

**CARLOS EDUARDO CANDIDO DE ALMEIDA**

**Projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO em uma subestação.**

**Carlos Eduardo Candido de Almeida**

**Projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO em uma subestação.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alves Dias

Guaratinguetá - SP  
2016

A447p

Almeida, Carlos Eduardo Candido de

Projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO em uma subestação / Carlos Eduardo Candido de – Guaratinguetá, 2017.

81 f : il.


Bibliografia: f. 78

Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alves Dias

1. Segurança do trabalho. 2. Sistemas de energia elétrica - proteção.
3. Subestações elétricas. I. Título

CDU 614.8

  
Luciana Máximo  
Bibliotecária/CRB-8 3595


**CARLOS EDUARDO CANDIDO DE ALMEIDA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA"

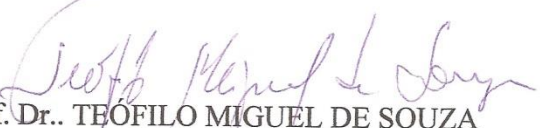
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Prof. Dr. LEONARDO MESQUITA  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. RUBENS ALVES DIAS  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO PERRELLA BALESTIERI  
UNESP-FEG

  
Prof. Dr. TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA  
UNESP-FEG

Dezembro 2016

## **DADOS CURRICULARES**

### **CARLOS EDUARDO CANDIDO DE ALMEIDA**

**NASCIMENTO** 23.10.1989 – LORENA / SP

**FILIAÇÃO** Manoel Messias de Almeida  
Lúcia da Conceição Cândido de Almeida

**2012/2016** Curso de Graduação em Engenharia Elétrica na  
Universidade Estadual Paulista – Campus Guaratinguetá

Dedico este trabalho de conclusão da graduação de modo especial, à minha família, que sempre me apoiou e incentivou, e também aos meus amigos e colegas de Faculdade que sempre me ajudaram ao longo do curso e fizeram parte nesta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, fonte de todo o bem e de toda a graça, por me conceder a cada dia o dom da vida e a força necessária para trilhar os meus caminhos enfrentando as adversidades. Na sequência, de forma especial, agradeço aos meus pais *Manoel e Lúcia*, que são meus maiores exemplos e que sem dúvida foram os maiores responsáveis por minha educação e pela formação do meu caráter. Através deles agradeço a toda a minha família, meu porto seguro, por sempre estar ao meu lado e apoiar todas as minhas decisões. Agradeço meus amigos, colegas e todas as pessoas que fizeram parte da minha história.

Agradeço o meu orientador, *Prof. Dr. Rubens Alves Dias* por todo o seu apoio e empenho em me ajudar. Estendo meus agradecimentos também a todos os funcionários do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar e aos professores da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá por seu comprometimento com a ciência e sua perpetuação.

Finalmente agradeço a todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento deste trabalho pela grande oportunidade de crescimento tanto pessoal quanto profissional e confiança em mim depositada.

“Deixe o mundo um pouco melhor do que encontrou.”

Baden Powell



ALMEIDA, Carlos Eduardo Candido de. **Projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO em uma subestação**. 2016. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 20216.

## **RESUMO**

Embora a preocupação com a segurança e saúde dos trabalhadores tenha aumentado como se pode observar, ainda hoje, o número de acidentes de trabalho registrados no país é muito elevado e quando se observam especificamente os profissionais ligados às atividades econômicas relacionadas à eletricidade, estes indicadores são ainda mais alarmantes. O objetivo deste trabalho é descrever o projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO (Lockout Tagout) na subestação da empresa, aonde foi aplicado, escolhida como o piloto. Esta proposta é fundamentada na política da empresa que busca promover a prevenção de acidentes, evitando a exposição às energias perigosas, e pela necessidade de adequação aos requisitos legais contidos nas Normas Regulamentadoras. Como base, apresenta-se um procedimento de LOTO contendo as diretrizes gerais do programa de controle de energias perigosas cujo conteúdo está descrito neste trabalho bem como as demais ações necessárias subsequentes. Este trabalho pode ser utilizado como guia para o desenvolvimento de programas similares em empresas onde os trabalhadores estejam expostos aos riscos decorrentes das energias perigosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** LOTO. Energias Perigosas. Bloqueio e Sinalização. Segurança do Trabalho.

ALMEIDA, Carlos Eduardo Candido de. **Implementation project of a LOTO hazardous energy control program in a substation.** 2016. 82 f. Undergraduate final work (Graduation) - Electrical Engineering Course, São Paulo State University, Guaratinguetá, 2016.

### **ABSTRACT**

Although the concern about the workers health and safety has increased, still today, until nowadays, the number of work accidents in the country is very high and when analyzing specifically the employees associated with economical activities related to electricity, this indicator are even more alarming. This work aims to describe the implementation of a LOTO hazardous energy control program on an electrical substation in a company, where it was applied, chosen as a pilot. This proposal is based on the company policy which seeks to promote the accident prevention, avoiding that the exposure to the hazardous energies, and on the necessity of compliance with legal requirement, in the regulatory norm enclosed. As a base, a LOTO procedure containing the general guidelines of the hazardous energy control program which is described on this work was created as well as the other subsequent necessary actions. This work can be also used as a basis for the development of similar programs in companies where the workers are exposed to the risks resulting from hazardous energy.

**KEYWORDS:** LOTO. Hazardous Energy. Lockout and Tagout. Work Safety.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Nº de Acidentados da População - Causa e Gravidade, no ano de 2013 .....	33
Figura 2.2 – Numero de Acidentes fatais típicos por cem mil trabalhadores do setor elétrico versus Brasil, entre os ano de 1999 e 2013 .....	34
Figura 2.3 – Taxas de frequência do Setor Elétrico .....	34
Figura 2.4 – Taxas de frequência do Setor Elétrico .....	35
Figura 3.1 – Esquema simplificado do SEP .....	37
Figura 3.2 – Para-raios de alta tensão.....	38
Figura 3.3 – Mufla utilizada em uma emenda entre cabo e conector.....	39
Figura 3.4 – Bucha de Passagem à direita e isoladores de suporte no centro e à esquerda.....	40
Figura 3.5 – Chave seccionadora trifásica com carga .....	41
Figura 3.6 – TC de média tensão .....	42
Figura 3.7 – TP de média tensão .....	42
Figura 3.8 – Disjuntor isolado a vácuo de uso interno .....	43
Figura 3.9 – Transformador de Potência a óleo .....	44
Figura 3.10 – Cadeados de Bloqueio, à esquerda, cadeados de plástico, no centro, cadeados de aço e à direita, cadeados de alumínio .....	50
Figura 3.11 – Caixa de travamento móvel à esquerda e fixa à direita.....	50
Figura 3.12 – Garra multiplicadora .....	51
Figura 3.13 – Na sequência da esquerda para a direita, bloqueio para disjuntores, bloqueio para elementos pneumáticos, bloqueio para válvulas esféricas e bloqueio para registro de gaveta.....	51
Figura 3.14 – Etiquetas de sinalização .....	52
Figura 4.1 – Esquema simplificado do SEP .....	54
Quadro 2.1 – Descrição das normas pertinentes a aplicação da NR 10 .....	24
Quadro 2.2 – Descrição dos acidentes por arco elétrico em subestações.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Quantidade de acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo.....	26
Tabela 2.2 – Quantidade de acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, segundo CNAE.....	27
Tabela 2.3 – Indicadores de acidentes do trabalho por vínculos entre os anos de 2013 e 2014, segundo CNAE.....	28
Tabela 2.4 – Distribuição dos acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, ao longo do ano .....	29
Tabela 2.5 – Distribuição dos acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, por faixa etária .....	30
Tabela 2.6 – Histórico de acidentes no setor elétrico entre os ano de 2009 e 2013 .....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OIT	Organização internacional do Trabalho
ABPA	Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação da Leis Trabalhistas
OMS	Organização Mundial da Saúde
NR	Normas Regulamentadoras
MTPS	Ministério do Trabalho e Previdência Social
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
PIE	Prontuário das Instalações Elétricas
CPNSEE	Comissão Permanente Nacional de Segurança em Eletricidade
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
SEP	Sistema Elétrico de Potência
TC	Transformador de Corrente
PT	Transformador de Potencial
GVO	Grande Volume de Óleo
PVO	Pequeno Volume de Óleo
LOTO	<i>Lockout Tagout</i>
OHSA	Occupational Safety and Health Administration

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1	JUSTIFICATIVA .....	16
1.2	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	16
<b>2</b>	<b>AS ATIVIDADES HUMANAS E A SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA DO TRABALHO</b> .....	17
2.1	ASPECTOS DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO ÂMBITO MUNDIAL .....	17
2.2	ASPECTOS DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL .....	19
2.3	SEGURANÇA EM ELETRICIDADE.....	20
2.4	LEGISLAÇÃO .....	21
<b>2.4.1</b>	<b>NR-10</b> .....	22
<b>2.4.2</b>	<b>ABNT NBR 5410</b> .....	25
2.5	ANÁLISE DE INDICADORES DE ACIDENTE DE TRABALHO .....	25
<b>2.5.1</b>	<b>Quadro geral</b> .....	25
<b>2.5.2</b>	<b>Acidentes no setor elétrico</b> .....	31
<b>3</b>	<b>INSTRUÇÕES ASPECTOS CONCEITUAIS PERTINENTES AO ESTUDO GERAIS DE APRESENTAÇÃO</b> .....	37
3.1	SUBSTAÇÕES ELÉTRICAS .....	37
3.2	COMPONENTES BÁSICOS DE UMA SUBESTAÇÃO.....	37
<b>3.2.1</b>	<b>Para-raios</b> .....	38
<b>3.2.2</b>	<b>Cabos elétricos de média e alta tensão</b> .....	39
<b>3.2.3</b>	<b>Mufla</b> .....	39
<b>3.2.4</b>	<b>Isoladores e Buchas de Passagem</b> .....	39
<b>3.2.5</b>	<b>Chave Seccionadora</b> .....	40
<b>3.2.6</b>	<b>Transformador de Corrente (TC)</b> .....	41
<b>3.2.7</b>	<b>Transformador de Potencial (TP)</b> .....	42
<b>3.2.8</b>	<b>Disjuntor</b> .....	43
<b>3.2.9</b>	<b>Transformador de Potência</b> .....	43
3.3	CONCEITO DE ENERGIA PERIGOSA .....	44

3.3.1	<b>Energia Elétrica</b> .....	44
3.3.2	<b>Energia Hidráulica/Pneumática</b> .....	45
3.3.3	<b>Energia Mecânica</b> .....	45
3.3.4	<b>Energia Química</b> .....	45
3.3.5	<b>Energia Térmica</b> .....	46
3.3.6	<b>Energia Nuclear</b> .....	46
3.4	<b>LOCKOUT TAGOUT (LOTO)</b> .....	46
3.5	<b>DISPOSITIVOS ENVOLVIDOS EM PROCEDIMENTOS LOTO</b> .....	49
3.5.1	<b>Dispositivo de isolamento de energia</b> .....	49
3.5.2	<b>Dispositivo de bloqueio</b> .....	50
3.5.3	<b>Dispositivo de sinalização</b> .....	51
4	<b>PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE LOTO EM UMA SUBESTAÇÃO</b> .....	53
4.1	<b>CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA</b> .....	53
4.1.1	<b>Subestação da Empresa</b> .....	53
4.2	<b>PROPOSTA DO PROJETO</b> .....	55
4.3	<b>ESCOPO DO PROGRAMA DE LOTO</b> .....	56
4.4	<b>PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE LOTO</b> .....	56
4.5	<b>PROCEDIMENTO PARA CONTROLE DE ENERGIAS PERIGOSAS LOTO</b> .....	57
4.5.1	<b>Definições</b> .....	58
4.5.2	<b>Responsabilidade</b> .....	60
4.5.3	<b>Materiais de bloqueio</b> .....	61
4.5.4	<b>Materiais de sinalização</b> .....	63
4.5.5	<b>Bloqueio em máquinas ou equipamentos novos ou modificados</b> .....	63
4.5.6	<b>Bloqueio em máquinas ou equipamentos fora de serviço</b> .....	64
4.5.7	<b>Regras para bloqueio e sinalização</b> .....	64
4.5.8	<b>Preparação e análises das energias perigosas</b> .....	67
4.5.9	<b>Procedimento de bloqueio em grupo</b> .....	68
4.5.10	<b>Procedimento de bloqueio individual</b> .....	69
4.5.11	<b>Procedimento de transferência da chave mestre de controle</b> .....	70

<b>4.5.12</b>	<b>Procedimento para retirada de cadeado e sinalização de um líder LOTO ausente</b> .....	<b>71</b>
<b>4.5.13</b>	<b>Teste, detecção de problemas ou posicionamento de máquinas, equipamentos ou componentes</b> .....	<b>72</b>
<b>4.6</b>	<b>PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE LOTO</b> .....	<b>73</b>
<b>4.7</b>	<b>AQUISIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE LOTO</b> .....	<b>73</b>
<b>4.8</b>	<b>CAPACITAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO</b> .....	<b>73</b>
<b>4.9</b>	<b>AUDITORIAS E INSPEÇÕES PERIÓDICAS</b> .....	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>78</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	<b>81</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Com a gradativa organização do trabalho e a evolução dos meios produtivos, se por um lado houve benefícios como a especialização do trabalho e o crescimento econômico, por outro lado a saúde e integridade dos trabalhadores foram afetadas.

A segurança do trabalho tem se desenvolvido ao decorrer da história e acompanhado a evolução do trabalho. Graças a seu desenvolvimento exponencial ocorrida no século XX houve uma necessidade de mudança nos sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho, cujo objetivo principal é proteger a vida através da prevenção.

Seguindo uma tendência mundial, ainda que com certo atraso, leis foram criadas para regular o trabalho no Brasil e melhorar as condições de saúde e segurança dos trabalhadores; um grande marco deste tema no país foi a criação da Consolidação das Leis Trabalhistas em 1943. A partir deste marco outras leis foram criadas para desenvolver a cultura prevencionista brasileira, porém, ainda que crescente a preocupação com o tema da segurança do trabalho, muito pouco era feito para a prevenção até que em 1978 foram criadas as Normas Regulamentadoras do presente Ministério do Trabalho e Previdência Social.

Embora a preocupação com a segurança e saúde dos trabalhadores tenha aumentado, ainda hoje, o número de acidentes de trabalho registrados no país é muito elevado; segundo Brasil (2016b), em 2014 foram mais de setecentos mil, com uma taxa de aproximadamente seis fatalidades a cada mil vínculos de trabalho. Quando se observam especificamente os profissionais ligados às atividades econômicas relacionadas à eletricidade, estes indicadores são ainda mais alarmantes, pois o número de fatalidades chega a ser até mais de seis vezes maior segundo Brasil (2016b).

Diante desta situação, a adoção de medidas preventivas e ações que promovam a cultura da segurança são necessárias para garantir o bem-estar dos trabalhadores e, em um caso ideal, eliminar os acidentes. O presente trabalho tem o intuito de demonstrar que, através da implementação de um programa de controle de energias perigosas Lockout Tagout (LOTO), pode-se contribuir com a mudança da atual realidade, ainda que de forma pontual, adequando as operações da empresa aonde o projeto foi realizado aos requisitos legais e reforçando a sua política de segurança do trabalho.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O objetivo deste trabalho é descrever o projeto de implementação um programa de controle de energias perigosas LOTO na subestação da empresa, onde foi aplicado, escolhida como o piloto. Depois de satisfatoriamente aplicado à subestação, o programa será ampliado de forma a abranger todas as instalações da empresa.

A empresa busca atingir os padrões mais elevados em qualidade, saúde, segurança e meio ambiente e por este motivo a implementação de tal programa, além de adequá-la às exigências legais, serve para promover sua política de prevenção de acidentes, evitando que a exposição à energias perigosas resulte em acidentes, ou no pior caso, em uma fatalidade.

O desenvolvimento do trabalho serve ainda de parâmetro para que o mesmo projeto seja replicado em outras empresas onde os trabalhadores estejam expostos aos mesmos perigos.

## 1.2 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

No início do segundo capítulo é discorrido sobre o tema segurança do trabalho, passando pelos aspectos de abrangência mundial, depois em território nacional e, finalmente, culminando na segurança em eletricidade. Na sequência descrevem-se os aspectos legais e é apresentada uma análise dos indicadores de acidentes do trabalho com o objetivo de estabelecer um panorama tanto geral quanto específico para o setor elétrico.

No terceiro capítulo são abordados tanto os aspectos conceituais necessários para implementação do programa de controle de energias perigosas quanto a descrição do funcionamento de uma subestação e de seus componente, conceitos de LOTO e tipos de dispositivos utilizados para bloqueio e sinalização.

No quarto capítulo, há uma caracterização da empresa e de sua subestação, seguida da apresentação da proposta do projeto e um relato detalhado do processo de aplicação do mesmo. É neste capítulo que está transcrito o procedimento de LOTO criado e que é base de todo o programa de controle de energias perigosas.

No quinto capítulo, encontra-se a conclusão de todo o trabalho.

## **2 AS ATIVIDADES HUMANAS E A SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA DO TRABALHO**

### **2.1 ASPECTOS DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO ÂMBITO MUNDIAL**

Ao longo de toda a sua história o homem obteve o seu sustento através do trabalho. No começo através da coleta, caça e pesca e mais tarde, com o início da agricultura se fixou à terra e passou a criar animais. Em decorrência deste novo estilo de vida, as primeiras cidades surgiram e daí a necessidade de haver colaboração entre os indivíduos e a organização do trabalho, ainda que primitiva, para o bem comum.

Com o avançar do tempo, cada vez mais melhorias foram sendo introduzida ao meio comunitário e a medida que a humanidade se desenvolvia o homem se voltou a busca de novos conhecimentos e exploração de novas tecnologias, com o intuito de melhorar tanto seu bem estar quanto o daqueles à sua volta.

Com a gradativa organização do trabalho e a evolução dos meios produtivos, por um lado houve a especialização do trabalho, o crescimento econômico, aumento do rendimento de trabalho, redução do custo da produção e progressiva mudança da manufatura para maquinofatura, porém por outro lado começou a afetar a saúde e integridade dos trabalhadores.

No Século XVIII já havia relatos de doenças ocupacionais relacionadas às atividades específicas, bem como tratamento e precauções para prevenir ou minimizar seu impacto na saúde humana.

Em 1700 era publicado na Itália um livro que iria ter notável repercussão em todo o mundo: tratava-se da obra “De Morbis Artificium Diatriba”, de autoria do médico Benardino Ramazzini que por esse motivo foi cognominado de “Pai da Medicina do Trabalho”. Nesse tratado, o autor descreve, com extraordinária perfeição, uma série de doenças relacionadas à cerca de 50 profissões diversas e [...] (PANZINATO, 2001, p.14).

A partir desta visão, ainda pouco desenvolvida, da influência do trabalho na saúde dos trabalhadores, muitos pesquisadores começaram a correlacionar os riscos as consequências e riscos a saúde com as longas jornadas de trabalho, ambientes inóspitos e insalubres a que os trabalhadores estavam expostos. Com o advento da máquina à vapor e a criação de novas fábricas, a chamada Revolução Industrial que ocorreu entre 1760 e 1830 na Inglaterra, houve um agravamento ainda maior da situação dos trabalhadores.

Segundo Canêdo (1994), a introdução da máquina a vapor mudou totalmente o quadro industrial. A indústria que já não mais dependia de cursos de água, se mudou para as grandes cidades, onde a mão de obra era abundante.

Neste novo cenário as condições de calor, ventilação e umidade eram totalmente inóspitas, pois as novas fábricas eram basicamente galpões improvisados. Inexistia um limite de horas de trabalho e as máquinas primitivas ofereciam diferentes tipos de riscos como altíssimos limites de ruído, ventilação precária e sem proteção, o que resultou em elevados índices de acidentes e doenças do trabalho.

Os esforços dos primeiros pesquisadores no que tange à prevenção de acidentes de trabalho e à proteção à saúde dos trabalhadores foi crucial para que a sociedade, em geral, demandasse mudanças e pressionasse as autoridades de forma que leis específicas fossem criadas para impor limites e resguardar os trabalhadores. Segundo Pazinato (2001), por exemplo, uma das leis criadas foi a “lei de saúde e moral dos aprendizes” aprovada em 1830, a qual estabelecia o limite de 12 horas para a jornada diária de trabalho, proibia o trabalho noturno e obrigava que os funcionários lavassem as paredes da fábrica duas vezes ao ano e tornava obrigatória a ventilação do ambiente de trabalho.

Após a implantação desta lei, com o passar do tempo, outras medidas corretivas foram criadas e implementadas por vários países visando a proteção de sua força de trabalho, aumentando-se a preocupação com a saúde e segurança no trabalho. Após a assinatura do Tratado de Versalhes em 1919, que encerrou a Primeira Grande Guerra, a Organização internacional do Trabalho (OIT), cujas raízes remontam do século XIX e baseiam-se no equilíbrio entre o desenvolvimento e a melhoria das relações de trabalho através de legislação trabalhista, foi instituída como uma agência da Liga das Nações ampliando a visão prevencionista que culminou na ideia de uma legislação trabalhista que surgiu de uma reflexão do custo humano dos pontos de vista ético e econômico.

A segurança do trabalho tem se desenvolvido ao decorrer da história e acompanhado a evolução do trabalho, como o desenvolvimento exponencial da tecnologia tem influenciado na relação do trabalho haverá também uma necessária mudança nos sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho cujo objetivo principal deve ser sempre proteger a vida promovendo a saúde e segurança.

## 2.2 ASPECTOS DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL

No começo de sua história, o Brasil, ainda como colônia, tinha seu crescimento confinado aos limites impostos por Portugal. O modelo extrativista inicialmente implantado foi gradualmente sendo substituído pela monocultura e a agricultura. A mão de obra essencialmente escrava no início foi mais tarde substituída por imigrantes europeus. Neste cenário inicial não existia preocupação efetiva no sentido de se garantir a proteção dos trabalhadores uma vez que a mão de obra era abundante. Somente no século XX, época em que as primeiras indústrias começaram a se estabelecer no país, de forma especial no Estado de São Paulo, foi que a percepção da segurança do trabalho começou a florescer. Não é difícil concluir que os problemas encontrados na indústria pioneira do Brasil eram semelhantes àqueles encontrados na Inglaterra durante a Revolução Industrial, porém com o agravante de que ocorreram anos depois. Em 1919 foi criada a primeira Lei brasileira sobre acidentes de trabalho, Lei nº 3724, de 15 jan. 1919, e empresários fundam no Rio de Janeiro a Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes (ABPA) em 1941 que existe até hoje. Durante o Governo de Getúlio Vargas, em 1943, foi criada a Consolidação da Leis Trabalhistas (CLT) com um conjunto de leis específicas para regular o trabalho que até então não existiam. A CLT trata de assuntos como, por exemplo, a jornada de trabalho, as formas de pagamento e a saúde e segurança do trabalho.

O Decreto de Lei nº 34715, de 27 nov. 1953, instituiu o que é hoje a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT) que deve ser realizada anualmente e naquele mesmo ano uma portaria foi criada para regulamentar e organizar a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA). Essa comissão formada por funcionários eleitos e indicados pelo empregador tem o poder e o dever de propor medidas de prevenção e contribuir para o desenvolvimento da segurança do trabalho em seu ambiente de trabalho. Logo depois foi regulamentado o uso de equipamento de proteção individual. Em 1966 criou-se a Fundacentro (FUNDACENTRO, 2016), um órgão atualmente vinculado ao Ministério do Trabalho e Previdência Social com unidades descentralizadas presentes em 11 estados e no Distrito Federal e centro colaborador da Organização Mundial da Saúde (OMS) e OIT, responsável por estudos na área de prevenção de acidentes.

Embora crescente a preocupação com o tema da segurança do trabalho, muito pouco era feito para a prevenção até que em Junho de 1978 foram criadas as Normas Regulamentadoras

(NR) através da Portaria N.º 3.214, fornecendo instruções claras para que se cumprisse nas empresas aquilo que já estava estabelecido na CLT, evento este, que pode ser considerado um dos maiores impulsos dado à área em questão segundo o censo comum dos estudiosos de segurança do trabalho.

Desde sua criação as Normas Regulamentadoras vem sofrendo alterações e novas normas foram criadas sempre com intuito de aumentar a prevenção suprimindo as necessidades decorrentes da evolução do meio de trabalho e combatendo os péssimos indicadores atuais.

“As Normas Regulamentadoras - NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho” (BRASIL, 2009, p. 1)

Outros avanços posteriores à criação das Normas Regulamentadoras, como a regulamentação de profissões diretamente ligadas à saúde e segurança do trabalho, o estabelecimento do conceito legal de Acidente de Trabalho e de Trajeto e até mesmo a proibição do trabalho infantil contribuíram com a evolução da cultura prevencionista, e certamente resultaram em uma melhoria relevante das condições de saúde e segurança no trabalho, porém ainda há muito a ser feito.

### 2.3 SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

“A eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica” (GASPAR, 2005, p.15) que não são diretamente perceptíveis pelos sentidos humanos, o que pode conseqüentemente gerar situações de risco às pessoas. “Diferente de outras situações de trabalho que envolvem, por exemplo, desgaste de materiais em um contexto mecânico, no qual as características visuais, os sons ou mesmo os cheiros estranhos podem funcionar como alerta de que a engrenagem não está funcionando adequadamente” (SENAI, 2015, p.10). Quando há um problema de origem elétrica existe a possibilidade de ele ocorrer sem qualquer tipo de aviso prévio, um agravante que torna as formas de prevenção ainda mais importantes.

Pode-se afirmar que a evolução das tecnologias colocadas à disposição da sociedade não garante de imediato a aplicações de sistemas de controle dos riscos a que poderão estar sujeitos os trabalhadores que irão interagir com esses novos equipamentos e processos, cabendo a cada pessoa que atua no Setor observar os procedimentos relativos à prevenção de acidentes, pois, como se diz normalmente no ambiente laboral, “A Segurança é DEVER de Todos”.

Destaca-se (SIC) que o ferramental, EPI's, EPC's, componentes para sinalização e outros citados neste trabalho são apenas alguns dos necessários para a execução das atividades, bem como, os exemplos de passo a passo ou procedimentos de trabalho, análise preliminar de risco e seus controles exemplificados são orientativos e não representam a única forma para a realização das atividades com eletricidade, devendo cada empresa ou entidade educacional validá-los e adaptá-los de acordo com suas particularidades (CPNSP, 2005, p.5).

Segundo Santos Júnior (2013). é possível definir três pilares para se trabalhar de maneira segura com a eletricidade:

- Instalações, ferramental e equipamentos de segurança apropriados;
- Procedimentos de trabalho, administrativos e técnicos, adequados;
- Profissionais capacitados e autorizados;

A adoção de medidas relativas aos pilares mencionados é fundamental para garantir a segurança e a integridade dos trabalhadores. As medidas de segurança devem ser específicas e desenvolvidas para cada tipo de atividade. Profissionais capacitados e autorizados para realizar o trabalho com eletricidade são essenciais para que tais medidas de segurança sejam aplicadas corretamente. É também de suma importância que as instalações sejam inspecionadas e mantidas em boas condições, pois quanto maior o nível de degradação de uma instalação mais elevados são os riscos gerados no momento em que intervenções forem nela executadas.

## 2.4 LEGISLAÇÃO

Como citado anteriormente, com a criação da CLT, em 1943, que unificou a legislação trabalhista existente da época, surgiu a principal legislação trabalhista brasileira. Desde então outras normas foram sendo criadas para acompanhar a evolução do trabalho e o avanço da cultura prevencionista.

Atualmente o Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS) é o responsável pela fiscalização do trabalho, por aplicar medidas disciplinares previstas na lei ou acordos coletivos

sempre que houver irregularidades em seu cumprimento, pelas diretrizes e políticas de modernização das relações do trabalho e principalmente pela segurança e saúde no trabalho.

Com o finalidade de fornecer orientações e regulamentar os procedimentos obrigatórios de saúde e segurança do trabalho foram aprovadas à 38 anos as Normas Regulamentadoras. No princípio eram 28 e atualmente compõem um total de 36 normas em vigor.

Existem ainda as Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR), normas técnicas estabelecidas de acordo com um consenso comum entre pesquisadores e profissionais que compõe comissões especiais de estudo sendo posteriormente aprovadas por um organismo nacional ou internacional, no caso do Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Tal organização é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro, contribuindo na implementação de políticas públicas, promovendo o desenvolvimento de mercados, atuando na defesa dos consumidores e a segurança de todos os cidadãos (ABNT, 2016).

Uma NBR é de cumprimento obrigatório apenas se há uma NR ou lei brasileira que o exija. O descumprimento de disposições legais acarreta tanto aos empregadores como empregados as penalidades previstas por lei.

#### 2.4.1 NR-10

A primeira versão da NR 10 - Segurança Em Instalações e Serviços em Eletricidade foi aprovada através da Portaria nº 3.214 em 08 de junho de 1978 (BRASIL, 2016c). A partir da década de 1990, uma grande transformação organizacional do trabalho no setor elétrico foi iniciada, de forma especial no ano de 1998, quando se iniciou o processo de privatização. De acordo com Pereira e Sousa (2010), esse processo trouxe a globalização, com a consequente introdução de novas tecnologias, materiais e, principalmente, mudanças significativas no processo e organização do trabalho.

Mediante todas estas alterações e transformações houve um consequente aumento do número de acidentes envolvendo eletricidade e diante da criticidade deste cenário foi promovida uma atualização da NR 10 para alinhá-la às melhores práticas de saúde e segurança. Segundo Diagnerg (2013), o objetivo era fazer frente aos elevados índices de acidentes no setor elétrico, com a geração e distribuição de energia somadas à construção civil e pretendia-se passar a



imagem de um país em desenvolvimento não só econômico e tecnológico, mas também resguardando o capital humano.

A um grupo de engenheiros eletricitas e de segurança no trabalho, de diversas instituições governamentais foi atribuída em 2001 a missão de estudar a situação de segurança e saúde no setor e por elaborar um texto-base, destinado a orientar a atualização da NR-10. O texto inicial foi aceito sem alterações e disponibilizado para consulta pública até o mês de setembro de 2002.

Em outubro de 2002, a proposta inicial, juntamente com as sugestões recebidas da sociedade, foram encaminhadas à Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), composta por profissionais da área de segurança em energia elétrica e responsável pela elaboração, através de análise e discussão, do texto final.

Em 07 de dezembro de 2004 foi publicada no Diário Oficial por meio da Portaria nº 59 um novo texto da norma, apresentando alterações importantes (BRASIL, 2016c).

Os principais conceitos e alterações introduzidos pelo novo texto incluem a criação e manutenção obrigatória do Prontuário das Instalações Elétricas (PIE), elaboração de procedimentos de trabalho para cada atividade que apresente riscos, elaboração de relatórios técnicos de inspeção da conformidade das instalações elétricas aos itens da normas, itens relativos à segurança em projetos, adoção obrigatória de medidas de proteção coletiva, definição de habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores e treinamentos obrigatórios, estabelecimento de distâncias seguras, com a definição das zonas de risco, controlada e livre, extensão do campo de aplicação da norma aos trabalhos realizados nas proximidades de instalações e serviços em eletricidade e definição de desenergização.

No ano corrente houve uma pequena correção de erros na indexação dos anexos, sendo este o texto que ainda vigora.

A NR-10 “estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade” (BRASIL, 2016c, p. 1).

Seu propósito é fixar os requisitos e condições mínimas, necessários ao processo de transformação das condições de trabalho envolvendo eletricidade, para que as atividades desenvolvidas no setor se tornem mais seguras e salubres.

O texto da NR 10 descreve os princípios gerais de segurança e complementa as normas técnicas vigentes, responsáveis pelas prescrições específicas. Desta maneira, as atividades que envolvem eletricidade, obrigatoriamente, devem atender às NBR e outras NR pertinentes.

Nos casos em que as normas técnicas brasileiras forem insuficientes, ausentes ou omissas deve-se observar as normas internacionais cabíveis. O campo de aplicação contempla as fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, bem como quaisquer trabalhos envolvendo instalações elétricas, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção, inclusive os trabalhos realizados nas proximidades de instalações elétricas e serviços em eletricidade. O Quadro 2.1 contém algumas normas e leis pertinentes à aplicação da NR 10.

Quadro 2.1: Descrição das normas pertinentes a aplicação da NR 10.

Nome	Assunto
ABNT NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão.
ABNT NBR ISO/CIE 8995	Iluminância de interiores.
ABNT NRB IEC 60079	Instalações elétricas em atmosferas explosivas. Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas.
ABNT NBR 5419	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.
ABNT NBR 5460	Sistemas elétricos de potência.
ABNT NBR 13534	Instalações elétricas de baixa tensão: requisitos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.
ABNT NBR 13570	Instalações elétricas em locais de afluência de público.
ABNT NBR 14039	Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.
Lei no 6.514/77	Altera a redação do Capítulo V do Título II da CLT -Segurança e Medicina do Trabalho.
Lei no 11.337/06	Estabelece a obrigatoriedade de as edificações possuírem sistemas de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização do condutor de proteção (fio-terra).
Portaria Inmetro no 83/06	Regulamenta a certificação compulsória de equipamento elétrico para atmosfera potencialmente explosiva.
Portaria MTE/GM no 598, de 07/12/2004	Dá nova redação a NR 10 e institui a Comissão Permanente Nacional de Segurança em Eletricidade (CPNSEE).
Portaria MTE/SIT no 108, de 30/12/04	Inclui a "vestimenta condutiva de segurança para proteção de todo o corpo contra choques elétricos" na lista de Equipamentos de Proteção Individual, do Anexo I da NR 6.
Resolução CNEN no 04, de 19/04/89	Diretrizes para suspensão de comercialização e instalação de pára-raios radioativos.
NR 1	Disposições Gerais.
NR 3	Embargo ou Interdição.
NR 6	Equipamentos de Proteção Individual (EPI).
NR 7	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).
NR 17	Ergonomia (principalmente iluminação).
NR 23	Proteção Contra Incêndio.
NR 26	Sinalização de Segurança.
NR 28	Fiscalização e Penalidades.

Fonte: Adaptado de Serviço Social da Indústria (2008) e de fonte própria.

As responsabilidades atribuídas às empresas e aos trabalhadores não se limitam somente à NR 10, como também à Constituição Federal, CLT e pelos Códigos Civil e Criminal. Para Barros et al. (2014) cabe aos trabalhadores zelar pela sua segurança e saúde, e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações, responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais, e comunicar ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco.

#### **2.4.2 ABNT NBR 5410**

De acordo com a Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo, CPNSP (2005), a NBR 5410 contém as exigências mínimas para as instalações elétricas de baixa tensão, garantindo o seu funcionamento adequado e a segurança de pessoas e animais. Sua aplicação principal são instalações elétricas de edificações, independentemente do seu uso que pode ser residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro entre outros.

“A ABNT NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE-03:064.01). O Projeto circulou em Consulta Pública conforme Edital nº 09, de 30.09.2003, com o número Projeto NBR 5410” (ABNT, 2004, p. 7) e foi baseada na norma internacional IEC 60364.

### **2.5 ANÁLISE DE INDICADORES DE ACIDENTE DE TRABALHO**

#### **2.5.1 Quadro geral**

Na Tabela 2.1 estão registrados os números de acidentes do trabalhos ocorridos no Brasil entre os anos de 2012 a 2014, retirados do Anuário Estatístico da Previdência Social 2014, publicado no ano corrente. Os valores estão divididos por ano, região do país e estão classificados em duas categorias, com e sem Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), sendo que os que possuem CAT estão subdivididos de acordo com sua classificação.

Ao analisar os valores da Tabela 2.1 é possível afirmar que, de maneira geral, o Brasil possui um número muito elevado de acidentes se comparado aos padrões da OIT, considerando o

número total de acidentes e a relação entre eles e o número total de vínculos de trabalho, tem-se que em 2014 houve 704.136 acidentes e segundo Brasil (2016b) uma incidência de 16,06 acidentes por 1000 vínculos, considerando o fato de que um trabalhador pode ter mais de um vínculo de trabalho. As regiões do país onde estão concentrados os maiores índices de acidentes são as regiões sudeste e sul, justamente as mais industrializadas do Brasil. Outro fato preocupante é que somente 79% dos acidentes, aproximadamente, foram formalmente registradas com CAT.

Tabela 2.1: Quantidade de acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo.

GRANDES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	Anos	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO					
		Total	Com CAT Registrada				Sem CAT Registrada
			Total	Motivo			
				Típico	Trajeto	Doença do Trabalho	
BRASIL	2012	713.984	546.222	426.284	103.040	16.898	167.762
	2013	725.664	563.704	434.339	112.183	17.182	161.960
	2014	704.136	559.061	427.939	115.551	15.571	145.075
NORTE	2012	32.269	24.152	19.110	4.095	947	8.117
	2013	31.857	23.617	18.526	4.327	764	8.240
	2014	31.259	23.492	18.255	4.578	659	7.767
NORDESTE	2012	90.588	56.291	42.057	11.913	2.321	34.297
	2013	88.027	55.872	40.490	12.791	2.591	32.155
	2014	85.722	56.031	39.834	13.355	2.842	29.691
SUDESTE	2012	390.997	320.047	249.167	60.612	10.268	70.950
	2013	394.715	328.925	253.267	65.835	9.823	65.790
	2014	379.425	321.870	246.213	67.512	8.145	57.555
SUL	2012	150.580	106.733	85.759	18.417	2.557	43.847
	2013	159.272	114.325	91.072	20.097	3.156	44.947
	2014	157.364	116.632	92.573	20.911	3.148	40.732
CENTRO-OESTE	2012	49.550	38.999	30.191	8.003	805	10.551
	2013	51.793	40.965	30.984	9.133	848	10.828
	2014	50.366	41.036	31.064	9.195	777	9.330

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico da Previdência Social, Brasil (2016a).

Considerando-se, por exemplo, os acidentes do trabalho de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), considerando as atividades diretamente ligadas à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e também à atividade desenvolvida na

empresa em questão os valores encontrados estão descritos na Tabela 2.2. As atividades econômicas consideradas estão descritas ao lado do seu código CNAE.

Tabela 2.2: Quantidade de acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, segundo CNAE.

CNAE	Descrição da Atividade Econômica	Anos	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO					
			Total	Com CAT Registrada			Sem CAT Registrada	
				Total	Motivo			
					Típico	Trajeto		Doença do Trabalho
<b>Total</b>	<b>Todas as atividades desenvolvidas no país</b>	2012	713.984	546.222	426.284	103.040	16.898	167.762
		2013	725.664	563.704	434.339	112.183	17.182	161.960
		2014	704.136	559.061	427.939	115.551	15.571	145.075
<b>2539</b>	Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais	2012	1.801	1.468	1.234	185	49	333
		2013	1.908	1.583	1.333	207	43	325
		2014	1.939	1.637	1.389	203	45	302
<b>3511</b>	Geração de energia elétrica	2012	866	813	644	159	10	53
		2013	854	792	616	167	9	62
		2014	904	858	685	161	12	46
<b>3512</b>	Transmissão de energia elétrica	2012	481	439	371	51	17	42
		2013	386	361	272	55	34	25
		2014	196	181	125	51	5	15
<b>3513</b>	Comércio atacadista de energia elétrica	2012	46	45	31	14	–	1
		2013	43	40	25	15	–	3
		2014	35	35	18	15	2	–
<b>3514</b>	Distribuição de energia elétrica	2012	1.595	1.444	1.025	337	82	151
		2013	1.752	1.585	1.111	393	81	167
		2014	1.600	1.457	1.010	399	48	143

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho, Brasil (2016b).

Analisando-se os dados pode-se observar que no país houve um aumento no número absoluto de acidentes entre os dois primeiros anos e novamente uma queda entre os dois últimos anos, sendo que ao final o número de acidentes foi o menor dos três. E entre as atividades econômicas descritas não há um padrão na variação dos números de acidentes. O caso ideal esperado seria uma tendência negativa, a mais acentuada possível, na evolução dos números.

A flutuação dos valores entre os três anos pode ser explicada por fatores correlatos, como por exemplo, o número de trabalhadores ou vínculos de trabalho, pois quanto maior este valor, maior também é a probabilidade de ocorrência de acidentes. Desta forma, ao utilizar valores relativos, é possível visualizar melhor a variação dos valores. Na Tabela 2.3 são apresentados os números de acidente de trabalho relativo ao número de vínculos de trabalho entre os anos de

2013 e 2014, estes valores mostram que houve no Brasil uma sensível diminuição, menor que um por cento no caso da incidência, em cinco dos sete indicadores. A melhora observada é positiva mas ainda deve melhorar muito.

Tabela 2.3: Indicadores de acidentes do trabalho por vínculos entre os anos de 2013 e 2014, segundo CNAE.

CNAE	Ano	INDICADORES DE ACIDENTES DO TRABALHO						
		Incidência (por 1.000 vínculos)	Incidência de Doenças Ocupacionais (por 1.000 vínculos)	Incidência de Acidentes Típicos (por 1.000 vínculos)	Incidência de Incapacidade Temporária (por 1.000 vínculos)	Taxa de Mortalidade (por 100.000 vínculos)	Taxa de Letalidade (por 1.000 acidente)	Acidentalidade para a faixa 16 a 34 anos (por 100 acidentes)
<b>TOTAL</b>	2013	16,75	0,36	10,09	14,25	6,53	3,90	51,51
	2014	16,06	0,36	9,76	13,66	6,35	3,95	50,54
<b>2439*</b>	2013	34,13	0,64	27,43	29,67	–	–	59,81
	2014	39,62	1,71	30,78	29,36	–	–	61,87
<b>3511*</b>	2013	30,18	0,32	21,72	21,93	39,10	12,96	43,11
	2014	13,28	0,34	8,47	8,94	27,10	20,41	31,12
<b>3512*</b>	2013	23,41	2,06	16,56	18,56	36,39	15,54	51,81
	2014	13,91	0,80	7,16	9,14	39,75	28,57	25,71
<b>3513*</b>	2013	13,38	–	7,97	9,24	31,86	23,81	40,48
	2014	24,02	0,72	15,16	19,19	9,01	3,75	42,13
<b>3514*</b>	2013	25,40	1,03	16,21	19,42	13,23	5,21	40,10
	2014	13,01	–	8,42	7,65	–	–	47,06

\* Vide Tabela 2.2 (Descrição das Atividades)

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho, Brasil (2016b).

Na Tabela 2.4, observa-se que não existe uma influência aparente dos diferentes meses ao longo do ano, entre o período de 2012 a 2014, no número de acidentes de trabalho no país como um todo. Os números mensais de acidentes estão distribuídos de forma equilibrada ao longo dos anos.

As partes do corpo com maior incidência de acidentes de motivo típico foram o dedo, a mão (exceto punho ou dedos) e o pé (exceto artelhos) com, respectivamente, 29,79%, 8,51% e 7,86%. Nos acidentes de trajeto, as partes do corpo mais atingidas foram Partes Múltiplas, Pé (exceto artelhos) e Joelho com, respectivamente, 11,77%, 8,69% e 8,48%. Nas doenças do trabalho, as partes do corpo mais incidentes foram o ombro, o dorso (inclusive músculos dorsais, coluna e medula espinhal) e Membros superiores, Não informado, com 20,58%, 11,87% e 8,43%, respectivamente. (BRASIL, 2016a, p. 546)

Tabela 2.4: Distribuição dos acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, ao longo do ano.

MESES	Anos	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO					
		Total	Com CAT Registrada			Sem CAT Registrada	
			Total	Típico	Trajeto		Doença do Trabalho
<b>TOTAL</b>	2012	<b>713.984</b>	<b>546.222</b>	<b>426.284</b>	<b>103.040</b>	<b>16.898</b>	<b>167.762</b>
	2013	<b>725.664</b>	<b>563.704</b>	<b>434.339</b>	<b>112.183</b>	<b>17.182</b>	<b>161.960</b>
	2014	<b>704.136</b>	<b>559.061</b>	<b>427.939</b>	<b>115.551</b>	<b>15.571</b>	<b>145.075</b>
<b>Janeiro</b>	2012	56.925	42.958	34.255	7.363	1.340	13.967
	2013	58.212	44.508	34.810	8.281	1.417	13.704
	2014	59.023	46.183	35.838	9.047	1.298	12.840
<b>Fevereiro</b>	2012	56.042	42.462	33.563	7.611	1.288	13.580
	2013	54.649	42.003	32.772	7.894	1.337	12.646
	2014	58.340	45.598	35.076	9.238	1.284	12.742
<b>Março</b>	2012	65.199	49.450	38.591	9.250	1.609	15.749
	2013	60.375	46.278	35.702	9.012	1.564	14.097
	2014	59.052	46.885	35.859	9.528	1.498	12.167
<b>Abril</b>	2012	55.666	42.113	32.731	7.991	1.391	13.553
	2013	63.675	49.217	38.042	9.628	1.547	14.458
	2014	57.556	45.253	34.496	9.421	1.336	12.303
<b>Mai</b>	2012	63.815	48.910	37.542	9.779	1.589	14.905
	2013	61.492	47.790	36.732	9.573	1.485	13.702
	2014	61.416	48.272	36.628	10.227	1.417	13.144
<b>Junho</b>	2012	57.984	44.550	34.257	8.857	1.436	13.434
	2013	59.484	46.201	35.137	9.639	1.425	13.283
	2014	54.201	42.989	32.465	9.345	1.179	11.212
<b>Julho</b>	2012	61.514	47.162	36.762	8.904	1.496	14.352
	2013	63.900	49.758	38.230	10.014	1.514	14.142
	2014	61.923	48.909	37.415	10.112	1.382	13.014
<b>Agosto</b>	2012	67.709	51.663	40.097	9.951	1.615	16.046
	2013	65.768	50.931	38.705	10.703	1.523	14.837
	2014	61.725	48.690	37.059	10.175	1.456	13.035
<b>Setembro</b>	2012	59.123	45.165	35.210	8.676	1.279	13.958
	2013	62.979	49.134	37.752	9.829	1.553	13.845
	2014	63.541	50.756	38.769	10.610	1.377	12.785
<b>Outubro</b>	2012	64.179	49.752	39.051	9.209	1.492	14.427
	2013	66.596	52.254	40.512	10.225	1.517	14.342
	2014	64.496	51.654	39.540	10.688	1.426	12.842
<b>Novembro</b>	2012	56.136	43.506	34.255	8.038	1.213	12.630
	2013	58.447	45.930	35.455	9.291	1.184	12.517
	2014	55.367	44.930	34.723	9.109	1.098	10.437
<b>Dezembro</b>	2012	49.692	38.531	29.970	7.411	1.150	11.161
	2013	50.087	39.700	30.490	8.094	1.116	10.387
	2014	47.496	38.942	30.071	8.051	820	8.554

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico da Previdência Social, Brasil (2016a).

Com relação ao sexo dos trabalhadores acidentados, “as pessoas do sexo masculino participaram com 71,85% e as pessoas do sexo feminino 28,14% nos acidentes típicos; 61,48% e 38,52% nos de trajeto; e 57,01% e 42,99% nas doenças do trabalho” (BRASIL, 2016a).

Na Tabela 2.5, observa-se que o maior grupo de trabalhadores impactados pelos acidentes de trabalho, com uma incidência em torno de 60% do total de eventos entre os anos de 2012 e 2014 no país é a população com idade entre 20 a 39 anos. Os trabalhadores nesta faixa etária são os mais ativos e produtivos, é onde existe a maior capacidade de contribuição com sociedade.

Tabela 2.5: Distribuição dos acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, por faixa etária.

GRUPOS DE IDADE	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO														
	Total			Com CAT Registrada											
				Total			Motivo								
							Típico			Trajeto			Doença do Trabalho		
Ano	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
<b>TOTAL</b>	713.98	725.66	704.13	546.22	563.70	559.0	426.2	434.3	427.9	103.0	112.1	115.5	16.89	17.18	15.57
<b>Até 19 anos</b>	23.791	24.561	23.091	20.617	21.573	20.41	16.48	16.96	15.80	4.031	4.502	4.473	103	110	136
<b>20 a 24 anos</b>	105.20	103.77	98.850	90.530	90.194	86.95	70.80	69.56	66.29	18.89	19.81	19.82	833	819	836
<b>25 a 29 anos</b>	121.40	121.87	116.71	101.259	102.61	99.687	78.87	78.43	75.12	20.418	22.221	22.669	1.962	1.960	1.891
<b>30 a 34 anos</b>	119.683	122.346	117.367	95.380	98.884	96.811	74.32	75.60	73.43	18.203	20.317	20.743	2.852	2.961	2.634
<b>35 a 39 anos</b>	96.978	99.922	99.680	73.321	77.223	78.570	57.304	59.74	60.49	13.256	14.580	15.390	2.761	2.897	2.688
<b>40 a 44 anos</b>	80.825	81.086	80.124	57.667	59.002	60.079	45.006	45.857	46.530	9.862	10.385	11.219	2.799	2.760	2.330
<b>45 a 49 anos</b>	70.230	71.194	68.235	46.892	48.786	48.090	36.280	37.505	37.082	7.855	8.512	8.736	2.757	2.769	2.272
<b>50 a 54 anos</b>	51.763	53.645	52.791	32.511	34.401	35.652	25.108	26.489	27.479	5.595	6.140	6.467	1.808	1.772	1.706
<b>55 a 59 anos</b>	30.406	32.351	31.654	18.567	20.359	21.059	14.608	15.840	16.444	3.215	3.704	3.840	744	815	775
<b>60 a 64 anos</b>	11.012	11.822	12.236	7.238	8.072	8.790	5.745	6.354	6.946	1.272	1.457	1.600	221	261	244
<b>65 a 69 anos</b>	2.082	2.323	2.587	1.689	1.894	2.197	1.310	1.463	1.732	337	387	423	42	44	42
<b>70 anos e mais</b>	524	698	732	479	642	695	373	474	521	90	155	157	16	13	17
<b>Ignorada</b>	81	62	76	72	59	65	58	49	57	14	9	8	-	1	-

Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico da Previdência Social, Brasil (2016a).

Embora nos últimos anos tenha havido no país um aumento no acesso à informação e educação, como por exemplo um maior número de indivíduos, inclusive aqueles de uma camada mais carente da população, cursando o nível superior, seja em universidades particulares ou



públicas, não houve proporcionalmente um reflexo positivo na segurança dos trabalhadores. O simples acesso a informações envolvendo as melhores práticas de prevenção aos riscos não é suficiente para que o atual quadro crítico seja alterado. Demais ações como, uma fiscalização mais eficiente quanto ao cumprimento da legislação por parte dos órgãos governamentais responsáveis, respectivas ações disciplinares, uma maior participação por parte dos trabalhadores quanto a melhorias nas condições de trabalho e uma mudança na presente cultura relativa à segurança, são necessárias para garantir a integridade dos profissionais. Uma vida saudável é um bem impagável.

### 2.5.2 Acidentes no setor elétrico

Segundo a Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo (2005), acidente de trabalho é o que ocorre no exercício do trabalho a serviço de um empresa ou ofício, provocando lesão corporal ou alguma perturbação funcional que cause morte, perda ou até mesmo redução, permanente ou temporária, da capacidade de trabalho.

O setor elétrico brasileiro, cujo número de acidentes do trabalho, inclusive fatais, ainda é alto, pode ser considerado um dos grandes responsáveis pelos elevados índices nacionais de acidentes relacionados ao trabalho. Mesmo o Brasil possuindo uma legislação bastante restritiva, a falta de comprometimento e seriedade por parte dos trabalhadores e empregadores no seu cumprimento e do governo na fiscalização impedem um melhor cenário no panorama da segurança do trabalho.

A Fundação COGE foi criada em 1998 por 26 empresas do setor elétrico brasileiro a princípio para preencher a lacuna gerada pelas restrições de atuação da ELETROBRAS nas áreas de capacitação, gestão empresarial e de segurança do trabalho. Atualmente é composta por setenta empresas públicas e privadas, responsáveis por mais de 90% de toda a eletricidade gerada, transmitida e distribuída no Brasil. Com o propósito de contribuir na apuração das causas e adoção de medidas tanto preventivas quanto corretivas e também para atrair a atenção das autoridades para a segurança dos profissionais do setor elétrico a Fundação COGE mantém um registro estatístico de acidentes no setor elétrico.

Segundo Fundação COGE (2014), no ano de 2013, entre os 105.962 funcionários próprios do setor, 650 envolveram-se em acidentes de trabalho típicos com afastamento dentre os quais 17

fatalidades, totalizando mais de três milhões de horas perdidas. No caso das contratadas a situação é ainda mais crítica, entre os 130.833 funcionários próprios do setor, 1.105 envolveram-se em acidentes de trabalho típicos com afastamento e um total de 45 fatalidades. Os serviços terceirizados tem grande impacto nos indicadores, especialmente no número de fatalidades que é maior que dobro das ocorridas com trabalhadores próprios.

Na Tabela 2.6 está ilustrado o quadro geral de acidentes do setor entre os anos de 2009 a 2013, na qual é possível observar ainda que a maior taxa de acidentes com consequência fatal ocorre entre a população em geral, dos 834 acidentes aproximadamente 40% resultaram em morte. Usualmente acredita-se que apenas os funcionários ligados diretamente à empresas do setor estão expostos aos riscos da eletricidade, é importante lembrar que muitos outros tipo de empresas, industriais ou comerciais, possuem em seus quadros de empregados, profissionais da área, sem contar os profissionais liberais e até mesmo os usuários também sujeitos à acidentes envolvendo eletricidade.

Tabela 2.6: Histórico de acidentes no setor elétrico entre os ano de 2009 e 2013.

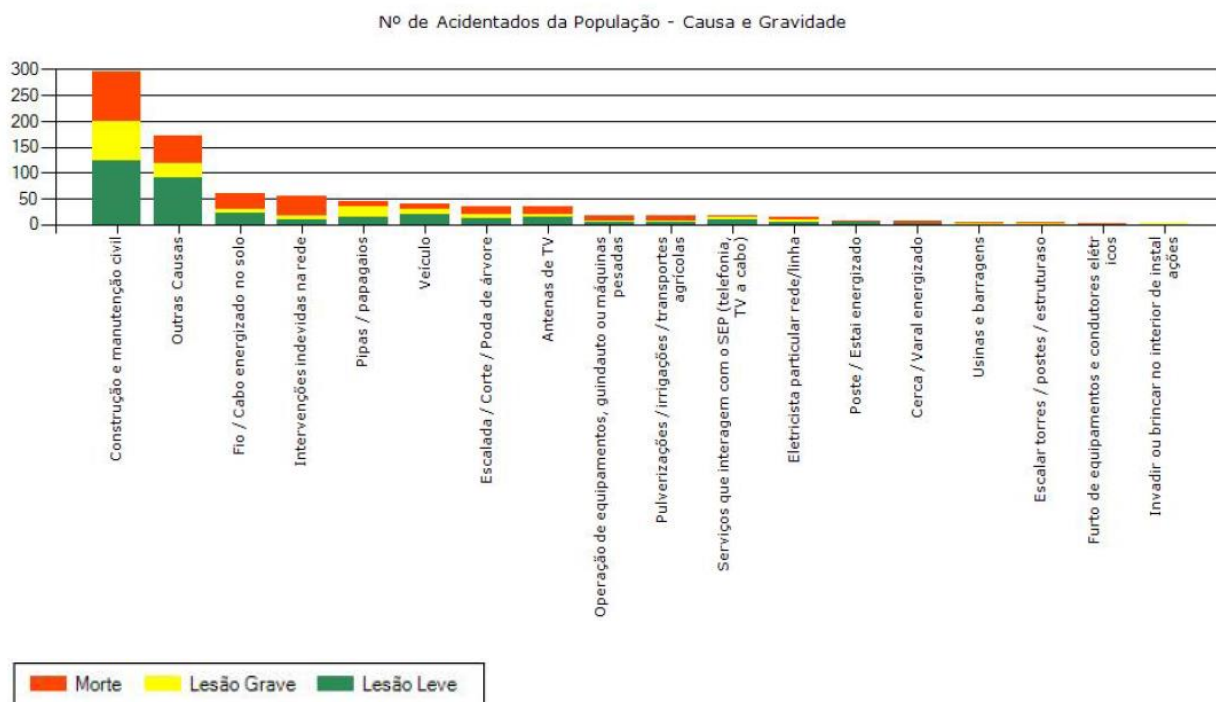
Indicadores	Ano				
	2009	2010	2011	2012	2013
1- Número de Empregados Próprios (média)	102.776	104.857	108.005	108.133	105.962
2- Horas-homem de Exposição ao Risco	201.104.170	207.109.916	217.351.899	220.225.101	202.291.096
3- Acidentados Típicos das Empresas					
Acidentados com Afastamento	781	741	753	696	650
Acidentados sem Afastamento	763	651	595	538	551
Total	1.544	1.392	1.348	1.234	1.201
Consequência Fatal	4	7	18	9	17
Taxa de frequência <sup>1</sup>	4	4	3	3	3
Taxa de Gravidade <sup>2</sup>	2.388	337	581	409	631
4- Tempo Computado Total (dias)	47.920	69.853	126.236	90.004	127.684
5- N° de Empregados das Contratadas (média)	1.231.704	127.584	137.525	146.314	130.833
6- Acidentados das Contratadas					
Acidentados com Afastamento	1.361	1.280	1.479	1.245	1.105
Consequência Fatal	63	72	61	58	45
7- N° de Acidentados da População	836	858	837	806	834
8- N° de Acidentados da População com consequência Fatal	288	308	309	292	309

Fonte: Fundação COGE (2014).

- 1 Taxa de Frequência: é o número de acidentes por milhão de horas-homem de exposição ao risco, em determinado período.
- 2 Taxa de Gravidade: é o tempo computado por milhão de horas-homem de exposição ao risco, em determinado período.

Na Figura 2.1 está ilustrada a distribuição dos acidentes ocorridos entre a população por sua gravidade e grupos de atividades. Observa-se que a atividade com o maior índice de acidentes é a construção e manutenção civil; este fato pode ser explicado pela existência de muitos profissionais autônomos trabalhando neste tipo de atividade, com risco elevado, sem possuir o preparo ou qualificação necessários.

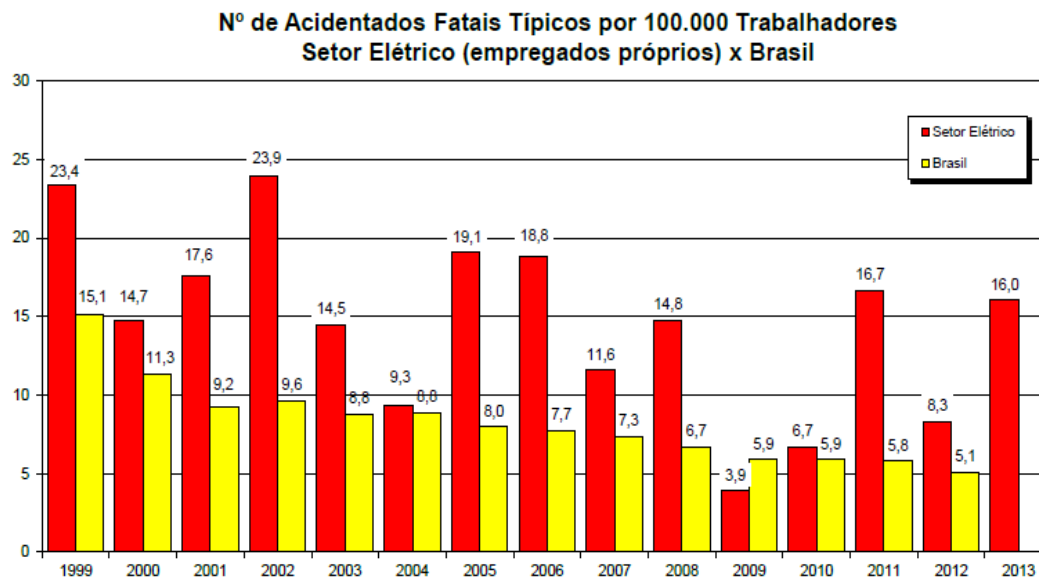
Figura 2.1: Número de Acidentados da População - Causa e Gravidade, no ano de 2013.



Fonte: Fundação COGE (2014).

O gráfico da Figura 2.2 contém uma comparação interessante entre dois indicadores, um deles é a relação entre as fatalidades ocorridas com funcionários próprios por cem mil trabalhadores do setor elétrico e outro é um indicador da Previdência Social relacionando as fatalidades por grupos de cem mil trabalhadores em geral no país. O gráfico mostra que os profissionais do setor elétrico estão expostos a um risco maior, trabalhando com energia elétrica, que o resto dos profissionais. Nota-se que no ano de 2013 o indicador foi excluído pois neste ano a Previdência Social passou a adotar como base da relação o número de vínculos de trabalho e não mais o número de trabalhadores.

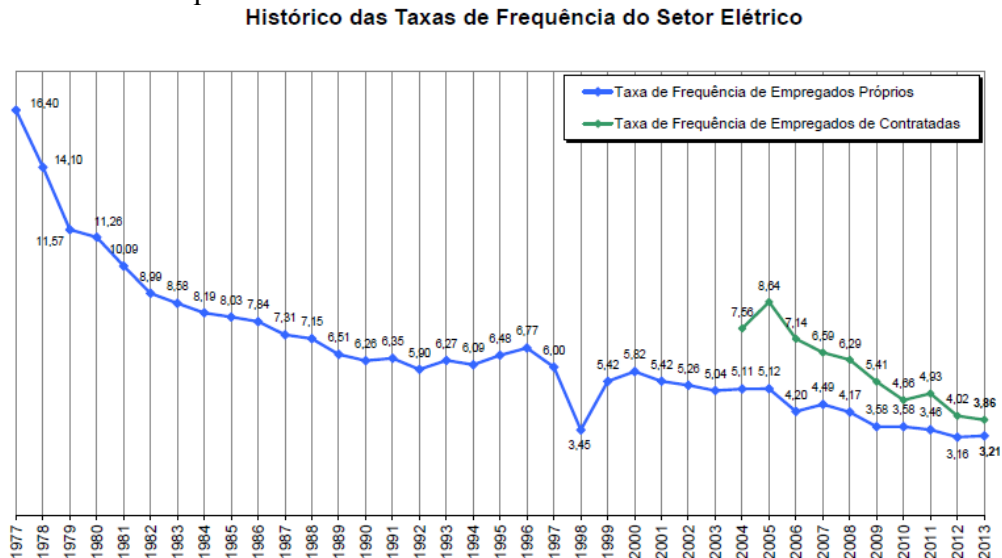
Figura 2.2: Número de Acidentes fatais típicos por cem mil trabalhadores do setor elétrico versus todo brasileiro, entre os ano de 1999 e 2013.



Fonte: Fundação COGE (2014).

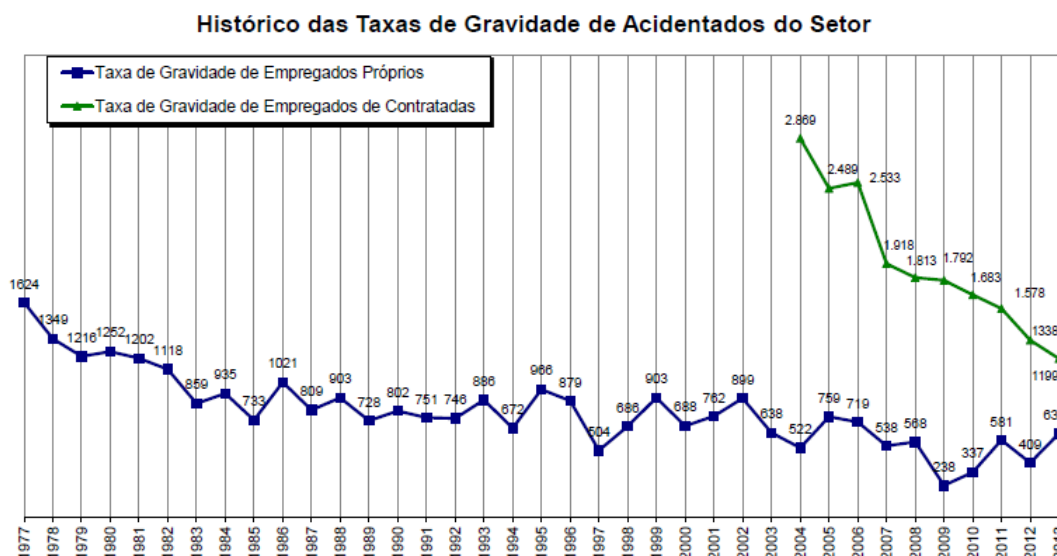
Ao analisar-se o histórico tanto das taxas de frequência quanto de gravidade ilustradas respectivamente nas Figuras 2.3 e 2.4, observa-se que elas vêm diminuindo ao longo dos anos o que pode indicar uma maior preocupação com a segurança, através da adoção de procedimentos técnicos, novas tecnologias e demais medidas de controle e prevenção.

Figura 2.3: Taxas de frequência do Setor Elétrico.



Fonte: Fundação COGE (2014).

Figura 2.4: Taxas de Gravidade de Acidentados do Setor Elétrico.



Fonte: Fundação COGE (2014).

Analisando-se os acidentes ocorridos por arco elétrico em subestações contidos no Quadro 2.2, objeto de estudo deste trabalho, observa-se que em todos os casos as recomendações foram seguir ou criarem novos procedimentos de trabalho seguro. Este fato comprova o fato de que, desde que cumprido, um procedimento de trabalho bem elaborado é capaz de amortizar os riscos e evitar acidentes.

Quadro 2.2: Descrição dos acidentes por arco elétrico em subestações.

(continua)

Descrição preliminar	Recomendações de caráter comportamentais	Recomendações de caráter técnico
Ao montar a chave seccionadora em módulo 69kVv (SIC) na colocação do tubo de interligação dos polos (Varão), aproximou o tubo do transformador de potência da barra B2, que estava energizada, ultrapassando a distância de segurança do equipamento, gerando um arco elétrico.	Seguir os procedimentos de trabalho, adotando as medidas de segurança cabíveis e utilizando os devidos equipamentos de proteção na execução da atividade.	Seguir os procedimentos de trabalho, conforme recomendações.
O colaborador foi acionado para os serviços de manutenção a ser realizado na subestação. O serviço seria realizado num alimentador, que seria a retirada do cubículo para ser substituído por outro, que seria iniciado após a assinaturas das OS's (SIC) e deliberação da área a ser trabalhada. A equipe iniciou a movimentação e desconexão do cubículo antes de ser oficialmente liberado os serviços. O acidentado aproximou-se da traseira do alimentador ainda durante as manobras de desligamento e sem que houvesse a liberação dos serviços ocasionando o acidente, quando este entrou em contato com a parte energizada.	Permissão de acesso para trabalhos nas subestações somente após a liberação formal pelo encarregado	Cumprir procedimentos operacionais, incluindo a utilização de EPI's.

Quadro 2.2: Descrição dos acidentes por arco elétrico em subestações (continuação). (continuação)

Descrição preliminar	Recomendações de caráter comportamentais	Recomendações de caráter técnico
<p>Equipe executava serviço de retirada de ponto de aquecimento em chave seccionadora unipolar, durante a execução da atividade foi retirado o cabo condutor de seu respectivo conector para a limpeza dos terminais, quando neste momento ocorreu abertura de arco elétrico.</p>	<p>Reforço nos passos de segurança.</p>	<p>Execução de acordo com procedimento padrão.</p>
<p>O funcionário, durante a execução da manobra de abertura manual da chave, percebeu o isolador de vidro desta, se despreguinando e observou também o contato fixo caindo, seguindo-se do clarão do curto circuito. Diante do ocorrido, o mesmo procurou evadir-se do local, colidindo com o rosto na calha de proteção de condutores do disjuntor sofrendo escoriações na face e joelho. Além do empregado acidentado, estavam na SE, empregados de outra turma que iriam realizar manutenção na referida chave e outra equipe na área de 69 kV, além do operador da instalação. Operador e técnico monitoravam as manobras realizadas no pátio através dos painéis na sala de comando. Quando ouviram o ruído decorrente da explosão no pátio, ambos se dirigiram até a janela que possui visão para o pátio e observaram o empregado caído sobre a brita, em decúbito ventral (bruços), próximo a chave. No momento do acidente, próximo a chave 4 no pátio da SE, além do operador, estava o empregado que aguardava a abertura da chave para realizar a manutenção. Segundo informações deste, durante a abertura manual da chave, observou o desprendimento de uma peça na base do isolador e o início do fogo seguido de explosão. O empregado se afastou do local rapidamente, mas logo em seguida, visualizou o operador, que manobrava a chave, caído ao chão e retornou para prestar os primeiros socorros. Informou que tentou mantê-lo calmo, enquanto analisava se existia algum sinal de queimadura ou fraturas. Depois de alguns minutos, o acidentado levantou-se do chão e visualmente possuía cortes na região da face. Após a explosão, o operador correu para um local onde existia uma calha de proteção de cabos há, aproximadamente, 1,20m do chão. Provavelmente, tentou passar por baixo da calha, mas colidiu a face e caiu em decúbito ventral (bruços). Devido a velocidade que se deslocou, o impacto provocou fraturas nos seios da face e nariz, cortes no supercílio e hematomas na testa. A manobra da chave pode ser acionada por telecomando, entretanto, neste caso específico, a chave apresentava problemas no acionamento, o comando elétrico não funcionava e o empregado teve que acionar mecanicamente através de manivela, momento em que a peça se rompeu, houve a explosão e os isoladores de vidro se fragmentaram.</p>	<p>O empregado teve atendimentos de suporte psicológico após acidente</p>	<p>Foi elaborada e aprovada uma Recomendação Operativa-ROP N°.06/13 pela Divisão de Metodização e Suporte da Operação-DMS/Miguel Medina sobre a Operação das chaves seccionadoras com colunas de isoladores de vidro. Com vigência a partir do dia 23/05/2013. A coluna com isoladores de vidro foi substituída por uma coluna com isoladores de porcelana.</p>

Fonte: Fundação COGE (2014).

Deve-se considerar ainda que no Brasil, muitas vezes, os acidentes de trabalho não são notificados pelos mais variados motivos que podem ser, por exemplo, a baixa gravidade das consequências, falta de instrução ou mesmo o medo de represálias. Isso significa que, apesar de alarmantes, os números apresentados não são absolutos e que a realidade pode ser ainda mais delicada, uma realidade ainda distante do ideal, nenhum acidente.

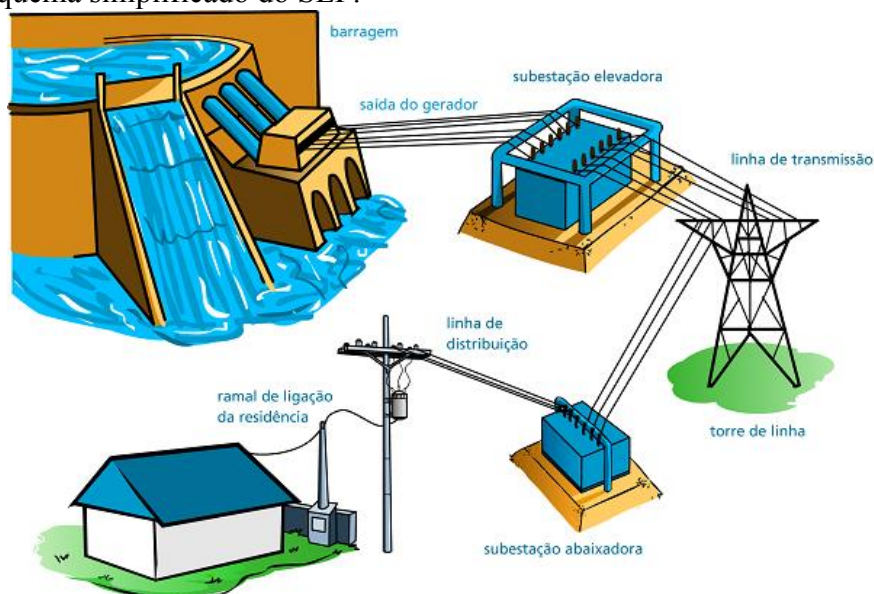
### 3 ASPECTOS CONCEITUAIS PERTINENTES AO ESTUDO

#### 3.1 SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

A energia percorre um longo caminho entre a unidade geradora e os consumidores finais. Neste percurso, para que a transmissão da energia seja viável, ela passa por inúmeras subestações que são uma parte importante do Sistema Elétrico de Potência (SEP), constituídas por um conjunto de equipamentos elétricos, cujo objetivo é controlar o fluxo de potência, alterando as características como tensão e corrente, possibilitando com isso o fornecimento de energia a seus consumidores e garantindo a máxima segurança na operação da mesma.

Na Figura 3.1 observa-se que mesmo em uma representação simples do SEP é possível identificar duas subestações.

Figura 3.1: Esquema simplificado do SEP.



Fonte: Mundo da Elétrica(2016).

#### 3.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UMA SUBESTAÇÃO

As subestações são constituídas por uma série de equipamentos e de maneira geral são descritos a seguir os seus componentes principais.

### 3.2.1 Para-raios

Os para-raios são equipamentos cuja função é proteger os demais equipamentos elétricos caso ocorram surtos de tensão transiente, devido às descargas atmosféricas ou por manobras na rede, provocados pela operação de chaves seccionadoras e disjuntores.

São feitos de elementos de carbonato de silício (SiC) e óxido de zinco (ZnO), que possuem resistência não linear, ou seja, a partir de um nível de tensão sua resistência diminui bruscamente, e desta forma, quando o sistema é submetido a surtos de tensão, este elemento descarrega parte da corrente para a terra, evitando assim maiores danos ao sistema.

Segundo Mamede Filho (2005), para o dimensionamento e especificação de um conjunto de para-raios é necessário conhecer as seguintes informações: tensão nominal, corrente de descarga, tipo construtivo, frequência nominal, tensão máxima disruptiva sob impulso atmosférico e de manobra, máxima tensão residual de descarga e o método de instalação. Na Figura 3.2 está ilustrado um para-raio utilizado em alta tensão.

Figura 3.2: Para-raios de alta tensão.



Fonte:ABB (2016).



### 3.2.2 Cabos elétricos de média e alta tensão

São elementos de conexão por onde a energia é conduzida. Nas subestações, a energia entra pelo ramal de entrada que pode ser aéreo com cabos nus ou subterrâneo com cabos isolados, os quais possuem isolação específicas de acordo com o nível de tensão envolvido.

Para a especificação de um cabo, são necessárias as seguintes informações: seção transversal do condutor, tipo do condutor, tipo e tensão nominal da isolação e o nível básico de impulso (MAMEDE FILHO, 2005).

### 3.2.3 Mufla

Também denominada de terminal primário, são utilizadas nas terminações dos cabos para limitar os valores de gradientes de tensão e desta forma reduzir o risco de ruptura do elemento dielétrico causando danos à isolação do cabo. São utilizadas, por exemplo, em cabos subterrâneos de entrada/saída, onde existe uma transição de um condutor isolado para um condutor nu e que pode ser observado na Figura 3.3.

Figura 3.3: Mufla utilizada em uma emenda entre cabo e conector.



Fonte: Moino(2016).

### 3.2.4 Isoladores e Buchas de Passagem

Ambos são componentes elétricos constituídos por materiais isolantes cuja finalidade é de suportar e interligar os condutores elétricos e equipamentos de um determinado ambiente para outro, por exemplo, entre os cubículos de uma subestação como ilustrado na Figura 3.4.

Figura 3.4: Bucha de Passagem à direita e isoladores de suporte no centro e à esquerda.



Fonte: Germer(2016).

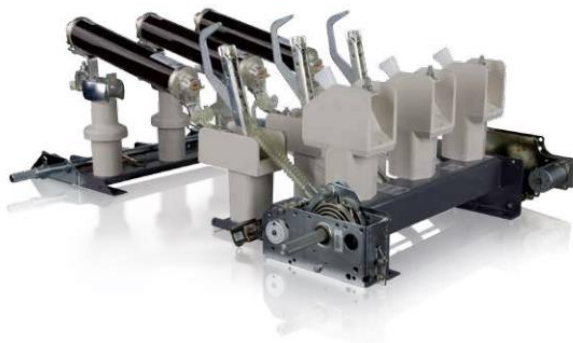
### 3.2.5 Chave Seccionadora

Conforme Barros (2014), as chaves seccionadores são dispositivos destinados a realizar manobras de abertura e fechamento de um circuito elétrico.

São dispositivos mecânicos que, em condições normais e com seus contatos fechados, devem ser capazes de assegurar a condução de sua corrente nominal, inclusive em condições anormais por um determinado período de tempo, sem se danificar. Podem ser monofásicas ou trifásicas, com acionamento manual ou motorizado, e possuem diversos tipos de abertura, como lateral simples, lateral dupla e vertical. Na Figura 3.5 é ilustrada uma chave seccionadora trifásica projetada para operar com carga.

As chaves seccionadoras podem ainda ser classificadas como: chave seccionadora simples; chave seccionadora sob carga, capaz de abrir e fechar seus contatos em carga, pois possui câmaras de extinção de arco; e chaves de aterramento, utilizada para aterrar equipamentos ou circuitos, e desta forma proporcionar maior segurança nas manutenções.

Figura 3.5: Chave seccionadora trifásica com carga.



Fonte: ABB(2016).

### 3.2.6 Transformador de Corrente (TC)

O transformador de corrente, mais comumente chamado de TC, é composto por um enrolamento primário, normalmente de poucas espiras, ligado em série, com o circuito e um enrolamento secundário; tem por finalidade transformar, através do fluxo de magnético, as correntes dos cabos de média e alta tensão em correntes menores utilizadas para alimentar medidores e equipamentos de proteção.

A Figura 3.6 exibe um exemplo de TC utilizado em média tensão; observe que o mesmo é ligado em série ao circuito pelos dois terminais metálicos das extremidades.

Devido à sua finalidade, estes equipamentos devem disponibilizar fielmente uma corrente de saída proporcional à da entrada e, com o intuito de limitar os valores da corrente secundária, normalmente entre 4 a 10 vezes a corrente nominal, apresentam um núcleo dimensionado para que ele entre em saturação caso ocorra um curto circuito no primário impedindo que os instrumentos de medição ou controle se danifiquem.

Figura 3.6: TC de média tensão.



Fonte: ABB (2016).

### 3.2.7 Transformador de Potencial (TP)

Os transformadores de potencial são equipamentos ligados em paralelo com a rede e possuem a função de isolar os circuito de baixa e alta tensão, transformando a alta tensão do circuito primário em uma tensão secundária compatível com os instrumentos de medição e proteção da subestação.

São divididos em três grupos, de acordo com a tensão máxima, e em três classes, conforme sua exatidão. A Figura 3.7 apresenta um exemplo de um TP de média tensão utilizado para alimentar medidores de consumo.

Figura 3.7: TP de média tensão.



Fonte: ABB (2016).

### 3.2.8 Disjuntor

Segundo Barros (2014a), o disjuntor de média e alta tensão é um equipamento eletromecânico cuja finalidade é a de interromper correntes elétricas de um circuito em condições normais de operação, ou quando ocorrerem situações anormais como curtos circuitos, sobre correntes ou anomalias do sistema interromper o fluxo de energia o mais rápido possível.

Os disjuntores de potência, por exemplo a Figura 3.8, tem a mesma função e seguem os mesmos princípios que os disjuntores de baixa tensão mais comumente conhecidos. Eles possuem uma grande diversidade de formas construtivas, que variam conforme o nível de curto circuito, tensão nominal e o modo como é realizada a extinção do arco elétrico; entre eles, existem os tipos: Grande Volume de Óleo (GVO), Pequeno Volume de Óleo (PVO), Sopros Magnético, Ar Comprimido, Vácuo e a Gás.

Figura 3.8: Disjuntor isolado a vácuo de uso interno.



Fonte: ABB (2016).

### 3.2.9 Transformador de Potência

De acordo com Barros (2014a), o transformador é uma máquina elétrica estática que, através da indução eletromagnética, transfere a energia elétrica de um circuito primário para um ou mais circuitos, secundário e/ou terciário, mantendo a mesma frequência, porém, geralmente com valores de tensão e corrente diferentes. É certamente o equipamento mais importante da subestação e pode ser classificado quanto ao meio isolante utilizado, transformadores imersos em óleo mineral, como o da Figura 3.8 geralmente utilizado ao ar livre, e transformadores a seco.

Para o dimensionamento de um transformador de potência é preciso conhecer os valores de potência nominal, as tensões primárias e secundárias, a impedância percentual, o tipo de ligação dos enrolamentos, o deslocamento angular e a tensão suportável de impulso.

Figura 3.9: Transformador de potência a óleo.



Fonte: ABB (2016).

### 3.3 CONCEITO DE ENERGIA PERIGOSA<sup>1</sup>

Energia perigosa é qualquer energia que possa causar lesões pessoais e provocar danos à propriedade ou ao meio ambiente como consequência de um contato, aproximação ou liberação acidental.

#### 3.3.1 Energia Elétrica

A energia elétrica resulta da existência de uma diferença de potencial entre dois pontos, que permite o estabelecimento de uma corrente elétrica entre eles, quando um contato for feito, por meio de um condutor elétrico, para obter trabalho. Ela é manifestada como corrente elétrica, ou seja, como movimento de cargas elétricas negativas ou elétrons, por meio de um cabo condutor metálico, como consequência da diferença potencial que um gerador aplica às suas extremidades.

A energia elétrica é considerada uma energia perigosa sempre que o nível de tensão ou intensidade de corrente, devido ao contato ou aproximação, puder causar acidentes e incidentes

---

<sup>1</sup> Energia Perigosa é o termo usual utilizado no ramo da Segurança do Trabalho e deriva da norma OSHA 1910.147.

como choque elétrico, queimaduras por arco elétrico, curtos-circuitos e incêndios.

### 3.3.2 Energia Hidráulica/Pneumática

A energia hidráulica ou pneumática é equivalente à energia interna, presente em um fluido, que é capaz de realizar trabalho. Em sistemas hidráulicos e pneumáticos, a energia é transmitida por meio de tubos ou mangueiras. Essa energia é produzida pelo volume ou pressão de qualquer fluido (gás ou líquido) que circula através do sistema.

Fluidos sob pressão cuja liberação possa resultar em acidentes e/ou incidentes como lesões, acionamento de partes móveis, explosões e implosões devem ser considerados uma fonte de energia perigosa. As substâncias sob pressão que puderem acumular-se no interior dos circuitos e vasos de pressão devem ser aliviadas, eliminando-se o risco.

### 3.3.3 Energia Mecânica

A energia mecânica acumulada é a energia que um corpo possui; ela é a soma da energia cinética, relacionada com o seu movimento, e potencial, relacionada com a energia armazenada. A energia mecânica é uma energia perigosa sempre que sua liberação possuir o potencial de causar acidentes e incidentes, como por exemplo, partes móveis desprotegidas, materiais suspensos, cabos sob tração, mecanismos que contenham molas comprimidas, elementos em desbalanço ou suspensos por cilindros. Essa energia pode ser controlada através da aplicação de intertravamentos físicos, por exemplo, calços ou suportes.

### 3.3.4 Energia Química

A energia química é aquela armazenada nos produtos ou substâncias e liberada através de reações químicas normalmente como calor ou pressão. Quando essa energia liberada é capaz de causar explosão, incêndio, corrosão, contaminação ambiental, queimadura, intoxicação e asfixia. Um exemplo comum nas indústrias são tubulações e *containers* de produtos combustíveis e/ou inflamáveis.

### 3.3.5 Energia Térmica

A energia térmica é resultado da energia cinética das moléculas e partículas de certo corpo, quanto maior é o movimento destas partículas, mais intensa é a energia térmica liberada. O calor consiste na transmissão da energia térmica de um corpo para outro, processo este, que pode ser feito por meio de radiação, condução ou convecção.

Quando uma superfície está muito aquecida ou resfriada pode provocar acidentes e incidentes como queimaduras, congelamento e incêndios. Sistemas de vapor, sistemas de nitrogênio líquido, trocadores de calor, reatores e superfícies aquecidas/resfriadas são exemplos em que a energia térmica pode ser considerada uma energia perigosa.

### 3.3.6 Energia Nuclear

A energia nuclear é aquela liberada através de uma reação nuclear. Quando as radiações ionizantes liberadas podem provocar um acidente ou incidente, essa energia deve ser considerada uma energia perigosa. Este tipo de energia é utilizada em equipamentos de raios-X e de inspeção.

## 3.4 *LOCKOUT TAGOUT* (LOTO)

LOTO “refere-se as práticas específicas e aos procedimentos para proteger trabalhadores da energização inesperada ou inicialização de máquinas e equipamentos, ou a liberação de energia perigosa durante as atividades de manutenção ou de serviços” (TAGOUT, 2012, p. 4).

Trata-se de uma forma de controle de energias perigosas e faz parte do programa de controle de energias perigosas descrito pela norma OSHA 1910.147 do Departamento do Trabalho dos EUA, considerada um referência mundial no que tange à segurança e saúde ocupacional. Segundo Canadá (2016), LOTO é o principal método usado e recomendado para proteger trabalhadores do risco de acidentes.

No Brasil, o controle de energias perigosas é descrito nas Normas Regulamentadoras, por exemplo, na NR 10, através dos itens:



“10.3.1 – É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.

10.3.2 – O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

10.3.4 - É obrigatório que os projetos de quadros, instalações e redes elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para travamento na posição” (BRASIL, 2016c).

Determina-se que desde a fase de projeto, as instalações elétricas sejam concebidas pensando-se no controle de energias perigosas e também nos itens:

“10.5.1 - Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecidas a sequência abaixo:

- 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.

10.5.2 - O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a sequência de procedimentos abaixo:

- 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” (BRASIL, 2016c).

Na NR 10 se encontra descrita basicamente a mesma sequência de bloqueio da norma OSHA 1910.147 para o LOTO.

De forma semelhante na NR 12, observa-se uma preocupação em resguardar os trabalhadores, através de bloqueios sempre que houver alguma intervenção nas máquinas ou equipamentos. Os itens que tratam do assunto são os seguintes:

“12.6.1 – Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção somente podem ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à sua realização.

12.6.6 – Nas paradas temporárias ou prolongadas, os operadores devem colocar os controles em posição neutra, acionar os freios e adotar outras medidas, com o objetivo de eliminar riscos provenientes de deslocamentos.

12.32. As máquinas e equipamentos, cujo acionamento por pessoas não autorizadas possam oferecer risco à saúde ou integridade física de qualquer pessoa, devem possuir sistema que possibilite o bloqueio de seus dispositivos de acionamento.

12.90. É proibida a permanência e a circulação de pessoas sobre partes em movimento, ou que possam ficar em movimento, dos transportadores de materiais, quando não projetadas para essas finalidades.

12.90.1. Nas situações em que haja inviabilidade técnica do cumprimento do disposto no item 12.90 devem ser adotadas medidas que garantam a paralisação e o bloqueio dos movimentos de risco, conforme o disposto no item 12.113 e subitem 12.113.1.

12.113. A manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador, com as máquinas e equipamentos parados e adoção dos seguintes procedimentos:

a) isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos, de modo visível ou facilmente identificável por meio dos dispositivos de comando;

b) bloqueio mecânico e elétrico na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia, a fim de impedir a reenergização, e sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável;

c) medidas que garantam que à jusante dos pontos de corte de energia não exista possibilidade de gerar risco de acidentes;

d) medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de equipamentos ou máquinas sustentados somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos; e

e) sistemas de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos” (BRASIL, 2016d).

Também na NR 33 o controle de energias perigosas é contemplado, conforme se observa nos itens abaixo:

“33.3.2 Medidas técnicas de prevenção:

a) identificar, isolar e sinalizar os espaços confinados para evitar a entrada de pessoas não autorizadas;

b) antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados;

c) proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos;

**d) prever a implantação de travas, bloqueios, alívio, lacre e etiquetagem;**

e) implementar medidas necessárias para eliminação ou controle dos riscos atmosféricos em espaços confinados;

f) avaliar a atmosfera nos espaços confinados, antes da entrada de trabalhadores, para verificar se o seu interior é seguro;

g) manter condições atmosféricas aceitáveis na entrada e durante toda a realização dos trabalhos, monitorando, ventilando, purgando, lavando ou inertizando o espaço confinado;

h) monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras;

i) proibir a ventilação com oxigênio puro;

j) testar os equipamentos de medição antes de cada utilização; e

k) utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência.

33.3.2.5 – Adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de inundação, soterramento, engolfamento, incêndio, choques elétricos, eletricidade estática, queimaduras, quedas, escorregamentos, impactos, esmagamentos, amputações e outros que possam afetar a segurança e saúde dos trabalhadores” (BRASIL, 2012, grifo nosso).

O programa de controle de energias perigosas LOTO inclui a criação de um procedimento que contenha as diretrizes gerais, conscientização dos trabalhadores envolvidos bem como sua capacitação através de treinamentos práticos e teóricos, a criação de procedimentos específicos para as máquinas e equipamentos a partir da análise das energias perigosas, determinação e aquisição dos dispositivos de LOTO, adequação das máquinas e equipamentos para que as instalações facilitem a aplicação do programa e auditorias para assegurar sua eficácia.

Desde que adequadas à realidade do país, as diretrizes gerais contidas na norma OSHA 1910.147 atendem aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira, ou seja, não existe conflito entre ela e as NR. Além disso, por ser mais restritiva, preenche as lacunas existentes nas NR que não tratam integralmente do controle de energias perigosas e não possuem instruções detalhadas sobre o assunto.

### 3.5 DISPOSITIVOS ENVOLVIDOS EM PROCEDIMENTOS LOTO

Os dispositivos envolvidos são todos aqueles necessários na aplicação de um programa de controle de energias perigosas de LOTO.

#### 3.5.1 Dispositivo de isolamento de energia

São dispositivos mecânicos que previnem fisicamente a transmissão ou liberação de energia, como por exemplo disjuntores, chaves seccionadoras, válvulas, registros, plugues e

flanges cegos. Um dispositivo de isolamento de energia é capaz de ser bloqueado ou possuir sua própria trava interna.

### 3.5.2 Dispositivo de bloqueio

São dispositivos que utilizam um meio positivo para manter um dispositivo de isolamento de energia em uma posição segura e prevenir a energização do equipamento. O dispositivo de bloqueio mais comumente utilizado é o cadeado e existem diversos tipos no mercado, como os metálicos com e sem isolamento e os plásticos, conforme ilustrado na Figura 3.10.

Figura 3.10: Cadeados de bloqueio: à esquerda, cadeados de plástico; no centro, cadeados de aço; à direita, cadeados de alumínio.



Fonte: Brady (2015).

Nos casos em que mais de uma fonte de energia perigosa é bloqueada ou quando mais de um profissional participa do bloqueio, caixas de travamento fixas e móveis são utilizadas. As caixas de travamento permitem a colocação de mais de um cadeado, como é mostrado na Figura 3.11.

Figura 3.11: Caixa de travamento móvel à esquerda e fixa à direita.



Fonte: Brady (2015).

Garras multiplicadoras também são utilizadas para possibilitar que mais cadeados sejam utilizados em um procedimento LOTO; tais garras possuem um mecanismo que as mantém fechadas quando um cadeado é utilizado, como pode ser observado na Figura 3.12.

Figura 3.12: Garra multiplicadora.



Fonte: Brady (2015).

Sempre que um dispositivo de isolamento de energia não possui dispositivo de bloqueio próprio ou não foi projetado para receber um cadeado de bloqueio, dispositivos adicionais devem ser utilizados em conjunto com os cadeados de bloqueio para impedir mecanicamente que um dispositivo de isolamento de energia seja acionado, liberando a energia perigosa. Alguns exemplos estão ilustrados na Figura 3.13.

Figura 3.13: Na sequência da esquerda para a direita, bloqueio para disjuntores, bloqueio para elementos pneumáticos, bloqueio para válvulas esféricas e bloqueio para registro de gaveta.



Fonte: Brady (2015).

### 3.5.3 Dispositivo de sinalização

São dispositivos de aviso proeminente, como uma etiqueta e um meio de anexação, que podem ser fixados com segurança a um dispositivo de isolamento de energia de acordo com um

procedimento previamente estabelecido, indicando a aplicação de LOTO no dispositivo de isolamento de energia, o trabalhador que o instalou e que o equipamento que está sendo controlado não podem ser operados durante o todo o procedimento. As etiquetas utilizadas na sinalização podem possuir diferentes padrões, porém recomenda-se que ela possua ao menos uma mensagem como “NÃO OPERE” ou “NÃO LIGUE”, foto e identificação do trabalhador, como pode ser observado nas etiquetas da Figura 3.14.

Figura 3.14: Etiquetas de sinalização.



Fonte: Brady (2015).

## **4 PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE LOTO EM UMA SUBESTAÇÃO**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

A empresa na qual o projeto, tema deste trabalho, foi implementado tem como atividade principal a fabricação de produtos metálicos de grande porte, com ou sem revestimento, preparada para atender aos mercados nacional e internacional.

Desde a sua fundação tem se destacado como uma indústria de tecnologia de ponta, com quase 60 anos de experiência, o que lhe garantiu um lugar de relevância entre as empresas brasileiras com presença internacional.

Através de pesquisas próprias e acompanhamento de avanços tecnológicos, aliados a uma rigorosa política de controle de qualidade, foi possível a produção dentro das mais rígidas especificações internacionais. Sua presença é expressiva nos setores de petróleo e petroquímica, celulose, papel, siderurgia, cimento, mineração, saneamento básico e geração de energia.

Em suas unidades, no Estado de São Paulo, totaliza uma área construída acima de 125.000 m<sup>2</sup> com capacidade instalada de produção de quinhentas mil toneladas por ano. A unidade industrial em questão possui um conjunto de seis células, distribuídas em três linhas de produtos.

Atualmente um dos principais objetivos do grupo empresarial, e conseqüentemente da empresa, é atingir os padrões mais elevados em qualidade, saúde, segurança e meio ambiente, incorporando os princípios de desenvolvimento sustentável em suas operações.

Por conta da política de controle da informação adotada pela empresa, durante este trabalho serão omitidos todos os dados que de alguma forma possam identificar a empresa em questão e qualquer informação de caráter sigiloso. Esta omissão, entretanto, não desqualifica ou interfere o desenvolvimento do presente trabalho.

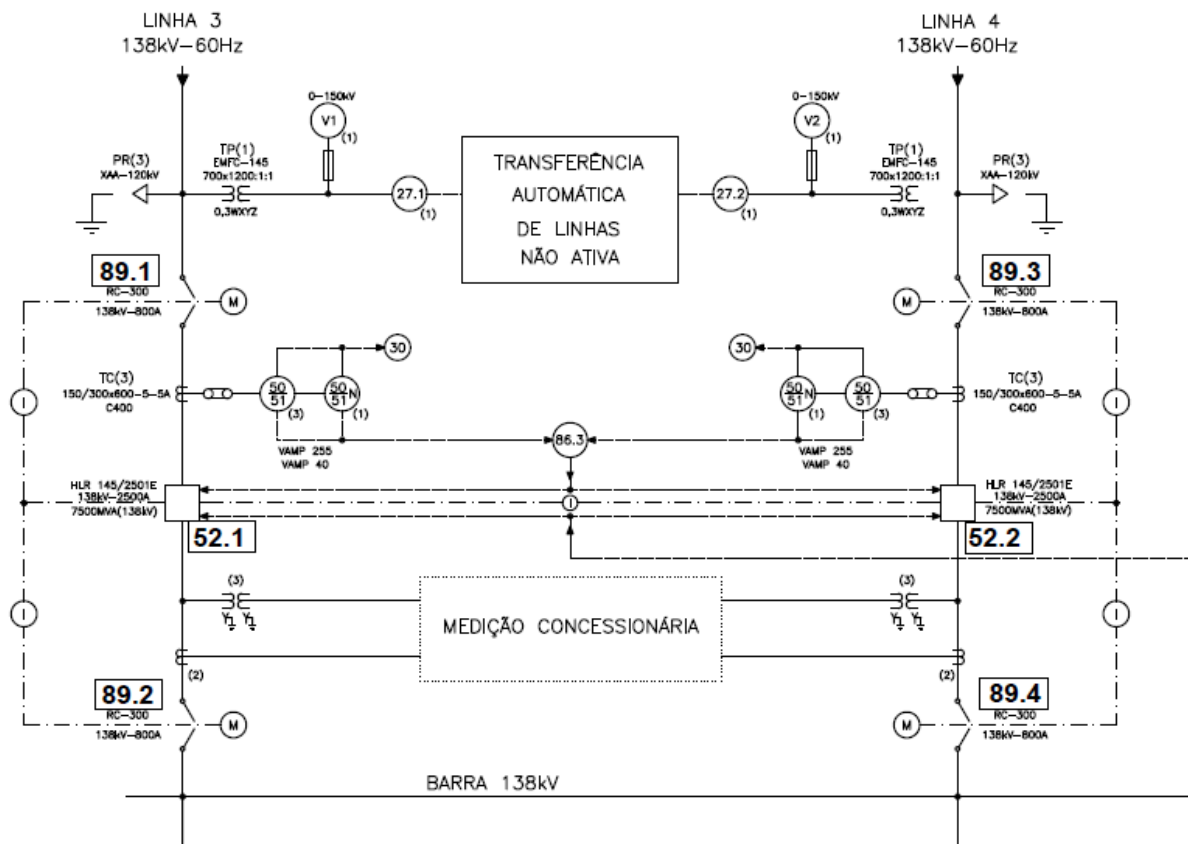
#### **4.1.1 Subestação da Empresa**

A subestação da empresa é a responsável pela alimentação de toda a unidade, por ela passa toda a energia elétrica consumida no complexo industrial e, portanto, é um elemento de

suma importância para a operação. Ela está conectada ao Sistema Elétrico de Potência através de duas linhas trifásicas de alta tensão em 138 kV, sendo que é alimentada por apenas uma delas por vez e a escolha de qual linha deve alimentar a unidade é feita pela concessionária de energia de acordo com o balanço de cargas.

Ela também é um elemento crítico do ponto de vista da segurança do trabalho tendo em vista o elevado risco envolvido em operações com os níveis de tensão existentes. A Figura 4.1 contém o esquema unifilar de entrada da subestação principal da empresa; observa-se que existem duas linhas de entrada que são simétricas e possuem os mesmos tipos de equipamentos ligados a elas.

Figura 4.1: Esquema simplificado do SEP.



Fonte: Material próprio.

Esta subestação está equipada com um sistema de proteção que conta com relés de sobrecorrente nas fases, no neutro e no aterramento, relé de subtensão, relé diferencial e relé de bloqueio com rearme manual nos dois ramais do circuito. Em cada um dos três transformadores



ligados no barramento de alta tensão, dois à plena carga e um reserva, estão instalados sensores de temperatura do óleo e de temperatura dos enrolamentos, também possuem relés de gás (Buchholz) e relé de nível do óleo do transformador.

É possível observar ainda na Figura 4.1 que na entrada de cada uma das linhas está instalado um para-raios, outros equipamentos do tipo estão instalados em outras partes do circuito. Para cada um dos ramais, existem ainda instalados dois transformadores de potencial e dois de corrente utilizados para alimentar os relés de proteção e também os instrumentos de medição, que pertencem à concessionária de energia, a qual é responsável por sua calibração e manutenção.

As operações na subestação são feitas pelos dispositivos de manobra cujos códigos são 89 para chaves seccionadoras, que são todas motorizadas e operadas à distância ou manualmente, e 52 para os dois disjuntores de alta tensão, que também podem ser operados remotamente e manualmente. Em cada linha estão instaladas duas chaves seccionadoras, uma à montante e outra a jusante do disjuntor, o que permite que os circuitos sejam seccionados em várias partes tornando mais fácil a manutenção.

## 4.2 PROPOSTA DO PROJETO

A proposta do projeto de implementação de um programa de controle de Energias perigosas LOTO surgiu como consequência da política atual da empresa e da necessidade de adequar sua operação aos requisitos legais, contidas nas normas regulamentadoras.

A finalidade principal do projeto proposto é a criação de um programa LOTO, que complementasse os procedimentos até então adotados pela empresa e se tornasse o novo padrão, a ser adotado obrigatoriamente em todas as unidades no Brasil para garantir um controle efetivo das energias perigosas, assegurando a segurança das pessoas em quaisquer tipos de intervenção junto as máquinas e equipamentos.

Os objetivos secundários, porém não menos importantes, são o fortalecimento da cultura prevencionista e a adequação da empresa aos requisitos estabelecidos legalmente, principalmente nas NR do Ministério do Trabalho e Previdência Social. Desta forma, tanto os funcionários, terceiros e próprios, quanto à própria empresa são resguardados por um programa de controle das

energias perigosas, legalmente embasado e que cumpre no mínimo todas as exigências existentes no país.

#### 4.3 ESCOPO DO PROGRAMA DE LOTO

O programa de controle de energias perigosas LOTO estabelece os requisitos mínimos para controle de energia durante qualquer atividade executada em máquinas ou equipamentos, sempre que ela possa causar lesões pessoais ou provocar danos à propriedade e aplica-se a todos os funcionários, prestadores de serviços e visitantes das instalações da empresa no Brasil, exceto onde leis e normas locais mais rigorosas prevalecerem.

#### 4.4 PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE LOTO

Este trabalho se limita a descrever o processo de implementação do programa LOTO à subestação da empresa que foi escolhida como o piloto do projeto.

O implementação de um programa LOTO envolve as seguintes ações:

- Criação de um procedimento com as diretrizes gerais do programa;
- Análise das energias perigosas (equipamento, máquina, instalação);
- Criação de procedimentos específicos de LOTO para o controle de energias perigosas das máquinas ou equipamentos;
- Aquisição dos dispositivos de bloqueio e sinalização necessários;
- Adequação das instalações para permitir o CEP;
- Capacitação (autorizados);
- Conscientização (trabalhadores afetados);
- Auditorias.

Não é necessário que as ações descritas aconteçam exatamente na ordem apresentada, pois na prática algumas das ações ocorrem simultaneamente.

#### 4.5 PROCEDIMENTO PARA CONTROLE DE ENERGIAS PERIGOSAS LOTO

O primeiro passo na implementação do programa de LOTO foi criar um documento de referência na qual estivessem descritas todas as suas diretrizes. A criação de um procedimento interno foi a opção escolhida uma vez que a empresa possui um sistema interno de gestão de documentos. Todo o conteúdo do procedimento de LOTO descrito neste trabalho não possui referência pois é de autoria própria.

Primeiramente fez-se um levantamento das práticas usualmente adotadas antes da implementação do programa e verificou-se que já existiam procedimentos globais, do grupo ao qual a empresa pertence que continham algumas diretrizes básicas a serem adotadas para LOTO, os quais deveriam ser adotadas na Empresa. O procedimento até então adotado e erroneamente chamado de bloqueio se limitava apenas a desligar as fontes de energia perigosa e instalar etiquetas de sinalização.

O controle das atividades de manutenção é feito através de um software, denominado SAP PM<sup>1</sup>, que faz a gestão das atividades, controlando as inspeções, gerando as ordens de serviço e suas respectivas etiquetas de bloqueio no software;; já existe uma árvore de bloqueio, que nada mais é que um cadastro das fontes de energias perigosas.

Como se verificou que existiam procedimentos globais de LOTO, o passo seguinte foi fazer um *benchmarking* com as outras empresas do grupo, principalmente as localizadas nos EUA, para levantar as melhores práticas adotadas, uma vez que todas atuam no mesmo seguimento e possuem operação bastante similar.

Em posse de todas as informações e com base nos procedimentos globais, procedimentos de outras empresas do grupo, NR e a norma OSHA 1910.147, criou-se o procedimento de LOTO. Durante esse processo de criação houve sempre o cuidado de envolver os departamentos afetados pelo novo procedimento de forma que se chegasse a um senso comum, atendendo aos requisitos legais mínimos, melhorando a operação e aumentando a adesão dos funcionários ao programa.

Para validar o procedimento foram conduzidas aproximadamente dez reuniões entre os

---

1 SAP PM: Módulo planejamento de manutenção do software de gestão empresarial criado pela empresa SAP.

departamentos de Manutenção, Engenharia e Qualidade, Segurança, Saúde e Meio Ambiente com a aprovação final dos gerentes dessas áreas.

Entre seus itens estão descritas as responsabilidades dos envolvidos no programa, o objetivo do procedimento e sua abrangência, algumas regras gerais, a sequência correta para desenergização, os tipos de equipamentos de LOTO a serem obrigatoriamente utilizados, procedimento de bloqueio individual ou em grupo com caixa de travamento portátil ou fixa, treinamentos necessários, definições e registros. Dada a importância deste procedimento, base de todo o programa de controle de energias perigosas, seu conteúdo será detalhado a seguir.

#### 4.5.1 Definições

Durante o processo de criação de um procedimento deve haver uma preocupação constante com a linguagem utilizada, que deve ter nível acessível à todos os funcionários que a ele tiverem acesso e não gerar dúvidas, garantindo que não há possibilidade de dupla interpretação ou falte alguma informação importante. Por este motivo, com o objetivo de garantir a clareza do documento, criou-se um item contendo a definição dos principais termos utilizados ao longo do texto.

- **Funcionário afetado:** Pessoa cujas atribuições requerem que a mesma opere ou use um equipamento no qual uma intervenção está sendo realizada sob um procedimento de LOTO, ou cujo trabalho requer que a mesma trabalhe em uma área na qual este tipo de intervenção está sendo realizado;
- **Pessoal de operação:** Funcionários, próprios ou terceiros, necessários para executar as atividades em máquinas ou equipamentos;
- **Líder LOTO:** Pessoa que bloqueia (*lockout*) e sinaliza (*tagout*) máquinas ou equipamentos para realizar alguma intervenção. Um líder LOTO deve possuir autorização formalmente documentada na lista de líderes LOTO, ter conhecimento do equipamento e estar apto a realizar uma avaliação de controle da energia perigosa ou seguir um procedimento LOTO estabelecido;
- **Supervisor LOTO:** Em um procedimento de LOTO em grupo, ou seja, no qual mais de um funcionário participa da intervenção na máquina ou equipamento, o Supervisor LOTO é um dos líderes de bloqueio escolhido como o responsável pelo LOTO;

- **Supervisor LOTO de saída:** É o supervisor LOTO que deixa de participar de um procedimento de bloqueio que ainda está em andamento;
- **Novo Supervisor LOTO:** É o supervisor LOTO que começa a participar de um procedimento de bloqueio que já estava em andamento;
- **Dispositivo de isolamento de energia:** Dispositivo mecânico que previne fisicamente a transmissão ou liberação de energia. Um dispositivo de isolamento de energia é capaz de ser bloqueado ou possuir sua própria trava interna;
- **Dispositivo de bloqueio:** Dispositivo que utiliza um meio positivo para manter um dispositivo de isolamento de energia em uma posição segura e prevenir a energização do equipamento;
- **Dispositivo de sinalização:** Um dispositivo de aviso proeminente, como uma etiqueta e um meio de anexação, que pode ser fixado com segurança a um dispositivo de isolamento de energia de acordo com o procedimento estabelecido, indicando que a máquina ou equipamento que está sob algum tipo intervenção e não devem ser operados durante o procedimento de LOTO;
- **Energia perigosa:** Qualquer energia que possa causar lesões pessoais ou provocar danos à propriedade;
- **Fonte de energia:** Qualquer fonte de energia elétrica, mecânica, hidráulica, pneumática, química, térmica ou nuclear;
- **Energizado:** Conectado a uma fonte de energia potencial ou contendo energia residual ou armazenada;
- **Lockout (Bloqueio):** Colocação de um dispositivo de bloqueio em um dispositivo de isolamento de energia, de acordo com o procedimento estabelecido, assegurando que a máquina ou equipamento que está sendo controlado não pode ser operado enquanto o dispositivo de bloqueio não for removido;
- **Tagout (Sinalização):** Colocação de um dispositivo de sinalização em um dispositivo de isolamento de energia de acordo com o procedimento estabelecido, indicando que a máquina ou equipamento que está sendo controlado não pode ser operado enquanto o dispositivo de sinalização não for removido;
- **Intervenção:** Atividades como construção, instalação, configuração, ajuste, modificação e manutenção de máquinas ou equipamentos. Estas atividades incluem

lubrificação, limpeza ou desobstrução de máquinas ou equipamentos e a realização de ajustes ou troca de ferramental, onde o funcionário pode ser exposto a uma energização inesperada, partida do equipamento ou liberação de energia;

- **Procedimento específico:** Procedimento de LOTO criado especificamente para uma máquina ou equipamento, que contém instruções detalhadas de como o bloqueio e a sinalização deve ser realizado. Está localizado na árvore de bloqueio do SAP.

#### 4.5.2 Responsabilidade

Neste item do procedimento estão descritas as responsabilidades de todos os profissionais envolvidos na empresa e terceiros. Houve uma negociação acerca das responsabilidades que não eram atribuídas obrigatoriamente pelo procedimento global do grupo, sendo que o resultado desta discussão das responsabilidades foi definido como segue:

- **Gerente local:** Responsável pelo cumprimento deste procedimento, fornecendo os recursos e liderança necessários;
- **Supervisores:** Responsável por determinar, com o auxílio do Gerente de Manutenção os funcionários que estão autorizados a executar um procedimento de LOTO, criando e mantendo a lista dos líderes LOTO atualizada e garantir que todos os funcionários recebam treinamento adequado regularmente, inicial e reciclagem;
- **Gerente de manutenção:** O gerente de manutenção ou funcionário por ele formalmente designado é responsável pela criação e atualização, quando necessário, dos procedimentos específicos dos equipamentos. Com o auxílio dos supervisores e do gerente de Segurança deve determinar quais atividades estão dentro do escopo do procedimento de LOTO;
- **Gerente de segurança:** Responsável por assegurar que este procedimento de LOTO e que os procedimentos LOTO específico dos equipamentos estão de acordo com as leis e normas federais, estaduais e municipais aplicáveis; por dar assistência ao departamento de manutenção na criação e atualização dos procedimentos específicos dos equipamentos; por promover auditoria periódica para confirmar a efetividade do programa LOTO;

- **Líder LOTO:** É responsável pela aplicação dos procedimentos específicos de LOTO e fornecer evidências de que as máquinas ou equipamentos foram devidamente bloqueados e/ou sinalizados;
- **Funcionários temporários e contratados:** Devem seguir este procedimento e instruções de trabalho específicas para sua área, informando o supervisor LOTO e ao supervisor da área a respeito das tarefas pelas quais está encarregado, aguardar sua autorização antes de iniciar qualquer tipo de atividade e informar o supervisor LOTO uma vez concluída sua atividade.

#### 4.5.3 Materiais de bloqueio

Este item do procedimento foi introduzido com o intuito de padronizar os dispositivos utilizados no bloqueio e garantir que apenas dispositivos de bloqueio aprovados e fornecidos pela empresa sejam utilizados. Todos os dispositivos de bloqueio devem ser identificados por um número de série, que é um meio permanente de identificação, eles não devem ser utilizados para outras finalidades e devem ser suficientes para prevenir a remoção sem uso excessivo de força ou técnicas não usuais. Uma base de dados deve conter todos os registros de identificação dos dispositivos de bloqueio e para quem ou para que máquina, equipamento ou departamento os mesmos foram emitidos. Desta forma, a base de dados pode ser utilizada como um meio suplementar de identificação do dono do dispositivo de bloqueio.

- **Cadeado**

Cadeados são os principais dispositivos de bloqueios utilizados em um procedimento LOTO. Cada cadeado deve possuir apenas **uma** chave. Os cadeados estão divididos em três categorias: a primeira é a de *cadeados pessoais* que são dispositivos de bloqueio individual, ou seja, cada funcionário possui seu próprio cadeado pessoal e intransferível; a segunda é a de *cadeados específicos*, que são utilizados em cada um dos pontos de bloqueio da máquina ou equipamento; e a terceira de *cadeados mestres de bloqueio*, que devem ser utilizados pelos supervisores LOTO ao realizar um procedimento de LOTO em grupo.

As cores dos cadeados utilizados nos procedimento de LOTO foram padronizadas com a intenção de facilitar a identificação dos participantes conforme o padrão estabelecido. A identificação dos cadeados deve ser feita através de numeração própria.

**Cadeado vermelho:** Deve ser utilizado por todos os funcionários de manutenção.

**Cadeado azul:** Deve ser utilizado por todos os demais funcionários.

**Cadeado laranja:** Deve ser utilizado pelos contratados. Este cadeado é fornecido e controlado pela empresa.

**Cadeado amarelo:** Deve ser utilizado como cadeado específico para os pontos de bloqueio das máquinas ou equipamentos.

**Cadeado verde:** Deve ser utilizado como cadeado mestre de bloqueio.

- **Caixa de travamento**

A Caixa de travamento é um dispositivo de bloqueio múltiplo que recebe as chaves dos cadeados específicos da máquina ou equipamento e permite que uma ou várias pessoas coloquem seus cadeados pessoais. A identificação das caixas de travamento deve ser feita através de nomenclatura própria. Entre as caixas de travamento existem duas categorias, um delas de *caixas de travamento fixa* e a segunda de *caixas de travamento portátil*.

A caixa de travamento fixa é um dispositivo de bloqueio múltiplo, próprio de uma máquina ou equipamento, e deve conter os cadeados apropriadamente identificados para o bloqueio de energias perigosas necessárias para trabalhar em uma parte específica ou em toda a máquina ou equipamento. A caixa de travamento fixa deve conter ainda suportes para pendurar as chaves/cadeados com identificação do ponto de bloqueio associado e uma documentação com os procedimentos específicos da máquina ou equipamento, e com o número de cadeados associados aos dispositivos de isolamento de energia, pontos de bloqueio.

Na caixa de travamento portátil, a qual também é um dispositivo de bloqueio múltiplo, a quantidade necessária de cadeados específicos depende da máquina ou equipamento a ser bloqueado. A caixa de travamento fixa deve ter sua documentação protegida por um envelope plástico com os procedimentos específicos ou análise de energias perigosas da máquina ou



equipamento em questão, bem como formulários de identificação e rastreamento dos cadeados utilizados.

As caixas de travamento de ambas as categorias também devem conter um cadeado mestre de controle próprio, que deve ser verde e identificado como cadeado mestre de controle específico para a caixa de travamento à qual pertence, e cuja chave será controlada pelo Supervisor LOTO.

- **Garra multiplicadora**

A garra multiplicadora é um dispositivo de bloqueio múltiplo que permite um incremento no número de participantes de um bloqueio e é utilizada em conjunto com as caixas de travamento.

#### **4.5.4 Materiais de sinalização**

Este item do procedimento foi introduzido com o intuito de padronizar os dispositivos de sinalização que deve ser realizada prioritariamente junto com o bloqueio. O dispositivo de sinalização deve indicar claramente que a operação de uma máquina ou equipamento ou manobra de um dispositivo de isolamento de energia da posição de segurança é proibida. Dispositivos de sinalização, incluindo seus meio de fixação, devem ser suficientemente resistentes para prevenir a remoção acidental ou inadvertida. A empresa possui um procedimento específico no qual está descrito o padrão a ser adotado para os dispositivos de sinalização. Este procedimento trata também da gestão das energias perigosas no sistema SAP PM. O dispositivo padrão de sinalização adotado pela empresa são etiquetas; existem dois modelos, um deles é para os pontos de bloqueio das energias perigosas e o outro é uma etiqueta pessoal, pertencente ao líder de bloqueio, com suas informações e foto.

#### **4.5.5 Bloqueio em máquinas ou equipamentos novos ou modificados**

Este item foi incluído no procedimento para garantir que todos os dispositivos de isolamento de energia em máquinas ou equipamentos novos devem possibilitar a colocação de um

dispositivo de bloqueio, de modo que possa ser travado na posição desligada. No caso de reposição ou reparo, renovação ou modificação importante, as máquinas e equipamentos existentes devem ser equipados com dispositivos de isolamento de energia bloqueáveis. Em longo prazo, este item garante que cada vez menos dispositivos adaptadores serão necessários para realizar o LOTO e que as instalações sejam adaptadas ao programa de controle de energias perigosas. Essa adaptação facilita a aplicação do procedimento de LOTO, uma vez que em geral o número de pontos de bloqueio diminuem. O caso ideal seria que todas as instalações fossem, ainda em fase de projeto, desenvolvidas pensando-se na aplicação de um programa de controle de energias perigosas.

#### **4.5.6 Bloqueio em máquinas ou equipamentos fora de serviço**

Quando uma máquina ou equipamento é considerado fora de serviço, por motivo de defeito ou abandono, e não há atividades planejadas a serem realizadas, todas as fontes de energia e seus respectivos dispositivos de isolamento de energia que alimentam a máquina ou equipamento devem ser bloqueados e sinalizados. Cada um destes dispositivos de isolamento de energia deve ser bloqueado com um cadeado amarelo e receber uma etiqueta com a inscrição “FORA DE SERVIÇO”. Todas as chaves pertencentes a estes cadeados amarelos devem ser agrupadas, claramente identificadas como pertencentes à máquina ou equipamento fora de serviço e entregues ao supervisor de manutenção da área que irá guarda-las em um lugar, para tal designado, na sala da manutenção. Os cadeados amarelos utilizados para este propósito não podem ser utilizados nem como cadeados pessoais nem como cadeados mestre de controle para qualquer tipo de atividade.

#### **4.5.7 Regras para bloqueio e sinalização**

Neste item do procedimento foram descritas as diretrizes gerais para LOTO. O bloqueio deve ser realizado prioritariamente, nas situações em que não for viável a adoção dos dispositivos de bloqueio, além da sinalização, medidas adicionais de segurança devem ser adotadas para que o mesmo nível de segurança seja mantido, com a devida autorização de um profissional legalmente habilitado e mediante justificativa técnica previamente formalizada na permissão de trabalho.

A sequência de desenergização a seguir deve ser adotada obrigatoriamente nos procedimentos LOTO.

- **Notificação:** Todos os funcionários que são afetados pela isolação de energias perigosas devem ser notificados que o bloqueio será realizado antes de começar-se o procedimento de isolação. Esta notificação pode ser verbal;
- **Desligamento:** Uma vez que a notificação foi apropriadamente dada e todos as pessoas de operações estão em uma posição segura, a máquina ou equipamento pode ser desligado utilizando-se o seu procedimento normal de operação. Isso deve ser realizado utilizando os comandos normais de parada (pressionar o botão de parada, abrir chave e fechar válvula). Para o caso de um desligamento mecânico, o equipamento deve ser parado ou colocado em *standby* antes da fonte de energia principal ser localizada, desconectada e bloqueada. Linhas hidráulicas e/ou pneumáticas devem ser purgadas caso seja identificado o risco de exposição à energia residual. Mecanismos que oferecem riscos, como elementos com partes cortantes, elementos com molas, elementos girantes, também devem ser identificados, listados no procedimento específico de LOTO e bloqueados para impedir quedas, rolamento ou deslocamento, e conseqüentemente a exposição à energia perigosa que possa resultar em uma lesão. Para o caso de um desligamento elétrico o equipamento deve ser parado utilizando-se o comando usual. Botões de comando, circuitos de controle e botões de emergência podem nunca devem ser usados como dispositivos de isolação de energia. Apenas o ponto de isolação de energia principal deve ser aberto e bloqueado. Sistemas elétricos em alta tensão devem ser bloqueados e aterrados apenas por pessoal de manutenção autorizado e que tenham concluído o curso complementar, conforme anexo da NR10, de segurança no Sistema Elétrico de Potência e em suas proximidades;
- **Isolação de energia:** O funcionário deve ler completamente o procedimento específico de LOTO da máquina ou equipamento. Todos os dispositivos de isolação de energia necessários para controlar as energias perigosas da máquina ou equipamento devem ser

fisicamente localizados e manobrados conforme os procedimentos de operação dos dispositivos para controlar as potenciais energias perigosas e isolar essas fontes;

- **Bloqueio:** O bloqueio é feito colocando-se o dispositivo de bloqueio no dispositivo de isolação de energia, na maioria dos caso isto significa instalar um cadeado, que trava mecanicamente o dispositivo de isolação em uma posição que impeça a reenergização.

Os pontos de bloqueio são determinados pela árvore de bloqueio no SAP PM. Os funcionários não podem requerer que outros funcionários coloquem ou removam seu dispositivo de bloqueio sem a devida autorização e nunca devem emprestar o seu cadeado pessoal ou chave a outra pessoa;

- **Controle de energia armazenada:** O controle é feito liberando a energia armazenada, sendo que isto inclui purgar linhas hidráulicas e/ou pneumáticas, abrir válvulas de alívio de pressão, drenar qualquer linha de água e descarregar a energia elétrica armazenada para a terra.
- **Verificação da isolação:** Antes de começar a intervenção de qualquer máquina ou equipamento, o bloqueio deve ser verificado para assegurar que o mesmo foi feito apropriadamente. Para realizar essa etapa de verificação, o funcionário deverá assegurar que o pessoal de operações está em uma posição segura, deve então tentar ligar a máquina ou equipamento utilizando o controle padrão de liga/desliga, empregar os controles de operação e inspecionar a máquina ou equipamento para assegurar que todas as fontes de energia perigosa estão isoladas;a penas então deve retornar todos os controles de operação para a posição neutra ou desligada. Se controles elétricos estão envolvidos, um aparelho de medição deve ser usado para verificar a ausência de tensão. O funcionamento do aparelho de medição deve ser testado em um circuito energizado conhecido antes de testar o sistema. Sempre que possível, o uso de ferramentas como monitores de vibração, pistolas térmicas e réguas laser, deve ser considerado para executar atividades sem entrar em uma área de operação;

- **Instalação de aterramento temporário:** Caso a energia perigosa controlada seja elétrica, assim que for constatada a inexistência de tensão, um condutor de aterramento temporário deverá ser ligado às fases do sistema, e quando houver, à demais partes condutoras estruturais acessíveis, obtendo-se desta forma uma equalização de potencial entre todas as partes condutoras. O controle da quantidade de aterramentos temporários implantados é feito através dos cartões de bloqueio, utilizados neste caso em cada um dos aterramentos, como forma de garantir a retirada de todas as unidades antes da reenergização;
- **Sinalização:** A sinalização é feita colocando-se dispositivos de sinalização nos dispositivos de bloqueio, completando assim o impedimento de reenergização.

#### 4.5.8 Preparação e análises das energias perigosas

A empresa possuía previamente registradas na árvore de bloqueio do SAP PM as fontes de energias perigosas, porém observou-se que na maioria dos equipamentos foram consideradas somente as energias elétrica e hidráulica/pneumática, o que em muitos casos, não eram as únicas energias a serem consideradas. À medida que os Procedimentos Específicos de LOTO forem sendo criados, uma nova análise, mais detalhada, será realizada nas máquinas e equipamentos e se novas fontes de energia perigosa forem detectadas, serão adicionadas na árvore de bloqueio.

Como diretriz geral antes de inicializar um procedimento de LOTO em qualquer máquina ou equipamento, o supervisor da área em serviço da área afetada deve ser informado, e caso não haja procedimento específico, um supervisor LOTO deve conduzir um levantamento para identificar o tipo e a magnitude das energias perigosas a serem bloqueadas, bem como as medidas de controle desses perigos para a máquina ou equipamento na qual mais de uma fonte de energia perigosa pode ser identificadas.

O procedimento específico de LOTO da máquina ou equipamento deve identificar a sequência apropriada de desligamento, o procedimento específico para localização, desconexão, e isolamento das fontes de energia, o procedimento para verificação da desenergização, e os passos para o reestabelecimento da energia na máquina ou equipamento.

#### 4.5.9 Procedimento de bloqueio em grupo

Quando mais de um funcionário é necessário para a intervenção de uma máquina ou equipamento, com a mesma exposição às energias perigosas, o procedimento de bloqueio em grupo deve ser adotado; este item do procedimento de LOTO descreve as regras para esta modalidade de bloqueio.

Em um bloqueio em grupo, um supervisor LOTO é escolhido entre os líderes LOTO e designado para supervisionar o bloqueio. O Supervisor LOTO deve ser alguém experiente e instruído; ele é responsável pela isolação adequada das energias perigosas nas quais o bloqueio em grupo está sendo realizado.

O supervisor LOTO em grupo deve usar uma caixa de travamento, que pode ser fixa ou portátil. Em seguida, ele deve colocar o(s) cadeado(s) específico(s) da máquina ou equipamento seguindo o procedimento específico LOTO ou segundo análise prévia das energias perigosas. O supervisor LOTO coloca então a chave deste(s) cadeado(s) dentro da caixa de travamento e colocará um mestre de controle na caixa de travamento, cuja chave então será designada como chave mestre de controle e será mantida com o supervisor LOTO. Todos os participantes do bloqueio trabalhando na máquina ou equipamento associados àquele bloqueio devem, da mesma forma, colocar seu cadeado pessoal na caixa de travamento. O cadeado mestre de controle nunca deve ser usado como cadeado pessoal, nem o portador da chave do cadeado verde de transição é autorizado a realizar qualquer atividade na máquina ou equipamento sem um cadeado pessoal na caixa de travamento.

Quando o procedimento de bloqueio em grupo acontece durante a mudança de pessoal ou turno, o supervisor LOTO de saída, o novo supervisor LOTO e os funcionários autorizados são responsáveis por uma transferência ordenada do procedimento de isolação de energia. Isso é necessário para assegurar a continuidade e segurança, minimizando a exposição à energia perigosa relacionada à partida ou liberação de energia. A troca requer que um novo supervisor LOTO seja nomeado e ele deve inspecionar se o bloqueio foi feito corretamente. Somente então ele pode aceitar a chave mestre de controle (a chave do cadeado mestre de controle) do supervisor LOTO de saída.

Uma vez que o novo supervisor LOTO aceitou a chave mestra de bloqueio, os novos participantes podem colocar seus cadeados na caixa de travamento.

- **Caixa de travamento fixa**

Quando uma caixa de travamento fixa é escolhida para ser usada em determinada área ou sistema, o supervisor LOTO responsável pela intervenção a ser realizada deve colocar os cadeados específicos da caixa de LOTO nas fontes de energia designadas e as chaves devem ser colocadas na caixa de travamento nos suportes correspondentes.

Ele também deve colocar o cadeado mestre de controle na caixa de travamento. A chave do cadeado mestre de controle é transferível através do procedimento da transferência da chave mestre de controle.

- **Caixa de travamento portátil**

Quando uma caixa de travamento portátil é escolhida para ser usada em determinada área ou sistema, o supervisor LOTO responsável pelo trabalho a ser realizado deve colocar os cadeados específicos nas fontes de energias designadas e as chaves devem ser colocadas dentro da caixa de travamento portátil.

Ele também deve colocar o cadeado mestre de controle na caixa de travamento. A chave do cadeado mestre de controle é transferível através do procedimento da transferência da chave mestre de controle.

#### **4.5.10 Procedimento de bloqueio individual**

Quando apenas um funcionário é necessário para a intervenção de uma máquina ou equipamento, o procedimento de bloqueio individual deve ser adotado; este item do procedimento de LOTO descreve as regras para esta modalidade de bloqueio.

Em um bloqueio individual, o líder LOTO é o responsável pelo bloqueio. Ele deve usar uma caixa de travamento, que pode ser fixa ou portátil, quando a máquina ou equipamento possui mais de um ponto de bloqueio. Em seguida, ele deve colocar o(s) cadeado(s) específico(s) da máquina ou equipamento seguindo o procedimento específico LOTO ou segundo análise prévia das energias perigosas. Ele coloca então a chave deste(s) cadeado(s) dentro da caixa de travamento e colocar seu cadeado pessoal cuja chave é intransferível. O fato de colocar seu cadeado pessoal serve como indicação de que a modalidade de bloqueio é do tipo individual. O cadeado mestre de controle da caixa de travamento deve ser mantido dentro dela, junto com as chaves dos cadeados específicos. Caso a máquina ou equipamento possua apenas um ponto de bloqueio, o líder LOTO deve colocar seu cadeado pessoal no dispositivo de isolamento de energia deste ponto a ser bloqueado.

#### **4.5.11 Procedimento de transferência da chave mestre de controle**

Este item do procedimento LOTO foi incluído para que a transferência da chave mestre de controle assegure a continuidade do bloqueio.

Os supervisores LOTO, o de saída e o novo, devem reavaliar as condições do bloqueio da máquina ou equipamento, verificando se todas as fontes de energias perigosas estão isoladas e que todas possíveis energias armazenadas foram removidas e então verificar se os cadeados apropriados estão nos designados dispositivos de isolamento e se a chave correspondente está dentro da caixa de bloqueio em grupo.

Na sequência, eles devem verificar se todo o pessoal ao deixar a máquina ou equipamento removeu apropriadamente seu cadeado pessoal e se todo o pessoal trabalhando na área colocou seus cadeados pessoais na caixa de travamento antes de reiniciar.

Completadas estas tarefas, a chave do cadeado mestre de controle pode ser transferida do Supervisor LOTO de saída ao novo. Todos os líderes LOTO devem verificar pessoalmente se todas as fontes de energias perigosas foram desenergizadas na máquina ou equipamento em que eles irão trabalhar de acordo com o procedimento específico de LOTO e realizar o bloqueio na caixa de travamento correspondente ao equipamento no qual a intervenção será realizada.

No caso de um período estendido de parada, resultando em múltiplos turnos, a caixa de travamento deve permanecer trancada com o cadeado mestre de controle. O supervisor LOTO



realizará o procedimento de transferência de chave do cadeado mestre de controle como descrito acima.

Antes de iniciar o procedimento para reenergização de qualquer sistema de bloqueio, todos os funcionários que podem ser afetados por qualquer energia de partida devem ser informados de que a energia será reestabelecida. Toda a área onde o procedimento de LOTO foi realizado deve ser inspecionada fisicamente para assegurar que todas as partes, ferramentas e outros materiais foram removidos da área exposta à energia perigosa. Todas as proteções devem ser completamente instaladas na posição e estado apropriados, e todos os componentes operacionais da máquina ou equipamento devem estar intactos. Uma vez que estas condições foram atingidas, o supervisor LOTO pode remover os dispositivos de bloqueio e a energia reestabelecida. Assim que todos os bloqueios forem removidos, a máquina ou equipamento deve ser ligado para teste a fim de assegurar sua operação apropriada e segura. No caso de algum problema que requer exposição a qualquer fonte de energia perigosa por qualquer período de tempo ser for identificado, o procedimento de isolamento de energia deve ser refeito antes que qualquer ação seja tomada.

#### **4.5.12 Procedimento para retirada de cadeado e sinalização de um líder LOTO ausente**

A intenção deste procedimento de controle de energia é garantir que a pessoa que colocou seu cadeado em um dispositivo de isolamento de energia é a pessoa que remove o cadeado. Sempre que a pessoa autorizada está fora da instalação, ou então falha em remover ou transferir o bloqueio, um procedimento específico deve ser seguido antes de o bloqueio poder ser removido por qualquer outra pessoa.

O supervisor da manutenção ou o supervisor operacional da área de serviço devem tentar localizar e contatar o líder LOTO ausente. No caso ideal, quando ele puder ser contatado, deve ser instruído a retornar ao trabalho e remover pessoalmente seu cadeado de bloqueio e informar aos outros a condição e segurança da máquina ou equipamento.

Caso não seja possível contatar o funcionário, o supervisor operacional ou supervisor de manutenção de serviço, o funcionário da máquina ou equipamento e um funcionário da manutenção devem inspecionar o equipamento ou máquina para determinar as condições de segurança. Uma vez que estejam completamente determinadas, um desvio deve ser aberto no sistema de gestão da segurança utilizado na empresa. Quando esse processo estiver completo, o

bloqueio pode ser removido e a ação apropriada para iniciar ou continuar a intervenção pode proceder. O cadeado removido deve ser submetido ao departamento de segurança até o próximo dia de trabalho. Uma cópia do desvio deve ser submetida ao departamento pessoal e adicionada à ficha do profissional; no caso de um trabalhador contratado, uma cópia do formulário deve ser enviada ao administrador de contratos, que tomará as ações corretivas.

O líder LOTO que teve seu cadeado removido deve ser avisado pelo seu superior antes de retornar ao trabalho na fábrica.

#### **4.5.13 Teste, detecção de problemas ou posicionamento de máquinas, equipamentos ou componentes**

Em situações nas quais dispositivos de LOTO devem ser temporariamente removidos do equipamento de isolamento de energia e a máquina ou equipamento energizado para teste, detecção de problemas ou posicionamento do equipamento ou respectivo componente, as seguintes ações devem ser seguidas:

- Retirar as ferramentas e materiais da máquina ou equipamento.
- Remover os funcionários área da máquina ou equipamento.
- Remover os dispositivos de bloqueio e sinalização.
- Energizar e proceder com o teste, detecção de problemas ou posicionamento, isolando a área energizada para evitar o acesso inadvertido ou contato com equipamento energizado por pessoal não autorizado e certificar que somente o pessoal de operação que tem conhecimento dos perigos e cuidados a serem tomados para manter uma distância segura dos equipamentos energizados entre na área energizada.
- Assim que o teste, a detecção de problemas ou o posicionamento for concluído o Supervisor LOTO deve verificar se os controles estão na posição neutra ou desligada e desenergizar todos os sistemas e reaplicar as medidas de controle de energia, procedimento específico da máquina ou equipamento, para continuar a intervenção.

#### 4.6 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE LOTO

Optou-se por adicionar os Procedimentos Específicos de LOTO às instruções de trabalho, pois dessa forma cada equipamento possui apenas um documento onde estão descritas todas as informações de operação, manutenção e segurança. O intuito principal foi garantir que todas as informações pertinentes à máquina ou equipamento se encontrem juntas, facilitando o trabalho dos funcionários.

Os procedimentos específicos de LOTO dos elementos contidos na subestação foram adicionados à suas respectivas práticas operativas; devido ao caráter confidencial dos procedimentos nenhum exemplo pode ser adicionado a este trabalho.

#### 4.7 AQUISIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE LOTO

Para a aquisição dos dispositivos, em conformidade com o procedimento usual da empresa, houve uma licitação entre três fornecedores especializados. Estes fornecedores foram avaliados quanto ao preço do produto final, qualidade dos produtos e serviços e conformidade com os requisitos legais, e entre eles escolheu-se aquele que apresentou a melhor relação custo benefício. O fornecedor vencedor foi homologado no almoxarifado, o que significa que ele possui um contrato com a empresa. Sempre que novos dispositivos de LOTO forem necessários, podem ser comprados diretamente caso não sejam itens em estoque. Todos os dispositivos de LOTO adquiridos são certificados e produzidos por empresas reconhecidas no mercado.

#### 4.8 CAPACITAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO

No Procedimento de LOTO criado estão especificadas as regras para capacitação e conscientização dos funcionários, com os conteúdos mínimos a serem transmitidos e a periodicidade dos treinamentos.

Todos os líderes LOTO devem receber treinamento para reconhecer as fontes de energia perigosa, o tipo e magnitude da energia disponível no ambiente de trabalho e os métodos e meios necessários para isolamento e controle da energia, bem como os conhecimentos e habilidades necessários para aplicação e remoção segura dos controles de energia.

Os funcionários afetados devem ser instruídos do propósito e do uso do procedimento de controle de energia perigosa; esta instrução é feita através de diálogos diários de segurança e através das reuniões semanais de segurança, que são, práticas usuais da empresa.

Todos os outros funcionários que trabalham em operações que estão ou podem estar na área onde o procedimento de controle de energia perigosa pode ser utilizado devem ser instruídos sobre o procedimento, sobre a proibição relativa a tentar religar ou reenergizar máquinas ou equipamentos que estão bloqueados e/ou sinalizados. Todos devem também ser treinados sobre as seguintes limitações das etiquetas:

- Etiquetas são essencialmente dispositivos de advertência, fixados aos dispositivos de sinalização, elas não podem ser removidas sem autorização da pessoa autorizada responsável por elas e não promovem a restrição física nos dispositivos que são providas com o bloqueio;
- Quando uma etiqueta é fixada em um meio de isolamento, ela não deve ser removida sem autorização da pessoa responsável por ela e ela não deve ser evitada, ignorada ou violada de outra forma;
- Etiquetas devem ser legíveis e compreensíveis por todos os supervisores LOTO, pessoal de operações e todos os outros operadores que estão ou podem estar na área, de forma a ser efetiva;
- Etiquetas e seus meios de fixação devem ser feitas de materiais que suportem as condições ambientais encontradas no ambiente de trabalho;
- Etiquetas podem evocar uma falsa sensação de segurança, e seu significado precisa ser entendido como uma parte do programa de controle de energia em geral;
- Etiquetas devem ser fixadas de forma segura nos dispositivos de isolamento de energia de forma que não possam ser acidentalmente ou inadvertidamente removidas durante o uso.

Reciclagem deve ser providenciada para todos os líderes LOTO e funcionários afetados, sempre que houver uma mudança nas atribuições de operação, uma mudança na máquina, equipamento ou processo que apresente um novo perigo, quando houver mudança no procedimento de controle de energia ou quando ocorrências ou inspeções demonstrarem que a

reciclagem é necessária. A reciclagem deve estabelecer proficiência do empregado e introduzir métodos e processos de controle novos ou revisados quando necessário. Os gerentes das áreas ou seus representantes por eles designados devem certificar que o treinamento dos funcionários foi efetuado e é mantido atualizado. A certificação deve conter o nome de cada funcionário e a data do treinamento.

#### 4.9 AUDITORIAS E INSPEÇÕES PERIÓDICAS

As auditorias e inspeções periódicas são necessárias para garantir que o programa de controle de Energias perigosas é efetivo e tem sido cumprido satisfatoriamente. Por estes motivos, o Procedimento de LOTO descreve, em um de seus subitens, as diretrizes para sua aplicação.

Os supervisores de área e gerente de manutenção, com o apoio do gerente de segurança, devem conduzir e documentar inspeções anuais para assegurar que este procedimento e os procedimentos específicos de LOTO estão sendo seguidos, as exigências legais estão sendo cumpridas e também para identificar e corrigir quaisquer desvios. Inspeções Periódicas serão realizadas com a utilização do formulário de inspeção disponível no sistema de gestão da segurança utilizado pela empresa (Inspeção/Avaliação de desempenho LOTO).

## 5 CONCLUSÃO

O projeto de implementação de um programa de controle de energias perigosas LOTO em uma subestação foi realizado com sucesso e os objetivos iniciais foram alcançados.

Durante o processo de implementação, notou-se que houve muita resistência por todas as partes envolvidas no projeto, embora a empresa já realizasse uma parte do atual procedimento de LOTO.

Para sua implementação nos moldes atuais, dois grandes obstáculos precisaram ser superados. O primeiro deles é referente aos custos totais envolvidos, pois em um primeiro momento é preciso considerar o custo dos dispositivos de bloqueio e sinalização, dispositivos adaptadores para bloqueio, adaptações especiais nas máquinas e equipamentos que, por vezes, depende do apoio do departamento de energia, treinamentos, conscientização, divulgação do procedimento, tempo utilizado na criação dos procedimentos específicos e tempo adicional acrescentado à operação devido à aplicação de LOTO. Em um segundo momento deve ser ainda considerado o custo de manutenção do programa como um todo.

O segundo obstáculo envolveu a mudança de cultura organizacional dos funcionários. Como o novo procedimento de LOTO exige uma abordagem diferente na realização de qualquer intervenção e, conseqüentemente, na forma como os profissionais devem trabalhar, houve muita resistência em aderir à nova metodologia. Os funcionários da empresa se opuseram durante o desenvolvimento do projeto, nas reuniões de projeto e sempre que eram consultados, procuraram evitar ao máximo as mudanças.

Diante destes dois obstáculos foi possível concluir que, do ponto de vista técnico, a implementação de um programa de controle de energias perigosas é simples, porém quando o fator humano é adicionado, a complexidade do processo aumenta significativamente. A estratégia utilizada para amenizar a influência do fator humano foi informar os envolvidos de forma objetiva e repetitiva, acerca das vantagens do procedimento de LOTO.

No momento ainda não é possível obter-se uma conclusão acertada sobre os resultados da implementação desse programa para controle de energias perigosas LOTO, pois ele ainda está em seu início e sendo gradualmente aplicado ao restante da empresa. Pode-se somente prever, baseado nos resultados obtidos em programas semelhantes aplicados a outras empresas do grupo e nos indicadores da Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (Occupational Safety and

Health Administration – OSHA) dos EUA, que de fato, haverá através desta implementação um aumento significativo no nível de segurança nos trabalhos nas instalações da empresa no país depois do projeto ser completamente aplicado.

Depois de ser completamente implementado na empresa, como o passar do tempo, à medida que as auditorias e inspeções forem realizadas, criar-se-á uma base de dados, a partir da qual, através da criação de indicadores, como número de auditorias previstas pelas realizadas, número de acidentes/incidentes pelo número de inspeções, índice de adesão ao programa ou índice de satisfação com o procedimento de LOTO, será possível avaliar o programa e conceber conclusões acertadas.

Uma conclusão indireta deste trabalho é que, dada a relevância cada vez maior do tema segurança do trabalho, assim como há um crescente interesse das empresas no assunto, é interessante que os centros educacionais, sobretudo as Universidades, criem meios para transmitir aos alunos os conceitos fundamentais de saúde e segurança no trabalho que serão de grande valia em suas vidas profissionais.

Em suma, conclui-se que apesar das dificuldades encontradas durante a implementação, o programa de controle de energias perigosas tem um impacto positivo na operação, pois melhora o nível de segurança e promove a cultura da prevenção de acidentes.

## REFERÊNCIAS

- ABB. **Produtos de A-Z.** Disponível em: <[http://www.abb.com.br/ProductGuide/Alphabetical.aspx?\\_ga=1.84990233.1271390856.1479564519](http://www.abb.com.br/ProductGuide/Alphabetical.aspx?_ga=1.84990233.1271390856.1479564519)> Acesso em: 19 nov. 2016.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Conheça a ABNT.** Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14039:** Instalações Elétricas de Média Tensão de 1 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 87 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410:** Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. 209 p.
- BARROS, Benjamim Ferreira de, et al. **NR-10 Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade:** Guia Prático de Análise e Aplicação. 3. ed. São Paulo: Erica, 2014. 208 p.
- BARROS, Benjamim Ferreira. **Cabine Primária:** Subestações de Alta Tensão de Consumidor. 4. ed. São Paulo: Érica, 2014. 192 p.
- BRADY. **Bloqueio & Travamento:** Soluções Completas para Procedimentos de Bloqueio e Travamento. [S.l.: s.n.], 2015. 20 p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **NR 1 – Disposições Gerais.** Brasília: [s.n.], 2009. 9 p. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR1.pdf>> Acesso em: 30 out. 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Brasília: [s.n.], 2016c. 14 p. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Brasília: [s.n.], 2016d. 89 p. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12-atualizada-2016-Ib.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **NR 33 – Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados.** Brasília: [s.n.], 2012. 9 p. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR33.pdf>> Acesso em: 30 out. 2016.
- BRASIL. Secretaria de Políticas de Previdência Social. Ministério do Trabalho e Previdência Social (Ed.). **Anuário Estatístico da Previdência Social: AEPS 2014.** Brasília: Mtps/dataprev,



2016a. 890 p. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/AEPS-2014.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

BRASIL. Secretaria de Políticas de Previdência Social. Ministério do Trabalho e Previdência Social (Ed.). **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho: AEAT 2014**. Brasília: Mtps/dataprev, 2016b. 990 p. Disponível em: <<ftp://ftp.mtps.gov.br/portal/acesso-a-informacao/AEAT201418.05.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

CANADÁ. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. **Lockout/Tagout**. Disponível em: <<http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/lockout.html>> Acesso em: 19 nov. 2016.

CANÊDO, L. B. A Revolução Industrial. 23. ed. São Paulo: Atual, 1994. 92 p.

CPNSP. COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO (CPNSP). **Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**: Manual de treinamento – CPNSP. Rio de Janeiro: Editora Fundação COGE, 2005. 277 p.

DIAGNERG. **NR 10 histórico**. [201-] Disponível em: <<http://www.diagnerg.com.br/historico-nr10.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

FUNDAÇÃO COGE. **Relatório de estatísticas de acidentes no setor elétrico brasileiro: Relatório 2013**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.funcoge.org.br/csst/relat2013/apresentacao.html>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

FUNDACENTRO. **História. São Paulo, 2016**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/institucional/historia>>. Acesso em: 22 out. 2016.

GASPAR, Alberto. **Física**: Volume Único. São Paulo: Ática, 2005. 496 p.

GERMER. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.germerisoladores.com.br/Produtos.asp?> >. Acesso em: 19 nov. 2016.

MAMEDE FILHO, João. **Manual de equipamentos elétricos**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2005. 774 p.

MOINO. Materiais Elétricos. **Página Inicial**. Disponível em: <<https://www.moino.com.br/>> Acesso em: 19 nov. 2016.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Um pouco mais sobre o sistema elétrico de potência (SEP)**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/um-pouco-mais-sobre-o-sistema-eletrico-de-potencia-sep/>> Acesso em: 20 nov. 2016.

**NR10**: NR10 Comentada. São Paulo: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Estado de São Paulo – SRTE/SP, 2010. 100 p.

PAZINATO, Silmara. **Epidemiologia, doenças profissionais e toxicologia**. Curitiba: SENAI – PR. DET, 2001.

PEREIRA, J. G; SOUSA, J. J. B. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da**

SANTOS JUNIOR, Joubert Rodrigues dos, **NR-10 Segurança em Eletricidade, uma Visão Prática**. São Paulo: Érica, 2013. 256 p.

SENAI (São Paulo). Serviço Nacional da Indústria. **N10: segurança em instalações e serviços em eletricidade: reciclagem**. São Paulo: Senai-sp Editora, 2015. 88 p.

SESI. Serviço Social da Indústria. Departamento Regional da Bahia. **Legislação Comentada: Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho**. Salvador: **SESI Departamento Regional da Bahia**, 2008. 315 p.

TAGOUT. **Control of Hazardous Energy Lockout / Tagout**. Vinhedo: [s.n.], 2012. Disponível em: < [http://www.tagout.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Livro\\_OSHA\\_portugues.pdf](http://www.tagout.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Livro_OSHA_portugues.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration. **Code of Federal Regulations: Title 29, Labor, Part 1900 to § 1910.999**. Washington: U.S. GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, 2015. 1025 p.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

CANADA. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. **Hazardous Energy Control Programs.** Disponível em: <[https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazardous\\_energy.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazardous_energy.html)> Acesso em: 19 nov. 2016.

FUNDAÇÃO COGE. **Histórico.** Disponível em: <<http://www.funcoge.org.br/Home/Historic>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration. **Control of Hazardous Energy: Lockout/Tagout.** [S.l.: s.n.], 2002. 45 p.