



MANUAL TÉCNICO ORIENTATIVO

EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA
E GESTÃO
DA ENERGIA
ELÉTRICA NA
INDÚSTRIA



PROGRAMA
**CONSUMO
INTELIGENTE
DE ENERGIA**



Celesc
Distribuição S.A.



Índice

1 Apresentação	3
2 Perfil da Celesc	6
3 Simbologia e Nomenclatura Técnica	8
4 Diagnóstico dos Sistemas	13
4.1 Levantamento Técnico/Apuração do Potencial de Economia Energia	14
4.1.1 Iluminação	14
4.1.2 Ar-condicionado	16
4.1.3 Motor e Compressor	18
4.2 Plano de Medição e Verificação (M&V)	20
4.3 Especificação dos Materiais Propostos	21
4.4 Custos de Implantação das Medidas – Investimento	21
4.5 Cronograma de Implantação das Medidas	21
4.6 Indicadores de Avaliação das Medidas Propostas	22
4.6.1 Energia Economizada (EE) e Redução de Demanda (RD)	22
4.6.2 Investimento (R\$)	22
4.6.3 Benefícios (R\$)	22
4.6.4 Valor Presente Líquido – VPL (R\$)	24
4.6.5 Taxa Interna de Retorno – TIR (anual)	25
4.6.6 Prazo de Retorno do Investimento (meses)	25
4.7.7 Relação Custo-Benefício - RCB	25
5 Roteiro básico de projeto de eficiência energética	27
5.1 Descrição e Detalhamento	27
5.2 Abrangência	27
5.3 Metas, Benefícios e Indicadores Avaliação	27
5.4 Plano de Medição e Verificação	28
5.4.1 Incertezas associadas	28
5.5 Prazos e Custos	28
5.6 Acompanhamento	28
6 Baixo Fator de Potência	29
7 Controlador de Demanda/Melhoria do Fator de Carga	34
7.1 Conceito de Demanda de Potência	34
7.2 Programação de Cargas Elétricas	34
7.3 Controlador Automático de Demanda	35
7.4 Projeto para Instalar um Sistema Controlador de Demanda	35
7.5 Fator de Carga	35
8 Implantação Comissão Interna de Conservação de Energia	37
8.1 Programa interno de conservação de energia	37
8.2 Aspectos administrativos	37
8.3 Orientações gerais	37
8.4 Criação da CICE	38
8.4.1 Estrutura da CICE	39
8.4.2 Operacionalização da CICE	39
8.4.3 Atribuições da CICE	40
9 Critérios Básicos de Seleção de Empresas Executoras	41
9.1 Qualificação Técnica:	41
9.2 Avaliação Técnica	41
ANEXO I – Fatores de Demanda e de Carga Típicos por Atividade	43



1 Apresentação

A CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. apresenta este Manual, que se propõe, de forma simplificada e objetiva, a disponibilizar informações técnicas e requisitos básicos necessários à execução de projetos de eficiência energética, a ser obtida com a substituição de equipamentos elétricos por outros, com melhor nível de eficiência energética. Os focos de ação para desenvolvimento dos projetos são:

- » Iluminação
- » Ar-Condicionado
- » Motores
- » Ar comprimido

É importante observar que se trata de material orientativo, não determinativo, e foi elaborado para subsidiar o “Programa Consumo Inteligente de Energia”, criado pela Associação Comercial e Industrial de Joinville – ACIJ – em parceria com Celesc, o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE – e o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Santa Catarina – CREA-SC.

Após sérias conseqüências do racionamento de energia em 2001 e a presente preocupação com a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, o uso eficiente de energia elétrica tornou-se tema de discussões e estudos, buscando alternativas que viabilizem a economia de energia, sem que para isso seja necessária a redução da produção ou o sacrifício de condições desejadas para o adequado funcionamento da instalação. Uma instalação é mais eficiente energeticamente que outra, quando proporciona as mesmas ou até melhores condições operacionais, com menor consumo de energia.

O mercado de Eficiência Energética nos setores industrial e comercial, especialmente nos grandes consumidores, apresenta-se como uma alternativa de redução de custos aos empresários. Desde a readequação do sistema de iluminação e climatização, até a substituição dos motores por outros mais eficientes, com baixo consumo de energia, várias são as possibilidades de efficientização. Neste manual estão destacadas as fórmulas de cálculo para apuração das economias de energia e análise financeira dos investimentos para a efficientização de: lâmpadas, ar-condicionado, motores e compressores.

Além dos equipamentos citados, existem outras possibilidades de investimento em projetos de eficiência energética. Como resultados, destacamos, entre outros: aumento da competitividade, capital adicional para a aplicação em outras atividades e necessidades, e incremento dos resultados financeiros da organização.

O Manual aborda outras ações que, embora não sejam de eficiência energética, também possibilitam a redução dos gastos com energia elétrica:

- » correção de reativos
- » instalação de controlador de demanda para melhoria do fator de carga
- » implantação de Comissão Interna de Conservação de Energia – CICE

Ao final, foram relacionados critérios básicos para a seleção de Empresas Executoras dos projetos.

2 Perfil da Celesc

A CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A. – Celesc, atua no mercado de energia elétrica desde 1955. Com presença consolidada entre as melhores do Setor Elétrico do País, é uma empresa que busca constante aprimoramento da eficiência operacional, dos resultados e da satisfação dos seus diversos públicos, por meio de ações baseadas nos princípios da profissionalização, governança corporativa e sustentabilidade.

Recém-estruturada no formato de holding, em cumprimento ao novo marco regulatório do Setor, a Celesc passou a controlar, desde outubro de 2006, duas subsidiárias integrais, concessionárias dos serviços de distribuição e geração de energia: a Celesc Distribuição e a Celesc Geração, além de participações societárias em atividades afins do seu negócio.

No âmbito das participações, a Celesc detém ações das Empresas: Empresa Catarinense de Transmissão de Energia – ECTE (20%); Dona Francisca Energética S.A. – DFESA (23,03%); Usina Hidrelétrica Cubatão S.A. (40%) e Companhia Catarinense de Água e Saneamento – Casan (16,4%). Em setembro de 2007, passou a ser detentora do controle acionário da SCGás, com a aquisição de 51% das ações ordinárias da Companhia.

A transformação da Celesc em holding já a coloca como um dos grandes grupos empresariais brasileiros. Em sua estréia no ranking da pesquisa Valor 200 Maiores Grupos, publicada pela revista Valor Econômico de novembro de 2007, a Companhia desponta como o 71º maior grupo empresarial do País e 20º no segmento de serviços.

A Celesc Distribuição, que apresenta este Manual, é responsável pela prestação dos serviços de energia elétrica para uma carteira formada por mais de dois milhões de clientes, em uma área que possui mercado pródigo, de economia bastante diversificada e intensa na atividade industrial, comercial e de serviços públicos. Sem vazios demográficos, a energia elétrica distribuída pela Celesc é uma realidade em praticamente todos os lares, quer seja na cidade ou no campo, onde se situa um dos grandes parques de agronegócios do País. No Paraná, a Celesc detém a concessão do município de Rio Negro, atendendo a área urbana e algumas comunidades da zona rural.

É nesse cenário que vivem quase 6 milhões de habitantes, uma densidade populacional de 61,53 hab/km². Cada unidade consumidora de energia elétrica no Estado utiliza, em média, 713,91kWh/mês, o maior consumo da região Sul.

A qualidade dos serviços da Celesc é reconhecida nacional e internacionalmente. Entre muitos outros prêmios, é detentora de cinco prêmios CIER categoria Ouro, concedido para a empresa com melhor índice de satisfação dos clientes residenciais pela Comisión de Integración Energética Regional, que congrega as maiores empresas do setor de energia sediadas na América Latina e Central.

No Brasil, entre muitos outros méritos, a Celesc Empresa de conquistar, pela segunda vez consecutiva (2006 e 2007), o prêmio de Melhor Distribuidora do País na Avaliação do Cliente, concedido pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica - ABRADDEE. O mesmo mérito lhe foi conferido em 1999 e nos anos de 2004 e 2005 sagrou-se bicampeã como Melhor Empresa do Sul do País na Avaliação do Cliente. Em 2006, também foi eleita pela Associação como a Melhor Empresa do Sul do País.

No Brasil, entre muitos outros méritos, a Empresa acaba de conquistar, pela terceira vez consecutiva (2006, 2007 e 2008), o prêmio de Melhor Distribuidora do País na Avaliação do Cliente, concedido pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica - ABRADDEE. O mesmo mérito lhe foi conferido em 2000, e nos anos de 2004 e 2005 sagrou-se bicampeã como Melhor Distribuidora do Sul do País.

Missão

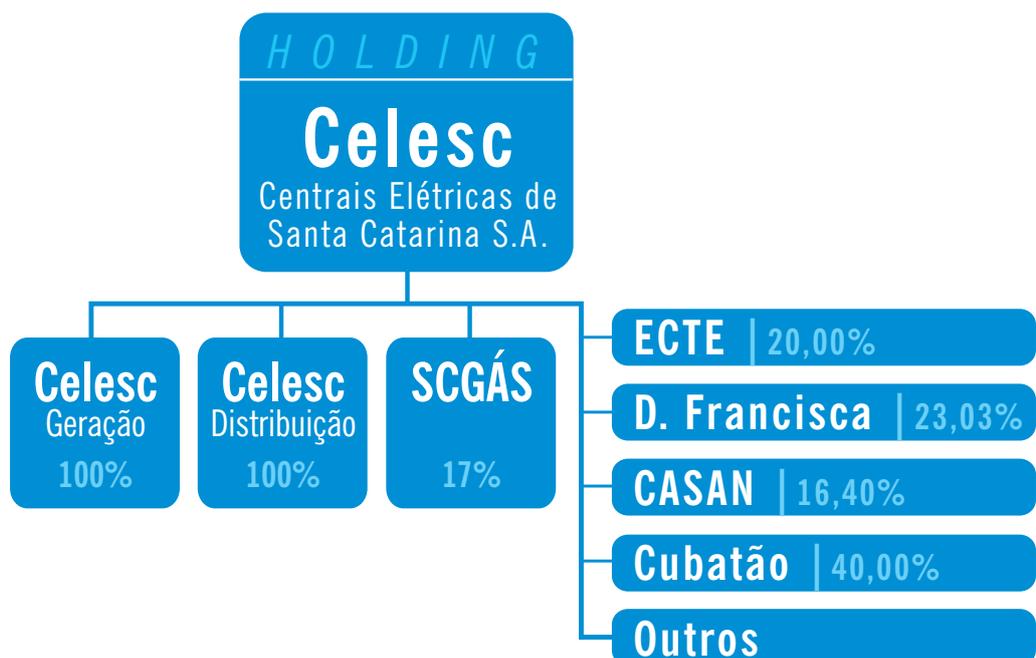
“Atuar de forma rentável no mercado de energia, serviços e segmentos de infra-estrutura afins, promovendo a satisfação de clientes, acionistas e empregados, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade.”

Visão

“Ser a melhor empresa nos seus negócios, reconhecida por seus resultados, mantendo-se pública e competitiva.”

Valores

- » Satisfação dos clientes, acionistas, empregados e fornecedores.
- » Confiabilidade junto a todos os públicos com os quais a Empresa se relaciona.
- » Qualidade dos processos e resultados.
- » Ética, transparência e profissionalismo.
- » Responsabilidade social e ambiental.
- » Segurança e qualidade de vida.



3 Simbologia e Nomenclatura Técnica

Para perfeita compreensão e maior precisão da terminologia técnica usada, veja a seguir o significado da simbologia, dos vocábulos e das expressões relacionados:

A	Ampère, unidade de corrente elétrica
BTU	Unidade de Energia Térmica (British Thermal Unit)
cv	cavalo vapor, unidade de potência mecânica
cos φ	fator de potência = cosseno ângulo φ . Defasamento entre a tensão e a corrente elétricas.
η	rendimento. É a razão entre a potência mecânica e a potência elétrica.
RD	Redução de Demanda (kW)
EE	Energia Economizada (kWh/ano)
EF	Eficiência térmica (KJ/Wh)
FC	Fator de Carga
FP	Fator de Potência
FD	Fator de demanda
FCP	Fator de coincidência na ponta
I	Corrente Elétrica (A)
Imed	Corrente Elétrica medida (A)
Iplaca	Corrente Elétrica informada na placa do equipamento (A)
KVA	Quilovolt-ampère, unidade de potência elétrica aparente
kVA_r	Quilovolt-ampère reativo, unidade de potência elétrica reativa
KVA_rh	Quilovolt-ampère reativo hora, unidade de consumo de energia elétrica reativa.
kW	Quilowatt, unidade de potência e demanda de potência elétrica ativa
kWh	Quilowatt hora, unidade de consumo de energia elétrica ativa
Lux	Unidade de Iluminância.
Lm	Lúmens - Unidade de fluxo luminoso
Lm/W	Lúmens por Watt - Unidade de eficiência luminosa
RCB	Relação Custo-Benefício
R\$	Reais
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
V	Volt, unidade de Tensão Elétrica

- » **ANEEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica.
- » **Carga instalada:** soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).
- » **Ciclo/Período de Faturamento:** é o intervalo de tempo entre a data da leitura do medidor de energia elétrica do mês anterior e a data da leitura do mês de referência, definida no calendário de faturamento da Celesc.
- » **Concessionária ou permissionária:** agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de energia elétrica, referenciado, doravante, apenas pelo termo concessionária.
- » **Consumidor:** pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar à Celesc o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos da ANEEL, assim vinculando-se ao contrato de fornecimento, de uso ou de adesão.
- » **Contrato de fornecimento:** instrumento pelo qual a Celesc e o consumidor responsável por unidade consumidora do Grupo A ajustam as características técnicas e as condições comerciais do fornecimento de energia elétrica.
- » **Corrente elétrica:** é associada ao deslocamento ordenado de elétrons livres em um circuito, devido à aplicação de uma Tensão (diferença de potencial) entre dois pontos. Sua intensidade é obtida por meio da quantidade de elétrons que atravessam a seção do condutor na unidade de tempo. Sua unidade é o Ampère (A).
- » **Demanda:** média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.
- » **Demanda contratada:** demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela Celesc no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- » **Demanda:** média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. A demanda medida é a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- » **Eficiência luminosa:** quociente entre o fluxo luminoso emitido em lúmens, pela potência consumida em Watts (lm/W). Indica a quantidade de luz que uma fonte luminosa pode produzir a partir da potência elétrica de 1 Watt. Quanto maior a eficiência luminosa de uma determinada lâmpada, maior será a quantidade de luz produzida com o mesmo consumo. Ex.: incandescente: 10 a 15lm/W; fluorescente compacta: 50 a 80lm/W. Expressa em lúmens por Watt (lm/W).
- » **Energia elétrica ativa:** energia elétrica que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts hora (kWh).
- » **Energia elétrica reativa:** energia elétrica que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt ampère reativo hora (kVArh)
- » **Estrutura tarifária:** conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas de acordo com a modalidade de fornecimento.

- » **Estrutura tarifária convencional:** estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.
- » **Estrutura tarifária horo sazonal:** estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, conforme segue:
 - a) **Tarifa Azul:** modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano e de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.
 - b) **Tarifa Verde:** modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, e de uma única tarifa de demanda de potência.
 - c) **Horário de ponta (p):** período definido pela Celesc e composto por até 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, “Corpus Christi”, dia de finados e aos demais feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico.
 - d) **Horário fora de ponta (fp):** período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.
 - e) **Período úmido (U):** período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
 - f) **Período seco (S):** período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.
- » **Fator de carga – FC:** razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. No ANEXO I, constam os fatores de demanda e de carga típicos por atividade, utilizados pela Celesc Distribuição.
- » **Fator de coincidência na ponta – FCP:** O fator de coincidência na ponta é utilizado para o cálculo do potencial de RD. O valor está entre “0 e 1” e indica que percentual daqueles equipamentos elétricos são postos em funcionamento/operação no horário de ponta.
- » **Fator de demanda – FD:** razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora. No ANEXO I, constam os fatores de demanda e de carga típicos por atividade, utilizados pela Celesc Distribuição.
- » **Fator de Potência – FP:** A energia elétrica é a força motriz de máquinas e equipamentos elétricos. Essa energia é utilizada de duas formas distintas: a energia ativa e a energia reativa. A energia ativa é que realmente executa as tarefas, isto é, faz os motores girarem, realizando o trabalho do dia-a-dia. A energia reativa forma um campo magnético necessário para que o eixo dos motores possa girar. A energia reativa está presente em: motores, transformadores, reatores, lâmpadas fluorescentes etc. O fator de potência é um índice que indica quanto da energia foi utilizada em trabalho e quanto foi utilizada em magnetização. O fator de potência (FP) é o quociente da potência ativa (kW) pela potência aparente (kVA).
- » **Fluxo luminoso:** quantidade de luz emitida por uma fonte, medida em lúmens (lm), na tensão nominal de funcionamento.

- » **Grupo B:** grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3kV, ou ainda, atendidas em tensão superior a 2,3kV e faturadas neste Grupo por opção, caracterizado pela estruturação tarifária monômnia.
- » **Grupo A:** grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior 2,3kV, ou ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição e optantes pelo enquadramento neste Grupo, caracterizado pela estruturação tarifária binômnia, e subdividido nos seguintes subgrupos:
 - a) **Subgrupo A1** - tensão de fornecimento igual ou superior a 230kV;
 - b) **Subgrupo A2** - tensão de fornecimento de 88kV a 138kV;
 - c) **Subgrupo A3** - tensão de fornecimento de 69kV;
 - d) **Subgrupo A3a** - tensão de fornecimento de 30kV a 44kV;
 - e) **Subgrupo A4** - tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV;
 - f) **Subgrupo AS** - tensão de fornecimento inferior a 2,3kV atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e enquadradas neste Grupo em caráter opcional.
- » **Illuminância:** fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, expresso em lux. Em ambientes de trabalho, a iluminância é definida como a iluminância média no plano de trabalho, cujos valores são recomendados pela NBR5413 – Iluminância de Interiores, que estabelece os valores de iluminância médias mínimas em serviço para iluminação artificial de interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras.
- » **Lux:** definido como sendo a iluminância de uma superfície plana, de área igual a 1m², que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1lm, uniformemente distribuído.
- » **Potência:** quantidade de energia elétrica solicitada na unidade de tempo, expressa em quilowatts (kW).
- » **Potência instalada:** soma das potências nominais de equipamentos elétricos de mesma espécie instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento.
- » **Potência ativa:** entende-se por Potência Ativa a capacidade instantânea que as máquinas e equipamentos possuem para produzir trabalho útil. Assim, por exemplo, temos o calor gerado pelo chuveiro elétrico aquecendo a água e o eixo de um motor girando a hélice do ventilador. A Potência Ativa é usualmente expressa em Watts (W), quilowatts (kW) ou megawatts (MW). Convém salientar que, nos casos dos motores, é comum encontrarmos sua especificação em termos de outras unidades de potência, como cavalo-vapor (cv) e cavalo-força (Horse Power – HP).

$$1\text{cv (cavalo-vapor)} \rightarrow 736\text{W} \rightarrow 0,736\text{kW}$$

$$1\text{HP (cavalo-força)} \rightarrow 746\text{W} \rightarrow 0,746\text{kW}$$

Nesses casos, a especificação refere-se a potência que o motor consegue entregar no seu eixo, devendo ser levado em conta seu rendimento para a determinação da potência necessária a ser entregue. Exemplo: Um motor de 20HP corresponde a 14,92kW (20HP x 0,746kW).
- » **Potência Reativa (VAr ou kVAr):** é a potência instantânea utilizada para produzir os fluxos magnéticos em equipamentos cujo funcionamento está associado a presença de campos magnéticos, como é o caso dos motores, transformadores, reatores etc. A unidade usualmente utilizada é o quilovolt-ampère-reativo (kVAr)
- » **Tarifa:** preço da unidade de energia elétrica e/ou da demanda de potência ativa.

- » **Tarifa de consumo:** valor em reais do kWh de energia utilizada. Na estrutura tarifária horo-sazonal, os valores são diferenciados para horários de ponta e fora de ponta e períodos úmido e seco. Valor expresso em R\$/kWh.
- » **Tarifa de demanda:** valor em reais do kW de demanda. Na estrutura tarifária horo-sazonal azul, os valores são diferenciados para horários de ponta e fora de ponta. Valor Expresso em R\$/kW.
- » **Tensão:** é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. Conhecida também como Voltagem, sua unidade é o Volt (V). É muito comum a utilização da Tensão sob a forma de quilovolts (kV), que corresponde a 1000 Volts. Assim, por exemplo, uma tensão de 13.800 Volts corresponde a 13,8kV.
- » **Unidade consumidora:** conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

4 Diagnóstico dos Sistemas

A ENERGIA ECONOMIZADA – EE, medida em kWh/ano, e a redução de demanda de potência – RD, medida em kW, são os principais indicadores quantitativos dos projetos de eficiência energética.

Para identificar o potencial de economia de energia elétrica é necessário efetuar o diagnóstico das instalações e dos equipamentos elétricos. O diagnóstico energético compreende um levantamento completo das instalações elétricas e de todos os equipamentos elétricos de uma empresa. Tem como objetivos:

- » conhecer a instalação do ponto de vista energético;
- » segmentar os consumos específicos por setor ou área;
- » conhecer os principais consumidores e o seu histórico de funcionamento;
- » identificar os fatores sazonais e climáticos que afetam os índices energéticos;
- » criar um banco de dados com o histórico dos parâmetros técnicos de consumo;
- » identificar oportunidades de redução do consumo, tanto por alteração da forma de operação dos equipamentos, quanto pela substituição por equipamentos mais eficientes;
- » determinar o plano de ação priorizado por investimentos e prazos de implementação.

Em virtude do nível de detalhamento, o diagnóstico energético de toda instalação tem um custo maior e requer mais tempo para sua elaboração. Considerando que o “Programa Consumo Inteligente de Energia” está focado na eficientização dos sistemas de iluminação, climatização de ambientes, motriz e de ar comprimido, recomenda-se diagnóstico específico para essas utilidades. Assim, deverão ser verificadas as instalações, os equipamentos e suas condições de operação (tempo, período, nível de carregamento, área, temperatura, atividades executadas etc.). Cada equipamento deverá ser avaliado e comparado, se existir, com outro mais eficiente. Também deverá ser verificado se a potência do equipamento está adequada à sua utilização e calculado o dimensionamento adequado do sistema. Nesse momento, é definido o Plano de Medição e Verificação – M&V (detalhado no item 3.2 deste manual) e são efetuadas as medições nos equipamentos existentes para que se determine o potencial de economia de energia e de redução de demanda de potência, que serão confirmados após a entrada em operação dos novos equipamentos com a medição pós-substituições, obedecendo-se ao Plano de Medição e Verificação definido no diagnóstico.

O diagnóstico contempla também: a especificação técnica dos equipamentos eficientes, detalhamento dos custos totais, cronograma de implantação e cálculo dos indicadores de avaliação por medida proposta e total, compondo, dessa forma, um documento que subsidiará a decisão das ações que serão executadas.

4.1 Levantamento Técnico/Apuração do Potencial de Economia Energia

Apresentamos, na seqüência, quadros para o levantamento de dados técnicos e de utilização dos equipamentos elétricos, necessários para a determinação do potencial de economia de energia. São apresentadas também as fórmulas de cálculo para a apuração do potencial de economia de energia e de demanda de ponta.

Para as empresas enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal, deverão ser apresentadas a EE e a RD para os segmentos de ponta e fora de ponta.

4.1.1 Iluminação

A substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes, de lâmpadas fluorescentes por modelos mais eficientes, de reatores eletromagnéticos por eletrônicos e de luminárias por modelos com refletor em alumínio, aliada à divisão do acionamento da iluminação em ambientes distintos, ao dimensionamento adequado do nível de iluminação de acordo com a atividade executada no posto de trabalho, de acordo com a NBR5413 – Iluminância de Interiores, e à instalação de sensores de presença, pode trazer uma significativa redução de custos à empresa, melhora da qualidade do produto e conforto ambiental aos usuários.

Levantamento dados e proposição novos equipamentos

Os itens destacados no quadro abaixo deverão ser coletados diretamente nos ambientes/equipamentos. O fluxo luminoso (lm) e eficiência (lm/W) são dados obtidos do fabricante.

Três itens são fundamentais para o cálculo do potencial de EE e RD: potência da lâmpada, potência do reator e tempo de uso e, por isso, deverão ser medidos – devem constar do Plano de Medição e Verificação.

O fator de coincidência na ponta – FCP – é utilizado para o cálculo do potencial de RD. O valor está entre 0 e 1 e indica que percentual daquelas lâmpadas são acionadas no horário de ponta. Sua determinação deve ser efetuada com a colaboração de representante da empresa diagnosticada que conheça a utilização da iluminação naquele ambiente. Ex.: se as lâmpadas de 40W do setor “a” ficam ligadas durante o horário de ponta, o valor é “1” ; se as lâmpadas são desligadas, o valor é “0”.

A iluminância (nível de iluminação) do local de trabalho deverá ser medida com a utilização de aparelho chamado luxímetro. É utilizada para o correto dimensionamento do sistema de iluminação proposto. Após a substituição dos equipamentos, deverá ser medida novamente, para confirmar o atendimento à NBR5413.

**Exemplo
proposto de
levantamento de
dados de sistema
de iluminação**

Setor	SISITEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL								SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PROPOSTO								Tempo uso Ponta (h/ano)	Tempo uso fora ponta (h/ano)	FCP
	Lâmpada	Potência lâmpada (w)	Qtd.	Potência Reator (W)	Qtd.	Fluxo (lm)	Eficiência (lm/W)	Iluminância (Lux)	Lâmpada proposta	Potência lâmpada (W)	Qtd.	Potência Reator (W)	Qtd.	Fluxo (lm)	Eficiência (lm/W)				
a	Fluoresc.	40	1000	8	500	2.700	56,25	300	Fluoresc.	32	750	3,5	375	2.700	84,38	780	3650	1	
b	Mista	160	50	-	-	3.100	19,37	325	Vp. Sódio	70	50	13	13	5.600	67,4	780	3650	1	
c	Mista	160	60	-	-	3.100	19,37	450	Vp. Merc.	80	60	9	9	3.800	42,7	-	2920	0	
d	Mista	250	40	-	-	5.600	22,4	204	Vp. Merc.	125	40	12	12	6.300	46	780	2190	1	
e	Incand.	60	20	-	-	415	10,4	254	Flu. Comp.	15	20	-	-	720	60	-	3650	0	
f	Incand.	60	65	-	-	715	11,9	312	Flu. Comp.	15	65	-	-	720	60	780	2920	1	
g	Incand.	100	10	-	-	1.350	13,5	150	Flu. Comp.	23	10	-	-	1.500	65,2	780	2190	1	

Cálculo do potencial de economia energia e redução de demanda de potência

Para as empresas enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal, deverão ser apresentadas a EE e a RD para os segmentos de ponta e fora de ponta. Para as empresas enquadradas no Grupo B, calcular utilizando a fórmula EEfp e considerar o tempo total de uso (h/ano) = ponta + fora de ponta. Para empresas do Grupo A Convencional, calcular considerando as fórmulas em negrito e tempo total de uso (h/ano).

$$EEp = [(NL_1 * PL_1 + NR_1 * PR_1) - (NL_2 * PL_2 + NR_2 * PR_2)] * tup * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$EEfp = [(NL_1 * PL_1 + NR_1 * PR_1) - (NL_2 * PL_2 + NR_2 * PR_2)] * tufp * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$RDp = [(NL_1 * PL_1 + NR_1 * PR_1) - (NL_2 * PL_2 + NR_2 * PR_2)] * FCP * FD * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

$$RDfp = [(NL_1 * PL_1 + NR_1 * PR_1) - (NL_2 * PL_2 + NR_2 * PR_2)] * FD * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

Em que:

EEp	energia economizada ponta (kWh/ano)
EEfp	energia economizada fora de ponta (kWh/ano)
NL₁	quantidade de lâmpadas do sistema existente
NL₂	quantidade de lâmpadas do sistema proposto
PL₁	potência da lâmpada do sistema existente (W)
PL₂	potência da lâmpada do sistema proposto (W)
NR₁	quantidade de reatores do sistema existente
NR₂	quantidade de reatores do sistema proposto
PR₁	potência do reator do sistema existente (W)
PR₂	potência do reator do sistema proposto (W)
tup	tempo de uso ponta (h/ano)
tufp	tempo de uso fora de ponta (h/ano)
RDp	redução demanda ponta (kW)
RDfp	redução demanda fora de ponta (kW)
FCP	fator de coincidência na ponta (varia de 0 a 1)
FD	fator de demanda. Razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora. Poderá ser calculado o FD da empresa para os segmentos de ponta e fora de ponta, ou utilizado o valor padrão por atividade, utilizado pela Celesc, conforme Anexo I – FATORES DE DEMANDA E DE CARGA TÍPICOS POR ATIVIDADE.

4.1.2 Ar-condicionado

A substituição do sistema de climatização de ambientes por aparelhos tipo janela e split eficientes e o dimensionamento adequado do sistema proporcionam redução dos gastos com energia elétrica e aumento do conforto térmico do ambiente.

Levantamento dados e proposição novos equipamentos

A potência (BTU) deverá ser coletada diretamente nos equipamentos.

A Eficiência – EF do equipamento é fornecida pelo fabricante e tem relação direta com sua potência. A fórmula de cálculo da potência em Watts, a partir da capacidade em BTU/h e da EF, é:

$$P = C * 1,055 * 1/EF$$

Em que:

P potência em Watt (W)

C capacidade nominal do equipamento (BTU/h)

EF eficiência do equipamento (kJ/Wh)

Conversão de unidades: 1 (kJ/Wh) = 0,27778 (W/W)

Nos equipamentos do sistema atual, deve constar do Plano de Medição e Verificação a medição da potência (W) e do tempo de uso (h/ano) – considerando um período que determine as características de funcionamento do equipamento, para as condições de temperatura e ambiente, dentre outros. Para o cálculo da potência (W) do equipamento proposto, considerar a Eficiência – EF do equipamento (valor definido pelo fabricante) e a fórmula acima. Após a substituição, deverá ser medida a potência (W) para confirmação da real EE e RD.

No dimensionamento do sistema proposto, deverá ser efetuado o cálculo térmico do ambiente e definida a potência em BTU realmente necessária para proporcionar conforto térmico do ambiente, o que pode alterar a potência e o número de equipamentos por ambiente.

**Exemplo
proposto de
levantamento
de dados de ar-
condicionado**

Setor/ Sala	SISTEMA ATUAL				SISTEMA PROPOSTO					Tempo uso Ponta (h/ano)	Tempo uso fora Ponta (h/ano)	FCP
	Equipamento/ modelo	Qtd.	Capacidade (BTU/h)	P (W)	Equipamento/ modelo	Qtd.	Capacidade (BTU/h)	EF (kJ/Wh)	P (W)			
Faturamento	janela-reverso	1	12.000	1,549	split-reverso	1	12.000	10,58	1,196	0	2.640	0
TOTAL												

Cálculo do potencial de economia energia e demanda de potência

Para as empresas enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal, deverão ser apresentadas a EE e a RD para os segmentos de ponta e fora de ponta. Para as empresas enquadradas no Grupo B, calcular utilizando a fórmula EEfp e considerar o tempo total de uso (h/ano) = ponta + fora de ponta. Para empresas do Grupo A Convencional, calcular considerando as fórmulas em negrito e tempo total de uso (h/ano).

$$EEp = [(\sum P_{\text{atual}} * \text{tup}) - (\sum P_{\text{proposto}} * \text{tup})] * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$\mathbf{EEfp} = [(\sum \mathbf{P_{\text{atual}}} * \mathbf{\text{tufp}}) - (\sum \mathbf{P_{\text{proposto}}} * \mathbf{\text{tufp}})] * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$RDp = [\sum P_{\text{atual}} * \text{FCP} * \text{FD}] - [\sum P_{\text{proposto}} * \text{FCP} * \text{FD}] * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

$$\mathbf{RDfp} = [\sum \mathbf{P_{\text{atual}}} * \mathbf{FD}] - [\sum \mathbf{P_{\text{proposto}}} * \mathbf{FD}] * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

Em que:

EEp energia economizada ponta (kWh/ano)

EEfp energia economizada fora de ponta (kWh/ano)

Σ somatória

P_{atual} potência sistema atual (W)

P_{proposto} potência sistema proposto (W)

tup tempo de uso ponta (h/ano)

tufp tempo de uso fora de ponta (h/ano)

RDp redução demanda ponta (kW)

RDfp redução demanda fora de ponta (kW)

FCP fator de coincidência na ponta (varia de 0 a 1)

FD fator de demanda. Razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora. Poderá ser calculado o FD da empresa para os segmentos de ponta e fora de ponta, ou utilizado o valor padrão por atividade, utilizado pela Celesc, conforme Anexo I – FATORES DE DEMANDA E DE CARGA TÍPICOS POR ATIVIDADE.

4.1.3 Motor e Compressor

A força maior da indústria e também os responsáveis pelo maior consumo de energia, os motores, podem ser substituídos por modelos mais eficientes, com alto fator de potência e alto rendimento. Os compressores são acionados por motores que podem ser substituídos por modelos mais eficientes, com alto fator de potência e rendimento. Paralelamente, a identificação e a correção de vazamentos implica redução significativa do consumo de energia.

Levantamento dados e proposição novos equipamentos

Os itens destacados no quadro abaixo deverão ser coletados diretamente nos equipamentos. São dados de placa: potência (CV), nº pólos, tensão nominal (V), nº fases, $\cos \varphi$, η , $I_{placa(A)}$.

O tempo de uso (h/ano) e a $I_{med(A)}$ máxima deverão ser medidos – devem constar do Plano de Medição e Verificação.

O fator de coincidência na ponta – FCP – é utilizado na apuração do potencial de RD. O valor está entre 0 a 1 e indica se o equipamento é acionado no horário de ponta. Sua determinação deve ser efetuada com a colaboração de representante da empresa diagnosticada que conheça o regime de produção/utilização naquele setor.

O carregamento do motor é a relação entre a potência fornecida e a potência nominal. O carregamento é determinado a partir da curva de desempenho do motor fornecida pelo fabricante. Essa análise é fundamental para definição da potência de motor realmente necessária para o trabalho realizado pelo equipamento.

**Exemplo
proposto de
levantamento
de dados dos
motores**

Setor	Equipamento/máquina	Qty.	SISTEMA ATUAL										SISTEMA PROPOSTO						Tempo uso Ponta (h/ano)	Tempo uso fora ponta (h/ano)	FCP		
			Potência (cv)	Nº Pólos	Tensão Nominal (V)	Nº fases	$\cos \varphi$	η	$I_{placa(A)}$	$I_{med(A)}$	Carregamento %	P (W)	Potência (cv)	Nº Pólos	Tensão Nominal (V)	$\cos \varphi$	η	$I_{placa(A)}$				P (W)	
a	Prensa	1	10	4	380/220	3	0,62	0,86	26,6	15,6	0,40	4,28	5	4	380/220	0,8	0,88	11,5	3,98	780	7980	1	
TOTAL																							

A fórmula para conversão de unidade de potência, de CV para W é:

$$P(W) = P(cv) * 736$$

A potência (W) efetiva é calculada com base nos dados coletados e medidos e aplicando-se as fórmulas abaixo:

$$P_{3\phi}(W) = \frac{\sqrt{3} * V * I_{med} * \cos \varphi}{\eta} \quad (\text{motor trifásico})$$

$$P_{1\phi}(W) = \frac{V * I_{med} * \cos \varphi}{\eta} \quad (\text{motor monofásico})$$

Em que:

P(W)	potência em Watt
P(cv)	potência em cavalo vapor
P_{3φ}	potência trifásica (W)
P_{1φ}	potência monofásica (W)
V_{fase}	tensão de fase (Volts). Ex.: sistema trifásico 380/220 (V) . Vfase= 220 (V)
I_{med}	corrente medida (A)
cos φ	fator de potência = cosseno ângulo φ
η	rendimento. É a razão entre a potência mecânica e a potência elétrica

Cálculo do potencial de economia energia e demanda de potência

Para as empresas enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal, deverão ser apresentadas a EE e a RD para os segmentos de ponta e fora de ponta. Para as empresas enquadradas no Grupo B, calcular utilizando a fórmula EEfp e considerar o tempo total de uso (h/ano) = ponta + fora de ponta. Para empresas do Grupo A Convencional, calcular considerando as fórmulas em negrito e tempo total de uso (h/ano).

$$EEp = [(\sum P_{\text{atual}} * \text{tup}) - (\sum P_{\text{proposto}} * \text{tup})] * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$\mathbf{EEfp} = [(\sum P_{\text{atual}} * \text{tufp}) - (\sum P_{\text{proposto}} * \text{tufp})] * 10^{-3} \text{ (kWh/ano)}$$

$$RDp = [\sum (P_{\text{atual}} * \text{FCP} * \text{FD})] - [\sum (P_{\text{proposto}} * \text{FCP} * \text{FD})] * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

$$\mathbf{RDfp} = [\sum (P_{\text{atual}} * \text{FD})] - [\sum (P_{\text{proposto}} * \text{FD})] * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

Em que:

EEp	energia economizada ponta (kWh/ano)
EEfp	energia economizada fora de ponta (kWh/ano)
Σ	somatória
P_{atual}	potência sistema atual (W)
P_{proposto}	potência sistema proposto (W)
tup	tempo de uso ponta (h/ano)
tufp	tempo de uso fora de ponta (h/ano)
RDp	redução demanda ponta (kW)
RDfp	redução demanda fora de ponta (kW)
FCP	fator de coincidência na ponta (varia de 0 a 1)
FD	fator de demanda. Razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora. Poderá ser calculado o FD da empresa para os segmentos de ponta e fora de ponta, ou utilizado o valor padrão por atividade, utilizado pela Celesc, conforme Anexo I – FATORES DE DEMANDA E DE CARGA TÍPICOS POR ATIVIDADE.

4.2 Plano de Medição e Verificação (M&V)

Os resultados de economia de energia (kWh/ano) e redução de demanda (kW) obtidos com a implementação de ações de eficiência energética são apurados comparando-se medições de grandezas elétricas nos equipamentos, antes (ano-base) e após a substituição (pós-retrofit).

Levando-se em conta que não se pode gerenciar o que não se mede, metodologias de medição e verificação de resultados devem ser previamente definidas e constar do item acompanhamento/medição do projeto. Essa metodologia deverá ser negociada entre as partes e executada, tanto no levantamento inicial (diagnóstico) quanto após a instalação do novo equipamento. **Não se negocia M&V após a implementação do projeto.**

A proposta para o Plano de Medição deverá ser baseada no Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance – PIMVP, que fornece uma visão geral das melhores práticas atualmente disponíveis para verificar os resultados de projetos de eficiência energética. O protocolo foi elaborado em 2000 por representantes de vários países e possui quatro alternativas que podem ser adotadas nos programas de eficiência energética. É importante salientar que, quanto mais complexa a alternativa selecionada, maiores serão os custos e o tempo necessário para sua aplicação.

As economias de energia ou reduções de demanda são determinadas pela comparação dos usos medidos de energia ou demanda antes e após a implementação de um programa de economia de energia. Em geral:

Economias de energia = Uso da energia consumo-base - Uso da energia pós-retrofit ± Ajustes

O termo Ajustes nessa equação geral tem a função de trazer o uso da energia de dois períodos de tempo distintos para as mesmas condições. As condições que geralmente afetam o uso de energia são o clima, ocupação, turnos de trabalho, produtividade total da planta e operações do equipamento requeridas por essas condições, sendo que os ajustes podem ser positivos ou negativos.

Os ajustes são derivados de fatos físicos identificáveis, sendo feitos tanto rotineiramente, como devido a mudanças climáticas, ou se necessários como quando um segundo turno é adicionado, há inclusão de ocupantes no espaço, ou aumento da utilização de equipamentos elétricos no sistema. Os ajustes são comumente executados para restabelecer o consumo-base sob condições pós-retrofit.

A preparação de um Plano de Medição e Verificação é fundamental para a determinação apropriada das economias. O planejamento prévio assegura que todos os dados necessários à determinação das economias estarão disponíveis após a implementação do programa de economia de energia, dentro de um orçamento aceitável.

Um Plano de Medição e Verificação deve conter em seu escopo:

- » uma descrição das ações de eficiência energética e o resultado esperado;
- » a identificação dos limites da determinação das economias. Eles podem ser tão restritos quanto o fluxo da energia por meio de uma única carga ou tão abrangentes quanto a utilização total de energia de um ou vários sistemas;
- » documentação das condições da operação da instalação e os dados de energia do consumo-base;
- » uma auditoria abrangente para reunir as informações do consumo-base e dados de operação do sistema, que sejam relevantes para a medição e verificação:

1. perfis de consumo de energia e demanda;
2. tipo de ocupação, densidade e períodos;
3. condições parciais ou de toda a área da instalação em cada período de operação e estação do ano;
4. inventário dos equipamentos: dados de placa, localização, condições, fotografias ou vídeos são maneiras efetivas para registrar as condições do equipamento;
5. práticas de operação do equipamento (horários e regulagens, temperaturas/pressões efetivas);
6. problemas significativos do equipamento ou perdas.

O PIMVP está disponível para download no seguinte endereço:

www.inee.org.br/download/escos/PIMVP_2001_Portugues.pdf

4.3 Especificação dos Materiais Propostos

Especificações técnicas detalhadas de cada equipamento e material proposto, que preferencialmente participem do programa nacional de etiquetagem emitido pelo INMETRO e tenham o selo PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

4.4 Custos de Implantação das Medidas – Investimento

Detalhamento dos recursos necessários à implementação de cada ação. Ex.: equipamento, montagem, obra civil, engenharia, impostos, administração, diagnóstico energético, M&V e outros. Deverão constar orçamentos de, no mínimo, 3 (três) fornecedores, sendo selecionado o de menor valor.

4.5 Cronograma de Implantação das Medidas

Apresentação do cronograma de implementação das medidas propostas, de forma que seja possível identificar o prazo necessário para as substituições, quando os benefícios previstos poderão ser confirmados e a data de ajuste do contrato de demanda.

ETAPA	M E S E S											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Troca iluminação	X	X										
Troca ar-condicionado			X									
Troca motores			X	X	X							
Medições finais			X	X	X	X						
Relatório resultados projeto							X					
Acompanhamento resultados			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ajuste demanda contratada								X				

4.6 Indicadores de Avaliação das Medidas Propostas

Para uma avaliação detalhada, que permita selecionar e priorizar investimentos com foco nos resultados, deverão ser calculados os indicadores abaixo relacionados para cada medida de eficiência energética proposta, bem como, os indicadores globais, por empresa.

4.6.1 Energia Economizada (EE) e Redução de Demanda (RD)

A energia economizada, medida em kWh/ano, e a redução de demanda, medida em kW, são os principais indicadores quantitativos para projetos de eficiência energética. Os valores deverão ser levantados no diagnóstico energético e/ou levantamento prévio e confirmados após a entrada em operação dos novos equipamentos, com a aplicação do Plano de Medição e Verificação definido de acordo com o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP.

Para as empresas enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal, deverão ser apresentadas a EE e a RD para os segmentos de ponta e fora de ponta.

4.6.2 Investimento (R\$)

Deverão ser detalhados os recursos necessários à implementação de cada ação. Ex.: equipamento, montagem, obra civil, engenharia, impostos, administração, diagnóstico energético, medição e verificação e outros.

4.6.3 Benefícios (R\$)

Redução do consumo de energia elétrica.

O principal benefício financeiro é a redução de custos com a energia elétrica em relação à economia de energia (EE) e à redução da demanda (RD). O benefício financeiro (R\$) é obtido multiplicando-se as previsões de EE (kWh/ano) e de RD pelas tarifas de energia elétrica pagas pela empresa à Celesc Distribuição, de acordo com seu enquadramento tarifário, conforme detalhado a seguir.

a) unidade consumidora do Grupo B

Benefício anual (R\$) = EE total x tarifa kWh

Em que:

EE total energia economizada total (kWh/ano) = EEp + EEfp

Tarifa kWh tarifa consumo Grupo B (R\$/kWh)

b) unidade consumidora do Grupo A Convencional

Benefício (R\$) = EE total x tarifa kWh + RD x 12 x tarifa kW

Onde:

EE total energia economizada total (kWh/ano) = EEp + EEfp

Tarifa kWh tarifa consumo Grupo A Convencional (R\$/kWh)

RD redução demanda (kW)

Tarifa kW tarifa demanda Grupo A Convencional (R\$/kW)

c) unidade consumidora do Grupo A Horo-Sazonal Verde

Na modalidade horo-sazonal verde, as tarifas de energia (kWh) são diferenciadas para os horários de ponta e fora de ponta e para os períodos úmido e seco. Assim, a solução ideal é o cálculo da tarifa média do Kwh de ponta e fora de ponta, que será multiplicada pela EEp e EEfp, conforme fórmulas:

$$\text{Benefício (R\$)} = (\text{EEp} \times \text{tarifa média kWhp} + \text{EEfp} \times \text{tarifa média kWhfp}) + \text{RD} \times 12 \times \text{tarifa kW}$$

Em que:

$$\text{Tarifa média kWhp} = \frac{\text{tarifa kWhp período úmido} \times 5 + \text{tarifa kWhp período seco} \times 7}{12}$$

(R\$/KWh)

$$\text{Tarifa média kWhfp} = \frac{\text{tarifa kWhfp período úmido} \times 5 + \text{tarifa kWhfp período seco} \times 7}{12}$$

(R\$/kWh)

EEp energia economizada na ponta (kWh/ano)

EEfp energia economizada fora da ponta (kWh/ano)

kWhp kWh ponta

kWhfp kWh fora de ponta

RD redução demanda (kW)

Tarifa kW tarifa demanda Horo-sazonal Verde (R\$/kW)

d) unidade consumidora do Grupo A Horo-sazonal Azul

Na modalidade horo-sazonal azul, as tarifas de energia (kWh) e demanda (kW) são diferenciadas para os horários de ponta e fora de ponta, e as tarifas de energia (kWh) são diferenciadas para os períodos úmido e seco. Assim, a solução ideal é o cálculo da tarifa média do Kwh de ponta e fora de ponta, que será multiplicada pela EEp e EEfp, conforme fórmulas:

$$\text{Benefício (R\$)} = (\text{EE}_p \times \text{tarifa média kWh}_p + \text{EE}_{fp} \times \text{tarifa média kWh}_{fp}) + \text{RD}_p \times 12 \times \text{tarifa kW}_p + \text{RD}_{fp} \times 12 \times \text{tarifa kW}_{fp}$$

Em que:

$$\text{Tarifa média kWhp} = \frac{\text{tarifa kWhp período úmido} \times 5 + \text{tarifa kWhp período seco} \times 7}{12}$$

(R\$/KWh)

$$\text{Tarifa média kWhfp} = \frac{\text{tarifa kWhfp período úmido} \times 5 + \text{tarifa kWhfp período seco} \times 7}{12}$$

(R\$/kWh)

EEp energia economizada na ponta (kWh/ano)

EEfp energia economizada fora da ponta (kWh/ano)

kWhp kWh ponta

kWhfp kWh fora de ponta

RDp redução demanda ponta (kW)

RDfp redução demanda fora de ponta (kW)

Tarifa kWp tarifa demanda ponta horo-sazonal azul (R\$/kW)

Tarifa kWfp tarifa demanda fora de ponta horo-sazonal azul (R\$/kW)

Importante:

Nas unidades consumidoras do Grupo A, aplicam-se tarifas de consumo (kWh) e de demanda (kW) e são estabelecidos valores de demanda contratada no “Contrato de Fornecimento de Energia Elétrica”, firmado com a Celesc Distribuição S.A, sendo a demanda faturável o maior valor entre a demanda contratada e a demanda medida. Dependendo do valor contratado, para que se obtenha redução do custo da energia será necessário alterar o Contrato adequando o valor da demanda após a implementação de medidas de eficiência energética. A Resolução nº 456, de 29.11.2000, da ANEEL, estabelece as “Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica” e em seu art. 24 (transcrito abaixo) as condições para o ajuste de Contrato em função da implantação de medidas de eficiência energética.

“A concessionária deverá negociar o contrato de fornecimento, a qualquer tempo, sempre que solicitado por consumidor que, ao implementar medidas de conservação, incremento à eficiência e ao uso racional da energia elétrica, comprováveis pela concessionária, resultem em redução da demanda de potência e/ou consumo de energia elétrica ativa, desde que satisfeitos os compromissos relativos aos investimentos da concessionária, conforme previsto no §1º do art. 23.

***Parágrafo único.** O consumidor deverá submeter à concessionária as medidas de conservação a serem adotadas, com as devidas justificativas técnicas, etapas de implantação, resultados previstos, prazos, proposta para a revisão do contrato de fornecimento e acompanhamento pela concessionária, caso em que esta informará ao consumidor, no prazo de 45 (quarenta e cinco) dias, as condições para a revisão da demanda e/ou energia elétrica ativa contratadas, conforme o caso.”*

Redução dos custos de manutenção

Outro benefício é a redução de despesas de manutenção dos equipamentos. A definição do valor deverá ser da empresa beneficiada pelo projeto.

4.6.4 Valor Presente Líquido – VPL (R\$)

O valor presente líquido indica a lucratividade de um investimento. Em geral, qualquer investimento que possua VPL maior que zero é considerado lucrativo e, na seleção de opções de investimento, são priorizados investimentos com maior VPL.

$$VPL = R * \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} - I$$

Em que:

VPL valor presente líquido (R\$)

R total benefício anual (R\$)

i taxa de juros anual definida pelo agente financiador. Ex.: 12% a.a. = 0,12

n vida útil equipamento (anos)

I investimento inicial total (R\$)

4.6.5 Taxa Interna de Retorno – TIR (anual)

A taxa interna de retorno de um investimento ou taxa de atratividade é a taxa que faz com que o valor presente líquido do investimento seja igual a zero. Ela é calculada considerando o investimento inicial, os benefícios anuais (redução de custos) a serem obtidos com a implementação da ação e o período (o número de anos dos benefícios corresponde à vida útil do equipamento instalado). O projeto é atrativo quando o valor da TIR é superior à taxa de juros do financiamento.

O cálculo da TIR geralmente é executado pelo método de “tentativa e erro”, efetuado com a mesma fórmula do VPL, sendo substituído o VPL por zero. Normalmente, o cálculo é efetuado por meio de planilha eletrônica.

4.6.6 Prazo de Retorno do Investimento (meses)

O prazo de retorno do investimento indica o período (em meses) que o investimento inicial será recuperado com a economia (benefício) mensal proporcionada pela implementação da medida de eficiência energética.

O cálculo do prazo de retorno do investimento geralmente é executado pelo método de “tentativa e erro”, efetuado com a mesma fórmula do VPL, considerando $VPL =$ valor do investimento e $R =$ benefício mensal. Normalmente, o cálculo é efetuado por meio de planilha eletrônica.

Para uma análise simplificada, pode-se efetuar o cálculo sem a aplicação de juros, conforme fórmula abaixo:

$$n = \frac{I}{A}$$

Em que:

n prazo de retorno do investimento (meses)

I investimento inicial total (R\$)

A benefício mensal com a economia energia (R\$). Sendo $A = R/12$.

Para avaliação, determina-se que o projeto é atrativo quando seu tempo de retorno do investimento for inferior à vida útil dos equipamentos.

4.6.7- Relação Custo-Benefício - RCB

A relação custo-benefício (RCB) indica quanto os custos correspondem em relação aos benefícios gerados pela eficiência de cada uso final (iluminação, motriz, ar-condicionado, ar comprimido).

O cálculo da RCB global do projeto deverá ser efetuado por meio da média ponderada das RCBs individuais. Os pesos são definidos pela participação percentual de cada uso final na energia economizada.

Na avaliação de projetos, quanto menor o valor do RCB – desde que seja inferior a 1,00 – mais atrativo será o investimento.

As fórmulas de cálculo:

$$RCB = \frac{\text{Custos Anualizados}}{\text{Benefícios Anualizados}}$$

a) Cálculo do Custo Anualizado Total (CA_{TOTAL})

$$CA_{TOTAL} = \sum CA_{equip\ 1} + CA_{equip\ 2} + \dots + CA_{equip\ n}$$

Em que:

CA_{TOTAL} custo anualizado total (R\$)

\sum somatório

$CA_{equip\ 1, 2, n}$ custo anualizado de equipamentos com mesma vida útil (R\$)

a1) Cálculo do Custo Anualizado dos equipamentos com mesma vida útil ($CA_{equip\ n}$):

$$CA_{equip\ n} = CPE_{equip\ n} \times FRC$$

Em que:

$CA_{equip\ n}$ custo anualizado de equipamentos com mesma vida útil (R\$)

$CPE_{equip\ n}$ custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescido dos demais custos para implementação da ação (mão-de-obra, medições, obras civis, etc. (R\$)

FRC fator de recuperação de capital

a2) Cálculo do Custo dos equipamentos e/ou materiais com mesma vida útil ($CPE_{equip\ n}$):

$$CPE_{equip\ n} = CE_{equip\ n} + \left[(CT - CTE) \times \frac{CE_{equip\ n}}{CTE} \right]$$

Em que:

$CPE_{equip\ n}$ custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescido dos demais custos para implementação da ação (mão-de-obra, medições, obras civis etc.). Os demais custos são vinculados proporcionalmente ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos. (R\$)

CE_{equipn} custo somente de equipamentos com mesma vida útil (R\$)

CT custo total para implementação da ação de eficiência (investimento) (R\$)

CTE custo total somente de equipamentos (R\$)

a3) Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Em que:

FRC fator de recuperação de capital

n vida útil (anos). A vida útil do equipamento é informada pelo fabricante, no catálogo técnico do produto. Para lâmpadas, dividir a vida útil (horas) pelo de horas de uso anual.

i taxa de juros definida pelo agente financiador (anual).

5 Roteiro básico de projeto de eficiência energética

Após a realização do levantamento técnico será possível identificar as melhores oportunidades e definir o plano de ação e de investimento.

O primeiro critério a ser considerado é a capacidade de financiamento, seguida da seleção de ações que possibilitem o melhor resultado financeiro. Essas medidas devem estar detalhadas no formato de projeto, como o detalhado na seqüência.

5.1 Descrição e Detalhamento

Descrever o projeto, indicando claramente quais serão as ações (troca de motores, de lâmpadas, luminárias, reatores etc.) e detalhando as etapas de execução. Essas etapas deverão constar do cronograma físico do projeto e serão um dos itens de controle e gestão do projeto.

5.2 Abrangência

Especificar as áreas da empresa que serão atingidas pelo projeto, especificando a(s) ação(ões) e a(s) pessoa(s) responsável(is) pelo acompanhamento da execução naquelas áreas.

5.3 Metas, Benefícios e Indicadores Avaliação

Informar as metas de Economia de Energia e de Redução de Demanda, expressas em kWh/ano e kW, respectivamente, para os segmentos de ponta e fora de ponta com base no levantamento técnico efetuado, e apresentar os indicadores de avaliação, para cada tipo de equipamento e global.

Ação/ Uso final	Energia Economizada (kWh/ano)		Demanda Retirada (kW)		Investimento (R\$)	Benefícios (R\$)	TIR (ano)	VPL (R\$)	Prazo retorno (meses)	RCB
	ponta	fora ponta	ponta	fora ponta						
Iluminação										
Motores										
Refrigeração										
TOTAL										

Apresentar as memórias de cálculo e premissas consideradas.

5.4 Plano de Medição e Verificação

Apresentar proposta para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia – EE e redução da demanda – RD, para cada ação de eficiência energética, a qual deve contemplar a comparação dos valores estimados com os resultados efetivamente obtidos.

5.4.1 Incertezas associadas

Informar incertezas que poderão alterar os resultados finais de EE e RD.

5.5 Prazos e Custos

Apresentar os cronogramas físico e financeiro, vinculando as etapas de execução a prazos.

Cronograma Físico

ETAPA	M E S E S											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Etapa 1	X	X										
Etapa 2			X	X	X							
Etapa 3					X	X	X					
Etapa 4								X	X	X		
Etc										X	X	X

Cronograma Financeiro

ETAPA	M E S E S												TOTAL
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Etapa 1	R\$X	R\$X											R\$X
Etapa 2			R\$X	R\$X	R\$X								R\$X
Etapa 3					R\$X	R\$X	R\$X						R\$X
Etapa 4								R\$X	R\$X	R\$X			R\$X
Etc.										R\$X	R\$X	R\$X	R\$X
TOTAL	R\$X												

Apresentar a Memória de Cálculo da composição dos Custos Totais, a partir dos custos unitários de equipamentos/materiais envolvidos e de mão-de-obra conforme indicação a seguir.

Custo dos materiais e equipamentos (apresentar para cada equipamento ou material a ser adquirido):

- » Nome do material:
- » Tipo:
- » Unidade:
- » Quantidade:
- » Preço por Unidade:
- » Preço total:

Custo da mão-de-obra ou serviços (direta ou indireta, por atividade):

- » Identificação do profissional por categoria (engenheiro, técnico, eletricista, outros):
- » Quantidade (por categoria):
- » Valor da hora de trabalho (incluir encargos):
- » Número total de horas da atividade considerada:
- » Custo total:
- » Outros custos:

5.6 Acompanhamento

Tomando como base o cronograma apresentado, definir os marcos que devem orientar o acompanhamento da execução do projeto.

6 Baixo Fator de Potência

A ENERGIA ELÉTRICA é a força motriz de máquinas e equipamentos elétricos. Essa energia é produzida por usinas (hidráulicas, térmicas, eólicas etc.), normalmente situadas longe dos grandes centros de consumo.

A energia instantânea consumida pelos consumidores é denominada de carga e pode ser dividida em duas partes: carga ativa e carga reativa.

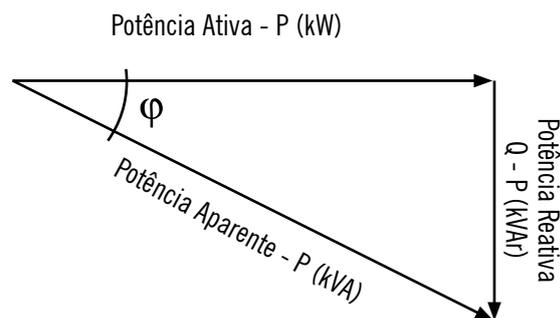
A carga ativa é a que realmente executa as tarefas, isto é, faz os motores girarem, realizando o trabalho do dia-a-dia. O suprimento às cargas ativas só pode ser feito por meio de usinas ou geradores.

Já as cargas reativas apresentam característica predominantemente indutiva as quais são responsáveis pela criação de campos magnéticos, necessário ao funcionamento de equipamentos industriais (motores, transformadores, reatores etc.) e não executam trabalho, apenas trocam energia com a fonte de suprimento. O suprimento da maior parte das cargas reativas também é realizado por meio das usinas, e o restante pela compensação reativa instalada pelo próprio consumidor ou pela concessionária de energia elétrica. O ideal seria que toda a carga reativa fosse compensada o mais próximo possível da carga.

Se efetuarmos a composição dessas duas formas de carga, achamos a carga aparente ou total. Resumindo, o fator de potência é um índice que indica quanto da energia foi utilizada em trabalho e quanto foi utilizada em magnetização.

O fator de potência (FP) é o quociente da potência ativa (kW) pela potência aparente (kVA). E, conforme o "Triângulo de Potências" abaixo mostrado, o fator de potência é igual ao cosseno do ângulo φ .

Assim:



Fórmulas mais comuns:

$$FP = \cos \varphi = \frac{kW}{kVA} = \frac{kW}{\sqrt{kW^2 + kVAR^2}}$$

$$kVA^2 = kW^2 + kVAR^2$$

$$kVA = \sqrt{kW^2 + kVAR^2}$$

Para ilustrar a importância do fator de potência em uma instalação elétrica, vejamos o seguinte exemplo:

Suponhamos a ampliação de uma indústria e que, para isto, seja necessário instalar um motor que opere com 100kW e um FP = 0,67 (ou 67%). Para alimentar esse motor será necessário dispor de um transformador de, no mínimo, 150kVA de capacidade e a fiação deverá ser adequada para suportar essa potência (150 kVA).

Considerando a fórmula:

$$FP = \frac{kW}{kVA} \rightarrow kVA = \frac{kW}{FP}$$

$$kVA = \frac{100}{0,67} = 149,25kVA \text{ para } FP = 67\%$$

Se melhorarmos o FP para 1,0 (ou 100%), será necessário somente um transformador de 100kVA, conforme demonstrado a seguir:

$$kVA = \frac{100}{1,0} = 100kVA \text{ para } FP = 100\%$$

Origens de um baixo fator de potência

Tudo o que exige uma energia reativa elevada, acaba causando um baixo fator de potência:

- a) nível de tensão da instalação acima da nominal;
- b) motores trabalhando a vazio durante grande parte do tempo;
- c) motores superdimensionados para as respectivas cargas;
- d) grandes transformadores alimentando pequenas cargas, por muito tempo;
- e) transformadores ligados a vazio, por longos períodos;
- f) lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, fluorescentes etc), sem correção individual do fator de potência;
- g) grande quantidade de motores de pequena potência; e
- h) sobrecargas nos motores, transformadores e circuitos de alimentação.

Conseqüências de um baixo fator de potência

Do ponto de vista do consumidor:

Um baixo fator de potência mostra que a energia está sendo mal aproveitada. Além do custo adicional da energia (cobrança de energia e demanda reativa excedentes), as instalações correm vários riscos:

- a) redução de tensão que, por sua vez, podem ocasionar a queima de motores;
- b) perdas de energia dentro de sua instalação;
- c) redução do aproveitamento da capacidade dos transformadores;
- d) condutores aquecidos; e
- e) diminuição da vida útil da instalação.

Do ponto de vista do sistema de distribuição e transmissão:

Considerando que as usinas estão localizadas longe dos centros de consumo, a potência reativa percorre por longas distâncias através de linhas de transmissão e distribuição, passa por transformadores, tendo como consequência:

- a) **Elevação das perdas no sistema elétrico** => implicando a necessidade da aquisição, por parte das concessionárias de distribuição, de maior quantidade de energia, cujo custo será repassado a todos os seus consumidores;
- b) **Degradação da qualidade da energia** => implicando a insatisfação por parte dos consumidores e podendo repercutir em perdas de produção.
- c) **Ocupa parcela considerável da capacidade do sistema** => implicando a necessidade de antecipação de investimentos no sistema elétrico, cujos custos também serão repassados aos consumidores.

Como melhorar o fator de potência

Para melhorar o FP, deve-se reduzir o consumo de energia reativa, ou seja, solicitar menos energia reativa da concessionária.

Independentemente do método a ser adotado, o Fator de Potência ideal, tanto para os consumidores como para a concessionária, seria o valor unitário (1,0 ou 100%), que significa a inexistência de circulação de potência reativa no sistema.

Entretanto, essa condição nem sempre é conveniente e, geralmente, não se justifica economicamente. Atualmente, a legislação estabelece o valor de 0,92 (92%) como sendo o fator de potência mínimo para consumidores, porém, esse valor implica a não otimização do sistema, devido à grande circulação de reativos no sistema (reativos da ordem de 38% da carga ativa), repercutindo na degradação da qualidade da energia e na elevação dos carregamentos do sistema elétrico (elevação do carregamento em cerca de 9% em relação ao fator de potência unitário).

De acordo com os Procedimentos de Rede, estabelecidos pelo Operador Nacional do Sistema (NOS), o fator de potência mínimo nas interligações da concessionária de distribuição com a Rede Básica é de 0,95 (95%), o que imputa elevados custos para as concessionárias, já que a responsabilidade do consumidor seria para apenas 0,92 (92%).

A participação mais efetiva dos consumidores na compensação reativa, compensando suas cargas reativas para um valor de fator de potência de 0,97 (97%), permitiria o desempenho mais otimizado do sistema, permitindo que a maior parte dos reativos seja compensada junto às cargas.

As alternativas para melhorar o fator de potência são as seguintes:

a) Alternativa operacional:

A alternativa operacional procura eliminar as distorções que porventura existam na instalação.

As providências básicas para eliminar essas distorções são:

- » verificação do nível de tensão da instalação;
- » dimensionamento correto dos motores, transformadores e outros equipamentos;
- » utilização e operação conveniente dos equipamentos, como motores e transformadores.

É importante ressaltar que, embora a eliminação de parte das distorções existentes não seja, em muitas vezes, o suficiente para elevar o FP a níveis desejados, esta deve ser sempre utilizada antes da opção pela alternativa da instalação de capacitores, devido a razões econômicas.

b) Instalação de Capacitores

Para a instalação de capacitores deve ser seguida a “NT-02 – Norma para Instalação de Capacitores” da Celesc, a qual tem como objetivo normatizar e disciplinar as instalações de capacitores.

Algumas considerações

Efetuando-se uma correção adequada do fator de potência, obtêm-se as seguintes vantagens:

Do ponto de vista do consumidor:

- » eliminação da cobrança da energia e demanda reativa excedentes nas contas de energia elétrica;
- » redução das perdas de energia elétrica;
- » os condutores tornam-se menos aquecidos;
- » diminuição das variações de tensão;
- » liberação de uma parte da capacidade do(s) transformador(es), que pode ser aproveitada por outras cargas;

Do ponto de vista do sistema de distribuição e transmissão:

- » liberação da capacidade do sistema, postergando investimentos no sistema elétrico, com reflexo na tarifa para o consumidor;
- » melhoria da qualidade da energia (melhores níveis de tensão, redução de oscilações de tensão etc);
- » redução das perdas elétricas no sistema com reflexo na tarifa para o consumidor.

Considerações sobre o atendimento à região de Joinville:

O sistema elétrico deve ser dimensionado para atender a todos os requisitos de capacidade e qualidade, mesmo na pior condição de carga. No caso do atendimento à região de Joinville, a pior condição do atendimento ao mercado ocorre no período de verão, normalmente no mês de março, nos dias mais quentes.

Nesses dias mais quentes, ocorre elevação do consumo de energia elétrica motivada pelo uso intensivo de equipamentos de refrigeração que têm como característica baixo fator de potência. O que se

observa é que as indústrias operam, na maior parte do ano, com fator de potência adequado, muitas acima de 95%. Nesse período mais crítico, entretanto, quando o sistema está mais solicitado, o uso mais intenso refrigeração implica a elevação de suas cargas reativas, sendo observados fatores de potências da ordem de 90% nos pontos de interligação com o sistema de transmissão, agravando as condições do sistema para o atendimento ao mercado.

Pelo motivo citado, o ideal é que os consumidores dimensionem a compensação reativa para atender a essa pior condição.

Estudos realizados chegaram à conclusão de que a carência de compensação reativa na região de Joinville é da ordem de 100MVAR.

A implantação desse montante implicaria a liberação de capacidade de aproximadamente 35MVA no sistema, permitindo reduzir os riscos de restrições ao atendimento ao crescimento do mercado da região, bem como possibilitaria adiar investimentos no sistema.

Conclusão

A conscientização dos consumidores para a compensação reativa é fundamental para a melhoria das condições de operação do sistema, tendo como benefícios a melhoria da qualidade da energia oferecida, redução das perdas e postergações de investimentos no sistema elétrico, possibilitando liberação da capacidade do sistema e diminuindo os riscos de restrições ao atendimento ao crescimento do mercado.

Para o consumidor, o dimensionamento e a operação correta de seus equipamentos, bem como a instalação adequada de compensação reativa, junto às grandes cargas indutivas (motores, transformadores etc.), reduz a circulação de reativos nas suas instalações e do sistema elétrico, permitindo a redução das perdas elétricas, diminuição da flutuação de tensão, proporcionando melhoria na qualidade da energia.

7 Controlador de Demanda/Melhoria do Fator de Carga

A DEMANDA DE POTÊNCIA representa um valor considerável nas despesas com energia elétrica das indústrias ligadas em tensão igual ou superior a 13,8kV, principalmente daquelas faturadas pela estrutura horo-sazonal. Operar uma indústria com a menor demanda possível, sem prejudicar a produção, representa um dos objetivos da utilização racional de energia elétrica. Por outro lado, uma indústria faturada por tarifa horo-sazonal tem que operar de tal forma que a demanda solicitada se situe dentro de uma estreita faixa, para que a demanda contratada seja bem aproveitada, bem como não ultrapasse a tolerância prevista em contrato. Para atender a essas duas condições, a demanda de potência deve ser supervisionada e controlada.

7.1 Conceito de Demanda de Potência

A demanda de potência elétrica solicitada por uma indústria é de 15 minutos e não a potência instantânea, como muitos imaginam. Como a energia elétrica é medida em kWh e quinze minutos representam um quarto de uma hora, a demanda de potência solicitada, em um determinado intervalo de 15 minutos, é numericamente igual ao consumo de energia nesse intervalo multiplicado por quatro. Se, por exemplo, o consumo de energia elétrica, em 15 minutos, for de 100kWh, a demanda de potência solicitada nesse intervalo será igual a 400kW. Por esse motivo, para medir as demandas de potência a cada 15 minutos, a concessionária de energia elétrica mede a energia elétrica consumida nesses períodos de tempo.

Os chamados controladores de demanda acompanham o consumo de energia elétrica a cada 15 minutos, não permitindo que este ultrapasse um valor pré-determinado como ótimo, desligando cargas elétricas escolhidas antecipadamente.

7.2 Programação de Cargas Elétricas

O primeiro passo para a redução da demanda é a implantação de um controlador de demanda com o estabelecimento de uma programação de cargas elétricas. Por programação de cargas elétricas entende-se um planejamento rígido de funcionamento das máquinas elétricas de uma indústria, procurando escalonar o seu funcionamento ao longo da jornada de trabalho e dos períodos horo-sazonais. A obtenção da curva de carga de um dia típico de operação da indústria contribui sobremaneira para uma boa programação de cargas.

7.3 Controlador Automático de Demanda

Como já foi visto, controlar automaticamente a demanda de potência de uma indústria significa supervisionar, por meio de um sistema automático, as potências médias de 15 minutos solicitadas do sistema elétrico da concessionária, de tal forma que estas não ultrapassem um valor predeterminado como ótimo.

Atualmente, existem no mercado aparelhos controladores de demanda de diversos tipos, desde os mais simples aos mais sofisticados, que são verdadeiros computadores e que, além de controlarem a demanda, desempenham outras funções de controle e supervisão.

A escolha do aparelho depende do sistema de controle e supervisão adequado para cada caso específico. Portanto, antes de se definir qual aparelho controlador deve ser instalado em uma determinada indústria, é fundamental que seja elaborado um projeto para se verificar o tipo mais conveniente.

7.4 Projeto para Instalar um Sistema Controlador de Demanda

O primeiro passo antes de se iniciar o projeto propriamente dito é implantar a melhor programação de cargas possível, principalmente quando a indústria é faturada por tarifa horo-sazonal.

Após a implantação da programação de cargas, deve-se fazer um levantamento das máquinas e equipamentos elétricos que possam ser desligados, por um determinado período de tempo (poucos minutos), sem causar transtornos à produção.

Com as potências de operação das máquinas escolhidas e seus respectivos tempos máximos em que podem ficar desligadas, pode-se estimar a redução máxima de demanda de potência a ser conseguida.

7.5 Fator de Carga

O fator de carga é um índice que informa se utilizamos de maneira racional a energia que se consome. O fator de carga varia de 0 (zero) a 1 (um), mostrando a relação entre o consumo de energia e a demanda de potência, dentro de um determinado espaço de tempo.

a) Tarifação convencional

Para consumidores enquadrados na tarifa convencional, o fator de carga é expresso pela relação entre a energia ativa consumida num determinado período de tempo e a energia ativa total que poderia ser consumida, caso a demanda medida do período (demanda máxima) fosse utilizada durante todo o tempo.

$$\text{Fator de Carga} = \frac{\text{kWh}}{\text{KW} \times t}$$

Em que:

kWh consumo de energia ativa

KW demanda de potência ativa medida

t no de horas ocorridas no intervalo

Considerando valores apurados no mesmo período de tempo.

b) Tarifação horo-sazonal (tarifas verde e azul)

No caso de consumidores enquadrados no Sistema Tarifário horo-sazonal, o fator de carga é definido por segmento horo-sazonal (ponta e fora de ponta), conforme as seguintes expressões:

$$FCp = \frac{kWhp}{kWp * tp} \quad e \quad FCfp = \frac{kWhfp}{kWfp * tfp}$$

Em que:

- FCp** fator de carga do segmento de ponta
- FCfp** fator de carga do segmento fora de ponta
- kWhp** consumo em kWh, ocorrido no segmento de ponta
- kWhfp** consumo em kWh, ocorrido no segmento fora de ponta
- kWp** demanda medida em kW no segmento de ponta
- kWfp** demanda medida em kW no segmento fora de ponta
- tp** tempo em horas, ocorrido no segmento de ponta
- tfp** tempo em horas, ocorrido no segmento fora de ponta

Considerando valores apurados no mesmo período de tempo.

8 Implantação Comissão Interna de Conservação de Energia

8.1 Programa interno de conservação de energia

Antes de se tomar qualquer iniciativa ou ação visando à economia de energia em uma empresa ou órgão público, torna-se necessária a implantação de um programa interno de conservação de energia. A importância do estabelecimento do programa se prende ao fato de que qualquer ação isolada tende a perder o seu efeito ao longo do tempo, por melhores resultados que apresente. Dessa forma, torna-se necessário o engajamento de todos os empregados/funcionários, buscando um objetivo comum, por meio do esforço coletivo. Por outro lado, um programa de conservação de energia exige iniciativa e criatividade, além de ações que demandem mudanças de hábito, que é um obstáculo a ser vencido, haja vista a própria resistência natural a mudanças, dificultando ainda mais a implantação das medidas propostas. Para contornar esses problemas, o programa interno de conservação de energia deve mostrar claramente a intenção da administração de racionalizar e otimizar o consumo de energia. Sua elaboração deve ser resultado do esforço dos diversos setores envolvidos com participação de todos os empregados. O programa interno de conservação visa a otimizar a utilização de energia por meio de orientações, direcionamento, ações e controles sobre os recursos econômicos, materiais e humanos, para a relação CONSUMO/PRODUTO, reduzindo os índices globais e específicos da quantidade de energia necessária para obtenção do mesmo resultado.

8.2 Aspectos administrativos

A alta administração deverá estabelecer objetivos claros e apoiar a implantação do programa, enfatizando a sua necessidade e importância, aprovando e estabelecendo metas a serem atingidas ano a ano, efetuando um acompanhamento rigoroso, confrontando os resultados obtidos com as metas previstas, analisando os desvios e propondo medidas corretivas em casos de distorções, além de providenciar revisões periódicas e oportunas nas previsões estabelecidas.

8.3 Orientações gerais

O programa de conservação de energia deve ser iniciado por uma campanha de conscientização, cujo êxito depende do cuidado com os seguintes aspectos:

- » importância como política de administração: conseguida com reuniões dos diversos setores, difusão de nota informativa explicando as razões da campanha, a importância da energia e o papel que cabe a cada um na redução do consumo. A própria administração deve iniciar a campanha com certa solenidade;

- » a campanha deverá compreender basicamente os seguintes instrumentos de comunicação: cartazes, faixas, adesivos, manuais, notícias em jornais internos;
- » distribuição de listas de recomendações gerais para reduzir o consumo, tais como: desligar máquinas e aparelhos que não estejam sendo usados, apagar luzes de ambientes desocupados etc.;
- » chamada à iniciativa individual para que cada empregado possa contribuir atuando e fazendo sugestões;
- » convocação para um concurso que estimule sugestões;
- » difusão de informações, em particular de exemplos concretos que resultaram em sucesso;
- » implantação do programa, sem necessidade de responsabilizar as ineficiências ou incapacidade de situações anteriores.

8.4 Criação da CICE

Para a coordenação do programa interno de conservação de energia torna-se mais fácil a implantação de uma CICE – Comissão Interna de Conservação de Energia.

A comissão terá o encargo de propor, implementar e acompanhar as medidas efetivas de conservação de energia, bem como controlar e divulgar as informações mais relevantes.

Devem ser consideradas, para implementar e gerenciar o Programa Interno de Conservação de Energia, as seguintes atribuições básicas:

- » promover análise das potencialidades de redução de consumo de energia;
- » em virtude dessa análise, estabelecer metas de redução;
- » acompanhar o faturamento de energia elétrica e divulgar os resultados alcançados, em virtude das metas que forem estabelecidas;
- » gerenciar o fator de carga de forma a obter o melhor preço médio possível de energia;
- » gerenciar o fator de potências indutivo da instalação de forma que este resulte em valor mais próximo possível da unidade;
- » determinar aos setores responsáveis por compras e serviços gerais que apliquem as recomendações constantes desta publicação e do Manual de Conservação de Energia em prédios públicos do PROCEL, principalmente no que diz respeito à aquisição de equipamentos e sistemas mais eficientes;
- » designar agentes ou coordenadores para atividades específicas relativas à conservação de energia;
- » estabelecer índices e comparativos visando subsidiar os estudos de conservação de energia;
- » estabelecer gráficos e relatórios gerenciais visando subsidiar o acompanhamento do programa e a tomada de decisões.

Com as atribuições supracitadas, a CICE poderá empreender as seguintes ações:

- » controle do consumo específico de energia por setores e/ou sistemas;
- » controle e avaliação dos planos de distribuição e recuperação de energia;
- » análise dos resultados, visando à melhoria das deficiências;
- » realização de cursos específicos para o treinamento e a capacitação do pessoal;
- » avaliação anual dos resultados e proposição de programa para o ano subsequente;
- » promover alterações nos sistemas consumidores de energia visando à conservação dessa energia;
- » divulgação dos resultados e ajuste das metas e objetivos.

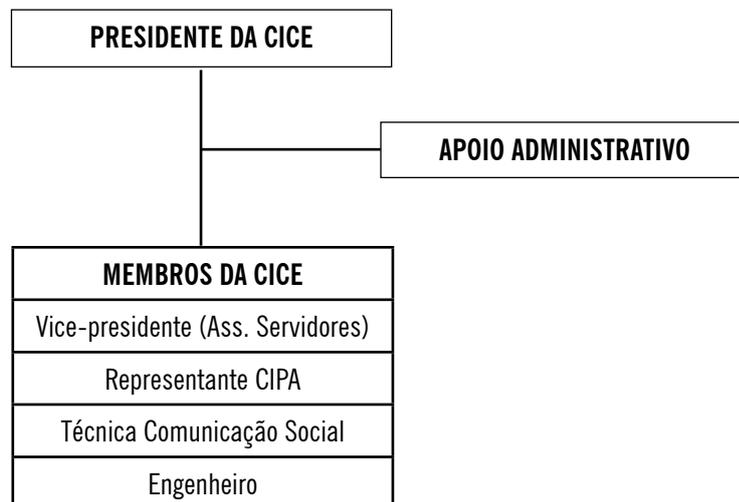
8.4.1 Estrutura da CICE

Como sugestão para o funcionamento da CICE, a administração poderá adotar a seguinte estrutura: A presidência deve ser exercida preferencialmente por um engenheiro que possua conhecimentos de conservação de energia e deverá estar ligado funcionalmente à alta administração.

8.4.2 Operacionalização da CICE

O Decreto nº 99656, de 26 de outubro de 1990, estabelece as regras básicas de funcionamento da CICE. Apresentamos a seguir algumas sugestões que poderão auxiliar na obtenção de resultados:

1) As ações de conservação de energia, geralmente, numa primeira fase, não exigem recursos para a obtenção de resultados, bastando atuar em nível gerencial, combatendo os desperdícios. O responsável pela CICE procurará negociar com a alta administração para que os recursos obtidos pela redução de despesas advindas dos resultados positivos das ações de conservação sejam alocados em rubrica especial para serem obrigatoriamente aplicados, sob a gerência da CICE, em projetos de conservação de energia na própria unidade administrativa.



- 2) Na segunda fase, e considerando que, na maioria dos casos, a CICE, ao ser implantada, não dispõe de recursos ou dotação orçamentária, haverá necessidade de definição de valores orçamentários que permitirão a implantação mais rápida de ações de conservação que resultem na melhoria da eficiência energética com os conseqüentes ganhos econômicos.
- 3) Durante os primeiros meses, adotar medidas administrativas eficazes, sendo dada atenção inclusive às pequenas economias, que somadas devem proporcionar uma economia global significativa de energia.
- 4) Com os sucessos progressivos das medidas de conservação de energia adotada e as respectivas economias obtidas, será possível criar um orçamento próprio para os custeios e os investimentos necessários.
- 5) Após obtida a credibilidade necessária, a CICE poderá apresentar, propor e obter da alta administração a aprovação de recursos para projetos de investimentos, maiores que a sua própria receita, desde que demonstrada a sua viabilidade e economicidade.

8.4.3 Atribuições da CICE

a) Participar de licitações que envolvam consumo de energia.

É importante a participação da CICE na elaboração das especificações técnicas para projetos, construção e aquisição de bens e serviços que envolvam consumo de energia, assim como das conseqüentes licitações.

É fundamental orientar e subsidiar as comissões de licitação para que as aquisições sejam feitas considerando-se também a economicidade do uso, avaliado pelo cálculo do custo-benefício ao longo da vida útil de equipamentos e sistemas e não somente pela comparação do investimento inicial.

b) Diagnóstico energético

Para conhecer o desempenho energético das instalações é necessário realizar, com certa periodicidade, um diagnóstico que permita verificar as condições de operação dos diferentes equipamentos. Os consumos previstos dos equipamentos podem ser obtidos por meio de informações de fabricantes e análises das instalações. Outra maneira é comparar o consumo dos diversos equipamentos similares, tais como ar-condicionado, bombas etc., com as mesmas potências e características de operação existentes nos diversos setores.

9 Critérios Básicos de Seleção de Empresas Executoras

9.1 Qualificação Técnica:

- » Empresa de Serviço de Conservação de Energia – ESCO, filiada à Associação Brasileira de Empresas de Serviço de Conservação de Energia – ABESCO;
- » Registro ou inscrição na entidade profissional competente (somente para serviço);
- » Atestado de capacidade técnica fornecido por pessoa jurídica de direito público ou privado, que comprove a execução do serviço com a competência requerida e dentro das normas técnicas aplicáveis. Quando o cadastramento for para obra e/ou serviço de engenharia, deverá acompanhar as Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs – ou das Certificações emitidas pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA-SC;
- » Relação de ferramentas/equipamentos (somente para serviços).

9.2 Avaliação Técnica

Consiste na análise da estrutura administrativa, mercadológica e industrial, quando serão verificadas a adequação e suficiência dos recursos humanos, máquinas e equipamentos, organização, tecnologia e qualidade dos produtos e/ou serviços do fornecedor em relação aos requisitos exigidos pelas empresas do setor elétrico. No processo de avaliação técnica, poderá ser feita uma visita técnica às instalações do fornecedor para verificação do seu potencial técnico-operacional. Sempre que necessário, poderá ser solicitada documentação complementar e/ou ser feita reavaliação técnica do fornecedor.



ANEXO I – Fatores de Demanda e de Carga Típicos por Atividade

RAMO DE ATIVIDADE	CÓDIGO DO RAMO	FATOR DE DEMANDA TÍPICO	FATOR DE CARGA TÍPICO
Aparelhamento de pedras para construção e execução de trabalho em mármore		41,88	15,24
Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais		57,30	33,54
Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos para instalações industriais	Não disponível	25,44	22,06
Residência Baixa Tensão (não condomínio)	Código de Serviço	21,35	13,35
Criação de animal, exclusive bovinocultura	0146	36,43	22,16
Exploração florestal, extração de madeira, produção de casca de acácia, coleta de látex (borracha extrativa), coleta de castanha do Pará, coleta de palmito, coleta de outros produtos florestais silvestres (Florestamento e Reflorestamento)	0212	45,14	40,83
Extração de carvão de pedra, xistos betuminosos e outros	1000	56,82	59,73
Extração e/ou britamento de pedras e de outros materiais para construção não especificados anteriormente e seu beneficiamento associado	1410	68,54	31,41
Abate de reses, preparação de produtos de carne (de conservas de carnes, inclusive subprodutos em matadouro e frigorífico)	1511	63,45	56,19
Abate de aves e outros pequenos animais e preparação de produtos de carne	1512	63,45	56,19
Preparação carne, banha e produtos de salsicharia não associadas ao abate	1513	51,50	48,41
Preparação do pescado e fabricação de conservas do pescado	1514	49,25	46,55
Processamento, preservação e produção de conservas de frutas	1521	44,61	23,85
Processamento, preservação e produção de conservas de legumes e outros vegetais	1522	44,61	23,85
Produção de óleos vegetais em bruto	1531	72,93	10,95
Refino de óleos vegetais	1532	72,93	10,95
Preparação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis	1533	72,93	10,95
Preparação do leite	1541	55,08	58,23
Fabricação de produtos de laticínios	1542	55,08	58,23
Moagem de trigo e fabricação de derivados	1552	73,51	24,26
Fabricação de rações balanceadas e de alimentos para animais	1556	55,91	20,46
Beneficiamento, moagem e preparação de outros alimentos de origem vegetal (fibras têxteis vegetais artificiais, sintéticas, fabricação de estopa, de materiais para estojos e recuperação de resíduos têxteis)	1559	55,77	43,53
Beneficiamento de café, cereais e produtos afins	1559	53,79	54,54
Torrefação e moagem de café	1571	43,17	16,82
Fabricação de café solúvel	1572	38,16	20,37

Fabricação de biscoitos e bolachas	1582	67,80	33,16
Produção de derivados do cacau e elaboração de chocolates, balas, gomas de mascar; Produção de derivados do cacau e elaboração de chocolates; Produção de balas e semelhantes e de frutas cristalizadas	1583	50,66	29,19
Fabricação de massas alimentícias	1584	67,80	33,16
Fabricação de gelo	1589	65,61	26,60
Fabricação de outros produtos alimentícios	1589	55,91	20,46
Fabricação de vinhos	1592	51,47	27,62
Fabricação de bebidas não alcoólicas (refrigerantes e refrescos, engarrafamento e gaseificação de águas minerais)	1595	51,47	26,08
Preparação de fumo	1600	41,43	38,10
Tecelagem de algodão	1731	52,52	36,38
Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais	1732	52,52	36,38
Tecelagem de fios e filamentos contínuos artificiais ou sintéticos	1733	52,52	36,38
Fabricação de outros artefatos têxteis, incluindo tecelagem	1749	52,52	36,38
Fabricação de tecidos especiais – inclusive artefatos	1764	67,66	34,02
Fabricação de tecidos de malha (malharia) e fabricação de tecidos elásticos	1771	67,66	34,02
Confecção de peças interiores do vestuário, exclusive sob medida	1811	52,54	56,59
Confecções de outras peças do vestuário (roupas e agasalhos)	1812	52,54	56,59
Curtimento e outras preparações de couro e peles	1910	49,28	23,20
Fabricação de calçados de couro	1931	45,26	30,77
Fabricação de tênis de qualquer material	1932	45,26	30,77
Fabricação de calçados de plástico	1933	45,26	30,77
Fabricação de calçados de outros materiais	1939	45,26	30,77
Desdobramento de madeiras	2010	47,58	13,28
Fabricação de chapas e placas de madeira, aglomerados ou prensados	2021	39,08	18,89
Fabricação de esquadrias de madeiras, de casas de madeira pré-fabricadas, de estruturas de madeira e artigos de carpintaria; produção de casas de madeira pré-fabricadas; fabricação de esquadrias de madeira, venezianas e peças de madeira para instalações industriais e comerciais; fabricação de outros artigos de carpintaria	2022	50,38	16,51
Fabricação de papel	2121	58,94	65,98
Fabricação de papelão, cartolina e cartão	2122	58,94	65,98
Fabricação de outros artefatos de pastas, papel, papelão, cartolina e cartão (não associada à produção de papel)	2149	84,27	34,92
Serviço de impressão de material escolar e de material para usos industrial e comercial	2222	60,28	30,84
Fabricação de inseticidas	2461	46,02	23,11

Fabricação de outros defensivos agrícolas (adubos, fertilizantes e corretivos de solo)	2469	46,02	23,11
Fabricação de outros produtos químicos não especificados ou não classificados	2499	39,54	63,34
Fabricação de artefatos de material plástico para usos industriais – exclusive na indústria de construção civil, artefatos diversos de plástico e para outros usos	2529	40,66	53,17
Fabricação de artigos de material plástico para embalagem e acondicionamento	2529	68,46	54,31
Fabricação de outros artigos de material plástico não especificados ou não classificados	2529	49,90	24,78
Fabricação de outros artefatos ou produtos de concreto, cimento. Fibrocimento gesso e estuque (peças, ornatos e estruturas de gesso e amianto)	2630	29,49	24,85
Fabricação de telhas, tijolos	2641	68,49	16,37
Fabricação de material cerâmico, exclusive barro cozido	2641	46,00	27,10
Fabricação de produtos cerâmicos não refratários para uso diversos	2649	68,49	16,37
Britamento de pedras (não associados à extração)	2691	47,88	10,19
Fabricação de cal virgem, cal hidratada e gesso	2692	29,49	24,85
Fabricação de artefatos de ferro e aço reservatórios e outros recipientes	2722	45,35	17,87
Produção de laminados em alumínio	2741	38,39	51,00
Metalurgia dos metais preciosos	2742	38,39	51,00
Metalurgia de outros metais não ferrosos e suas ligas (zinco, produção de soldas e anodos para galvanoplastia e metalurgia de metais não ferrosos)	2749	38,39	51,00
Produção de peças fundidas de ferro e aço (fabricação)	2751	55,64	15,19
Produção de peças fundidas de metais não ferrosos e suas ligas	2752	59,55	43,88
Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes, torres de transmissão, andaimes e outros fins	2811	26,24	18,97
Produção de forjados de aço	2831	43,10	43,93
Fabricação de artigos de cutelaria	2841	49,12	24,97
Fabricação de ferramentas manuais	2843	49,12	24,97
Fabricação de outros artigos de metal não especificados	2899	35,96	22,43
Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso geral, inclusive peças (aparelhos e equipamentos não especificados ou não classificados)	2929	30,42	25,52
Fabricação de máquinas e aparelhos para agricultura, avicultura, cunicultura e apicultura, e obtenção de produtos animais	2931	20,87	16,51
Fabricação de máquinas, ferramentas, máquinas operatrizes e aparelhos industriais	2940	23,90	20,68
Fabricação de armas de fogo e munições	2971	49,12	24,97

Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar para uso doméstico – inclusive peças	2981	43,17	24,19
Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos – inclusive peças	2989	43,17	24,19
Fabricação de outros aparelhos ou equipamentos elétricos (para fins industriais e comerciais, inclusive peças e acessórios)	3199	39,84	23,03
Fabricação de cabinas, carrocerias e reboques para caminhão	3431	42,47	22,65
Fabricação de cabinas, carrocerias e reboques para outros veículos	3439	42,47	22,65
Fábrica de peças e acessórios veículos automotores	3450	26,58	23,61
Fabricação de acabamentos móveis e artigo mobiliário	3611	58,12	19,14
Fabricação de móveis de madeira, vime e junco	3613	51,82	20,66
Fabricação de brinquedos e jogos recreativos	3694	51,19	41,99
Fabricação de escovas, broxas, pincéis, vassouras, espanadores e semelhantes	3697	55,28	40,68
Fabricação de artigos diversos	3699	45,57	23,18
Fabricação de asfalto	3699	28,96	13,81
Fábrica de produtos diversos (outros artigos não especificados ou não classificados)	3699	58,77	43,65
Tratamento e distribuição de água canalizada	4100	62,37	44,94
Demolição e preparação do terreno	4511	35,54	14,35
Construção civil	4512	13,77	10,45
Perfurações e execução de fundações destinadas à construção civil	4512	35,54	14,35
Terraplanagem e outras movimentações de terra	4513	35,54	14,35
Obras de outros tipos (marítimas e fluviais, irrigação, construção de rede de água e esgoto, redes de transporte por dutos, perfuração e construção de poços de águas e outras obras de engenharia civil)	4529	35,54	14,35
Comércio a varejo e por atacado de veículos automotores	5010	41,23	15,49
Reparação ou manutenção de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais, agrícolas e máquinas de terraplanagem	5020	47,42	44,78
Recondicionamento ou recuperação de motores para veículos rodoviários	5020	33,66	20,37
Reparação de veículos, exclusive embarcações aeronaves	5020	45,39	27,44
Manutenção e conservação de veículos em geral	5020	48,27	28,10
Comércio a varejo e por atacado de peças e acessórios para veículos automotores	5030	41,23	15,49
Comércio atacadista animais vivos	5122	70,58	38,46
Comércio atacadista de carnes e produtos de carne	5134	70,58	38,46
Comércio atacadista de pescados e frutos do mar	5135	70,58	38,46
Comércio atacadista de combustíveis e lubrificantes	5151	42,35	21,88
Comércio varejista de combustíveis e lubrificantes	5151	51,03	23,13

Supermercados, hipermercados (comércio varejista com área de venda superior a 5000m2)	5211	66,11	51,10
Supermercados (comércio varejista com área de venda entre 300 e 5000m2)	5212	66,11	51,10
Mercearias e armazéns varejistas	5213	44,00	30,00
Comércio Varejista de Carnes – açougues	5223	42,00	30,00
Comércio Varejista de Pescados – peixarias	5229	42,00	30,00
Hotéis, Motéis e Apart-hotel com Restaurante	5511	33,66	33,93
Hotéis, Motéis e Apart-hotel sem Restaurante	5512	33,66	33,93
Restaurantes, choperias, whiskerias e outros estabelecimentos especializados em servir bebidas	5521	30,00	19,00
Lanchonete, casas de chá, sucos e similares	5522	60,00	44,00
Armazéns gerais (emissão de warrants)	6312	48,67	34,00
Atividades auxiliares aos transportes aquaviários (Trapiches)	6322	48,67	34,00
Atividades do Correio Nacional	6411	49,34	35,50
Outras Atividades de Correio	6412	49,34	35,50
Telegrafia, telefonia	6420	49,34	35,50
Outros serviços de comunicações	6420	37,55	44,49
Bancos Comerciais	6521	49,19	32,00
Caixas Econômicas	6523	49,19	32,00
Administração Pública Federal Direta	7511	25,23	27,46
Administração Pública Estadual Autárquica	7511	26,12	40,02
Cooperativa de beneficiamento, industrializado e comercialização	7912	47,72	14,40
Cooperativa de compra e venda	7914	50,03	29,58
Estabelecimentos particulares de ensino 2o grau	8021	45,00	22,50
Outros estabelecimentos particulares de ensino superior	8030	21,88	23,42
Atividade de atendimento hospitalar	8511	30,63	20,63
Hospitais e casas de saúde	8511	22,49	23,90
Atividades de atendimento a urgências e emergências	8512	30,63	20,63
Atividades de atenção ambulatorial (clínica médica, clínica odontológica, serviços de vacinação e imunização humana e outras atividades de atenção ambulatorial)	8513	30,63	20,63
Serviços veterinários	8520	30,63	20,63
Outras associações (outras atividades associativas não especificadas)	9199	31,48	23,78
Danceterias e Boates	9239	52,00	17,00
Associações esportivas e recreativas	9261	60,75	19,61
Saunas (atividades de manutenção do físico corporal)	9304	42,00	30,00

Caso não exista a atividade na tabela acima, ou não seja possível determinar a atividade similar, deverá ser considerado o Fator de Carga e de Demanda típicos em relação à classe do consumidor, conforme tabelas abaixo:

Consumidores Ligados em Alta Tensão

Classe de Consumidor	FD Típico	FC Típico
Condomínio Residencial	31,00	34,00
Industrial	50,00	31,00
Comércio, Serviços e Outras Atividades	38,00	33,00
Rural	33,00	36,00
Poder Público	26,00	34,00
Serviço Público	63,00	54,00

Consumidores Ligados em Baixa Tensão

Classe de Consumidor	FD Típico	FC Típico
Condomínio Residencial	31,00	34,00
Comércio, Serviços e Outras Atividades	42,00	30,00
Industrial	32,00	23,00
Rural	28,00	21,00
Poder Público	51,00	39,00

DIRETOR PRESIDENTE
Eduardo Pinho Moreira

DIRETOR COMERCIAL
Carlos Alberto Martins

DIRETOR TÉCNICO
Eduardo Carvalho Sitonio

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA COMERCIAL
Luiz Antonio Garbelotto

CHEFE DA DIVISÃO DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA
Danilo Renato Philippi Zacchi

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E
PLANEJAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO
Paulo Nazareno Alves

EQUIPE TÉCNICA
Elaboração/Revisão Técnica
Danilo Renato Philippi Zacchi
Fabiano Moreira de Matos
Jandira Jeane Gadotti
Marco Aurélio Giancesini
Paulo Nazareno Alves

REVISÃO ORTOGRÁFICA
Cristiano dos Passos

APOIO
Assessoria de Comunicação Social

Parceria



