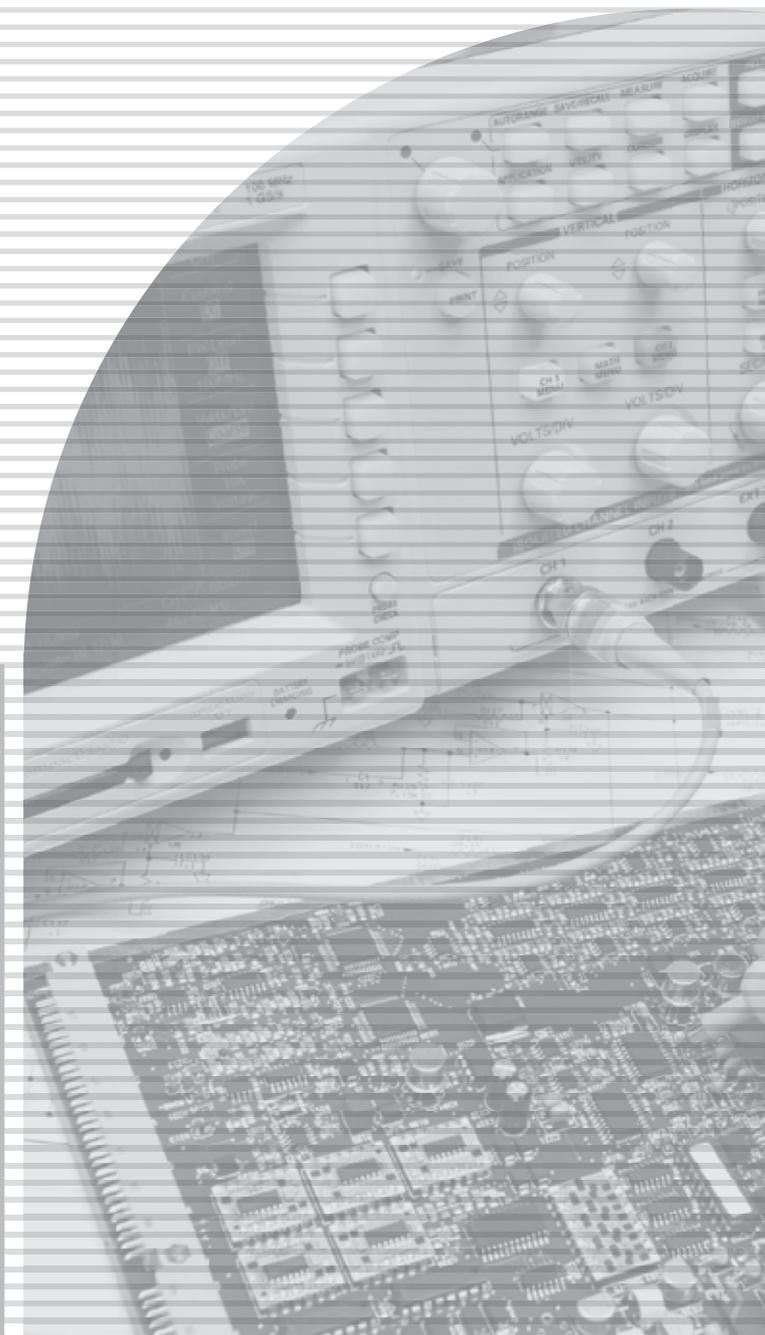


**SENAI**

Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE ELETROELETRÔNICA

# MANUTENÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS PREDIAIS



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

## **DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor de Educação e Tecnologia

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **SENAI – Departamento Nacional**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor Geral

*Gustavo Leal Sales Filho*  
Diretor de Operações

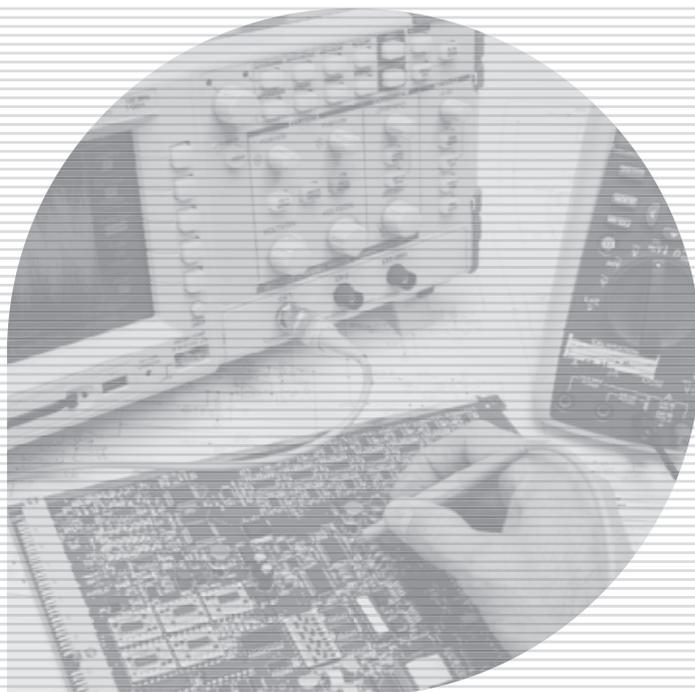
*Regina Maria de Fátima Torres*  
Diretora Associada de Educação Profissional

**SENAI**

*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

SÉRIE ELETROELETRÔNICA

# MANUTENÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS PREDIAIS



© 2013. SENAI – Departamento Nacional

© 2013. SENAI – Departamento Regional de São Paulo

A reprodução total ou parcial desta publicação por quaisquer meios, seja eletrônico, mecânico, fotocópia, de gravação ou outros, somente será permitida com prévia autorização, por escrito, do SENAI.

Esta publicação foi elaborada pela equipe do Núcleo de Educação a Distância do SENAI - São Paulo, com a coordenação do SENAI Departamento Nacional, para ser utilizada por todos os Departamentos Regionais do SENAI nos cursos presenciais e a distância.

### **SENAI Departamento Nacional**

Unidade de Educação Profissional e Tecnológica – UNIEP

### **SENAI Departamento Regional de São Paulo**

Gerência de Educação – Núcleo de Educação a Distância

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

---

S491g

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. Manutenção de Sistemas Elétricos Prediais / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de São Paulo. Brasília : SENAI/ DN, 2013.

134p. il. (Série Eletroeletrônica).

ISBN XXX-XX-XXXX-XXX-X

1. Planejamento da manutenção 2. Diagnóstico de sistemas elétricos  
3. Manutenção de sistemas elétricos 4. Procedimentos de teste, inspeção e ensaios 5. Substituição de componentes 6. Medição 7. Formulários de manutenção 8. Documentação I. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional de São Paulo II. Título III. Série

---

CDU: 005.95

### **SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

### **Sede**

Setor Bancário Norte • Quadra 1 • Bloco C • Edifício Roberto  
Simonsen • 70040-903 • Brasília – DF • Tel.: (0xx61) 3317-9001  
Fax: (0xx61) 3317-9190 • <http://www.senai.br>

# Lista de figuras, quadros e tabelas

---

Figura 1 - Estrutura curricular do curso Técnico em Eletroeletrônica .....	12
Figura 2 - Técnico de manutenção.....	19
Figura 3 - Analisador de qualidade de energia .....	29
Figura 4 - Informações contidas em esquemas, manuais e prontuários .....	38
Figura 5 - Relatório de diagnóstico.....	47
Figura 6 - Gerador trifásico .....	55
Figura 7 - Corrente alternada trifásica .....	55
Figura 8 - Ligação-triângulo ou delta .....	56
Figura 9 - Análise vetorial das correntes de fase.....	56
Figura 10 - Cálculo da corrente da fase na ligação triângulo .....	57
Figura 11 - Sistema de distribuição triângulo ou delta (D) com neutro.....	58
Figura 12 - Análise da fase de força ou 4º fio .....	59
Figura 13 - Cálculo da fase de força ou 4º fio .....	59
Figura 14 - Ligação-estrela .....	60
Figura 15 - Consumidor bifásico com neutro .....	61
Figura 16 - Condição na qual existe um caminho alternativo pela terra caso haja interrupção do condutor neutro .....	62
Figura 17 - Condição na qual não existe um caminho alternativo pela terra caso haja interrupção do condutor neutro .....	62
Figura 18 - Diagramas de quadro de distribuição.....	63
Figura 19 - Circuito de exemplo funcionando normalmente .....	63
Figura 20 - Circuito de exemplo associado em série.....	64
Figura 21 - Representação da medição dos valores calculados.....	65
Figura 22 - Medição de potência em circuito resistivo monofásico por meio de alicate-amperímetro .....	66
Figura 23 - Medição de potência em circuito resistivo monofásico por meio de alicate-wattímetro .....	67
Figura 24 - Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de três wattímetros .....	68
Figura 25 - Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de um alicate-wattímetro .....	68
Figura 26 - Exemplo de aplicação de um transformador de potencial .....	70
Figura 27 - Exemplo de aplicação de um TP e de um TC num quadro geral de baixa tensão (QGBT).....	72
Figura 28 - Medição indireta de tensão e corrente em rede de média ou alta-tensão.....	73
Figura 29 - Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).....	90
Figura 30 - Rótulo de bateria para centrais de alarme.....	96
Figura 31 - Diagrama de blocos de um circuito de controle de acesso com leitor biométrico .....	101
Figura 32 - Diagramas de um circuito com duas bombas de recalque .....	109
Figura 33 - Relatório de manutenção .....	121
Figura 34 - Ordem de serviço de manutenção de torneira elétrica.....	122

Quadro 1 - Defeitos constatados e possíveis causas.....	40
Quadro 2 - Instrumentos de medição utilizados em diagnósticos de defeitos.....	42
Quadro 3 - Outros instrumentos utilizados para medição.....	43
Quadro 4 - Testes de funcionamento de dispositivos de manobra e proteção.....	45
Quadro 5 - Procedimentos de manutenção de um padrão de entrada.....	83
Quadro 6 - Procedimentos de teste de uma tomada.....	84
Quadro 7 - Procedimentos de teste de um <i>dimmer</i> .....	84
Quadro 8 - Problemas mais comuns que ocorrem em lâmpadas .....	86
Quadro 9 - Procedimentos de teste de sinalizador de topo de edifício, de entrada e saída de veículos, de emergência e balizador para rota de fuga .....	88
Quadro 10 - Procedimentos de teste de um dispositivo DR .....	89
Quadro 11 - Procedimento de teste de um dispositivo de proteção contra surtos (DPS).....	89
Quadro 12 - Procedimentos de teste de aterramento, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e equipotencialização.....	91
Quadro 13 - Procedimentos de teste e manutenção de sensor de presença .....	92
Quadro 14 - Procedimentos de teste de um relé.....	93
Quadro 15 - Procedimentos de teste de um programador-horário .....	93
Quadro 16 - Procedimentos de teste de um relé programável .....	94
Quadro 17 - Rotinas de ajustes de portas automáticas .....	95
Quadro 18 - Procedimentos de teste, inspeção e ensaios de controladora de acesso.....	102
Quadro 19 - Tipos de aparelhos de ar-condicionado e aplicações .....	103
Quadro 20 - Componentes de aparelhos de ar-condicionado e procedimentos de testes/verificações.....	104
Quadro 21 - Componentes do sistema de instalação de antenas e procedimentos de testes/verificações.....	106
Quadro 22 - Componentes do sistema de monitoramento de imagens e procedimentos de testes/verificações.....	108
Quadro 23 - Componentes de um sistema de recalque de água e procedimentos de testes/verificações.....	110
Quadro 24 - Rotinas de medição para validação da manutenção .....	119

# Sumário

---

1 Introdução.....	11
2 Manutenção de instalações elétricas prediais.....	17
2.1 O que é manutenção? .....	18
2.2 Tipos de manutenção.....	19
2.3 Manutenção de instalações elétricas de baixa tensão .....	20
2.3.1 Periodicidade da manutenção .....	20
2.3.2 Qualificação do pessoal .....	21
2.3.3 Verificações de rotina em manutenção preventiva .....	21
2.3.4 Ensaios .....	22
2.3.5 Manutenção corretiva .....	23
2.3.6 Documentação da manutenção.....	24
3 Causas de falhas e defeitos em sistemas elétricos prediais.....	27
3.1 Sistemas elétricos prediais: falhas e defeitos .....	28
3.1.1 Sistemas de alimentação elétrica instáveis .....	28
3.1.2 Umidade em tubulações, fiações ou dispositivos.....	29
3.1.3 Conexões com mau contato .....	30
3.1.4 Regulagem inadequada dos sistemas de proteção, iluminação, ventilação e alarme .....	30
3.1.5 Descargas atmosféricas e surtos .....	31
3.1.6 Deterioração dos componentes por desvio no padrão de funcionamento.....	31
4 Ferramentas de diagnóstico de defeitos em instalações prediais .....	35
4.1 O que são ferramentas de diagnóstico? .....	36
4.2 Principais ferramentas de diagnóstico.....	36
4.2.1 Coleta de dados.....	37
4.2.2 Análise dos dados/defeitos .....	39
4.2.3 Verificação das hipóteses .....	41
4.2.4 Preenchimento de relatórios de diagnóstico .....	46

5	Medições em redes elétricas de baixa tensão .....	53
5.1	Características das redes elétricas de baixa tensão .....	54
5.1.1	Sistemas trifásicos.....	54
5.1.2	Sistema bifásico com neutro.....	61
5.2	Medições (direta e indireta) de circuitos monofásicos e trifásicos .....	65
5.2.1	Medição de potência em circuito resistivo monofásico por meio de alicate-amperímetro e alicate-wattímetro .....	66
5.2.2	Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de três wattímetros (somente para sistemas ligados em estrela) .....	67
5.2.3	Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de um alicate-wattímetro .....	68
5.2.4	Aplicações da medição indireta .....	69
5.3	Localização de defeitos típicos em sistemas elétricos prediais.....	74
5.3.1	Falta de neutro no sistema elétrico .....	74
5.3.2	Rompimento de um dos condutores de fase no sistema elétrico .....	75
5.3.3	Fuga de corrente no sistema elétrico .....	76
5.3.4	Curto-circuito no sistema elétrico .....	77
6	Execução da manutenção .....	81
6.1	Procedimentos de teste, inspeção, ensaios e substituição de componentes .....	82
6.1.1	Manutenção de padrão de entrada (centro de medição) .....	82
6.1.2	Manutenção de dispositivos de comando, conexão, iluminação e sinalização.....	83
6.1.3	Manutenção de componentes e circuitos de proteção elétrica .....	88
6.1.4	Manutenção de dispositivos eletroeletrônicos presentes em instalações elétricas prediais .....	91
6.2	Roteiro de ajustes de portas automáticas.....	94
6.3	Manutenção de sistemas de alarme e controle de acesso.....	95
6.3.1	Alarme patrimonial e de incêndio .....	95
6.3.2	Controle de acesso .....	99
6.3.3	Climatização.....	103
6.3.4	Antena e monitoramento de imagens.....	105
6.4	Manutenção de circuitos de recalque de água.....	108
6.5	Normas ambientais para descarte de resíduos.....	112
6.6	Normas de segurança do trabalho, sinalização e isolamento da área sob manutenção e uso de EPIs e EPCs .....	112

7 Validação da manutenção em sistemas elétricos prediais.....	117
7.1 Verificação de conformidade com os parâmetros do projeto .....	118
7.2 Rotinas para o teste de funcionamento do sistema.....	118
7.3 Rotina para a medição das grandezas envolvidas na manutenção predial .....	119
7.4 Formulário para liberação do sistema.....	120
7.5 Rotina de encerramento de ordem de serviço .....	122
Referências.....	127
Minicurrículo dos autor.....	129
Índice .....	131





Você está iniciando o estudo da unidade curricular **Manutenção de Sistemas Elétricos Prediais**. Este é mais um importante passo para enriquecer tanto o conhecimento técnico que você já adquiriu nos módulos anteriores quanto o seu futuro profissional.

Nesta unidade, você aprenderá a corrigir os problemas que podem surgir durante a utilização de instalações elétricas prediais de baixa tensão. Para isso, você deverá empregar todos os conhecimentos adquiridos quando aprendeu a realizar esse tipo de instalação.

Esta unidade curricular compõe o **Módulo Específico II – Manutenção de Sistemas Eletroeletrônicos** e permite que você tanto se prepare para ser um **Mantenedor de Sistemas Eletroeletrônicos** quanto prossiga seus estudos e torne-se um **Técnico em Eletroeletrônica**, como mostra a figura seguir.

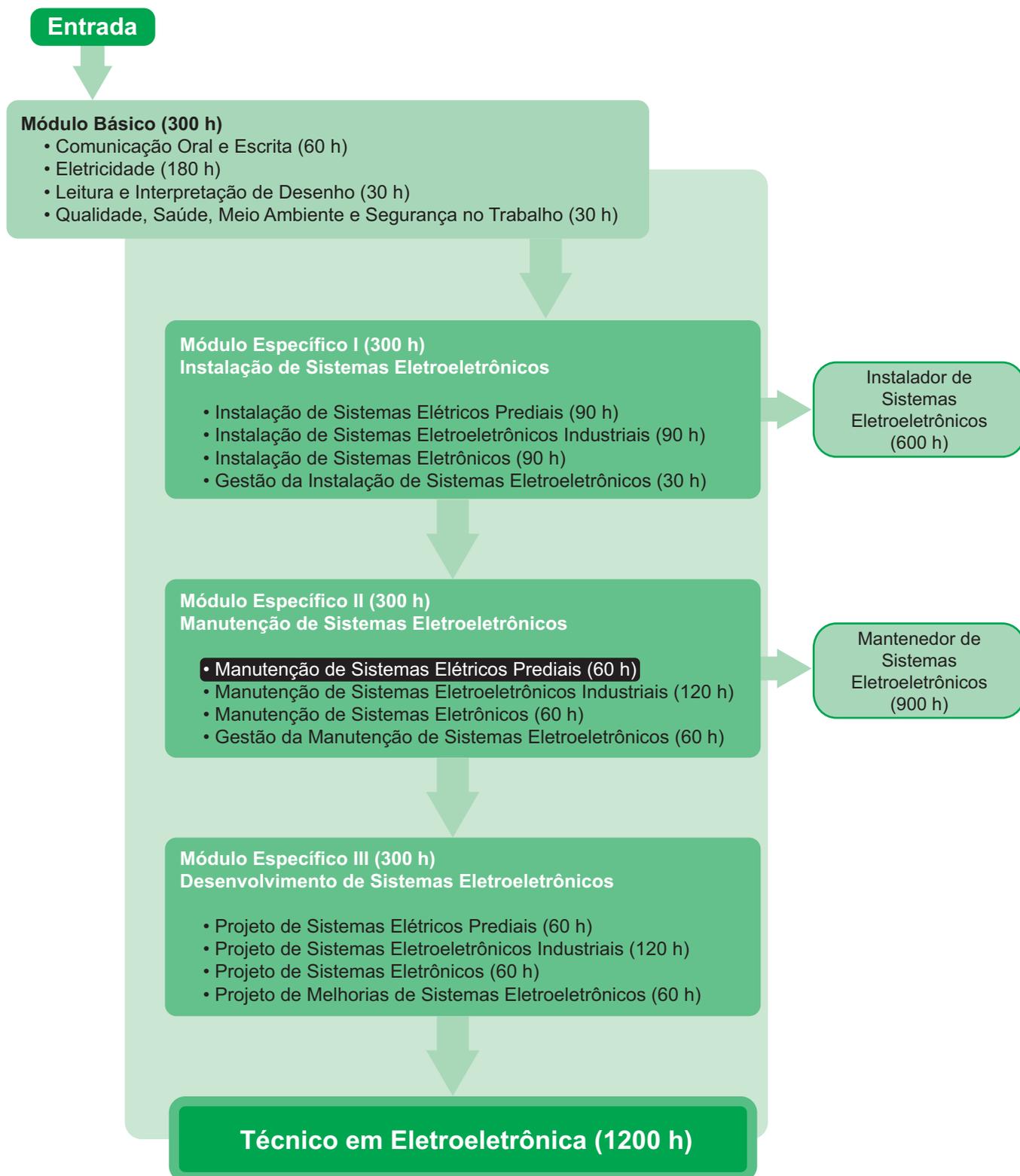


Figura 1 - Estrutura curricular do curso Técnico em Eletroeletrônica  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Observando a figura 1, você pode perceber que, embora o caminho seja longo, você já percorreu boa parte dele. Como o conteúdo técnico em estudo estará cada vez mais diretamente ligado às tarefas que serão realizadas no seu dia a dia profissional, será cada vez mais fácil aprender o que está sendo ensinado. Isso, com certeza, será muito motivador!

Para que consiga alcançar essa próxima meta, você terá que estudar com atenção os conteúdos reunidos neste livro. Fazendo isso, você se tornará capaz de:

- a) diagnosticar causas de falhas e defeitos em sistemas eletroeletrônicos prediais;
- b) avaliar viabilidade da manutenção levando em conta os critérios técnicos e econômicos;
- c) definir sequência de atividades de acordo com a documentação técnica;
- d) preencher orçamento de manutenção;
- e) identificar necessidades de mão de obra, equipamentos (inclusive EPIs e EPCs), ferramentas e materiais para realizar a manutenção;
- f) requisitar equipamentos (inclusive EPIs e EPCs), ferramentas e materiais necessários para realizar a manutenção;
- g) efetuar manutenção em sistemas prediais utilizando os equipamentos de segurança necessários (EPIs e EPCs), manuseando corretamente as ferramentas e os materiais necessários à execução da tarefa e descartando o lixo gerado, de acordo com a legislação vigente;
- h) preencher relatório do serviço de manutenção realizado;
- i) validar manutenção dos sistemas eletroeletrônicos;
- j) registrar, em documentação própria, sugestões de alterações para o projeto de acordo com falhas e defeitos identificados;
- k) registrar, em formulário próprio, dados coletados nos processos de manutenção e validação.

Veja a seguir os conteúdos que você estudará neste livro e que vão auxiliar você a adquirir essas capacidades técnicas.

- a) Tipos de manutenção.
- b) Falhas e defeitos que podem surgir nos sistemas elétricos prediais.
- c) Ferramentas de diagnóstico de falhas e defeitos dos sistemas elétricos prediais.
- d) Instrumentos que auxiliam na realização dos diagnósticos das causas de falhas dos sistemas elétricos prediais.
- e) Técnicas corretas de teste, inspeção, ensaios e substituição de componentes de sistemas elétricos de uma instalação predial de baixa-tensão.
- f) Registros de dados coletados durante inspeções e testes, de serviços executados e de alterações a serem introduzidas no projeto.

Reforçamos que os conhecimentos técnicos são muito importantes, mas não bastam para tornar-se um bom profissional. É preciso também que você realize os serviços de manutenção de forma limpa e organizada; cumpra prazos; e mantenha consciência prevencionista em relação à saúde, à segurança do trabalho e ao meio ambiente.

Bons estudos!





# Manutenção de instalações elétricas prediais



## 2

Se você está lendo este capítulo inicial do livro **Manutenção de Instalações Elétricas Prediais**, parabéns! Isso significa que você tem se dedicado aos estudos e pretende obter, no mínimo, um certificado de Mantenedor de Sistemas Eletroeletrônicos.

O ideal é começar pelo começo. É o que vamos fazer neste capítulo. Nele, você vai aprender o que é manutenção e que tipos de manutenção em instalações elétricas prediais são exigidos pela norma brasileira.

Está preparado? Então, mãos à obra!

## 2.1 O QUE É MANUTENÇÃO?

Essa é a primeira pergunta que você deve estar se fazendo.

Para respondê-la, vamos pensar em coisas que fazemos habitualmente. Por exemplo: pegar o ônibus, ou o metrô, para ir à escola ou ao trabalho. Ou, então, passear no *shopping*; fazer um exame médico; pesquisar um assunto qualquer na internet; abastecer o tanque da motocicleta; tomar sorvete; comprar carne para um churrasco; fritar um ovo etc.

Podemos garantir que você se lembra de que falta manutenção quando o ônibus quebra; o ar-condicionado do vagão do metrô não funciona; a escada rolante do *shopping* para; quando não se pode fazer um exame médico porque o aparelho está quebrado; quando não se consegue acessar a internet devido à pane no provedor; quando a bomba de combustível está parada; quando não é possível tomar sorvete nem comprar carne porque não há fornecimento de energia no seu bairro. E o ovo? Bem, seu fogão tem acendimento (elétrico) automático e seu bairro não tem energia! Na sua casa, não há uma caixa de fósforos sequer no armário. Resultado: sem energia elétrica, você não pode nem fritar um ovo!

Com esses exemplos, fica fácil entender o conceito de manutenção: um processo que se destina à conservação dos bens (instalações ou equipamentos), mantendo suas características técnicas, funcionais e de segurança. Isto é, um conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao **funcionamento regular e permanente** de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações.



### VOCÊ SABIA?

O serviço de manutenção sempre existiu, mesmo que não tivesse esse nome, pois sempre houve a necessidade de, por exemplo, trocar a roda quebrada de uma carroça ou o cabo de uma enxada.

A palavra “manutenção” começou a ser utilizada em torno do século XVI na Europa Central. O uso se iniciou com a invenção do relógio mecânico, já que este tinha a necessidade de limpeza e ajustes que só poderiam ser feitos por relojoeiros – os únicos profissionais que sabiam como o mecanismo funcionava.

Como um mantenedor de instalações elétricas prediais, você será responsável por fazer com que a energia elétrica chegue a todos os componentes dos circuitos das instalações, a fim de manter em perfeito funcionamento máquinas e equipamentos a eles conectados.



Figura 2 - Técnico de manutenção  
Fonte: 123RF (2013)

Nessa função, você terá duas opções de trabalho: ser empregado de uma empresa ou ser um profissional autônomo – o que é muito comum fora dos grandes centros. Oportunidades não faltarão. Portanto, aproveite!

## 2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Dependendo das circunstâncias em que a manutenção é realizada, ela pode ser de três tipos.

**Manutenção preventiva:** são inspeções periódicas nos equipamentos ou nas instalações. Essas inspeções permitem que sejam verificadas as condições de funcionamento, segurança e o grau de deterioração de equipamentos e instalações e podem indicar a necessidade de limpeza, lubrificação, ajustes, adequações, substituição de componentes etc.

Portanto, os objetivos da manutenção preventiva são:

- a) prolongar a vida útil de equipamentos e instalações;
- b) evitar paradas não programadas;
- c) reduzir riscos de acidentes.

#### <sup>1</sup> PESSOAS ADVERTIDAS (BA4)

---

Para a NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 30), essa expressão significa “pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (pessoal de manutenção e/ou operação)”.

---

#### <sup>2</sup> PESSOAS QUALIFICADAS (BA5)

---

Do mesmo modo, para a NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 30), significa “pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (engenheiros e técnicos)”.

---

**Manutenção preditiva:** tem a finalidade de indicar as reais condições de funcionamento dos bens. É baseada em dados de manuais de fabricantes, que informam desgaste, fadiga ou deterioração dos componentes de um equipamento ou de uma instalação. Desse modo, podemos prever o tempo de utilização dos componentes bem como as condições necessárias para o seu máximo aproveitamento.

**Manutenção corretiva:** é realizada quando o equipamento ou a instalação apresenta falhas ou danos, mesmo que a manutenção preventiva tenha sido realizada. A manutenção corretiva tem o objetivo de sanar o defeito apresentado e colocar novamente o equipamento ou a instalação em condições de uso, o que minimiza os prejuízos causados por sua paralisação.

Os três tipos de manutenção indicados podem ser divididos em dois grupos: o da manutenção **planejada**, no qual se enquadram a **preventiva** e a **preditiva**, e o da manutenção **não planejada**, no qual se enquadra a **corretiva**.

## 2.3 MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A NBR 5410, no item 4.2.8 (Manutenção), além de estabelecer condições que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer, a fim de garantir a segurança de seus usuários, determina os procedimentos de manutenção desse tipo de instalação elétrica.

Essa norma orienta que “as verificações periódicas, os ensaios, a manutenção e os reparos necessários possam ser realizados de forma fácil e segura”, que “a efetividade das medidas de proteção fique garantida” e que “a confiabilidade dos componentes, sob o ponto de vista do correto funcionamento da instalação, seja compatível com a vida útil prevista desta” (ABNT, 2004, p. 34).

De forma bem resumida, apresentamos a seguir os procedimentos indicados pela NBR 5410.

### 2.3.1 PERIODICIDADE DA MANUTENÇÃO

Como já vimos neste capítulo, nenhum usuário de uma instalação elétrica predial fica feliz quando algo não funciona. Pense um pouco em seu dia a dia e em como a eletricidade tem uma presença tão forte que, simplesmente, não conseguimos viver sem ela.

Agora, imagine uma sala de cirurgia. Nela, nada pode falhar, porque isso ameaça a vida de uma pessoa. Esse exemplo demonstra a necessidade da manutenção preventiva, pois não podemos esperar que algo falhe no meio de uma cirurgia para tentar consertar, não é?

Assim, o intervalo de tempo em que deve ocorrer a manutenção tem que ser adequado a cada tipo de instalação. Quanto mais complexa e diversificada for a instalação e seu uso, menor deverá ser o intervalo em que são realizadas as intervenções. Por isso, uma sala de cirurgia é o típico local em que uma falha de fornecimento de energia jamais poderá ocorrer.

Portanto, ao estabelecer a periodicidade da manutenção, o mais importante é levar em consideração a complexidade das atividades desenvolvidas e as influências externas existentes no local.

### 2.3.2 QUALIFICAÇÃO DO PESSOAL

A manutenção das instalações elétricas deve ser realizada somente por profissionais da área da Eletricidade, que são chamados de **peçoas advertidas** (BA4) ou **peçoas qualificadas** (BA5), de acordo com a Tabela 18 - **Competência das peçoas**, da NBR 5410.

Com relação a esse tema, a norma observa, também, que “esta classificação não se aplica necessariamente a locais de habitação” (ABNT, 2004, p. 30). Para mais detalhes, consulte a Tabela 18 - Competência das peçoas, da NBR 5410.

### 2.3.3 VERIFICAÇÕES DE ROTINA EM MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como vimos, a manutenção preventiva deve ser uma rotina em instalações que não podem falhar, já que isso significaria prejuízos tanto materiais quanto morais. Imagine um *shopping* sem ar-condicionado! Pense, também, em uma incubadora que mantém vivo um bebê prematuro e que fique, mesmo que momentaneamente, em um ambiente sem energia elétrica! São prejuízos que não podem ser quantificados!

Por esses motivos, a manutenção preventiva deve fazer parte da rotina de manutenção da instalação elétrica predial. Ela se compõe de verificações frequentes que são feitas em **condutores, dispositivos de conexão e de manobra, quadros de distribuição e painéis**.

Por isso, a primeira coisa que devemos observar é que, **sempre que possível**, um serviço de manutenção deve ser realizado com os circuitos **desenergizados**.

Depois, devemos verificar que, durante a manutenção, barreiras, invólucros e outros meios destinados a impedir contato acidental de peçoas ou animais com as partes vivas dos equipamentos ou da instalação podem ser removidos para viabilizar as intervenções. Essas barreiras e esses invólucros devem, **obrigatoriamente**, ser reinstalados ao término do serviço.

### <sup>3</sup> CORDOALHA DE ATERRAMENTO

É um cabo elétrico chato de cobre muito flexível, no formato de uma cinta, utilizado em aterramento de equipamentos móveis, por exemplo, em portas de painéis e quadros de distribuição elétricos.

## Condutores

A instalação, a isolação e os elementos de conexão dos condutores, incluindo os que alimentam os equipamentos móveis, devem ser inspecionados com o objetivo de verificar se:

- a) estão em boas condições de utilização e limpeza;
- b) estão devidamente identificados;
- c) não apresentam sinais de sobreaquecimentos.

## Quadros de distribuição e painéis

Os quadros de distribuição e painéis devem ser inspecionados tanto em sua estrutura quanto em seus componentes.

Na **estrutura** de quadros e painéis, devemos verificar o estado geral quanto à fixação, à integridade mecânica, à pintura, à presença de corrosão, ao funcionamento de fechaduras e dobradiças. Devemos, também, avaliar a condição dos condutores e das cordoalhas de aterramento.

Em relação aos **componentes** dos quadros de distribuição e painéis, devemos verificar as condições de funcionamento de contadores, relés, chaves seccionadoras, disjuntores etc. A fixação, os ajustes e as calibrações devem ser realizados de acordo com as características técnicas de cada componente.

Assim como os condutores, todos os componentes também devem estar em boas condições de utilização e limpeza, devidamente identificados e não submetidos a sobreaquecimentos.



### VOCÊ SABIA?

Conforme descrito na NBR 5410, o reaperto das conexões deve ser feito no máximo 90 dias após a entrada em operação da instalação elétrica e deve ser repetido em intervalos regulares.

## 2.3.4 ENSAIOS

Os seguintes ensaios das instalações elétricas (abordados no capítulo 14 - Validação da instalação do livro **Instalações de Sistemas Elétricos Prediais**) devem ser realizados:

- a) continuidade dos condutores de proteção, incluindo as equipotencializações principal e suplementares;

- b) resistência de isolamento da instalação;
- c) resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica;
- d) seccionamento automático da alimentação;
- e) ensaios de funcionamento.

Esses ensaios são de grande importância para a manutenção, pois é através deles que podemos comprovar a integridade de uma instalação elétrica.



#### FIQUE ALERTA

A NBR 5410 prevê que, ao término das verificações, deve ser efetuado um ensaio geral de funcionamento, simulando-se, no mínimo, as situações que poderiam resultar em maior perigo.



#### SAIBA MAIS

Consulte o item 8.3.5 da NBR 5410. Ele prescreve a necessidade de verificação da adequação dos níveis de tensão de operação com o sistema elétrico em manutenção.

### 2.3.5 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Como você já viu neste capítulo, a manutenção corretiva é aquela que não é planejada e acontece quando algo falha nos circuitos de instalação.

A primeira coisa a se observar é que toda falha ou anormalidade constatada no funcionamento da instalação ou em qualquer de seus componentes, sobretudo os casos de atuação dos dispositivos de proteção sem causa conhecida, deve ser comunicada a um profissional da área da Eletricidade para que a correção do problema seja providenciada. Ou seja, você será chamado.

Por questões de segurança, a segunda coisa a se fazer, caso a instalação ou parte dela seja considerada insegura, é desligar imediatamente a alimentação.

Essa condição deverá ser mantida até que o profissional da área da Eletricidade faça o diagnóstico da falha e a corrija. A alimentação somente deverá ser restabelecida depois de solucionados os problemas constatados.

#### <sup>4</sup> ÁREA CLASSIFICADA

---

É uma área que possui atmosfera potencialmente explosiva, como é o caso de depósitos de produtos químicos inflamáveis.

---

### 2.3.6 DOCUMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO

O gerenciamento da manutenção é normalmente realizado com a utilização de documentos.

O item 6.1.8 da NBR 5410 prescreve a documentação da instalação; e o item 10.2.4 da NR 10 prescreve a obrigatoriedade de elaborar e manter atualizado um prontuário de instalações elétricas, por parte dos estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW. Além da documentação dos profissionais envolvidos com os serviços de manutenção elétrica e da documentação referente à saúde e à segurança desses profissionais, esse prontuário deverá conter:

- a) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- b) certificações dos equipamentos e materiais elétricos utilizados em áreas classificadas;
- c) relatórios técnicos atualizados das inspeções elétricas, com recomendações e cronogramas de adequações.

Neste livro, serão apresentados alguns exemplos de formulários utilizados na manutenção elétrica predial. Como profissional autônomo, você poderá criar seus próprios formulários para registrar todos os serviços realizados. Isso o ajudará no gerenciamento do seu trabalho. Essa documentação é muito importante, pois fornece informações fundamentais sobre a instalação e dá subsídios aos serviços de manutenção nela realizados.



### CASOS E RELATOS

---

#### **Manutenção eficiente**

Uma empresa de consultoria, localizada em um dos prédios de um grande centro empresarial, estava com sérios problemas de queda de energia em seu sistema elétrico. Todos os dias ocorriam desligamentos no sistema, o que ocasionava grandes transtornos pelo atraso das atividades ali realizadas. Por isso, a equipe de manutenção do prédio foi chamada para resolver o problema.

O líder da equipe – bastante experiente e consciente da necessidade da realização de uma manutenção corretiva eficiente, que provocasse o menor impacto possível na rotina da empresa – utilizou modernos instrumentos de medição para diagnosticar o defeito de maneira segura, rápida e precisa.

Por meio desses instrumentos, foi constatado que havia queda de tensão em alguns pontos da rede elétrica, provocada por uma conexão deficiente no barramento de um dos quadros de distribuição de força.

Após a consulta da documentação da instalação elétrica e a localização do defeito, o líder da equipe planejou a intervenção a ser realizada no sistema elétrico: elaborou uma APR, providenciou todos os materiais, ferramentas, EPIs e EPCs necessários à realização do serviço, cumpriu os procedimentos de desenergização do sistema elétrico e realizou o trabalho.

Com o serviço concluído, foram realizados os procedimentos de energização e validação da manutenção efetuada. Ao observar a eficiência dos profissionais da manutenção, o dono da empresa, muito contente com o serviço prestado, enviou uma carta ao escritório de administração do centro empresarial elogiando o desempenho da equipe de manutenção. Em resposta, o escritório agradeceu o elogio complementando com a seguinte frase: "A utilização de instrumentos adequados, associada à formação técnica, à experiência dos profissionais e a técnicas sistematizadas de manutenção são o grande diferencial de uma manutenção eficiente de sistemas elétricos prediais".



## RECAPITULANDO

Neste capítulo, você aprendeu o conceito de manutenção e quais os tipos de manutenção realizará em seu dia a dia profissional:

- manutenção preventiva;
- manutenção preditiva;
- manutenção corretiva.

Aprendeu, também, que todas as orientações referentes à realização dos diversos tipos de manutenção estão contidas na NBR 5410 - **Instalações elétricas de baixa tensão** e viu de forma resumida alguns pontos importantes dessa norma sobre o assunto.



# Causas de falhas e defeitos em sistemas elétricos prediais



## 3

Para realizar um bom trabalho de manutenção em instalações elétricas prediais, não basta apenas saber como os circuitos e seus elementos componentes funcionam.

Quando qualquer irregularidade de funcionamento surgir, será necessário saber o que está acontecendo de errado com eles. Por isso, identificar as falhas e os defeitos que podem ocorrer nos circuitos das instalações é mais um passo para corrigi-los.

Esse é o assunto deste capítulo. Estude-o com atenção, pois esse conhecimento é muito importante para o que você estudará nos capítulos que virão em seguida.

### <sup>1</sup> RIGIDEZ DIELÉTRICA

É a capacidade de isolamento que os materiais apresentam. Ela pode variar de acordo com o tipo de material e com as condições do ambiente (umidade, temperatura etc.) no qual o material está inserido.

## 3.1 SISTEMAS ELÉTRICOS PREDIAIS: FALHAS E DEFEITOS

As instalações elétricas, como qualquer conjunto formado por inúmeros componentes, podem apresentar falhas em seu funcionamento. Por isso, necessitam de intervenções de manutenção corretiva.

Essas falhas podem ser causadas por um simples defeito em um único componente da instalação. A instalação pode, também, apresentar um problema na sua infraestrutura, o que impede o bom funcionamento.

Os problemas de desempenho que você poderá encontrar são de diversas ordens e podem ter diferentes causas. Estas podem estar relacionadas com:

- a) sistemas de alimentação elétrica instáveis;
- b) umidade em tubulações, fiações ou dispositivos;
- c) conexões com mau contato;
- d) regulação inadequada dos sistemas de proteção, iluminação, ventilação e alarme;
- e) descargas atmosféricas e surtos;
- f) deterioração dos componentes por desvio no padrão de funcionamento.

A seguir, vamos detalhar cada uma dessas causas.

### 3.1.1 SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA INSTÁVEIS

Para explicar este tópico, vamos usar sua própria experiência com a instalação elétrica de sua casa. Muitas vezes, sem nenhum motivo aparente, o fornecimento de energia à sua instalação parece oscilar e lâmpadas e eletrodomésticos ficam “piscando”. Isso significa que o sistema de alimentação está instável. Para descobrir as causas desse defeito, devemos fazer uma análise sob dois pontos de vista:

- a) com base no fornecimento de energia por parte da rede da empresa distribuidora de energia elétrica, que chega até sua casa pelo padrão de entrada;
- b) com base no desempenho da rede interna distribuída pelo Quadro de Distribuição de Luz e Força (QDLF).

Se o sistema de alimentação está instável porque o fornecimento da energia elétrica por parte da empresa distribuidora apresenta níveis de tensão fora do padrão exigido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel); se há interrupções de curta duração ou, então, abaixamento ou elevação momentâneos da tensão, pouco podemos fazer, a não ser comunicar o problema à empresa distribuidora de energia elétrica da cidade. Nesse caso, somente os técnicos da própria empresa distribuidora estão habilitados a diagnosticar a causa do problema e solucioná-lo.

**VOCE SABIA?**

A Resolução Normativa nº 469 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) descreve os procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional (Prodist).

Se, por outro lado, ao ligar um chuveiro, por exemplo, as lâmpadas diminuem seu fluxo luminoso ou o disjuntor desarma, o problema é na rede interna da residência.

Em sua casa, você mesmo pode solucionar o problema, já que está estudando para isso. Em uma empresa, é preciso chamar o pessoal da Manutenção (que pode ser você), pois esse tipo de instabilidade pode causar danos a aparelhos eletroeletrônicos, com redução de sua vida útil; desligamento de computadores e consequente perda de dados e a parada de máquinas. Isso é prejuízo certo.

Um dos instrumentos que pode ser utilizado nessa verificação chama-se analisador de qualidade de energia.



Figura 3 - Analisador de qualidade de energia  
Fonte: SENAI-SP (2013)

### 3.1.2 UMIDADE EM TUBULAÇÕES, FIAÇÕES OU DISPOSITIVOS

A umidade é um grande problema nas instalações elétricas. Por ser condutora de corrente elétrica, a água, em contato com os componentes da instalação, tem a capacidade de reduzir sua rigidez dielétrica.

Por esse motivo, os materiais isolantes, presentes na maioria dos componentes elétricos, podem eventualmente conduzir corrente elétrica, causando aquecimento, consumo excessivo de energia elétrica, choque elétrico, oscilação da tensão da rede elétrica e ainda incêndio.

Conforme abordamos no capítulo 13 - **Aterramento**, do livro **Instalação de Sistemas Elétricos Prediais**, a fuga de corrente pode provocar o acionamento de dispositivos de proteção elétrica da instalação, interrompendo o fluxo de corrente nos circuitos que contêm umidade.

### 3.1.3 CONEXÕES COM MAU CONTATO

No livro sobre instalações elétricas, você aprendeu que, sempre que se faz qualquer tipo de emenda entre condutores ou quando se conecta o condutor ao componente do circuito, o mais importante é obter a maior área de contato possível entre eles. Assim, garantimos não só a resistência mecânica, mas também as melhores condições para a passagem da corrente elétrica.

Uma emenda deficiente pode apresentar uma resistência de contato elevada, ocasionando queda de tensão considerável em uma instalação. Essa queda de tensão somente será notada após a circulação de corrente no circuito no qual essa conexão está inserida. Quando isso acontece, percebemos uma mudança no padrão de funcionamento dos componentes unidos pela conexão mal realizada.

Além da queda de tensão, as conexões deficientes podem provocar aquecimento, instabilidade na rede elétrica, perdas de dados por desligamentos de computadores, queima de aparelhos sensíveis, entre outros danos.

### 3.1.4 REGULAGEM INADEQUADA DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO, ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO E ALARME

Dependendo do tipo da instalação elétrica, alguns dos seus dispositivos de proteção, como disjuntores e relés de sobrecarga para motores, podem perder sua característica de proteção se não estiverem devidamente regulados. Quando isso acontece, eles **não** garantem a proteção do equipamento durante a ocorrência de uma sobrecarga. Isso pode resultar na queima desses equipamentos, por exemplo.

Nesse contexto, a regulagem inadequada dos seguintes tipos de dispositivos pode resultar no mau funcionamento da instalação elétrica predial como um todo.

Veja a seguir os tipos de dispositivo e o que pode ocorrer se sua regulagem for inadequada.

- a) Dispositivos de acionamento automático de sistemas de iluminação, como relés fotoelétricos, interruptores automáticos por presença, minuterias e interruptores horários podem ocasionar o acionamento intempestivo de lâmpadas, tornando deficientes os sistemas de iluminação de uma instalação.
- b) Dispositivos controladores de vazão de ar, utilizados nos grandes sistemas de climatização, podem causar sobrecarga nos motores dos ventiladores se não estiverem ajustados corretamente, pois quanto maior for a vazão, maior será a corrente elétrica no motor do ventilador.
- c) Detectores das centrais de alarme, como sensores infravermelhos e magnéticos, mal regulados ou mal posicionados podem provocar o acionamento imprevisto das centrais de alarmes da edificação.

### 3.1.5 DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E SURTOS

Como você já estudou em instalações elétricas prediais, descargas atmosféricas e surtos são eventos de alta intensidade e curta duração, os quais podem provocar perturbações nos sistemas elétricos, como sobretensões.

Quando há uma descarga atmosférica, ela pode causar choques elétricos, paradas nos sistemas elétricos ou danos às instalações e aos equipamentos eletroeletrônicos. Por isso, os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) são usados.



**SAIBA  
MAIS**

Conheça as classificações das descargas atmosféricas de acordo com suas características. Basta consultar a Tabela 15 da NBR 5410.

### 3.1.6 DETERIORAÇÃO DOS COMPONENTES POR DESVIO NO PADRÃO DE FUNCIONAMENTO

A deterioração das instalações elétricas bem como da isolação e dos mecanismos dos componentes que fazem parte dela podem ocorrer por excesso de temperatura, sobretensões, sobrecorrentes, influências externas, entre outras. Essas são causas comuns de defeitos em instalações elétricas prediais.



**VOCÊ  
SABIA?**

Em países com altitude elevada, a troca de calor entre os componentes eletroeletrônicos pode ser dificultada por consequência do ar rarefeito.

## <sup>2</sup> ÍNDICE DE PROTEÇÃO (IP)

É prescrito pela NBR IEC 60529 e determina o grau de proteção contra a penetração de objetos sólidos estranhos e água em um componente elétrico.

É também o caso da utilização de componentes com índices de proteção (IP) incompatíveis com o ambiente onde estão instalados. Isso pode ocasionar seu desgaste prematuro, travamento e degradação.

Assim, no momento da especificação ou do dimensionamento de componentes de um circuito, devem ser verificadas suas características técnicas, por exemplo:

- a) corrente máxima suportada ( $I_{MAX}$ );
- b) corrente nominal ( $I_N$ );
- c) tensão de isolamento nominal ( $U$ );
- d) tensão de suportabilidade a impulsos ( $U_{IMP}$ );
- e) tensão de trabalho ( $U_e$ );
- f) tensão máxima de operação contínua ( $U_c$ );
- g) nível de proteção de tensão ( $U_p$ ).

Um exemplo de deterioração por desrespeito às características técnicas ocorreu no edifício Joelma, em São Paulo, no qual a substituição dos elementos de proteção ignorou a capacidade máxima de condução de corrente dos condutores. Isso causou sobreaquecimento nos condutores, derretimento da isolação e, conseqüentemente, um curto-circuito que gerou um incêndio de grandes proporções e trágicas conseqüências em 1974.



## CASOS E RELATOS

### Que fria!

Certo dia, dona Maria resolveu comprar mais uma máquina de sorvete para sua sorveteria. Chamou um de seus funcionários e ordenou que ele fizesse a instalação de uma tomada para o novo aparelho.

O funcionário foi logo avisando que não entendia do assunto e que seria melhor que ela contratasse um profissional da área da Eletricidade para realizar tal serviço. Insistente, dona Maria disse ao funcionário que qualquer pessoa poderia instalar uma tomada e ordenou que ele fosse logo comprar o material necessário para sua instalação, pois já era tarde e a loja de material elétrico iria fechar.

Confuso, o funcionário tratou logo de comprar o material. Porém, como não tinha conhecimento técnico, comprou material com grau de proteção inapropriado para essa instalação, pois o ambiente era lavado diariamente e as tomadas ali instaladas deveriam possuir proteção contra projeção de água.

Logo após a instalação, começaram os problemas na sorveteria, já que entrou água na tomada, provocando fuga de corrente excessiva e ocasionando a atuação do dispositivo DR do QDLF.

Por causa disso, as tomadas de outros aparelhos, inclusive a de um *freezer*, ficaram sem energia elétrica, o que comprometeu a produção de sorvete daquele dia.

Diante dessa situação desastrosa, dona Maria, então, resolveu chamar um técnico eletricista para consertar a instalação. Que fria, hein, dona Maria!



## RECAPITULANDO

Neste capítulo, você aprendeu a identificar diversas causas de defeitos e falhas nas instalações elétricas prediais. Vimos que elas podem estar relacionadas com:

- sistemas de alimentação elétrica instáveis;
- umidade em tubulações, fiações ou dispositivos;
- conexões com mau contato;
- regulação inadequada dos sistemas de proteção, iluminação, ventilação e alarme;
- descargas atmosféricas e surtos;
- deterioração dos componentes por desvio no padrão de funcionamento.

Esse conhecimento é essencial para a realização do diagnóstico e a identificação dos possíveis defeitos que você encontrará no seu ambiente profissional.



# Ferramentas de diagnóstico de defeitos em instalações prediais



## 4

Neste capítulo, você estudará as ferramentas de diagnóstico e aprenderá a fazer a análise de defeitos e o respectivo diagnóstico de uma instalação predial. Esse conhecimento é essencial para a **manutenção corretiva** de um sistema elétrico predial.

Esse tipo de manutenção é realizado quando acontece uma falha no funcionamento da instalação ou em qualquer um de seus componentes, bem como quando ocorre a atuação dos dispositivos de proteção sem causa conhecida.

Para fazer um diagnóstico, é preciso ter domínio das informações que você estudará neste capítulo. Depois do estudo, você deverá ser capaz de:

- a) identificar e aplicar as ferramentas de diagnóstico de falhas na instalação predial, que sejam passíveis de manutenção corretiva;
- b) elaborar e preencher relatório de diagnóstico de falhas de uma instalação elétrica predial.

Essas informações lhe ajudarão a desenvolver um método de trabalho prático e objetivo que certamente enriquecerá seu perfil profissional.

Bons estudos!

## 4.1 O QUE SÃO FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO?

Na manutenção corretiva de um sistema elétrico predial, o trabalho sempre começa pela utilização das **ferramentas de diagnóstico**. Elas são compostas de procedimentos e informações devidamente coletadas e reunidas de modo a orientar e proporcionar ao técnico elementos suficientes para que a manutenção seja realizada de maneira correta.

Além disso, a utilização desse tipo de ferramenta facilita e gera mais confiança na tomada de decisão e na execução do trabalho de manutenção.

As ferramentas de diagnóstico ajudam o técnico a realizar um diagnóstico minucioso e seguro do estado atual da instalação, permitindo restabelecer o funcionamento do sistema elétrico de maneira confiável, no menor tempo possível.



### SAIBA MAIS

Existem no mercado *softwares* para o controle e gestão de manutenção de um sistema elétrico predial. Esses *softwares* disponibilizam vários recursos, tais como cronograma do planejamento da manutenção, controle dos custos de manutenção, tempo de parada dos equipamentos, além de gerar relatórios estatísticos, entre outros. Para conhecer esse tipo de programa, você pode acessar um *site* de busca na internet e digitar “gestão da manutenção predial”.

## 4.2 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO

As principais ferramentas de diagnóstico que você utilizará podem ser reunidas em etapas:

- a) coleta de dados;
- b) análise dos dados/defeitos;
- c) verificação das hipóteses;
- d) diagnóstico;
- e) preenchimento de relatórios de diagnósticos.

Vamos estudá-las a seguir.

### 4.2.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados é a primeira atividade a ser realizada quando se quer descobrir qual é o defeito que deve ser corrigido na instalação.

É mais ou menos como quando vamos ao médico. Para fazer o diagnóstico da nossa doença, o doutor faz várias perguntas para ter informações sobre o que estamos sentindo: se temos febre, se temos dores, onde se localizam essas dores, quais outros sintomas apresentamos.

Para o trabalho de manutenção, o eletricitista faz a mesma coisa. Sua primeira atitude é reunir a maior quantidade possível de informações sobre a instalação. Isso exige:

- a) entrevista com o usuário ou cliente;
- b) análise da documentação da instalação;
- c) inspeção visual.

Vale a pena ressaltar que, embora a apresentação das ferramentas esteja sendo feita de forma sequencial, é natural que o processamento dessas informações (análise de dados) ocorra simultaneamente à etapa de coleta de dados.

Veja a seguir detalhes de cada uma dessas etapas.

#### Entrevista com o usuário ou cliente

A entrevista com o usuário ou cliente é a primeira ferramenta de diagnóstico que o técnico utilizará. É o momento em que ele faz perguntas e obtém as primeiras informações sobre o problema.

Essas informações geralmente reúnem os dados sobre como, quando, onde ou o quê ocorreu no sistema elétrico. Esses dados contribuirão para a análise e a conclusão do diagnóstico, direcionando as ações de manutenção.

Isso enriquece as hipóteses de diagnósticos, pois permite ao profissional obter um maior detalhamento e conhecimento do problema. Com a ajuda do questionamento e posterior análise das respostas obtidas, o ciclo de perguntas e respostas vai se tornando seletivo.

Isso ajuda o profissional a descartar as hipóteses que logicamente não se sustentam, conduzindo ao diagnóstico final do problema.

Esse é, também, um bom momento para o profissional solicitar a documentação da instalação.

## Análise da documentação da instalação

A documentação da instalação é outra fonte de informações que o técnico em manutenção consulta. Ela é composta de esquemas, manuais e prontuários.



Figura 4 - Informações contidas em esquemas, manuais e prontuários  
Fonte: 123RF (2013)

Esses materiais informativos constituem uma importante fonte de consulta e uma ótima ferramenta de trabalho, a partir da qual o profissional obtém informações técnicas que facilitarão o entendimento sobre o funcionamento do sistema elétrico como um todo e também o de suas partes.

É a mesma coisa que acontece quando você retorna ao médico levando os exames que fez anteriormente. Analisando-os, o médico pode descobrir se você já apresentou anteriormente o problema do qual está se queixando atualmente ou se sua queixa se refere a um problema de saúde inteiramente novo.

Assim, quando o profissional de manutenção examina a documentação da instalação elétrica, ele obtém informações sobre seu funcionamento, sobre os relatórios estatísticos que documentam trabalhos de manutenção anteriormente realizados e seus respectivos históricos. Verifica, também, se existe uma programação das manutenções e se elas foram efetivamente executadas.

Como um diagnóstico de defeitos só se faz mediante a reunião da maior quantidade possível de informações sobre os circuitos, esse tipo de documentação, quando disponível, deve ser consultado.

Porém, é preciso lembrar que apenas os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW são obrigados a elaborar e manter atualizado um prontuário de suas instalações elétricas. Tais estabelecimentos possuem um pessoal técnico dedicado aos serviços de manutenção, como exige a norma NR 10.

Além de ser uma questão de segurança, esse tipo de procedimento garante que máquinas e equipamentos da empresa permaneçam sempre em perfeitas condições de funcionamento. Você já pensou se um *shopping* tem uma pane no ar-condicionado às vésperas do Natal? Ou, então, se um trem de metrô, por falta de manutenção, para entre duas estações no horário de pico?

Porém, quando um técnico é chamado para resolver um problema elétrico em uma instalação predial residencial única, ele poderá não ter à sua disposição esse tipo de documentação. Por isso, a entrevista com o usuário/cliente é tão importante.

### Inspeção visual

A inspeção visual é um procedimento de trabalho valioso, que deve ser utilizado a qualquer momento no dia a dia das atividades de manutenção corretiva. Com essa ferramenta de diagnóstico, o técnico de manutenção detecta rapidamente sinais de anormalidade.

É o caso, por exemplo, da inspeção visual dos quadros de distribuição, em que se verifica o estado geral da isolação dos condutores e de seus elementos de conexão, além da condição dos barramentos e das cordoalhas de aterramento.

Assim, por exemplo, se algum condutor apresenta rachaduras e ressecamentos, causados por aquecimento excessivo, fica constatada uma condição que deve ser objeto de análise para determinar a causa do problema: mau contato, sobrecarga ou fatores ambientais, como excesso de poeira, obstrução da ventilação etc.

A falta de limpeza também pode comprometer o funcionamento correto de certos componentes elétricos, pois permite a penetração de pó em partes móveis e contatos de disjuntores, por exemplo. Isso pode provocar travamento ou comprometer os contatos elétricos.

Todas as condições descritas anteriormente, você, como técnico em manutenção, poderá detectar por meio de uma simples inspeção visual.

### 4.2.2 ANÁLISE DOS DADOS/DEFEITOS

Depois, ou até mesmo durante a coleta de dados sobre a instalação elétrica predial que passará pela manutenção corretiva, o profissional analisa os defeitos que o usuário da instalação relatou. Com base nessa análise, são geradas hipóteses de possíveis defeitos que causariam o mau funcionamento.

Na verdade, a quantidade de falhas e defeitos possíveis em um sistema elétrico é muito grande. Assim, seria impossível tratá-las todas neste livro, pois, tanto para o técnico quanto para o médico, diante das várias possibilidades de doenças, encontrar um diagnóstico correto é, muitas vezes, um grande quebra-cabeças.

O conhecimento técnico, a persistência, assim como a experiência serão suas maiores ferramentas de trabalho. Apresentamos, a título de exemplo, defeitos com os quais poderemos nos deparar em alguns dispositivos elétricos e as possíveis causas para que isso ocorra.

O quadro 1 resume possíveis causas de defeitos de componentes de instalações elétricas prediais, identificadas com a ajuda dos respectivos testes de funcionamento.

**Quadro 1 - Defeitos constatados e possíveis causas**

TIPO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO	DEFEITO CONSTATADO	POSSÍVEIS CAUSAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manobra (interruptores, botões de campainha e chaves seccionadoras)</li> <li>• Proteção (disjuntores e DRs)</li> </ul>	Mecânico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Má qualidade do dispositivo devido à tecnologia de fabricação.</li> <li>• Falha na fixação e no posicionamento do dispositivo, causando desgastes prematuros, travamentos ou quebra no mecanismo de acionamento ou fixação.</li> <li>• Desgastes no dispositivo ocasionados pela vida útil mecânica vencida, gerando falhas no acionamento mecânico, travamentos ou quebra do mecanismo de acionamento.</li> <li>• Mola soltou-se internamente ou perdeu as suas características mecânicas, não permitindo mais a manutenção da posição “Ligada” ou “Desligada”.</li> <li>• Local com atmosfera corrosiva, partículas sólidas em suspensão, temperaturas muito altas ou muito baixas e condensação de vapores. Essas condições produzem oxidações, travamentos, deformações, aceleração dos desgastes mecânicos, reduzindo a vida útil do dispositivo elétrico.</li> </ul>
	Elétrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Má qualidade do dispositivo devido à tecnologia empregada na fabricação.</li> <li>• Contatos elétricos internos sofreram a ação de um arco voltaico que os soldou, não permitindo a sua abertura (desligamento).</li> <li>• Vida útil (elétrica) está vencida, e os contatos elétricos internos sofreram desgaste e não conseguem “fechar” e manter a continuidade elétrica quando acionados.</li> <li>• Especificação incorreta do dispositivo, gerando sobrecarga nos contatos elétricos e, conseqüentemente, provocando desgastes prematuros, comprometendo a vida útil.</li> </ul>
Proteção (DRs)	Elétrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligações elétricas incorretas dos bornes do DR.</li> <li>• Defeito interno no DR.</li> </ul>

**FIQUE ALERTA**

Existem situações nas quais os dispositivos de manobra, proteção, plugues e tomadas apresentam continuidade, porém o contato é deficiente, ou seja, têm mau contato nos pontos de conexão. O mau contato gera um sobreaquecimento e provoca deformações no material isolante dos dispositivos, comprometendo o funcionamento.

### 4.2.3 VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

As hipóteses formuladas com base na coleta de dados e na análise dos defeitos devem ser verificadas através de:

- a) medições;
- b) testes e/ou ensaios de funcionamento.

A sequência operacional da realização de medições ou testes sempre dependerá da situação apresentada.

Caso a queixa do cliente seja referente à queima repetida de um determinado equipamento, a primeira coisa a ser feita é medir a tensão de alimentação. Isso tem o objetivo de verificar se a tensão fornecida ao equipamento está compatível com suas características técnicas.

Qualquer outra situação que não envolva o risco de queima de equipamento, componente ou dispositivo permite que os testes de funcionamento sejam realizados antes de qualquer medição.

#### Medições

Para explicar a importância da medição para que se obtenha um diagnóstico correto de qualquer defeito de uma instalação elétrica predial, vamos nos lembrar, novamente, do procedimento do médico durante uma consulta.

Quando vamos ao médico, além de nos fazer perguntas, o profissional usa instrumentos que o ajudam a descobrir a doença que temos. Então, ele ausculta nosso coração e nossos pulmões com o estetoscópio, mede nossa pressão e nos pesa.

Da mesma forma, o eletricista fará uso de instrumentos que o ajudarão a concluir o diagnóstico de modo mais seguro, facilitando a tomada de decisão no serviço de manutenção.

O quadro 2, a seguir, resume informações sobre os instrumentos mais utilizados no diagnóstico de defeitos a serem corrigidos durante a manutenção corretiva. Mostra, também, o que o profissional de manutenção verifica com a ajuda deles.

**Quadro 2 - Instrumentos de medição utilizados em diagnósticos de defeitos**

ITEM DE VERIFICAÇÃO	INSTRUMENTO	O QUE SE VERIFICA
Tensão	Multímetro ou alicate-amperímetro com escala de medição de tensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença ou não de tensão elétrica nos diversos pontos do sistema.</li> <li>• Se os valores encontrados na medição estão dentro do padrão de fornecimento de energia elétrica estabelecido pela Resolução Normativa nº 414 da Aneel.</li> </ul>
Corrente	Alicate-amperímetro com escala de medição de corrente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrecarga no circuito ou na carga.</li> <li>• Se os valores encontrados na medição conferem com valores fornecidos pelo fabricante ou pelos dados do projeto.</li> <li>• Desbalanceamento entre fases.</li> <li>• Disponibilidade para novas cargas.</li> </ul>
Resistência	Ohmímetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidade e curto-circuito entre os condutores e continuidade dos dispositivos elétricos do circuito.</li> <li>• Valor da resistência elétrica da carga.</li> </ul>
Resistência de isolamento	Megômetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores mínimos de resistência de isolamento do sistema elétrico, de acordo com a tabela 60 da norma NBR 5410.</li> </ul>
Corrente de fuga	Alicate-amperímetro específico para medição de correntes de fuga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de corrente de fuga no sistema elétrico.</li> </ul>
Conexões e plugues da rede de sinais	Testador de cabos de sinais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidade dos condutores e dispositivos de conexão dos cabos de sinais.</li> <li>• Ligação feita corretamente ou não.</li> <li>• Existência de curto-circuito entre condutores.</li> </ul>

Existem ainda outros instrumentos de medição que fornecem dados importantes sobre o desempenho do sistema elétrico predial. Seu uso auxilia o técnico de manutenção a obter dois tipos de dados:

- temperatura;
- qualidade da energia elétrica.

O quadro 3 resume as características e a utilização desses instrumentos.

Quadro 3 - Outros instrumentos utilizados para medição

ITEM DE VERIFICAÇÃO	Temperatura de vários pontos simultaneamente	Temperatura pontual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensão</li> <li>• Corrente</li> <li>• Potência (ativa, reativa e aparente)</li> <li>• Fator de potência</li> <li>• Frequência</li> <li>• Harmônica</li> <li>• Ângulo de fase</li> </ul>
INSTRUMENTO	 <p>Câmera termográfica</p>	 <p>Termômetro de mira a laser</p>	 <p>Analizador de energia</p>
PROCEDIMENTO DE UTILIZAÇÃO	Apontar a câmera para qualquer ponto da instalação a fim de obter o valor da temperatura através dos tons das cores da imagem (imagem térmica).	Apontar a mira a <i>laser</i> para qualquer ponto da instalação em que se suspeite que haja sobreaquecimento.	Para monitorar tensões e correntes, ligar cabos conforme manual do instrumento.
O QUE SE VERIFICA	Presença de sobreaquecimento em conexões elétricas, cabos, quadros de distribuição, motores e transformadores.	Presença de sobreaquecimento em painéis, cabos, barramentos, conexões, motores, transformadores, geradores.	Problemas como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• elevação de tensão;</li> <li>• interrupção de fornecimento de energia;</li> <li>• harmônicas de tensão e corrente na rede elétrica;</li> <li>• desequilíbrio e flutuação da tensão fornecida ao sistema elétrico.</li> </ul>
RECURSOS TECNOLÓGICOS	Alguns modelos processam as informações, gerando relatórios, e permitem armazenamento e sobreposição de imagens.	Alguns modelos exibem valores máximo, médio e mínimo de temperatura do ponto medido.	Alguns modelos permitem a transferência das informações obtidas durante a leitura para um computador via cabo USB.

**SAIBA  
MAIS**

Para obter mais informações sobre instrumentos de medição, faça uma pesquisa em *sites* de fabricantes. Para localizá-los, digite o nome do equipamento em um *site* de busca da internet.

### Testes e/ou ensaios de funcionamento

Mais uma vez, o técnico repete o procedimento de um médico que precisa diagnosticar uma doença. Antes de dizer o que o paciente tem, ele pede mais alguns exames: como um teste ergométrico para ver o funcionamento do coração ou um exame de sangue para ver se não há nenhuma infecção no organismo.

O mesmo acontece com um técnico em manutenção elétrica predial que já conversou com o cliente, já analisou os documentos da instalação, fez as primeiras inspeções visuais e ainda não conseguiu localizar e/ou identificar o defeito.

Nesse momento, os próximos testes serão feitos buscando avaliar o nível do desempenho dos **componentes** do circuito.

Por exemplo, em relação aos dispositivos de manobra (interruptores, botões e chaves seccionadoras) e dispositivos de proteção (disjuntores, DRs e DPS), o técnico deve realizar o teste de funcionamento, verificando suas partes mecânica e elétrica para descobrir se estão funcionando corretamente.

Em relação à parte mecânica, o técnico de manutenção verificará a fixação do dispositivo e sua capacidade de acionamento. Quanto à parte elétrica, o profissional fará um teste de continuidade e presença de tensão.

O quadro 4, a seguir, descreve como realizar testes de funcionamento dos componentes citados.

**Quadro 4 - Testes de funcionamento de dispositivos de manobra e proteção**

ITEM DE VERIFICAÇÃO	CONDIÇÃO IDEAL DE FUNCIONAMENTO	TESTE DE FUNCIONAMENTO
Parte mecânica: fixação do dispositivo	O dispositivo deve estar bem fixado a fim de garantir o correto acionamento tanto para ligar quanto para desligar.	<p>O dispositivo deve ter teclas ou alavancas acionadas para verificar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• o mecanismo de fixação do dispositivo elétrico está com falta de pressão na mola, causando folga na base de fixação por engate rápido;</li> <li>• o parafuso de fixação do dispositivo elétrico está necessitando de aperto;</li> <li>• o mecanismo de fixação está quebrado, impossibilitando a fixação do dispositivo elétrico;</li> <li>• o posicionamento do dispositivo elétrico está correto.</li> </ul>
Parte mecânica: acionamento	<p>Teclas, alavancas ou eixos de acionamento: quando acionados, devem modificar a condição existente, ou seja, passar de ligado para desligado ou o inverso. Esses mecanismos devem estar em perfeitas condições de funcionamento, respondendo prontamente aos comandos solicitados.</p>	<p>O dispositivo deve ter teclas ou alavancas acionadas para verificar se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a pressão da mola da tecla, da alavanca ou do eixo de acionamento está respondendo e mantém a mesma posição quando acionado;</li> <li>• existe muita folga;</li> <li>• a tecla, a alavanca ou o acionamento do eixo está quebrado, deixando o mecanismo de acionamento exposto, criando situações de improviso que comprometem a segurança do usuário.</li> </ul>
Parte elétrica: continuidade	<p>Quando colocados na posição "Ligado", teclas, alavancas ou botões dos dispositivos de manobra ou proteção devem apresentar continuidade elétrica entre os bornes de cada polo. Na posição "Desligado", teclas, alavancas ou botões não devem apresentar continuidade elétrica entre os polos.</p>	<p>Com a ajuda de um multímetro, deve-se verificar se o polo do dispositivo de manobra ou proteção está apresentando continuidade (ou cada um dos polos, se for um dispositivo multipolar). Um valor baixo de resistência indica que há continuidade elétrica no polo. Caso contrário, o multímetro mostrará um valor muito elevado ou infinito de resistência, indicando que o polo está aberto.</p>

#### 4.2.4 PREENCHIMENTO DE RELATÓRIOS DE DIAGNÓSTICO

Os relatórios de diagnóstico têm a função de **documentar** o trabalho feito antes da efetiva correção do defeito relatado.

Ele, normalmente, faz parte do conjunto da documentação que, de acordo com a norma, deve estar disponível sempre que algum trabalho de manutenção (preventiva ou corretiva) for realizado em empresas comerciais, industriais ou de prestação de serviços. Se você trabalhar no setor de Manutenção de alguma empresa desse tipo ou se for funcionário de uma empresa que presta serviços de manutenção elétrica a outras empresas, provavelmente receberá, juntamente com uma ordem de serviço, um formulário de relatório de diagnóstico para preencher.

Além de documentar o trabalho realizado, outra função do relatório de diagnóstico é fornecer dados para que componentes e outros materiais necessários à correção do defeito possam ser providenciados.

Na função de técnico de manutenção de uma empresa, você poderá receber um formulário como o mostrado a seguir.

		Rua João de Lima Nova, 26 Jardim Ferrancho - São Paulo, SP CEP: 08765-432 TEL.: (11) 9765-4321 www.ferronovo.com.br			
<b>RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO</b>					OS N.º 5678/2013
DEPARTAMENTO				CENTRO DE CUSTO	
<i>DEPARTAMENTO PESSOAL</i>				<i>135246</i>	
LOCAL / MÁQUINA <i>ESCRITÓRIO</i>					
TIPO DE INSTALAÇÃO <i>ELÉTRICA</i>					
ITEM		FALHAS OU SITUAÇÕES OBSERVADAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS	TRATAMENTO URGENTE	
N.º	DESCRIÇÃO			SIM	NÃO
1	<i>APARELHO DE AR-CONDICIONADO</i>	<i>CORRENTE ACIMA DA NOMINAL</i>	<i>SUBSTITUIR E ENCAMINHAR PARA MANUTENÇÃO</i>	X	
2	<i>CIRCUITO DE TOMADAS DOS COMPUTADORES</i>	<i>DESARME DO DISJUNTOR NO MOMENTO EM QUE OS COMPUTADORES SÃO LIGADOS</i>	<i>VERIFICADO QUE O DISJUNTOR INSTALADO POSSUI CURVA DE DISPARO B. SUBSTITUIR POR CURVA C</i>	X	
3	<i>CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO</i>	<i>DISTRIBUIÇÃO INCORRETA DOS CIRCUITOS</i>	<i>REDISTRIBUIR OS CIRCUITOS</i>		X
4	<i>QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO</i>	<i>CONDUTORES DE SAÍDA DOS DISJUNTORES APRESENTANDO SINAIS DE SOBREAQUECIMENTO</i>	<i>REAPERTAR AS CONEXÕES E AVALIAR SE TODOS OS CIRCUITOS ESTÃO DIMENSIONADOS CORRETAMENTE</i>	X	
<b>CONSIDERAÇÕES</b>					
<b>EXECUTANTE</b>	NOME <i>NIKOLA TESLA DE SOUSA</i>				
	ASSINATURA			DATA <i>31/01/2013</i>	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	NOME <i>LUIGI GALVANI VIEIRA</i>			CREA <i>5432109876</i>	
	ASSINATURA			DATA <i>31/01/2013</i>	

Figura 5 - Relatório de diagnóstico  
 Fonte: SENAI-SP (2013)



## CASOS E RELATOS

---

### Utilização das ferramentas de diagnóstico

Um técnico eletroeletrônico recebeu um chamado para atendimento de um cliente que estava com um problema de consumo excessivo de energia elétrica em sua residência.

Buscando mais informações a respeito do problema apresentado, o técnico entrevistou o cliente, coletando os dados seguintes.

- O aumento do consumo ocorreu de forma repentina nos últimos três meses. Tal fato pôde ser comprovado por meio das contas de energia elétrica.
- Durante esse período, não houve aumento de carga instalada ou mudança de hábito de consumo na residência.

Consultando a documentação da instalação, o técnico constatou a ausência de dispositivo DR, pois se tratava de uma instalação antiga e não reformada. Também realizou a inspeção visual dos quadros (de entrada e de distribuição), nos quais não constatou irregularidades.

Com base na análise dos dados obtidos (em entrevista, verificação da documentação e inspeção visual), o técnico levantou as hipóteses a seguir:

- defeito no medidor de energia;
- fuga de corrente no ramal alimentador (compreendido entre o medidor e o QDLF);
- fuga de corrente nos circuitos terminais (do QDLF até os pontos de luz ou de tomadas);
- fuga de corrente em algum dos aparelhos consumidores.

Assim, o técnico decidiu iniciar a verificação das hipóteses por meio de testes. Esses testes foram realizados a partir de observações de consumo registrado no medidor de energia nas situações seguintes.

- Com todos os circuitos desligados, ele verificou a hipótese de defeito no medidor. Vendo que o medidor não registrou consumo, essa hipótese foi descartada.

- Com somente o ramal alimentador ligado, ele verificou a hipótese de fuga de corrente no circuito. Como mais uma vez não houve registro de consumo no medidor de energia, essa hipótese também foi desconsiderada.

Para testar a hipótese de fuga de corrente nos circuitos terminais, foi necessário desconectar todos os aparelhos consumidores dos respectivos pontos de tomada e desligar todos os pontos de luz. Por meio do acionamento dos disjuntores, passou a ligar individualmente os circuitos terminais, quando notou que o circuito de uma hidromassagem desativada apresentou consumo de energia. Nesse momento, o cliente informou que tal equipamento havia sido desativado há três meses, o que coincidia com o período do aumento de consumo reclamado pelo cliente. O técnico, então, resolveu inspecionar a hidromassagem e notou que seus cabos de alimentação haviam sido desligados, mas não isolados, e estavam imersos numa pequena poça d'água. A partir desse momento, o técnico percebeu que estava no caminho certo e que a resolução do problema estava próxima. Para comprovar a hipótese de fuga de corrente nesse circuito, solicitou que o cliente observasse o medidor de energia enquanto colocava e retirava os cabos da poça d'água. Com a confirmação de fuga de corrente nesse circuito, o diagnóstico pôde, então, ser concluído.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo, você estudou que para identificar um defeito de uma instalação elétrica predial é necessário reunir dados com a ajuda do que chamamos de **ferramentas de diagnóstico**.

Vimos também que as ferramentas estão reunidas em três grupos, os quais correspondem a distintas etapas de trabalho:

- coleta de dados;
- análise dos defeitos;
- preenchimento de relatórios de diagnósticos.

A **entrevista com o cliente** e o exame da **documentação da instalação** estão compreendidos na etapa de coleta de dados.

Por fim, você aprendeu que para a análise dos defeitos, o técnico de manutenção realiza:

- inspeção visual;
- inspeção instrumental;
- testes e/ou ensaios de funcionamento;
- reunião e análise dos resultados das inspeções (visual e instrumental), dos testes e ensaios para a elaboração do diagnóstico.

Finalmente, você aprendeu que, normalmente, a conclusão da etapa do diagnóstico corresponde ao preenchimento de um relatório específico que tem duas funções: documentar o trabalho realizado e fornecer dados para a requisição dos materiais necessários para o serviço de manutenção.

---





# Medições em redes elétricas de baixa tensão



## 5

Durante a realização de um trabalho de manutenção em uma instalação elétrica predial, momento em que o técnico de manutenção faz a medição de tensão e corrente na rede elétrica, ele deve ter noção dos valores nominais dessas grandezas a fim de poder compará-los com os valores obtidos nos instrumentos de medição elétrica.

Dessa maneira, o profissional poderá detectar problemas no fornecimento de energia, como subtensão, falta de fase, falta de neutro ou sobrecorrente. Pela importância desses tipos de defeitos, neste capítulo apresentaremos inicialmente as características das redes elétricas de baixa tensão e, depois, mostraremos como verificar a presença dos defeitos já citados.

Ao fim do estudo deste capítulo, você deverá ser capaz de utilizar instrumentos de medição elétrica na verificação de:

- a) falta de neutro no sistema elétrico;
- b) interrupção de uma das fases no sistema elétrico;
- c) fuga de corrente no sistema elétrico;
- d) curto-circuito no sistema elétrico;
- e) queda de tensão por impedância na rede.

Bons estudos!

## 5.1 CARACTERÍSTICAS DAS REDES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Assim como os equipamentos eletroeletrônicos, as redes elétricas de baixa tensão também possuem características próprias. Por isso, você precisa conhecer tais características para ser capaz de realizar a manutenção nessas redes de maneira adequada, respeitando suas particularidades.

Você deve se lembrar de que as primeiras aplicações da energia elétrica em iluminação pública foram realizadas pelo norte-americano Thomas Alva Edison na cidade de Nova York. A principal característica do serviço era que a energia elétrica, utilizada apenas para iluminação, chegava às residências em **corrente contínua**, gerada por **dinamo**.

Com a necessidade de ampliação do serviço de iluminação, percebeu-se que o sistema de fornecimento em corrente contínua apresentava problemas de queda de tensão. A limitação desse sistema devia-se à impossibilidade da elevação da tensão elétrica para compensar as perdas de energia ocorridas nos condutores.

Foi o sérvio Nikola Tesla que apresentou a solução para o problema na forma de um sistema de distribuição de energia elétrica em **corrente alternada**, com a utilização de **transformadores**, que permitiam elevar a tensão elétrica, compensando as quedas de tensão ocorridas durante a transmissão.

Os primeiros sistemas de distribuição de energia elétrica em corrente alternada eram **monofásicos** com dois condutores (um de **fase** e um **neutro**), aplicados a sistemas de iluminação.

A Revolução Industrial, iniciada com a utilização de máquinas a vapor, ao evoluir para o uso de motores trifásicos, trouxe a necessidade de implantação do sistema **trifásico** de distribuição.

A seguir, você aprenderá as principais características dos sistemas trifásicos e a importância de sua medição.

### 5.1.1 SISTEMAS TRIFÁSICOS

A figura a seguir representa um gerador trifásico, formado por um indutor (rotor) girando no centro de um sistema fixo de três bobinas (estator) distantes 120° uma da outra.

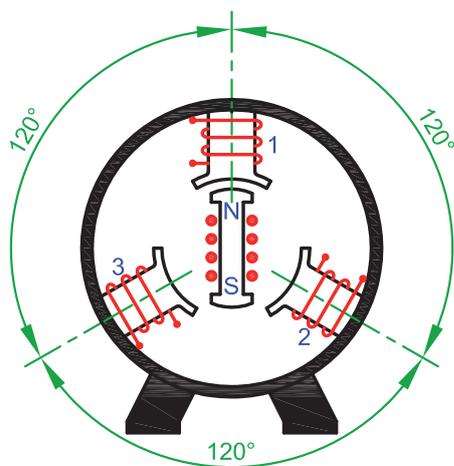


Figura 6 - Gerador trifásico  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Um giro completo do gerador mostrado na figura anterior vai originar um ciclo completo de corrente alternada que corresponde a  $360^\circ$ , ou seja, uma volta completa do rotor. Por isso, as três correntes alternadas monofásicas produzidas por um gerador trifásico estão defasadas entre si 120 graus elétricos ou  $1/3$  do ciclo. Veja na figura a seguir.

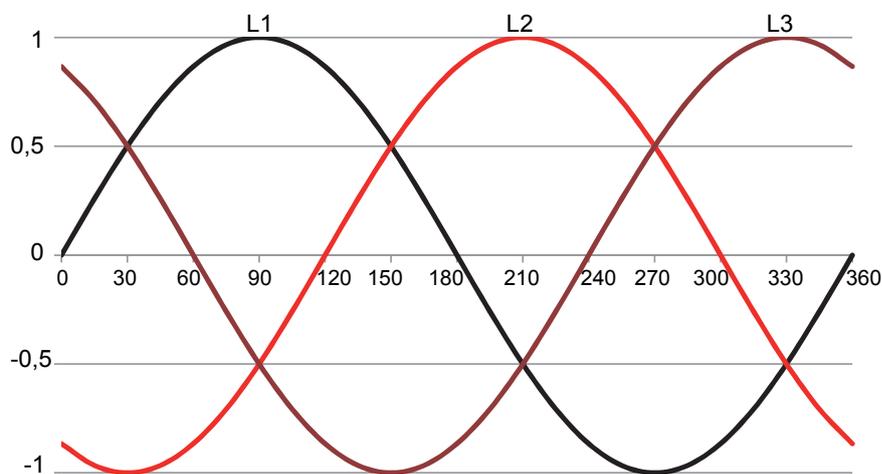


Figura 7 - Corrente alternada trifásica  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Na indústria é muito comum a aplicação de equipamentos trifásicos, por exemplo, motores, transformadores, geradores ou fornos. As ligações mais usuais em sistemas trifásicos são:

- triângulo ou delta ( $\Delta$ );
- estrela (Y).

### Ligação-triângulo ou delta ( $\Delta$ )

Na ligação-triângulo, mostrada na representação esquemática da figura seguinte, a tensão de linha ( $V_L$ ) é **igual** à tensão de fase ( $V_F$ ), ou seja:  $V_L = V_F$ .

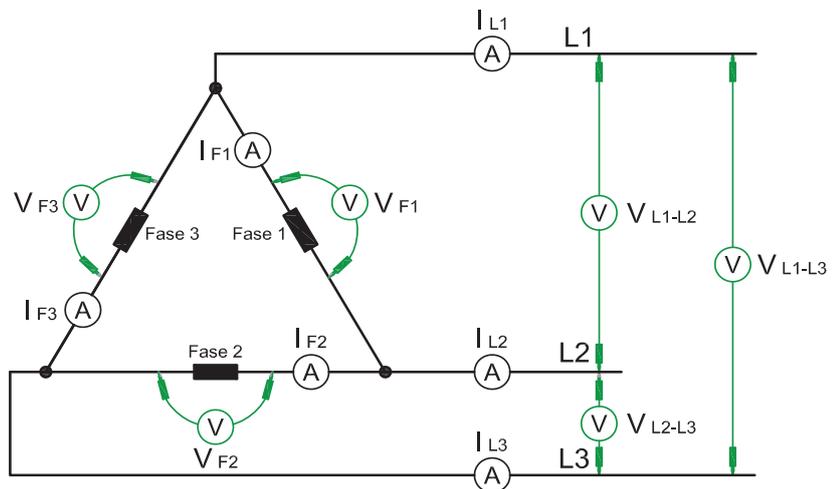


Figura 8 - Ligação-triângulo ou delta  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Observando a figura anterior, você poderá ter a impressão de que uma corrente de fase ( $I_F$ ), que é a corrente que percorre a **bobina**, possui a **metade** do valor de uma corrente de linha ( $I_L$ ), que é a corrente que percorre a **linha de distribuição** de energia. Porém, essa análise está **incorreta**, pois, embora as três fases possuam o **mesmo** valor em módulo, elas estão **defasadas** entre si  $120^\circ$ , o que está representado na figura 9.

Para facilitar a compreensão do sistema de distribuição triângulo, vamos supor uma corrente de linha de 17,3 A. Nessa condição, a análise vetorial das correntes de fase, representada na próxima figura, indica que a corrente de linha é **maior** do que a corrente de fase.

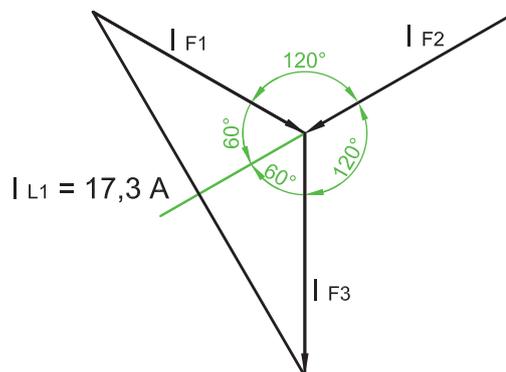


Figura 9 - Análise vetorial das correntes de fase  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Com a aplicação dos conceitos básicos de trigonometria, podemos calcular o valor da corrente da fase 3 ( $I_{F3}$ ). Como o sistema é **equilibrado**, ao se calcular esse valor, obtém-se os valores das correntes de fase 1 e 2.

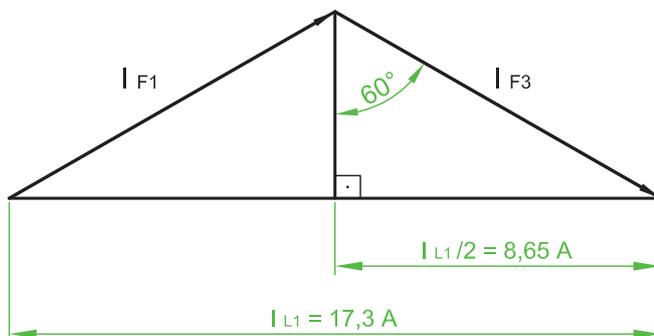


Figura 10 - Cálculo da corrente da fase na ligação triângulo  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Sabendo que a função seno é a razão entre o cateto oposto a um ângulo e a hipotenusa de um triângulo retângulo, e que o seno de  $60^\circ$  vale  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ , ou 0,866, obtemos a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} 60^\circ &= \frac{I_{L1}}{I_{F3}} \\ 0,866 &= \frac{8,65}{I_{F3}} \\ I_{F3} &= \frac{8,65}{0,866} \\ I_{F3} &= 9,98 \text{ A}\end{aligned}$$

Da relação entre a corrente de linha e a corrente de fase, obtém-se a constante  $\sqrt{3}$ , que vale, aproximadamente, 1,73:

$$\frac{17,3}{9,98} \cong 1,73$$

Também podemos calcular essa constante, utilizada nos cálculos das grandezas presentes em sistemas trifásicos, com base na análise gráfica, ou seja, medindo o comprimento dos vetores desenhados em escala.

Concluindo a análise, em um sistema trifásico com ligação em triângulo ou delta ( $\Delta$ ), obtemos:

$$I_L = I_F \times \sqrt{3}, \text{ ou } I_F = \frac{I_L}{\sqrt{3}}.$$

### Sistema de distribuição triângulo ( $\Delta$ ) com neutro

Para adequar as tensões de fornecimento às necessidades de determinados consumidores, algumas empresas distribuidoras de energia elétrica utilizam o sistema de distribuição **triângulo ( $\Delta$ ) com neutro**.

Nesse caso, a utilização do condutor neutro deve ser feita com alguns cuidados. O valor da tensão entre o condutor neutro e uma das linhas provenientes da fase da qual foi derivado corresponde à **metade** da tensão entre as linhas do sistema.

Porém, o valor da tensão entre o condutor neutro e a outra linha, da qual o condutor neutro não foi derivado, será 1,73 vez ( $\sqrt{3}$ ) **maior** do que o valor da tensão entre as linhas do sistema. Esse condutor é denominado "fase de força ou 4º fio" pelas empresas distribuidoras de energia elétrica.

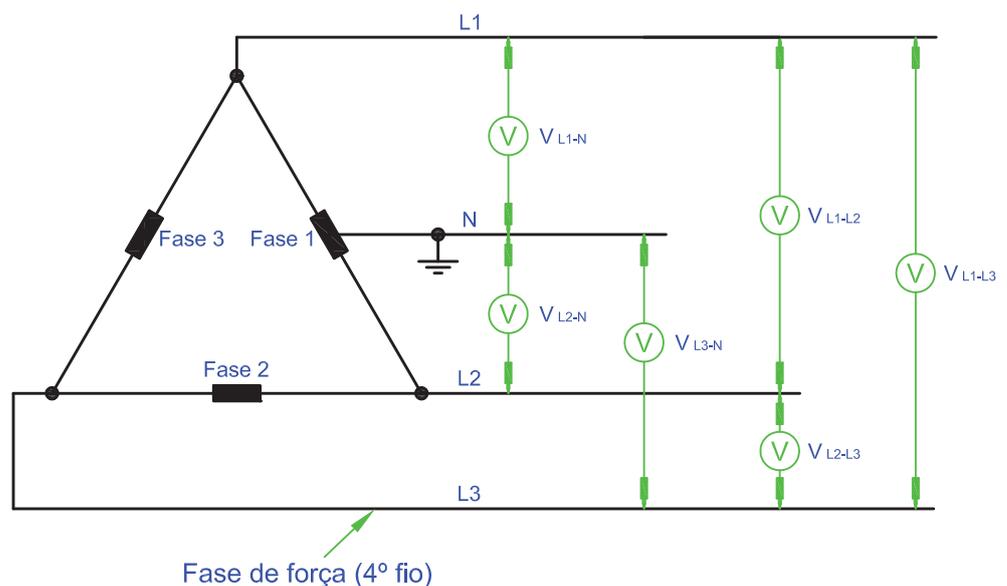


Figura 11 - Sistema de distribuição triângulo ou delta (D) com neutro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Para facilitar a compreensão do sistema de distribuição triângulo com neutro, vamos analisar um transformador cujas tensões de linha em seu enrolamento secundário tenham valor de 230 V.

- a) A linha 1 e o condutor neutro formam um **circuito monofásico** de distribuição de 115V. O mesmo ocorre com a linha 2 e o condutor neutro. Então, temos:

$$V_{L1-N} = V_{L2-N} = 115 \text{ V}$$

- b) As linhas 1 e 2 formam um **circuito bifásico** de distribuição de 230 V. O mesmo ocorre com as linhas 1 e 3 e com as linhas 2 e 3. Logo, temos:

$$V_{L1-L2} = V_{L1-L3} = V_{L2-L3} = 230 \text{ V}$$

- c) As linhas 1, 2 e 3 formam um **circuito trifásico** de distribuição de 230 V.  
d) A linha 3 e o condutor neutro formam um **circuito monofásico** de 199,18 V.

$$V_{L3-N} = 115 \text{ V} \times \sqrt{3} = 199,18 \text{ V}$$

Observe, na figura seguinte, que o condutor neutro é o **ponto central** da fase 1.

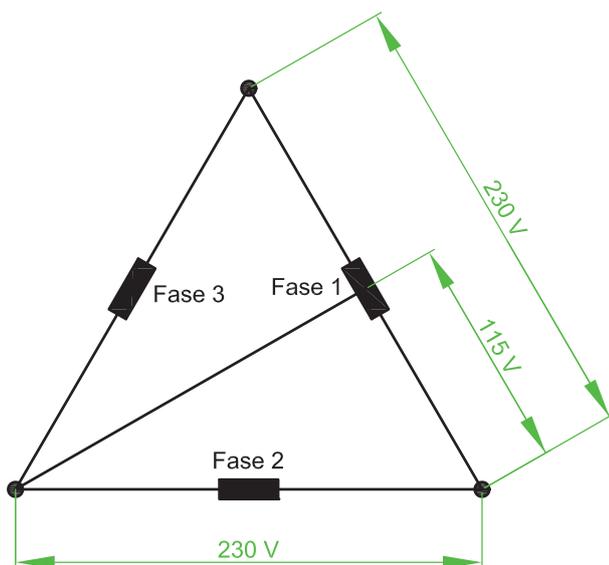


Figura 12 - Análise da fase de força ou 4º fio  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Por meio de cálculos trigonométricos, podemos comprovar o valor da tensão entre a linha 3 e o neutro.

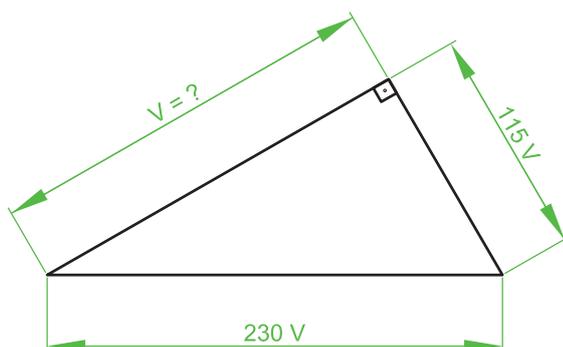


Figura 13 - Cálculo da fase de força ou 4º fio  
Fonte: SENAI-SP (2013)

$$230^2 = 115^2 + V^2$$

$$V = \sqrt{230^2 - 115^2}$$

$$V = 199,18 \text{ V}$$



### FIQUE ALERTA

A chamada “fase de força” não deve ser utilizada em circuitos monofásicos. Na prática, a fase de força é utilizada somente em circuitos trifásicos.

### Ligação-estrela (Y)

Observe, na figura a seguir, a representação esquemática da ligação-estrela (Y).

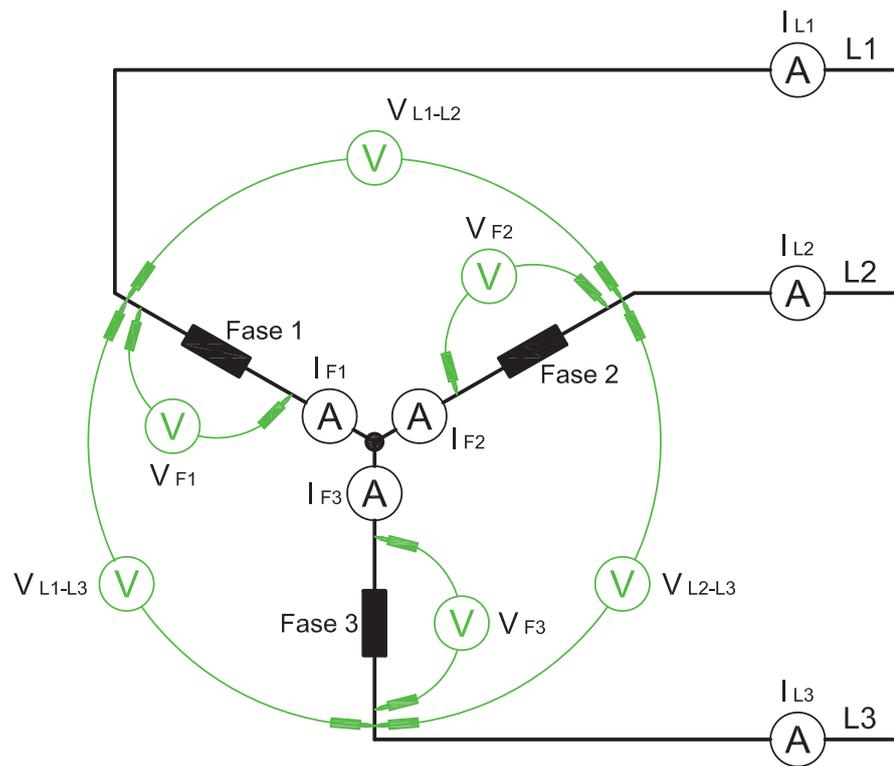


Figura 14 - Ligação-estrela  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Veja que a corrente que percorre a linha 1 **também** percorre a fase 1, não havendo ponto de conexão que possa dividi-la. Daí concluímos que, na ligação-estrela, a corrente de linha ( $I_L$ ) é **igual** à corrente de fase ( $I_F$ ):

$$I_L = I_F$$

Vamos agora analisar as relações das tensões de linha e de fase em um sistema trifásico com ligação em estrela (Y). Lembre-se de que as três fases estão defasadas entre si  $120^\circ$  e que devemos fazer uma análise vetorial das tensões. Da relação entre a tensão de linha e a tensão de fase, sai a constante  $\sqrt{3}$ .

$$V_L = V_F \times \sqrt{3}, \text{ ou } V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

Portanto, caso tenhamos um circuito em que a tensão de linha é de 380 V, teremos como tensão de fase 220 V, assim como em circuitos nos quais a tensão de linha seja de 220 V, a tensão de fase será de 127 V.

### 5.1.2 SISTEMA BIFÁSICO COM NEUTRO

A figura a seguir apresenta um consumidor bifásico com neutro.

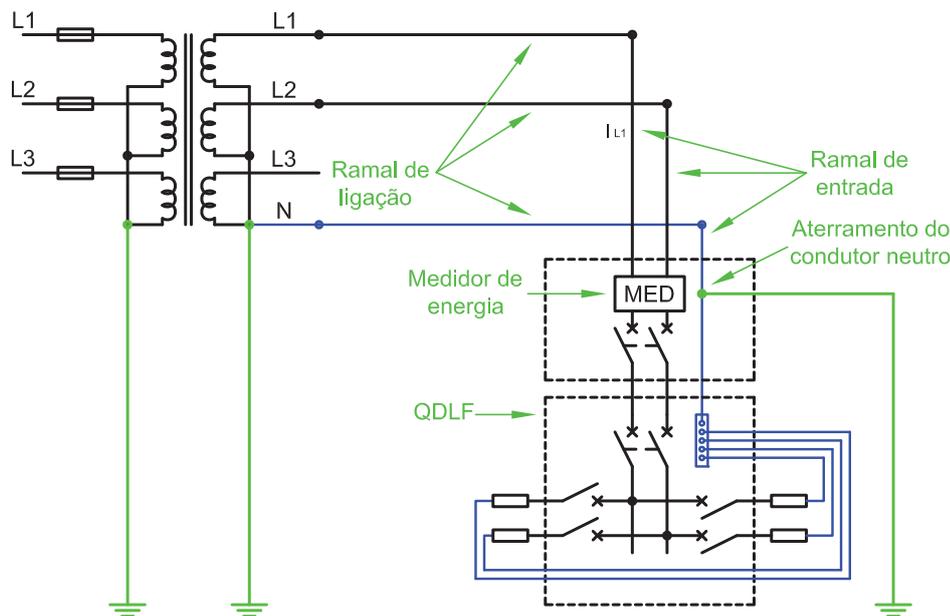


Figura 15 - Consumidor bifásico com neutro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Em qualquer sistema de distribuição, a energia elétrica é disponibilizada a partir de um transformador de distribuição.

Note que na figura anterior, o condutor neutro, aterrado nas proximidades do poste, é originado no enrolamento secundário do transformador. Os condutores de fase e o condutor neutro formam a rede secundária de distribuição. O ramal de entrada da unidade consumidora está conectado a essa rede de distribuição por meio do ramal de ligação.

O condutor neutro deve ser aterrado para que exista um caminho alternativo pela terra caso ocorra sua interrupção, o que pode ser visualizado na próxima figura.

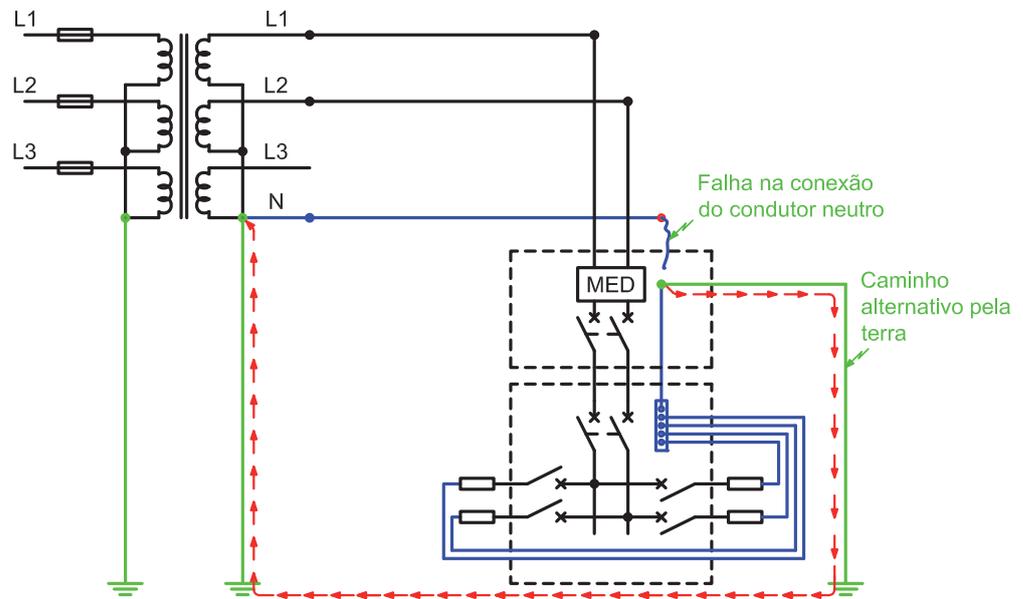


Figura 16 - Condição na qual existe um caminho alternativo pela terra caso haja interrupção do condutor neutro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Em um consumidor bifásico com neutro, a interrupção desse condutor neutro e de seu aterramento pode gerar consequências danosas para as cargas instaladas. Veja isso na figura seguinte.

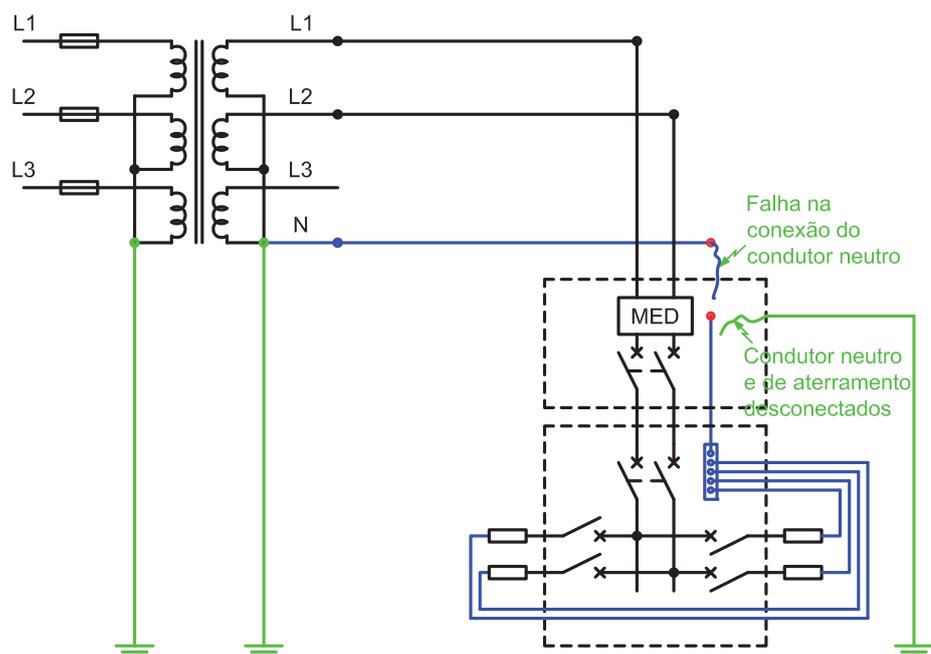


Figura 17 - Condição na qual não existe um caminho alternativo pela terra caso haja interrupção do condutor neutro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Para facilitar o entendimento do problema apresentado, faremos uma análise de um circuito com duas cargas monofásicas ligadas a dois circuitos terminais no quadro de distribuição. Veja o detalhe do quadro de distribuição. Observe que, sem o condutor neutro, as duas cargas passam a formar um circuito em série.

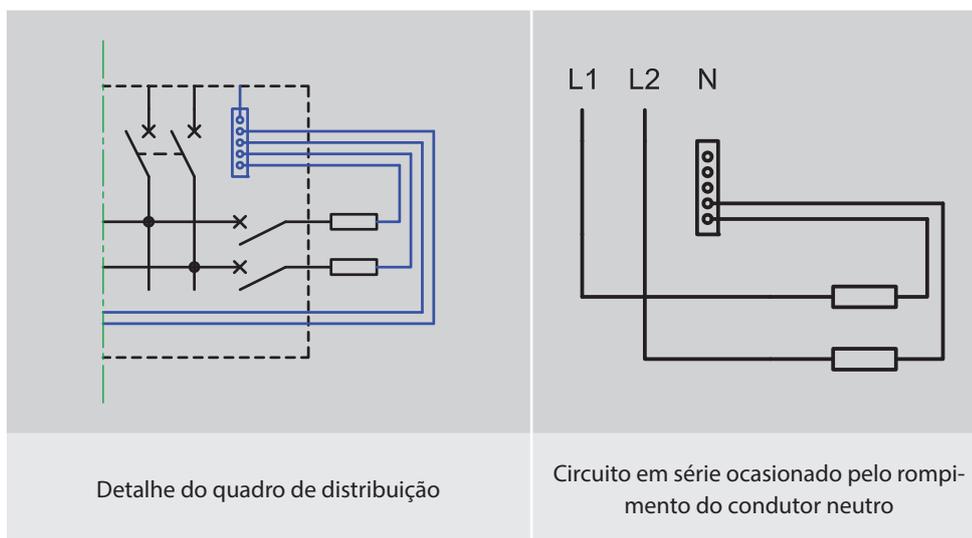


Figura 18 - Diagramas de quadro de distribuição  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Com o circuito funcionando normalmente, aos terminais de cada uma das cargas está sendo aplicada uma tensão de 127 V.

$$V_{L1-L2} = 220 \text{ V}$$

$$V_{L1-N} = V_{L2-N} = 127 \text{ V}$$

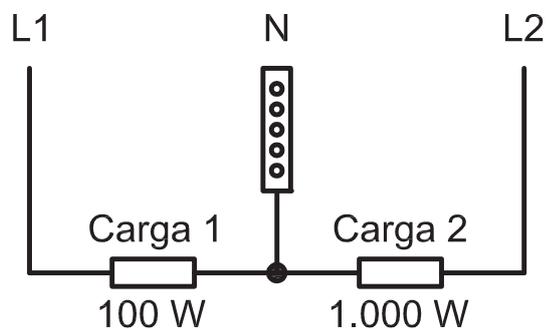


Figura 19 - Circuito de exemplo funcionando normalmente  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Para calcular as resistências internas das duas cargas do exemplo, procedemos da seguinte maneira:

$$R_{\text{Carga 1}} = \frac{127^2}{100} = 161,29 \Omega$$

$$R_{\text{Carga 2}} = \frac{127^2}{1.000} = 16,129 \Omega$$

Sem o condutor neutro, as duas resistências são associadas em série.

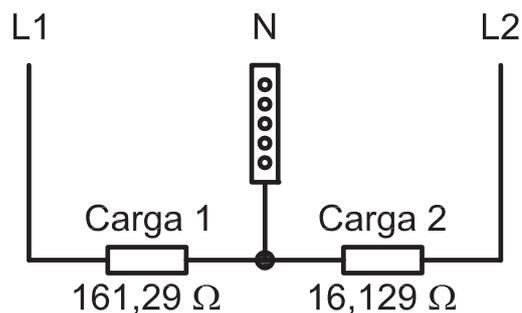


Figura 20 - Circuito de exemplo associado em série  
Fonte: SENAI-SP (2013)

A resistência total dessa associação será dada pela somatória das duas resistências parciais:

$$R_{\text{total}} = 161,29 \Omega + 16,129 \Omega = 177,419 \Omega$$

Essa associação é alimentada pelos dois condutores de fase, ou seja, 220 V. Assim, a corrente que circula por essas resistências terá a seguinte intensidade:

$$I = \frac{220 \text{ V}}{177,419 \Omega} = 1,24 \text{ A}$$

Calculando a queda de tensão em cada uma das cargas, temos:

$$V_{\text{Carga 1}} = 161,29 \Omega \times 1,24 \text{ A} = 200 \text{ V}$$

$$V_{\text{Carga 2}} = 16,129 \Omega \times 1,24 \text{ A} = 20 \text{ V}$$

Estando esse circuito desequilibrado, ou seja, com potências diferentes, a falta do condutor neutro ocasionou um desequilíbrio de tensão, pois, quanto **menor** a potência da carga, **maior** será sua resistência elétrica interna e, conseqüentemente, **maior** será a parcela de tensão aplicada aos seus terminais. Esta parcela de tensão, por sua vez, ocasionará a queima do aparelho.

Na próxima figura, veja a representação da medição dos valores anteriormente calculados.

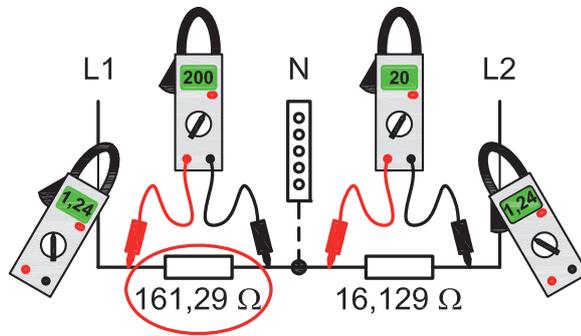


Figura 21 - Representação da medição dos valores calculados  
Fonte: SENAI-SP (2013)

## 5.2 MEDIÇÕES (DIRETA E INDIRETA) DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS E TRIFÁSICOS

Vivemos em dias nos quais muito se fala em redução de consumo de energia. Essa grandeza, que tem como unidade de medida o watt-hora (Wh), pode ser medida por meio de medidores de energia, como o que você possui em sua casa.

Para que tenhamos um parâmetro da energia consumida por um determinado equipamento, mesmo não dispor de um medidor de energia, podemos tomar como base a potência desse equipamento, em watts (W), e multiplicar esse valor pelo tempo em que o equipamento permaneceu ligado.

A medição de energia elétrica permite obter várias informações do sistema, tais como: eficiência energética, cálculos de consumo, parâmetros de projeto, entre outras.



### VOCÊ SABIA?

As medições diretas são realizadas quando os valores das grandezas a serem medidas podem ser atendidos pelas escalas de leitura dos instrumentos de medição e quando esses instrumentos possuem características de isolamento elétrico compatíveis com as tensões aplicadas. Caso contrário, a medição deverá ser realizada de maneira indireta.

### 5.2.1 MEDIÇÃO DE POTÊNCIA EM CIRCUITO RESISTIVO MONOFÁSICO POR MEIO DE ALICATE-AMPERÍMETRO E ALICATE-WATTÍMETRO

Você já sabe que a potência elétrica de um equipamento depende da sua tensão de alimentação. Por isso, a primeira coisa a fazer é comprovar se esse valor está compatível com as especificações técnicas do equipamento. Assim, podemos descartar a possibilidade de que uma irregularidade no funcionamento do equipamento seja proveniente da rede elétrica.

Medindo, também, a corrente elétrica no circuito do equipamento, podemos comprovar se a potência por ele dissipada corresponde ao valor especificado pelo seu fabricante.

Caso o valor medido esteja abaixo daquele especificado pelo fabricante, o equipamento não produzirá o trabalho esperado. Nesse caso, devemos tomar as medidas necessárias para restabelecer seu pleno funcionamento.

A figura a seguir fornece um exemplo de medição da potência ativa de um forno elétrico monofásico ligado a uma rede de 127 V com a utilização de um alicate-ampérmetro. Essa medição é realizada em momentos diferentes, quando utilizamos o mesmo instrumento. Se dispusermos de dois instrumentos, ela poderá ser realizada simultaneamente.

ETAPA	GRANDEZA MEDIDA	VALOR MEDIDO
1	Corrente elétrica	13 A
2	Tensão elétrica	127 V

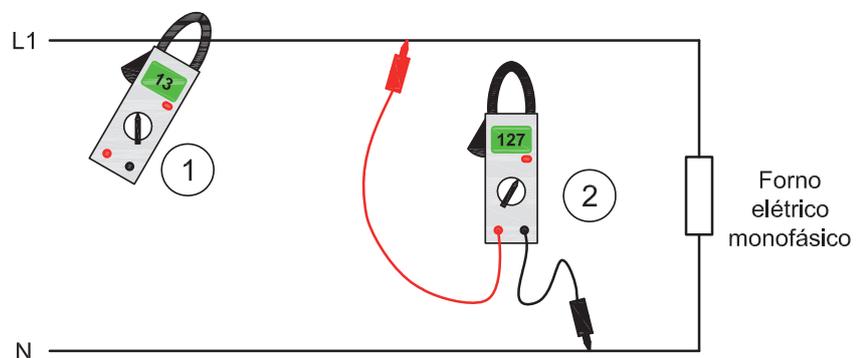


Figura 22 - Medição de potência em circuito resistivo monofásico por meio de alicate-ampérmetro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Com os valores obtidos de tensão e corrente elétrica, calcularemos a potência ativa em watts (W) desse equipamento.

$$P = 127 \text{ V} \times 13 \text{ A}$$

$$P = 1.651 \text{ W}$$

Podemos, ainda, realizar a medição da potência elétrica por meio de um alicate-wattímetro. Diferentemente de um wattímetro convencional, que mede somente a potência ativa, o alicate-wattímetro possibilita a medição das potências ativa, reativa e aparente; de energia, do fator de potência, além da medição de tensão e corrente elétrica. O resultado da medição aparece diretamente no mostrador do instrumento, de acordo com a grandeza selecionada.

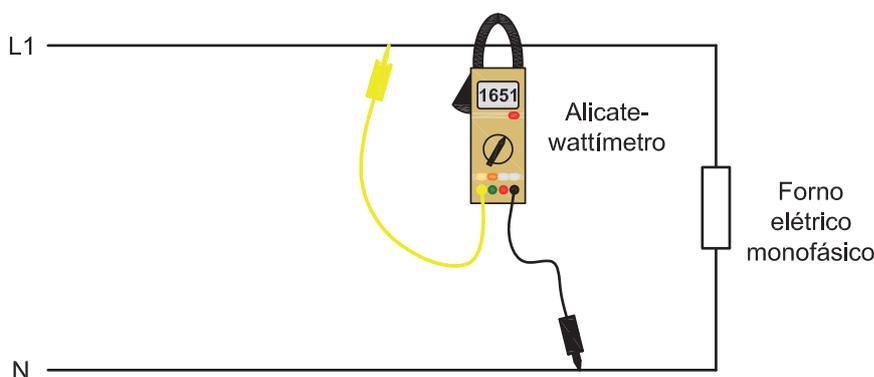


Figura 23 - Medição de potência em circuito resistivo monofásico por meio de alicate-wattímetro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

## 5.2.2 MEDIÇÃO DE POTÊNCIA EM REDE TRIFÁSICA DESEQUILIBRADA COM QUATRO CONDUTORES POR MEIO DE TRÊS WATTÍMETROS (SOMENTE PARA SISTEMAS LIGADOS EM ESTRELA)

A ligação de um wattímetro convencional ao circuito é feita simultaneamente em série e em paralelo, pois ele realiza o produto das grandezas tensão e corrente elétrica presentes no circuito para fornecer o resultado em watts.

A figura seguinte apresenta um método de medição de potência em uma rede elétrica trifásica com quatro condutores (L1, L2, L3 e N). Essa rede está alimentando um motor elétrico trifásico, que é uma carga equilibrada, e um aquecedor elétrico monofásico. Esse aquecedor é alimentado por um condutor de fase e o neutro, desequilibrando, assim, a rede elétrica.

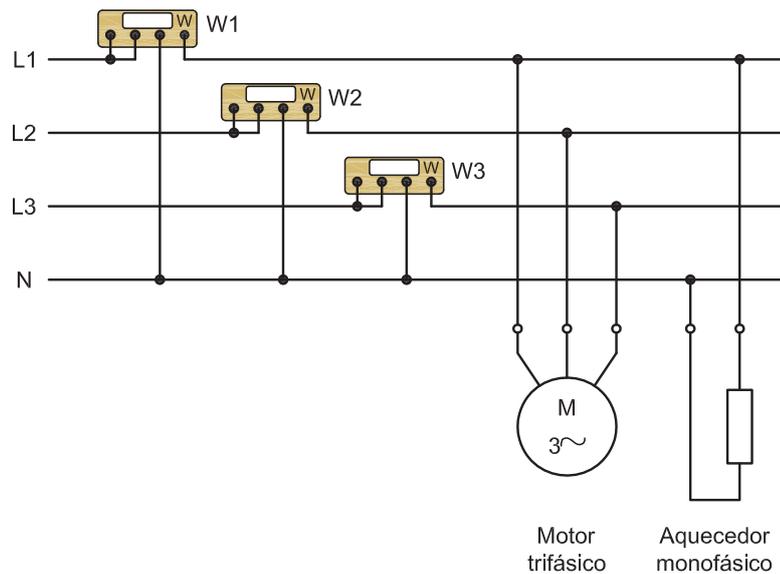


Figura 24 - Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de três wattímetros  
Fonte: SENAI-SP (2013)

A linha 1 apresentará uma corrente de **maior** intensidade do que as linhas 2 e 3 e, portanto, o wattímetro 1 apresentará um valor de potência **maior** do que os wattímetros 2 e 3. A potência total é dada pela somatória das potências individuais, registradas pelos três wattímetros, ou seja:  $P_T = P_{W1} + P_{W2} + P_{W3}$ .

### 5.2.3 MEDIÇÃO DE POTÊNCIA EM REDE TRIFÁSICA DESEQUILBRADA COM QUATRO CONDUTORES POR MEIO DE UM ALICATE-WATTÍMETRO

A figura a seguir apresenta o método de medição de potência em uma rede elétrica com quatro condutores (L1, L2, L3 e N).

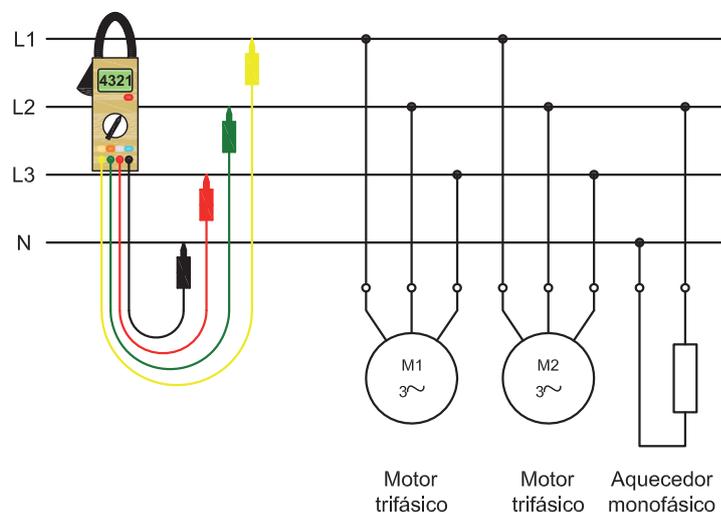


Figura 25 - Medição de potência em rede trifásica desequilibrada com quatro condutores por meio de um alicate-wattímetro  
Fonte: SENAI-SP (2013)

A medição da potência pode ser realizada em cada linha, bastando ajustar o botão seletor para cada medição. O equipamento registra as potências medidas individualmente e apresenta os resultados parciais e totais dessas medições.



**SAIBA  
MAIS**

O mercado oferece vários modelos de instrumentos de medição para atender às mais diversas aplicações. Consulte as especificações técnicas do instrumento antes de utilizá-lo.

#### 5.2.4 APLICAÇÕES DA MEDIÇÃO INDIRETA

As medições indiretas são realizadas quando os valores das grandezas a serem medidas não podem ser atendidos pelas faixas de leitura dos instrumentos de medição ou por questões de segurança, como ocorre em cabines primárias, nas quais não é possível a aproximação do profissional ao ponto no qual deverá ser realizada a medição.

Essas medições são feitas com o auxílio dos seguintes tipos de transformadores:

- transformador de potencial (TP);
- transformador de corrente (TC).

#### Transformador de potencial (TP)

O transformador de potencial (TP) é utilizado na medição indireta de tensão elétrica. Trata-se de um transformador abaixador de tensão, para aplicação específica na medição em sistemas elétricos de potência. Suas funções são de:

- abaixar a tensão do ponto de medição elétrico, adequando-a a um valor compatível com a faixa leitura do instrumento de medição;
- proporcionar um valor seguro de tensão para o profissional que irá realizar a leitura;
- permitir a leitura em um ponto distante do ponto de medição;
- A relação de transformação do TP (RTP) é dada pela divisão da tensão primária  $U_1$  (tensão alta) pela secundária  $U_2$  (tensão baixa), conforme mostrado a seguir:

$$RTP = \frac{U_1}{U_2}$$

Veja um exemplo de aplicação do TP em uma cabine primária com tensão de fornecimento de 13.800 V:

$$U = 13.800 \text{ V};$$

$$U = 115 \text{ V}.$$

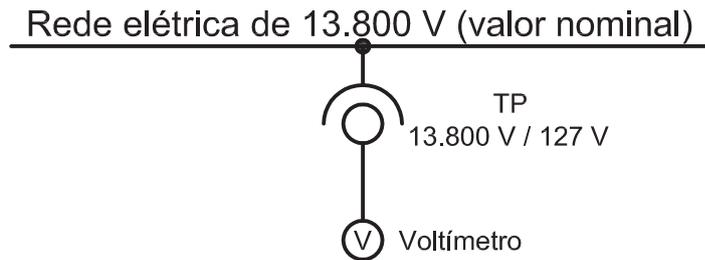


Figura 26 - Exemplo de aplicação de um transformador de potencial  
Fonte: SENAI-SP (2013)

A relação de transformação do TP será:

$$RTP = \frac{13.800 \text{ V}}{115 \text{ V}}$$

$$RTP = 120$$



### VOCÊ SABIA?

A norma NBR 6855 - **Transformadores de potencial indutivos** prescreve o valor de 115 V para a tensão no secundário dos transformadores de potencial, utilizados para medição de energia elétrica.

Para ter uma ideia melhor do uso da relação de transformação do TP, vamos supor que o valor medido no seu secundário seja de 112 V. Aplicando a relação de transformação (120), podemos calcular a tensão real de fornecimento da seguinte maneira:

$$U_1 = U_2 \times RTP$$

$$U_1 = 112 \text{ V} \times 120$$

$$U_1 = 13440 \text{ V}$$

Observe que, por meio de um TP, podemos medir, de maneira segura, o valor real da tensão da rede primária em um determinado momento.

Na prática, o voltímetro possui uma escala cujos valores já estão multiplicados pela RTP. Nesse caso, de 0 a 300 V, que é um valor comercial.

**VOCÊ SABIA?**

Nas linhas de alta-tensão das subestações elétricas, além da utilização dos TPs indutivos, são também adotados os TPs capacitivos, fabricados por meio de um conjunto de capacitores.

**Transformador de corrente (TC)**

Assim como o transformador de potencial (TP), o transformador de corrente (TC) também é aplicado na medição de sistemas elétricos de potência. Por ser um abaixador de corrente, o TC possibilita a medição de correntes primárias elevadas, transformando-as em valores secundários mais apropriados aos instrumentos de medição. As funções do TC são de:

- abaixar o valor da corrente primária no ponto de medição, adequando-o a um valor da corrente secundária à faixa de medição do instrumento de medição;
- proporcionar um valor seguro de corrente para o profissional que irá realizar a leitura;
- permitir a leitura em um ponto distante do ponto de medição.

A relação de transformação do TC (RTC) é dada pela divisão da corrente primária  $I_1$  (corrente alta) pela secundária  $I_2$  (corrente baixa), conforme mostrado a seguir:

$$RTC = \frac{I_1}{I_2}$$

**SAIBA MAIS**

Os TPs e os TCs são fabricados com vários valores de relação de transformação e de exatidão. Ao especificá-los, consulte o catálogo do fabricante para que a sua escolha atenda às necessidades do projeto.

Veja um exemplo de aplicação de um TP e de um TC em um quadro geral de baixa tensão (QGBT) que tem instalado na sua parte frontal um amperímetro e um voltímetro.

Características do QGBT:

- tensão de alimentação: 220 V trifásico;
- capacidade de corrente: 800 A.

**VOCÊ SABIA?**

A NBR 6856 - **Transformador de corrente** prescreve o valor de 5 A para a corrente elétrica no enrolamento secundário dos TCs utilizados em medições.

Construtivamente é inviável fabricar um amperímetro do tipo fixo de medição direta, com capacidade de 800 A para ser instalado no painel frontal do QGBT. A solução é a instalação de um amperímetro de menor capacidade, com medição indireta através de um TC, instalado no barramento de saída do disjuntor. Esse tipo de solução é muito utilizada em QGBTs.

O TC ideal para essa aplicação deverá ter relação de transformação de 800/5 A.

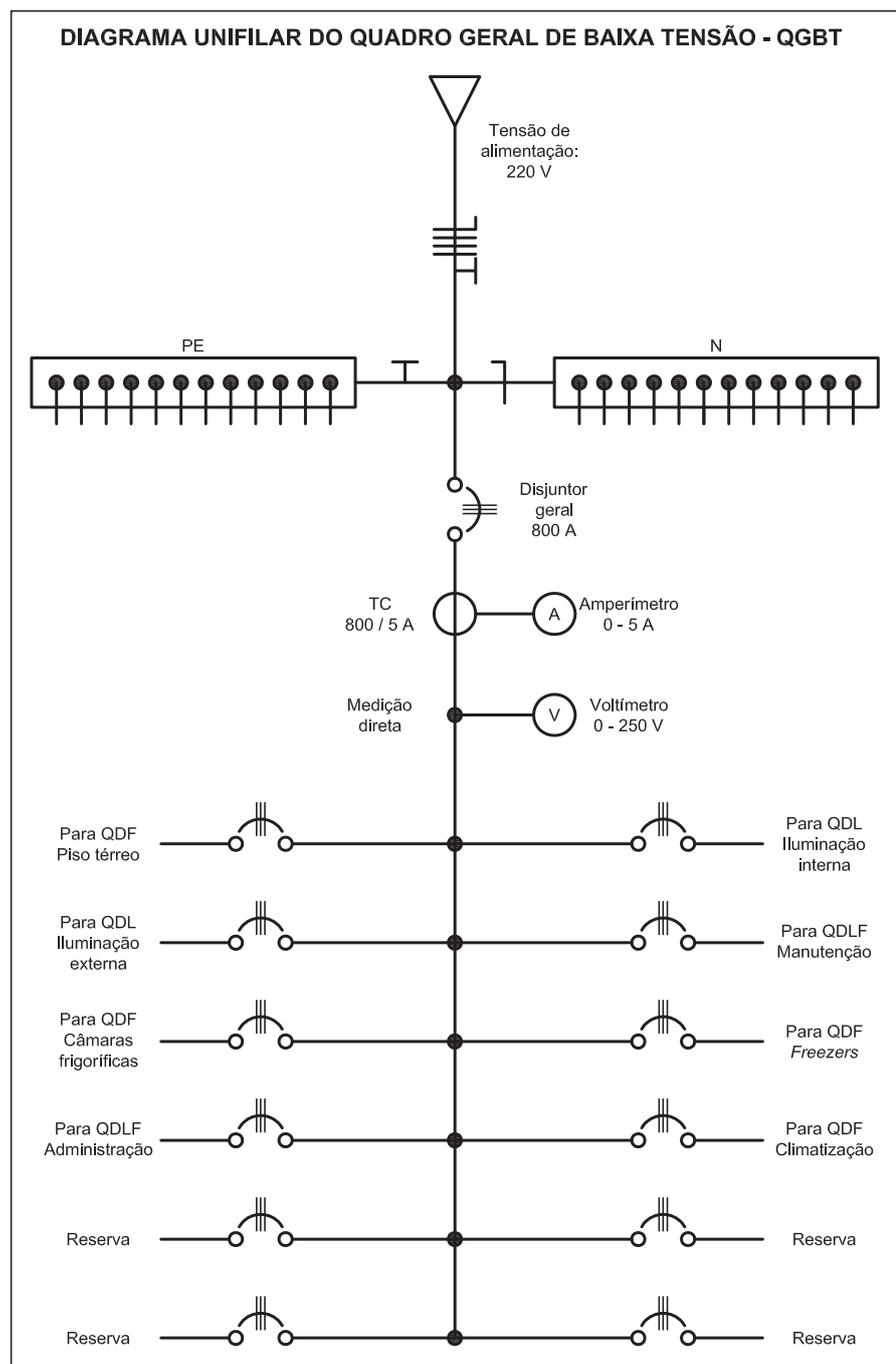


Figura 27 - Exemplo de aplicação de um TP e de um TC num quadro geral de baixa tensão (QGBT)  
Fonte: SENAI-SP (2013)

No exemplo anterior, foi apresentado o diagrama unifilar do QGBT de um supermercado. Vamos considerar que todos os disjuntores estão ligados e que pelo secundário do TC esteja circulando uma corrente de 3 A. Em primeiro lugar, devemos calcular a relação de transformação do TC:

$$RTC = \frac{800 \text{ A}}{5 \text{ A}}$$

$$RTC = 160$$

Agora, com o valor da relação de transformação do TC, podemos calcular o valor da corrente no barramento de saída do disjuntor:

$$I_1 = I_2 \times RTC$$

$$I_1 = 3 \times 160$$

$$I_1 = 480 \text{ A}$$

Observe que, por meio de um amperímetro com fundo de escala de 5 A e o uso de um TC, podemos medir uma corrente de 480 A. É uma maneira prática e segura de medição de correntes de grande intensidade. Na prática, o amperímetro possui uma escala cujos valores já estão multiplicados pela RTC. Nesse caso, de 0 a 800 A, que é um valor comercial.



### FIQUE ALERTA

Para evitar danos ao TC, devemos curto-circuitar o seu enrolamento secundário quando for necessário desligar o amperímetro.

Outro exemplo de aplicação de medição indireta, muito utilizada pelas empresas distribuidoras de energia elétrica, é na medição de energia elétrica (em kWh) em redes de média e alta-tensão.

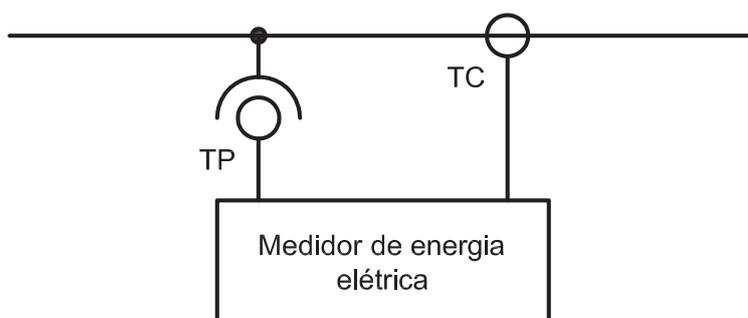


Figura 28 - Medição indireta de tensão e corrente em rede de média ou alta-tensão  
Fonte: SENAI-SP (2013)

**VOCE SABIA?**

Os transformadores para os instrumentos de medição (TPs e TCs) também são utilizados em sistemas de proteção elétrica.

Até este momento, você estudou neste capítulo as características das redes elétricas, suas medições e seu comportamento em condições ideais. Esses conhecimentos são de fundamental importância para que você possa realizar manutenções nos sistemas elétricos prediais, identificando possíveis defeitos que ocorrem de forma aleatória. Alguns desses defeitos serão apresentados a seguir.

### 5.3 LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS TÍPICOS EM SISTEMAS ELÉTRICOS PREDIAIS

Este é o momento ideal para você, como técnico eletroeletrônico, aplicar as ferramentas de diagnóstico estudadas no capítulo 4 deste livro. Para isso, você deverá:

- a) reunir o máximo possível de informações a respeito do sistema elétrico que é objeto da manutenção;
- b) utilizar instrumentos de medição e ferramentas adequados à situação apresentada;
- c) usar EPIs necessários ao desenvolvimento do trabalho.

#### 5.3.1 FALTA DE NEUTRO NO SISTEMA ELÉTRICO

Para comprovar o rompimento do condutor neutro no ramal de entrada, proceda da maneira seguinte.

- a) Desligue o disjuntor geral da caixa-padrão.
- b) Meça a tensão entre os condutores de fase nos bornes de entrada do disjuntor. O valor encontrado corresponderá ao da tensão de linha, ou seja, a tensão maior da rede secundária de distribuição.
- c) Após constatada a presença de tensão nesses pontos, meça a tensão entre cada um deles e o condutor neutro. O valor encontrado deverá corresponder ao da tensão de fase, ou seja, a tensão menor da rede secundária de distribuição. Caso não seja constatada a presença de tensão de fase, ou o valor encontrado é diferente do nominal, isso significa que o condutor neutro está interrompido. O procedimento a ser adotado será localizar o ponto

de interrupção, verificando a presença do neutro através da medição de tensão de fase em vários pontos do circuito e também através de inspeção visual. Caso seja constatada esta interrupção no ramal de entrada, informe o ocorrido à empresa distribuidora de energia elétrica, solicitando as providências necessárias ao reestabelecimento do sistema.

- d) Oriente o seu cliente a manter a instalação elétrica desligada para evitar danos nos equipamentos eletroeletrônicos enquanto o problema não for solucionado.

### 5.3.2 ROMPIMENTO DE UM DOS CONDUTORES DE FASE NO SISTEMA ELÉTRICO

Quando o sistema é alimentado por mais de um condutor de fase, este deve estar equilibrado, ou seja, devemos garantir que as cargas sejam distribuídas o mais uniformemente possível entre os condutores de fase. Assim, o rompimento de um dos condutores de fase provocará o funcionamento parcial do sistema elétrico. Para comprovar esse tipo de rompimento, proceda da maneira a seguir.

- a) Desligue o disjuntor geral da caixa-padrão.
- b) Meça a tensão entre os condutores de fase nos bornes de entrada do disjuntor. O valor encontrado corresponderá ao da tensão de linha, ou seja, a tensão maior da rede secundária de distribuição.
- c) Após constatada a presença de tensão nesses pontos, meça a tensão entre cada um deles e o condutor neutro. O valor encontrado deverá corresponder ao da tensão de fase, ou seja, a tensão menor da rede secundária de distribuição. Caso não seja constatada presença de tensão entre um desses condutores de fase e o condutor neutro, ficará caracterizado o rompimento desse condutor de fase. O procedimento a ser adotado será localizar o ponto de interrupção, verificando a presença da fase através da medição de tensão nominal do circuito em vários pontos do circuito e também através de inspeção visual. Caso seja constatada esta interrupção no ramal de entrada, informar o ocorrido à empresa distribuidora de energia elétrica, solicitando as providências necessárias ao reestabelecimento do sistema.
- d) Caso o fornecimento de energia seja feito em regime trifásico, oriente o seu cliente a manter os equipamentos trifásicos desligados para evitar danos enquanto o problema não for solucionado.

### 5.3.3 FUGA DE CORRENTE NO SISTEMA ELÉTRICO

Conforme é de seu conhecimento, as correntes de fuga são aquelas provenientes de circuitos ou equipamentos com isolamento deficiente, e os dispositivos DR são interruptores automáticos que interrompem os circuitos elétricos submetidos a fugas de corrente.

De acordo com a norma NBR 5410, a aplicação de dispositivos DR nos circuitos elétricos que atendam às áreas molhadas ou sujeitas a lavagens e às áreas externas da edificação pode ser feita de três formas. Veja a seguir.

#### Proteção geral

Adota-se um único dispositivo DR para todos os circuitos terminais. Essa aplicação é uma alternativa econômica, adotada por muitos projetistas. Porém, apresenta uma desvantagem: caso haja fuga de corrente em um dos circuitos terminais, todos os demais circuitos terminais serão desligados.

Para identificar no QDLF em qual dos circuitos terminais está ocorrendo a fuga de corrente, proceda da maneira seguinte.

- Desligue todos os disjuntores dos circuitos terminais.
- Religue o dispositivo DR.
- Mantenha o dispositivo DR ligado e, em seguida, ligue e desligue individualmente cada um dos disjuntores dos circuitos terminais.
- Caso um dos circuitos testados provoque o desligamento do dispositivo DR, mantenha desligado o disjuntor desse circuito e desconecte os equipamentos elétricos pertencentes a ele. Religue o circuito e verifique se o dispositivo DR voltará a desligar. Caso não desligue, o problema não estará nos condutores desse circuito, e, sim, em um ou mais equipamentos a ele ligados. Observe que, nesse caso, uma das possíveis causas, que era de baixa isolamento desse circuito, foi eliminada. Resta a seguir analisar individualmente os equipamentos pertencentes ao circuito. Ligue individualmente cada um dos equipamentos e observe qual ou quais deles provocará o desligamento do dispositivo DR. Providencie a manutenção do equipamento.
- Se após o desligamento de todos os equipamentos, o problema persistir, realize um teste de isolamento no circuito e providencie sua manutenção.

Se não ocorrer o desligamento do dispositivo DR após a conclusão dos testes de cada circuito terminal com os respectivos equipamentos, existe a possibilidade de que haja uma somatória das correntes individuais de fuga. A corrente de fuga pode estar sendo provocada pelos diversos equipamentos ligados ao circui-

to, ultrapassando o valor da corrente diferencial residual nominal do dispositivo. Nesse caso, poderá haver a necessidade da adoção de mais dispositivos DR no circuito para eliminar o problema. Lembre-se de que existe no mercado um alicate-amperímetro específico para medição de correntes de fuga.

### Por grupo de circuitos

Adota-se um dispositivo DR para cada grupo de circuitos, tais como de iluminação, de aquecimento de água e de tomadas. Essa aplicação é uma maneira alternativa à da proteção geral. Nela, o procedimento para identificação de corrente de fuga nos circuitos terminais torna-se facilitada pela quantidade reduzida de circuitos ligados a cada dispositivo DR. O procedimento a ser adotado para a localização da causa da fuga de corrente é o mesmo utilizado em instalações que possuem um dispositivo DR como proteção geral.

### Individualmente por circuitos

Adota-se um dispositivo DR por circuito. Nessa configuração, o defeito apresentado estará restrito a um circuito apenas, facilitando ainda mais sua localização.

## 5.3.4 CURTO-CIRCUITO NO SISTEMA ELÉTRICO

O curto-circuito é uma sobrecorrente ocasionada por uma baixa impedância na rede elétrica. Como você já sabe, a corrente de curto-circuito depende das características do transformador que alimenta a instalação e do comprimento dos cabos, compreendido entre esse transformador e o quadro de distribuição no qual os disjuntores estão instalados. Quanto mais longe o transformador estiver da instalação, menor será o valor da corrente de curto-circuito. Para localizar e eliminar esse tipo de defeito no circuito, proceda da maneira a seguir.

- a) Desconecte o equipamento elétrico do seu circuito terminal.
- b) Com o circuito desenergizado, meça sua continuidade entre os bornes de saída do disjuntor do circuito que está apresentando o defeito.
- c) Constatada a continuidade no circuito, o curto-circuito poderá estar ocorrendo de duas formas: ou nos condutores elétricos ou nos dispositivos do circuito, como interruptores, tomadas, receptáculos ou conectores.
- d) Para localizar o curto-circuito, desconecte um dispositivo por vez e realize a medição de continuidade entre os bornes de saída do disjuntor a cada desconexão.

- e) Realizadas as ações corretivas e com o circuito desenergizado, comprove o trabalho realizado medindo novamente a continuidade entre os bornes de saída do disjuntor do circuito terminal que apresentou o defeito.
- f) Após a eliminação do curto-circuito e antes da liberação do sistema elétrico, você deve realizar a medição da resistência de isolamento dos condutores elétricos do circuito terminal por meio do megômetro. Essa medição deve ser realizada com todos os aparelhos desconectados do circuito.



## CASOS E RELATOS

---

### **Levantamento de consumo de energia**

O Sr. Cláudio Carango, um empresário do ramo de autopeças, necessitava de informações a respeito do custo de produção de retrovisores para um determinado modelo de carro. Essa informação era fundamental para que ele decidisse sobre a viabilidade da reforma das máquinas operatrizes que compunham a linha de produção desse produto.

Para ajudar na sua decisão, o Sr. Carango solicitou ao seu técnico de manutenção, o jovem Edson Paulo, que fizesse um levantamento do consumo de energia no setor de fabricação desses retrovisores. Imediatamente o jovem técnico providenciou a compra de um medidor de energia e de três TCs.

O medidor de energia era do tipo trifásico digital, um instrumento modular de pequenas dimensões e apropriado para ser instalado em quadros elétricos. A utilização dos TCs era necessária para adequar o valor das correntes do circuito ao medidor. Em seguida, Edson instalou o equipamento e, em poucos dias, concluiu o levantamento do consumo de energia do setor e o entregou ao chefe.

Qual não foi a surpresa que o Sr. Carango teve ao saber que as máquinas desse setor, por serem muito antigas e de baixo rendimento, consumiam muita energia elétrica, fazendo com que o custo da produção dos retrovisores fosse demasiadamente elevado. Descobriu-se, também, que o preço cobrado pelo produto não cobria as despesas de produção. Imediatamente o Sr. Carango providenciou a reforma das máquinas.

Após concluída a reforma, o técnico elaborou um novo levantamento, no qual observou uma economia de 60% no consumo de energia do setor. Satisfeito com o resultado, o Sr. Carango solicitou ao técnico um levantamento do consumo de energia de cada um dos setores da empresa. Com isso, ele obteve informações mais precisas do custo de produção de toda a linha de produtos, o que tornou a empresa mais competitiva.



## RECAPITULANDO

Neste capítulo, você aprendeu sobre circuitos monofásicos e trifásicos e sobre a aplicação de técnicas de medição direta e indireta.

Também aprendeu que, por meio de instrumentos de medição específicos, você pode realizar um diagnóstico mais rápido, executando trabalhos com maior confiabilidade e reduzindo o tempo de parada do sistema elétrico.

Por fim, viu como localizar defeitos típicos em sistemas elétricos prediais.



# Execução da manutenção

## 6



Conforme já é de seu conhecimento, a principal finalidade da manutenção de um sistema elétrico é a de conservação das suas condições técnicas, funcionais e de segurança. A execução do serviço de manutenção requer o seguimento de procedimentos específicos, que garantam a segurança dos profissionais envolvidos nas intervenções e a confiabilidade dos trabalhos realizados.

Após estudar este capítulo, você deverá ser capaz de realizar esses procedimentos específicos, que são:

- a) testes de funcionamento de componentes de uma instalação elétrica;
- b) inspeção visual dos componentes de uma instalação elétrica;
- c) ensaios possíveis de componentes de uma instalação elétrica.

Não se esqueça de que, para realizar um bom trabalho de manutenção, você deverá ser capaz de fazer a localização e o diagnóstico correto do defeito. Para isso, é indispensável o uso das ferramentas de diagnóstico, assunto que você já estudou.

Bons estudos!

## 6.1 PROCEDIMENTOS DE TESTE, INSPEÇÃO, ENSAIOS E SUBSTITUIÇÃO DE COMPONENTES

Durante uma manutenção (preventiva ou corretiva), antes da substituição de um componente elétrico, você precisa se assegurar de que este realmente deva ser substituído. Isso é feito por meio de inspeção, testes e ensaio.

Porém, antes de iniciar a manutenção, você deve realizar procedimentos de desenergização dos circuitos atendendo às seguintes prescrições da NR 10:

- a) seccionar o circuito;
- b) impedir sua reenergização por meio de bloqueios mecânicos;
- c) constatar a ausência de tensão;
- d) instalar aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) proteger os elementos energizados existentes na zona controlada;
- f) instalar a sinalização de impedimento de reenergização.

A seguir, apresentaremos os procedimentos. Acompanhe!

### 6.1.1 MANUTENÇÃO DE PADRÃO DE ENTRADA (CENTRO DE MEDIÇÃO)

O padrão de entrada é um conjunto composto de: ramal de ligação da empresa de distribuidora de energia, ramal de entrada do consumidor, roldana e suporte para fixação do ramal de ligação, poste, bengala para o ramal de entrada, caixa-padrão, dispositivo de proteção, eletroduto de PVC para condutor de aterramento, condutor de aterramento, haste de aterramento, terminal para cabo de aterramento e caixa de inspeção de aterramento. Todos esses componentes devem estar instalados de modo a atender às normas técnicas da empresa local de fornecimento de energia

Veja, no quadro a seguir, os procedimentos de manutenção de um padrão de entrada.

**Quadro 5 - Procedimentos de manutenção de um padrão de entrada**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Ramais (de ligação e de entrada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fazer inspeção visual nos ramais, verificando a integridade dos pontos de conexão.</li> </ul>
Componentes metálicos (poste, caixa e acessórios de fixação)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar condições gerais dos componentes metálicos (pontos de ferrugem a serem eliminados, pintura deteriorada, parafusos e acessórios de fixação).</li> </ul>
Disjuntor geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constatar presença de tensão nos bornes (de entrada e de saída).</li> </ul>
Sistema de aterramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar condições gerais da caixa de inspeção de aterramento e dos pontos de conexão de aterramento da caixa-padrão e do eletrodo.</li> </ul>

**FIQUE ALERTA**

O dispositivo de lacre do compartimento do medidor de energia da caixa-padrão não pode ser violado, pois somente os funcionários da empresa de fornecimento de energia estão autorizados a realizar procedimentos de manutenção nesse local.

### 6.1.2 MANUTENÇÃO DE DISPOSITIVOS DE COMANDO, CONEXÃO, ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO

Os dispositivos de manobra, proteção, conexão, controle bem como os aparelhos elétricos são suscetíveis a falhas de funcionamento. Dada a importância destes na instalação, merecem atenção especial durante os procedimentos de manutenção tanto preventiva como corretiva.

No capítulo anterior, você estudou os testes e os tipos de defeitos que alguns desses componentes (interruptor e disjuntor, por exemplo) podem apresentar. A seguir, indicaremos procedimentos de manutenção de mais alguns componentes presentes em instalações prediais. Acompanhe.

## Tomadas

Conforme é de seu conhecimento, as conexões entre os aparelhos elétricos portáteis e a rede elétrica são realizadas por meio de plugues e tomadas. O desgaste desses dispositivos é resultado da corrente que circula por eles e de sua elevada utilização. Também é de seu conhecimento que as conexões deficientes podem ocasionar queda de tensão, aquecimento e instabilidade na rede elétrica. Constatado o defeito, devemos efetuar a troca dos dispositivos. Veja, no quadro a seguir, os procedimentos de teste de uma tomada.

**Quadro 6 - Procedimentos de teste de uma tomada**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Pressão de contato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se a pressão de contato nos polos da tomada é suficiente para manter conexão com o plugue nela inserido.</li> </ul>
Bornes de ligação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar conexão do condutor com borne de ligação da tomada.</li> </ul>
Sinais de aquecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se a tomada apresenta sinais de deformação por aquecimento resultante de sobrecarga ou mau contato.</li> </ul>
Tensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constatar presença de tensão nos polos da tomada.</li> </ul>

## Dimmer

Por ser um dispositivo que modifica a forma de onda sobre uma carga, a medição confiável do valor da tensão de saída de um *dimmer* deve ser realizada por meio de um multímetro TRUE RMS. Esse tipo de instrumento deve ser utilizado na medição de grandezas de circuitos não lineares, como é o caso de cargas contendo componentes semicondutores. Veja isso no quadro a seguir.

**Quadro 7 - Procedimentos de teste de um *dimmer***

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Tensão de saída	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir a variação da tensão entre o terminal de saída do <i>dimmer</i> e o outro condutor vivo, que pode ser de fase ou neutro, dependendo das características da rede e do dispositivo (monofásico/bifásico). Essa variação de tensão deve ser proporcional à variação do controle do <i>dimmer</i>. Caso ela não ocorra, substituir o dispositivo.</li> </ul>

## Circuitos de iluminação

Um sistema de iluminação eficiente envolve diversos fatores a serem considerados, tais como:

- a) dimensões do local, incluindo a altura do plano de trabalho até a luminária;
- b) coeficientes de reflexão das cores do ambiente: teto, parede e piso;
- c) tipo de atividade desenvolvida no local;
- d) tipo de lâmpada e luminária a serem utilizadas;
- e) frequência de manutenção das luminárias, entre outros.

Portanto, no momento de realizar a manutenção, temos que considerar as peculiaridades do sistema de iluminação.

Para atender aos projetos luminotécnicos, existem os seguintes tipos de lâmpadas disponíveis no mercado:

- a) de filamento metálico: incandescente e halógena;
- b) de descarga: fluorescente, a vapor de mercúrio, a vapor de sódio e a multi-vapor metálico;
- c) de LED.

As **lâmpadas de filamento metálico** não necessitam de dispositivos elétricos auxiliares de partida (ligação), exceto alguns modelos que trabalham com tensão de alimentação menor do que a tensão da rede elétrica, necessitando, assim, de transformador para adequar a tensão.

Já as **lâmpadas de descarga** utilizam, de um modo geral, reatores e ignitores para a partida.

As **lâmpadas de LED** necessitam de fonte própria de alimentação, porém apresentam algumas características técnicas (durabilidade, economia) que tornam a sua aplicação vantajosa comparada a outros tipos de lâmpadas, apesar do custo atualmente ainda ser alto.

Todo sistema elétrico necessita de manutenção e com a iluminação não seria diferente. O planejamento da manutenção das luminárias e a previsão de compra das lâmpadas dependem de dados, como a quantidade de horas que as luminárias permanecem ligadas. Os catálogos técnicos, fornecidos pelos fabricantes, informam a vida útil em horas de cada tipo de lâmpada.

Outros fatores também devem ser considerados na manutenção de uma luminária: a limpeza da lâmpada e do refletor, o envelhecimento do material plástico do difusor da luminária – que vai amarelando com o tempo de uso – e o estado dos acessórios (receptáculo, reator, ignitor e capacitor).

A manutenção de uma luminária deve ser realizada de acordo com as características do local da instalação. Também é de grande importância a inspeção visual periódica com a finalidade de detectar problemas de funcionamento.

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 prescreve sobre a Iluminação de ambientes de trabalho. Ela é a referência nos projetos luminotécnicos. Nas manutenções programadas e inspeções visuais periódicas, é oportuno medir a iluminância dos locais para constatar o desempenho das luminárias e a conformidade com os parâmetros do projeto. O luxímetro é o instrumento utilizado para esse fim.

Os problemas mais comuns que ocorrem em lâmpadas são apresentados no quadro a seguir.

**Quadro 8 - Problemas mais comuns que ocorrem em lâmpadas**

TIPO DE LÂMPADA	PROBLEMAS MAIS COMUNS
Incandescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulbo enegrecido motivado pelo fim de vida útil da lâmpada.</li> <li>• Rompimento do filamento causado por tensão excessiva ou vibração mecânica.</li> </ul>
Halógena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompimento do filamento causado por tensão excessiva ou vibração mecânica.</li> <li>• Queima provocada por manipulação da lâmpada sem qualquer proteção ao toque no bulbo.</li> <li>• Transformador com defeito.</li> </ul>
Fluorescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisca ou apaga: a lâmpada está no fim da vida útil.</li> <li>• Não acende: filamento interrompido, soquete com mau contato ou reator com defeito.</li> <li>• Dificuldade para acender: reator com defeito, temperatura ambiente muito baixa ou tensão da rede muito baixa.</li> <li>• Fluxo luminoso diminuiu sensivelmente: esgotamento da lâmpada pelo fim da vida útil, reator com defeito ou tensão baixa.</li> <li>• Extremidades da lâmpada enegrecidas: esgotamento da lâmpada pelo fim da vida útil ou reator com defeito.</li> </ul>
A vapor de mercúrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxo luminoso diminuiu sensivelmente: esgotamento da lâmpada pelo fim da vida útil, reator com defeito ou tensão baixa.</li> <li>• Trinca no bulbo: choque térmico ou vibrações mecânicas.</li> </ul>
A vapor de sódio e a multivapores metálicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxo luminoso diminuiu sensivelmente: esgotamento da lâmpada pelo fim da vida útil, reator com defeito, ignitor com defeito ou tensão baixa.</li> <li>• Trinca no bulbo: choque térmico ou vibrações mecânicas.</li> </ul>

Em todas as situações contempladas no quadro apresentado anteriormente, o componente deve ser substituído, seja ele a lâmpada, seja qualquer um dos acessórios da luminária.

### Sistema de circuitos auxiliares de sinalização

Os circuitos auxiliares de sinalização fazem parte do conjunto de segurança de edifícios em que há grande circulação de pessoas. Eles compreendem tanto sinalização interna (luz de emergência e indicadores de rotas de fuga e/ou saídas de emergência) como externa (sinalização de topo de edifícios e de entrada e saída de veículos). Vamos apresentá-los a seguir.

- a) **Sinalização de topo de edifício:** a presença de obstáculos que colocam em risco a navegação aérea deve ser indicada por luzes de obstáculo, conforme previsto na Portaria nº 1.141/GM5, do Ministério da Aeronáutica. Portanto, a manutenção desse dispositivo representa uma segurança, tanto para o edifício quanto para o tráfego aéreo de aeronaves de pequeno porte.
- b) **Sinalização de entrada e saída de veículos:** os sinalizadores visuais de entrada e saída de veículos automotores devem ser instalados em garagens coletivas, estacionamentos e oficinas, podendo ser associados à sinalização sonora no momento da saída dos veículos. A aplicação deve atender à legislação municipal. Verifique como testar esses equipamentos no quadro 9.
- c) **Sinalização de emergência:** a sinalização de emergência tem como principal finalidade facilitar o abandono seguro de uma edificação em situações que coloquem em risco a vida dos usuários. A aplicação deve estar de acordo com as seguintes normas: NBR 13434-1, NBR 13434-2 e NBR 13434-3.
- d) **Balizador para rota de fuga:** é um aparelho de sinalização visual utilizado para demarcação de rotas de fuga em situações de emergência. Esse aparelho é composto de lâmpadas de LED, bateria e circuito eletrônico que fornece a corrente necessária para o funcionamento permanente das lâmpadas e a manutenção da capacidade nominal da bateria. Na ocorrência de falta de energia, o aparelho permanece ligado, alimentado por sua bateria. Veja como testar esses equipamentos no quadro seguinte.

### Quadro 9 - Procedimentos de teste de sinalizador de topo de edifício, de entrada e saída de veículos, de emergência e balizador para rota de fuga

EQUIPAMENTO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinalizador de topo de edifício</li> <li>• Sinalizador de entrada e saída de veículos</li> <li>• Sinalizador de emergência</li> <li>• Balizador para rota de fuga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constatar presença de tensão nos bornes de entrada do disjuntor, comprovando se o valor da tensão é compatível com o determinado pelo fabricante.</li> <li>• Constatar presença de tensão nos bornes de saída do disjuntor.</li> <li>• Acessar local onde o equipamento está instalado e medir tensão nos bornes de alimentação. Constatada a presença de tensão, testar a lâmpada. Caso não seja constatada a presença de tensão, verificar continuidade elétrica dos condutores do circuito.</li> <li>• Avaliar se existem trincas nas lentes, infiltração de água ou oxidações no aparelho.</li> <li>• Verificar se as partes metálicas das lâmpadas e dos receptáculos e as conexões elétricas estão oxidadas.</li> <li>• Limpar lâmpadas e lentes com um pano macio e o interior do aparelho com um pincel seco.</li> <li>• Abrir aparelho e verificar integridade das conexões elétricas.</li> <li>• Certificar-se de que o aparelho esteja funcionando adequadamente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinalizador de emergência</li> <li>• Balizador para rota de fuga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar estado da bateria.</li> </ul>



#### FIQUE ALERTA

Antes de iniciar trabalhos em altura, como pode ocorrer no serviço de manutenção, consulte a NR 35, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que especifica procedimentos para trabalho em altura.

### 6.1.3 MANUTENÇÃO DE COMPONENTES E CIRCUITOS DE PROTEÇÃO ELÉTRICA

Você já aprendeu que as instalações elétricas prediais dispõem de dispositivos e circuitos que as protegem. A seguir, você estudará como fazer a manutenção de cada um deles.

#### Dispositivo DR

Os dispositivos DR possuem um botão de teste que permite a verificação de seu funcionamento, facilitando e agilizando os trabalhos de manutenção. Ao pressioná-lo, um circuito interno do dispositivo simula uma fuga de corrente. Veja como realizar esse teste no quadro a seguir.

**Quadro 10 - Procedimentos de teste de um dispositivo DR**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Continuidade elétrica	Testar continuidade entre bornes de entrada e saída do dispositivo. Substituir dispositivo caso este não apresente continuidade.
Desarme	Pressionar o botão de teste e verificar se dispositivo desarmou. Se não desarmar, o dispositivo deverá ser substituído.

Além desses testes, verifique a periodicidade do funcionamento do dispositivo DR de acordo com as recomendações do fabricante e em todas as intervenções de manutenção.

### Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

Como você já aprendeu, um DPS é utilizado para limitar as sobretensões e descarregar os surtos de correntes originados por descargas atmosféricas ou chaveamentos na rede de distribuição de energia elétrica. Veja como testá-lo no quadro seguinte.

**Quadro 11 - Procedimento de teste de um dispositivo de proteção contra surtos (DPS)**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Integridade do dispositivo	Verificar, visualmente, o estado do indicador instalado no próprio dispositivo.

É importante, também, **analisar** as condições do indicador de funcionamento do DPS de acordo com a incidência de descargas atmosféricas, nas intervenções de manutenção e após a ocorrência de uma descarga atmosférica.



#### VOCÊ SABIA?

Conforme previsto na NBR 5410, o DPS pode ser desconnectado para a medição de resistência de isolamento da instalação, caso seja incompatível com a tensão de ensaio adotada. Isso exclui os DPSs incorporados a tomadas de corrente e conectados ao sistema de aterramento da instalação, que devem suportar tal ensaio.

## Aterramento, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e equipotencialização

Você já estudou quais são os esquemas de um sistema de aterramento e o que é equipotencialização. Agora você vai saber o que é um SPDA.

De acordo com a NBR 5419, um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, também chamado de SPDA, é um sistema destinado a proteger edificações e estruturas contra a incidência direta dos raios. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.

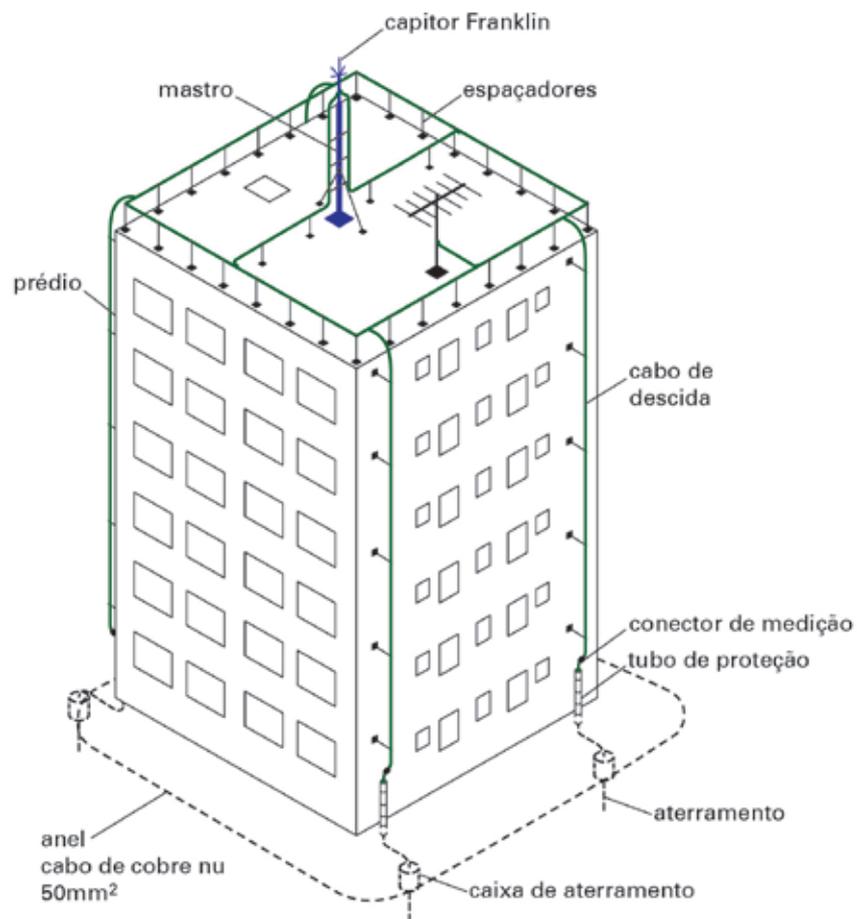


Figura 29 - Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)  
Fonte: SENAI-SP (2013)

O sistema externo é composto basicamente de captadores, condutores de descida e eletrodos de aterramento. Os captadores são os elementos instalados nos pontos mais altos da edificação, que recebem a descarga atmosférica, conduzindo-a aos eletrodos de aterramento por meio dos condutores de descida.

O sistema interno é formado por dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica segundo o volume (estrutura) a proteger. O DPS é um exemplo de dispositivo utilizado no sistema interno.

Assim como os demais elementos de um sistema elétrico predial, o SPDA também deve ser submetido a procedimentos de manutenção. Para que o SPDA seja eficiente, todos os seus elementos devem estar em perfeitas condições. A periodicidade das inspeções é prevista no item 6.3 da NBR 5419. Veja, no quadro a seguir, os procedimentos de teste desse sistema.

#### Quadro 12 - Procedimentos de teste de aterramento, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e equipotencialização

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condutores</li> <li>• Captores</li> <li>• Mastro</li> <li>• Elementos de fixação</li> <li>• Sistemas de aterramento</li> <li>• Conectores</li> <li>• Caixa para alojamento da conexão de medição</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se as conexões existentes entre condutores, capttores e eletrodos de aterramento estão livres de corrosões</li> <li>• Analisar se o mastro está firmemente fixado.</li> <li>• Verificar integridade de espaçadores, condutores de descida, eletrodos de aterramento e ligações equipotenciais.</li> <li>• Fazer medições de resistência de aterramento.</li> </ul>



**SAIBA  
MAIS**

O item 10.2.4 da NR 10 prescreve a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e aterramentos elétricos.

### 6.1.4 MANUTENÇÃO DE DISPOSITIVOS ELETROELETRÔNICOS PRESENTES EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PEDIAIS

Como você já aprendeu ao estudar instalações prediais, os edifícios – sejam eles industriais, sejam comerciais, sejam residenciais – têm um número cada vez maior de circuitos comandados por dispositivos eletroeletrônicos, como sensores de presença e relés. Por isso, como um mantenedor de instalações prediais, você deve se preparar para fazer os reparos necessários para manter os circuitos em pleno funcionamento.

Veja a seguir como proceder na manutenção de circuitos que contenham sensores de presença, relés e programador-horário.

## Sensor de presença

O sensor de presença é amplamente empregado nas instalações elétricas prediais para o acionamento automático dos mais diversos equipamentos, tais como: lâmpadas, portas automáticas, sistemas de alarme. Esse sensor também pode ser submetido à intervenção de manutenção. Veja os procedimentos de teste e manutenção de um sensor de presença no quadro seguinte.

**Quadro 13 - Procedimentos de teste e manutenção de sensor de presença**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensão (de entrada e saída)</li> <li>• Ajuste de sensibilidade e alcance</li> <li>• Tempo que permanece ligado após o último movimento detectado</li> <li>• Compatibilidade das características técnicas com o local onde está instalado (ângulos de detecção)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se a tensão de alimentação é compatível com a especificada pelo fabricante.</li> <li>• Avaliar se a lente do visor do sensor necessita de limpeza, pois a sujeira pode impedir a passagem da radiação infravermelha para o circuito receptor. Limpar a lente com um pano macio, se necessário.</li> <li>• De posse do manual do fabricante, verificar quais são os ajustes que podem ser realizados no sensor: alcance, sensibilidade à luz e tempo de atuação.</li> <li>• Após a realização dos ajustes, constatar se o sensor está funcionando medindo a tensão nos terminais de saída. Caso não esteja funcionando, providenciar manutenção ou substituição.</li> <li>• Constatada tensão nos terminais de saída do sensor, verificar se há tensão nos terminais de alimentação da carga.</li> <li>• Constatada tensão nos terminais de alimentação da carga, esta deve ser testada para comprovar o funcionamento.</li> </ul>

## Relé

Como você já sabe, os relés são dispositivos de comandos elétricos amplamente empregados em instalações elétricas prediais, pois facilitam o acionamento de equipamentos elétricos. Veja, no quadro a seguir, como testar um relé.

**Quadro 14 - Procedimentos de teste de um relé**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência e continuidade elétrica da bobina</li> <li>Continuidade elétrica dos contatos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir resistência elétrica da bobina conectando as pontas de prova do multímetro nos terminais (A1 e A2). Se o valor medido for muito próximo de zero ohm, as espiras da bobina encontram-se curto-circuitadas. Se a bobina não apresentar continuidade elétrica (resistência infinita), pode estar interrompida.</li> <li>Após medir a resistência elétrica, energizar bobina para que os contatos sejam comutados.</li> <li>Constatar continuidade elétrica dos contatos: contatos com função NA (normalmente aberto) se fecharão e contatos com função NF (normalmente fechado) serão abertos após a energização da bobina do relé.</li> <li>Caso a bobina esteja curto-circuitada ou interrompida ou os contatos não estiverem comutando ou não estiverem apresentando continuidade, fazer manutenção ou substituição.</li> </ul>

### Programador-horário

Um programador-horário tem como função o acionamento programado de um equipamento. Sua aplicação é muito comum em instalações elétricas prediais em geral. Verifique como testar um programador-horário no quadro seguinte.

**Quadro 15 - Procedimentos de teste de um programador-horário**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensão de alimentação</li> <li>Comutação dos contatos do relé</li> <li>Resposta à programação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constatar presença de tensão elétrica nos terminais de alimentação do programador, comprovando se o valor da tensão é compatível com o determinado pelo fabricante.</li> <li>Certificar-se do funcionamento do dispositivo simulando uma programação.</li> <li>Identificar bornes dos contatos do relé: comum (C), normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF). A atuação do relé deve ocorrer no horário programado. Utilizando um multímetro, fazer teste de continuidade elétrica nesses contatos para verificar a alteração de estado.</li> </ul>

## Relé programável

O relé programável é um equipamento utilizado em pequenos circuitos de automação predial ou industrial que substitui com vantagens alguns dos dispositivos desses circuitos, tais como contatores auxiliares, contadores e relés temporizadores. Verifique como testar um relé programável no quadro a seguir.

**Quadro 16 - Procedimentos de teste de um relé programável**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensão de alimentação</li> <li>• Comutação dos contatos do relé</li> <li>• Resposta à programação</li> <li>• Funcionamento do <i>display</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constatar presença de tensão elétrica nos terminais de alimentação do relé programável, comprovando se o valor da tensão é compatível com o determinado pelo fabricante.</li> <li>• Certificar-se do funcionamento do dispositivo simulando uma programação.</li> <li>• Identificar bornes dos contatos do relé: comum (C), normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF).</li> <li>• A atuação do relé deve ocorrer de acordo com a programação nele realizada. Utilizando um multímetro, fazer teste de continuidade elétrica nos contatos para verificar a alteração de estado.</li> <li>• Verificar funcionamento da Interface Homem-Máquina (IHM).</li> </ul>

## 6.2 ROTEIRO DE AJUSTES DE PORTAS AUTOMÁTICAS

A porta automática é um equipamento muito utilizado nos locais com grande circulação de pessoas, como é o caso de supermercados, *shoppings* e hospitais.

O controle de abertura e fechamento é feito por uma placa eletrônica micro-processada. Essa placa recebe um sinal elétrico proveniente de dispositivos de acionamento, que podem ser detectores (sensor de micro-ondas ou de presença infravermelho), botões de comando ou controladores de acesso. Ao receber o sinal de um dispositivo de acionamento, a placa eletrônica controla o acionamento de um motor que movimenta o mecanismo da porta. Os dispositivos de acionamento são alimentados por fonte de tensão contínua (CC).

No quadro seguinte, você verá as rotinas de ajustes de portas automáticas.

**Quadro 17 - Rotinas de ajustes de portas automáticas**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
Tensão	Medir tensão: <ul style="list-style-type: none"> <li>• da placa eletrônica;</li> <li>• de alimentação do motor;</li> <li>• de alimentação e de saída dos dispositivos de acionamento.</li> </ul>
Condições gerais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar condições gerais do motor.</li> <li>• A regulagem do equipamento é feita de maneira automática, pela placa eletrônica.</li> </ul>

### 6.3 MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ALARME E CONTROLE DE ACESSO

Em sua vida profissional, você poderá trabalhar em empresas que instalem e façam a manutenção de sistemas de alarme e de controle de acesso de pessoas a qualquer tipo de edifício. Você estudará isso a seguir.

Vamos começar pelos sistemas de alarme.

#### 6.3.1 ALARME PATRIMONIAL E DE INCÊNDIO

No livro **Instalação de Sistemas Elétricos Prediais**, você conheceu as centrais de alarme. Agora você vai estudar a manutenção desses sistemas. São sistemas que precisam funcionar em qualquer circunstância e sob qualquer condição. Por isso, a bateria é o item mais importante deles, já que é uma fonte de energia quando o fornecimento de energia elétrica é interrompido por qualquer motivo. É por ela que começaremos.

#### Baterias para centrais de alarme

As baterias utilizadas em centrais de alarme são do tipo seladas, ou seja, não sujeitas a manutenções internas. As características de uma bateria podem ser verificadas no seu rótulo, como mostrado a seguir.



Figura 30 - Rótulo de bateria para centrais de alarme  
Fonte: SENAI-SP (2013)

As baterias dos sistemas de alarme apresentam características técnicas imprescindíveis para seu bom funcionamento, explicadas a seguir.

### Capacidade de carga, em ampère-hora (Ah)

Embora não seja uma unidade de medida direta de energia, o ampère-hora é uma unidade muito utilizada em medidas associadas a processos eletroquímicos. Representa a quantidade de energia que uma fonte pode fornecer em um dado período.

A capacidade de uma bateria desse porte é, geralmente, definida por um período de funcionamento de 20 horas (regime de descarga de 20 horas ou C20), ou seja, uma bateria com capacidade de 7 Ah deve fornecer 0,35 A durante um período de 20 horas:

$$\frac{7 \text{ Ah}}{20 \text{ h}} = 0,35 \text{ A}$$

### Tensão em regime de flutuação

A tensão em regime de flutuação é o valor da faixa de tensão que deve ser aplicada aos terminais de uma bateria para assegurar que ela se mantenha totalmente carregada.

O regime de flutuação é caracterizado quando o equipamento é alimentado pela energia proveniente da rede elétrica, já que a bateria funciona como uma fonte de energia de prontidão. Isso quer dizer que a bateria é solicitada apenas em caso de falta de fornecimento de energia da rede elétrica. Assim, a bateria permanece em regime de flutuação e consome apenas a energia que perde naturalmente por autodescarga. Isso quer dizer que a bateria deve ser dimensionada de modo a atender as eventualidades do sistema.

### Tensão em regime cíclico

A tensão de regime cíclico representa o valor da faixa de tensão que deve ser fornecida pela bateria quando esta representa a fonte principal de energia de um equipamento, como é o caso de cadeira de rodas, carrinho de golfe, aparelhos portáteis, carrinhos de brinquedo, sistemas de energia solar e eólica etc. O regime cíclico é caracterizado pela maior utilização e, por consequência, maior desgaste da bateria.

### Corrente inicial máxima

A corrente inicial máxima é o valor da corrente elétrica aplicada para a recarga de uma bateria totalmente descarregada. Ao longo do processo de carga, essa corrente decresce à medida que se carrega.



#### VOCÊ SABIA?

Uma bateria totalmente descarregada é aquela que chegou à tensão de corte, normalmente na ordem de 10,5 V para baterias de 12 V nominais.

### Testes para avaliação de uma bateria de central de alarme

O primeiro teste deve ser realizado com um multímetro, com a bateria conectada à fonte de alimentação da central. O valor medido da tensão deve estar dentro da faixa de tensão em regime de flutuação especificado. A seguir, o circuito deve ser desligado e a bateria desconectada da fonte de alimentação. Após cerca de quatro horas, a tensão da bateria (denominada nessa condição de tensão de circuito aberto) deve ser medida. Para uma bateria em boas condições e carregada, esse valor deve ser da ordem de 13 V. Se a tensão cair abaixo de 12,5 V, a bateria pode estar descarregada ou mesmo danificada. Se o processo de carga tiver sido eficiente e completo, existe o indício de dano na bateria.

A condição ideal para um teste confiável nesse tipo de bateria é obtida em um laboratório, de posse de dados técnicos fornecidos pelo fabricante, o que pode inviabilizar o ensaio de campo.

### <sup>1</sup> REOSTATO

Tipo de resistor variável utilizado para o controle de corrente ou tensão em um circuito elétrico.

Por isso, apresentaremos neste livro um teste mais simples e prático, que consiste em submeter a bateria a uma descarga rápida (com duração de 10 minutos). Durante essa descarga, a tensão da bateria deve ser continuamente monitorada com a utilização de um multímetro, e esse valor deve ser de no mínimo 10,5 V. Para esse teste, adotamos o fator 2 aplicado à capacidade de carga da bateria, em ampère-hora, obtendo, assim, o valor aproximado da corrente de descarga. Desse modo, para uma bateria com capacidade de 7 Ah, o valor da corrente de descarga deve ser de aproximadamente 14 A. Para isso, devemos conectar aos terminais da bateria um reostato cuja resistência deve ser ajustada para aproximadamente 0,85  $\Omega$ .

$$\frac{12 \text{ V}}{14 \text{ A}} \cong 0,85 \Omega$$

Assim, a potência dissipada por esse reostato é de aproximadamente 167 W.

$$0,85 \Omega \times (14 \text{ A})^2 \cong 167 \text{ W}$$

Para uma bateria com capacidade de 9 Ah, o valor da corrente de descarga deve ser de aproximadamente 18 A, e assim por diante.



#### **FIQUE ALERTA**

Utilize um reostato adequado, cuja potência nominal seja igual ou superior àquela calculada para o teste. Lembre-se de que haverá dissipação de calor no resistor e tome as medidas necessárias para não se queimar ou provocar incêndio no local do ensaio.

Após realizado o ensaio, reinstale a bateria tomando cuidado para não inverter a polaridade no momento da conexão elétrica e ligue circuito de alimentação da central.

### Procedimentos de manutenção dos sistemas de detecção e alarmes de incêndios

A manutenção preventiva e corretiva dos sistemas de detecção e alarme de incêndios é prevista na NBR 17240. Essa norma prevê a apresentação de um relatório de manutenção assinado pelo executante, registrando condições de funcionamento do sistema, data e hora em que foi realizado o serviço bem como prazo de garantia. A manutenção preventiva tem a função de garantir a funcionalidade do sistema, tornando conhecidas suas falhas ou restrições, de modo que se possam realizar rapidamente as correções necessárias. Todas as correções ou alterações de projeto devem ser registradas no relatório, que deve atestar o perfeito funcionamento do sistema.

Alguns dos procedimentos de manutenção desse tipo de sistema são listados a seguir.

- a) Medição da corrente elétrica dos sistemas em cada laço, alarme e comandos, comparando os valores obtidos com os registrados na manutenção anterior.
- b) Verificação da supervisão em cada laço, alarme e comandos.
- c) Inspeção visual de todo o sistema.
- d) Verificação do estado e da carga das baterias.
- e) Medição da tensão da fonte de alimentação da central.
- f) Ensaio funcional dos detectores. Esse ensaio poderá ser realizado por amostragem, desde que sejam ensaiados, a cada três meses, no mínimo 25% do total de detectores e que, no período de um ano, todos os detectores instalados sejam ensaiados.
- g) Ensaio funcional de todos os acionadores manuais e avisadores do sistema, a cada três meses.
- h) Ensaio funcional, a cada três meses, de todos os comandos, incluindo os de sistemas automáticos de combate a incêndio.
- i) Limpeza dos componentes do sistema a cada procedimento de manutenção, caso haja necessidade.



**VOCÊ SABIA?**

Consulte a NBR 17240 para conhecer os demais procedimentos de ensaio e manutenção de um sistema de alarme de incêndio.

### 6.3.2 CONTROLE DE ACESSO

Atualmente existem diversas soluções em controle eletrônico de acesso físico que, aliadas ao monitoramento por circuito fechado de TV (CFTV), representam um dos meios mais eficazes de controle da segurança patrimonial.

Trata-se de um controle que pode ser realizado, por exemplo, por meio de teclados, cartões magnéticos, *tags* (etiquetas), leitores biométricos etc. Para as aplicações mais simples, como a de abertura de uma porta, existem os equipamentos de controle de acesso local.

Quando utilizados em conjunto com computadores ou controladoras de acesso, esses equipamentos podem realizar uma diversidade de ações, de acordo com suas características técnicas.

Uma empresa que adota esse tipo de equipamento pode controlar, além do acesso, o registro de ponto e a ativação do posto de trabalho de seus funcionários. As restrições de entrada podem ser configuradas de acordo com as funções que estes exercem na empresa.

Assim, por exemplo, uma secretária poderá ter acesso ao seu local de trabalho somente nos dias úteis e durante o horário comercial. Em outros horários, seu acesso só poderá ser feito com autorização da chefia. Ao ser identificada pelo equipamento, a secretária terá efetuado seu registro de ponto, recebido o comprovante desse registro e ativado sua estação de trabalho (computador, impressora, tomada de força), que permanecerá ativada até o término do seu expediente.

Atualmente, os grandes hotéis têm adotado esse tipo de tecnologia no controle de acesso dos seus hóspedes. Um cartão magnético é fornecido ao hóspede no momento da sua entrada (*check-in*). Este cartão lhe permite utilizar os elevadores do hotel bem como acessar o seu apartamento e os demais ambientes do estabelecimento, conforme as restrições previamente configuradas no sistema. Esses são apenas alguns exemplos do que pode ser realizado por meio de equipamentos de controle eletrônico de acesso integrado a outras tecnologias.

O acesso a um ambiente pode ser feito por meio de:

- a) **teclados:** equipamentos microprocessados que permitem o controle de acesso por meio de um sistema de senhas. O cadastramento das senhas pelos usuários é realizado no próprio teclado. O acesso é obtido após o usuário digitar a sua senha, que foi previamente cadastrada na controladora de acesso;
- b) **cartões magnéticos:** um cartão magnético possui um circuito integrado (*chip*) que envia um sinal de radiofrequência ao leitor informando seu código. O leitor, por sua vez, é interligado à controladora de acesso. O *chip* é alimentado por uma bobina, também instalada no cartão, que gera uma corrente elétrica quando submetida a um campo eletromagnético. Citamos a seguir três tipos de cartões magnéticos.
  - **Clamshell Card:** é um tipo de cartão mais resistente, geralmente utilizado como crachá.
  - **ISO Card:** semelhante a um cartão de banco, ele é mais fino e flexível do que o *Clamshell Card*.
  - **Tag:** possui o mesmo princípio de funcionamento do cartão magnético, porém com formatos variáveis;

c) **leitores biométricos:** são equipamentos que possuem uma tecnologia de reconhecimento das características pessoais. Os leitores biométricos capturam e armazenam as informações das pessoas por meio de reconhecimento de impressões digitais, íris ou face. No caso de leitores biométricos de digitais, recomenda-se o cadastramento de mais de um dedo para facilitar a identificação do usuário.

Em alguns modelos de leitores biométricos, sua comunicação com a controladora de acesso é realizada por meio de fios, dois de alimentação e dois de sinais: um transmissor TX e um receptor RX.

Outros modelos, com três fios (dois de alimentação e um de saída), possuem a controladora de acesso integrada à leitora. A controladora, que tem o cadastro de dados dos usuários, realiza as ações nela programadas, acionando os diversos dispositivos eletroeletrônicos de controle de acesso da edificação.

A seguir, veja um diagrama de blocos de um circuito de controle de acesso com leitor biométrico.

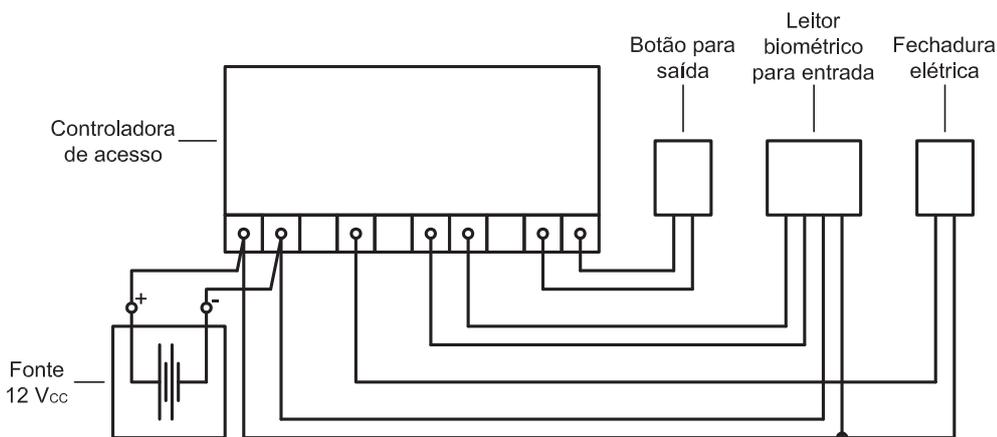


Figura 31 - Diagrama de blocos de um circuito de controle de acesso com leitor biométrico  
Fonte: SENAI-SP (2013)

O quadro a seguir apresenta os procedimentos de teste, inspeção e ensaios de controladora de acesso.

**Quadro 18 - Procedimentos de teste, inspeção e ensaios de controladora de acesso**

ITEM A SER VERIFICADO	COMO TESTAR/VERIFICAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integridade do equipamento</li> <li>• Fonte de alimentação</li> <li>• Periféricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer inspeção visual.</li> <li>• Medir tensão da fonte de alimentação.</li> <li>• Caso não seja constatada a presença de tensão na saída da fonte, esta deve ser substituída.</li> <li>• Se a fonte de alimentação estiver funcionando corretamente, verificar se os valores medidos estão de acordo com os especificados pelo fabricante.</li> <li>• Medir tensão de entrada nos dispositivos de acionamento da controladora de acesso (botão de comando, leitor biométrico).</li> <li>• A ausência de tensão nesses dispositivos pode ser um indício de rompimento nos condutores de alimentação. Nesse caso, faça testes de continuidade elétrica nesses condutores.</li> <li>• No caso do leitor biométrico, pode haver a necessidade de testar a continuidade elétrica dos condutores de sinais (TX e RX).</li> <li>• Constatada a presença de tensão na entrada desses dispositivos, manter o circuito energizado e simular a atuação de cada um deles, medindo a tensão nos bornes de saída.</li> <li>• Caso não seja constatada a presença da tensão no borne de saída de algum desses dispositivos, este deve ser substituído.</li> <li>• Se o dispositivo estiver funcionando corretamente, verificar se a tensão de saída constatada nos bornes está chegando aos bornes de entrada correspondentes da controladora de acesso. Caso não seja constatada a presença da tensão nesse ponto, fazer teste de continuidade elétrica nesse condutor.</li> </ul> <p>Outros itens a serem verificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leitor biométrico de digitais: pode apresentar problemas de identificação caso a lente esteja suja ou engordurada;</li> <li>• cartões magnéticos: pode ser danificado ao ser exposto a um campo magnético ou a uma fonte de calor (deixado próximo de caixas de som ou exposto ao sol, por exemplo);</li> <li>• controladora de acesso: deve ter o banco de dados atualizado.</li> </ul>

### 6.3.3 CLIMATIZAÇÃO

O controle artificial das condições de temperatura e umidade de um ambiente fechado é chamado de climatização. Esse controle visa a proporcionar conforto aos usuários de uma edificação e é feito de forma que o ambiente climatizado não sofra interferências das condições climáticas externas.

Os equipamentos utilizados em climatização são compostos de compressores, ventiladores e circuitos de refrigeração que funcionam por meio de um sistema elétrico.

Você poderá estar envolvido na manutenção da parte elétrica dos sistemas de climatização.

Atualmente, existem no mercado diversos tipos de aparelhos de ar-condicionado para atender às mais variadas aplicações, conforme pode ser visto no próximo quadro.

**Quadro 19 - Tipos de aparelhos de ar-condicionado e aplicações**

TIPO DE APARELHO	APLICAÇÕES	VANTAGENS
De janela ou parede	Utilizado em residências, comércios, hospitais etc.	Baixo custo.
Portátil	Utilizado em diversos ambientes.	Pode ser instalado em diversos ambientes.
<i>Split</i>	Utilizado em residências, comércios, hospitais etc.	Funcionamento silencioso.
Central	Utilizado em grandes ambientes.	Climatização simultânea de vários ambientes.

### Componentes elétricos de um sistema de refrigeração

O importante agora é você conhecer os componentes elétricos e eletrônicos que fazem parte do sistema de climatização para poder realizar a sua manutenção elétrica corretiva ou preventiva. Veja no quadro a seguir.

**Quadro 20 - Componentes de aparelhos de ar-condicionado e procedimentos de testes/verificações**

COMPONENTE ELÉTRICO/ELETRÔNICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Unidade de refrigeração: <ul style="list-style-type: none"> <li>• compressor;</li> <li>• ventilador.</li> </ul>		Circulação de gases refrigerantes e ar refrigerado.	Medir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• tensão;</li> <li>• corrente;</li> <li>• continuidade das bobinas;</li> <li>• resistência de isolamento.</li> </ul> Verificar conexões e aterramento.
Protetor térmico		Proteção do motor elétrico contra a queima causada por excesso de temperatura.	Avaliar continuidade com simulação de variação de temperatura.
Termostato		Controle automático da temperatura do ambiente.	Verificar continuidade com simulação de variação de temperatura.
Chave seletora		Seleção das funções do processo de climatização.	Avaliar continuidade e acionamento mecânico.

COMPONENTE ELÉTRICO/ELETRÔNICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Capacitor		Auxílio na partida e no funcionamento dos motores elétricos (monofásicos e bifásicos).	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• deformações;</li> <li>• vazamentos.</li> </ul> Medir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• curto-circuito;</li> <li>• capacitância.</li> </ul> (Utilizar um multímetro que possua essa função.)
Relé de partida magnético		Acionamento e desligamento automáticos, no momento da partida, do enrolamento auxiliar dos motores elétricos monofásicos e bifásicos de fase auxiliar.	Analisar continuidade elétrica da bobina. Verificar abertura e fechamento dos contatos elétricos simulando uma partida.
Bobina da válvula reversora de temperatura		Função reversa de aquecimento do ambiente.	Verificar continuidade elétrica da bobina.
Controlador eletrônico de umidade e temperatura		Controle automático de umidade e temperatura.	Medir tensão de alimentação. Testar contatos do relé. Verificar sensor de umidade. Verificar sensor de temperatura.

### 6.3.4 ANTENA E MONITORAMENTO DE IMAGENS

Tanto as antenas como o monitoramento de imagens estão presentes nas edificações. Isso exige do instalador e do mantenedor da instalação conhecimentos para que possa realizar a manutenção dos circuitos. Veja características e procedimentos do trabalho que você deverá realizar.

## Antena

Existem vários tipos de antenas no mercado. Cada tipo visa a atender determinada aplicação. As antenas podem ser para uso individual ou coletivo.

Veja, no quadro a seguir, os equipamentos e dispositivos que você poderá encontrar ao realizar uma manutenção no sistema que compõe a instalação de antenas.

**Quadro 21 – Componentes do sistema de instalação de antenas e procedimentos de testes/verificações**

COMPONENTE ELÉTRICO/ELETRÔNICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Antena		Captação das ondas eletromagnéticas transmitidas pelas estações de rádio e de TV.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer inspeção visual.</li> <li>• Verificar se fixação está adequada.</li> <li>• Analisar estado geral da caixa de conexão.</li> </ul>
Suporte e mastro		Sustentação da antena.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se fixação está adequada.</li> <li>• Analisar estado geral da ferragem e pintura.</li> </ul>
Tomada		Medição do nível de sinal. Distribuição dos sinais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir nível do sinal com medidor de intensidade de campo.</li> </ul>
Misturador		Recebimento, combinação e equalização dos sinais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se não estiver recebendo algum canal, verificar conexão, ajuste individual de canal e sinal de entrada. Caso contrário, substituir misturador ou enviá-lo à assistência técnica.</li> </ul>

COMPONENTE ELÉTRICO/ ELETRÔNICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/ VERIFICAÇÕES
Amplificador		Amplificação dos sinais recebidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar conexões.</li> <li>• Medir sinais (de entrada e saída).</li> </ul>

Com um instrumento medidor de intensidade de campo são verificadas as intensidades de sinal de todos os pontos indicados no projeto. No caso de não conformidade, devemos analisar os elementos que antecedem o ponto inspecionado.

Durante a inspeção, devemos, também, avaliar o estado dos cabos e todas suas conexões e o entorno da antena. Novas construções de prédios ou paredes, por exemplo, podem dificultar a recepção do sinal.

Outro detalhe que não pode ser esquecido é verificar se as antenas estão protegidas contra descargas atmosféricas. Na NBR 5419, você encontrará as prescrições sobre essa proteção. A falta de proteção contra descargas atmosféricas pode ser desastrosa para todo o sistema de antena, assim como para os aparelhos a ele conectados.

### Monitoramento de imagens

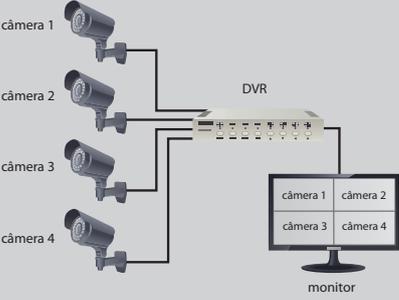
O setor de segurança vem se expandindo face ao crescimento da violência e à consequente sensação de insegurança que esse fato gera.

Por isso, o monitoramento de imagens vem se tornando cada vez mais um item indispensável de segurança patrimonial. Esse tipo de sistema permite a visualização de imagens em tempo real e a gravação das imagens para que possam ser utilizadas em momento posterior.

Atualmente há muitas empresas especializadas e que ofertam serviços diferenciados que têm como objetivo atender às necessidades de cada cliente.

Veja, no quadro a seguir, quais são os itens a serem verificados em equipamentos de monitoramento de imagens.

**Quadro 22 – Componentes do sistema de monitoramento de imagens e procedimentos de testes/verificações**

COMPONENTE ELÉTRICO/ELETRÔNICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Todo o sistema		Monitoramento e registro das imagens monitoradas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fazer inspeção visual.</li> <li>Verificar funcionamento.</li> <li>Limpar e ajustar câmeras.</li> <li>Analisar estado geral de cabos e conexões.</li> </ul>
Câmera		Captura de imagens.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir tensão da fonte de alimentação.</li> <li>Testar continuidade elétrica de cabos.</li> <li>Em caso de defeito, verificar se este está na câmera. Se sim, substituir a câmera defeituosa.</li> </ul>
DVR		Gravação de imagens.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir tensão de alimentação.</li> <li>Se o monitor não apresentar nenhuma das imagens das câmeras, providenciar assistência técnica do DVR.</li> </ul>

## 6.4 MANUTENÇÃO DE CIRCUITOS DE RECALQUE DE ÁGUA

O processo de elevação de água de uma cisterna a um reservatório localizado em um nível mais alto, como a uma caixa d'água no alto de um prédio, é realizado por meio de bombas de recalque. A falha nesse processo pode comprometer o abastecimento de água de um prédio e, por isso, geralmente o sistema é composto de mais de uma bomba. Caso uma das bombas apresente defeito, outra poderá ser colocada em funcionamento.

Veja os diagramas de um circuito com duas bombas de recalque.

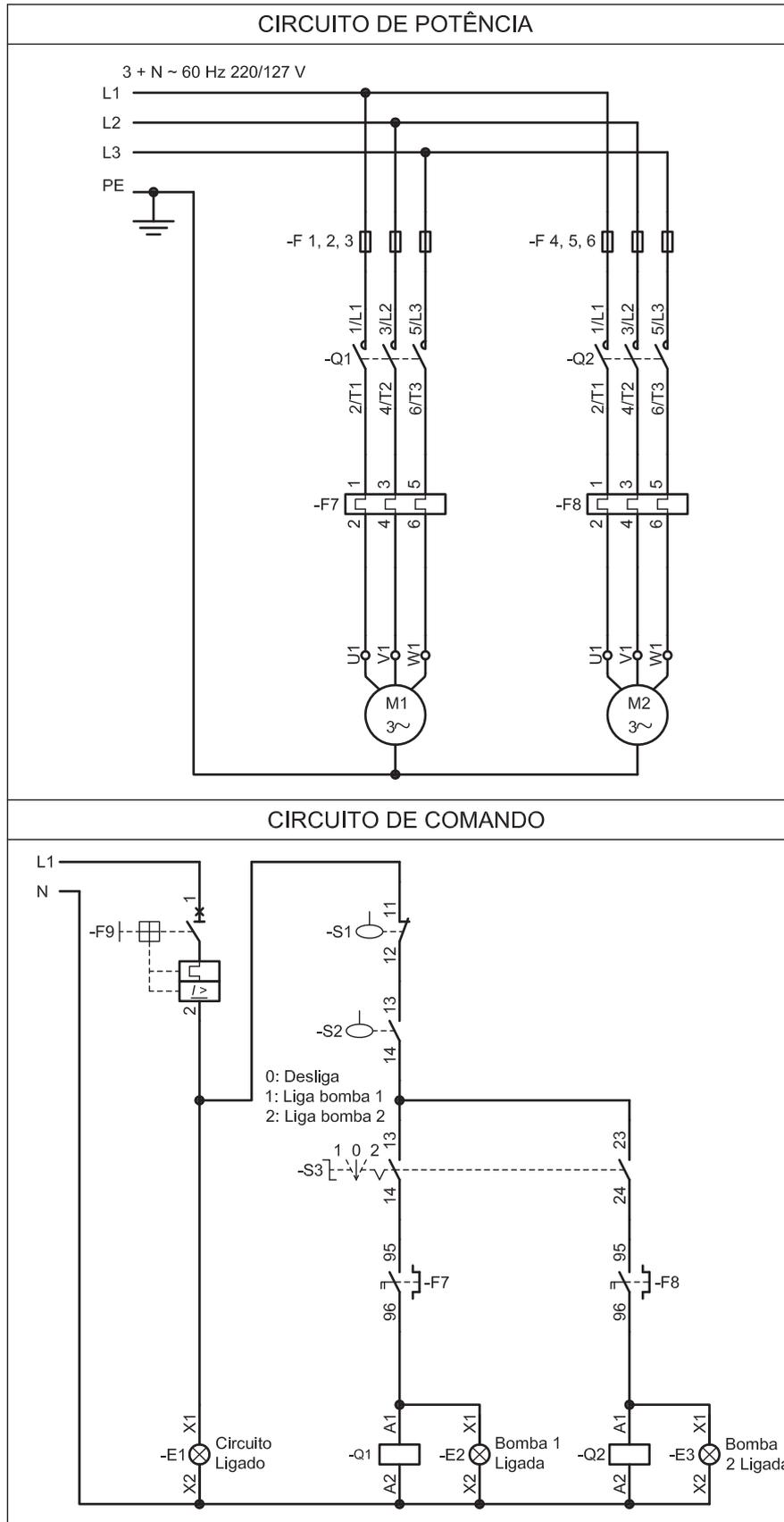


Figura 32 - Diagramas de um circuito com duas bombas de recalque  
Fonte: SENAI-SP (2013)

Veja, no quadro a seguir, procedimentos de manutenção de um sistema de recalque de água.

**Quadro 23 – Componentes de um sistema de recalque de água e procedimentos de testes/verificações**

COMPONENTE ELÉTRICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Chave-boia S1		Constatação da presença de água na cisterna, para não danificar a motobomba por aquecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir continuidade do contato nas posições vertical e horizontal.</li> <li>• Constatar comutação.</li> </ul>
Chave-boia S2		Manutenção do nível de água do reservatório superior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir continuidade do contato nas posições vertical e horizontal.</li> <li>• Constatar comutação.</li> </ul>
Comutador com trava S3 (três posições)		Seleção de posições: 1: liga a bomba 1; 2: liga a bomba 2; 0: bombas desligadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir continuidade do contato nas três posições.</li> </ul>
Relés térmicos F7 e F8		Proteção do motor contra sobrecarga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir continuidade do contato no contato auxiliar e nos bornes principais.</li> <li>• Assegurar o ajuste de cada um dos relés térmicos. Ver a fórmula a seguir:</li> </ul> $I_{AR} = I_N \times FS$ <p>Em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>I_{AR}</math> = corrente de ajuste do relé térmico;</li> <li>• <math>I_N</math> = corrente nominal do motor;</li> <li>• FS = fator de serviço do motor.</li> </ul>

COMPONENTE ELÉTRICO	IMAGEM	FUNÇÕES	TESTES/VERIFICAÇÕES
Quadro de comando		Abrigo aos componentes de comando.	Fazer inspeção visual de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• condutores;</li> <li>• contadores;</li> <li>• fusíveis;</li> <li>• disjuntores;</li> <li>• conectores.</li> </ul>
Infraestrutura		Abastecimento de água.	Fazer inspeção visual de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• eletrodutos e acessórios;</li> <li>• bombas;</li> <li>• motores.</li> </ul>



### VOCÊ SABIA?

O fator de serviço (FS) representa o percentual de sobrecarga que pode ser aplicada continuamente a um motor. É uma reserva de potência que dá ao motor uma melhor capacidade de funcionamento em condições desfavoráveis. Esse valor é informado na placa do motor.



### FIQUE ALERTA

Pelo fato de o ambiente em que as bombas são instaladas ser úmido, é importante que seja feito um revezamento entre elas – para que o calor produzido durante o funcionamento evite o acúmulo de umidade no interior do motor da bomba, o que poderá ocasionar seu travamento mecânico.

## 6.5 NORMAS AMBIENTAIS PARA DESCARTE DE RESÍDUOS

Assim como na instalação, a manutenção de sistemas elétricos prediais gera muitos resíduos, tais como lâmpadas queimadas, pedaços de cabos elétricos, pilhas e baterias, materiais plásticos etc.

A separação correta dos resíduos deve ser realizada de acordo com as características de cada material, o qual deverá ser descartado em recipientes apropriados. Depois de devidamente separados, os resíduos podem ser encaminhados às cooperativas formadas por catadores de materiais. Uma atenção especial deve ser dada a produtos que possuem substâncias tóxicas e metais pesados. Quando destinados a aterros comuns, esses produtos contaminam o solo e a água, agredindo o meio ambiente e colocando em risco a saúde da população. No Brasil, existem diversas empresas especializadas na coleta de resíduos industriais considerados perigosos.

No livro **Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança no Trabalho**, você viu os tipos de resíduos gerados na área eletroeletrônica. No **capítulo 10** do livro **Instalação de Sistemas Elétricos Prediais**, você viu que é importante conhecer a legislação de sua cidade para realizar o procedimento de descarte da forma correta. Agora você já está preparado para realizar essa tarefa.



**SAIBA  
MAIS**

A política nacional de resíduos sólidos é instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Essa lei representa um grande passo para a redução do lixo urbano e tem como base a responsabilidade compartilhada (entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes) durante todo o ciclo de vida dos produtos, o que permite dar aos resíduos uma destinação final ambientalmente adequada.

## 6.6 NORMAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO, SINALIZAÇÃO E ISOLAÇÃO DA ÁREA SOB MANUTENÇÃO E USO DE EPIS E EPCS

Para que você seja um profissional completo, além da habilitação para o trabalho, deverá desenvolver suas atividades com segurança. Por isso é que, a todo o momento, o tema “segurança no trabalho” é abordado nos diversos livros deste curso. Você já estudou sobre esse assunto nos livros **Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança no Trabalho** e **Instalação de Sistemas Elétricos Prediais**.



## CASOS E RELATOS

“A manutenção de sistemas elétricos prediais é um assunto amplo, que envolve segurança, tecnologia e metodologias específicas”. Foi assim que o Sr. Marcelo Nogueira, encarregado do setor de manutenção de um condomínio, encerrou uma das reuniões na qual agradecia a toda equipe de manutenção pelo desempenho no trabalho.

O Sr. Marcelo havia sido recentemente contratado para solucionar os problemas de manutenção que vinham ocorrendo com certa frequência no condomínio. Experiente, notou que os funcionários necessitavam de treinamento – pois lhes faltavam as técnicas necessárias para a realização das tarefas. Também notou que os funcionários não tinham conhecimento dos procedimentos de segurança e que a ocorrência de acidentes de trabalho era frequente na equipe.

Certa vez, foi feita uma intervenção no circuito de iluminação do jardim. O eletricitista desmontou uma luminária que necessitava de reparos sem seguir o procedimento de bloqueio, que impede a reenergização do circuito. Enquanto o eletricitista consertava a luminária no setor de Manutenção, outro funcionário desse setor, que testava os circuitos de iluminação externa do condomínio, ligou o circuito de iluminação do jardim, energizando os condutores da luminária que havia sido retirada. O jardineiro, que trabalhava no local, pisou nos condutores energizados e tomou um choque elétrico. Por sorte, o circuito estava protegido por um dispositivo DR, que foi acionado e impediu a ocorrência de um acidente de maior gravidade.

Após esse evento, o Sr. Marcelo criou formulários de manutenção, ordens de serviço, análises preliminares de risco. Passou a acompanhar e registrar todos os procedimentos de manutenção realizados no condomínio. Estabeleceu regras e procedimentos de segurança no trabalho e providenciou um programa de atualização profissional, incluindo treinamentos e palestras técnicas a todos os funcionários do setor.

Com isso, o Sr. Marcelo conseguiu melhorar significativamente todo o processo de manutenção do condomínio, reduzir os custos com materiais e equipamentos, além de oferecer melhores condições de trabalho aos funcionários. Os condôminos, satisfeitos com os resultados do trabalho da equipe, resolveram gratificar os funcionários com cestas básicas.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo você aprendeu como fazer testes de funcionamento de componentes, inspeção visual e ensaios de componentes de uma instalação elétrica. A seguir, lembre os componentes estudados.

- Manutenção de padrão de entrada.
- Dispositivos de conexão e controle.
- Sistema de circuitos auxiliares de sinalização.
- Dispositivos de proteção.
- Dispositivos automáticos de comando de iluminação.
- Portas automáticas.
- Alarme patrimonial e de incêndio.
- Controle de acesso.
- Climatização.
- Antena e monitoramento de imagens.
- Bombas de recalque de água.

Você também aprendeu a importância das normas ambientais para descarte de resíduos e das normas de segurança do trabalho, sinalização e isolamento da área em manutenção, além do uso de EPIs e EPCs.

---





# Validação da manutenção em sistemas elétricos prediais



## 7

Neste capítulo, você aprenderá que, por meio de testes e medições de grandezas elétricas, poderá comprovar se o sistema elétrico que passou por um processo de manutenção corretiva está em conformidade com parâmetros do projeto, normas técnicas, dados fornecidos pelo fabricante e valores padronizados pela concessionária de energia elétrica - para que a manutenção seja validada.

A liberação do sistema elétrico novo, como já estudado no livro **Instalações de Sistemas Elétricos Prediais**, é realizada após a sua validação. Da mesma maneira, após a conclusão da manutenção corretiva de um sistema elétrico e antes de ser liberado para o cliente, devemos também realizar a validação do serviço. Afinal, na manutenção também devemos garantir funcionalidade, segurança e conformidade com as normas, assim como a integridade das pessoas, do imóvel e dos equipamentos nele instalados.

Depois de seu estudo, você deverá ser capaz de:

- a) verificar a conformidade com os parâmetros do projeto com a ajuda da leitura e interpretação do projeto da instalação elétrica;
- b) realizar as rotinas de teste de funcionamento do sistema e de medição das grandezas envolvidas;
- c) preencher o formulário para liberação do sistema;
- d) encerrar a Ordem de Serviço (OS).

## 7.1 VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE COM OS PARÂMETROS DO PROJETO

Como você já estudou no livro **Instalações de Sistemas Elétricos Prediais**, a documentação da instalação (esquemas elétricos, manuais e prontuários) é uma ferramenta que permite a verificação da conformidade da instalação elétrica com os parâmetros do projeto. Na manutenção do sistema elétrico não será diferente.

Imagine que você quer ser sócio de um clube. Você vai até a recepção e solicita as informações para se associar. A recepcionista fornece a você um informativo no qual constam todas as providências e todos os documentos necessários. Como você está muito interessado em se tornar um sócio do clube, faz o que é preciso para atender aos requisitos exigidos.

Com os documentos em mãos, você volta ao clube e entrega na recepção toda a documentação para formalizar a associação. No balcão da recepção, o funcionário do clube analisa os documentos entregues, o que é o mesmo que fazer uma verificação de conformidade, comparando cada item fornecido por você com o solicitado pelo clube.

Se algum item solicitado estiver em desacordo, você vai ser comunicado (é uma não conformidade) para realizar os acertos, mas se tudo estiver conforme o solicitado (em conformidade), você está apto a se associar ao clube.

No serviço da manutenção de um sistema elétrico predial ocorre uma situação semelhante, ou seja, quando você conclui um serviço de manutenção, ele deve passar pelo processo de verificação de conformidade e estar de acordo com os parâmetros do projeto, assegurando a originalidade do sistema elétrico, sua funcionalidade, a segurança das pessoas, assim como a integridade do imóvel e dos equipamentos nele instalados.

Uma vez constatada a conformidade do serviço realizado, você já pode iniciar as rotinas para o teste de funcionamento. Caso ocorra uma não conformidade entre o serviço de manutenção realizado e os parâmetros do projeto, ela deve ser investigada e eliminada.

## 7.2 ROTINAS PARA O TESTE DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Durante a execução do serviço de manutenção, algumas rotinas para teste de funcionamento do sistema devem ser realizadas.

Ao finalizar o serviço, essas rotinas devem ser concluídas, pois proporcionam ao técnico uma sequência segura para a liberação do sistema elétrico. Essa sequência é prescrita pela NR 10, conforme veremos a seguir.

- a) Retirar ferramentas, utensílios e equipamentos utilizados no local de manutenção.
- b) Retirar da zona controlada todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização.
- c) Remover o aterramento temporário da equipotencialização e das proteções adicionais.
- d) Remover a sinalização de impedimento de reenergização.
- e) Destruir o que foi travado e religar os dispositivos de seccionamento.
- f) Realizar a medição das grandezas envolvidas.

### 7.3 ROTINA PARA A MEDIÇÃO DAS GRANDEZAS ENVOLVIDAS NA MANUTENÇÃO PREDIAL

A rotina de medição das grandezas dos circuitos que passaram por manutenção é um procedimento de constatação da conformidade entre os valores encontrados nas medições com os parâmetros do projeto, das normas técnicas, dos dados fornecidos pelo fabricante e dos valores padronizados pela empresa distribuidora de energia elétrica.

Essa rotina de medição é realizada em dois momentos: com o circuito desenergizado (continuidade elétrica, medição da resistência de isolamento) e com o circuito energizado (tensão, corrente).

O quadro a seguir apresenta rotinas de medição realizadas na validação da manutenção. Elas podem variar de acordo com a complexidade do sistema elétrico em manutenção.

**Quadro 24 - Rotinas de medição para validação da manutenção**

ROTINA	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir continuidade ou curto-circuito entre condutores.</li> <li>• Medir continuidade dos dispositivos de manobra e proteção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar energização do sistema elétrico com condutores curto-circuitados por ligações equivocadas.</li> <li>• Assegurar continuidade elétrica de condutores e dispositivos de manobra/proteção.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir resistência de isolamento do sistema elétrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar que a resistência de isolamento dos condutores e equipamentos está de acordo com a norma, garantindo, assim, a integridade do material isolante, evitando fuga de corrente, choque elétrico e até mesmo incêndio.</li> </ul>

ROTINA	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir tensão elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificar-se de que o sistema está energizado e o valor está dentro do padrão de fornecimento. Essa é uma condição essencial para o funcionamento do sistema elétrico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir corrente elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar que o sistema elétrico está funcionando de acordo com parâmetros de projeto ou valores fornecidos por fabricantes.</li> <li>• Isso permite avaliar as condições de funcionamento do equipamento e do sistema elétrico.</li> </ul>



#### FIQUE ALERTA

Nas medições elétricas com os circuitos energizados, utilize instrumentos com categoria de suportabilidade a impulsos e que sejam compatíveis com os pontos nos quais serão realizadas tais medições. Para isso, oriente-se pela tabela 31 da norma NBR 5410.

## 7.4 FORMULÁRIO PARA LIBERAÇÃO DO SISTEMA

Imagine que você foi chamado para reparar o circuito de uma torneira elétrica que apresenta problema de desarme do disjuntor. Ao realizar o diagnóstico do problema, seu objetivo é encontrar e eliminar a causa do desarme, que pode ser: sobrecarga, curto-circuito, mau dimensionamento, alterações de projeto etc. O que você não pode fazer é simplesmente substituir o disjuntor, os condutores ou a torneira sem antes analisar a causa do problema, pois ele poderá ocorrer novamente.

Após essa avaliação e depois de realizadas todas as ações necessárias para a correção do problema, você deve fazer os testes/ensaios de funcionamento a fim de validar o trabalho realizado. A medição das grandezas envolvidas é uma ferramenta de diagnóstico importante para a validação da manutenção em sistemas elétricos prediais.

A NR 10 prescreve que os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados e com descrição detalhada de cada tarefa.

Verificada a conformidade, os procedimentos devem ser registrados em um relatório de manutenção, como o que mostraremos a seguir.

		Rua João de Lima Nova, 26 Jardim Ferrancho - São Paulo, SP CEP: 08765-432 TEL.: (11) 9765-4321 www.ferronovo.com.br	
<b>RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO</b>		OS N.º 5678/2013	
LOCAL / MÁQUINA <i>TORNEIRA ELÉTRICA DA COZINHA</i>			
TIPO DE INSTALAÇÃO <i>ELÉTRICA</i>			
ITEM VERIFICADO		OBSERVAÇÕES	
N.º	DESCRIÇÃO		
1	DISJUNTOR	ESTAVA DESARMADO	
2	DR	ESTAVA ARMADO	
3	CONDUTORES	APRESENTAVAM BOAS CONDIÇÕES	
4	TORNEIRA ELÉTRICA	APRESENTAVA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NA CHAVE SELETORA DE TEMPERATURA	
<b>TESTES REALIZADOS</b>			
1	MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DOS CONDUTORES	VALOR MEDIDO: 20 MΩ POR CONDUTOR. TENSÃO DE ENSAIO DO MEGÔMETRO: 500 Vcc, CONFORME NBR 5410	
2	ENSAIOS DE CONTINUIDADE	CONFIRMADA A CONTINUIDADE DOS CONDUTORES DE FASES E DE PROTEÇÃO COM O MULTÍMETRO	
3	MEDIÇÃO DA TENSÃO ELÉTRICA DO CIRCUITO	VALOR MEDIDO: 218 V	
4	MEDIÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA DO CIRCUITO	VALOR MEDIDO: 24,3 A. CORRENTE POUCO ABAIXO DO VALOR NOMINAL (24,5 A) DEVIDO À TENSÃO SER DE 218 V.	
<b>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO REALIZADO</b>			
<p><i>FOI VERIFICADO O DESARME DO DISJUNTOR DO CIRCUITO. CONSTATOU-SE A PRESENÇA DE ÁGUA INTERNAMENTE NA CHAVE SELETORA DE TEMPERATURA, OCASIONANDO CURTO-CIRCUITO ENTRE FASES. APÓS SER DESMONTADA PARA REPAROS, A TORNEIRA FOI REINSTALADA E TESTADA..</i></p>			
<b>EXECUTANTE</b>	NOME <i>NIKOLA TESLA DE SOUSA</i>		
	ASSINATURA	DATA <i>31/01/2013</i>	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	NOME <i>LUIGI GALVANI VIEIRA</i>		CREA <i>5432109876</i>
	ASSINATURA	DATA <i>31/01/2013</i>	

Figura 33 - Relatório de manutenção  
 Fonte: SENAI-SP (2013)

## 7.5 ROTINA DE ENCERRAMENTO DE ORDEM DE SERVIÇO

A liberação formal de um serviço de manutenção elétrica realizado e validado ocorrerá com o encerramento da ordem de serviço, que deve ter os campos devidamente preenchidos. Veja a seguir um exemplo de ordem de serviço referente à manutenção de uma torneira elétrica.

		Rua João de Lima Nova, 26 Jardim Ferrancho - São Paulo, SP CEP: 08765-432 TEL.: (11) 9765-4321 www.ferronovo.com.br	
		NÚMERO 5678/2013	
SOLICITANTE	NOME WALDOMIRO FERREIRO		DATA 31/01/2013
	ASSINATURA		
DEPARTAMENTO	CENTRO DE CUSTO	GRAU DE IMPORTÂNCIA	
COZINHA	135246	BAIXO	X
		MÉDIO	
		ALTO	
LOCAL / MÁQUINA	TORNEIRA ELÉTRICA		
TIPO DE INSTALAÇÃO	ELÉTRICA		
DESCRIÇÃO DA FALHA OU DEFEITO			
NÃO ESTÁ AQUECENDO A ÁGUA.			
ANÁLISE DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO			
NATUREZA DO SERVIÇO	INTERNO	X	PREVISÃO
	EXTERNO		
			TEMPO PREVISTO 4 H
			INÍCIO 31/01/2013
PARECER TÉCNICO			
REALIZAR ENSAIOS DE CONFORMIDADE NO CIRCUITO E NA TORNEIRA ELÉTRICA. VERIFICAR SE HOUVE ALTERAÇÕES DE PROJETO.			
EXECUTANTE	NOME NIKOLA TESLA DE SOUSA		DATA 31/01/2013
	ASSINATURA		
RESPONSÁVEL TÉCNICO	NOME LUIGI GALVANI VIEIRA		CREA 5432109876
	ASSINATURA		DATA 31/01/2013
AVALIAÇÃO DO SERVIÇO			
SATISFATÓRIO	X	DATA DA CONCLUSÃO	TEMPO DE EXECUÇÃO 4 H
INSATISFATÓRIO			
OBSERVAÇÕES			
A MANUTENÇÃO FOI RELIZADA CONFORME PREVISÃO.			
APROVAÇÃO	NOME ANTÔNIO FORNALHA		DATA 31/01/2013
	ASSINATURA		

Figura 34 - Ordem de serviço de manutenção de torneira elétrica  
Fonte: SENAI-SP (2013)



## CASOS E RELATOS

### O caminho mais curto

O Sr. Vivaldino era dono de uma promissora fábrica de biscoitos de polvilho. Certo dia, ocorreu a queima dos fusíveis do circuito de um dos fornos elétricos. Rapidamente, o Sr. Vivaldino mandou sua equipe de manutenção substituir os fusíveis por outros de maior valor de corrente nominal para que não queimassem novamente.

O encarregado da equipe avisou ao chefe que tal procedimento seria incorreto e que era necessária a realização de uma análise da causa do problema. Sem muita paciência, o Sr. Vivaldino exigiu que sua ordem fosse cumprida, pois não queria que a produção de biscoitos fosse comprometida pelo tempo que seria gasto na realização de tal análise. Desse modo, o encarregado fez o que Sr. Vivaldino solicitou.

Assim que o circuito foi religado, os cabos de alimentação do forno foram totalmente danificados, já que os fusíveis, por estarem superdimensionados, não queimaram.

Contrariado, o Sr. Vivaldino solicitou ao encarregado da equipe uma solução definitiva do problema. Dessa vez, todos os procedimentos necessários à verificação da conformidade com os parâmetros do projeto e as rotinas para o teste de funcionamento do sistema foram realizados, e a causa do problema foi encontrada e prontamente solucionada. Tratava-se de um curto-circuito nos terminais de um dos resistores do forno.

A partir desse dia, o Sr. Vivaldino nunca mais interveio nas decisões da equipe de manutenção de sua fábrica, pois percebeu que nem sempre o caminho mais curto é o que leva ao destino correto.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo, você aprendeu como validar a manutenção de um sistema elétrico utilizando rotinas de teste de funcionamento e medição de grandezas.

Aprendeu também sobre a importância da documentação e viu exemplos de relatório de manutenção e de ordem de serviço preenchidos.

Encerramos aqui este livro. Esperamos que ele contribua para os seus estudos e para as suas atividades como mantenedor de sistemas elétricos prediais.

---





## REFERÊNCIAS

---

AES ELETROPAULO. **Livro de instruções gerais: baixa tensão**. Disponível em: <<https://www.aeseletpaulo.com.br/padroes-e-normas-tecnicas/manuais-normas-tecnicas-e-de-seguranca/conteudo/lig-bt>>. Acesso em: 8 out. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional (Prodist):** qualidade da energia elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>>. Acesso em: 5 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução normativa nº 469**, de 13 de dezembro de 2011. Aprova a Revisão 4 dos Módulos 1 e 8 e Revisão 5 do Módulo 6 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Disponível em: <[http://www.mp.pe.gov.br/uploads/O6\\_YiTFpZfL7d7ypFJ3slA/U4NbbwskSsSWziDN9A-GZw/Resoluo\\_469\\_-\\_ANEEL.pdf](http://www.mp.pe.gov.br/uploads/O6_YiTFpZfL7d7ypFJ3slA/U4NbbwskSsSWziDN9A-GZw/Resoluo_469_-_ANEEL.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução normativa nº 414**, de 9 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Aeronáutica. **Portaria nº 1.141/GM5**, de 8 de dezembro de 1987. Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/portaria1141.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10:** segurança em instalações e serviços em eletricidade. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr\\_10.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr_10.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17240:** sistemas de detecção e alarme de incêndio: projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 5410:** instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 5419:** proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

FLUKE. Instrumentos de medições elétricas. Disponível em: <<http://www.fluke.com/fluke/brpt/home/default>>. Acesso em: 8 nov. 2012.

HOW STUFF WORKS. Como funciona o ar-condicionado. Disponível em: <<http://www.hsw.uol.com.br/search.php>>. Acesso em: 29 out. 2012.

ICEL. Instrumentos de medições elétricas. Disponível em: <<http://www.icel-manaus.com.br/>>. Acesso em: 9 nov. 2012.

I10. Manutenção. Disponível em: <<http://www.i10manutencao.com.br/>>. Acesso em: 17 nov. 2012.

MAGI PORTA Indústria e Comércio. Portas automáticas. Disponível em: <<http://www.portasautomaticasmagi.com.br/ESPECIFICACOES%20DE%20PORTAS%20AUTOMATICAS.htm>>. Acesso em: 19 out. 2012.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL DE SÃO PAULO. **Eletricista e mecânico de refrigeração**: informações tecnológicas. São Paulo: SENAI/SP, 1986.

THEVEAR. Antenas e CATV. Disponível em: <<http://www.thevear.com.br/Catalogo/default.asp>>. Acesso em: 25 mar. 2013. (Catálogo)

UNICOBA. Baterias Unipower. Disponível em: <<http://www.unicoba.com.br/index.php/unipower>>. Acesso em: 8 nov. 2012.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Grandezas luminosas fundamentais. Disponível em: <[http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq\\_urbanismo/disciplinas/aut0213/Material\\_de\\_Apoio/03\\_-\\_la.\\_Conceito\\_Fundamentais\\_\(grandezas\\_Luminosas\).pdf](http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0213/Material_de_Apoio/03_-_la._Conceito_Fundamentais_(grandezas_Luminosas).pdf)> Acesso em: 15 out. 2012.

WEG. **Automação**: controladores lógicos programáveis - CLPs: relé programável. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-controladores-logicos-programaveis-clps-10413124-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2012. (Catálogo).

## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

---

**Faustino Hiroshi Nakagawa** é pedagogo e engenheiro eletricista. No SENAI SP, atua como técnico de Ensino desde 1997, ministrando aulas na área de eletroeletrônica. Coordenou o sistema de qualidade no Centro de Formação Profissional Nami Jafet de 2007 a 2011. Atualmente participa da elaboração de materiais e *kits* didáticos para o curso Técnico em Eletroeletrônica do Programa Nacional de Oferta de Educação Profissional a Distância do SENAI (PN-EAD).

**Gilberto Coppi** é técnico em Eletrotécnica. Atuou na distribuidora de energia elétrica Light, do estado de São Paulo, em serviços de eletricidade de média e alta-tensão e na indústria mecânica como chefe de manutenção e instalações elétricas. Presta serviços para o SENAI SP como docente desde 1994, e como funcionário desde 2012, ministrando aulas de instalações elétricas prediais. Atualmente participa da elaboração de materiais e *kits* didáticos para o curso Técnico em Eletroeletrônica do Programa Nacional de Oferta de Educação Profissional a Distância do SENAI (PN-EAD).

**Osmair Paes Landin** é tecnólogo em Sistemas Eletrônicos. Trabalhou na indústria em serviços de eletricidade industrial. Atua no SENAI como docente, ministrando aulas na área de eletroeletrônica desde 1999. Atualmente participa da elaboração de materiais e *kits* didáticos para o curso Técnico em Eletroeletrônica do Programa Nacional de Oferta de Educação Profissional a Distância do SENAI (PN-EAD).



# ÍNDICE

---

## **A**

Área classificada 24

## **C**

Cordoalha de aterramento 22

## **I**

Índice de Proteção (IP) 32

## **P**

Pessoas advertidas (BA4) 20

Pessoas qualificadas (BA5) 20

## **R**

Reostato 98

Rigidez dielétrica 28



**SENAI – DEPARTAMENTO NACIONAL  
UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

*Rolando Vargas Vallejos*  
Gerente Executivo

*Felipe Esteves Morgado*  
Gerente Executivo Adjunto

*Diana Neri*  
Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros

**SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL DE SÃO PAULO**

*Walter Vicioni Gonçalves*  
Diretor Regional

*Ricardo Figueiredo Terra*  
Diretor Técnico

*João Ricardo Santa Rosa*  
Gerente de Educação

*Airton Almeida de Moraes*  
Supervisão de Educação a Distância

*Marta Dias Teixeira*  
Supervisão de Material Didático

*Silvio Geraldo Furlani Audi*  
*Henrique Tavares de Oliveira Filho*  
*Márcia Sarraf Mercadante*  
Coordenação do Desenvolvimento dos Livros

*Faustino Hiroshi Nakagawa (Capítulo 6)*  
*Gilberto Coppi*  
*Osmair Paes Landin*  
Elaboração

*Henrique Tavares de Oliveira Filho*  
Revisão Técnica

*Regina Célia Roland Novaes*  
Design Educacional

*Osmair Paes Landin*  
*Marcos Antonio Oldigueri*  
Ilustrações

*Geisa Moreira de Andrade*  
*Gustavo Lourenção*  
Fotografia

*Fernanda Alves de Oliveira*  
*Marcos Antonio Oldigueri*  
Tratamento de Imagens

---

*Delinea Tecnologia Educacional*  
Editoração

*Andréa Borges Minsky*  
*Fabírcia Souza*  
*Tiago Costa Pereira*  
Revisão Ortográfica e Gramatical

*Natália de Gouvêa Silva*  
*Laura Martins Rodrigues*  
Diagramação

---

*i-Comunicação*  
Projeto Gráfico