



Instalações Elétricas Prediais e Industriais I – TE344

Eficiência Energética

UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DELT – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROF. DR. CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO



Criação do PROCEL

O governo brasileiro, em 30 de dezembro de 1985, criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás, com o propósito de promover o uso racional e eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício.

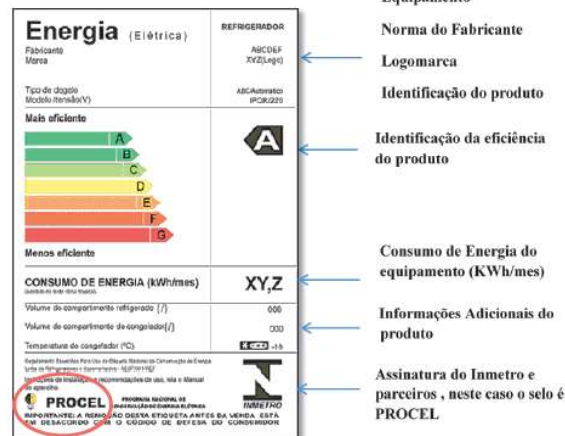
- PBE
- CONPET
- ESCO

[Site PROCEL](#)

PBE

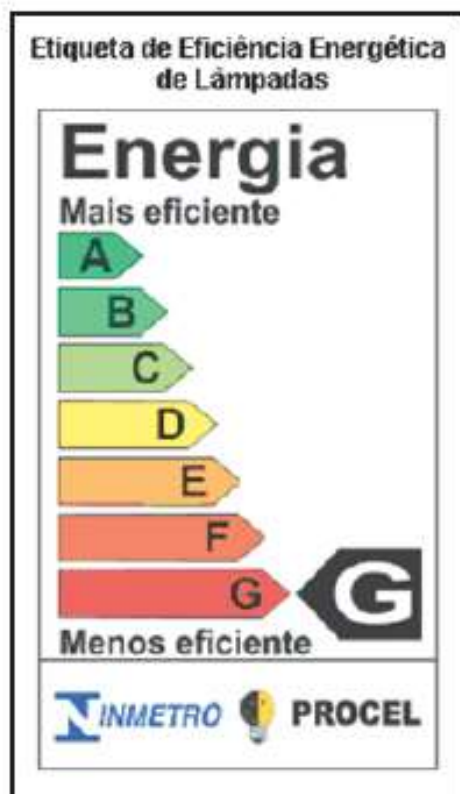
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

Em 1993 foi instituído o programa brasileiro de etiquetagem, que indica ao consumidor, no ato da compra, o nível de eficiência energética do aparelho.



PBE

Etiquetas padrão para lâmpadas



PBE

Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE

Em 1984, o Inmetro iniciou, juntamente com o Ministério de Minas e Energia, uma discussão sobre a conservação de energia, com a finalidade de contribuir para a racionalização no seu uso no país, informando os consumidores sobre a eficiência energética de cada produto, estimulando-os a fazer uma compra mais consciente. Esse esforço deu início ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

O PBE promove a eficiência energética por meio de etiquetas informativas a respeito do desempenho de máquinas e equipamentos energéticos, sendo de adesão compulsória para alguns equipamentos a partir da Lei 10.295, publicada em outubro de 2001 (conhecida por “Lei de Eficiência Energética”). Há dezenas de equipamentos etiquetados como, por exemplo, refrigeradores, congeladores verticais e horizontais, máquinas de lavar roupa, condicionadores de ar, motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, aquecedores de água de passagem, fogões e fornos domésticos a gás, entre outros. De 2006 a 2013, a etiquetagem de lâmpadas foi responsável por uma economia de cerca de R\$ 23 bilhões. No tocante a Refrigeradores e Condicionadores de Ar, estima-se uma economia de R\$ 6 bilhões, desde 2000.

CONPET

CONPET – Programa Nacional de Conservação de Petróleo e Derivados



CONPET

Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – Conpet

Criado em 1991, coordenado pelo MME e operacionalizado pela Petrobras, o Conpet é constituído por vários subprogramas, dentre os quais se destacam ações na área de transporte de carga, passageiros e combustíveis, educação, marketing e premiação. Um destes programas, o EconomizAR, atende a 22 estados da Federação e possui mais de 5.000 empresas participantes, tendo promovido a economia de mais de 1 bilhão de litros de diesel e evitado a emissão de cerca de 2,7 milhões de toneladas de CO₂ e de 60 mil toneladas de material particulado desde sua criação.

De 2003 a 2013, o Selo Conpet para fogões a gás, fornos e aquecedores de água promoveu uma economia de cerca de 6 milhões de metros cúbicos no consumo de GLP, o que representa 10 milhões de toneladas de CO₂ evitado. Em 2012, foram incorporados critérios de eficiência energética no novo regime automotivo, permitindo que, hoje, 70% dos automóveis vendidos no Brasil possuam etiqueta de eficiência energética. Em junho de 2014, eram mais de 550 modelos, em 36 marcas diferentes. Até 2017, 100% da produção nacional deverá estar etiquetada.

O uso do Selo Conpet está associado aos modelos que utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, que compara os automóveis semelhantes em suas categorias desde “A”, para mais eficientes, até “E”, para menos eficientes, e informa o consumo de combustível do veículo. Recebem o Selo Conpet aqueles modelos eficientes em suas categorias e também eficientes na comparação com todos os demais modelos participantes do programa.

Programa de concessionárias

Os Programas de EE das Concessionárias

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel estabelece obrigações e encargos das Concessionárias de Energia Elétrica perante o poder concedente. Uma dessas obrigações consiste em aplicar anualmente o montante de no mínimo 0,5 % de sua receita operacional líquida, em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica.

Desde sua criação, os programas de eficiência energética totalizaram investimentos superiores a R\$ 5,7 bilhões. Em 2013 o Programa foi responsável por uma economia de aproximadamente 9,1 TW·h e uma retirada de ponta de 2,8 GW.

Nesse período, foram realizados 3.219 projetos de eficiência energética, sendo substituídos mais de 800 mil refrigeradores antigos e obsoletos por modelos novos e eficientes.

ESCO

ESCOs

- são contratadas por companhias que têm como objetivo reduzir os gastos energéticos. São desenvolvidas então medidas que tornam possível a economia de energia e de água, assim otimizando o uso desses recursos e explorando o potencial de eficiência energética das empresas.
 - As ESCOS atuam mapeando toda a empresa para mostrar os pontos onde existe maiores gastos de energia e potenciais de economia.
-

Eficiência Energética

Definições

- Eficiência Energética pode ser definida como uma atividade técnico-econômica, que tem por objetivo propiciar um uso otimizado de matéria prima fornecida pela natureza.

A eficiência energética em uma edificação residencial se dá:

- através da introdução de novas tecnologias e
 - incentivo a mudança de hábito do próprio consumidor em relação ao seu consumo de energia através dos programas e políticas de conservação e uso racional de energia, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem.
-

Eficiência Energética

Novas Tecnologias

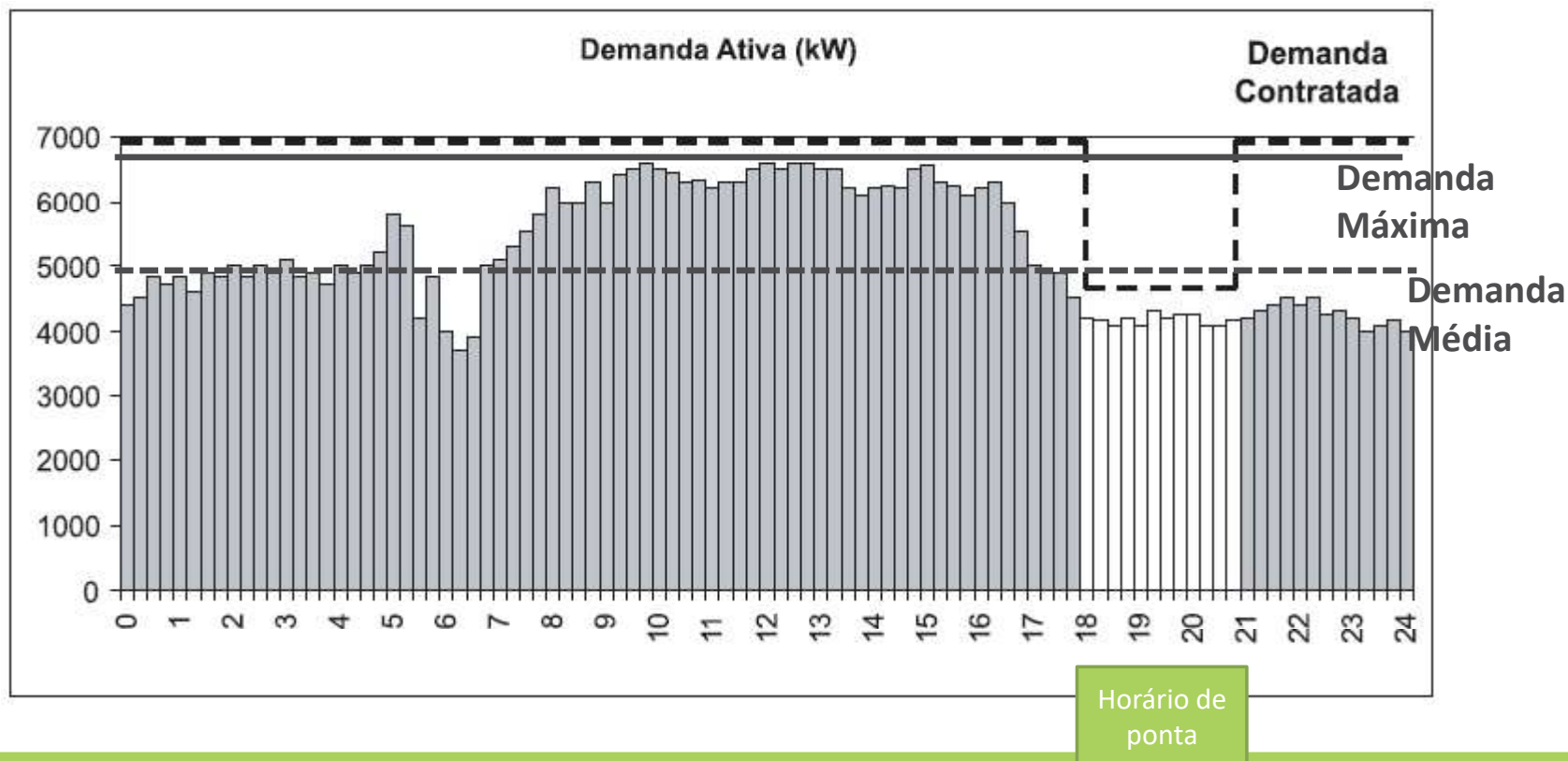
- Uso de tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético. Por exemplo, lâmpadas de led, motores com alta eficiência e outros.

Programa Brasileiro de Etiquetagem

- tem por objetivo informar aos consumidores o quanto determinado eletrodoméstico consome de energia elétrica, qual a sua relação de eficiência (mais eficiente ou menos eficiente), assim possibilitando uma economia com os custos gerados de sua utilização.
-

1. Tarifação de Energia elétrica

Compreender a estrutura tarifária e como são calculados os valores expressos nas notas fiscais de energia elétrica é um parâmetro importante para a correta tomada de decisão em projetos de conservação de ee.



Estrutura Tarifária

As tarifas de energia elétrica são divididas em dois grupos: Grupo A, que são clientes de alta tensão, que seja igual ou superior a 2,3kV, e Grupo B, que são clientes de baixa tensão, inferior a 2,3kV.

Grupo A: atende aos grandes consumidores do setor elétrico e são subdivididos nas modalidades horossazonal azul e horossazonal verde. Os consumidores deste grupo se encontram nas redes de alta tensão, na faixa de 2,3 a 230 kV e são divididos em subgrupos como segue:

A1 - 230 kV ou mais

A2 - 88 a 138 kV

A3 - 69 kV

A3a - 30 a 44 kV

A4 - 2,3 a 25 kV

AS - Sistema Subterrâneo

Grupo B: São os consumidores de baixa tensão, ou seja, inferior a 2,3kV. Este grupo possui as seguintes classes:

B1 - Classe Residencial

B1 - Subclasse residencial Baixa Renda

- Consumo mensal até 30 kWh
- Consumo mensal de 31 a 100 kWh
- Consumo mensal de 101 a 220 kWh
- Consumo mensal superior a 220 kWh

B2 - Classe rural

B3 - Classes industrial, comercial, serviço público, poder público

B4 - Classe iluminação pública.

Estrutura tarifária

Resumo do Faturamento Tarifário

	AZUL	VERDE	CONVENCIONAL
Demanda (kW)	Um preço para ponta Um preço para fora de ponta	Preço único	Preço único
Consumo (kWh)	Um preço - ponta - período úmido Um preço - fora de ponta - período úmido Um preço - ponta - período seco Um preço - fora de ponta - período seco		Preço único

Fator de potência

Diversas são as causas que resultam num baixo fator de potência em uma instalação industrial:

- ☐ Motores de indução trabalhando em vazio durante um longo período de operação;
- ☐ Motores superdimensionados para as máquinas a eles acopladas;
- ☐ Transformadores em operação em vazio ou em carga leve;
- ☐ Fornos a arco;
- ☐ Fornos de indução eletromagnética;
- ☐ Máquinas de solda a transformador;
- ☐ Grande número de motores de pequena potência em operação durante um longo período.
- ☐ Grande número de reatores de baixo fator de potência suprimindo lâmpadas de descarga (lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio, etc);
- ☐ Equipamentos eletrônicos (os transformadores das fontes de alimentação interna geram energia reativa).

Fator de potência

O baixo fator de potência tem como consequências:

- ❖ Aumento das perdas elétricas
- ❖ Maior queda de tensão
- ❖ Acréscimo na fatura de energia elétrica
- ❖ Subutilização da capacidade instalada
 - Exemplo de um transformador para atendimento de uma carga instalada de 800 kW.

Potência útil absorvida - kW	Fator de Potência	Potência do trafo - kVA
800	0,50	1.600
	0,80	1.000
	1,00	800

www.weg.com.br

- Aumento da seção dos condutores para transportar a mesma energia ativa.

Fator de potência

Vantagens da correção do fator de potência

- Melhoria da Tensão
 - As desvantagens de tensões abaixo da nominal em qualquer sistema elétrico são bastante conhecidas. Embora os capacitores elevem os níveis de tensão, é raramente econômico instalá-los em estabelecimentos industriais apenas para esse fim. A melhoria da tensão deve ser considerada como um benefício adicional dos capacitores.
- Redução das Perdas
 - As perdas são proporcionais ao quadrado da corrente e como a corrente é reduzida na razão direta da melhoria do fator de potência, as perdas são inversamente proporcionais ao quadrado do fator de potência.
- Redução significativa do custo de energia elétrica;

Aumento da eficiência energética da empresa;

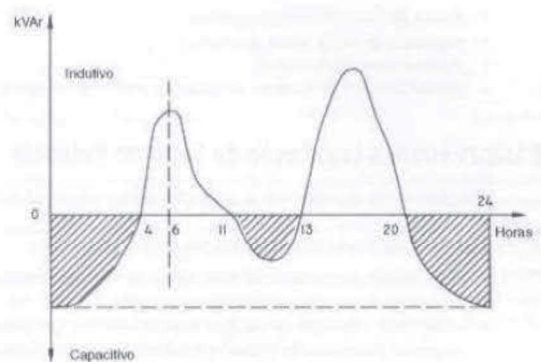
Legislação do FP

De acordo com a resolução vigente, estabelecida pela resolução 414/2010 e alterada pela resolução 569/2013, que disciplina o limites do fator de potência, bem como a aplicação da cobrança pelo excedente de energia reativa e de potência reativa excedente, os intervalos a serem considerados são:

O período de 6 horas consecutivas, compreendido, a critério da distribuidora, entre as 23h30 min e as 6h30min, apenas para os fatores de potência inferiores a 0,92 capacitivo, verificadas em cada intervalo de um hora.

O período diário complementar ao definido anteriormente, ou seja, entre as 6h30min e as 23h30 min, apenas para os fatores de potência inferiores a 0,92 indutivo, verificados em cada intervalo de uma hora.

Tanto a energia reativa indutiva como a energia reativa capacitiva excedentes serão medidas e faturadas. O ajuste por baixo fator de potência será realizado através do faturamento do excedente de energia reativa indutiva consumida e do excedente de energia reativa fornecida a rede da concessionária pela unidade consumidora.



Análise do perfil de utilização da energia elétrica

Com a possibilidade de reduções na carga total instalada, a partir do aumento da eficiência dos sistemas instalados, deve-se analisar a fatura de energia e rever:

considerar a otimização da demanda contratada de potência em função dos níveis mais baixos (reduzir/recontratar)

- Redução da carga instalada e introdução de controles automatizados
- Deslocamento de horário de trabalho de diversos equipamentos

Análise da opção tarifária (verde/azul)

- Valores mensais de consumo e demanda na ponta e fora ponta
 - Valores médios mensais a serem faturados
-

Análise do perfil de utilização da energia elétrica

Verificação do fator de potência e ultrapassagem

- Implantação de medidas corretivas
 - Instalação de banco de capacitores fixos ou automáticos
 - Uso de motores síncronos
 - Aumento do consumo de energia ativa
 - Comercialização de energia – Consumidores livres
 - Cogeração / geração distribuída
-

Indicadores de Eficiência Energética

Apresentam maior utilização:

- ☐ Consumo Específico de Energia (CE)
 - ☐ Fator de carga da instalação (FC)
 - ☐ Custo médio de energia
-

Consumo Específico de Energia (CE)

- Consumo Específico de Energia (CE)
 - A análise do consumo de energia (kWh) ou da carga instalada (kW) em relação ao produto gerado, serviço prestado ou à área ocupada.
 - $CE_i = \frac{CA_i}{QP_i}$
 -
 - CA – consumo mensal de energia dado em kWh/mês.
 - QP – quantidade de produto ou serviço produzido no mês pela unidade consumidora
 - i – índice referente ao mês de análise do histórico de dados
-

Fator de carga da instalação (FC)

Quanto maior for o fator de carga, menor será o custo do kWh.

Um fator de carga próximo a 1 indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Ao contrário, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, determinando uma demanda elevada. Isso acontece quando muitos equipamentos são ligados ao longo do tempo.

Para obter um fator de carga mais elevado, existe três formas básicas:

- A) Aumentar a quantidade de horas trabalhadas, mantendo o consumo de potência.
 - B) Otimizar a demanda de potência, mantendo o mesmo consumo de energia.
 - C) Atuar simultaneamente no dois parâmetros citados acima.
-

Fator de carga da instalação (FC)

Para se avaliar o potencial de economia, deve-se observar o comportamento do fator de carga nos segmentos horossazonais e identificar os meses que apresentou valores máximos. É uma indicação que se adotou, nestes meses, um uso mais racional da energia.

Desta forma, para cada período (ponta ou fora de ponta) existe um fator de carga diferente.

$$FC = \frac{CA}{h \cdot DR}$$

FC – Fator de carga do mês na ponta e fora da ponta

CA – Consumo de energia no mês na ponta e fora da ponta

h – número médio de horas do mês, sendo geralmente 66 horas para ponta e 664 horas para fora da ponta

DR - demanda registrada máxima de potência no mês na ponta e fora da ponta.

Custo médio de energia

Se estiver sendo utilizada eficientemente, o seu custo médio é menor. De maneira contrária, o custo médio é maior e o seu uso não é eficiente.

$$\text{CMe} = \frac{\text{Custo total de conta}}{\text{Consumo de energia no mês}} = \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$$

O custo médio de energia também é conhecido como custo unitário de energia.

Desequilíbrio de fases

A correta divisão dos circuitos de uma instalação permite que se eliminem as perdas por aquecimento em condutores sobrecarregados. Recomenda-se que a divisão seja feita de forma que as fases possuam cargas compatíveis com a capacidade dos condutores e sistemas de proteção e que a carga seja distribuída de forma a manter as fases equilibradas.



Figura 15.15 Curva de elevação das perdas elétricas em função do desequilíbrio de tensão.

Fonte: Mamede

Transformadores

A) Perdas no ferro: São as perdas relacionadas à construção dos transformadores e independem da carga que está sendo demandada ao transformador. Ocorrem sempre que o equipamento é ligado. Estas perdas são constantes e cada transformador tem a sua em função das características construtivas do equipamento.



Transformadores

B) Perdas no cobre: São as perdas referentes ao regime de operação dos transformadores. Correspondem a dissipação de energia por efeito Joule, que é estabelecida pelas correntes que circulam nos enrolamentos primário e secundário. Dependem da carga do transformador. As perdas no cobre são proporcionais ao quadrado das correntes elétricas que circulam pelos enrolamentos.

Transformadores operando com sobrecargas tem perdas elevadas. O carregamento ideal para um transformador está na faixa de 30 a 70 % de sua capacidade nominal.

C) Perdas em transformadores ligados em paralelo: É ocasionada pela diferença na relação de transformação dos equipamentos.

Quando a diferença na relação de transformação dos equipamentos for significativa, ocorre uma circulação de corrente entre os transformadores causando perdas.

A utilização de transformadores ligados em paralelo é uma medida muito usada. Para evitar perdas por circulação de corrente, devem-se tomar as seguintes precauções:

- Utilizar transformadores com potências próximas, preferencialmente iguais para melhor aproveitamento das mesmas.
- Utilizar transformadores com impedâncias internas iguais ou próximas.
- Ajustar no mesmo valor a relação de transformação dos equipamentos.

Transformadores

Principais ações de eficiência energética:

- Instalação de transformadores próximo ao centro de carga.
 - Adquirir transformadores com baixa perdas no ferro e no cobre.
 - Utilizar transformadores com núcleo de material amorfo, que tem perdas menores que aqueles construídos com material ferromagnético.
 - Desligar transformadores em operação à vazio no horário de carga leve.
 - Verificar a perda em transformadores antigos e comparar com a de equipamentos novos.
 - Projetar o sistema de modo a permitir a transferência de carga entre dois transformadores, se houver.
-

Condutores elétricos

O dimensionamento dos condutores elétricos, incluindo-se aí a escolha de sua isolação, pode conduzir projetos de baixa eficiência energética.

Principais ações para conservação de energia:

- Implantar transformadores junto aos centros de consumo: menor comprimento dos circuitos secundários.
- Calcular os custos do cabo e a energia de perdas
- Para potências acima de 500kVA, adotar o local da subestação próximo a carga, se possível.
- Aplicar a melhor maneira de instalar os condutores na forma permitida para cada particularidade de projeto.
- Evitar a utilização de cabos XLPE ou EPR a plena carga. Devido a capacidade dos mesmos, a elevação da temperatura dos condutores faz a resistência elétrica aumentar.

Condutores elétricos

As ligações, conexões e emendas de condutores elétricos devem ser realizadas com extremo cuidado. Visa a eficiência, no sentido de garantir um excelente contato entre as partes componentes e distâncias seguras entre os condutores e desses com as partes condutoras de eletricidade. Além disso, essa prática minimiza as perdas elétricas por geração de calor (efeito Joule). No que se refere à segurança, no caso particular da emendas é fundamental atentar para o uso de materiais isolante apropriados, tais como fitas isolantes específicas para esta finalidade.

Condutores elétricos

Cálculo da seção econômica de um condutor (Mamede)

$$S_c = \frac{I_c}{\frac{2,66}{\sqrt{N_h}} \times \frac{0,69}{\sqrt{1 - 0,937^{N_a}}}} \times \sqrt{\frac{C_e}{G}}$$

I_c - corrente de carga;

N_a - número de anos considerados no cálculo (tempo de operação do cabo);

N_h - número de horas por ano de funcionamento;

G - custo médio do cabo, em R\$/mm² × km; esse valor pode ser obtido a partir do preço médio de mercado dos cabos de mesmo material condutor e isolamento; assim, se um cabo de cobre de 120 mm², isolamento EPR, 06/1 kV, tem preço médio de mercado de R\$ 59,20/m, o valor de G =

R\$ 493,32/mm² × km, ou seja, $G = \frac{59,20}{120} \times 1.000$. Em geral,

o valor de G vale para os cabos das demais seções e de mesma especificação;

C_e - custo médio da energia elétrica, em R\$/kWh.

Condutores elétricos

Valor econômico da seção do condutor

$$C_t = C_c + C_i + C_e$$

Onde:

C_t - Custo total durante a vida do cabo

C_c - Custo inicial de compra do cabo

C_i - Custo inicial de instalação do cabo

C_e – Custo de energia desperdiçada ao longo do tempo

Condutores elétricos

Temperatura de trabalho dos condutores em função do carregamento			
Relação I _{carga} /I _{nom}	Temperatura (°C)	Relação I _{carga} /I _{nom}	Temperatura (°C)
cabos XLPE/EPR			
0,00	30	1,00	90
0,10	32	1,10	105
0,20	35	1,20	117
0,30	38	1,30	130
0,40	45	1,40	145
0,50	50	1,50	165
0,60	60	1,60	182
0,70	70	1,70	205
0,80	80	1,80	218
0,90	90	1,90	240
cabos PVC			
0,00	30	1,00	70
0,10	31	1,10	85
0,20	34	1,20	100
0,30	36	1,30	112
0,40	38	1,40	112
0,50	42	1,50	128
0,60	48	1,60	138
0,70	52	1,70	150
0,80	57	1,80	170
0,90	65	1,90	180

Fator de correção da temperatura	
20	1
30	1,039
40	1,079
50	1,118
60	1,157
70	1,197
80	1,236
90	1,275

Elevação da resistência elétrica dos condutores de cobre com a temperatura

Condutores elétricos

TABELA 20 - RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS E REATÂNCIAS INDUTIVAS DE FIOS E CABOS ISOLADOS EM PVC, EPR E XLPE EM CONDUTOS FECHADOS (VALORES EM Ω / km).

seção (mm ²)	R_{cc} (A)	condutos não-magnéticos (B) circuitos FN/FF/3F	
		R_{ca} (3)	X_L (4)
1,5	12,1	14,48	0,16
2,5	7,41	8,87	0,15
4	4,61	5,52	0,14
6	3,08	3,69	0,13
10	1,83	2,19	0,13
16	1,15	1,38	0,12
25	0,73	0,87	0,12
35	0,52	0,63	0,11
50	0,39	0,47	0,11
70	0,27	0,32	0,10
95	0,19	0,23	0,10
120	0,15	0,19	0,10
150	0,12	0,15	0,10
185	0,099	0,12	0,094
240	0,075	0,094	0,098
300	0,060	0,078	0,097
400	0,047	0,063	0,096
500	0,037	0,052	0,095
630	0,028	0,043	0,093
800	0,022	0,037	0,089
1000	0,018	0,033	0,088

NOTAS:

A) Resistência elétrica em corrente contínua calculada a 70 °C no condutor.

B) Válido para condutores isolados, cabos unipolares e multipolares instalados em condutos fechados não-magnéticos.

Fonte: <https://br.prysmiangroup.com/>

Condutores elétricos

Tabela 3.22 Resistência e reatância dos condutores de PVC/70 °C (valores médios)

Seção	Impedância de sequência positiva (mOhm/m)		Impedância de sequência zero (mOhm/m)	
	Resistência	Reatância	Resistência	Reatância
1,5	14,8137	0,1378	16,6137	2,9262
2,5	8,8882	0,1345	10,6882	2,8755
4	5,5518	0,1279	7,3552	2,8349
6	3,7035	0,1225	5,5035	2,8000
10	2,2221	0,1207	4,0222	2,7639
16	1,3899	0,1173	3,1890	2,7173
25	0,8891	0,1164	2,6891	2,6692
35	0,6353	0,1128	2,4355	2,6382
50	0,4450	0,1127	2,2450	2,5991
70	0,3184	0,1096	2,1184	2,5681
95	0,2352	0,1090	2,0352	2,5325
120	0,1868	0,1076	1,9868	2,5104
150	0,1502	0,1074	1,9502	2,4843
185	0,1226	0,1073	1,9226	2,4594
240	0,0958	0,1070	1,8958	2,4312
300	0,0781	0,1068	1,8781	2,4067
400	0,0608	0,1058	1,8608	2,3757
500	0,0507	0,1051	1,8550	2,3491
630	0,0292	0,1042	1,8376	2,3001

Iluminação

- ❑ No Brasil, a iluminação representa atualmente cerca de 15% de toda a energia elétrica consumida.
 - ❑ No ramo industrial, de 2 a 8% do consumo
 - ❑ É uma das principais fontes de desperdício de energia elétrica, normalmente devido a baixa eficiência dos aparelhos.
-

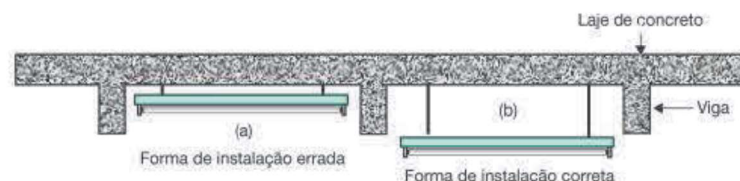
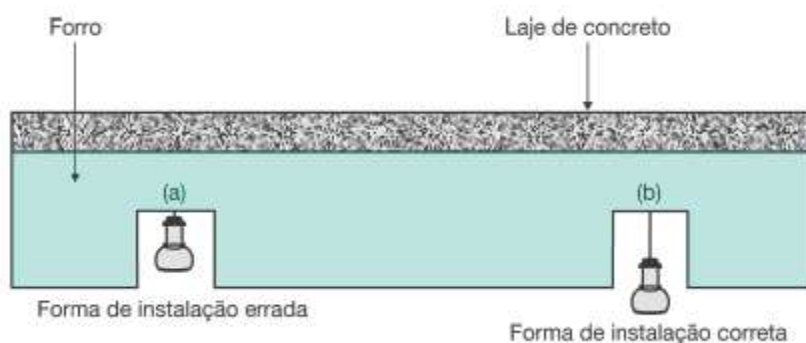
Iluminação

Medidas de curto prazo

- ☐ Usar lâmpadas adequadas para cada tipo de ambiente
 - ☐ Dar preferência ao uso da iluminação natural
 - ☐ Utilizar telhas translúcidas nos galpões industriais em que não precisa de forro
 - ☐ Evitar refratores opacos
 - ☐ Procurar usar refratores espelhados em comparação com os de corpo esmaltados
 - ☐ Desligar a iluminação quando não houver pessoas presentes
-

Iluminação

- ❑ Usar luminárias que facilitem a limpeza, em ambientes sujos
- ❑ Em ambientes bem iluminados, usar lâmpadas acesas alternadas
- ❑ Procurar utilizar lâmpadas de maior potência, que usualmente tem melhor rendimento
- ❑ Evitar o uso de lâmpadas tipo incandescentes, como as halógenas.
- ❑ Verificar o posicionamento correto de lâmpadas instaladas em forros



Iluminação

- ❑ Em áreas externas, como estacionamentos, locais de carga e descarga, etc, usar preferencialmente lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, acionado por célula fotoelétrica
 - ❑ Utilizar células fotoelétricas ou dispositivos de temporização na iluminação externa
 - ❑ Os reatores devem ser desativados sempre que forem desligadas as lâmpadas fluorescentes
 - ❑ Utilizar lâmpadas fluorescentes T8 em substituição a T10
 - ❑ Em instalações novas, utilizar lâmpadas T5
-

Iluminação

Lâmpadas fluorescentes tubulares:

Tipos: T12, T10, T8, T5 e T2

T8 – 16W, 18W, 32W, 36W, 58W

T5 – 14W, 28W, 54W e 80W

■ Pó trifósforo revestido o tubo (T8 e T5)

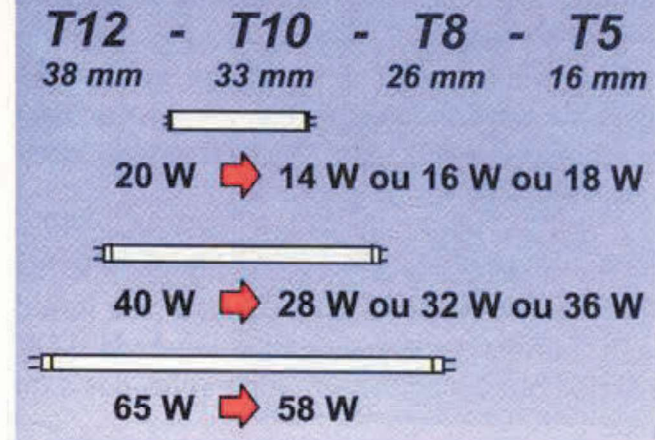
■ Eficiência energética – de 65 a 104 lm/W (32W – 73 a 95 lm/W)

■ IRC – 85%

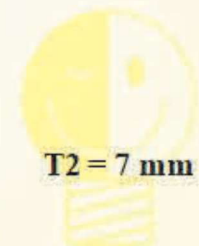
■ Várias tonalidades de cores- 3.000 K, 4.100 K, 5.000 K



Obs: as convencionais T12 e T10 de 20, 40 e 65 W - IRC \pm 70 - pó standard



Fonte: SILVA,
Mauri Luiz
(2002), p.75



T2 = 7 mm

Iluminação

- ☐ Utilizar lâmpadas LED na forma de projetores em galpões industriais
 - ☐ Reduzir a iluminação ornamental utilizada em placas e vitrines
 - ☐ Substituir lâmpadas incandescentes por fluorescentes por compactas
 - ☐ Utilizar lâmpadas de maior eficiência possível
 - ☐ Utilizar reatores de maior eficiência. Geralmente eletromagnéticos
 - ☐ Utilizar luminárias de maior aproveitamento energético. Devem ser escolhidas em função da curva de distribuição de intensidade luminosa
-

Manutenção de sistemas de iluminação

- ❑ As luminárias devem ser limpas com determinada frequência, em função do nível de poluição do ambiente. Luminárias sujas reduzem a iluminância. Por exemplo, em cozinhas a gordura da fritura rapidamente recobre as superfícies de luminárias e lâmpadas
 - ❑ Substituição semanal ou mensal das lâmpadas queimadas. Se causar transtornos à área de produção, prever 10% a mais de lâmpadas
 - ❑ Pode-se limpar as luminárias sempre que substituir as lâmpadas
-

Manutenção de sistemas de iluminação

Quanto maior for o ambiente e mais claros os acabamentos, menor será a absorção de luz e maior será a iluminação que incide sobre o plano de trabalho. Assim sendo, com a melhora das condições do ambiente pode-se reduzir o gasto de energia com iluminação sem prejuízo do conforto visual.

Algumas dicas são especialmente importantes para melhorar as condições do ambiente:

- Manter sempre limpas as paredes, tetos e pisos;
- Durante a reforma do ambiente utilizar cores claras pois refletem melhor a luz;
- Quando as divisórias não puderem ser removidas totalmente, deve-se instalar divisórias baixas para reduzir a absorção de luz e permitir o uso da luz nas áreas adjacentes;
- Utilizar mobiliários com cores claras, que não tenham superfícies brilhantes (lustrosas) ou que não proporcionem reflexões indesejáveis;
- Em ambientes com pé direito muito alto, verificar a possibilidade de rebaixar as luminárias, tomando cuidado com o ofuscamento.

Bibliografia

<http://educaclima.mma.gov.br>

ANEEL – Atlas de Energia Elétrica do Brasil - 3ª edição.pdf – obtido em www.aneel.gov.br

EPE – Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017, ano base 2016 – obtido em www.epe.com.br

<http://www.procel.gov.br>

João Mamede Filho – Instalações Elétricas Industriais, 9 edição, 2017

Eletrobrás/PROCEL Educação – Eficiência Energética – Teoria e Prática, 1 edição, 1997.

Eletrobrás/PROCEL Educação/FUPAI - Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações, 3 edição, 2006

CEPEL - Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas, 2015.
