

Técnicas de Instalação e Manutenção

Aula 07 - Procedimentos de Manutenção para economia de Energia

Apresentação

Caro aluno, nas aulas anteriores, você viu do que se tratava o tema sistema de manutenção planejada e qual a sua importância sob diversos aspectos. Nesta aula, procuraremos estabelecer uma associação do SMP com eficiência energética. Assim, você terá a oportunidade de perceber os principais fatores relacionados a projetos e manutenção de redes elétricas que contribuem para economia de energia.

Objetivos

- Relacionar o conceito de redução de perdas de energia elétrica a diversos equipamentos que compõem a rede elétrica.
- Associar a teoria da manutenção à economia de energia.
- Entender a relação entre eficiência energética e dimensionamento, operação e manutenção de equipamentos.

Manutenção: elemento chave para a utilização racional de energia

Um programa bem elaborado de manutenção é um ponto importante de qualquer política de utilização racional de energia elétrica nas empresas. As grandes empresas normalmente possuem um setor ou departamento que elabora as diretrizes com relação ao consumo de energia. O mesmo, porém, não acontece nas pequenas e médias empresas, em que essas responsabilidades cabem ao chefe do departamento de manutenção. O chefe de manutenção tem um papel importante a desempenhar em todas as etapas relacionadas à implantação de um programa coerente e permanente de conservação de energia (**Figura 1**).

Figura 01 - Eficiência energética está associada a custos financeiros e ambientais



Fonte: Autoria própria.

Caro aluno, a relação entre o consumo útil de energia, ou seja, aquilo que efetivamente torna-se energia utilizada em trabalho (exemplo: a energia mecânica em um ventilador para produzir vento) e a energia fornecida é a **eficiência energética**. Quanto maior a eficiência, menores serão as perdas provenientes da geração, transporte, armazenagem ou consumo de energia. O tema está associado a procedimentos, técnicas, ferramentas e perfis de uso da energia que permitem mitigar as perdas e, portanto, os custos. Considerando que a geração de energia, mesmo daquelas ditas renováveis, o transporte e o consumo estão vinculados à degradação ambiental. Quanto menores são as perdas, menor será a energia gerada-consumida e, conseqüentemente, menores serão os impactos ao meio ambiente.

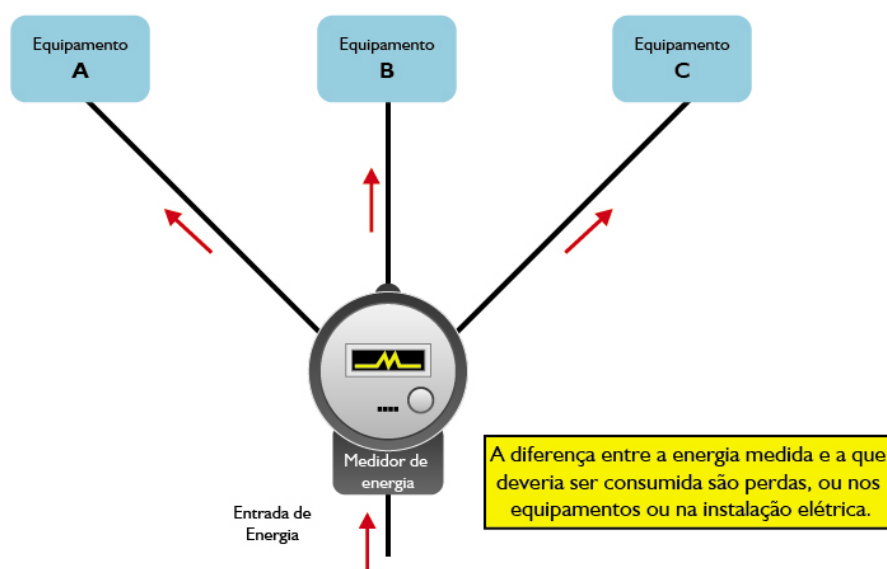
Com sua equipe, o responsável pela manutenção precisa:

1. Detectar todas as possibilidades de otimizar, ou seja, tornar as instalações existentes as melhores possíveis. Pode-se, por exemplo, optar por instalar pontos de luz com lâmpadas mais eficientes, mesma quantidade de luz com menor custo de energia;
2. Identificar pontos falhos e propor a implantação de equipamentos e procedimentos para a correção desses pontos.
3. Acompanhar o efeito dos investimentos realizados para a economia de energia nos sistemas de produção (essas economias devem ser obtidas na instalação e consolidadas ou até aumentadas a cada ano);
4. Medir os fluxos energéticos, estabelecer a contabilidade dos mesmos e seguir a evolução dos consumos;
5. Intervir de maneira ativa na motivação e formação do pessoal.

Conhecer melhor para administrar melhor

Toda política de controle de energia apoia-se na seguinte ideia básica: a energia precisa ser controlada como qualquer outro elemento de custo na empresa. Porém, só é possível administrar o que é medido e quantificado, assim como na **Figura 2**.

Figura 02 - Sistema de medição de múltiplos consumidores associado ao conceito de eficiência energética



Fonte: Autoria própria.

Assim, veremos agora algumas etapas que auxiliam no processo de melhor uso da energia. A primeira etapa consiste em implantar meios que permitam a medição e monitoramento dos consumos de energia.

Seguindo essas medições, será possível detectar falhas, estabelecer prioridades de ação e estimar a eficácia das intervenções. Essa fase inclui a elaboração de "planilhas de controle", que permitirão contabilizar a energia na empresa. Cada empresa tem suas características próprias, cabendo ao chefe de manutenção determinar a forma ideal de estabelecer esse controle em função, principalmente, dos recursos de medição e mão de obra disponíveis, das rotinas de manutenção já existentes e das possibilidades de investimento para aprimoramento da medição.

Onde houver eletricidade, existe sempre a possibilidade de ocorrer perdas. Através de medições adequadas, podemos efetuar um exame preliminar das instalações, que permitirá detectar desperdícios, identificar as maneiras possíveis de eliminá-los e ainda avaliar o grau de urgência das ações para a correção dos problemas.

Atividade 01

1. Reflita, discuta e identifique tudo aquilo que você julga estar associado ao conceito de eficiência energética em sua casa. Faça uma lista e justifique.

Distribuição de energia elétrica

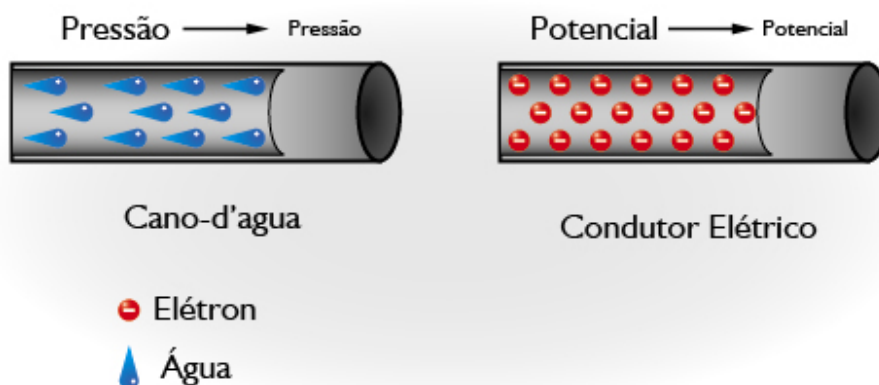
As principais perdas observadas na distribuição de energia elétrica provêm de: aumento progressivo de carga nos circuitos elétricos; utilização de cabos que suportam maiores temperaturas, mas são poucos eficazes do ponto de vista energético; distribuição a longa distância em baixa tensão e posicionamento inadequado dos capacitores.

Você verá, a seguir, algumas medidas que podem ser utilizadas pelos técnicos de manutenção para minimizar essas perdas em suas instalações.

Dimensionamento correto dos condutores

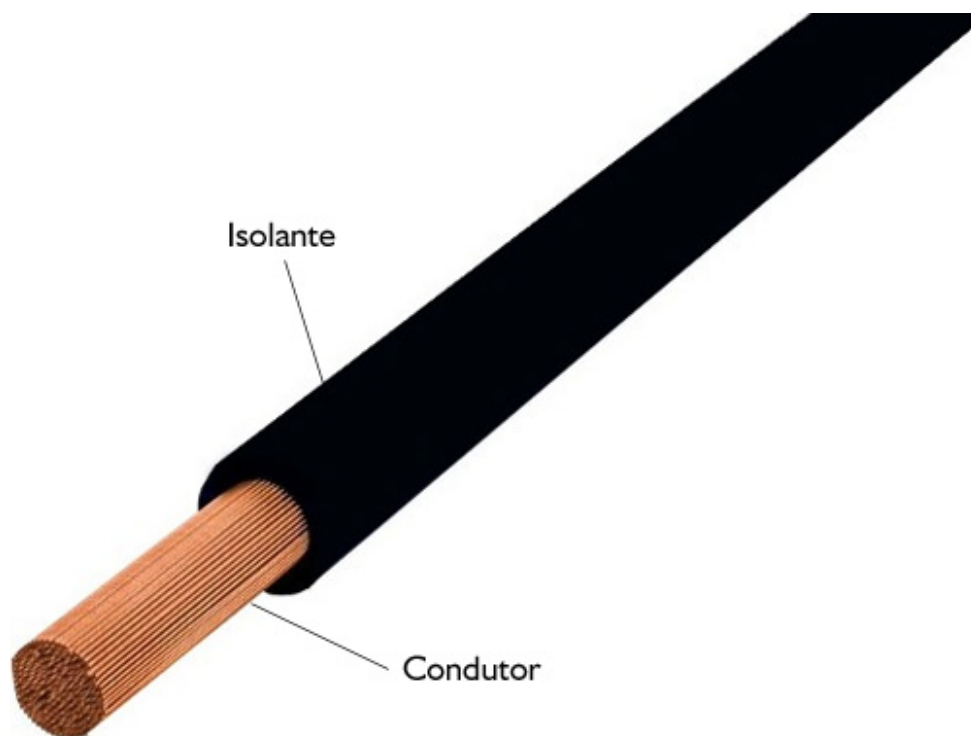
Um condutor elétrico em vários aspectos se parece com um cano d'água. A seguir, apresentamos as **Figuras 3, 4 e 5**, para que você possa visualizar melhor as semelhanças.

Figura 03 - Analogia entre sistema hídrico com diferença de pressão produzindo fluxo de água (vazão) e no sistema elétrico com diferença de potencial elétrico produzindo fluxo de elétrons (corrente elétrica)



Fonte: Autoria própria.

Figura 04 - Condutor elétrico



Fonte: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/condutores-e-isolantes/condutores-e-isolantes-1.php>>. Acesso em: 19 set. 2012.

Figura 05 - Cano d'água



Fonte: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/6626-o-que-e-tubo-de-parede-dupla>>. Acesso em: 19 set. 2012.

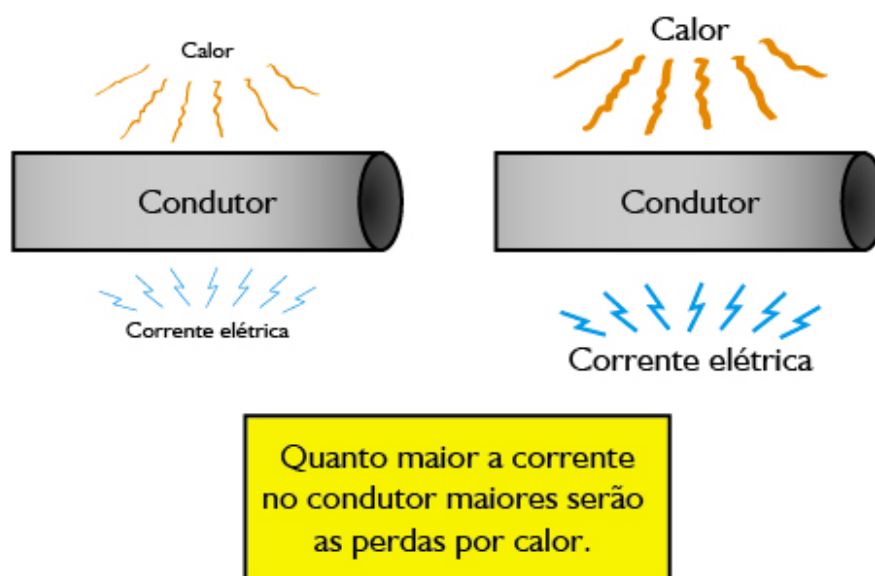
Observando as figuras apresentadas anteriormente, você pode perceber que ambos são responsáveis por transportar elementos dos seus respectivos sistemas. No caso do cano (**Figura 5**), se a pressão da água sobre as suas paredes ultrapassa um determinado limite, ele estoura. No condutor elétrico (**Figura 4**), na medida em que a corrente elétrica aumenta, por aumento de carga (lâmpadas, motores etc.), as perdas por efeito Joule (energia elétrica transformada em energia térmica) aumentam até o ponto em que a temperatura do condutor é tão alta que ele se parte. Esse aumento de temperatura do condutor também depende da sua [resistência elétrica](#) (Resistência elétrica é um parâmetro físico de materiais que associa sua constituição e dimensões físicas para determinar o quanto o material 'resiste' a passagem de corrente elétrica.) e é inversamente proporcional a sua área de secção. Quanto maior a bitola do condutor, menor será a sua resistência elétrica, atribuindo maior capacidade de condução e menores perdas elétricas.

Dimensionamento correto dos condutores II

O dimensionamento de condutores é feito, normalmente, pelos critérios de condução de corrente e pela queda de tensão no circuito, sem levar em consideração as perdas de energia elétrica

Através de normas técnicas e tabelas dos fabricantes de condutores, a partir da corrente que circulará no circuito, do tipo de instalação dos condutores e do comprimento do circuito, determina-se a seção do condutor a ser utilizada ou, ainda, verifica-se se o condutor em utilização está bem dimensionado. Os condutores, porém, evoluíram ao longo dos anos, sobretudo a partir do uso de isolantes mais eficientes que lhes permitem trabalhar com temperaturas mais elevadas sem comprometimento da segurança da instalação, significando um aumento do limite da corrente de operação e, conseqüentemente, ocasionando maiores perdas por efeito Joule.

Figura 06 - Em um mesmo condutor, correntes de intensidade diferentes induzem dissipação de calor diferente



Fonte: Autoria própria.

Em um mesmo condutor, correntes de intensidade diferentes induzem dissipação de calor diferente. Naturalmente, não é recomendável substituir sistematicamente um condutor existente por outro de maior seção. O importante, no caso de instalações existentes, é reduzir a corrente que circular em cada circuito, especialmente naqueles de maior comprimento. Para isso, uma das soluções possíveis é redistribuir as cargas dos circuitos disponíveis ou ainda construir novos circuitos, aliviando o carregamento dos demais.

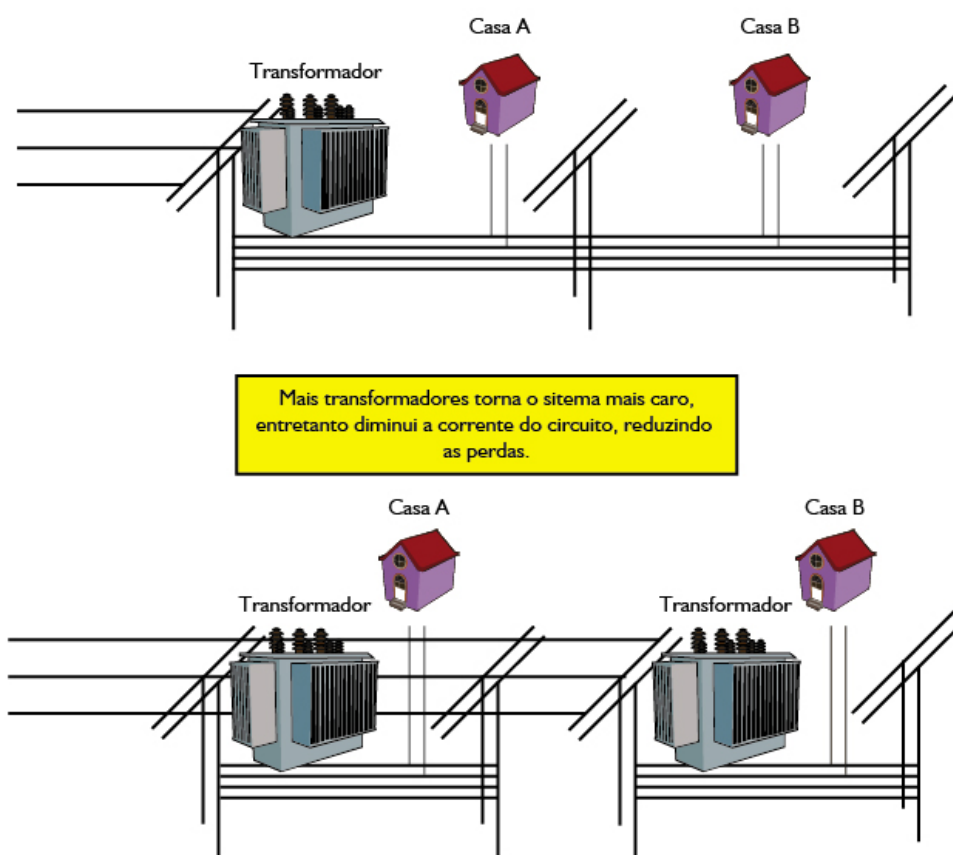
Ao analisar o dimensionamento dos circuitos, considere também as perdas de energia elétrica envolvidas.

Utilização de transformadores satélites

O transporte de correntes elevadas em baixa tensão é muito oneroso, seja em função da necessidade de utilização de condutores com maiores seções, seja pelas perdas de energia devido ao efeito Joule.

Esses dois custos podem ser reduzidos, simultaneamente, instalando-se os centros de transformação nas proximidades dos centros de carga das instalações. Essa política conduz a um aumento no número de transformadores existentes e exige a implantação de uma rede interna de alta tensão para alimentá-los. Os longos circuitos de distribuição mais carregados são assim substituídos por cabos de alta tensão com seções menores e perdas significativamente menores. Quando for necessário instalar equipamentos de grande potência a longa distância do ponto de transformação, torna-se interessante, do ponto de vista da economia de energia, a instalação de transformadores satélites.

Figura 07 - Sistemas de distribuição de energia



Fonte: Autoria própria.

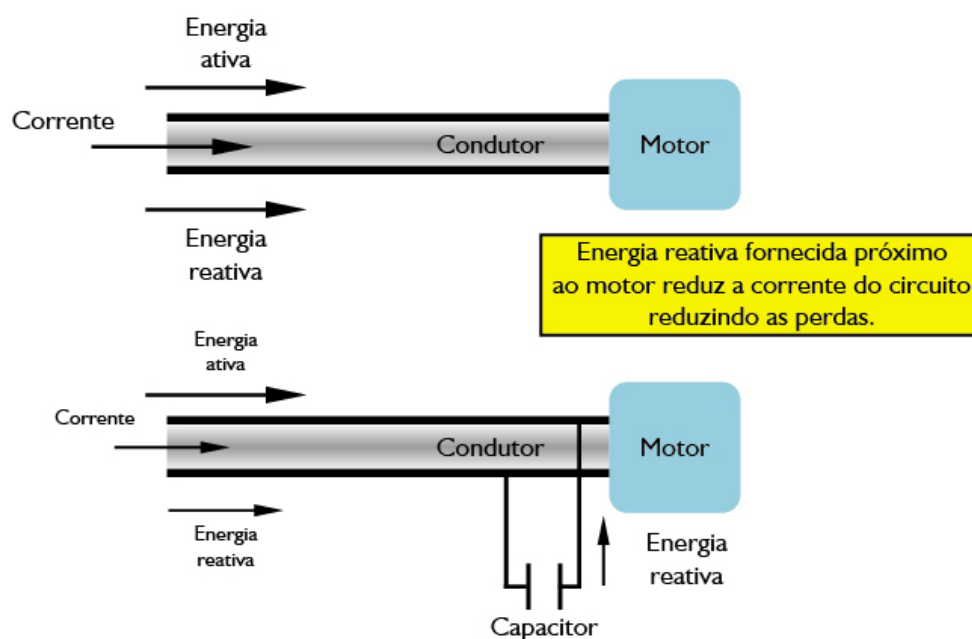
Os sistemas de distribuição de energia com muitos transformadores são mais caros, entretanto reduzem as perdas por efeito Joule nos condutores.

Posicionamento correto dos capacitores

Os capacitores compensam a energia reativa somente nos trechos dos circuitos elétricos situados antes deles. Para obter uma melhor eficiência é necessário, portanto, distribuir criteriosamente os capacitores procurando posicioná-los nas proximidades dos equipamentos que solicitam energia reativa.

Em grande parte das instalações elétricas, os capacitores são instalados na cabine primária. Nessa situação, a corrente reativa que circula sobrecarrega os circuitos, provocando maiores perdas por efeito Joule nos condutores. Sempre que for analisado o posicionamento dos capacitores de uma instalação, deve-se considerar a possibilidade de instalá-los o mais próximo possível dos equipamentos utilizadores.

Figura 08 - Banco de capacitores para correção do fator de potência para otimização do condutor e redução de perdas



Fonte: Autoria própria.

A **Figura 8** ilustra duas situações. Na primeira, acima, o circuito não possui banco de capacitores, resultando em uma corrente maior no circuito, proveniente em parte da potência reativa da carga, em comparação com a segunda ilustração, cujo banco de capacitores fornece localmente a energia reativa do motor, reduzindo as perdas no condutor.

Caros alunos, na seção posterior veremos alguns exemplos de procedimentos práticos de manutenção em instalações elétricas que permitem melhorar a eficiência energética.

Procedimentos de manutenção

Além dos conceitos já apresentados para a redução das perdas de energia em circuitos de distribuição, deve-se também atentar para os procedimentos de manutenção que resultem no bom funcionamento das instalações, o que se constitui num fator importante a ser considerado na implantação de programas de economia de energia elétrica.

Esses procedimentos são apresentados de forma resumida no **Quadro 1**.

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Procedimentos	Periodicidade
Verificação das condições dos isolamentos	Quinzenal
Verificação dos painéis e aparelhos elétricos - Remoção da poeira e limpeza	Semestral
Verificação dos contatos e conexões - Reaperto dos parafusos - Verificação da qualidade das ligações ao Terra	Anual

Quadro 1 - Principais procedimentos de manutenção

Atividade 02

1. Imagine que você foi enviado para fazer um estudo de eficiência energética de uma fábrica de sapatos que tem por finalidade propor sugestões de melhoria técnicas para aumentar a eficiência energética do lugar. Com base no que até o momento foi visto, reflita, discuta e liste o que você verificaria nessa fábrica e justifique.

Para visualizar uma sugestão de resposta, [clique aqui](#).

Para iniciar, verificar os seguintes itens:

- Análise de carga de cada circuito elétrico.
- Redistribuição de cargas em caso de desbalanceamento.
- Verificação dimensionamento dos condutores para cada circuito.
- Em caso de alta potencia de circuitos, sugerir a instalação de transformadores satélites.
- Verificação das conexões e do estado dos condutores.

Iluminação

Os sistemas de iluminação, via de regra, apresentam um significativo potencial de economia de energia. Sem prejuízo da [Iluminância](#) (Iluminância corresponde à quantidade de luz em uma unidade de superfície.) desejada para as atividades desenvolvidas nos locais atendidos, é possível otimizar esses sistemas obtendo-se redução no consumo de eletricidade.

Aqui também um controle eficaz de materiais e equipamentos se traduz em uma boa solução para a obtenção de economias substanciais, que podem ser conseguidas com a otimização na operação dos sistemas de iluminação, escolha criteriosa das fontes de iluminação, componentes acessórios e, evidentemente, com um programa de manutenção adequado das instalações.

Otimização da operação dos sistemas de iluminação existentes

A utilização racional dos sistemas de iluminação pode trazer economias significativas de energia com a vantagem de, normalmente, exigir pouco investimento para a execução das medidas envolvidas nessa racionalização. Dentre as inúmeras medidas que podem ser adotadas, as mais representativas são:

1. Redução da iluminância a níveis adequados, respeitando-se o previsto em norma nos locais onde a iluminação é excessiva;
2. Desligamento da iluminação nos locais que não estão sendo ocupados;
3. Utilização de interruptores para maior flexibilidade no uso da iluminação;
4. Aproveitamento, sempre que possível, da iluminação natural.

Utilização de lâmpadas mais eficientes

Existem no mercado vários tipos de lâmpadas que podem ser utilizados. Cabe ao responsável pela manutenção determinar qual o tipo de lâmpada mais indicado, considerando basicamente as seguintes características:

1. **Eficiência luminosa:** representa o número de lúmens produzidos pela lâmpada, por Watt consumido.
2. **Cor aparente da lâmpada:** deve ser avaliada para harmonizar a iluminação do ambiente.
3. **Reprodução de cores:** caracteriza a capacidade das lâmpadas em não deformar o aspecto visual dos objetos que iluminam.
4. **Vida útil:** representa o número de horas de funcionamento das lâmpadas, definido em laboratório, segundo critérios pré-estabelecidos.
5. **Custos do equipamento e instalação:** devem ser utilizados numa análise de custo/benefício a ser realizada.

Portanto, sempre que possível, devemos utilizar lâmpadas de alta eficiência luminosa, com maior vida útil e melhor relação custo/benefício, bem adaptadas ao ambiente onde serão utilizadas.

Pode-se, por exemplo, dependendo das características da instalação e do local, substituir lâmpadas mista por vapor de sódio de alta pressão que consomem 5 vezes menos, com vida útil 2 vezes maior.

No **Quadro 2**, apresentamos, a título de ilustração, os tipos de lâmpadas existentes no mercado.

TIPOS DE LÂMPADAS

TIPOS	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA LUMINOSA (lm/W)	COR APARENTE	REPRODUÇÃO DE CORES	VIDA ÚTIL MÉDIA (h)	REATOR
INCANDESCENTE	25 a 500	10 a 20	QUENTE	EXCELENTE	1.000	NÃO
LUZ MISTA	160 a 500	15 a 25	INTERMED.	MODERADA	6.000	NÃO
FLUORESCENTE TUBULAR	15 a 110	45 a 90	QUENTE INTERMED. FRIA	EXCELENTE A MODERADA	7.500	SIM
FLUORESCENTE COMPACTA	5 a 13	50 a 80	QUENTE	BOA	8.000	SIM
VAPOR DE MERCÚRIO	80 a 1.000	40 a 60	INTERMED.	MODERADA	12.000	SIM
SÓDIO ALTA PRESSÃO	50 a 1.000	60 a 130	QUENTE	POBRE	16.000	SIM

Atividade 03

1. Reflita, discuta e discorde sobre quais seriam as possíveis razões de nem sempre escolhermos lâmpadas de melhor eficiência energética, considerando diferentes tipos de ambientes, como salas de aula, chão de fábrica, salas de cirurgia e campos de futebol.

Cuidados com luminárias e difusores

A eficiência de uma luminária depende, em grande parte, das condições de manutenção das superfícies refletoras e dos difusores.

No caso dos difusores, a solução ideal no plano energético é não utilizá-los, por representarem uma perda significativa de fluxo luminoso. Porém, essa medida depende das características do local atendido, que pode exigir uma maior proteção para as lâmpadas, como também deve ser verificado o aumento no nível de ofuscamento que a retirada desses acessórios pode causar. Quando for necessário manter os difusores, deve-se procurar substituir aqueles que se tornaram amarelados ou opacos por outros de acrílico claro com boas propriedades de difusão de luz. Para algumas aplicações, um difusor de vidro claro pode ser usado se ele for compatível com a luminária e a instalação. Pode-se afirmar que um difusor opaco provoca uma redução no fluxo luminoso de até 30%, enquanto que no de acrílico claro esta redução é da ordem de 10%.

Com relação às luminárias, as superfícies refletoras devem ser mantidas limpas proporcionando boas condições de reflexão. Quando elas se tornarem amareladas ou ocorrerem falhas na sua pintura, pode ser interessante pintá-las novamente, procurando utilizar cores claras e refletoras.

Na aquisição ou substituição de luminárias, deve-se escolher um modelo observando as suas características de reprodução de luz. Lembre que as luminárias também apresentam parâmetros que influem no rendimento luminoso final do conjunto lâmpada-luminária-difusor.

Avaliação dos reatores utilizados

As lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio e outras necessitam da instalação de reatores para o seu funcionamento. Esses equipamentos, a exemplo dos transformadores, também apresentam perdas no cobre e no ferro.

Os reatores de boa qualidade geralmente apresentam perdas reduzidas, consumindo menos energia para o seu funcionamento. Já os de qualidade inferior, podem acrescentar mais de 10% ao consumo final do sistema de iluminação. Muitas vezes, a potência efetiva fornecida pelo reator pode ser inferior ao seu valor nominal, reduzindo o fluxo luminoso emitido e comprometendo, frequentemente, a vida útil das lâmpadas.

Ao adquirir reatores, dê preferência aos de boa qualidade, evitando desperdícios desnecessários de energia elétrica e prejuízos ao sistema de iluminação. Outro ponto a ser observado é o fator de potência dos reatores. Diversos modelos já possuem compensação, apresentando elevado fator de potência. Procure usar esses modelos, evitando assim a sobrecarga das instalações de iluminação e o consequente aumento das perdas por efeito Joule, bem como o uso desnecessário de capacitores.

Controle eficiente da qualidade da iluminação

Para controlar a iluminação com eficiência é indispensável dispor de equipamento de medição (luxímetro – **Figura 9**), que permite efetuar controles periódicos das iluminâncias nos diversos locais.

Figura 09 - Luxímetro – aparelho que mede a quantidade de luz por unidade de área (lumens/m²)



Fonte: <<http://www.instrutherm.com.br>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

Os resultados devem ser devidamente anotados para que suas variações possam ser seguidas no tempo.

Para serem comparáveis, essas medições devem ser realizadas em pontos definidos e localizados com precisão de acordo com as normas. Nos locais onde houver interferência da iluminação natural, as medições devem ser feitas à noite.

Manutenção dos sistemas de iluminação

Nos sistemas de iluminação, um dos principais fatores de desperdício de energia elétrica é a manutenção deficiente. De fato, a instalação que não apresenta uma manutenção adequada se degrada com o tempo, determinando uma queda representativa do fluxo luminoso e consequente diminuição da iluminância nos ambientes. Isso exige uma maior potência instalada para o atendimento das normas de iluminação.

Com intervenções programadas, a iluminância melhora significativamente, permitindo a utilização de um menor número de lâmpadas, proporcionando economia de energia elétrica. A experiência mostra que a implantação de um programa eficiente

de manutenção pode proporcionar ganhos de até 30% no consumo de energia.

Esses programas normalmente compreendem dois tipos básicos de intervenção: limpeza das luminárias e substituição sistemática das lâmpadas. O **Quadro 3** apresenta a redução da iluminância que ocorre num sistema de iluminação com luminárias fechadas, com lâmpadas fluorescentes de 40W e reatores de partida rápida, operando 2.600 horas por ano, em função do programa de manutenção aplicado.

REDUÇÃO DA ILUMINÂNCIA

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO	Redução da iluminância inicial Após 3 anos de operação
Limpeza das luminárias e substituição de todas as lâmpadas a cada 3 anos.	43%
Limpeza das luminárias a cada 1,5 anos e substituição de todas as lâmpadas a cada 3 anos.	37%
Limpeza das luminárias e substituição da metade das lâmpadas a cada 1,5 anos.	33%
Limpeza das luminárias e substituição de 1/3 das lâmpadas a cada ano.	28%

Quadro 3 - Programa de manutenção de lâmpadas e luminárias

Conforme as características da empresa, um estudo de custo/benefício permitirá determinar o ciclo de manutenção, definindo o espaçamento e a natureza das intervenções a serem feitas cada vez que a iluminância mínima aceitável for alcançada. Trata-se, basicamente, de comparar o custo global das intervenções durante a vida útil média das lâmpadas com a economia de gastos em energia elétrica proporcionada por essas intervenções.

Atividade 04

1. Vamos revisar: Faça um “quadro resumo” com todos os aspectos que devem ser levados em consideração no momento de instalar e manter o sistema de iluminação com boa eficiência energética.

Para visualizar uma sugestão de resposta, [clique aqui](#).

Possível resposta:

No momento da instalação:

Observar o tipo das lâmpadas;

Observar a eficiência luminosa, cor, reprodução de cores, vida útil e custos de instalação, se há a necessidade de reatores e sua eficiência energética;

Observar os tipos de luminárias e difusores;

Na Manutenção:

Observar o estado de conservação das luminárias;

Medir se a iluminância e se atende aos requisitos mínimos por normas para os locais onde estão instaladas as lâmpadas/luminárias;

Substituir lâmpadas menos eficientes e reatores e reduzir a quantidade no caso de lâmpadas mais eficientes luminosamente;

Avaliar a iluminância com o luxímetro e realizar a substituição das lâmpadas e manutenção ou troca das luminárias que perderam eficiência luminosa.

Elaboração de um programa de manutenção voltado à economia de energia elétrica

O programa de manutenção de uma empresa deve ser elaborado e implementado levando-se em conta os conceitos de uso racional de energia, bem como as características próprias do processo produtivo. Os resultados obtidos serão certamente mais que proporcionais ao esforço empreendido nesse sentido.

Na elaboração do programa de manutenção devem ser considerados, no mínimo, os seguintes pontos:

1. Análise das perdas existentes em todos os pontos da instalação;
2. Avaliação da importância dessas perdas, justificando as obras que se fizerem necessárias para sua redução;
3. Adoção de medidas adequadas a cada um dos sistemas existentes na instalação (caldeiras, circuitos de distribuição, centrais de ar comprimido, etc.);
4. Consulta aos fornecedores dos equipamentos utilizados na empresa, adotando suas recomendações para a manutenção adequada dos mesmos;
5. Organização de uma biblioteca e de uma memória técnica de toda a instalação, permanentemente atualizadas;
6. Implantação do uso de planilhas de inspeção e gerenciamento para facilitar o acompanhamento do programa e avaliar seus resultados.

Leitura Complementar

As referências a seguir possuem uma descrição mais aprofundada (especializada) daquilo que foi abordado nesta aula. Recomenda-se uma leitura norteada por estas apostilas, ou seja, tenha atenção principalmente naquilo que foi especificamente abordado por este curso.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark editora, 2012.

UFRN. **Apostila Virtual**: Manutenção Elétrica Industrial. Disponível em: <www.dee.ufrn.br/~joao/manut>. Acesso em: 25 out. 2012.

Resumo

Nesta aula, relacionamos o conceito de redução de perdas de energia elétrica ao dimensionamento e operação de alguns equipamentos que compõem a rede elétrica, associado à teoria da manutenção.

Autoavaliação

1. Em um programa de economia de energia, o chefe da manutenção deve:
 - a. () Desligar lâmpadas vigias durante o final de semana.
 - b. () Desligar luminárias sem se preocupar com o índice de iluminância do ambiente.
 - c. () Desligar lâmpadas vigias à noite.
 - d. () Medir os fluxos energéticos, estabelecer a contabilidade dos mesmos e seguir a evolução dos consumos.

2. A frase: “conhecer melhor para administrar melhor” significa que:
- a. () Podemos elaborar um plano de conservação de energia através de dados históricos.
 - b. () Só é possível administrar o que é medido e quantificado.
 - c. () Para administrar um plano de conservação de energia não é necessário conhecer os equipamentos envolvidos.
 - d. () Cada setor da empresa terá seu plano individual.
3. No dimensionamento dos circuitos elétricos, devemos também observar:
- a. () As perdas elétricas envolvidas.
 - b. () A distancia entre os condutores.
 - c. () A altura entre os condutores e o chão.
 - d. () A altura entre os condutores e o teto.
4. Na elaboração de programa de manutenção voltado para economia de energia elétrica, devemos:
- a. () Observar a mão de obra utilizada na empresa.
 - b. () Observar a matéria-prima utilizada na empresa.
 - c. () Levar em conta os conceitos de uso racional de energia, bem como as características próprias do processo produtivo.
 - d. () Observar o produto produzido pela empresa.

Referências

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark editora, 2012.

UFRN. **Apostila Virtual**: Manutenção Elétrica Industrial. Disponível em: <www.dee.ufrn.br/~joao/manut>. Acesso em: 25 out. 2012.