

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
DIEGO LEMOS CARRION**

PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

**Varginha
2016**

DIEGO LEMOS CARRION

PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni.

**Varginha
2016**

DIEGO LEMOS CARRION

PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de engenharia elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros

Aprovado em: / /

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni

Prof. Dr. Vinícius Miranda Pacheco

Prof. Me. Ivana Prado de Vasconcelos

RESUMO

O alto índice de acidentes, inclusive fatais, no setor elétrico brasileiro, contribuiu para uma atualização da NR-10 em 2004, deixando-a mais rígida quanto à segurança de projetos e trabalhos com eletricidade. Adequar-se a esta Norma Regulamentadora significa preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores, já que seu papel é estabelecer os requisitos mínimos para a implementação de medidas de controle para os riscos que estão submetidos os indivíduos que se envolvem com eletricidade. O trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo da adequação às instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma subestação no Sul de Minas à Norma Regulamentadora 10 (NR-10). Após pesquisa bibliográfica e documental foi realizada visita de inspeção para a realização de um *checklist* visando levantar dados para orientar a identificação dos pontos de não conformidade à norma e recomendações para a adequação destes itens serão sugeridas. Concluiu-se que há vários pontos de não conformidade com a NR-10 sendo necessária a adequação das instalações, processos e procedimentos.

Palavras-chave: NR-10. Segurança com eletricidade. Acidentes do trabalho.

ABSTRACT

The high rate of accidents, including fatal, in the Brazilian electric sector, contributed to an update of the NR-10 in 2004, making it more rigid for safety projects and works with electricity. To adapt to this Norm means preserving the safety and health of workers, as their role is to establish the minimum requirements for the implementation of control measures for risks that are subject individuals who are involved with electricity. The work aims to present the results of a study of the suitability of electrical installations and working procedures of a substation in southern Minas Gerais to Regulatory Standard 10 (NR-10). After bibliographical and documentary research inspection visit was made to carry out a checklist aiming to collect data to guide the identification of points of non-compliance to the standard and recommendations to the suitability of these items will be suggested. It was concluded that there are several points of non-compliance with NR-10 requiring the adequacy of facilities, processes and procedures.

Keywords: *Adaptation to NR-10. Safety with electricity. Accidents work.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	9
2.1 Histórico	9
2.2 Normas Regulamentadoras	10
2.3 Estudo Particularizado Da NR-10	12
2.3.1 Processo De Atualização.....	13
2.3.2 Principais Conceitos.....	14
3 SEGURANÇA COM ELETRICIDADE	15
3.1 Riscos em Instalações e Serviços em Eletricidade	15
3.1.1 Choque Elétrico.....	Erro! Indicador não definido.
3.1.1 Efeitos.....	16
3.1.1.1 Gravidade.....	16
3.1.2 Queimaduras.....	18
3.1.3 Campos Eletromagnéticos.....	18
3.2 Medidas De Controle.....	19
3.2.1 Desenergização.....	19
3.2.2 Aterramento.....	20
3.2.3 Proteção Mecânica.....	20
3.2.3.1 Barreiras e Invólucros.....	20
3.2.3.1 Bloqueios e Impedimentos.....	20
3.2.3.2 Obstáculos e Anteparos.....	21
4 PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	22
4.1 Elementos e análise do PIE	22
4.1.1 Unifilares.....	22
4.1.2 Sinalização de segurança.....	23
4.1.3 Equipamentos de Proteção Coletiva.....	24
4.1.4 Equipamentos de Proteção Individual.....	24
4.1.5 Análise Preliminar de Risco.....	25
4.1.6 Documentação.....	25
4.1.7 SPDA.....	25
5 METODOLOGIA	27
5.1 CHECKLIST	27
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO	31
6.1 Organização e limpeza	31
6.2 Laudos e testes	31
6.3 Proteção contra incêndios e explosões	31
6.4 Segurança na Construção, Operação e Manutenção	31
6.5 Identificação de acionamento	32
6.6 Identificação de cabos	32
6.7 Medidas de proteção individual	32
6.8 Segurança e acesso	32
6.9 Sinalização de segurança	33

6.10 Aterramento	33
6.11 Requisitos a serem atendidos	33
7 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE	41

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, entre todas as formas de energia, a eletricidade é a mais utilizada para suprir as necessidades domésticas, comerciais e industriais da sociedade. Após ser transportada dos locais de geração para os de consumo, a energia elétrica é convertida em outros tipos de energia, como térmica, mecânica e luminosa.

No entanto, ao mesmo tempo em que é largamente empregada, a eletricidade é perigosa e necessita de cuidados especiais. O trabalho em instalações elétricas exige uma série de medidas de controle do risco elétrico para que a segurança e a saúde dos trabalhadores sejam preservadas.

O texto mais recente da Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR-10) dispõe sobre os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, com o objetivo de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas, estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

A norma regulamentadora deve ser aplicada em todas as fases – geração, transmissão, distribuição e consumo – e em todas as etapas – projeto, construção, montagem, operação e manutenção – do trabalho em instalações elétricas. Além disso, não é restrita às concessionárias de energia, mas aplica-se a todos os segmentos industriais e comerciais que, de alguma forma, interajam com instalações e serviços em eletricidade.

A redação original da NR-10 é de 1978 e o prazo de adaptação ao texto mais recente já se expirou, porém sua aplicação ainda é falha. Dificuldades de interpretação e os custos para a adaptação de instalações inteiras aos novos padrões, historicamente construídas sem a preocupação com a legislação, leva a um cenário em que o número de não conformidades a serem corrigidas ainda seja elevado.

Este trabalho irá estabelecer um estudo para a adequação à NR-10 das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma subestação de energia elétrica para atender o item 10.2.4 da norma regulamentadora 10, seguindo a seguinte metodologia:

a) Localizar os pontos críticos que possam causar futuros problemas no sistema elétrico ou riscos à segurança do pessoal, conforme condições mínimas exigidas pela norma regulamentadora NR-10 (fixa as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo instalação, operação, manutenção, reforma, ampliação, segurança de usuários e terceiros);

- b) Verificação do sistema elétrico, do sistema de aterramento, das instalações dos equipamentos elétricos e das estruturas metálicas, de acordo com a norma NBR-5410 de 2004 e NBR-14039 de 2005;
- c) Verificação do sistema de proteção de estruturas contra descarga atmosféricas, conforme norma NBR-5419 revista em 2005;
- d) Entregar documento para a empresa com instruções e esclarecimento sobre a norma.

Cumprir o que é estabelecido na NR10 é obrigatório. A fiscalização da sua aplicação é responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que tem a autoridade para notificar, multar e até interditar instalações e serviços em eletricidade fora dos padrões requeridos.

Mesmo sendo a NR10 uma legislação atualizada, em concordância com as modernas normas internacionais, o índice de acidentes, inclusive fatais, no setor elétrico brasileiro, ainda é alto. A ausência de planejamento dos serviços, a falta de capacitação dos profissionais e a não adoção de procedimentos básicos de segurança, juntamente com a fiscalização ineficiente, contribuem para a existência deste cenário.

Não pode deixar de lado a importância de fiscalização efetiva e punições adequadas, pois, são necessárias para que a norma seja realmente atendida. Os trabalhos que envolvem, direta ou indiretamente, a eletricidade possui riscos e adequar-se à legislação significa preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores.

Inicialmente, serão apresentados a legislação atual e seu histórico, os riscos envolvidos em instalações e serviços em eletricidade, as principais medidas de prevenção e controle e o panorama de acidentes de trabalho no Brasil.

Em seguida, através de uma pesquisa de campo será descrito o levantamento realizado na empresa, com a documentação necessária levantada, e serão apontadas as não conformidades encontradas com suas respectivas descrições do que está incoerente com a norma e fotos com o objetivo de se esclarecer melhor o que está sendo questionado.

2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A norma legislativa brasileira que rege as relações de trabalho, individuais ou coletivas, é a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Com objetivo de unificar todas as leis trabalhistas praticadas no país foi criada através do Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e sancionada pelo então presidente Getúlio Vargas, unificando toda a legislação trabalhista existente no Brasil.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) é o órgão do governo responsável pela fiscalização do trabalho, pela aplicação das sanções previstas em normas legais ou coletivas, pela política e diretrizes para a geração de emprego e renda e de apoio ao trabalhador, pela política e diretrizes para a modernização das relações do trabalho e pela segurança e saúde no trabalho.

Com o principal objetivo de regulamentar e fornecer orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e à medicina do trabalho no Brasil, o MTE aprovou, através da Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V, Título II, da CLT, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

As Normas Regulamentadoras são de cumprimento obrigatório por todas as empresas, públicas e privadas, e órgãos públicos, que possuam empregados regidos pela CLT. Sua elaboração e modificação são efetuadas por comissões tripartites específicas compostas por representantes do governo, empregadores e empregados. O não cumprimento de suas disposições legais acarreta ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação (PEREIRA, 2010).

2.1 Histórico

Segundo Santos (2012, p.19) ao longo do tempo, foram muitas as leis e regulamentos elaborados e aprovados com o objetivo de reger as relações de trabalho no Brasil, assim como foram muitos os órgãos públicos criados para essa finalidade ao longo dos vários governos. Abaixo, segue um breve histórico da legislação brasileira focado sob a ótica da segurança e da saúde no trabalho:

- a) 1912 – Constituição da Confederação Brasileira do Trabalho (CBT), incumbida de promover um longo programa de reivindicações operárias: jornada de trabalho de oito horas, semana de seis dias, indenização para acidentes de trabalho, seguro obrigatório para os casos de doenças, fixação de salário mínimo, entre muitas outras.

- b) 1918 – Criação do Departamento Nacional do Trabalho, por meio do Decreto nº 3.550, de 16 de outubro, assinado pelo Presidente Wenceslau Braz, a fim de regulamentar a organização do trabalho no Brasil.
- c) 1930 – Criação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, por meio do Decreto nº 19.433, de 26 de novembro, assinado pelo Presidente Getúlio Vargas.
- d) 1939 – Criação da Justiça do Trabalho, por meio do Decreto-Lei nº 1.237, de 1º de maio, o que acabou levando à elaboração da CLT.
- e) 1942 – Aprovação da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), por meio do Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, assinado pelo Presidente Getúlio Vargas, a fim de unificar toda a legislação trabalhista existente no Brasil.
- f) 1978 – Aprovação das Normas Regulamentadoras, por meio da Portaria nº 3.214, de 08 de junho, com o objetivo de regulamentar e fornecer orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e à medicina do trabalho no Brasil.
- g) 1988 – Promulgação da atual Constituição da República Federativa do Brasil, em 05 de outubro, consagrando os direitos trabalhistas conquistados ao longo da história e incorporando diversos princípios da CLT.
- h) 1999 – O Ministério passa a ser denominado Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), por meio da Medida Provisória nº 1.799, de 1º de janeiro.
- i) 2004 – Aprovação do texto mais recente da Norma Regulamentadora nº 10 (NR- 10), que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade, por meio da Portaria GM nº 598, de 07 de dezembro.

2.2 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras – NR se referem ao do conjunto de requisitos e procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, de observância obrigatória às empresas privadas, públicas e órgãos do governo que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

- a) NR-01 – Disposições Gerais;
- b) NR-02 – Inspeção Prévia;
- c) NR-03 – Embargo ou Interdição;
- d) NR-04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho;
- e) NR-05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- f) NR-06 – Equipamento de Proteção Individual (EPI);

- g) NR-07 – Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- h) NR-08 – Edificações;
- i) NR-09 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais;
- j) NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- k) NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- l) NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- m) NR-13 – Caldeiras e Vasos de Pressão;
- n) NR-14 – Fornos;
- o) NR-15 – Atividades e Operações Insalubres;
- p) NR-16 – Atividades e Operações Perigosas;
- q) NR-17 – Ergonomia;
- r) NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- s) NR-19 – Explosivos;
- t) NR-20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis;
- u) NR-21 – Trabalho a Céu Aberto;
- v) NR-22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- w) NR-23 – Proteção Contra Incêndios;
- x) NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- y) NR-25 – Resíduos Industriais;
- z) NR-26 – Sinalização de Segurança;
- aa) NR-27 – Registro Profissional do Técnico de Segurança (apesar de ainda constar em todos os livros de NR esta norma foi revogada).
- bb) NR-28 – Fiscalização e Penalidades;
- cc) NR-29 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário;
- dd) NR-30 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário;
- ee) NR-31 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura;
- ff) NR-32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde;
- gg) NR-33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados;
- hh) NR-34 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval;
- ii) NR-35 – Trabalho em Altura;
- jj) NR-36 – Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados.

2.3 Estudo Particularizado da NR-10

A NR-10 se aplica aos trabalhadores que atuam na geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e trabalhos realizados nas suas proximidades. Ela prevê que todas as instalações elétricas devam possuir medidas de controle de risco de acidentes elétricos, além de perfeita identificação de todos os circuitos elétricos existentes nos mais variados estabelecimentos (PEREIRA, 2010).

A atualização da NR-10 cria o Prontuário das Instalações Elétricas. Esse prontuário deverá conter tanto os documentos relativos à instalação elétrica, quanto ao relacionado aos trabalhos realizados nas instalações, deverá ser criado pela empresa e permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações.

Outro ponto importante da NR-10 é que os empregadores devem submeter seus funcionários a treinamentos específicos, com carga horária de 40 horas para curso básico e mais 40 horas para curso complementar, realizados por profissionais qualificados e habilitados. Além disso, uma reciclagem deverá ser realizada a cada dois anos.

Para as instalações elétricas, a NR-10 limita-se a estabelecer princípios gerais de segurança ou complementares às normas técnicas vigentes, deixando para elas as suas prescrições específicas. Assim, as instalações elétricas devem, obrigatoriamente, atender às normas técnicas brasileiras aplicáveis, que são:

- a) NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- b) NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- c) NBR 5418 – Instalações elétricas em atmosferas explosivas;
- d) NBR 13534 – Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – Requisitos para segurança;
- e) NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos;
- f) NBR 14639 – Posto de serviço – Instalações elétricas.

Para os serviços em eletricidade, a NR-10 apresenta uma maior quantidade de prescrições e procedimentos, incluindo temas como: segurança em instalações elétricas desenergizadas e energizadas; trabalhos envolvendo alta tensão; segurança na construção, montagem, operação e manutenção; e habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores.

Em relação ao campo de aplicação, a NR-10 deve ser atendida pelas atividades das

fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, bem como por todos os trabalhos envolvidos com instalações elétricas, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção. Envolve, ainda, os trabalhos realizados nas proximidades de instalações elétricas e serviços em eletricidade.

Por fim, a NR-10 estabeleceu um prazo de aplicação imediato a partir da sua aprovação, com exceção de alguns itens, que contaram com prazos específicos para seu atendimento. As disposições relacionadas ao treinamento obrigatório de segurança em instalações e serviços em eletricidade para trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas são as que tiveram maior prazo para cumprimento, de 24 meses. Portanto, a partir de dezembro de 2006, a norma passou a vigorar na sua totalidade.

2.3.1 Processo de Atualização

A partir da década de 1990, iniciou-se uma grande transformação organizacional do trabalho no setor elétrico, em especial no ano de 1998, quando teve início o seu processo de privatização. Pereira e Sousa (2010) afirmam que esse processo trouxe a globalização, com a consequente introdução de novas tecnologias, materiais e, principalmente, mudanças significativas no processo e organização do trabalho.

Com as novas tecnologias implementadas em sistemas e equipamentos e as alterações no sistema de organização do trabalho, puderam ser verificados o aumento do desemprego e a precarização das condições de segurança e saúde no trabalho, com consequente elevação no número de acidentes envolvendo eletricidade.

Diante da gravidade deste cenário, o MTE promoveu a atualização da NR-10, alinhando-a a modernos conceitos de segurança e saúde em instalações e serviços em eletricidade. Um grupo de Engenheiros Eletricistas e de Segurança no Trabalho, de diversas instituições governamentais, foi o responsável, em 2001, por estudar a situação de segurança e saúde no setor e por elaborar um texto-base, destinado a orientar a atualização da NR-10 (PEREIRA E SOUZA, 2010).

O MTE aceitou, sem alterações, o texto inicial e o disponibilizou para consulta pública até setembro de 2002. Em outubro de 2002, a proposta inicial, juntamente com as sugestões recebidas da sociedade, foi encaminhada à Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), que organizou a formação do Grupo Técnico Tripartite da NR-10 (GTT10), composto por profissionais da área de segurança em energia elétrica, responsáveis pela análise e discussão do texto final (CUNHA, 2010).

2.3.2 Principais Conceitos

Os principais conceitos, alterações e inovações trazidos pelo novo texto da NR-10 são:

- a) Criação e obrigatoriedade de manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas (PIE), como forma de documentar e organizar os documentos relacionados às instalações;
- b) Elaboração de procedimentos de trabalho para cada uma das intervenções em instalações elétricas que apresentem riscos;
- c) Elaboração de relatórios técnicos periódicos de inspeção da conformidade das instalações elétricas;
- d) Introdução de conceitos de segurança em projetos;
- e) Obrigatoriedade da adoção de medidas de proteção coletiva;
- f) Definição de desenergização de instalações elétricas;
- g) Definição de habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores;
- h) Estabelecimento de zonas de distanciamento seguro, com a definição das zonas de risco, controlada e livre;
- i) Extensão do campo de aplicação da norma aos trabalhos realizados nas proximidades de instalações e serviços em eletricidade;
- j) Criação do treinamento obrigatório de segurança em instalações e serviços em eletricidade para os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas;
- k) Apresentação de um glossário com conceitos e definições objetivas para os termos relevantes.

3 SEGURANÇA COM ELETRICIDADE

3.1 Riscos em Instalações e Serviços em Eletricidade

No setor de energia elétrica, os trabalhadores estão expostos a riscos numerosos e, normalmente, elevados. O maior risco à segurança e à saúde dos trabalhadores é o de origem elétrica. Mesmo em baixas tensões, a eletricidade é um agente perigoso que pode levar a graves consequências (FERREIRA, 2005).

Além do choque elétrico, um acidente com eletricidade pode resultar em consequências indiretas, como quedas e batidas. Acompanhados de exemplos, os riscos existentes em instalações elétricas podem ser divididos como se segue:

- a) Riscos de origem elétrica: choques elétricos e ação de campos eletromagnéticos.
- b) Riscos de queda: consequência de choques elétricos e utilização inadequada de equipamentos de elevação.
- c) Riscos no transporte e com equipamentos: acidentes a caminho dos locais de trabalho e com equipamentos de elevação de cargas e cestas aéreas.
- d) Riscos de ataques de insetos: abelhas e formigas.
- e) Riscos de ataques de animais peçonhentos: cobras, aranhas e escorpiões.
- f) Riscos ocupacionais: ruído, radiação solar e calor.
- g) Riscos ergonômicos: postura inadequada, pressão psicológica e realização de horas extras.

3.1.1 Choque Elétrico

Os choques elétricos ocorrem de fato sempre que uma determinada corrente elétrica percorre o corpo humano. Dependendo da situação, um choque pode causar apenas um pequeno formigamento, queimaduras de 3º grau ou até mesmo levar a pessoa a óbito.

Todas as atividades biológicas são controladas ou estimuladas por impulsos elétricos. Uma corrente elétrica de origem externa, ao somar-se com os impulsos naturais do organismo, provoca alterações nas funções vitais do corpo humano que, dependendo da intensidade e duração da corrente, podem levar à morte.

Os efeitos de um choque elétrico vão desde um pequeno desconforto até contrações violentas dos músculos, queimaduras, parada respiratória e fibrilação ventricular.

3.1.1 Efeitos

As fibras musculares contraem-se ao serem submetidas a uma diferença de potencial elétrico. Sob a ação de uma corrente elétrica alternada, presente em instalações elétricas em geral, os músculos contraem e relaxam sucessivas vezes, de modo progressivo. As frequências mais comuns, de 50 e 60 Hz, são suficientes para produzir contração total dos músculos, dependendo da intensidade da corrente. Nesta situação, uma pessoa em contato com um condutor energizado fica “presa” a ele até que a diferença de potencial cesse.

A corrente elétrica máxima que uma pessoa pode suportar ao segurar um condutor energizado é definida como o *limiar de largar*. Esta é a intensidade de corrente para a qual uma pessoa ainda pode voluntariamente largar o condutor. Correntes acima do limiar de largar podem provocar parada respiratória devido à contração dos músculos responsáveis pela respiração. Dependendo da duração do estímulo, isto pode provocar asfixia, lesões cerebrais e morte (FERREIRA, 2005).

Correntes abaixo do limiar de largar provocam contrações musculares que, embora não resultem em lesões diretas, podem causá-las de maneira indireta. A contração do músculo pode levar ao choque com alguma superfície, ocasionando contusões e traumas, ou a uma queda, caso a vítima esteja em local elevado.

O fenômeno mais grave decorrente de um choque elétrico é a fibrilação ventricular do coração. A contração do músculo cardíaco é estimulada por impulsos elétricos que comandam a atividade ritmada do coração. Uma corrente elétrica externa interfere neste processo fazendo com que o músculo cardíaco contraia-se de maneira desordenada e caótica. As fibras musculares do ventrículo vibram, estagnando o sangue no coração, que perde a sua função.

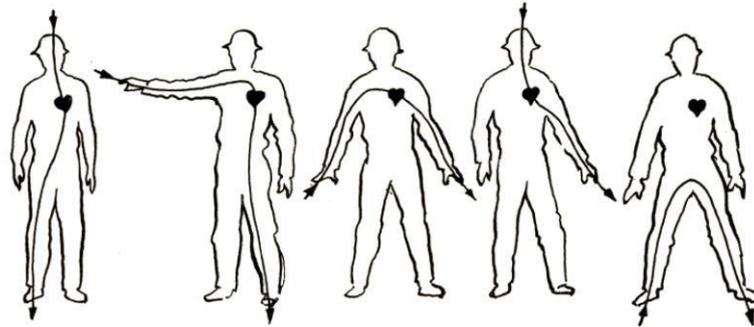
Nesta situação, a circulação sanguínea é interrompida, levando à falta de oxigenação dos tecidos e do cérebro. A fibrilação ventricular do coração pode ser interrompida pelo uso de um desfibrilador elétrico, que reestabelece o ritmo cardíaco normal. Porém, a fibrilação é considerada fatal, pois raramente há um aparelho imediatamente acessível. A técnica de massagem cardíaca deve ser utilizada até que a vítima receba socorro especializado. No entanto, a partir de alguns minutos da parada da atividade cardíaca normal, começam a ocorrer lesões irreversíveis no tecido cerebral (FERREIRA, 2005).

3.1.1.1 Gravidade

Alguns fatores influenciam na gravidade de um choque elétrico, como o caminho

percorrido pela corrente elétrica, suas características e a resistência elétrica do corpo humano. A corrente elétrica pode percorrer diversos caminhos através do corpo, como mostra a Figura 1. Os choques elétricos de maior gravidade são aqueles em que a corrente passa pelo coração, facilitando a ocorrência da fibrilação ventricular.

Figura 1 - Possíveis caminhos da corrente elétrica pelo corpo humano



Fonte: CPNSP (2005)

Um outro fator que influencia na gravidade de um choque elétrico é a característica da corrente elétrica. A intensidade de corrente é o fator determinante, e não a diferença de potencial a que a vítima fica exposta. Quanto maior a corrente e o tempo de exposição, maiores os danos ocasionados.

Nas correntes alternadas, as frequências mais comuns, de 50 e 60 Hz, são as mais perigosas, pois se situam na faixa em que a probabilidade da ocorrência de fibrilação ventricular é maior. Para estas frequências, o limiar de largar é, em média, de 16 mA para o sexo masculino e de 10 mA para o feminino.

Para correntes contínuas, a intensidade de corrente deve ser maior para que se produzam as mesmas consequências verificadas para correntes alternadas. Neste caso, a fibrilação ventricular só ocorre quando o choque acontece durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco.

A resistência elétrica oferecida pelo corpo humano, por fim, é outro fator que influencia na gravidade de um choque elétrico. Ela depende quase totalmente da resistência oferecida pela camada externa da pele. Quando a pele encontra-se seca e sem cortes, esta resistência possui um valor entre 100000 e 600000 Ω , dependendo da sua espessura.

A parte interna do corpo, constituída por músculos, sangue e demais tecidos oferece uma resistência bem mais baixa do que a oferecida pela pele, variando entre 300 e 500 Ω .

Quando a pele encontra-se úmida, condição mais provável de ser encontrada na prática, devido ao suor dos trabalhadores ou à umidade do ambiente, a resistência elétrica do corpo diminui drasticamente, fazendo com que a gravidade de um choque elétrico ocorrido nesta condição seja muito maior (FERREIRA, 2005).

3.1.2 Queimaduras

A pele humana, quando seca, apresenta uma resistência à passagem da corrente elétrica de 100.000 Ohms. Quando molhada, porém, essa resistência cai para apenas 1.000 Ohms. A energia elétrica de alta voltagem, rapidamente rompe a pele, reduzindo a resistência do corpo para apenas 500 Ohms.

A passagem de corrente elétrica através de um condutor origina o fenômeno chamado *Efeito Joule*, no qual certa quantidade de energia elétrica é transformada em energia térmica. Durante um choque elétrico, a pele atua como uma resistência à passagem de corrente, resultando na produção de calor e, conseqüentemente, no surgimento de queimaduras.

A gravidade das queimaduras produzidas é proporcional à intensidade de corrente e ao tempo de exposição a este estímulo. O calor também pode acarretar em alterações estruturais na pele, destruição de tecidos, tanto superficiais como profundos, destruição das terminações nervosas e rompimento de artérias e veias.

3.1.3 Campos Eletromagnéticos

Um campo eletromagnético é gerado pela passagem de corrente elétrica através de um condutor. Ele possui a propriedade de induzir corrente em outros condutores nas suas proximidades.

Em linhas de transmissão aérea e em subestações de distribuição de energia elétrica, onde os níveis de tensão e corrente são elevados, há a exposição a campos eletromagnéticos, que estabelecem uma diferença de potencial entre o corpo dos trabalhadores e os objetos ao seu redor.

Além disso, campos eletromagnéticos intensos podem interferir no funcionamento de aparelhos eletrônicos. Pessoas que fazem uso de marca-passos ou aparelhos auditivos, por exemplo, precisam tomar cuidados especiais.

3.2 Medidas De Controle

3.2.1 Desenergização

Utilizando da definição da CPNSP (2005, p.27), temos o seguinte texto:

A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos.

A desenergização é uma medida de proteção coletiva prioritária, utilizada antes que um serviço em instalações elétricas seja realizado. Somente serão consideradas desenergizadas e liberadas para o trabalho as instalações que passarem por procedimentos apropriados, obedecida a sequência abaixo, definida pela NR-10:

- a) Seccionamento;
- b) Impedimento de reenergização;
- c) Constatação da ausência de tensão;
- d) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;
- f) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

O estado de instalação desenergizada deve ser mantido durante toda a execução do serviço e só pode ser revertido mediante uma autorização para reenergização. A NR-10 também define uma sequência de procedimentos para a reenergização:

- a) Retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- b) Retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- c) Remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
- d) Remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
- e) Destramento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

O seccionamento, embora seja uma medida de controle aparentemente definitiva, não elimina completamente o risco elétrico, pois uma energização acidental pode ocorrer em virtude de erros de manobra, contato acidental com outros circuitos energizados, tensões induzidas por circuitos próximos e descargas atmosféricas. Portanto, outras medidas de

controle, coletivas e individuais, são necessárias e imprescindíveis para a segurança no trabalho em instalações elétricas.

3.2.2 Aterramento

Segundo CPNSP (2005, p.29), aterramento é a “ligação intencional à terra através da qual correntes elétricas podem fluir”. Um sistema de aterramento consiste na conexão de condutores a uma viga enterrada, ou haste, cujo objetivo é realizar a ligação entre o circuito e o solo com a menor impedância possível. O aterramento tem como objetivo diminuir a variação de tensão de uma rede elétrica, eliminar as fugas de energia e proteger os usuários de possíveis choques elétricos.

A norma NBR 5410:2004 prevê a adoção dos esquemas de aterramento TN, TT e IT, dependendo da situação da alimentação em relação à terra, da situação das massas da instalação elétrica em relação à terra e da disposição dos condutores neutro e de proteção.

3.2.3 Proteção Mecânica

Diferentes dispositivos mecânicos são utilizados para impedir o contato de pessoas ou animais com condutores energizados de instalações elétricas. Estes dispositivos podem ser classificados de acordo com sua natureza e modo de funcionamento.

3.2.3.1 Barreiras e Invólucros

Barreiras e invólucros são dispositivos que visam impedir qualquer contato de pessoas ou animais com condutores energizados de instalações elétricas, preservando sua saúde e segurança e evitando danos nas instalações.

Neste método de proteção, as partes vivas são confinadas no interior de invólucros ou atrás de barreiras que garantam grau de proteção. São dispositivos robustos, fixados de forma segura, duráveis e somente podem ser retirados com ferramentas apropriadas. Alguns exemplos são tampas de painéis e telas de proteção com parafusos de fixação.

3.2.3.1 Bloqueios e Impedimentos

Segundo CPNSP (2005, p.42), “dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra.” Bloqueio é a ação de manter,

através de meios mecânicos, um dispositivo de manobra, como uma chave ou um interruptor, em uma determinada posição, impedindo uma ação não autorizada.

Em geral, cadeados são utilizados como dispositivos de bloqueio, sendo que mais de um é utilizado quando diferentes equipes de manutenção estão envolvidas na realização da mesma atividade.

Procedimentos padronizados para o sistema de bloqueio devem ser desenvolvidos e adotados pelas empresas, para que as etapas a serem executadas sejam documentadas e levadas ao conhecimento de todos os trabalhadores. Etiquetas e formulários próprios devem ser adotados, já que toda ação de bloqueio deve estar acompanhada de etiqueta de sinalização, como o nome do profissional responsável pela atividade, data, setor de trabalho e meio para contato.

3.2.3.2 Obstáculos e Anteparos

Obstáculos e anteparos são dispositivos que visam impedir o contato acidental de pessoas com condutores energizados de instalações elétricas. Diferentemente das barreiras e invólucros, não impedem o contato originado de uma ação deliberada e voluntária de ignorar ou evitar o obstáculo.

Os obstáculos devem impedir a aproximação física e contatos não intencionais com partes energizadas de equipamentos, durante sua operação normal. São dispositivos que podem ser retirados sem o uso de ferramentas, mas que devem ser fixados de forma a impedir sua remoção involuntária (CPNSP, 2005).

4 PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Segundo o item 10.2.4 da Norma Regulamentadora 10 do Ministério do Trabalho e Emprego, todos os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 KW, são obrigados a constituir e manter atualizado o Prontuário de Instalações Elétricas (PIE).

O PIE é caracterizado como sendo um sistema organizado de informações pertinentes às instalações elétricas da empresa e aos trabalhadores que estruturam o conjunto de procedimentos, documentações, ações e programas que toda empresa deverá conservar, com objetivo de se obter as melhores e condizentes condições operacionais e de segurança para o sistema elétrico operacional.

O objetivo da elaboração do PIE é disponibilizar ao trabalhador, aos departamentos internos e agentes de fiscalização, todas as informações necessárias a sua segurança, e, obedecendo as instruções do MTE, atendendo os requisitos da NR10 demonstrando que todos os serviços são executados segundo procedimentos definidos e seguros.

4.1 Elementos e análise do PIE

Deverá conter no PIE um conteúdo mínimo que dependerá do porte e da complexidade das instalações elétricas da empresa. O conteúdo é abrangente e dependerá da capacidade da equipe técnica da empresa em analisar e programar as soluções adequadas.

4.1.1 Unifilares

Segundo o item 10.2.3 da NR-10: “As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. ”

O digrama unifilar é o documento mais simples e objetivo que representa uma instalação elétrica e mantê-lo atualizado significa facilitar o trabalho e torná-lo mais seguro, pois diminui a chance de erros durante o desligamento. Devem existir registros precisos das características dos disjuntores ou fusíveis de todo o circuito para prevenir que esses dispositivos sejam substituídos por outros diferentes do previsto no projeto original, o que colocaria a instalação elétrica e seus usuários em uma situação de grande perigo. Para aqueles disjuntores que possibilitam ajustes nos valores de corrente ou tempos de atuação, é muito

importante anotar os ajustes estabelecidos no projeto e conferir periodicamente se esses ajustes permanecem nos valores pré-determinados.

Diagramas unifilares deverão conter:

- a) Transformadores: potência nominal, relação de transformação, impedância, ligação e aterramento;
- b) Disjuntores: tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção;
- c) Chaves seccionadoras: tensão e corrente;
- d) Cabos e circuitos: formação, bitola e comprimento;
- e) Painéis e barramentos: tensão, corrente nominal e nível de curto-circuito;
- f) Geradores: potência nominal, tensão, corrente, ligação, impedâncias subtransitória e transitória e aterramento;
- g) Motores principais: potência nominal, tensão, ligação, forma de partida;
- h) Bancos de capacitores: tensão, potência, dispositivo de manobra;
- i) Dispositivos de proteção (TCs, TPs e relés).

4.1.2 Sinalização de segurança

Segundo a CPNSP (2005, p.61), temos a seguinte definição:

A sinalização de segurança consiste em um procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir as pessoas quanto aos riscos ou condições de perigo existentes, proibições de ingresso ou acesso e cuidados e identificação dos circuitos ou parte dele.

A Norma Regulamentadora nº 26 – Sinalização de segurança (NR-26) prevê a adoção de “cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes”. É de fundamental importância que o padrão de sinalização de segurança seja conhecido por todos os trabalhadores envolvidos.

A sinalização de segurança deve atender, entre outras, às seguintes situações:

- a) Identificação de circuitos elétricos.
- b) Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra.
- c) Restrições e impedimentos de acesso.
- d) Delimitação de áreas.
- e) Sinalização de áreas de circulação, em vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas.

- f) Sinalização de impedimento de energização.
- g) Identificação de equipamento ou circuito impedido.

4.1.3 Equipamentos de Proteção Coletiva

Na execução de uma tarefa ou atividade, devem ser adotados, prioritariamente, equipamentos de proteção coletiva. Um Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) é um dispositivo ou sistema, fixo ou móvel, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros envolvidos na realização de uma atividade.

Alguns exemplos de EPC adotados durante o trabalho em eletricidade são: cone e fita de sinalização, utilizados para sinalizar, demarcar e isolar as áreas de trabalho localizadas em vias públicas ou rodovias; e manta e cobertura isolantes, utilizadas para isolar as partes energizadas da rede elétrica durante a execução de tarefas.

4.1.4 Equipamentos de Proteção Individual

De acordo com a Norma Regulamentadora nº 06 – Equipamento de Proteção Individual (NR-06), “[...] considera-se Equipamento de Proteção Individual – EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”.

Os EPI devem ser utilizados quando as medidas de proteção coletiva forem insuficientes, não oferecendo completa proteção contra os riscos de acidente do trabalho, forem inviáveis, enquanto estiverem sendo implantadas ou em casos de emergência.

Ainda de acordo com a NR-06, “a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento.”

- a) Adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
- b) Exigir seu uso;
- c) Fornecer ao trabalhador somente o EPI aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- g) Comunicar ao MTE qualquer irregularidade encontrada;
- h) Registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou

sistema eletrônico.

Por parte do trabalhador, é de sua responsabilidade:

- a) Usar o EPI, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- d) Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Um EPI, seja de fabricação nacional ou importada, só pode ser utilizado ou colocado à venda com a indicação do Certificado de Aprovação (CA), expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do MTE.

4.1.5 Análise Preliminar de Risco

A Análise Preliminar de Risco (APR) é uma técnica utilizada para prever e documentar os riscos envolvidos na execução de uma tarefa. Tem como objetivo prever a ocorrência de situações que tragam perigo às pessoas, aos equipamentos ou ao meio ambiente. Através do estudo da natureza das atividades e das possíveis circunstâncias que podem ocorrer, esta metodologia consiste na identificação dos riscos, na determinação de suas possíveis causas e na sugestão de procedimentos para que esses riscos sejam controlados.

A APR é aplicável a qualquer atividade ou operação e deve levar ao preenchimento de um formulário específico, que documenta as ações e os responsáveis pela sua aplicação.

4.1.6 Documentação

A empresa deve arquivar as cópias dos certificados, diplomas e comprovantes de treinamentos realizados pelos seus funcionários que possa comprovar a qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos por eles realizados. Para maiores detalhes, consultar o item 10.8 da NR10 que trata da Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores.

4.1.7 SPDA

Sistema de Proteção contra Descargas Elétricas, popularmente chamado de para-raios, pode, com o passar do tempo, perder eficiência devido a fatores como: corrosão, alterações na umidade ou constituição química do solo, problemas nas conexões, etc. Por isso é

indispensável que o sistema de aterramento passe por testes e inspeções periodicamente. As empresas deverão passar esse trabalho para profissionais que tenham habilitação legal (junto ao CREA) para executar esse tipo de serviço que dará origem a um laudo técnico que deverá fazer parte do prontuário. Para conhecer a periodicidade e o procedimento para execução dessas inspeções, os profissionais habilitados devem consultar normas técnicas específicas, especialmente as normas: NBR 5419/2015 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas; NBR 5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas; NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão e a NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV.

5 METODOLOGIA

O presente estudo será desenvolvido como trabalho de conclusão de curso para uma subestação de energia elétrica localizada no Sul de Minas Gerais com potência de 50.000 KVA.

O desenvolvimento de um estudo para a adequação à NR-10 de suas instalações elétricas e procedimentos de trabalho surge como uma necessidade, já que o prazo para adequação à norma já expirou e a preocupação com a segurança e a saúde dos trabalhadores é uma prioridade.

Em princípio foi levantado localização de pontos críticos que possam causar futuros problemas no sistema elétrico ou riscos à segurança do pessoal, conforme condições mínimas exigidas pela norma regulamentadora NR-10 (fixa as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo instalação, operação, manutenção, reforma, ampliação, segurança de usuários e terceiros). Com isso foi feita a verificação do sistema elétrico, do sistema de aterramento, das instalações dos equipamentos elétricos e das estruturas metálicas, de acordo com a norma NBR-5410 de 2004 e NBR-14039 de 2005. A seguir são apresentados os itens encontrados que estão em desacordo com as normas citadas e recomendações técnicas para as adequações necessárias às normas.

5.1 CHECKLIST

Como forma de nortear o processo de identificação das não conformidades e com o objetivo de organizar as informações levantadas, será apresentado um checklist com perguntas formuladas a partir dos itens da legislação.

a) Cabine de entrada

- Ausência de placa de sinalização;
- Ausência de guarda chuva, capa de chuva e bota de borracha;
- Entradas aéreas sem proteção;
- Extintor de incêndio em local indevido;
- Luva de manobra mal condicionada e sem laudo;
- Tapete de isolamento vencido;
- Luvas de isolamento fora do prazo de validade;
- Ausência de iluminação de emergência;

- Grades não aterradas;
- Ausência nível de óleo do disjuntor;
- Ausência placa de advertência nas grades;

b) Subestação

- Painéis abertos, materiais e objetos no interior;
- Cabos fora da norma;
- Disjuntor condicionado com arames;
- Uso de tubulação (PVC), em desacordo com a norma;
- Condicionamento de objetos impróprios.

c) Painel Elétrico 1

- Identificação dos disjuntores;
- Ausência de limpeza;
- Cabos fora da norma e fiação exposta;
- Vedação do painel;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Identificação dos cabos.

d) Painel Elétrico 2

- Identificação dos disjuntores;
- Vedação do painel;
- Ausência de limpeza;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Cabos de iluminação em contato com alvenaria;
- Identificação dos cabos.

e) Painel Elétrico 3

- Identificação dos disjuntores;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Ausência de limpeza;
- Identificação dos cabos.

f) Painel Elétrico 4

- Identificação dos disjuntores;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Disjuntor quebrado;

- Ausência de limpeza;
- Furos no painel.

g) Painel Elétrico 5

- Identificação dos disjuntores;
- Identificação de fase, neutro e terra.
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Ausência de limpeza.

h) Painel Elétrico 6

- Identificação dos disjuntores;
- Identificação de fase, neutro e terra;
- Ausência de limpeza;
- Objetos impróprios no interior do painel;

i) Painel Elétrico 7

- Identificação dos disjuntores;
- Cabos obsoletos;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Ausência de limpeza;
- Quadro não fixado;
- Identificação dos cabos.

j) Painel Elétrico 8

- Identificação dos disjuntores;
- Cabos obsoletos;
- Quadro sem tampa;
- Objetos impróprios no interior do painel;
- Cabo na cor verde em fase.

k) Poste 1

- Caixas de passagem de cabos sem tampa;
- Caixas metálicas enferrujadas;

l) Poste 2

- Caixas de passagem de cabos sem tampa;
- Caixas metálicas enferrujadas;

m) Cabine de baterias 01

- Objetos impróprios armazenados junto as baterias;

- Condicionamento impróprio das baterias;

n) Cabine de baterias 02

- Objetos impróprios armazenados junto as baterias;
- Condicionamento impróprio das baterias;

o) Área externa

- Cavações destampadas;
- Ausência de placas de sinalização de perigo;

p) Banheiro

- Aterramento do chuveiro;
- Ausência de dispositivo DR (Diferencial Residual).

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO

6.1 Organização e limpeza

De acordo com o item 10.4.4.1 da NR10 deverá permanecer limpo e organizado em torno do posto, com caixas de passagens devidamente aterradas, sem corrosões e tampadas. Deverá ser retirada a poeira encontrada dentro dos painéis da subestação bem como objetos armazenados dentro do mesmo de forma errônea. E programar, junto com a manutenção preventiva e medidas de controle já adotadas, a fiscalização de manter o local livre de poeiras e objetos desnecessários. Retirar as baterias que estão diretamente ao chão, colocando-as em algum tipo de suporte e retirar materiais de construção armazenados junto a elas.

6.2 Laudos e testes

Item 10.4.6, deverá estar á disposição resultada de análise do óleo do Trafo e com manutenção preventiva em dia. Junto ao Trafo não foi encontrado o laudo dos testes realizados e é imprescindível a realização de análises no mesmo para mantê-lo em segurança e em bom funcionamento. A análise do óleo deverá ser marcada o mais breve possível. Efetuar os testes e providenciar o laudo da luva de manobra.

6.3 Proteção contra incêndios e explosões

Item 10.9.1, deverá haver sinalização de saídas de emergência bem como a instalação de extintores de incêndio. Há somente um extintor de incêndio na subestação e não está localizado em lugar estratégico para cobrir toda área da empresa. Deverão ser instalados novos extintores bem como laudo de checagem mensal do mesmo e sinalizar as saídas de emergências.

6.4 Segurança na Construção, Operação e Manutenção

Item 10.4.4, as instalações elétricas devem oferecer segurança na operação e os sistemas de proteção deverão ser checados periodicamente. Os cabos não tubulados encontrados deverão ser tubulados com eletrodutos ou eletrocalhas. As frestas nas tampas de passagens dos cabos deverão ser tampadas. Também deverão ser vedadas as frestas nos

painéis elétricos. Deverá ser providenciada a substituição do eletroduto encontrado quebrado dentro das dependências da subestação, a fixação dos cabos soltos nas eletrocalhas e desativar rede obsoleta. Substituir o tapete e as luvas de isolamento que foram encontrados fora do prazo de validade.

6.5 Identificação de acionamento

Item 10.3.1, é obrigatório a sinalização de advertência nos equipamentos bem como a indicação do modo de operação do mesmo, ou seja, se esta ligado ou desligado. Deve ser colocados adesivos indicando se os disjuntores e chaves estão em modo ligado ou desligado.

6.6 Identificação de cabos

Item 10.3.1, deverá estar identificado os cabos, neutro, fase e terra. Se não houver distinção entre a coloração dos cabos deverá ser colocado fitas coloridas para a mesma finalidade. Colocar fitas isolantes coloridas nos cabos dentro dos painéis.

6.7 Medidas de proteção individual

Item 10.2.9.1, diz que quando os equipamentos de proteção coletiva não forem suficientes deverá ser providenciados equipamentos de proteção individual. Providenciar guarda chuva, capa de chuva e botas de borracha.

6.8 Segurança e acesso

Item 10.4.4, As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento. Em cumprimento a norma providenciar proteção contra choque nos contatos internos dos interruptores. Instalar dispositivo DR (Diferencial Residual) em circuitos elétricos que sirvam tomadas situadas em locais que se faça uso de água, neste caso no chuveiro. Nos painéis colocar proteção contra contato direto como, por exemplo, placa de acrílico.

6.9 Sinalização de segurança

Item 10.10.1, Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotado sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação. Colocar placas de advertência de perigo de morte e risco de choque elétrico em todos os quadros de distribuição.

6.10 Aterramento

NR-10, realizar o aterramento das grades dos transformadores e demais grades na dependência. Aterrar também o chuveiro e a porta dos quadros.

6.11 Requisitos a serem atendidos

- a) Os procedimentos técnicos em trabalhos que envolvam eletricidade devem ser formalmente aprovados por profissional legalmente habilitado e autorizado.
- b) A desenergização deve ser adotada como medida de proteção coletiva prioritária nos procedimentos associados aos serviços nas instalações elétricas.
- c) Em casos de grandes dificuldades na desenergização dos equipamentos elétricos, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva a exemplo de:
 - Isolação das partes vivas,
 - Obstáculos,
 - Barreiras,
 - Sinalização,
 - Sistema de seccionamento automático de alimentação,
 - Bloqueio do religamento automático,
- d) O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, atendendo às Normas Internacionais vigentes.
- e) Os EPI's específicos, utilizados nas atividades que envolvam os sistemas elétricos devem ser explicitamente citados nos procedimentos e requeridos na PT de serviços em eletricidade.
- f) É terminantemente proibido aos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade o uso de adornos pessoais.

- g) Deve ser designado formalmente um profissional autorizado para supervisão das atividades de construção, montagem, operação e manutenção das instalações elétricas.
- h) Deve ser indicado um membro de cada equipe, autorizado e em melhores condições, para exercer a supervisão e condução local dos trabalhos.
- i) Devem ser elaborados padrões de segurança específicos para trabalhos em instalações elétricas, utilizando técnicas para análise e controle de riscos, considerando os aspectos:
- Altura;
 - Confinamento;
 - Campos elétricos e magnéticos;
 - Explosividade;
 - Umidade;
 - Poeira;
 - Fauna;
 - Flora;
 - Outros agravantes presentes no ambiente.
- j) Os locais de serviços elétricos, compartimentos e invólucros de equipamentos e instalações elétricas devem ser utilizados exclusivamente para esta finalidade.
- k) Devem ser incorporados nos procedimentos técnicos que envolvam serviços em eletricidade os passos para desenergização de instalações elétricas, contemplando a seguinte sequência:
- Seccionamento;
 - Impedimento de reenergização;
 - Constatação da ausência de tensão;
 - Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores;
 - Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (Anexo I);
 - Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.
- l) Devem ser incorporados nos procedimentos técnicos que envolvam serviços em eletricidade os passos para reenergização de instalações elétricas, contemplando a seguinte sequência:
- Retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
 - Retirada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
 - Remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
 - Remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
 - Destramamento se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

- m) Caso os procedimentos de desenergização e reenergização adotados sejam diferentes daqueles recomendados nos itens 5.12 e 5.13, assegurar que tais procedimentos tenham sido elaborados por profissional legalmente habilitado e autorizado e que tenha sido mantido o mesmo nível de segurança daquele preconizado nestes itens.
- n) Os serviços a serem executados em instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender as recomendações aplicáveis a instalações energizadas.
- o) Devem ser elaborados procedimentos específicos para trabalhos que exigem o ingresso na zona controlada respeitando as distâncias previstas.
- p) Os serviços em instalações energizadas, ou em suas proximidades, devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.
- q) Deve ser elaborada análise de riscos sempre que inovações tecnológicas sejam implementadas ou para a entrada em operações de novas instalações ou equipamentos elétricos.
- r) O responsável pela execução dos serviços deve suspender os mesmos quando forem verificadas situações ou condições de risco não previstas e cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível.
- s) Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência - SEP devem ser realizados com, no mínimo, dois trabalhadores e nunca individualmente.
- t) Os trabalhos em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aquelas que interajam com o SEP, somente podem ser realizados mediante ordem de serviço específica para data e local, assinada por superior responsável pela área.
- u) Os serviços em instalações elétricas somente devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional habilitado e autorizado.
- v) As intervenções em instalações elétricas energizadas em AT dentro dos limites estabelecidos como zona de risco, conforme Anexo I, somente podem ser realizadas mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento.
- w) Os equipamentos e dispositivos desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme padrão específico a ser implantado nas UTE's.
- x) Os trabalhadores em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles envolvidos em atividades no SEP, devem dispor de equipamento que permita a

comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço. O uso de tal dispositivo pelos trabalhadores acima citados é obrigatório.

- y) Somente podem realizar serviços que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade trabalhadores formalmente autorizados pela gerência para tal. Esta autorização formal deve explicitar a função para a qual o trabalhador foi capacitado. A autorização deve ser concedida aos trabalhadores que tenham participado com avaliação e aproveitamento satisfatório dos cursos constantes do Anexo II. Deve ser prevista avaliação nos cursos, com estabelecimento de grau mínimo de aproveitamento.
- z) As informações sobre os treinamentos, qualificações e outras informações necessárias dos trabalhadores que interajam em instalações elétricas devem ser centralizados em um Mapa de Formação.
- aa) Os trabalhadores acima mencionados devem sofrer uma reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:
- Troca de função ou mudança de empresa;
 - Retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a três meses;
 - Modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.
- bb) Deve ser estabelecido um sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador.
- cc) Todos os serviços em instalações elétricas somente podem ser realizados mediante permissão para o trabalho com liberação formalizada, contendo no mínimo:
- Tipo;
 - Data;
 - Local;
 - Referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.
- dd) Deve ser assegurado que os procedimentos de trabalho contenham, no mínimo:
- Objetivo;
 - Campo de aplicação;
 - Base técnica;
 - Competências e responsabilidades;
 - Disposições gerais;
 - Medidas de controle e orientações finais.

- ee) Deve ser assegurada a participação do técnico ou profissional de SESMT em todo processo de desenvolvimento dos procedimentos de trabalho, no treinamento de segurança e saúde e na autorização dos trabalhadores.
- ff) Antes de iniciar os trabalhos em equipe, os seus membros, em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.
- gg) A alternância de atividades deve considerar a análise de riscos das tarefas e a competência dos trabalhadores envolvidos, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.
- hh) Devem ser contempladas as ações de emergência que envolva as instalações, ou serviços com eletricidade.
- ii) As UTE's devem possuir métodos de resgate padronizados e adequados às suas atividades, disponibilizando os meios para a sua aplicação.
- jj) Os trabalhadores têm o direito de interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

7 CONCLUSÃO

A observação realizada, em relação à adequação das instalações elétricas e dos procedimentos de trabalho da empresa de acordo com a NR-10, se deu com sucesso. Conforme os objetivos definidos e propostos no início do trabalho, afirma-se que todos foram alcançados, auxiliando dessa forma na elaboração de uma ampla visão da empresa no que se refere à inconformidade com a legislação.

Também foram atingidos os objetivos específicos, por meio da produção de um *checklist* para orientação no processo de reconhecimento dos pontos de não conformidade à norma e das sugestões para a adaptação destes itens.

Em relação aos procedimentos de trabalho e providências de controle adotado, nenhum item analisado está em total adequação. Esta situação sugere que atividades em instalações e serviço em eletricidade praticados na empresa não disponibilizam condições que assegurem totalmente a saúde e a integridade física dos funcionários. Sabendo que, a mesma fica exposta a receber notificações, multas e podendo ter instalações interditadas pelas competências responsáveis pela fiscalização.

Os dados obtidos revelam que mesmo a empresa fazendo parte do setor elétrico não está livre de falhas. Alguns dos erros encontrados dão-se ao fato de o empregado ter de estabelecer de imediato o bom funcionamento da rede propiciando assim alguns trabalhos realizados com o material disponível no momento mas não justifica que permaneçam dessa forma por um excessivo período de tempo.

O atendimento a norma não impedirá que problemas relacionados ao trabalho com eletricidade seja plenamente isento de acidentes, eliminará integralmente acidentes oriundos de imprudência, pois, seguindo atentamente a norma o trabalhador da empresa estará apto a executar os serviços a ele designados. Contudo qualquer acidente que possa ocorrer por negligência e imperícia estará eliminado pelo fato das instalações elétricas da empresa condizer com a norma. Por esse motivo, os cursos de reciclagem da NR-10 bem como outros e a atualização do prontuário de instalações elétricas deve ser periódico.

Baseado nas recomendações propostas para a regularização das não conformidades é possível produzir um planejamento para aplicarem-se as ações corretivas que se façam indispensáveis. O presente estudo foi disponibilizado para os dirigentes desta empresa, de modo a facilitar e orientar no processo de ajustamento destas ações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. B. Norma regulamentadora nº 10: Um balanço após quatro anos de sua publicação. **O Setor Elétrico**. São Paulo, edição 40, maio de 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro, 2005. 87 p.

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.452, de 01 de maio de 1943. **Consolidação das leis do trabalho**. Rio de Janeiro, 1943. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm>. Acesso em: 14 out. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portal do trabalho e emprego, 2012. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>>. Acesso em: 14 out. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria GM nº 598, de 07 de dezembro de 2004. **Norma regulamentadora nº 10**: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001. **Norma regulamentadora nº 06**: Equipamentos de proteção individual – EPI. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 229, de 24 de maio de 2011. **Norma regulamentadora nº 26**: Sinalização de segurança. Brasília, 2004.

CANOVA, C. **Aplicação da norma regulamentadora NR-10 em uma empresa prestadora de serviços em eletricidade**. 2007. 99 p. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó.

COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Segurança em instalações e serviços em eletricidade**: Manual de treinamento - CPNSP. Rio de Janeiro: Fundação COGE, 2005. 273 p.

CUNHA, J. G. **NR-10 comentada**: Norma regulamentadora nº 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade. São José dos Campos: João Gilberto Cunha, 2010. 154 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Legislação de segurança e medicina no trabalho: Manual prático. São Paulo: FIESP/CIESP, 2003. 52 p.

FERREIRA, V. L. **Segurança em eletricidade**: Trabalhar com segurança é essencial. São Paulo: LTR, 2005. 136 p.

FUNDAÇÃO COGE. Estatísticas de acidentes no setor elétrico brasileiro. Relatório 2010 - Revisão 1. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.funcoge.org.br/csst/relat2010/index_pt.html>. Acesso em: 13 out. 2015.

LUZ, C. M. A; ZACHEO, O. E. **Diagnóstico, laudo e adequação à NR-10 de serviços e instalações elétricas em baixa tensão da Universidade Federal do Paraná**. 2011. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NR-10 para Eletricistas: Vídeo-aulas de Eletrônica. Produção de Sergio Antunes. São Paulo: Elite Multimídia, 2011. 3 DVD's (270 min).

PEREIRA, J. G; SOUSA, J. J. B. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR10: NR10 Comentada**. São Paulo: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Estado de São Paulo – SRTE/SP, 2010. 100 p.

SANTOS, E. C. S. **Inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma empresa à norma regulamentadora NR-10**. 2012. 138 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica), Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ZORZAL, L. G. **Aplicação da NR 10 a subestações prediais e estudo de caso**. 2008. 94 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

APÊNDICE





Part No.	Rev.	QTY	UNIT	DESCRIPTION	DATE
10	1	1	PCB	PCB	2016
11	1	1	PCB	PCB	2016
12	1	1	PCB	PCB	2016
13	1	1	PCB	PCB	2016
14	1	1	PCB	PCB	2016
15	1	1	PCB	PCB	2016
16	1	1	PCB	PCB	2016
17	1	1	PCB	PCB	2016
18	1	1	PCB	PCB	2016
19	1	1	PCB	PCB	2016
20	1	1	PCB	PCB	2016
21	1	1	PCB	PCB	2016
22	1	1	PCB	PCB	2016
23	1	1	PCB	PCB	2016
24	1	1	PCB	PCB	2016
25	1	1	PCB	PCB	2016
26	1	1	PCB	PCB	2016
27	1	1	PCB	PCB	2016
28	1	1	PCB	PCB	2016
29	1	1	PCB	PCB	2016
30	1	1	PCB	PCB	2016



