$$kW_{ec} = 2,23kW$$



Em seguida, calcula-se a economia anual em kWh:

$$\text{Economia anual} = 2,23 \text{ kW} \times 8.760 \text{ h}$$

$$\text{Economia anual} = 19.534 \text{ kWh}$$

Depois, calcula-se a economia anual em reais:

$$\text{Economia em R\$} = 19.534 \text{ kWh} \times \text{R\$}0,09$$

$$\text{Economia em R\$} = \text{R\$}1.758,13$$

E, por último, o retorno simples:

$$\text{Taxa de retorno simples} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Economia anual com eletricidade}}$$

$$\text{Taxa de retorno simples} = \frac{3.500}{1.758,13}$$

$$\text{Taxa de retorno simples} = 1,9 \text{ ano (ou 22 meses)}$$

No exemplo trabalhado, o tempo para retorno de investimento é de 1,9 ano (ou 22 meses).

Ao escolher entre motores elétricos de alta eficiência e motores elétricos do tipo padrão, é necessário analisar todas as variáveis disponíveis, como: eficiência, consumo e horas de funcionamento, a fim de avaliar se é realmente vantajoso realizar o investimento.

Leia sobre estas variáveis nos itens a seguir.

## **Eficiência de motores elétricos**

O motor elétrico é uma máquina que transforma energia elétrica em energia mecânica. Seu consumo real corresponde às suas perdas internas, que variam entre 5% e 20% da energia elétrica solicitada à rede. O restante é convertido em energia mecânica, ou seja, trabalho.

Os motores de indução são os mais importantes equipamentos na utilização final de energia no Brasil, pois seu consumo chega a ser superior a 30% do total gerado no País.

Quando os motores elétricos não operam em condições favoráveis, suas perdas podem chegar a 40%.

As principais causas de utilização ineficiente de um motor elétrico são:

- superdimensionamento;
- reparo inadequado;
- acoplamento motor-carga de baixa eficiência.

### **Superdimensionamento do motor elétrico**

O superdimensionamento de motores elétricos é uma das causas que mais contribuem para a sua ineficiência. Ele ocorre quando a potência nominal de um motor elétrico é bem maior do que a carga mecânica requer.

#### **Causas do superdimensionamento**

As causas mais freqüentes do superdimensionamento são:

- Desconhecimento da característica mecânica da carga, ou seja, a potência necessária para acionar a máquina ao qual está acoplado;
- Utilização de excesso de fatores de segurança nos cálculos de projeto: para não correr riscos, o projetista prefere utilizar um fator de segurança maior no cálculo do motor elétrico de acionamento;
- Especificação de um motor elétrico para atender a cargas que apresentam picos de potência esporádicos. Por exemplo: um motor de 10 cv aciona uma máquina que foi projetada para funcionar com os 10 cv, mas que esporadicamente pode atingir 12 cv de utilização por pouco tempo. O projetista prefere aplicar um motor de 15 cv ou mais, ignorando o fato de que pode ser mais caro um motor funcionar quase que continuamente com carga menor do que aquela para a qual foi projetado;
- Utilização de margem de segurança em excesso por causa de operações de processos vitais que nunca podem ser interrompidos. Neste caso, prefere-se instalar um motor com sobras de potência, que gastará mais energia, mas que apresentará uma margem de segurança muito maior contra sua queima;
- Substituição de um motor que queimou por outro de potência maior.

## Detecção do superdimensionamento

Para constatar se existe algum superdimensionamento na aplicação de motores em máquinas, é necessária a realização de medições, pois a verificação e detecção devem ser uma constante após a realização de um estudo energético.

Para detectar algum possível superdimensionamento, são utilizados alguns instrumentos de medição, tais como:

- alicate amperímetro – para a medição da corrente elétrica do motor;
- wattímetro – para a medição da potência elétrica consumida pelo motor;
- tacômetro – para a medição da velocidade de rotação do motor.

Entretanto, o instrumento mais adequado é o wattímetro, que apesar de mais caro e complexo, leva a resultados finais mais precisos e confiáveis.

Se, por acaso, for utilizado o alicate amperímetro, é necessário seguir os seguintes procedimentos:

- o motor deve estar operando com a máxima carga;
- as correntes são medidas nas três fases;
- para obter valores de corrente média, utiliza-se a média aritmética das três correntes medidas;
- se as três correntes apresentam valores muito diferentes, isto pode indicar que o motor está danificado, apresentando um curto-circuito numa das fases;
- o valor médio encontrado deve, então, ser marcado no gráfico com as curvas características do motor em análise. Essas curvas são disponibilizadas pelos fabricantes dos motores.

Após determinar graficamente o nível de carregamento do motor, se o valor estiver abaixo de 75%, provavelmente o motor apresenta sinais de superdimensionamento.

Nos casos em que o carregamento do motor estiver abaixo de 50%, este poderá ser substituído por outro de capacidade compatível com a carga acionada.

## Conseqüências do superdimensionamento

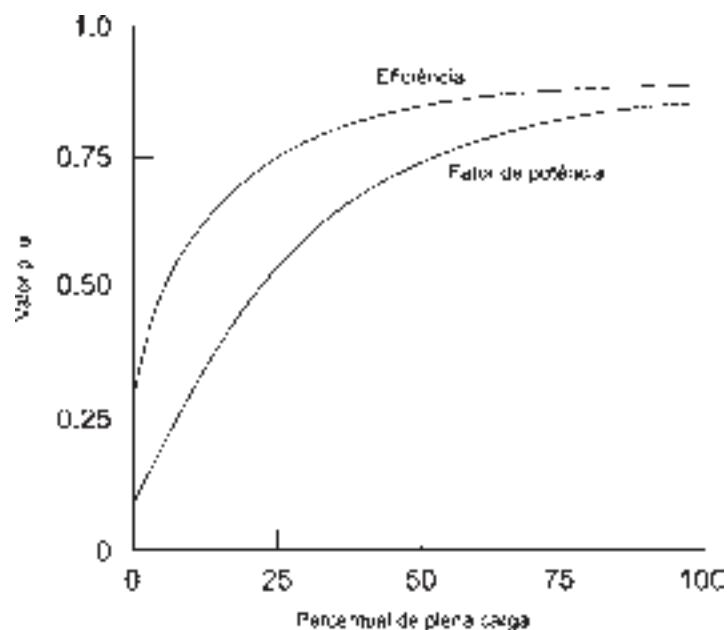
Quando ocorre o superdimensionamento de motores elétricos, várias situações desfavoráveis podem ocorrer:

- utilização de motores mais caros, volumosos e pesados;
- diminuição do fator de potência, provocando a necessidade de instalação de bancos de capacitores para a sua correção;
- diminuição do rendimento do motor, embora muitos motores apresentem seu rendimento máximo a aproximadamente 75% da sua carga nominal;
- aumento da corrente de partida, o que acarreta maior custo na proteção do motor.

## Efeitos do superdimensionamento e do subdimensionamento

O Gráfico 4 mostra os valores do rendimento e do fator de potência, de um motor de indução em função de sua carga.

**Gráfico 4 – Rendimento x fator de potência**



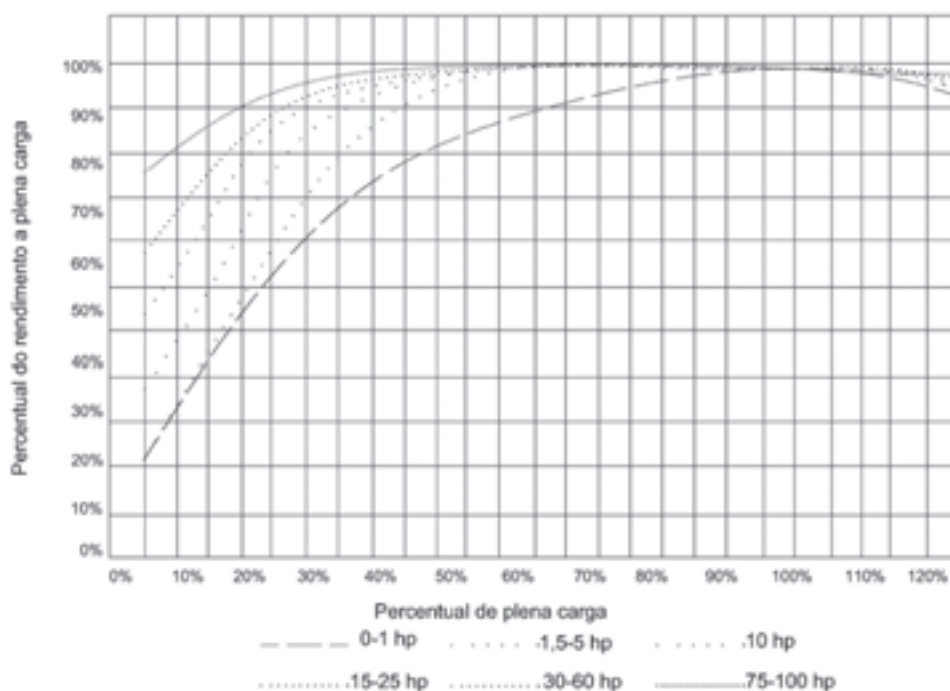
As curvas indicam que, embora o superdimensionamento corresponda a uma redução de rendimento, em alguns casos isso não é um problema grave. Geralmente, para cargas entre 75% e 100% da nominal, o motor pode ser considerado bem dimensionado.

O *subdimensionamento* também é um problema que apresenta as mesmas conseqüências de uma operação em sobrecarga, acarretando aquecimento acima do normal. Isso provoca redução da vida útil, com possíveis perdas de produção.

Nos motores de menor potência, se a carga é reduzida, o rendimento cai muito. De maneira geral, os motores que operam a 50% de carga ou menos apresentam um péssimo valor de rendimento.

O Gráfico 5 mostra o rendimento de um motor em relação ao rendimento nominal (a 100% de carga).

**Gráfico 5 – Rendimento do motor x rendimento nominal**



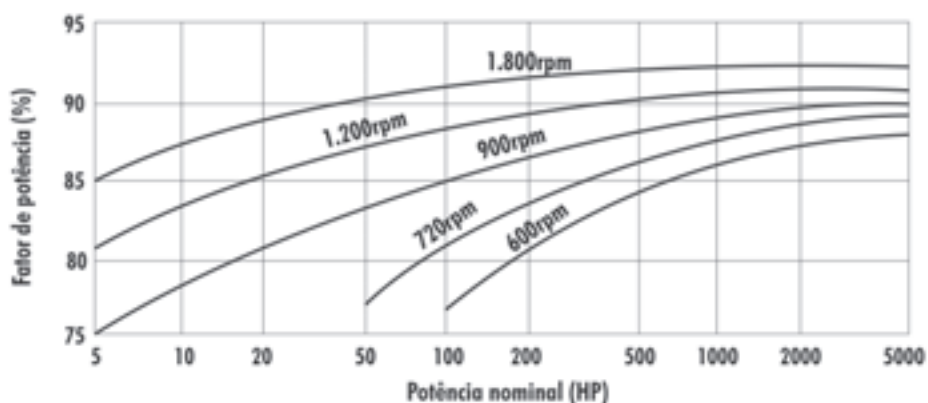
Fonte: SZYSZKA, Edson e AMÉRICO, Marcio. Metodologia de realização de diagnóstico energético. Rio de Janeiro: Dezembro/2004, p. 16

No gráfico, é possível observar que quanto menor a potência do motor, mais reduzido é o seu rendimento em cargas parciais.

Além disso, com o subdimensionamento, o fator de potência apresentará valores reduzidos quando o carregamento dos motores for inferior a 75% da carga nominal.

Este problema vai se agravar nos motores de menores velocidades, pois o fator de potência nominal diminui com o aumento do número de pólos do motor, como mostram as curvas do Gráfico 6.

**Gráfico 6 – Potência nominal x fator de potência**



Fonte: SZYSZKA, Edson e AMÉRICO, Marcio. Metodologia de realização de diagnóstico energético. Rio de Janeiro: Dezembro/2004, p. 16.

Os motores elétricos devem sempre apresentar carregamentos o mais próximo possível de 1, ou seja, com 100% da carga, pois conforme foi visto, subcarregamentos são tão prejudiciais quanto sobrecarregamentos.

## Reparo inadequado do motor

Quando ocorre a queima de um motor em utilização, é preciso decidir se um motor novo será comprado ou se o motor danificado será reparado.

Embora o reparo do motor apresente um custo menor em relação ao custo da compra de um motor novo, pode ocorrer que, após ser consertado, este motor apresente um rendimento menor em relação ao seu rendimento original.

Isto acontece porque no reparo do motor as características elétricas, magnéticas e mecânicas de projeto podem ser alteradas, aumentando as suas perdas associadas.

É fundamental que as perdas dos motores não sejam aumentadas durante o processo de reparo, pois isto aumentará o desperdício de energia elétrica ano após ano.



### Fique ligado!

A primeira causa de falhas em motores elétricos é o *superaquecimento*. Quando os motores elétricos estão limpos duram mais e utilizam menos energia, pois aquecem menos. Por isso, todos os motores elétricos devem ter manutenção adequada, principalmente no item lubrificação.

## Variáveis mecânicas

Dependendo do acoplamento motor-carga, o rendimento do motor pode variar de 50% a 99%. Por isso, essa variável mecânica é muito importante para o bom desempenho do motor.

Existem vários tipos de acoplamento e a escolha de qual utilizar depende da velocidade desejada, da potência a ser transferida, da posição relativa entre os eixos e da característica da carga mecânica a ser acionada.

Os principais tipos de acoplamentos são:

- diretos;
- polias e correias;
- caixas de engrenagens.

Estes tipos de acoplamento são explorados a seguir.

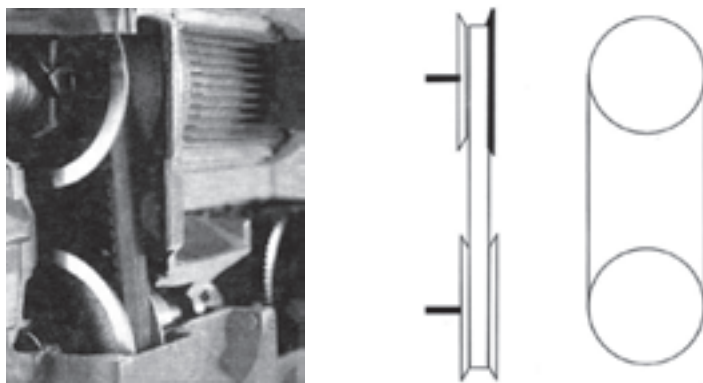
### Acoplamento direto

Esse acoplamento é indicado para os casos em que a velocidade da máquina pode ser igual à velocidade do eixo do motor. Esse tipo de acoplamento apresenta rendimento próximo a 100%. Veja Figura 3.

**Figura 3 – Acoplamento direto****Polias e correias**

Esse tipo de acoplamento é muito utilizado, principalmente pelo seu menor custo.

O acoplamento com polias e correias é mais flexível, permite absorção de choques e vibrações e é adequado em grandes e pequenas distâncias, entre os eixos do motor e da máquina que será acionada.

**Figura 4 – Correia e polia**

Com esse tipo de acoplamento, as manutenções preventivas devem ser executadas com maior frequência, pois correias muito esticadas, além de apresentarem fadiga, danificam os rolamentos e os eixos.

As correias frouxas, por outro lado, tendem a deslizar causando maiores perdas e também a redução da própria vida útil da correia.



Veja, então, os principais tipos de correias:

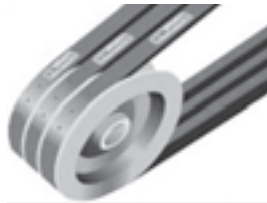
- Correias planas: apresentam maior flexibilidade entre as posições dos eixos.

**Figura 5 – Correia plana**



- Correias em V: possuem seção reta trapezoidal, de forma que as suas laterais aderem melhor às paredes laterais da polia. Apresentam rendimento entre 90% e 96%, quando bem instaladas.

**Figura 6 – Correia em V**



- Correias dentadas: possuem dentes que se encaixam em polias também dentadas. Esse tipo de acoplamento tem alto rendimento, em torno de 99%.

**Figura 7 – Correias dentadas**



## Caixas de engrenagens

As caixas de engrenagens são utilizadas em máquinas em que se necessite de giro mais lento com exigência de torques mais elevados. As perdas nestas caixas dependem do atrito entre as engrenagens, dos rolamentos e da lubrificação.

Os tipos mais comuns de caixas de engrenagens são:

- Helicoidais – usadas quando os eixos são paralelos, com rendimentos aproximados de 98%.

**Figura 8 – Engrenagens helicoidais**



- Cônicas – usadas em eixos a 90°. Têm um rendimento próximo a 98%.

**Figura 9 – Engrenagens cônicas**



- Eixo sem-fim: apresenta uma grande redução de velocidade num único estágio. O seu rendimento pode variar de 55%, para maiores reduções de velocidade, a 94% para menores reduções de velocidade.

**Figura 10 – Eixo sem-fim**



Existem, ainda, condições que podem levar um motor elétrico a uma operação ineficiente, como utilização de controle da velocidade, ou ainda, controle variável de saída como vazão, pressão etc.

## Voltando ao desafio

Para demonstrar à empresa o tempo de retorno do investimento feito com motores de alto rendimento, o consultor de eficiência energética apresentou os cálculos a seguir:

Inicialmente, o consultor calculou a economia em kW usando a fórmula:

$$kW_{ec} = cv \times 0,7465 \times \left( \frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\eta_{ar}} \right)$$

Substituindo os valores:

$$kW_{ec} = 50 \times 0,746 \times \left( \frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,94} \right)$$

$$kW_{ec} = 37,30 \times \left( \frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,95} \right)$$

$$kW_{ec} = 37,30 \times (1,09 - 1,06)$$

$$kW_{ec} = 37,30 \times 0,03$$

$$kW_{ec} = 1,11 \text{ kW}$$

Em seguida, calculou a economia de energia anual em kWh:

$$\text{Economia anual} = 1,11 \text{ kW} \times 8.300 \text{ h}$$

$$\text{Economia anual} = 9.287 \text{ kWh}$$

Depois, calculou a economia anual em reais:

$$\text{Economia em R\$} = 9.287 \text{ kWh} \times \text{R\$}0,09$$

$$\text{Economia em R\$} = \text{R\$} 835,89$$

E, por último, o retorno simples: 
$$\frac{\text{Investimento}}{\text{Economia anual com eletricidade}}$$

$$\text{Taxa de retorno simples} = \frac{3.000}{835,89}$$

$$\text{Taxa de retorno simples} = 3,5 \text{ anos}$$

Portanto, a economia de energia elétrica decorrente da substituição dos motores dará retorno ao investimento em 3,5 anos.

## Resumindo

Neste capítulo você estudou os cálculos para quantificar os custos relacionados com o uso de um motor elétrico.

Estudou, também, os itens a serem considerados na análise técnica do desempenho de um motor e conheceu as causas que levam à utilização ineficiente de um motor elétrico e que são:

- superdimensionamento;
- reparo inadequado;
- variáveis mecânicas representadas pelos tipos de acoplamento motor-carga de baixa eficiência.

## Aprenda mais

Para aprender mais sobre estes assuntos, consultem livros técnicos didáticos sobre motores elétricos e catálogos de fabricantes de motores elétricos.

Para pesquisar na Internet, use ferramentas de busca. Digite “motores elétricos” e veja o que acontece.



### Fique ligado!

Para aprender mais sobre eficiência energética dos demais equipamentos, consulte os guias referentes a *Correias transportadoras, Compressores, Bombas, Ventiladores e exaustores, Acoplamento motor carga e Acionamento eletrônico*.



## Capítulo 5

---

# ANÁLISE TÉCNICA DE ILUMINAÇÃO

### Iniciando nossa conversa

No meio do século passado, os sistemas de iluminação apresentavam uma série de limitações, pois, além de não serem duráveis, as lâmpadas não apresentavam o nível de iluminação necessário.

Quando apareceram as primeiras lâmpadas fluorescentes, elas eram grandes, de difícil instalação, com um pesado reator e destinavam-se exclusivamente para utilização em casas comerciais, bares e restaurantes.

Atualmente existem diversos tipos de lâmpadas, praticamente um tipo para cada utilização e aquela lâmpada fluorescente toda grande e desajeitada, que depois de um tempo passou a fazer parte de nossas cozinhas, banheiros e áreas de serviço, mudou completamente.

Ficou pequena, prática e econômica. Atualmente, é só tirar uma lâmpada incandescente e substituí-la por uma fluorescente que pode ser instalada no mesmo bocal. Além de iluminar com mais intensidade, economiza cinco vezes mais energia elétrica do que uma lâmpada incandescente.

Por isso, otimizar a iluminação de uma empresa representa economia de muita energia e dinheiro.

Este é o assunto deste capítulo.

## Objetivos

Os objetivos de estudo deste capítulo são:

- Identificar os pontos importantes a serem analisados no sistema de iluminação de uma empresa;
- Propor medidas para melhorar o rendimento da utilização da iluminação.

## Um desafio para você

Em uma empresa que passa por um processo de otimização de seu consumo de energia, o consultor encontrou um pequeno depósito onde ninguém trabalha e no qual a presença de pessoas só se dá quando há necessidade de retirar algum item estocado.

O depósito não tem janelas, apenas pequenas aberturas para ventilação e é iluminado por um conjunto de lâmpadas mistas de 160W que ficam acesas durante o dia todo.

Após ler este capítulo, responda: o que se poderia fazer para diminuir o consumo de energia que está sendo desperdiçada nesse depósito?

## Continuando nossa conversa

### Sistema de iluminação

O sistema de iluminação é composto por todos os elementos que são necessários para atender ao quesito iluminação. Fazem parte deste sistema interruptor, lâmpada, reatores, luminárias e o espaço no qual o sistema opera.

O trabalho do consultor, em relação aos sistemas de iluminação, é identificar todas as oportunidades de economia, pois a iluminação é um dos usos finais de energia elétrica em que é mais fácil implementar ações para obter eficiência energética. Ela permite um bom número de intervenções que promovem o aumento da eficácia de sua utilização. Por exemplo:

- adequação da tecnologia da iluminação à atividade desenvolvida no ambiente;

- máximo aproveitamento da iluminação natural;
- distribuição de interruptores em quantidade adequada e criteriosamente colocados;
- instalação de sensores de presença e fotossensíveis;
- desenvolvimento e implantação de um bom programa de manutenção;
- educação dos usuários.

A seguir, vamos analisar essas possibilidades de intervenção no sistema de iluminação.

### **Adequação da tecnologia da iluminação**

Essa adequação é resultado de um bom projeto de iluminação, já que sistemas mal projetados podem até prejudicar a saúde dos usuários.

As instalações mais antigas normalmente não seguem normas e apresentam níveis de iluminação maiores do que o necessário. O ideal seria realizar um novo projeto, mas se isso não for possível, deve-se analisar o sistema de iluminação, considerando:

- por quantas horas as lâmpadas ficam acesas;
- o nível da iluminação necessária para a atividade que está sendo desenvolvida no ambiente.

Uma situação comum de desperdício é a simples substituição de lâmpadas incandescentes comuns pela mesma quantidade de lâmpadas tecnologicamente mais avançadas (fluorescentes, por exemplo), o que gera um nível alto e desnecessário de iluminamento, com o conseqüente aumento de consumo. Nesse tipo de ambiente, é possível diminuir a quantidade de lâmpadas.

A Tabela 1 mostra os dados mais importantes sobre tipos de lâmpadas que podem ser usados em sistemas de iluminação.



**Tabela 1 – Dados sobre lâmpadas**

Tipo	Potência (W)	Eficiência luminosa (lm/w)	Cor aparente	Reprodução de cores	Vida útil média (H)	Reator
Incandescente	25 a 500	10 a 20	Quente	Excelente	1.000	Não
Luz mista	160 a 500	15 a 25	Intemed.	Moderada	6.000	Não
Fluorescente Tubular	15 a 110	45 a 90	Quente Intemed. fria	Excelente a moderada	7.500	Sim
Fluorescente Compacta	5 a 32	50 a 80	Quente	Boa	8.000	Sim
Vapor de mercúrio	80 a 1.000	40 a 60	Intemed.	Moderada	12.000	Sim
Sódio a alta pressão	50 a 1.000	60 a 130	Quente	Pobre	16.000	Sim
Vapor metálico	70 a 3.500	74 a 86	Quente	Muito boa	10.000	Sim

Fonte: SENAI – DN. Capacitação de empreendedores na áreas de serviços de eletricidade. Brasília, 2002, p. 93.

Para tarefas específicas, o consultor deve sugerir a utilização de iluminação de tarefa como, por exemplo, uma luminária de mesa ao invés de iluminação ambiente.



### Atenção!

A substituição das lâmpadas instaladas por lâmpadas de menor potência, embora seja importante, deve ser criteriosa.

Não adianta diminuir os níveis de iluminamento, se este causar desconforto e diminuição da produção e, em alguns casos, trazendo riscos de acidentes.

Deve-se evitar a instalação de lâmpadas fluorescentes em locais em que a frequência de ligar e desligar as lâmpadas é mais intensa, pois elas tendem a se danificar. Nestes casos, devem ser utilizadas lâmpadas incandescentes, que embora gastem mais energia, têm um preço de aquisição muito menor e compensam o consumo maior.

Para as primeiras análises de um sistema de iluminação, deve-se verificar se:

- há lâmpadas acesas quando o espaço não está ocupado;
- as lâmpadas estão acesas em uma área servida por luz natural;
- a iluminação é acionada por disjuntores;
- há interruptores suficientes disponíveis e convenientemente localizados;
- o fluxo luminoso é apropriado para a tarefa a ser executada;
- a manutenção dos sistemas é feita regularmente.

Essas verificações devem ser acompanhadas pelo levantamento de dados, visando à identificação das cargas das lâmpadas utilizadas. Isso orientará a escolha de outros tipos de lâmpadas com menor potência onde isso for possível.

### **Máximo aproveitamento da iluminação natural**

Ao avaliar o sistema de iluminação de uma empresa, o consultor deve verificar se é possível diminuir o consumo de energia nos sistemas de iluminação em áreas próximas às janelas. Dependendo do local, será possível até apagar as lâmpadas, se houver interruptores disponíveis no local.

### **Distribuição de interruptores**

Às vezes, a iluminação natural não é bem aproveitada, porque os interruptores estão distantes e comandam uma quantidade muito grande de lâmpadas. A segmentação dos interruptores e sua distribuição adequada podem ajudar a manter um aproveitamento maior da luz natural.

É preciso observar, porém, que há necessidade de mudança de atitude do usuário, que terá que se convencer da necessidade de apagar a lâmpada quando a luz natural é suficiente para a realização de seu trabalho.

Verificar, também, se existem recintos cujo comando de iluminação é realizado somente por disjuntores, que não são projetados para esta finalidade. Eles devem ser substituídos.

## **Instalação de sensores de presença**

A instalação de sensores de presença é possível quando existem informações confiáveis sobre a ociosidade do ambiente iluminado. Banheiros e locais de passagem como corredores ou, até mesmo, um depósito, no qual as pessoas permanecem por pouco tempo, são ambientes ideais para esse tipo de intervenção.

Instalar temporizadores ou fotocélulas para comandar principalmente áreas externas em que, durante o dia, lâmpadas podem ficar inadvertidamente acesas é outra medida que ajuda a economizar energia.

Deve-se evitar a utilização de difusores opacos nas luminárias, pois tendem a diminuir o nível de iluminamento, necessitando de lâmpadas de maior potência e que consomem mais energia.

## **Desenvolvimento e implantação de um bom programa de manutenção**

Os sistemas de iluminação também necessitam de manutenção para manterem os mesmos níveis de iluminamento.

O serviço de manutenção deve ser planejado e prever a verificação sistemática das condições das instalações de interruptores, sensores, fotocélulas, lâmpadas e luminárias. Isso deve ser feito de maneira cíclica, observando principalmente a vida útil média das lâmpadas, já que as lâmpadas fluorescentes ou com vapor de mercúrio tendem a perder a qualidade de iluminação antes de se queimarem completamente.

As intervenções de manutenção também incluem limpar periodicamente as luminárias, pois o pó diminui o nível de iluminamento.

## **Educação dos usuários**

O consultor pode, também, sugerir a criação de programas permanentes de educação do usuário por meio de palestras, campanhas e cartazes educativos espalhados pela empresa que poderão abordar não só a conservação de energia propriamente dita, mas, também, mudanças de comportamento em relação à poluição em geral.

As orientações sugeridas neste capítulo levam a decisões que devem sempre ser embasadas em dados objetivos, colhidos nos ambientes iluminados.

## **Voltando ao desafio**

O consultor deve orientar a troca das lâmpadas mistas do depósito por lâmpadas incandescentes, que suportam melhor a utilização intermitente (liga – desliga) e aconselhar a instalação de sensores de presença, para desligar as lâmpadas quando o recinto estiver desocupado.

## **Resumindo**

Neste capítulo, você aprendeu a identificar os pontos importantes de um sistema de iluminação e como economizar energia com medidas simples a serem implementadas nesse sistema.

Essas medidas também incluem a execução de um projeto que especifique quais as lâmpadas e potências devem ser utilizadas, de acordo com as atividades a serem desenvolvidas, o tamanho do recinto e a efetiva permanência do usuário no ambiente, entre outras variáveis.

## **Aprenda mais**

Para aprender mais sobre os assuntos aqui estudados, consulte livros técnicos didáticos sobre iluminação, catálogos e *sites* de fabricantes de lâmpadas na Internet.



## Capítulo 6

---

# ANÁLISE TÉCNICA DE DEMANDA E CONSUMO

### Iniciando nossa conversa

Neste material, uma das idéias mais enfatizadas foi a de que é muito mais barato economizar energia elétrica do que aumentar a capacidade de produzi-la, principalmente se considerarmos que os recursos de que nosso imenso país necessita são escassos.

Como o desperdício de energia em nosso país também é grande, sua economia torna-se uma necessidade primordial.

Em nossas casas, o orçamento costuma ser mais apertado ainda! Por isso, apagar a luz quando se sai de um ambiente, tomar banhos mais rápidos, não deixar a televisão falando sozinha, comprar equipamentos com etiquetas que indiquem o menor consumo possível são atitudes que se tornaram quase obrigatórias, pois a conta de fornecimento de energia pesa bastante no fim do mês...

Como já vimos nos capítulos anteriores, a consciência de que é preciso usar melhor a energia elétrica também já existe nas empresas. Como a conta da empresa é um pouco mais complexa, ela precisa da ajuda de um consultor de eficiência energética para ajudá-la a economizar energia.

Até aqui você aprendeu que a conta de fornecimento de energia fornece muitas informações ao consultor. Aprendeu, também, que não é só isso: ele precisa reunir dados objetivos, que, depois de analisados, fornecerão pistas para as sugestões de ações que levem a um uso mais racional da energia consumida.

Assim, a análise do consumo e da demanda fornecerá o perfil dos gastos com a energia elétrica.

Nesse contexto, um dos itens mais importantes que devem ser analisados é o fator de carga das instalações sob estudo. Para melhorá-lo e ter como resultado a economia de energia, é preciso diminuir a demanda.

Este é o assunto deste capítulo.

## **Objetivo**

O objetivo de estudo deste capítulo é analisar se o consumo de energia de determinado consumidor está coerente com sua demanda.

## **Um desafio para você**

Uma empresa consome 100.000 KWh e sua demanda máxima é 500 KW.

Após estudar este capítulo, você deve calcular o seu fator de carga (FC) e dizer o que se deve fazer para aumentá-lo.

## **Continuando nossa conversa**

### **Análise de consumo**

O consumo indica a quantidade de energia elétrica utilizada no decorrer do tempo. Isso vale tanto para a nossa casa quanto para uma grande empresa.

Você já aprendeu que uma das primeiras ações do consultor de eficiência energética é pedir as 12 últimas contas de fornecimento de energia da empresa para analisá-la. A análise do consumo da empresa fornece os dados de consumo que estão ligados diretamente à produção: se as máquinas não produzirem nada, teoricamente não haverá consumo.

Suponha que um consultor de eficiência energética tenha recebido as 12 contas de fornecimento pedidas, juntamente com os relatórios de produção dos últimos 12 meses. Depois de analisar os dados, produziu a Tabela 2.

**Tabela 2 – Dados de consumo de energia**

Meses	Produção (kg)	Energia (kWh)	kWh/kg
Janeiro	750	67,610	90
Fevereiro	560	59,572	106
Março	450	49,541	110
Abril	780	72,717	93
Mai	930	75,460	81
Junho	240	39,589	165
Julho	730	56,292	77
Agosto	520	47,146	91
Setembro	890	71,204	80
Outubro	450	47,801	106
Novembro	780	65,233	84
Dezembro	660	57,360	87
<b>Total</b>	<b>7.740</b>	<b>709.527</b>	<b>92</b>

Adaptada de: SENAI – DN. Capacitação de empreendedores na áreas de serviços de eletricidade. Brasília, 2002, p. 43.

Analisando o resultado da última coluna, observa-se que existem valores que estão tanto abaixo como acima da média, que é de 92 kWh/kg. O que ocorreu nestes meses para acontecer tal fato?

Para responder a essa pergunta, é preciso analisar o que acontece nos picos e corrigir os dados (caso seja necessário), para que seja possível tomar medidas que produzam melhorias na relação entre kWh consumido e kg produzido.



### Atenção!

Neste caso, a unidade usada para medir a produção foi o kg (quilograma), mas, dependendo da atividade da empresa, pode-se usar litros, peças, metro.

Por exemplo, a Tabela 2 indica que o pior mês foi junho, porque o valor de 165 relativo à relação kWh/kg foi o que mais se afastou da média. Em compensação, o mês seguinte trouxe a **menor** relação entre os dois valores.



Se o consultor fizer a média dos dois meses, ainda assim, terá um valor bem acima da média: 121 kWh/kg.

Analisando os dados da tabela e investigando suas causas, mês a mês, o consultor pode identificar os pontos de desperdício e as oportunidades de economia. Por exemplo: o mês de junho pode indicar um retrabalho que gerou custos sem retorno. Ou, ainda, uma grande encomenda que não foi concluída em junho, mas em julho, quando somente parte do consumo de energia foi necessário para completar o trabalho.

O consultor deve sempre ter em mente que o objetivo não é simplesmente diminuir o consumo, mas melhorar o índice da relação kWh/kg, que indica a energia consumida por quilograma de produto fabricado.



### Fique ligado!

Quando os desperdícios no consumo de energia elétrica são diminuídos, também se consegue melhorar a relação kWh/kg.

## Análise da demanda

A análise da demanda depende do estabelecimento do perfil da demanda da empresa, que é o registro da potência fornecida em um determinado período de tempo.

O perfil de demanda mais simples é aquele que consiste em uma série de leituras manuais do medidor de demanda, coletadas a cada hora ou, se for possível, a intervalos de tempo menor.

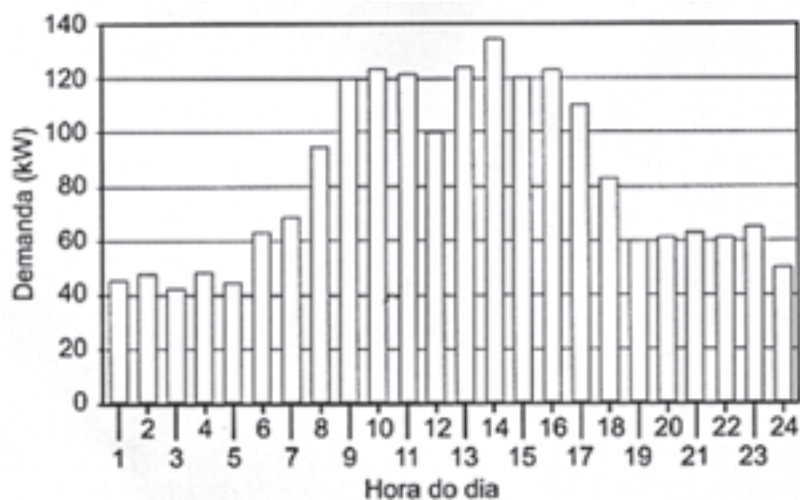
A Tabela 3 mostra como registrar o perfil de demanda coletado.

Tabela 3 – Exemplo de registro do perfil de demanda

Hora	kW	Hora	kW	Hora	kW
1:00	45	9:00	120	17:00	110
2:00	47	10:00	122	18:00	82
3:00	43	11:00	121	19:00	60
4:00	46	12:00	100	20:00	61
5:00	45	13:00	124	21:00	63
6:00	62	14:00	135	22:00	61
7:00	69	15:00	120	23:00	65
8:00	95	16:00	123	24:00	50

Com esta tabela pode-se construir o seguinte gráfico:

Gráfico 7 – Gráfico de perfil de demanda



Fonte: SENAI, DN. Capacitação de empreendedores na área de serviços de eletricidade. Brasília, 2002. p. 47.

Analisando o Gráfico 7, observa-se que seria oportuno deslocar o funcionamento de algumas máquinas do intervalo das 9:00 às 16:00 horas para o horário entre 18:00 e 7:00 horas, porque este é o horário de demanda mais alta.

O perfil de demanda pode ser medido diretamente, por meio do uso de alicate-amperímetros com registrador gráfico, ou mesmo, de um medidor de demanda de preferência multicanal, que fornece o resultado da medição nas três fases dos circuitos.

O Gráfico 8 ilustra uma curva de demanda coletada por um medidor de demanda multicanal.

**Gráfico 8 – Curva de demanda**



Fonte: SENAI. DN. Capacitação de empreendedores na área de serviços de eletricidade. Brasília, 2002. p. 47.

Com o perfil de demanda, o consultor pode verificar qual é o horário que pode propiciar uma diminuição de demanda. No caso do gráfico mostrado, diminuir a demanda significa “achatar”, o mais possível, o pico de demanda registrado.

Para obter esse resultado, será necessário desligar cargas nos horários em que a demanda está no pico e deslocar seu funcionamento para os horários em que a demanda está menor.

Fazendo isso, a demanda seria diminuída com a conseqüente diminuição do custo da conta de luz da empresa, sem diminuir o consumo, que está ligado diretamente à produção. Isso significa que a produção ficaria a mesma, o consumo de energia seria o mesmo, mas as tarifas pagas seriam menores.

## Fator de carga

Como você já estudou, a análise da conta de fornecimento de energia é uma ferramenta muito útil na busca de soluções para problemas de consumo alto. A partir do consumo global, pode-se calcular a demanda média que com a demanda máxima fornece o fator de carga da instalação.

Com os dados de consumo e demanda, calcula-se o fator de carga, que é a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorrida no mesmo intervalo de tempo.

O cálculo do fator de carga ajuda a distribuir melhor a curva de demanda, ou seja, diminui-se a demanda máxima modificando o horário de funcionamento de alguns equipamentos, diminuindo assim a quantidade de cargas que tenha o seu funcionamento simultâneo durante o período de trabalho. Com a diminuição da demanda, além da conta de energia ter seu preço mais baixo, também diminuimos o carregamento de circuitos e transformadores.



### Fique ligado!

O fator de carga é calculado com o uso da seguinte expressão:

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{\text{Demanda (kW)} \times 730 \text{ horas}}$$

Já que o consumidor de alta tensão paga por uma demanda previamente contratada, o ideal seria que ela funcionasse 24 horas por dia, pois quanto mais o consumo se aproxima da demanda, menor é o custo da energia. Por isso, na expressão de cálculo do fator de carga, a demanda é multiplicada por 730 horas, que correspondem à totalidade de horas de um mês de 30 dias.

Quanto mais próximo de 1 estiver o fator de carga, melhor está sendo a utilização de energia elétrica. Embora o valor de 1 no fator de carga seja utópico, pode-se dizer, com segurança, que quanto mais próximo de 1 ele estiver, melhor estará sendo utilizada a energia elétrica.

Acompanhe, a seguir, um exemplo de cálculo do fator de carga.

O consultor de energia está trabalhando para uma empresa que consome 75.000 kWh com uma demanda de 350 kW. Ele calculou o fator de carga da seguinte forma:

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{\text{Demanda (kW)} \times 730}$$

$$\text{Fator de carga} = \frac{75.000}{350 \times 730}$$

$$\text{FC} = \frac{75.000}{255.500}$$

$$\text{FC} = 0,29$$

O consultor concluiu que o valor está muito distante de 1. Será necessário diminuir o consumo, evitando desperdício de energia ou distribuir a demanda mais uniformemente no decorrer do dia.



### Fique ligado!

Para os casos de tarifa horo-sazonal, é necessário realizar o cálculo do fator de carga para cada período do dia, ou seja, para o horário de ponta e para o horário fora de ponta.

## Voltando ao desafio

O cálculo do fator de carga atual é:

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{\text{Demanda (kW)} \times 730 \text{ horas}}$$

Substituindo os valores:

$$\text{FC} = \frac{100.000}{500 \times 730} = 0,274$$

Este valor indica que será necessário diminuir o consumo e otimizar a demanda.

Para melhorar a demanda, será necessário diminuir seu pico de demanda, para 300KW. Um consultor de eficiência energética poderia sugerir o deslocamento do funcionamento de um setor da fábrica do horário de ponta para outro horário.

Nesse caso, o fator de carga ficará assim:

$$FC = \frac{100.000}{300 \times 730} = 0,457$$

Como podemos ver, com a diminuição da demanda, o fator de carga aumentou e a conta de luz diminuiu de preço, pois ocorreu diminuição de demanda, embora a produção tenha continuado a mesma.

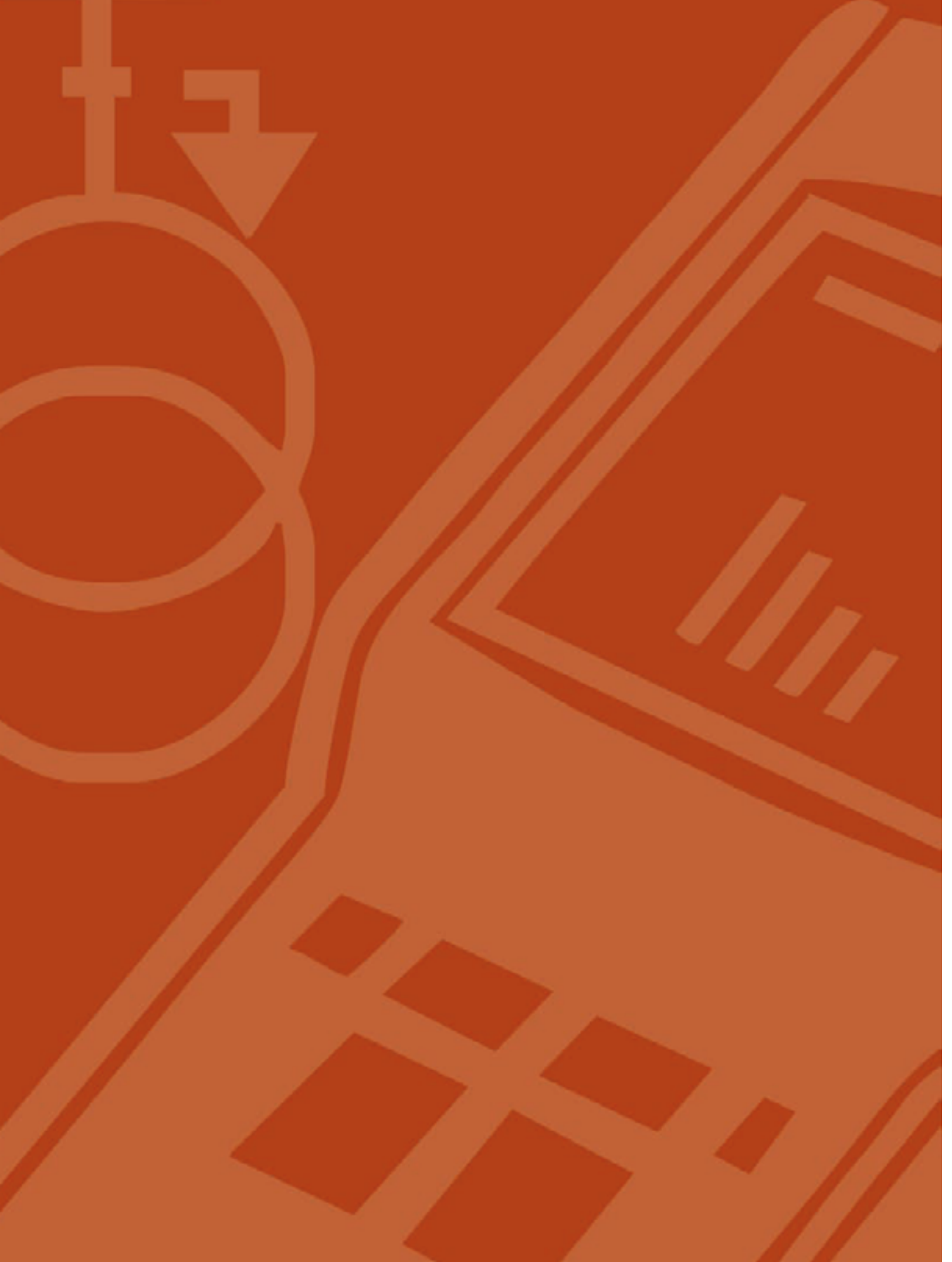
## Resumindo

Neste capítulo aprendemos como lidar com o consumo e a demanda de energia elétrica e qual é a relação entre ambas. Vimos, também, quando se deve diminuir a demanda para melhorar o fator de carga. Isso ajuda a empresa a diminuir seus custos com a conta de energia elétrica.

## Aprenda mais

Para aprender mais sobre este assunto, consulte *sites* de empresas concessionárias de energia elétrica.

O anexo deste guia contém uma lista de endereços interessantes que tratam do tema eficiência energética.



## Capítulo 7

---

# ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

### Iniciando nossa conversa

Após a coleta de dados e a análise dos dados coletados, chegou o momento em que o consultor de eficiência energética vai elaborar o diagnóstico energético e fazer as sugestões que têm como objetivo a diminuição do consumo de energia elétrica.

Este relatório deve ser feito de forma que facilite a tomada de decisões por parte dos proprietários ou colaboradores da empresa.

Este é o assunto deste capítulo.

### Objetivo

Conhecer as partes componentes de um relatório técnico de diagnóstico energético.

### Um desafio para você

Um consultor de eficiência energética terminou o levantamento de dados, já analisou tudo e fez o seu diagnóstico, identificando as oportunidades de melhoria no consumo e aumento da eficiência energética da empresa que o contratou.

Quando da entrega do relatório final, por descuido do autor, um grave erro foi cometido. O consultor entregou o trabalho sem a parte em que estava o resumo gerencial (ou executivo).

Leia este capítulo com atenção e responda: por que esse erro pode ser considerado grave?



## Continuando nossa conversa

### Conclusão do trabalho

Nesta fase, o consultor realiza todos os estudos e avaliações dos dados coletados, repetindo a coleta de dados duvidosos, analisando o processo produtivo setorialmente e, caso seja necessário, refazendo as visitas às instalações.

De posse desses dados, o consultor realiza as simulações, que são os estudos de como se comportarão as instalações com as medidas propostas implementadas.

Estas simulações ou estudos podem ser realizados com o auxílio de *softwares* e curvas fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos analisados.

Depois que todos os dados estão consolidados, os cálculos e projeções feitos e as sugestões elaboradas, chega a hora de elaborar o relatório final que reunirá todas as informações que devem ser analisadas pelos responsáveis pela empresa. Esse relatório deve conter todas as informações necessárias para a tomada de decisões gerenciais.

### Relatório técnico-econômico

O relatório técnico-econômico deve ser elaborado de forma organizada e objetiva, reunindo todos os dados de forma clara e direta.

Como todo relatório, ele tem uma estrutura fixa e é composto pelas seguintes partes:

- Introdução;
- Metodologia;
- Resumo gerencial;
- Análise técnica e econômica.

Cada uma dessas partes será comentada a seguir.

## **Introdução**

Na introdução do relatório final devem ser explicadas as razões que levaram às análises da unidade e da metodologia escolhida em comum acordo com o cliente. Todas as informações relevantes que foram discutidas e acertadas durante a realização do diagnóstico devem ser resumidas.

## **Metodologia**

Devem ser relatadas as estratégias utilizadas na realização da coleta dos dados e quais foram as coletas feitas, como os trabalhos foram conduzidos, quais os métodos que foram empregados na realização dos trabalhos e os aparelhos e medidores usados.

## **Resumo gerencial (ou executivo)**

Deve ser de fácil compreensão e serve para apresentação dos resultados obtidos no trabalho.

Este resumo tem a finalidade de apresentar à gerência da unidade diagnosticada, juntamente com o coordenador do Programa de Gestão Energética da empresa, as informações suficientes para a implementação das medidas sugeridas, sem que haja necessidade de que eles leiam o restante do relatório, que é tecnicamente muito mais detalhado.

No resumo, devem ser incluídas a síntese dos resultados obtidos no diagnóstico e quantificações gerais quanto às projeções médias globais de economia de energia (kWh/mês, R\$/mês, R\$/ano) e as tabelas resumidas das principais implementações recomendadas, com as respectivas taxas de retorno calculadas, tabelas e gráficos necessários para o rápido entendimento do trabalho realizado.

Ele deve conter, também, a apresentação de quadro-resumo reunindo as economias por uso final de energia elétrica, valores de investimento e índices resultantes das análises de viabilidade econômico-financeira simplificadas.

Finalmente, faz-se a descrição sintética das principais medidas propostas para os usos finais analisados no diagnóstico.

## **Análise técnica e econômica**

Essa análise é, na verdade, a descrição detalhada de tudo o que diz respeito ao trabalho realizado. Pode ser dividida em capítulos, de acordo com o assunto abordado em cada item.

A seguir, é apresentado um exemplo de divisão e capítulos e os respectivos assuntos que eles poderão conter.

### **Capítulo 1**

O primeiro capítulo poderá conter os itens apresentados a seguir.

#### **1.1 Identificação da empresa**

Contém dados gerais sobre a unidade diagnosticada, tais como:

- razão social/denominação;
- endereço completo;
- pessoa de contato e cargo;
- números de telefones, *fax*, *e-mails*;
- número da conta de energia elétrica;
- valores médios de demandas em kW (única ou na ponta / fora de ponta) para um dado período, (geralmente 12 meses) e se é contratada, registrada ou faturada;
- valores médios de consumos em kWh (único ou na ponta / fora de ponta) para um dado período, geralmente 12 meses;
- preço médio do kWh.

#### **1.2 Período de execução do diagnóstico**

Neste item faz-se um comentário sucinto sobre o período de execução do diagnóstico, sobre os usos finais de energia elétrica efetivamente diagnosticados e sobre as tarifas de energia elétrica adotadas nas análises.

### 1.3 Dados da edificação

Caracterização física da unidade diagnosticada, contendo:

- área construída (se disponível);
- número de pavimentos;
- número de funcionários;
- tipos de atividade desenvolvidas;
- sistemas e usos finais de energia elétrica presentes;
- particularidades.

## Capítulo 2

### 2.1 Histórico de consumo de energia elétrica

Este tópico deve conter uma tabela geral, reunindo informações obtidas nas contas de energia elétrica para um dado período de análise (geralmente os 12 últimos meses) e comentários gerais sobre o comportamento das principais variáveis.

### 2.2 Consumo de energia elétrica por uso final

Neste item faz-se a apresentação de rateio básico do consumo de energia elétrica por uso final, para estabelecimento das representatividades médias perante o consumo médio global (tabelas e gráficos).

### 2.3 Avaliação energética dos sistemas de utilização de energia e recomendações para sua otimização

Neste item são descritos, mais pormenorizadamente, os sistemas diagnosticados (os mais representativos), com detalhamento dos potenciais para melhoria da eficiência energética, análise técnica de alternativas, definição de proposições, quantificações das economias e recomendações adicionais.

O consultor geralmente aproveita este espaço para indicar abordagens quanto a possíveis ganhos adicionais com foco nos hábitos de consumo de energia elétrica (educação dos usuários).

## **Capítulo 3**

### **3.1 Consumos específicos**

Aqui são feitas descrições gerais do(s) consumo(s) específico(s) na situação atual e seus impactos, considerando-se a adoção das recomendações do diagnóstico.

## **Capítulo 4**

### **4.1 Opções tarifárias**

### **4.2 Situação atual/prevista – Comparações entre tarifas**

### **4.3 Comentários e recomendações**

Nestes itens a situação atual e os impactos são descritos, considerando-se a otimização do contrato de demanda (kW) e/ou o reenquadramento tarifário.

São descritos, também, os cálculos comparativos de custos com energia elétrica e avaliam-se as possibilidades de ganhos adicionais, associando a adoção das recomendações do diagnóstico aos aspectos tarifários.

## **Capítulo 5**

### **Resumo das medidas sugeridas**

Este é o fechamento do relatório com a apresentação resumida (em tabelas) do detalhamento das recomendações para cada uso final de energia elétrica e de outros procedimentos que possam resultar em redução de custos.

As oportunidades de otimização energética são dimensionadas e tabuladas, e as medidas são ordenadas pelas taxas de retorno dos investimentos, com comentários sobre as condições encontradas e projetando as novas situações possíveis, que permitem a otimização dos recursos energéticos utilizados.

### **Anexos**

Esta parte contém os anexos necessários para o melhor esclarecimento dos pontos abordados no relatório: tabelas adicionais, croquis, gráficos, etc.

## Implementação das medidas de economia de energia

Depois que os representantes da empresa leram o relatório e aprovaram as medidas de economia de energia sugeridas, o trabalho do consultor ainda não terminou. O acompanhamento de sua implementação ainda é da inteira responsabilidade do profissional e ele ajudará a definir a função de cada um na equipe que implantará as medidas aprovadas.

Cabe a ele deixar bem claro que as medidas somente surtirão o efeito desejado se houver comprometimento de todos os participantes, bem como de todos os empregados da planta industrial.

Ao apontar as possibilidades de melhoria na utilização de energia, o consultor deve dar especial atenção aos gerentes e supervisores, treinando-os para que obtenham uma boa visão dos conceitos sobre eficiência energética.

Ao sugerir a aquisição de novos equipamentos, o consultor deve verificar e analisar sua real eficiência, bem como especificá-los com precisão.

## Palavras finais

Como você pode perceber neste Guia, o trabalho do consultor em eficiência energética envolve grandes responsabilidades que exigem do profissional alta competência técnica e qualidades pessoais como senso de observação e organização, postura ética e equilíbrio emocional, para enfrentar os problemas que a resistência à mudança de atitude pode gerar dentro da empresa.

Como, geralmente, um programa de otimização de consumo de energia envolve investimentos, é necessário que ele seja executado com a maior transparência possível.

## Voltando ao desafio

Mesmo sem querer, o consultor cometeu um erro sério, porque a função do resumo gerencial é fornecer à gerência da unidade diagnosticada, juntamente com o coordenador do Programa de Gestão Energética da empresa, de forma resumida, todas as informações necessárias para a tomada de decisões, dispensando-os da leitura do relatório circunstanciado.

## Resumindo

Neste capítulo você estudou como deve ser o relatório do diagnóstico de eficiência energética realizado em uma empresa.

Você viu que o relatório é composto de partes mais ou menos fixas e que ele deve ser elaborado de maneira clara e objetiva.

A estrutura do relatório permite que a gerência da unidade diagnosticada juntamente com o coordenador do Programa de Gestão Energética da empresa, possam ter uma visão geral e resumida da situação já no Resumo executivo.

A leitura/análise do relatório como um todo (a parte mais técnica) é destinada à avaliação por parte do pessoal técnico da unidade diagnosticada ou do pessoal de engenharia de apoio da empresa.

O relatório descreve procedimentos relativos à otimização dos usos finais de energia elétrica, bem como de possibilidades de redução de custos associados ao consumo de energia (aspectos tarifários, por exemplo).

Geralmente, o diagnóstico energético não é um projeto executivo. Seu resultado é um relatório detalhado que analisa e identifica quantitativamente potenciais de alcance da eficiência energética e define os procedimentos a serem adotados para a conversão efetiva desses potenciais em economia de energia elétrica.

## Aprenda mais

Eficiência energética é um assunto fascinante e seu estudo não deve parar por aqui. Uma boa fonte de informações é a Internet.

O anexo deste material contém uma lista muito interessante de sites sobre esse assunto. Boa pesquisa!

## Referências

---

ANEEL. **Energia eólica**. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/pdf06\\_Energia\\_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/pdf06_Energia_Eolica(3).pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2007

DIAS, Rubens Alves et al. **Conservação de energia**: conceitos e sociedade. Disponível em: <[www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/Com\\_em.htm](http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/Com_em.htm)>. Acesso em: 03 abr. 2007.

FUPAI. **Conservação de energia**: eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá: FUPAI, 2001. 467 p.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. **A conservação e uso eficiente de energia no Brasil**. Disponível em: <[www.fem.unicamp.br](http://www.fem.unicamp.br)>. Acesso em: 04 abr. 2007.

\_\_\_\_\_. **Energia e mudanças climáticas**: barreiras e oportunidades para o Brasil. Disponível em: <[www.comciencia.br](http://www.comciencia.br)>. Acesso em: 11 abr. 2007.

O QUE é eficiência energética? Textos da Wikipedia Acesso em: 04 abr 2007.

PERGUNTAS mais freqüentes sobre energia eólica. Disponível em: <[www.cresesb.cepel.Br/faq/faq\\_eolica.htm](http://www.cresesb.cepel.Br/faq/faq_eolica.htm)>. Acesso em: 04 abr. 2007.

SENAI. DN. **Capacitação de empreendedores na área de serviços de eletricidade**: micro, pequenas e médias empresas; eficiência energética. Brasília, 2002. 103 p.

SZYSKA, Edson; AMÉRICO, Marcio. **Metodologia de realização de diagnóstico energético**. Rio de Janeiro, 2004. 51 p.

SOUZA, Daniel Lucio Oliveira de et al. Crise energética 2001: providencial e reflexiva. Disponível em <[www.cdeam.ufam.edu.br/eficiencia/artigos/criseenerg2001.pdf](http://www.cdeam.ufam.edu.br/eficiencia/artigos/criseenerg2001.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2007.





## Anexo

---

Sites de interesse para a conservação de energia (Fonte: [www.eletróbrás.com/elb/procel](http://www.eletróbrás.com/elb/procel))

Data da consulta: 2/4/2007)

### **Concessionárias**

ESCELSA – Espírito Santo

CEAL – Alagoas

BANDEIRANTE – São Paulo

COSERN – Rio Grande do Norte

ELETROPAULO – São Paulo

LIGHT – Rio de Janeiro

CELB – Paraíba (Borborema)

CELPE – Pernambuco

COELCE – Ceará

ENERSUL – Mato Grosso do Sul

ENERGIPE – Sergipe

CELESC – Santa Catarina

CEB – Brasília (DF)

CPFL – São Paulo

COELBA – Bahia

CELG – Goiás

AMPLA – Rio de Janeiro

SANTA CRUZ – São Paulo

COPEL – Paraná

CESP – São Paulo

CEEE – Rio Grande do Sul

SAELPA – Paraíba

CEMIG – Minas Gerais

## **Educação**

ENERGIA BRASIL

CBEE Centro Brasileiro de Energia Eólica

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE

TV CULTURA Alô Escola

ABC DA ENERGIA educação e jogos

AMBIENTE BRASIL – Portal focado em Meio Ambiente

FUNDAÇÃO L'HERMITAGE Amigo da Água

CRESESB Centro de referência em Energia Eólico-Solar

Fabricantes

DAKO – Fabricante – linha branca

MULTIBRÁS – Brastemp, Consul, Semer e Whirlpool Argentina

ELECTROLUX – Fabricante – linha branca

ESMALTEC – Fabricante – linha branca

BS CONTINENTAL – BOSCH e Continental

Lâmpadas GE LIGHTING – General Electric Company

## **Laboratórios Capacitados pelo Procel**

FUCAPI/AM Eletro-eletrônicos

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

LABLUX Lâmpadas

PUC/RS Iluminação – Ventilador de Teto – Sistemas Eólicos

IPT/SP Aquecedores e Reservatórios

PUC/MG Simulador Solar

UNIFEI Bombas Centrífugas – Cavitação– Válvulas – Móvel Hidráulica

UFF/RJ Iluminação

CAGECE/CE Hidráulicas

UCIEE/SP Iluminação – Aquecedores – Reservatórios

IEE-USP Sistemas Fotovoltáicos

## **Leis e regulamentações sobre Eficiência Energética**

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil)

AUSTRALIAN ENERGY EFFICIENCY STANDARDS Normas Australianas de Eficiência Energética

CODE OF FEDERAL REGULATIONS – ENERGY – Regulamentação Americana

GPO GATE – PROCURA DE NORMAS AMERICANAS – Normas

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGIA – IDAE

## **Municípios**

ENERGIE CITÉS – Association de municipalités européennes pour la maîtrise de l'énergie en milieu urbain

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

## **Organismos Internacionais**

ALURE – Cooperação econômica entre União Européia e América Latina no setor energético

IAEEL – International Association for Energy-Efficient Lighting

ENERGY STAR® PURCHASING INITIATIVE – Análise de Custo/Benefício para equipamentos eficientes

THE HOME ENERGY SAVER – Dicas de Conservação

SWENERGY – ONG promotora de eficiência energética em seis estados americanos

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY'S HOMEPAGE – Agência de Proteção Ambiental – EUA

FTP DO ENERGY STAR – Banco de dados da Energy Star®

## **Organismos Nacionais**

MME – Ministério de Minas e Energia

CIDADES SOLARES – ONG socioambiental

ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ABIMAQ – Associação Brasileira de Indústria de Máquinas e Equipamentos

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética

CENBIO Centro Nacional de Referência em Biomassa

ENERGIA ELÉTRICA – portal sobre energia

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

ABAE – Associação Brasileira de Água e Energia

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

ONS – Operador Nacional do Sistema

ILUMINA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ESTRATÉGICO DO SETOR ELÉTRICO

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CIDADES – Ministério das Cidades

## **Produtos Eficientes**

CONSUMER ENERGY CENTER

U.S. EPA ENERGY STAR PROGRAMS AND PRODUCTS – Produtos com selo Energy Star®

ENERGY SAVERS MAJOR APPLIANCES SHOPPING GUIDE – Guia de Compras (EUA)

ARI COOLNET – Air Conditioning and Refrigeration Institute

## **Saneamento**

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

ANA – Agência Nacional de Águas

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ABCON – Associação Brasileira de Concessionárias de Serviços Públicos de Água e Esgoto

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

ABDIB – Associação Brasileira da Infra-Estrutura e Indústrias de Base

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental



Ministério de  
Minas e Energia

