

# MANUAL FIESC

## Uso Eficiente de Energia na Indústria



**Indústria eficiente é indústria responsável.  
Economize energia.  
Economize hoje para sobrar sempre.**



# **FIESC**

**A FORÇA DA INDÚSTRIA CATARINENSE**

# Apresentação

A indústria Catarinense é responsável por aproximadamente 45% do consumo de energia elétrica do Estado, com apenas 3,8% do número total de consumidores. Estes índices mostram a importância do setor industrial para a distribuição de energia elétrica do Estado.

O consumo industrial está crescendo, necessitando, dessa forma, do aumento do suprimento de energia elétrica, além de investimentos em transmissão e distribuição para atender com confiabilidade à demanda industrial.

A implantação de programas, projetos e atividades de conservação e uso eficiente de energia pelos diversos segmentos industriais deve ser cada vez mais estimulada, considerando-se basicamente os desafios que a expansão do Setor Energético já vem enfrentando para atender a demanda socioeconômica em todas as regiões do País.

Para apoiar essas iniciativas, a FIESC está divulgando este manual, que contém uma série de sugestões práticas para o dia-a-dia das indústrias, com o objetivo de promover e difundir o uso eficiente de energia, sem comprometer a segurança, a qualidade do seu produto e a capacidade de produção. As informações descritas abrangem os principais usos de energia elétrica no processo produtivo, visto que a classe industrial apresenta uma grande variedade de atividades.

A conservação de energia na indústria deve ser iniciada por uma campanha de conscientização, com a motivação de todos os empregados, através da distribuição de folhetos, cartazes, manuais, notícias em jornais internos. Recomenda-se a participação de todos os níveis hierárquicos, com responsabilidades definidas.

Ações práticas de conservação de energia não podem ser meramente episódicas. Devem fazer parte do cotidiano do sistema produtivo.

**Glauco José Côrte**  
**Presidente da FIESC**

MANUAL FIESC  
**Uso Eficiente de Energia  
na Indústria**



# Índice

- 05** Perdas nas Instalações Elétricas
- 06** Circuitos de Distribuição de Energia
- 07** Motores Elétricos
- 08** Transformadores
- 09** Sistemas de Iluminação
- 10** Fornos Elétricos e Estufas
- 11** Ventilação
- 12** Ar Condicionado
- 13** Sistema de Ar Comprimido
- 15** Sistemas de Refrigeração
- 20** Bombeamento de água
- 22** Elevadores e Escada Rolantes
- 23** Fator de Potência

MANUAL FIESC  
**Uso Eficiente de Energia  
na Indústria**





# Perdas nas Instalações Elétricas

## Fugas de Corrente

Uma causa muito comum de perda de energia e o conseqüente aumento na conta de energia elétrica é a fuga de corrente. Fugas de corrente são um comprometimento da segurança, devendo ser sanadas assim que detectadas.

Suas principais causas são:

- :: aparelhos defeituosos;
- :: emendas mal feitas ou mal isoladas;
- :: fios desencapados ou com isolamento desgastado;
- :: conexões inadequadas ou mal feitas;

Em geral, há necessidade do auxílio de profissional habilitado para a detecção de fugas de correntes, em instalações de médio e grande porte.

## Emendas

As emendas de fios e cabos devem ser bem feitas, através de conectores apropriados, devendo-se dar atenção às emendas de cobre com alumínio, utilizando-se nesse caso conectores bimetálicos.

Isolar as emendas com fita isolante, não utilizando esparadrapos, fitas adesivas etc. As emendas necessárias deverão estar sempre em caixas de passagem e derivações, nunca em eletrodutos.

Não efetuar emendas com fios de seções (bitola) diferentes. Além de perigosas, essas práticas podem aumentar as perdas no sistema.

## Equilíbrio de Fases

A distribuição não equilibrada de cargas pelas fases pode causar vários efeitos:

- :: queima de fusíveis ou desligamento dos disjuntores;
- :: aquecimento dos condutores e conexões;
- :: funcionamento inadequado dos equipamentos conectados a uma fase mais carregada que as outras.

O desequilíbrio deve ser corrigido transferindo alguns equipamentos da fase mais carregada para a fase menos carregada. A medição e a transferência da carga devem ser executadas por profissional habilitado.



# Circuitos de Distribuição de Energia

O sistema elétrico de distribuição de energia de uma instalação industrial pode apresentar diversos arranjos, cujas configurações são definidas em função:

- :: da confiabilidade do suprimento desejado de energia elétrica;
- :: da regulação de tensão adequada às necessidades das cargas elétricas;
- :: da flexibilidade de operação do sistema;
- :: da facilidade para a adição de novas cargas;
- :: e dos investimentos necessários para sua implantação.

Em qualquer arranjo, um sistema de distribuição é constituído de transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, chaves fusíveis, contadores, barramentos, cabos condutores e conectores. Todos esses dispositivos apresentam resistências elétricas e por consequência apresentam perdas joule. Dessa forma, em qualquer sistema de distribuição de energia elétrica há perdas que podem alcançar valores elevados, aumentando o consumo de energia elétrica. Essas perdas aquecem o ambiente, tornando em muitos casos, a necessidade de instalação de ventiladores e exaustores, elevando ainda mais o consumo de energia e a demanda de potência solicitada.

## Recomendações:

- :: Implantação de transformadores próximos aos principais centros de consumo;
- :: Evitar sobrecarregar circuitos de distribuição e manter bem balanceadas as redes trifásicas;
- :: Conductor superaquecido é um sinal de sobrecarga. Substitua este condutor por outro de maior bitola ou redistribuir a sua carga para outros circuitos;
- :: Para potências elevadas dar preferência ao transporte de energia em alta tensão, mesmo que isto exija a instalação de um transformador ao lado do equipamento;
- :: Emendas de fios e cabos devem ser bem feitas, através de conectores apropriados, devendo-se dar atenção às emendas de cobre com alumínio.



Existem no mercado os motores de alto rendimento, com perdas reduzidas, mais caros que os modelos clássicos, mas cujo uso pode se revelar rentável. Nestes motores aumentou-se a massa de material ativo (cobre e chapas metálicas) de forma a reduzir as perdas no cobre e no ferro.

## Recomendações:

- :: Os motores devem funcionar entre 60 a 90% de sua potência nominal;
- :: Se a máquina necessitar de duas ou três velocidades diferentes, pode-se utilizar um motor assíncrono com 2 ou 3 velocidades;
- :: Adote, sempre que possível, os variadores eletrônicos de velocidade;
- :: Utilizar motores de alto rendimento, com perdas reduzidas;
- :: Evitar utilizar motores superdimensionados;
- :: Desligar os motores das máquinas quando estas não estiverem operando;
- :: Verificar se as características do motor são adequadas às condições do ambiente onde está instalado;
- :: Verificar a possibilidade de instalar os motores em locais com melhor ventilação e em ambientes menos agressivos;
- :: Verificar se os dispositivos de partida são adequados;
- :: Realização de manutenção preventiva, a fim de eliminar desperdícios, diminuir custos e aumentar a vida útil dos equipamentos.





# Transformadores

## Recomendações:

- :: Eliminar progressivamente os transformadores muito antigos, substituindo-os, quando ocorrerem avarias, por outros modernos;
- :: Quando um transformador é mantido sobtensão e não fornece nenhuma potência, suas perdas no cobre são praticamente nulas, enquanto que as perdas no ferro ocorrem sempre. Assim, é aconselhável deixar os transformadores desligados da rede quando não estão em serviço, durante prazos relativamente curtos (não superiores a uma semana), evitando-se problemas decorrentes da absorção de umidade;
- :: Quando existirem diversos transformadores para alimentar a mesma instalação, seria teoricamente econômico ajustar a carga em funcionamento, alternando o uso dos transformadores, limitando-se assim as perdas em vazio nas horas de baixa carga, ou em que a indústria não esteja funcionando;
- :: Em muitos casos pode ser viável ter um transformador de menor porte, exclusivo para alimentação da iluminação de modo a permitir mantê-la ligada durante a execução dos serviços de limpeza e vigilância nos horários em que a empresa não esteja funcionando;
- :: Fazer manutenção preventiva dos transformadores, visando eliminar paralisações de emergência. A manutenção de transformadores é relativamente simples e se constitui basicamente na detecção de vazamentos, ensaio de rigidez dielétrica do óleo, inspeção das partes metálicas, testes de isolação e limpeza geral.



Um sistema de iluminação é definido como todos os componentes necessários para atender aos requisitos da iluminação. O bom desempenho de um sistema de iluminação depende de cuidados que se iniciam no projeto elétrico, envolvendo informações sobre luminárias, perfil de utilização, tipo de atividade a ser exercida.

## Recomendações:

- :: Máximo aproveitamento da luz natural;
- :: Desligar a iluminação em ambientes não ocupados;
- :: Determinação de áreas efetivas de utilização;
- :: Nível de iluminação adequado ao trabalho solicitado conforme recomenda a Norma Brasileira;
- :: Realização de circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;
- :: Iluminação localizada e, pontos especiais como, máquinas operatrizes, pranchetas de desenho, depósitos etc;
- :: Sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;
- :: Seleção cuidadosa de lâmpadas e luminárias buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;
- :: Utilização de lâmpadas e luminárias de alta eficiência energética;
- :: Seleção cuidadosa dos reatores buscando a redução das perdas e fator de potência mais alto;
- :: Utilização de relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas em função da luz natural no local;
- :: Instalação de sensores de presença;
- :: Estabelecer um programa periódico de limpeza das lâmpadas e luminárias existentes;
- :: Flexibilidade nos sistemas de comando de iluminação, ampliando o número de interruptores se necessário, de forma a utilizar apenas a iluminação efetivamente necessária;
- :: Percorrer os diversos setores da indústria, a fim de verificar se há luminárias desnecessárias ou com excesso de iluminação.



# Fornos Elétricos e Estufas

## Recomendações:

- :: Havendo casos de fornos que operam com carga inferior a 50% de sua capacidade, essa situação deve ser corrigida, já que ela conduz a consumos desnecessários de energia;
- :: Se tiver sido observado o uso exagerado de dispositivos de transportes entrando e saindo do forno, há uma indicação de má utilização de energia para o aquecimento de tais dispositivos;
- :: Tendo sido observado equipamentos operando com as portas não totalmente fechadas ou a existência de frestas em portas, soleiras, tampas, deve-se procurar corrigir tais situações que reduzem o rendimento térmico dos fornos;
- :: A introdução de cargas para o aquecimento contendo impurezas ou umidade representam uso de energia desnecessária e devem ser evitadas;
- :: Se for registrado o uso de cadinhos com isolamento térmico em mau estado ou sem tampa, o consumo de energia elétrica pode ser reduzido através de uma ação corretiva para recuperação do isolamento térmico e colocação de tampas nos cadinhos;
- :: Verificar a possibilidade de reaproveitar o calor proveniente dos sistemas de refrigeração, resfriamento do forno, gases de exaustão;
- :: Sempre que possível, pré-aquecer a carga a ser introduzida nos fornos elétricos. Essa é uma boa aplicação para a energia recuperada dos fornos.



## Recomendações:

- :: Colocar avisos junto às janelas instruindo os empregados para não abri-las quando o sistema de ar condicionado estiver operando;
- :: No verão, à noite, quando a temperatura externa for inferior à interna, usar o sistema de ventilação a plena carga, insuflando ar externo para remover o excesso de calor interno e pré-resfriar a estrutura do edifício, reduzindo dessa forma a carga do sistema de refrigeração;
- :: Verificar as perdas nas tubulações, vedar todas as fugas de ar;
- :: As instalações de ar fresco devem ser projetadas de tal forma que o registro de saída fique fechado quando o equipamento estiver desligado;
- :: Reduzir a resistência ao fluxo de ar ao mínimo, substituindo as seções dos dutos e os elementos que acrescentam resistência desnecessária ao sistema;
- :: Substituir as entradas e as saídas de alta resistência por grades modernas e difusores de baixa resistência.



# Ar Condicionado

## Recomendações:

- :: Verificar a possibilidade de elevar os níveis de temperatura utilizados nos ambientes servidos por ar condicionado, em função da época do ano;
- :: Procurar operar os compressores e chillers a plena carga em vez de dois ou mais com carga parcial;
- :: Não usar ar condicionado em ambientes não ocupados;
- :: Eliminar penetração de ar falso nos dutos e ventiladores;
- :: Proceder uma limpeza periódica dos ventiladores;
- :: Operar somente as torres de refrigeração e as bombas essenciais à operação do sistema;
- :: Verificar a relação BTU/h/watt dos equipamentos de ar condicionado, procurando eliminar ou substituir aqueles em que esta relação é baixa;
- :: Verificar o alinhamento e tensão de todas as correias, ajustando-as quando necessário;
- :: Lubrificar mancais dos motores e todas as partes móveis de acordo com as recomendações do fabricante;
- :: Manter limpa a torre de refrigeração para minimizar as quedas de pressão de ar e de água;
- :: Manter limpas todas as partes dos aparelhos de janela, se possível, evitar deixar áreas refrigeradas expostas diretamente ao sol, colocando cortinas ou persianas nas janelas;
- :: Verificar se não existem vazamentos de fluido refrigerante em torno de vedações, visores, tampas de válvulas, conexões, válvula de segurança de condensador e nas ligações da tubulação;
- :: Observar as operações irregulares do compressor, como funcionamentos contínuos ou parados e partidas frequentes, que podem indicar operação ineficiente;
- :: Verificar as perdas em todas as juntas do compressor, vedar se necessário, isolar os tubos, ligações e válvulas de água quente e refrigerada nos locais não condicionados, para minimizar as perdas e a absorção de calor;
- :: Ligar o aparelho de ar condicionado uma hora após o início do expediente e desligue uma hora antes do seu término;
- :: Verificar se o tratamento de água gelada e de condensação está sendo adequado;
- :: Limpe periodicamente os filtros, trocando-os quando necessário.



# Sistema de Ar Comprimido

## Recomendações:

- :: Efetuar a drenagem de condensados dos pontos de menor cota em redes sem óleo e aplicar o sistema de purga em redes com óleo;
- :: Verificar periodicamente as condições físicas dos compressores; Compressores com vazamentos internos, desgaste excessivo em anéis de segmento, válvulas, consomem mais energia e produzem menores quantidades de ar que a sua capacidade nominal;
- :: Manter as correias de acionamento adequadamente ajustadas, trocando-as quando desgastadas;
- :: Sempre que possível, fazer as tomadas de ar de admissão fora da casa de máquinas;
- :: Fazer limpeza periódica ou trocar os filtros de ar;
- :: Fazer a limpeza de filtros separadores de óleo no caso de compressores de parafuso;
- :: Manter intervalo de regulagem de pressão dos compressores compatível com a vazão de ar demandada e a pressão terminal mínima necessária ao equipamento utilizado mais distante;
- :: Evitar tubulações de diâmetro variado e curvas desnecessárias nos trajetos entre a geração e o reservatório de distribuição. De preferência, este trajeto deve envolver uma tubulação mestra dimensionada para uma perda de carga máxima de 0,08 kg/cm<sup>2</sup> para cada 100 m de tubulação (comprimento equivalente);
- :: Eliminar todos os vazamentos existentes no trajeto geração - reservatório central;
- :: Evitar, sempre que possível, estação redutora de pressão centralizada. A redução de pressão deve ser efetuada em local próximo ao equipamento utilizado;
- :: Realizar, periodicamente, drenagem do reservatório central;
- :: Inspeccionar tubulações, válvulas e elementos de ligação quanto a vazamentos de água de arrefecimento das unidades compressoras, condensadores dos sistemas de desumidificação e resfriadores intermediário e posterior;
- :: Tratar a água de resfriamento das unidades compressoras periodicamente, utilizando os meios adequados;
- :: Utilizar, sempre que possível, circuitos de arrefecimento regenerativos;
- :: Manter limpas as superfícies dos trocadores de calor (intercoolers);



## Sistema de Ar Comprimido

- :: Efetuar a distribuição do ar comprimido evitando muitas tubulações, trajetos complexos, curvas etc.;
- :: Verificar a perda de pressão entre o reservatório central e o ponto de utilização mais distante. A perda de pressão máxima admissível é de 0,3 kg/cm<sup>2</sup>. Acima deste valor, a rede de distribuição deve sofrer alterações para a simplificação de trajetos;
- :: Retirar da rede de distribuição todos os ramais secundários desativados ou inoperantes, no sentido de evitar acúmulos de condensado, perda de carga excessiva e vazamentos;
- :: Eliminar vazamentos na rede de distribuição de ar. Para redes muito extensas, esta avaliação deve ser efetuada por setor ou grupos de setores afetos a mesma unidade de geração. O valor máximo admissível para vazamentos é de 5% para indústrias de médio porte que não possuem ferramentas como marteletes, esmeris etc. Para indústrias como as de caldeirarias pesada e construção civil é admissível um valor máximo de 10%;
- :: Utilizar válvulas de bloqueio acionadas por solenóides junto aos equipamentos que operem intermitentemente. O objetivo é evitar que durante as paralisações ocorram fugas do ar pelo equipamento;
- :: Utilizar válvulas de controle de fluxo junto aos equipamentos utilizadores, no sentido de manter o fluxo de ar compatível com as necessidades operacionais de cada um;
- :: Efetuar tomadas de ar para ramais secundários sempre por cima da tubulação principal para evitar arraste de condensado;
- :: Efetuar as tomadas de ar dos ramais secundários sempre próximos dos equipamentos, evitando, sempre que possível, longos trajetos para os ramais secundários;
- :: Utilizar os diversos tipos de válvulas de acordo com a sua aplicação específica;
- :: Evitar, por exemplo, o uso de registro de bloqueio para regulação de fluxo e vice-versa;
- :: Efetuar inclinação de 5 a 10 mm por metro linear de rede para facilitar o sistema de purga de condensado;
- :: Efetuar a drenagem de condensados dos pontos de menor cota em redes sem óleo e aplicar o sistema de purga, em redes com óleo.



## Sistemas de Expansão Direta

Estes sistemas compreendem os processos de refrigeração em que a unidade evaporadora do ciclo frigorífico retira calor diretamente do meio a ser resfriado (Ex.: câmaras frigoríficas, trocadores de calor para refrigeração de fluidos, massas etc.).

A seguir encontra-se uma lista de medidas práticas para o uso racional de energia. Esta lista deve ser implementada no plano de manutenção preventiva para sistemas de refrigeração:

- :: Isolamento térmico das tubulações de líquido e de gás;
- :: Verificação da unidade condensadora - se está localizada em ambientes com ventilação natural, sem exposição ao sol e longe de outros equipamentos que irradiem calor;
- :: A possibilidade de modulação de carga das unidades compressoras;
- :: Limpeza regular dos evaporadores e condensadores do sistema;
- :: Verificação de vazamento de fluido refrigerante;
- :: Verificação do funcionamento da instrumentação e dos sistemas de proteção e controle;
- :: Observação das recomendações de armazenamento dos produtos estocados nas câmaras (temperatura, umidade relativa e tempo de armazenamento);
- :: Verificação do estado das tubulações e conexões (observe se há rugosidades e/ou curvas inadequadas).

## Sistemas de Expansão Indireta

Estes sistemas compreendem os processos de refrigeração em que a água gelada é o meio de transporte da potência frigorígena, sendo que os equipamentos de geração (chillers, centrífugas etc.) resfriam a água que será utilizada como volante térmico em processos específicos.

A lista abaixo traz medidas práticas para o uso racional de energia. Ela deve ser implementada no plano de manutenção preventiva para sistemas de refrigeração:

- :: Verificação das condições internas das superfícies trocadoras de calor (evaporadores e condensadores) no tocante a incrustações, eliminando-as se for o caso;
- :: Verificação da carga (se a máquina está completa de gás);





## Sistemas de Refrigeração

- :: Verificação de vazamento de fluido refrigerante;
- :: Tratamento contínuo da água de condensação;
- :: Verificação das condições dos filtros nas linhas de refrigerante. Mas atenção! Se o filtro estiver sujo, obstruindo a passagem de líquido refrigerante, o rendimento do ciclo cairá, além do desgaste excessivo e/ou quebra do compressor;
- :: As vazões de água gelada e água de condensação devem ser as indicadas pelo fabricante;
- :: Controle da perda de pressão nos trocadores de calor do equipamento de geração de frio;
- :: Verificação da atuação dos elementos de controle do equipamento (se estão corretos);
- :: Monitoração da atuação e regulagem adequadas do termostato que controla o ventilador da torre de resfriamento. Normalmente o termostato é regulado para desarmar quando a temperatura da água que sai da torre para o condensador do equipamento está em torno de 20°C;
- :: Verificação de vazamentos de água no circuito de condensação;
- :: Isolamento das tubulações, acessórios e válvulas;
- :: Avaliação da possibilidade de desligar bombas operando sem necessidade, devido à existência de pressão suficiente na entrada do ramal para vencer a perda de carga do circuito, sem necessidade de bombeamento;
- :: A vazão de água gelada fornecida pela bomba deve estar de acordo com a capacidade nominal do evaporador;
- :: Todos os ramais secundários devem receber a quantidade correta de água gelada para alimentar os trocadores de calor. A vazão de água deverá ser a nominal relativa ao processo;
- :: Verificação da existência de tratamento químico contínuo da água gelada;
- :: Controle da perda de pressão nas serpentinas dos trocadores de calor;
- :: Limpeza periódica das serpentinas dos trocadores;
- :: Verificação do funcionamento correto dos elementos de controle do circuito de água gelada (válvulas de três vias, duas vias etc.).



## Recomendações Gerais

**Para todos os sistemas de refrigeração é possível obter melhoria no rendimento adotando os seguintes procedimentos:**

- :: Regule sempre o termostato. No caso de câmaras frigoríficas, de acordo com a temperatura de armazenamento dos produtos armazenados e período de armazenamento;
- :: Procure sempre armazenar na mesma câmara produtos que necessitem a mesma temperatura, percentual de umidade e mesmo período de armazenagem;
- :: Mantenha sempre em bom funcionamento o termostato e a resistência de aquecimento das unidades evaporadoras que operem em faixas de congelamento, pois o gelo é isolante e dificulta a troca de calor;
- :: Mantenha, sempre que possível, as portas das câmaras frigoríficas fechadas e vedadas, inclusive as portas das antecâmaras;
- :: Mantenha sempre em bom funcionamento e limpos os termostatos que operam com válvulas de três vias e/ou com válvulas de expansão;
- :: Para cada trocador de calor de processo, mantenha sempre o fluxo correto de água gelada, fluido frigorígeno e vazão de ar;
- :: Use, nas câmaras frigoríficas, somente lâmpadas mais eficientes, preferencialmente frias, mantendo o nível de iluminância adequado (200 lux);
- :: Evite, sempre que possível, instalar condensadores ao alcance de raios solares ou próximos a fornos, estufas, ou quaisquer equipamentos que irradiem calor;
- :: Utilize cortina de ar, quando não houver antecâmara;
- :: Recupere, sempre que houver simultaneidade ou possibilidade de acumulação, o calor rejeitado em torres de resfriamento para aquecimento ou pré-aquecimento de fluidos envolvidos em outros processos. Esta recuperação pode ser realizada por trocadores ou bombas de calor;
- :: Estude a possibilidade de termo acumulação em gelo ou água gelada para os sistemas de refrigeração de expansão indireta de médio ou grande porte, que utilizam a água gelada como volante térmico e operem nas faixas de temperatura compatíveis.



# Sistemas de Refrigeração

## Refrigeradores e Balcões Frigoríficos

**Na manutenção periódica verifique:**

- :: Isolamento térmico das tubulações de líquido e gás;
- :: A limpeza dos evaporadores e condensadores;
- :: As pressões de sucção e descarga dos compressores;
- :: A existência de vazamentos de fluido refrigerante.

**Além das orientações acima, para uma boa administração do uso da energia elétrica nos equipamentos de refrigeração, sugere-se adotar as seguintes recomendações:**

- :: Evite colocar produtos que necessitem apenas refrigeração em áreas para congelados. Exemplo: banha junto com produtos congelados;
- :: Observe as linhas de carga marcadas pelo fabricante para permitir boa circulação de ar frio. A não observação deste limite aumentará a frequência de descongelamentos e, conseqüentemente, o desperdício de energia elétrica;
- :: Evite as temperaturas desnecessariamente baixas, tendo em vista a rotatividade dos produtos;
- :: Verifique periodicamente, através de profissional habilitado, os circuitos elétricos, pois as fugas de corrente (mau isolamento) podem representar perdas substanciais de energia;
- :: Em caso de abertura de novas janelas ou vãos para aproveitamento da claridade natural, as mantenha convenientemente vedadas para evitar infiltração excessiva de ar externo.

### Balcões frigoríficos

**A radiação atua indiscriminadamente sobre o equipamento. A única forma de diminuir o seu efeito é afastar as fontes quentes, o que pode ser conseguido das seguintes formas:**

- :: Com o uso de lâmpadas frias (fluorescentes);
- :: Evitando a radiação direta das lâmpadas para seu interior;
- :: Eliminando quaisquer outras fontes de calor das vizinhanças das baias de refrigeração;
- :: Evitando a radiação solar externa;



- :: Ambiente com ar condicionado contribui para o bom funcionamento dos balcões frigoríficos, pois estes, além de auxiliar a temperatura reduzem a umidade do ar;
- :: Procure aproveitar as câmaras frigoríficas existentes, que funcionam continuamente, para um pré-congelamento dos produtos, quando do primeiro carregamento dos balcões frigoríficos abertos.

## Recomendações Gerais

- :: Evite o excesso de gelo, através da regulagem correta do termostato do equipamento e de sua limpeza periódica;
- :: Evite a iluminação direta sobre os produtos congelados;
- :: Não coloquem nos balcões frigoríficos produtos ainda quentes ou acondicionados em embalagens de transporte;
- :: Disponha os alimentos de forma a não ultrapassarem a cortina de ar frio formada nos balcões frigoríficos abertos;
- :: Cubra os balcões de produtos congelados durante a noite para maior conservação do frio;
- :: Procure aproveitar as câmaras frigoríficas existentes, que funcionam continuamente, para obter um pré-congelamento dos produtos, antes de um primeiro carregamento dos balcões frigoríficos abertos;
- :: Verifique periodicamente o estado das guarnições ou borrachas de vedação das portas ou tampas dos balcões frigoríficos, geladeiras e freezers, substituindo-as sempre que se encontrarem danificadas, gastas ou com suspeita de vedação insuficiente;
- :: Dê preferência a balcões frigoríficos com tampa de vidro, que permitem visualização dos produtos expostos, com redução da perda de frio.



# Bombeamento de Água

## Como parte do roteiro de análise do desempenho do sistema de bombeamento de água e do plano de manutenção, sugere-se verificar:

- :: a existência de vazamentos no sistema hidráulico conectado à bomba;
- :: consumo indevido ou desnecessário no sistema hidráulico;
- :: as condições de limpeza dos filtros;
- :: a existência de válvulas de bloqueio parcialmente fechadas;
- :: a possibilidade de reduzir o número de acessórios existentes na tubulação;
- :: a quantidade de água que é utilizada para arrefecimento da caixa de gaxeta da bomba;
- :: a vazão da bomba (se é excessiva para as necessidades do sistema);
- :: vibrações excessivas e corrosão nas pás do rotor, que podem ter sido ocasionadas por problemas de sucção;
- :: se a bomba escolhida é a mais adequada (se apresenta o maior rendimento);
- :: e o diâmetro da tubulação é apropriado (a economia na tubulação reflete em maior custo de energia);
- :: os acessórios da canalização, evitando válvula de pé, curvas acentuadas, reduções e ampliações bruscas;
- :: se a potência do motor elétrico é compatível com a bomba (a sobra excessiva de potência ocasiona um baixo fator de potência).

## Os principais itens que compõem o potencial de redução de perdas de energia, neste segmento, são:

- :: Entrada de ar na tubulação de sucção. Isto ocorre pelo estado precário da tubulação ou intencionalmente, com o ajuste da vazão e, conseqüentemente, da carga do motor. Apesar de ser uma maneira de redução da carga solicitada, esta atitude é condenável pela redução da eficiência e vida útil da bomba. O procedimento correto seria, ao invés da entrada de ar, o redimensionamento do conjunto motor-bomba através do rotor ou jogo de polias;
- :: Grandes alturas de sucção. Dependendo da forma de como são instaladas as bombas, podem ocorrer alturas demasiadas de sucção o que, além de diminuir o rendimento, pode provocar "cavitação", diminuindo a vida útil do rotor da bomba. Para este caso, reduzir ao máximo a altura de sucção;
- :: Redução concêntrica na tubulação de sucção. Este tipo de acoplamento (na posição horizontal ou levemente inclinada) permite a formação de "bolsões de ar", provocando o turbilhonamento do fluxo d'água na entrada da bomba e diminuindo o rendimento;



- :: Curvas de raio curto. As curvas existentes nas tubulações de sucção não devem ter raio curto (isto ocasiona um considerável aumento na perda de carga das instalações);
- :: Vazamentos na tubulação de recalque. A existência de vazamentos na tubulação de recalque é uma situação concreta de desperdício de energia;
- :: Ampliação após a curva. As ampliações não devem ser feitas com comprimento reduzido depois de uma curva. Assim, evita-se provocar uma maior velocidade do fluxo d'água na curva e, conseqüentemente, maior perda de carga;
- :: Tubulação longa e sem juntas. Pode-se constatar, freqüentemente, a utilização de tubulações longas sem os devidos meios de proteção contra efeitos térmicos (juntas de dilatação) e hidráulicos (ventosas e válvulas de alívio). Dessa maneira, as tubulações apresentam ao longo do tempo, deformações que oferecem um aumento de resistência ao fluxo do líquido;
- :: Altura de despejo desnecessária. Quando a saída da tubulação encontra-se numa altura bastante superior ao ponto de despejo, provoca um gasto desnecessário de energia por superdimensionamento da instalação;
- :: Levantes com bomba única. Deve-se evitar que as instalações sejam compostas por um único conjunto motor-bomba. O correto seria dividir a carga hidráulica em dois (ou mais) conjuntos motrizes.



# Elevadores e Escadas Rolantes

## Recomendações

- :: Utilizar o menor número possível de equipamentos fora do horário de maior demanda;
- :: Situar as áreas de atendimento ao público no andar térreo, evitando o uso de elevadores;
- :: Analisar a possibilidade de instalar controladores de tráfego para evitar que uma mesma chamada desloque mais de um elevador;
- :: Evitar sobrecargas, limitando o número de usuários por vez, através de cartazes afixados com destaque;
- :: Identificar com clareza as diversas seções, explicitando suas atividades, para evitar transportes desnecessários;
- :: Implantar medidas de conscientização dos usuários mediante cartazes explicativos, inclusive sugerindo que é mais prático utilizar a escada para chegar a andares próximos (para descer 2 andares ou subir um andar);
- :: Analisar a possibilidade da instalação de sistemas mais eficientes para o acionamento dos elevadores, consultando os fabricantes ou firmas especializadas;
- :: Estudar a possibilidade de instalar dispositivos de acionamento automático em escadas rolantes;
- :: Estudar a possibilidade de ter os elevadores trabalhando alternadamente, ou seja, alguns atendendo andares ímpares e outros andares pares; ou ainda, atendendo a diferentes grupos de pisos;
- :: Estudar a instalação de dispositivos de cancelamento de chamadas falsas. Eles fazem com que as chamadas sejam canceladas caso o elevador pare duas vezes consecutivas sem que haja movimentação de passageiros.



## Principais Causas do Baixo Fator de Potência

### Motores operando em vazio

Os motores elétricos consomem praticamente a mesma quantidade de energia reativa necessária à manutenção do campo magnético, seja operando a vazio ou a plena carga.

O mesmo não acontece com a energia ativa, que é diretamente proporcional à carga mecânica solicitada no eixo do motor. Assim, quanto menor a carga mecânica solicitada, menor energia ativa consumida e, conseqüentemente, menor o fator de potência.

### Motores superdimensionados

Este é um caso particular de motores operando em vazio, cujas conseqüências são análogas.

Geralmente os motores são superdimensionados, apresentando um potencial de redução de perdas de energia.

O costume de substituir um motor por outro de maior potência é muito comum - principalmente nos casos de manutenção para reparos e a substituição transitória passa a ser permanente, não se levando em conta que um superdimensionamento provocará baixo fator de potência.

### Transformadores operando em vazio ou com pequenas cargas

Analogamente aos motores, os transformadores, operando em vazio ou com pequenas cargas, consomem uma quantidade de energia reativa relativamente grande quando comparada com a energia ativa, provocando um baixo fator de potência.

### Transformadores superdimensionados

É um caso particular de transformadores operando em vazio ou com pequenas cargas: transformadores de grande potência são utilizados para alimentar, durante longos períodos, pequenas cargas.





# Fator de Potência

## Nível de tensão acima da nominal

Tensão superior à nominal, quando aplicada aos motores de indução, ocasiona aumento do consumo de energia reativa e, portanto, diminui o fator de potência.

## Lâmpadas de descarga

As lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, vapor de sódio, fluorescentes etc.) para funcionarem necessitam do auxílio de um reator. Os reatores, como os motores e os transformadores, possuem bobinas ou enrolamentos que consomem energia reativa, contribuindo para a redução do fator de potência das instalações.

Reatores com alto fator de potência ou reatores eletrônicos podem contornar, em parte, o problema de baixo fator de potência da instalação.

## Grande quantidade de motores de pequena potência

A grande quantidade de motores de pequena potência provoca baixo fator de potência (o correto dimensionamento desses motores às máquinas a eles acopladas é difícil, ocorrendo freqüentemente o superdimensionamento dos mesmos).

## Conseqüências para a instalação

**Uma instalação operando com baixo fator de potência apresenta os seguintes inconvenientes:**

- :: Incremento das perdas de potência;
- :: Flutuações de tensão, que podem ocasionar a queima de motores;
- :: Sobrecarga da instalação, danificando-a ou gerando desgaste prematuro;
- :: Aumento do desgaste nos dispositivos de proteção e manobra da instalação elétrica;
- :: Aumento do investimento em condutores e equipamentos elétricos sujeitos à limitação térmica de corrente;
- :: Saturação da capacidade dos equipamentos, impedindo a ligação de novas cargas;
- :: Dificuldade de regulação do sistema.



## Métodos de Correção do Fator de Potência

A correção do fator de potência deverá ser cuidadosamente analisada e não resolvida de forma simplista (isto pode levar a uma solução técnica e economicamente não satisfatória). É preciso critério e experiência para efetuar uma correção adequada.

Lembre-se que cada caso deve ser estudado especificamente e que soluções imediatas podem não ser as mais convenientes.

De modo geral, quando se pretende corrigir o fator de potência de uma instalação, surge o problema preliminar de se determinar qual o melhor método a ser adotado. Independentemente do método adotado, o fator de potência ideal no circuito elétrico, tanto para os consumidores como para a concessionária, é o valor unitário (1,0). Entretanto, esta condição nem sempre é conveniente e, geralmente, não se justifica economicamente. A correção efetuada até o valor de 0,95 é considerada suficiente.

A seguir são abordados os métodos utilizados na prática e que poderão servir como modelo para a orientação de cada caso específico.

## Alteração das Condições Operacionais ou Substituição de Equipamentos

As primeiras medidas que devem ser aplicadas para correção de baixo fator de potência são aquelas relacionadas às condições operacionais e características dos equipamentos.

### Correção por Capacitores

A correção do fator de potência através de capacitores constitui a solução mais prática em geral adotada. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados para que os capacitores não sejam usados indiscriminadamente. Os capacitores podem, a princípio, ser instalados em quatro pontos distintos do sistema elétrico:

- :: Junto às grandes cargas indutivas (motores, transformadores etc.)
- :: No barramento geral de Baixa Tensão (BT)
- :: Na extremidade dos circuitos alimentados
- :: Na entrada de energia em Alta-Tensão (AT). Cada situação merece um estudo da melhor alternativa. Em geral, no caso de motores, a opção é instalar o capacitor próximo da carga.



## Fator de Potência

:: No que se refere ao dimensionamento dos bancos de capacitores (isto é, na determinação da potência reativa em kVAR a ser instalada de modo a corrigir o fator de potência), verifica-se que tal problema não é suscetível de uma solução imediata e simples.

**Cada problema exige um estudo individual e tem uma solução própria, devendo ser executado por profissional capacitado.**

**Indústria eficiente é  
indústria responsável.**

**Economize energia.**

**Economize hoje para  
sobrar sempre.**

MANUAL FIESC  
**Uso Eficiente de Energia  
na Indústria**



**[www.fiescnet.com.br](http://www.fiescnet.com.br)**

Apoio:



Realização:

**FIESC**  
A FORÇA DA INDÚSTRIA CATARINENSE

Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC  
Rodovia Admar Gonzaga, 2.765 | CEP 88034-001 | Itacorubi  
Florianópolis | SC  
Tel +55 48 3231 4100 | Fax +55 48 3334 5623  
[www.fiescnet.com.br](http://www.fiescnet.com.br)