

DENER CORDEIRO SIMONETTI

IMPLANTAÇÃO DE DISSIPADOR DE TENSÕES FLUTUANTES
EXISTENTES EM LINHAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO EM
EMPRESA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO

São Paulo

2018

DENER CORDEIRO SIMONETTI

IMPLANTAÇÃO DE DISSIPADOR DE TENSÕES FLUTUANTES
EXISTENTES EM LINHAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO EM
EMPRESA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo

2018

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a todos meus familiares, em especial às minhas mulheres: Esposa Milena e filha Luísa.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado vida, saúde, força, entendimento, por ser meu ajudador e maior motivador para superar todos os desafios encontrados em toda a trajetória de minha vida.

Sou grato aos meus Pais Waldenir e Damaris, pessoas simples e incríveis que com muito amor ensinaram a mim e meus irmãos que tudo podemos, desde que nos esforcemos para alcançar com dignidade e benevolência.

Sou grato à minha esposa Milena, minha companheira, ajudadora, que com muito amor e paciência tem sido a maior coluna de minha estrutura, me apoiando, cobrando e motivando em todas minhas etapas estudantis. Agradeço também a nossa pequena filha Luísa que com apenas um sorriso ao me receber em casa conseguia mudar todo meu humor, me lembrando que todo esforço por elas valem a pena. Todo esse amor e carinho são dadas de Deus impossíveis de serem mensuradas.

Sou grato também aos companheiros de trabalho da empresa CPTM que muito me auxiliaram, aos professores e também funcionários do Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da USP.

“Tudo posso naquele que me fortalece”.

Filipenses 4.13

RESUMO

Este trabalho tem como propósito a aplicação da Norma Regulamentadora NR-10, no que diz o item 10.2.8 – Medidas de Proteção Coletiva -, nas atividades de Manutenção em Linhas de Transmissão de Energia em empresa de transporte ferroviário de passageiros do Estado de São Paulo. Devido às características antigas das instalações dos sistemas de energia, foram observadas tensões flutuantes em linhas de alimentação elétrica de alta tensão dos trens, com isto nos trabalhos de manutenção mesmo com as linhas desenergizadas os detectores de tensão acusavam trecho energizado, causando dúvida aos trabalhadores. Duvidas estas que além de causar prejuízos ao programa de manutenção (Cancelamento de serviços), também causavam riscos aos trabalhadores pois conferiam diversas vezes os seccionamentos e em algumas poucas vezes até cogitavam realizarem os aterramentos para confirmarem se o trecho se encontrava desenergizado. Para adequação a esta norma regulamentadora um estudo de caso foi realizado para a identificação do problema e levantamento de informações técnicas e características das linhas de Alta Tensão. Devido a natureza dos equipamentos instalados no sistema, surgiu-se a necessidade da fabricação de um equipamento com bancos de resistores de uso portátil afim de dissipar estas tensões flutuantes garantindo assim uma melhor segurança no processo de desenergização destas linhas para trabalhos de manutenção. A partir das conclusões do estudo, da fabricação do equipamento, testes no campo e treinamentos, é possível realizar os processos e atividades de desenergização descritos na norma garantindo a segurança dos trabalhadores que realizam estas atividades.

Palavras-chave: NR-10. Medidas de Proteção Coletiva. Linhas de Alta Tensão. Desenergização.

ABSTRACT

The purpose of this study is the implementation of the NR-10 regulatory norm of the item 10.2.8 - Collective Protection Measures – regarding the maintenance activities of electric energy transmission lines in a passengers' railway company located in São Paulo. Due to old characteristics of the power systems installations, fluctuating tensions have been seen in the trains high voltage electric power lines. For this reason, in the maintenance works even with de-energized lines the tension detectors were accusing the section as energized thereby causing the workers doubts. Those doubts result in maintenance program damages (due to services cancellation) as well as workers several risks considering that they used to check the sections for several times and in a few of them they considered grounding to confirm if the section was de-energized. In order to comply with this regulatory norm, a case study was carried out to identify the problem and to collect technical information and characteristics of the High Voltage lines. Due to the nature of the equipment installed in the system, the need arose for the manufacture of an equipment with banks of portable resistors in order to dissipate these floating voltages, thereby ensuring better safety in the process of de-energizing these lines for maintenance works. Based on the conclusions of the study, the manufacture of the equipment, field tests and training, it is possible to carry out the de-energization processes and activities described in the standard, ensuring the safety of the workers who carry out these activities.

Keywords: NR-10. Collective Protection Measures. High Voltage Lines. De-energization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Total de acidentes de origem elétrica 2013-2016	30
Figura 2 - Efeitos dos choques elétricos dependentes da intensidade de corrente...32	
Figura 3 - Possíveis caminhos da corrente elétrica pelo corpo humano.33	
Figura 4 - Porcentagens de corrente elétrica que passa pelo coração (Referência à Figura 3).....34	
Figura 5 - Arco elétrico em manobra elétrica em Subestação de energia.....36	
Figura 6 - Exemplo Análise Preliminar de Risco – APR.40	
Figura 7 - Exemplo de Análise de Riscos de Tarefa – ART.40	
Figura 8 - Exemplo de Análise de Falhas e de Efeitos - FMEA.....41	
Figura 9 - Exemplo de Árvore de Falhas – AAF.....41	
Figura 10 - Conjunto aterramento.45	
Figura 11 - Detector de tensão.....46	
Figura 12 - Vara de manobra.46	
Figura 13 - Dispositivo de Bloqueio.....47	
Figura 14 - Tapete de borracha isolante.47	
Figura 15 - Cones e bandeiras de sinalização.48	
Figura 16 - Placas de sinalização.....48	
Figura 17 - Protetores isolantes.49	
Figura 18 - Óculos de segurança.50	
Figura 19 - Capacete de segurança.....50	
Figura 20 - Luvas Isolantes.51	
Figura 21 - Classes de luvas isolantes.....51	
Figura 22 - Luva de Cobertura (Raspa).....51	
Figura 23 - Calçado de segurança.52	
Figura 24 - Cinto de segurança.....52	
Figura 25 - Protetores Auriculares.....52	
Figura 26 - Máscaras respiratória.....53	
Figura 27 - Vestimenta de proteção contra Arco Elétrico.53	
Figura 28 - Ferramentas Isoladas.54	
Figura 29 - Instrumentos de medição.....54	
Figura 30 - Riscos Elétricos e Principais medidas de Controle.56	

Figura 31 - Exemplo de Sistema de Rede Aérea Ferroviário.	59
Figura 32 - Exemplo de diagrama unifilar do trecho.	63
Figura 33 - Valores nominais/comerciais de resistores para o banco de resistores. .	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização aos Perigos da Eletricidade
APR	Análise Preliminar de Risco
ART	Análise de Riscos da Tarefa
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
C/S	Cabine Seccionadora
CA	Certificado de Aprovação
CAI	Curso de Aprendizagem Industrial
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNPSP	Comissão Tripartite Permanente do Setor Elétrico de São Paulo
CREA	Conselho de Engenharia E Agronomia
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
INBEP	Instituto Brasileiro de Educação Profissional
MEC	Ministério da Educação
MTE	Ministério do Trabalho E Emprego
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PCMSO	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PM	Procedimento de Manutenção
PPRA	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
S/E	Subestação
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
VCA	Tensão em Corrente Alternada
VCC	Tensão em Corrente Contínua

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS	18
2.2 NORMA REGULAMENTORA Nº10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE	23
2.2.1 Resumo Principais Pontos da NR-10	25
2.3 SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP)	28
2.4 RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE	28
2.4.1 Choque Elétrico	30
2.4.1.1 Tipos de Choques Elétricos	31
2.4.2 Fatores determinantes da gravidade do choque	32
2.4.2.1 Efeitos dos choques elétricos em função do trajeto	33
2.4.2.2 Características da corrente elétrica	34
2.4.2.3 Resistência elétrica do corpo humano	35
2.4.3 Queimaduras devido ao choque elétrico	35
2.4.4 Arco elétrico	36
2.4.5 Campos eletromagnéticos	37
2.4.6 Riscos adicionais	37
2.5 MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO	38
2.5.1 Técnica de análise de riscos	39
2.5.2 Desenergização	42
2.5.3 Aterramento	43
2.5.4 Equipotencialização	43
2.5.5 Proteção	44
2.5.5.1 Proteção por Extra baixa tensão	44

2.5.5.2	Proteção por barreiras e invólucros	44
2.5.5.3	Proteção por obstáculos e anteparos.....	44
2.5.5.4	Proteção por isolamento das partes vivas	44
2.5.5.5	Proteção por colocação fora de alcance	44
2.5.5.6	Proteção por separação elétrica	45
2.5.6	Equipamentos de Proteção	45
2.5.6.1	Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC.....	45
2.5.6.2	Equipamentos de Proteção Individual - EPI.....	49
2.5.7	Ferramental	54
2.5.8	Qualificação, Habilitação, Capacitação e Autorização.....	55
2.6	RESUMO DOS RISCOS ELÉTRICOS X MEDIDAS DE CONTROLE	56
2.7	SISTEMA FERROVIÁRIO.....	57
2.7.1	Sistema Ferroviário de São Paulo.....	57
2.7.2	Sistema Elétrico Ferroviário de São Paulo.....	57
2.7.3	Manutenção em Rede Aérea de Tração	58
2.7.3.1	Apresentação do sistema.....	58
2.7.3.2	Capacitação	59
2.7.3.3	Conhecimento e controle dos riscos	60
2.7.3.4	Manutenção no sistema	60
3	MATERIAIS E MÉTODOS	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1	ESTUDO INVESTIGATIVO.....	65
4.2	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	67
4.2.1	Características técnicas.....	67
4.2.1.1	Resistores de potencia.....	67
4.2.1.2	Placa isolante – Montagem do banco de resistores.....	68
4.2.1.3	Condutores	69
4.2.1.4	Acondicionamento.....	69
4.2.1.5	Soldas	70
4.2.1.6	Sinalização luminosa	70
4.2.1.7	Aspectos construtivos	71

4.2.1.8	Utilização e umidade.....	72
4.2.1.9	Peso.....	72
4.3	NORMAS TÉCNICAS	72
4.4	INSPEÇÃO E ENSAIOS	72
4.4.1	Ensaio de rotina.....	72
4.4.2	Ensaio em campo de pré-utilização	73
4.5	TREINAMENTO.....	73
5.	CONCLUSÕES.....	74
	REFERÊNCIAS.....	75
	APÊNDICE A – PROTÓTIPO DISSIPADOR DE TENSÃO	79
	APÊNDICE B – TESTES DE VALIDAÇÃO	81
	APÊNDICE C – ANÁLISE DE RISCO DE TAREFA UTILIZADA NOS SERVIÇOS DE TESTES	86

1 INTRODUÇÃO

Os trabalhadores que interagem, direta ou indiretamente, em instalações elétricas e serviços com eletricidade estão expostos a sérios riscos, que podem acarretar desde uma queimadura de 1º grau até a sua morte. No intuito de garantir a segurança e a saúde desses trabalhadores, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) publicou, em 1978, a Norma Regulamentadora NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Devido a necessidade de atualização desta norma o MTE estabeleceu em 2004 o texto mais recente da NR-10 dispõe sobre os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, com o objetivo de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas. A norma regulamentadora deve ser aplicada em todas as fases – geração, transmissão, distribuição e consumo – e em todas as etapas – projeto, construção, montagem, operação e manutenção – do trabalho em instalações elétricas. (BRASIL, 2004).

Além disso, não é restrita às concessionárias de energia, mas aplica-se a todos os segmentos industriais e comerciais que, de alguma forma, interajam com instalações e serviços em eletricidade, neste trabalho destaca-se o ramo ferroviário.

O sistema ferroviário de transporte de passageiros foi instalado no Brasil na década de 1930 e desde 1960 opera com sistema de tração elétrica, isto devido à alta demanda e também diminuição de gastos com combustíveis. O estado de São Paulo conta com uma malha ferroviária de transporte de passageiros de 260km instaladas, onde opera com sistemas de energia e alimentação dos trens através de Catenária (Rede Aérea) com tensão de 3.000 V em corrente contínua. Os serviços de manutenções preventivas e corretivas desse sistema de Catenária ocorrem diariamente e em todas as atividades devem ser obedecidas as diretrizes contidas na norma regulamentadora onde continuamente as equipes de engenharia de manutenção e segurança do trabalho se unem procurando soluções e medidas que garantam a segurança e saúde nesses espaços.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso da segurança no trabalho em linhas de alta tensão em sistemas de energia de transporte ferroviário, bem como a elaboração de um equipamento de proteção específico.

1.2 JUSTIFICATIVA

Após anos de experiência trabalhando na área de manutenção, em especial no setor de Transmissão de Energia de Transporte sobre Trilhos do Estado de São Paulo, o autor observou a necessidade de um estudo específico sobre segurança em nossas atividades de manutenção. Devido a características antigas de construção das linhas de transmissão e contato de energia, observou-se o aparecimento de tensões flutuantes em linhas desenergizadas. Assim aplicou-se os conhecimentos a fim de elaborar um estudo de caso para eliminar este risco garantindo a segurança dos funcionários nestes trabalhos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS

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

Em 22 de dezembro de 1977, a lei nº 6.514 estabeleceu a redação dos artigos 154 a 201 da CLT, relativas à segurança e medicina do trabalho.

Em função do art. 200 da CLT, definir que “cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer as disposições complementares às Normas relativas à segurança e medicina do trabalho”, em 08 de junho de 1978 o Ministério do Trabalho aprovou a Portaria nº 3.214, regulamentando as primeiras 28 Normas Regulamentadoras pertinentes à Segurança e Medicina do Trabalho.

Atualmente são 36 Normas Regulamentadoras aprovadas pelo Ministério do Trabalho, abaixo descritas em adaptação livre (INBEP, 2017):

- **NR-01 – Disposições Gerais:** Refere-se à disposição geral das NR's, nela é determinada que seja de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas, pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário que possuem empregados regidos pela CLT.
- **NR-02 – Inspeção Prévia:** Define que todo estabelecimento novo, antes de iniciar suas atividades, deverá solicitar aprovação de suas instalações ao órgão regional do MTE, que após inspeção é emitido o Certificado de Aprovação de Instalações (CAI).
- **NR-03 – Embargo ou Interdição:** Estabelece situações de emergência nas quais empresas se sujeitam a paralisar totalmente ou parcialmente suas obras, serviços, máquinas, equipamentos ou procedimentos observados. Durante o embargo podem ser desenvolvidas atividades necessárias à

correção da situação apresentada, desde que seja adequada aos trabalhadores.

- **NR-04 – Serviços Especializados em Engenharia de segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT):** Estabelece que empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e os poderes Legislativos e Judiciários, que possuem empregados regidos pela CLT, deverão constituir o SESMT com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.
- **NR-05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA):** Estabelece a formação da CIPA, uma comissão constituída exclusivamente por empregados com o objetivo de prevenir infortúnios laborais, através da apresentação de sugestões e recomendações ao empregador para que melhore as condições de trabalho, eliminando as possíveis causas de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. Esta deve ocorrer em qualquer empresa ou instituição que podem admitir trabalhadores, além de empregados contratados de carteira assinada. Empresas que possuem no mínimo 20 empregados são obrigados a manter a CIPA.
- **NR-06 – Equipamentos de Proteção Individuais (EPI):** Define que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, os EPI adequados ao risco do trabalho, resguardando a saúde, segurança e integridade física dos trabalhadores.
- **NR-07 – Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO):** Estabelece que a empresa promova e preserve a saúde dos trabalhadores mediante a elaboração e implementação do PCMSO, que deverá ter caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos de saúde relacionados ao trabalho.
- **NR-08 – Edificações:** Estabelece requisitos técnicos mínimos que devem ser observados nas edificações, para garantir segurança e conforto aos trabalhadores.
- **NR-09 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA):** Estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, de todos os empregadores, do PPRA. Este programa visa a prevenção da saúde e integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento,

avaliação e controle dos riscos ambientais que possam existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

- **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade:** Estabelece os requisitos e as condições mínimas de execução de medidas de controle e sistemas preventivos, visando garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que direta e/ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.
- **NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais:** Se aplica à implantação de segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras, a fim de garantir resistência, segurança e conservação.
- **NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos:** Estabelece medidas de prevenção de acidentes e doenças do trabalho no projeto e utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e ainda visa regularizar a fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título.
- **NR-13 – Cadeiras, Vasos de Pressão e Tubulações:** Dispõe os requisitos mínimos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação, visando a segurança e a saúde dos trabalhadores.
- **NR-14 – Fornos:** Estabelece recomendações de utilização, instalação, manutenção e construção de fornos industriais em ambientes de trabalho.
- **NR-15 – Atividades e Operações Insalubres:** Descreve as atividades, operações e agentes insalubres, sendo eles qualquer tipo de ambiente que possa vir a oferecer qualquer risco a saúde dos trabalhadores.
- **NR-16 – Atividades e Operações perigosas:** Regulamenta as atividades e operações legalmente consideradas perigosas, estipulando as recomendações para o controle de seus riscos.
- **NR-17 – Ergonomia:** Estabelece parâmetro de ergonomia a fim de garantir a saúde, segurança e conforto, adaptando as condições de trabalho às condições psicofisiológicas dos trabalhadores.

- **NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção:** Estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que têm como objetivo realizar medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil.
- **NR-19 – Explosivos:** Determina o parâmetro de depósito, manuseio e armazenagem de explosivos, garantindo segurança aos trabalhadores.
- **NR-20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis:** Estabelece as disposições regulamentadoras acerca do armazenamento, manuseio e transporte de líquidos combustíveis e inflamáveis, objetivando a proteção da saúde e da integridade física dos trabalhadores em seus ambientes de trabalho.
- **NR-21 – Trabalho a Céu Aberto:** Tem por objetivo definir as condições necessárias para aqueles que realizam suas atividades a céu aberto. Impõe a existência de abrigos, ainda que rústico, capazes de proteger os trabalhadores contra intempéries, seja ele quaisquer condições climáticas que estejam mais intensas: vento forte, chuva torrencial, tempestade, furacão, seca, vendaval etc.
- **NR-22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração:** Estabelece métodos de segurança a serem observados pelas empresas que desenvolvem trabalhos subterrâneos, de forma a proporcionar condições satisfatórias de segurança e medicina do trabalho a seus empregados.
- **NR-23 – Proteção Contra Incêndios:** Estabelece as medidas de proteção contra incêndio, visando à prevenção da saúde e integridade física dos trabalhadores.
- **NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho:** Decreta condições sanitárias e de conforto em locais como instalações sanitárias, vestiários, refeitórios, cozinhas, alojamentos e água potável.
- **NR-25 – Resíduos Industriais:** constitui medidas preventivas sobre o destino final dos resíduos industriais, assegurando a saúde e a segurança dos envolvidos.

- **NR-26 – Sinalização de Segurança:** Estabelece a padronização das cores a serem utilizadas como sinalização de segurança nos ambientes de trabalho, de modo a proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores.
- **NR-27 – Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do Trabalho (MTB):** Norma revogada pela portaria GM nº 262, 29/05/2008.
- **NR-28 – Fiscalização e Penalidades:** Estabelece os procedimentos a serem adotados pela fiscalização trabalhista de Segurança e Medicina do Trabalho, tanto no que diz respeito à concessão de prazos às empresas para a correção das irregularidades técnicas, como no que concerne ao procedimento de autuação por infração às Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho.
- **NR-29 – Saúde e Segurança no Trabalho Portuário:** Estabelece a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, facilitar os primeiros socorros a acidentados e alcançar as melhores condições possíveis de segurança e saúde aos trabalhadores portuários.
- **NR-30 – Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário:** Estabelece a proteção e regulamentação das condições de segurança e saúde dos trabalhadores aquaviários e que realizam trabalhos a bordo de embarcações.
- **NR-31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura:** Estabelece os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho.
- **NR-32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimento de Saúde:** Tem a finalidade de cuidar da saúde dos profissionais da área de saúde (não só os da área hospitalar, inclusive todos os que estão no Ensino e Pesquisa).
- **NR-33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados:** Tem como objetivo definir o reconhecimento de espaços confinados, assim como a avaliação, monitoração e controle dos riscos que ali pode haver. Espaço confinado é qualquer área não projetada para ocupação humana que possua

ventilação deficiente para remover contaminantes, bem como falta de controle da concentração de oxigênio presente no ambiente.

- **NR-34 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval:** Estabelece requisitos mínimos e as medidas de proteção à segurança, saúde e ao meio ambiente de trabalho nas atividades da indústria de construção e reparação naval.
- **NR-35 – Trabalho em Altura:** Estabelece os requisitos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, como o planejamento, a organização e a execução, a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente em atividades executadas acima de dois metros do nível inferior, onde haja risco de queda.
- **NR-36 – Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados:** Estabelece requisitos mínimos para avaliação, controle e monitoramento dos riscos existentes nas atividades envolvidas na indústria de abate e processamento de carnes e derivados para o consumo humano, de forma a garantir a saúde e segurança do trabalhador.

2.2 NORMA REGULAMENTORA Nº10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Os trabalhadores que interagem, direta ou indiretamente, em instalações elétricas e serviços com eletricidade estão expostos a sérios riscos, que podem acarretar desde uma queimadura de 1º grau até a sua morte. No intuito de garantir a segurança e a saúde desses trabalhadores, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) publicou, em 08 de junho 1978 junto da Portaria nº 3.214, a Norma Regulamentadora NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

A NR-10 (Brasil, 2004) dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, destinados a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços em eletricidade, sendo aplicada às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos

realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destes, as normas internacionais cabíveis. (Ministério do Trabalho, Brasil, 2004).

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

- **NBR 5410** – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, 2004;
- **NBR 14039** – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1 Kilo Volt (KV) a 36,2 Kilo Volt (KV), 2005;
- **NBR 5418** – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas, 1995;
- **NBR 5419** – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas, 2015;
- **NBR 6151** – Classificação dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos quanto à Proteção contra os Choques Elétricos, 1980;
- **NBR 13534** – Instalações Elétricas em Ambientes Assistenciais de Saúde – Requisitos para a Segurança, 2008;
- **NBR 13570** – Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público – Requisitos Específicos, 1996;
- **NBR 14639** – Posto de Serviço – Instalações Elétricas, 2014;

No final da década de 90, em especial, após o período de privatização do setor elétrico no Brasil, e em face ao crescente número de acidentes com eletricidade que ocorriam, muito em razão da terceirização dos serviços com mão de obra nem sempre qualificada ou treinada adequadamente, além do surgimento de novas tecnologias e equipamentos na área elétrica, surgiu a necessidade de revisão da NR10.

Através da Portaria MTE nº 06 de 28/03/2002, uma nova proposta foi encaminhada ao Ministério do Trabalho, que aceitou, sem alterações, e logo encaminhou para consulta pública, apresentando à sociedade o texto base da atualização. Esse documento recebia o nome "Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade". No mês de outubro, do mesmo ano, a proposta de revisão da NR10, em conjunto as sugestões recebidas da sociedade foram encaminhadas à

CTPP - Comissão Tripartite Paritária Permanente para organizar e indicar constituição do Grupo Técnico Tripartite da NR10. Esse grupo era formado por notáveis profissionais da área de segurança em energia elétrica, envolvendo todos os ramos de atividade, responsáveis pela análise, discussão e disposição final, que ocorreu em novembro de 2003. (SOUZA; PEREIRA, 2005).

Após a atualização em novembro de 2003, a “Nova NR-10” foi aprovada no dia 07 de dezembro de 2004 pela Portaria GM nº 598.

2.2.1 Resumo Principais Pontos da NR-10

A NR 10 (Brasil, 2004) determina 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.

Se aplica às fases de Geração, Transmissão, Distribuição e Consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes. E, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

Algumas observações importantes da NR 10 com relação aos projetos de instalações elétricas:

- Especificar os dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização;
- Na medida do possível, prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito;
- Considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção;

- Definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade;
- Prever condições para a adoção de aterramento temporário;
- Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores;
- Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6;
- Ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado;

Outras Observações:

- Atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas e ser assinado por profissional legalmente habilitado;
- Assegurar que as instalações proporcionem aos trabalhadores iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 – Ergonomia (Brasil, 2007);
- Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente. Quando os mesmos possuírem isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados;
- As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente;
- Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura;

- De forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas;
- Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas;
- Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, não podem ser realizados individualmente;
- E, todos que realizem atividades nessas áreas devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço;

Cabe à Empresa:

- Manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos;
- Na ocorrência de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade, propor e adotar medidas preventivas e corretivas;
- Promover ações de controle de riscos originados por outrem em suas instalações elétricas e oferecer, de imediato, quando cabível, denúncia aos órgãos competentes.

Cabe aos trabalhadores:

- Zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho;
- Responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde;
- Comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

2.3 SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP)

O SEP, segundo a NR10 (Brasil, 2004) é um conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive. Em outros termos, todo equipamento ou instalação que faça parte de usinas geradoras, linhas e subestações de transmissão e distribuição, bem como os equipamentos de medição de energia fazem parte do SEP.

Quando se trata em serviços no sistema de potência, a NR-10 objetiva capacitar o trabalhador sobre as medidas de segurança no trabalho com média e alta tensão ou próximo a ela. Dessa maneira, a norma estabelece os requisitos e as condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos.

Esta complementação procura garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com média ou alta tensão se aplicando às fases de geração, transmissão, distribuição, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas de alta tensão e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes.

Este treinamento é obrigatório pelo Ministério do Trabalho e Emprego e aborda os temas dispostos no Anexo III da NR 10. Para realização do treinamento de SEP é necessário ter realizado anteriormente o treinamento de NR10 Básico. Ou seja, o SEP é complementar à NR10, não a substituindo.

2.4 RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE

Toda a população está cercada por redes elétricas em todos os lugares, porém no ambiente do trabalho os riscos são muito maiores. O ambiente do trabalhador consiste em uma grande concentração de máquinas, motores, painéis, quadros de distribuição, subestações, transformadoras e, em alguns casos, redes aéreas e subterrâneas expostas ao tempo. Além disso, mesmo os que não trabalham diretamente com energia elétrica ficam expostos a nocividade ao utilizarem

ferramentas manuais, ou em tarefas simples como desligar e ligar circuitos e equipamentos. Segundo Glossário da NR-10, perigo e risco podem ser definidos como:

“Perigo: situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou danos à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.
Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde e a segurança das pessoas” (BRASIL, 2004).

Com base nestas duas definições pode-se dizer que diante do perigo, devem ser criados meios para controlar os riscos elétricos, garantindo que o acidente não aconteça.

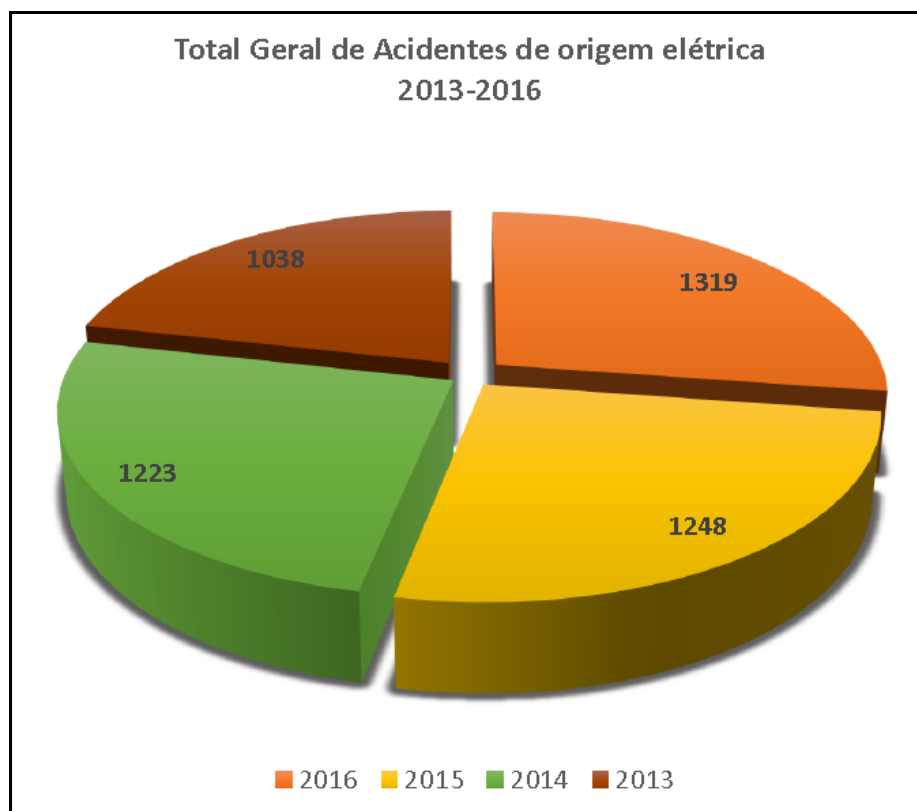
No caso da eletricidade existem várias maneiras de controlar o risco, mas antes disso a cultura da segurança deve ser disseminada. Normas e regulamentos, além de guias de boas práticas existem e podem ser consultados em todos os níveis. Exceto as normas técnicas que possuem custo e, na maioria das vezes acessíveis, os demais documentos estão disponíveis gratuitamente.

É o caso da NR-10 (Brasil, 2014), já citada que traz a orientação para gestão de serviços em ambientes que oferecem risco elétrico, ou seja, ao seguir os procedimentos estabelecidos com base nas normas, o profissional não corre o risco de acidente, neste caso, de origem elétrica.

Entretanto, ao avaliar os acidentes e as situações das instalações elétricas no Brasil, ainda se encontram distantes de uma instalação elétrica minimamente segura.

O Figura 1 mostra uma visão geral do número de mortes por acidentes de origem elétrica entre os anos de 2013 e 2016 (choque elétrico, incêndios por curto circuito e descargas atmosféricas) (Abracopel, 2017).

Figura 1 - Total de acidentes de origem elétrica 2013-2016



Fonte: Abracopel, 2017

2.4.1 Choque Elétrico

Choque elétrico decorre da corrente elétrica que se caracteriza pelo fluxo de elétrons que circula quando existe um caminho, denominado circuito elétrico, estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos diferentes, como por exemplo um condutor energizado e a terra. Uma pessoa encostando em ambos simultaneamente formará o circuito elétrico e permitirá que a corrente circule por intermédio de seu corpo. (KINDERMANN, 2000)

O organismo humano tem todas suas atividades biológicas controladas por impulsos naturais elétricos. Uma corrente elétrica oriunda externamente, somando aos impulsos naturais, provoca alterações nas funções vitais do corpo humano que, dependendo da intensidade e duração da corrente, podem ser fatais. Os efeitos do choque elétrico vão de pequenos desconfortos até contrações musculares violentas, queimaduras, parada respiratória e fibrilação ventricular.

A compreensão do mecanismo do efeito da corrente elétrica no humano é fundamental para a efetiva prevenção e combate aos riscos corpo provenientes do

choque elétrico. Em termos de riscos fatais, o choque elétrico pode ser analisado sob dois aspectos:

- Correntes de choques de baixa intensidade, provenientes de acidentes com Baixa Tensão (BT – Tensão na faixa de 50 a 1000 Volts em Corrente Alternada - VCA ou 120 a 1500 Volts em Corrente Contínua – VCC), sendo o efeito mais grave as paradas cardíacas e respiratórias;
- Correntes de choques de alta intensidade, provenientes de acidentes com Alta Tensão (AT – Tensão acima de 1000VCA ou 1500VCC), sendo o efeito mais grave as queimaduras externas e internas.

2.4.1.1 Tipos de Choques Elétricos

O choque elétrico pode ser dividido em duas categorias: choque estático e choque dinâmico.

Choque Estático é provocado pela eletricidade estática que permanece em certas superfícies, decorrentes de atritos ou efeitos capacitivos. É perceptível quando, por exemplo, toca-se a lataria de um automóvel que acabou de ser desligado e sente-se um "golpe" de formigamento ocasionado pelo choque. O choque estático pode ocorrer inclusive quando duas pessoas, com cargas estáticas diferentes, se cumprimentam. Por ter curta duração, o tempo suficiente para a descarga eletrostática, normalmente não oferece maiores riscos, exceto quando a carga acumulada seja tão significativa a ponto de provocar faíscas que podem ser nocivas em ambientes ressecados. Os choques de eletricidade estática ocorrem com mais frequência no inverno, quando a maioria das pessoas utilizam roupas de lã sintética e o ar é mais seco.

Já o Choque Dinâmico ocorre quando se faz contato com um elemento energizado e se dá devido ao:

- Toque acidental na parte metálica do condutor denominada "parte viva";
- Toque em partes condutoras próximas aos equipamentos e instalações que ficaram energizadas acidentalmente por defeito, fissura ou rachadura na isolação;

Este tipo de choque é o mais perigoso porque a rede de energia elétrica mantém a pessoa energizada, ou seja, a corrente do choque persiste continuamente. O corpo humano é um organismo resistente, mas com a

manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo consequências. Muitos órgãos aparentemente sadios só vão apresentar sintomas devido aos efeitos da corrente muitos dias ou meses depois de ocorrido o choque elétrico. As sequelas, muitas vezes não são relacionadas ao choque em virtude do espaço de tempo decorrido desde o acidente. (KINDERMANN, 2000)

A Figura 2 mostra os diversos efeitos no corpo humano em consequência de choques elétricos de diferentes intensidades.

Figura 2 - Efeitos dos choques elétricos dependentes da intensidade de corrente.

Efeito da Corrente Elétrica no Corpo Humano	
Faixa de corrente	Reações
0,1 a 0,5 miliampére (mA)	Leve percepção superficial. Habitualmente nenhum efeito.
0,5 a 10 mA	Ligeira paralisia nos músculos do braço, com início de tetanização. Habitualmente nenhum efeito perigoso.
10 a 30 mA	Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em, no máximo, 200 milissegundos (ms).
30 a 500 mA	Paralisia estendida aos músculos do tórax, com sensação de falta de ar e tontura. Possibilidade de fibrilação ventricular se a descarga elétrica se manifestar na fase crítica do ciclo cardíaco e por tempo superior a 200 ms.
Acima de 500 mA	Traumas cardíacos persistentes. Nesse caso o efeito é letal, salvo intervenção imediata de pessoal especializado com equipamento adequado.

Fonte: IEC 60479-1 2006, com alterações.

2.4.2 Fatores determinantes da gravidade do choque

A passagem da corrente pelo corpo de uma pessoa pode causar desde um pequeno susto até o óbito da pessoa, passando por efeitos como queimaduras e prejuízo de funcionamento de órgãos.

Os principais fatores que determinam a gravidade do choque elétrico são:

- Trajeto da corrente elétrica;
- Características da corrente elétrica;

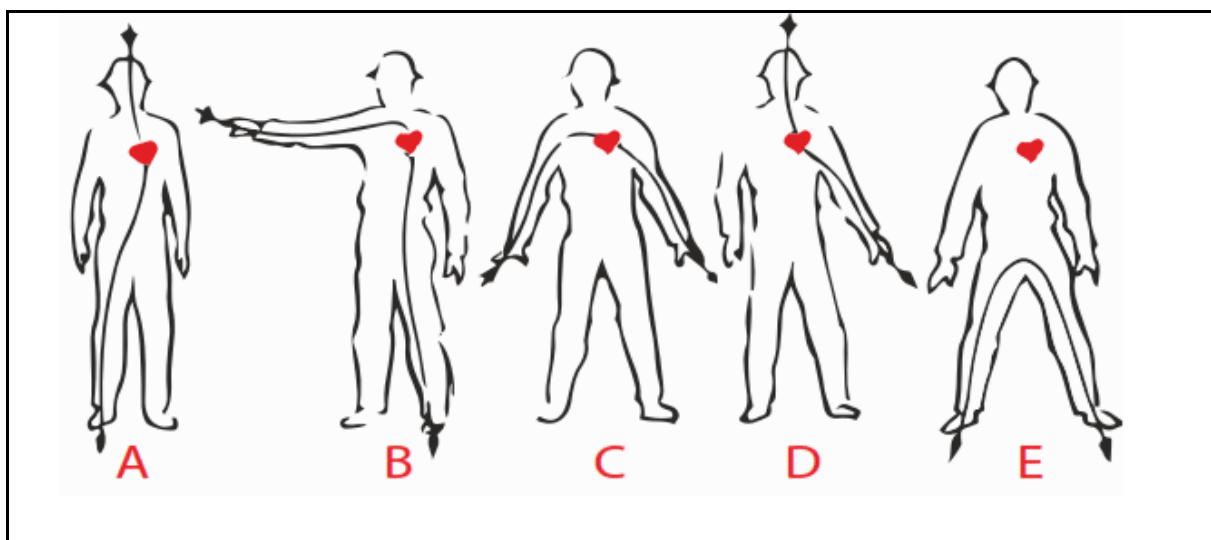
- Resistência elétrica do corpo humano.

2.4.2.1 Efeitos dos choques elétricos em função do trajeto

O trajeto que a corrente faz pelo corpo influencia nas consequências do acidente por choque elétrico. Isso é um dado importante, se considerarmos que é mais fácil prestar socorro a uma pessoa que apresente asfixia do que uma pessoa com fibrilação ventricular, já que neste caso é exigido um processo de reanimação por massagem cardíaca que nem toda pessoa sabe realizar.

A Figura 3 apresenta os prováveis locais por onde poderá se dar o contato elétrico e o trajeto da corrente elétrica, e a Figura 4 apresenta as porcentagens de corrente que passa pelo coração. (CPNSP, 2005)

Figura 3 - Possíveis caminhos da corrente elétrica pelo corpo humano.



Fonte: CPNSP 2005.

Figura 4 - Porcentagens de corrente elétrica que passa pelo coração (Referência à Figura 3).

Trajetos	Porcentagem da Corrente
Da cabeça para o pé direito (A)	9,7%
Da mão direita para o pé esquerdo (B)	7,9%
Da mão direita para a mão esquerda (C)	1,8%
Da cabeça para a mão esquerda (D)	1,8%
Entre os pés (E)	0%

Fonte: CPNSP 2005, com alterações.

2.4.2.2 Características da corrente elétrica

Corrente elétrica é o movimento ordenado entre as cargas elétricas presentes em um condutor metálico. Essa organização de movimento acontece quando se cria um campo elétrico dentro desse condutor, fazendo com que seus elétrons livres desenvolvam um movimento ordenado. Esse termo, corrente elétrica, é originado de uma antiga concepção sobre a eletricidade ser um fluido capaz de se canalizar por condutores. (BRASIL, 2004)

Tipos de correntes:

- **Corrente alternada:** tipo de corrente fornecida por usinas hidrelétricas, cuja intensidade e sentido variam periodicamente, usada em residências. Em caso de coque elétrico as frequências entre 20 e 100 Hertz (Hz) são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hz, normalmente usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são as mais perigosas pois situa próxima a frequência onde a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior. Para correntes de frequências elevadas, acima de 2.000 Hz, as possibilidades de choque elétrico são pequenas, porém ocorrerão queimaduras devido a corrente circular pela parte externa do corpo;
- **Corrente contínua:** É aquela que mantém seu sentido constante, como, por exemplo, as correntes estabelecidas por baterias de carros, pilhas ou em sistemas elétricos específicos (Linhas de transmissão de energia,

Sistemas Ferroviários, Metroviários, etc.). Em caso de choque elétrico a fibrilação ventricular ocorrera apenas se a corrente for aplicada num instante curto específico e vulnerável do ciclo cardíaco.

2.4.2.3 Resistência elétrica do corpo humano

A intensidade da corrente elétrica que circulará pelo corpo da vítima dependerá, em muito, da resistência elétrica que esta oferece à passagem da corrente e também de qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra. O corpo humano oferece uma resistência à passagem da corrente que é quase exclusivamente devida à camada externa da pele, que é constituída de células mortas. Esta resistência está situada entre 100.000 ohms e 600.000 ohms, isto quando a pele se encontra seca e não apresenta cortes e a variação apresentada é em função da espessura. Quando a pele se encontra úmida a resistência elétrica do corpo pode ser muito baixa, atingindo 500 ohms.

A resistência oferecida pela parte interna do corpo, constituída pelo sangue, músculos e demais tecidos, comparativamente à da pele é bem baixa, medindo normalmente 300 ohms em média e apresentando um valor máximo de 500 ohms.

As diferenças da resistência elétrica apresentada pela pele à passagem da corrente, ao estar seca ou molhada, podem ser grandes. Com isso, podem influir muito na possibilidade de uma pessoa sofrer um choque elétrico. (KINDERMANN, 2000)

2.4.3 Queimaduras devido ao choque elétrico

Quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica, é liberada uma energia térmica chamada Efeito Joule. No caso do choque elétrico, o corpo humano (parte do corpo, musculo, pele ou órgão afetado) atua como esta resistência à passagem de corrente gerando calor. O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas:

- Queimaduras de 1º, 2º ou 3º Graus nos músculos do corpo;
- Aquecimento do sangue, dilatando-o;
- Aquecimento, podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;

- Queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;
- Queima das camadas adiposas da derme, tornando-se gelatinosas;

Choques elétricos de alta tensão queima, danifica, fazendo buracos na pele e nos pontos de entradas e saída da corrente pelo corpo humano. As vítimas do choque de alta tensão morrem principalmente devido a queimaduras, e as que sobrevivem ficam com sequelas como perda de massa muscular, perda parcial de ossos, atrofia muscular, perda de coordenação motora, cicatrizes e etc.

Choques elétricos de baixa tensão tem pouco poder térmico, tendo como maior agravante o tempo de duração, que pode levar à morte por fibrilação ventricular do coração.

Queimaduras também podem ser provocadas de modo indireto, como mau contato ou falhas internas de aparelhos elétricos. Nestes casos a corrente provoca aquecimentos internos elevando a temperatura a níveis perigosos.

2.4.4 Arco elétrico

O Arco elétrico é o fenômeno que ocorre quando a corrente elétrica se desloca pelo ar ou por outro meio isolante (Óleo, por exemplo). Este fenômeno é de curtíssima duração (menor que $\frac{1}{2}$ segundo), podendo ser tão rápidos a ponto de o olho humano não perceber.

A Figura 5 apresenta o fenômeno de arco elétrico em uma Subestação de Energia onde foi aberta uma chave seccionadora com carga, manobra não permitida.

Figura 5 - Arco elétrico em manobra elétrica em Subestação de energia.



Fonte: Eletroensino 2014.

Arcos elétricos além de serem a mais intensa fonte de calor da terra (Sua temperatura pode alcançar 20.000° C), também são eventos de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica, podendo atingir pessoas no raio de alguns metros da ocorrência de um arco elétrico.

2.4.5 Campos eletromagnéticos

Um campo eletromagnético é gerado pela passagem de corrente elétrica através de um condutor. Ele possui a propriedade de induzir corrente em outros condutores nas suas proximidades, assim pode ocorrer a passagem de corrente elétrica em um circuito desenergizado se ele estiver próximo a outro circuito energizado.

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

Dois efeitos ocorrem nos seres humanos a partir dos campos eletromagnéticos: o campo elétrico provoca a formação de uma carga sobre a superfície da pele e o magnético causa fluxo de correntes circulando por todo o corpo. Normalmente estes efeitos não são prejudiciais aos seres humanos, mas quando muito intensos podem ocorrer disfunções em implantes eletrônicos (Marca passo e dosadores de insulina) e a circulação de correntes em próteses metálicas, a ponto de provocar aquecimento intenso.

Por isso é fundamental ao trabalhador ao realizar serviços, além de desligar o circuito, conferir com equipamentos apropriados (Voltímetros ou detectores de tensão), se o circuito está efetivamente sem tensão.

2.4.6 Riscos adicionais

Os riscos adicionais, citados na NR-10 (BRASIL, 2004), são todos aqueles que não estão diretamente relacionados à eletricidade, mas ainda sim estão presentes, mesmo que nem sempre e nem todos ao mesmo tempo, nas atividades realizadas pelos profissionais da área.

Os principais riscos adicionais aos quais estão sujeitos os trabalhadores que atuam em serviços e instalações em eletricidade são: altura; ambientes confinados; áreas classificadas e condições atmosféricas adversas.

- **Altura:** Quando forem realizados trabalhos em altura devemos usar os equipamentos necessários para evitar uma descarga elétrica ou uma possível queda. Desejável conhecimento de NR-35;
- **Ambientes confinados:** Ao iniciarmos um trabalho em um ambiente confinado devemos tomar muito cuidado com as atividades relacionadas a eletricidade, mas também prestar atenção nas condições que o ambiente nos oferecem: a iluminação, falta de oxigênio, umidade e calor. Desejável conhecimento de NR-33;
- **Áreas classificadas:** Áreas sujeitas a formação de uma atmosfera explosiva pela presença normal ou eventual de gases/vapores inflamáveis ou poeiras/fibras explosivas;
- **Condições atmosféricas:** Deve-se considerar que todo trabalho em equipamentos energizados só deve ser iniciado com boas condições meteorológicas, não sendo assim permitidos trabalhos sob chuva, neblina densa, ventos ou descargas atmosféricas.

2.5 MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO

A expressão “medidas de controle” abrange o conjunto de atividades que permitem, em relação a um risco, a sua identificação, o entendimento de sua manifestação, sua detecção, seu monitoramento, seus efeitos e ações que devam ser implementadas para evitar que acidentes decorrentes do risco ocorram ou para administrar os seus efeitos ao manifestarem.

Em relação aos riscos elétricos e adicionais, as medidas de controle começam a serem definidas na fase de projeto das instalações elétricas e terminam nos procedimentos para situações de emergência.

2.5.1 Técnica de análise de riscos

A NR-10 define como medidas de controle, no item 10.2.1, que:

“Todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e saúde no trabalho”.

A análise de riscos é um conjunto de métodos e técnicas que aplicado a uma atividade, identifica e avalia qualitativa e quantitativamente os riscos que essa atividade representa para a população exposta, para o meio ambiente e para a empresa, de uma forma geral

Os principais resultados de uma análise de riscos são a identificação de cenários de acidentes, suas frequências esperadas de ocorrência e a magnitude das possíveis consequências.

A análise de riscos deve incluir as medidas de prevenção de acidentes e as medidas para controle das consequências de acidentes para os trabalhadores e para as pessoas que vivem ou trabalham próximo à instalação ou para o meio ambiente.

De acordo com SOUSA (2005) as principais técnicas para a identificação dos riscos/perigos, dentre outras, são:

- **Análise de Falhas e Efeitos (FMEA):** permite analisar como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimando indicadores e estabelecendo as necessidades para o funcionamento satisfatório. A Figura 8 apresenta esta análise:

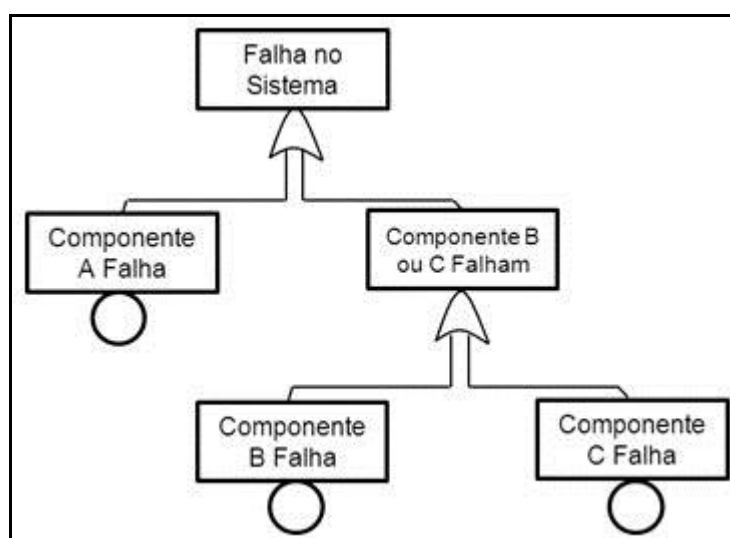
Figura 8 - Exemplo de Análise de Falhas e de Efeitos - FMEA.

MODO DE FALHA	CAUSA	EFEITO
<ul style="list-style-type: none"> • Fratura da Resistência elétrica de um Chuveiro • Perda de ajuste na posição central de um mancal de rolamento • Atraso na emissão de nota fiscal 	<ul style="list-style-type: none"> • Oxidação • Acúmulo de Tolerância • Erro no Cadastro por falta de treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Água não Aquece • Travamento do Eixo • Pagamento Atrasado

FONTE: FAMA 2009.

- **Análise de Falhas e Efeitos (FMEA):** é um método para o estudo dos fatores que poderiam causar um evento indesejável (Falha, risco principal ou catástrofe). A Figura 9 apresenta esta análise:

Figura 9 - Exemplo de Árvore de Falhas – AAF.



FONTE: "Fault Tree Application Guide" Rome Air Development Center 2013, com alterações.

2.5.2 Desenergização

É o conjunto de procedimentos visando à segurança pessoal dos envolvidos ou não em sistemas elétricos e se realiza por no mínimo duas pessoas.

“A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos”. (INBEP, 2016.)

Segundo a NR-10 (BRASIL, 2004) toda empresa deve elaborar, aprovar e divulgar o procedimento de desenergização obedecendo a sequência indicada abaixo:

- 1) Seccionamento: Interrupção da alimentação elétrica em um equipamento ou circuito, executada com a manobra local ou remota do respectivo dispositivo de manobra, geralmente o disjuntor alimentador do equipamento ou circuito a ser isolado;
- 2) Impedimento de reenergização: Processo que impede o religamento acidental do circuito desenergizado. Este impedimento pode ser feito por bloqueio mecânico (cadeados, travas, chaves) ou reles de bloqueio;
- 3) Constatação de ausência de tensão: Verificação, através de instrumentos de medições de painéis ou detectores de tensão, da real ausência de tensão no circuito em intervenção;
- 4) Instalação de aterramento temporário: Instalação do aterramento temporário e verificação da perfeita equipotencialização dos condutores do circuito em intervenção ao referencial de terra;
- 5) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada: A zona controlada, quando em relação a um sistema elétrico, é definida como a área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados, como disposto no Anexo II da NR10. Podendo ser feito com obstáculos, barreiras, anteparos, dupla isolação invólucros etc.;
- 6) Instalação da sinalização de impedimento de energização: Sinalização utilizada para diferenciar os equipamentos energizados dos não

energizados, afixando no dispositivo de comando do equipamento principal um aviso de que ele está impedido de ser energizado.

O estado de instalação desenergizada deve ser mantido durante toda a execução do serviço e só pode ser revertido mediante uma autorização para reenergização. A NR-10 (BRASIL, 2004) também define uma sequência de procedimentos para a reenergização:

- 1) Retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- 2) Retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- 3) Remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
- 4) Remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
- 5) Destravamento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

2.5.3 Aterramento

Sistema constituído por eletrodos cravados no solo e condutores de aterramento para a realização intencional de uma ligação entre os circuitos elétricos e a terra por questões funcionais e de proteção. Os sistemas de aterramento devem satisfazer as prescrições de segurança das pessoas e instalações, sendo que o valor da resistência de aterramento deve satisfazer as condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica. O aterramento tem como objetivo diminuir a variação de tensão de uma rede elétrica, eliminar as fugas de energia e proteger os usuários de possíveis choques elétricos.

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

2.5.4 Equipotencialização

Consiste em tomar-se medidas para fazer com que dois ou mais condutores de eletricidade possuem o mesmo potencial entre eles, ou a menor diferença de potencial entre eles.

2.5.5 Proteção

2.5.5.1 Proteção por Extra baixa tensão

Utilização de uma fonte de baixa tensão (Como baterias e geradores de 24v) para utilização de trabalhos desfavoráveis, como em ambientes úmidos.

2.5.5.2 Proteção por barreiras e invólucros

Destinados a impedir todo o contato com as partes vivas (energizadas) da instalação elétrica, separando-as por invólucros ou atrás de barreiras. Devem ter seguras fixações e durabilidade para manter a separação ou isolação das partes vivas.

2.5.5.3 Proteção por obstáculos e anteparos

Destinados a impedir uma aproximação física não intencional das partes vivas e contatos não intencionais por ocasião de operação de equipamentos sob tensão, mas não os contatos voluntários por tentativa de contorno do obstáculo.

2.5.5.4 Proteção por isolamento das partes vivas

Destinada a impedir todo o contato com as partes vivas onde devem ser completamente encobertas por uma isolação que só possa ser removida através de sua destruição (Por exemplo, cabos e fios isolados).

2.5.5.5 Proteção por colocação fora de alcance

Destinada somente a impedir os contatos involuntários com as partes vivas com medidas de distancias seguras.

2.5.5.6 Proteção por separação elétrica individual

Destinada em separar o circuito de tal forma que suas partes vivas não devem ser conectadas a outro circuito, terra ou a um condutor de proteção.

2.5.6 Medidas de Proteção

2.5.6.1 Medidas de Proteção Coletiva – MPC

As medidas de proteção coletiva compreendem prioritariamente a desenergização elétrica, e na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança, conforme estabelece a NR-10 (BRASIL, 2004). Essas medidas visam a proteção não só de trabalhadores envolvidos com a atividade principal que será executada e que gerou o risco, como também a proteção de outros funcionários que executam atividades paralelas nas redondezas ou até de passagem cujo percurso pode expor ao risco existente.

São exemplos de equipamentos e sistemas de proteção coletivas – EPC:

- Conjunto de aterramento: Equipamento realizar o aterramento temporário, visando a proteção pessoal contra a energização indevida do circuito em trabalho;

Figura 10 - Conjunto aterramento.



FONTE: ATS Elétrica 2014.

- Detector de tensão: Dispositivo que informa a presença de energia elétrica, ou detecta níveis de tensão em linhas e sistemas elétricos de corrente contínua ou alternada;

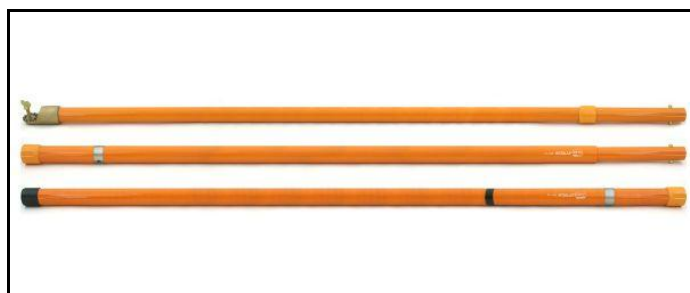
Figura 11 - Detector de tensão.



FONTE: RITZ

- Vara de manobra: Equipamento que realiza manobras para o isolamento em redes elétricas em distancias seguras, principalmente para restabelecer o fornecimento de energia;

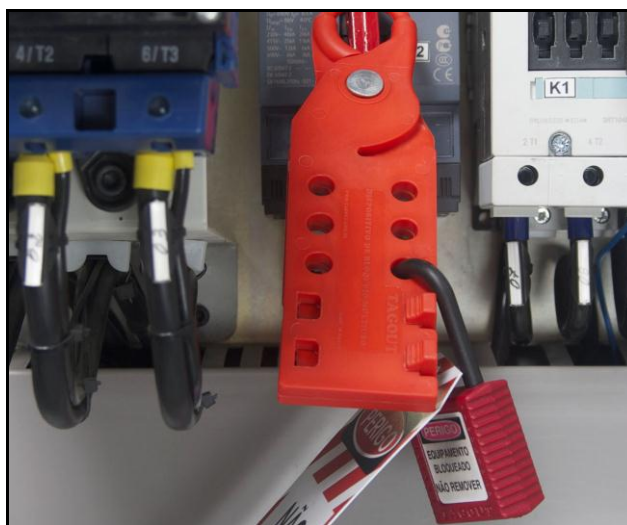
Figura 12 - Vara de manobra.



FONTE: RITZ

- Dispositivo de bloqueio: Equipamento que realiza o bloqueio do dispositivo de seccionamento afim de evitar reenergização involuntária ou acidental do circuito ou equipamento em trabalho;

Figura 13 - Dispositivo de Bloqueio.



FONTE: Pernambuco Distribuidora

- Tapetes de borracha isolantes: Acessório aplicado na superfície onde o trabalhador anda e pisa, minimizando as consequências por uma falha de isolamento nos equipamentos;

Figura 14 - Tapete de borracha isolante.



FONTE: SETON 2015.

- Cones e bandeiras de sinalização: Materiais destinados a fazer a isolamento de uma área onde estejam sendo executadas intervenções;

Figura 15 - Cones e bandeiras de sinalização.



FONTE: Império da Segurança

- Placas de Sinalização: Destinados à sinalização do perigo e situação dos equipamentos, visando a proteção dos trabalhadores e pessoas que possam manobrar os sistemas elétricos;

Figura 16 - Placas de sinalização.



FONTE: TOWBAR.

- Protetores isolantes: Anteparos de borracha ou PVC destinados à proteção contra contatos acidentais em redes aéreas, são utilizados na execução de trabalhos próximos ou em redes energizadas.

Figura 17 - Protetores isolantes.



FONTE: Novo Horizonte EPI.

2.5.6.2 Equipamentos de Proteção Individual - EPI

Segundo a NR-10 (BRASIL, 2004), nos trabalhos em instalações elétricas quando todas as medidas coletivas adotadas forem insuficientes para controle de riscos, deverão ser adotados Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados às atividades que serão desenvolvidas, de acordo com a NR-06.

De acordo com a NR-06 todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e serem usados quando não for possível eliminar os riscos por outros meios ou for necessário complementar a proteção coletiva.

Também a NR-06 estabelece que o empregador tem as obrigações de:

- Adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
- Exigir seu uso;
- Fornecer ao trabalhador somente o EPI aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;

- Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada;
- Manter o registro de fornecimento do EPI ao trabalhador.

Quanto ao EPI, o empregado deverá:

- Usá-lo apenas para a finalidade a que se destina;
- Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;

São exemplos de Equipamentos de Proteção Individual:

- Óculos de segurança: Proteção de contatos que possam prejudicar a visão;

Figura 18 - Óculos de segurança.



FONTE: DANNY EPI 2018.

- Capacete de Segurança: Proteção contra quedas de objetos e contatos acidentais com partes energizadas;

Figura 19 - Capacete de segurança.



FONTE: BORPLAS

- Luvas Isolantes: Proteção de mãos, punho e antebraço contra choques elétricos e elétricos e calor de arcos elétricos nos trabalhos em circuitos energizados. As luvas isolantes são acompanhadas de luvas de couro para proteção da borracha isolante, que denominadas de Luvas de Vaqueta ou de Raspa. As Luvas Isolantes são classificadas pelo nível de tensão de trabalho e de teste, conforme tabela;

Figura 20 - Luvas Isolantes.



FONTE: Blog Segurança e Saúde no trabalho 2015

Figura 21 - Classes de luvas isolantes.

Classe	Cor	Tensão de Uso (V)	Tensão de Ensaio (V)	Tensão de Perfuração (V)
00	bege	500	2.500	5.000
0	vermelha	1.000	5.000	6.000
1	branca	7.500	10.000	20.000
2	amarela	17.000	20.000	30.000
3	verde	26.500	30.000	40.000
4	laranja	36.000	40.000	50.000

FONTE: Blog Segurança e Saúde no trabalho 2015

Figura 22 - Luva de Cobertura (Raspa).



FONTE: Blog Segurança e Saúde no trabalho 2015

- Calçado de Segurança: Proteção contra contatos dos pés em partes energizadas assim como proteção mecânica aos pés;

Figura 23 - Calçado de segurança.



FONTE: Marluvas

- Cinto de Segurança: Proteção contra queda de pessoas, sendo sua utilização obrigatória em trabalhos acima de 2 metros de altura;

Figura 24 - Cinto de segurança.



FONTE: Blog Segurança e Saúde no trabalho 2015

- Protetores Auriculares: Proteção contra ruídos prejudiciais à audição;

Figura 25 - Protetores Auriculares.



FONTE: Blog Segurança e Saúde no trabalho 2015

- Mascaras e Respiradores: Proteção contra emissão de gases e poeiras.

Figura 26 - Máscaras respiratória.



FONTE: Elastobor

- Vestimenta de Proteção contra Arco Elétrico e Antichamas: Proteção ao corpo do trabalhador contra arcos elétricos, fagulhas e chamuscamentos em casos de curto circuito. A vestimenta é classificada de acordo com a energia incidente.

Figura 27 - Vestimenta de proteção contra Arco Elétrico.



FONTE: USE EPI

2.5.7 Ferramental

A NR-10 (BRASIL, 2004) determina que todo o ferramental ou equipamento deverão ser compatíveis com a instalação elétrica no local de trabalho, obedecendo principalmente as características técnicas e níveis de tensão recomendados.

São exemplos de ferramental e equipamentos: Alicates, chaves de fenda e chaves combinadas isoladas, bolsas ou maletas de couro para ferramentas, escadas de fibra, lanternas manuais e instrumentos de medição (Amperímetro, voltímetro, Ohmímetro, Termovisor, etc.).

Figura 28 - Ferramentas Isoladas.



FONTE: Sineltepar

Figura 29 - Instrumentos de medição.



FONTE: W Conex

2.5.8 Qualificação, Habilitação, Capacitação e Autorização

Segundo o item 10.8 da NR-10 (BRASIL, 2004), os trabalhadores em instalações elétricas são classificados da seguinte forma:

- **Qualificado:** Trabalhador que realiza curso específico na área elétrica, reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino do Ministério da Educação (MEC). Ex: Oficiais de manutenção em elétrica qualificados pelo Curso de Aprendizagem Industrial (CAI);
- **Habilitado:** Trabalhador já qualificado, porém com registro em seu respectivo conselho e classe. Ex: Técnicos e Engenheiros Eletricistas com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA);
- **Capacitado:** Trabalhador que receba orientação e trabalhe sob a responsabilidade do profissional Habilitado. Ex: Oficiais em mecânica trabalhando em manutenção de máquina elétrica sob supervisão de Técnicos e/ou Engenheiros Eletricistas;
- **Autorização:** São considerados autorizados os trabalhadores qualificados, habilitados e capacitados mediante a anuência formal da empresa, desde que atendam aos requisitos de cada classe mencionados nos tópicos anteriores assim como os demais pontos específicos desta NR relacionados às obrigações dos empregadores.

2.6 RESUMO DOS RISCOS ELÉTRICOS X MEDIDAS DE CONTROLE

Mediante a todos os assuntos mencionados relacionados aos riscos elétricos e medidas de controle, a tabela a seguir resume alguns riscos com sua consequente medida de controle:

Figura 30 - Riscos Elétricos e Principais medidas de Controle.

Risco Elétrico	Principais Medidas de Controle
Choque Elétrico	Desenergização, tensão de segurança, barreiras, invólucros, luvas, bota de segurança, capacete
Arco Elétrico	Protetor facial e vestimenta.
Campos Eletromagnéticos	Não possuir implantes eletrônicos no corpo ou próteses metálicas, blindagens.
Riscos Adicionais	Principais Medidas de Controle
Trabalho em Altura	Cinto de segurança com trava queda e linha de vida.
Ambiente Confinado	Treinamento específico
Área Classificada	Treinamento específico
Instalação elétrica em ambiente explosivo	Projeto e materiais certificados
Umidade	Desumidificação
Flora	Remoção, considerando os critérios de preservação do meio ambiente
Fauna	Impedimento da circulação ou entrada nas instalações elétricas e controle das pragas.

FONTE: Arquivo pessoal.

2.7 SISTEMA FERROVIÁRIO

O Sistema Ferroviário de transporte de passageiros está presente no Brasil desde a década de 1930. Entre altos e baixos ele se mantém até os dias de hoje, porém em numeros bem menos expressivos do que antes, isto devido aos movimentos políticos priorizarem os investimentos ao transporte rodoviário para o transporte de passageiros.

Entre 1930 e 1960 com a evolução dos sistemas, várias ferrovias aposentaram o sistema de ferrovias à combustão e adotaram a eletrificação afim de diminuir gastos com combustíveis e também atender a demanda que o atual sistema não suportava. O novo sistema eletrificado foi adotado em 3.000 V corrente continua (VCC) e os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Bahia adotaram ferrovias eletrificadas tanto em trechos de serra como em áreas metropolitanas.

Atualmente os sistemas de ferrovia com tração elétrica ainda operam no transporte de passageiros da Grande São Paulo, Baixada Fluminense e também nos sistemas metroviarios do Brasil. Todos ainda adotam o sistema de redes eletrificadas com tensão de 3KV em corrente continua, com excessão dos Metrôs de São Paulo e Rio de Janeiro que adotam o sistema elétrico de 750 VCC (excessão às linhas 4 e 5 do Metrô de São Paulo que utilizam tensão de 1500 VCC).

2.7.1 Sistema Ferroviário de São Paulo

O sistema ferroviario de transporte de passageiros do Estado de São Paulo conta com uma sociedade de economia mista vinculada à Secretaria de Transporte Metropolitano do Estado de São Paulo. Possui malha ferroviária com extensão de 258,4 km que engloba a capital paulista e outros 22 municípios da Grande São Paulo, transportando em média 3 milhões de passageiros por dia.

2.7.2 Sistema Elétrico Ferroviário de São Paulo

Toda a frota de trens de transporte ferroviário do Estado de São Paulo são tracionados através de motores elétricos, onde desde meados de 1960 foi adotado

para distribuição de energia e alimentação dos trens o sistema de Catenária (Rede Aérea) com tensão de 3.000 V em corrente contínua em toda sua extensão kilométrica.

De acordo com a definição de Rui José da Silva Nabais:

“Catenária: na ferrovia é um sistema de distribuição e alimentação elétrica aérea. Difere da distribuição de alta/média/baixa tensão para permitir a captação direta de energia do cabo por meio de um pantógrafo”. (NABAIS, 2014).

2.7.3 Manutenção em Rede Aérea de Tração

2.7.3.1 Apresentação do sistema

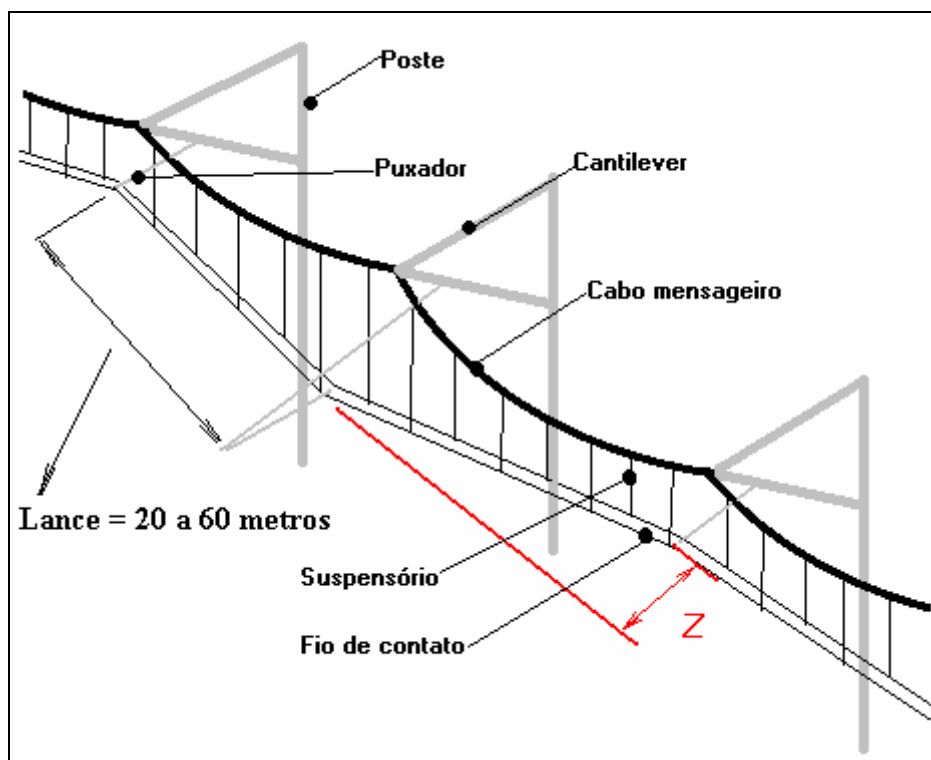
A ferrovia do Estado de São Paulo possui, aproximadamente, 900 km de rede aérea entre suas vias de circulação e pátios.

A rede aérea de tração elétrica é o sistema responsável pela transmissão de energia elétrica necessária à movimentação dos trens unidades elétricas, esta transmissão é realizada por contato físico entre fio de contato e o pantógrafo dos trens.

A rede aérea é composta por 01 cabo de Cobre denominado mensageiro, com seção transversal de 253 mm² e é responsável pela condução elétrica e sustentação da catenária; e também pelo fio de contato, que pode ser de seção 107 mm² ou 180 mm² e é responsável pela transmissão por contato, da energia elétrica proveniente das subestações de tração que fornecem corrente contínua sob tensão de 3000 V. Acessórios secundários como postes, puxadores, cantilevers (estrutura metálica de sustentação da rede aérea), isoladores e suspensórios, são apenas para funções de sustentação aérea destes cabos e fios.

A Figura 31 exemplifica este sistema:

Figura 31 - Exemplo de Sistema de Rede Aérea Ferroviária.



FONTE: Arquivo pessoal.

2.7.3.2 Capacitação

Em acordo com a NR-10, para ingressar no setor de manutenção da Rede Aérea é necessário que o empregado esteja no mínimo Capacitado e Autorizado.

Portanto o profissional deverá ser:

- 1) Qualificado: Passar por treinamento de capacitação, através de curso externo ou interno. Caso for profissional Habilitado deverá ter registro em seu respectivo conselho de classe.
- 2) Autorizado: Por ser atividade de alto risco, o empregado deve ter o estado de saúde compatível com o serviço. Significa, não sofrer de moléstias ou defeitos físicos que possam colocar em risco sua integridade física/mental e de outros durante as manobras, tais quais: sofrer de convulsões, ter problemas cardíacos, não ter força suficiente, etc. O reconhecimento das condições físicas do profissional dar-se-á através de exame médico. Ter pleno conhecimento e precauções de previstas em Normas de Segurança. Significa, ser prevencionista, ter pleno entendimento das normas e

preceitos básicos de segurança no trabalho. A reciclagem deverá ser executada periodicamente como estabelece a norma.

2.7.3.3 Conhecimento e controle dos riscos

- Conhecimento dos Diagramas Elétricos de distribuição de 3kVCC;
- Conhecimento de peças e acessórios do sistema;
- Conhecimento dos equipamentos de mecanização, Ex.: Vagão de serviços, guindastes e outros equipamentos pesados;
- Reconhecimento das particularidades do trecho, tais como estações, pontos de referência, atalhos, obstáculos, áreas de risco, etc.;
- Reconhecimento das áreas de interface, Ex.: Operação, Trens, Locomotivas, Sinalização, via permanente, Subestações de tração, Segurança, etc.;
- Serviços com responsabilidade solidária com terceiros/Contratados;
- Reconhecimento e Controle dos agentes de periculosidade;
- Utilizar medidas de controle de riscos elétricos, Ex: Processo de Desenergização;
- Utilização de EPC's e EPI's.

2.7.3.4 Manutenção no sistema

O objetivo da manutenção é buscar o perfeito funcionamento da rede aérea e linhas de transmissão, oferecendo confiabilidade, segurança na utilização, qualidade ao menor custo possível.

“Confiabilidade: a probabilidade de um item desempenhar satisfatoriamente a função requerida, sob condições de operação estabelecidas, por um período de tempo pré-determinado”. (PCMUSINA, 2011).

Portanto, nos sistemas ferroviários, a confiabilidade é a capacidade do sistema se manter em funcionamento por intervalo de tempo pré-determinado sem apresentar falhas. O indicador utilizado para esta medição de confiabilidade é o Tempo médio entre falhas (MTBF).

O Plano de Manutenção da Rede Aérea consiste no conjunto de Procedimentos de Manutenção (PM's) específicos da área centrados na confiabilidade em todo o sistema. Este manual propõe através de técnicas apropriadas, o desenvolvimento das atividades de manutenção dos diversos subsistemas contidos na Rede Aérea. No trabalho do funcionário existem inúmeras variáveis que interferem no resultado final, e para controlar as mesmas é necessário uma organização e estrutura de manutenção. Deve ser previsto um nível adequado de arquivo e geração de informações. A função destes instrumentos é a de controlar consumo de materiais, defeitos, falhas de operações, mão-de-obra, etc.

Necessário a apresentação e utilização de um sistema integrado de Controle da Operação e Manutenção, sendo uma ferramenta que permite a análise das ocorrências mantendo um histórico eletrônico das intervenções no sistema.

Portanto o profissional de manutenção deve estar preparado para executar bem o seu trabalho e gerar as informações com detalhes para evitar que haja sempre a incidência de defeitos que ao final acaba sendo atribuído à prestação de serviços de manutenção. Para qualquer profissional em Rede Aérea, um dos pontos fundamentais, é o de conhecer bem toda a instalação com a finalidade de prestar o serviço de manutenção com segurança e rapidez.

Os PM's (procedimentos de manutenção) devem estar à disposição de todos os trabalhadores, seja em vias impressas, centros de documentação ou por via eletrônica de Intranet.

As principais atividades de manutenção em Rede Aérea são:

- Inspeção preventiva;
- Manutenção de fio de contato, que conta com o Desgaste como seu principal defeito;
- Manutenção de cabo mensageiro, que conta com a Ruptura como seu principal defeito;
- Trocas e reparos de isoladores, peças e acessórios específicos;
- Manutenção em estruturas metálicas e de sustentação;
- Manutenção em postes de concreto de sustentação;
- Manutenção em seccionamentos de energia (Mecânico e a Ar);
- Manutenção em chaves seccionadoras; entre outros.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente objeto de estudo foi desenvolvido em empresa do ramo de transporte ferroviário de passageiros localizada no Estado de São Paulo com instalações na capital e outros 22 municípios próximos. Possui uma área com vários setores e segmentos de diversas instalações físicas e uma malha ferroviária instalada de 254,8 km de extensão. Conta com uma equipe de mais de 9.000 funcionários diretos divididos em suas mais diversas áreas de atuação, não contando funcionários e empresas terceirizadas em atuam em conjunto. Deste total, aproximadamente 200 funcionários atuam na área de Engenharia de Manutenção, mais especificamente na área de sistemas de energia para alimentação dos trens – Rede Aérea.

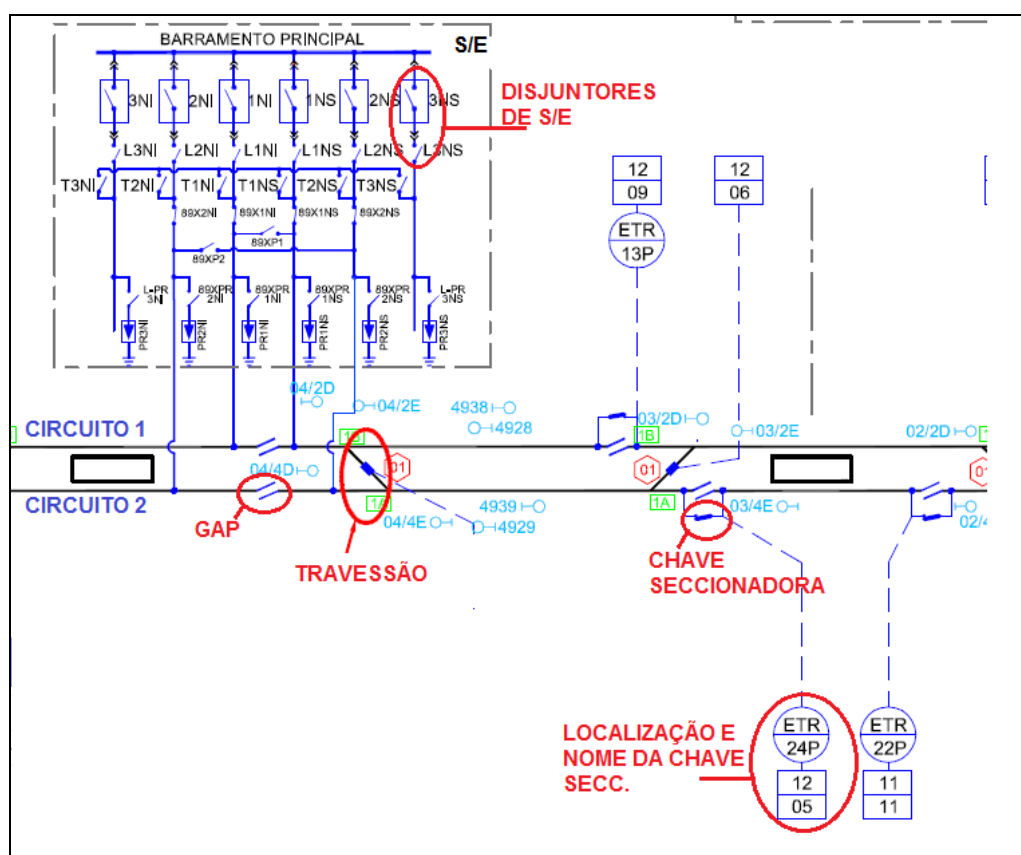
O fornecimento de energia é feito através de concessionárias de energia, alimentando as 26 Subestações internas com 88.000 V através de sistemas aéreos e/ou subterrâneos. As Subestações recebem esta energia e através de transformadores e retificadores, rebaixam os níveis de tensão para alimentar os diversos sistemas e áreas exclusivas da empresa.

Destes sistemas destaca-se o de Rede Aérea de tração, que recebe das Subestações de energia a tensão de 3.000 V corrente contínua e distribui a todo o circuito de alimentação dos trens elétricos.

Devido às instalações físicas, mecânicas, acessórios e necessidade de manutenções preventivas e corretivas, o sistema é inteiro seccionado em trechos menores. Desta forma é possível realizar desligamentos elétricos pequenos garantindo a desenergização local obedecendo item 10.5 da NR-10 – Segurança em Instalações Elétricas Desenergizadas.

A figura 32 apresenta o modelo de um diagrama elétrico unifilar em um determinado trecho.

Figura 32 - Exemplo de diagrama unifilar do trecho.



FONTE: Arquivo pessoal.

Os Seccionamentos são realizados pelos seguintes dispositivos:

- Disjuntores: Dispositivo elétrico afim de ligar e desligar circuitos. Componente de segurança instalado nas Subestações que proporciona seccionamento de circuitos com carga;
- Chaves seccionadoras: Dispositivo elétrico destinado a isolar parte de circuitos elétricos. Instaladas no campo em pontos estratégicos;
- GAP: Seccionamento a ar que permite o isolamento e seccionamento mecânico do circuito, somente possível em linhas de corrente contínua pois não gera campo magnético;
- Isolador de seção (Travessão): Equipamentos específicos de isolamento onde são instalados principalmente em travessias de linhas, isolando eletricamente um circuito do outro.

Problema proposto: As equipes de manutenção de tração de 3kVcc, alegaram que em muitos dos atendimentos dos serviços, o trecho (circuito) elétrico, objeto de seccionamento, aterramento e posteriores serviços preventivos, acusava presença de tensão, mesmo quando da realização de todas as manobras (sejam em disjuntores/chaves presentes em subestações – SE's – e em chaves seccionadoras de 3kVcc de trecho) presentes no próprio plano de manutenção para desenergização do trecho objeto de serviços (e ainda em conferência com diagramas unifilares atualizados).

Esta presença de tensão, acusada pelos trabalhadores autorizados (responsáveis e/ou executantes dos serviços de rede aérea), impossibilitava a continuidade da sequência de desenergização conforme item 10.5.1 da NR-10. Desta forma, visando a segurança/saúde dos trabalhadores envolvidos, determinava-se o cancelamento da atividade de manutenção, abrindo-se chamado corretivo junto ao centro de controle de manutenção para posterior averiguação.

Com a crescente quantidade de cancelamentos de serviços, os atrasos envolvendo obras de implantação e manutenções preventivas começaram a se tornar muito relevantes, impactando ainda no custo de mobilização de equipamentos, veículos, mão de obra e materiais, que não eram devidamente aproveitados.

Diante da situação, as equipes de Engenharia de Manutenção e Segurança do trabalho iniciaram trabalhos investigativos tanto das instalações elétricas como dos Detectores de Tensão utilizados pela empresa. O Estudo inicia-se pela análise nos diagramas elétricos e procedimentos internos de manutenção, elaborado por equipe de profissionais habilitados e com experiência suficiente para entendimento. Posteriormente realiza-se testes físicos no campo junto da equipe de manutenção capacitada e autorizada. Identificado as causas do problema apresentado, inicia-se um trabalho em conjunto para elaboração de procedimento e/ou equipamento para a eliminação do risco, que serão demonstrados neste objeto de trabalho detalhado em cada etapa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO INVESTIGATIVO

Com a intenção de verificar se o problema ocorria devido falsa indicação do detector de tensão utilizado pela empresa, utilizou-se detectores de tensão de diferentes fabricantes do que a empresa possui (detectores de tensão para corrente contínua “Contact Tester CC” da fabricante Ritz do Brasil S.A.).

O resultado foi insatisfatório, uma vez que os detectores de tensão de diferentes fabricantes testados acusaram a presença de tensão da mesma forma que o detector de tensão da empresa.

Diagnosticado que o problema não se evidenciava sobre o detector de tensão, partiu-se para a segunda fase da investigação com a realização de medições em trechos que, mesmo seccionados e teoricamente desenergizados, acusavam presença de tensão. Neste teste, utilizou-se:

- Detector de Tensão, fabricante ARTHUR FLURY ®;
- Ponta de prova de alta tensão FLUKE ® 80k-40; relação 1:1000 e resistência de entrada 1000M Ω ;
- Voltímetro SIGLENT ® SHS 806;

No primeiro teste, no circuito 1, realizou-se várias medições entre duas Cabines Seccionadoras (C/S) e abrindo Chaves seccionadoras manuais entre elas:

- Circuito 1 desligado: Maior valor de tensão medido: 3164V; menor valor de tensão medido: 100V;
- Circuitos 1 e 2 (adjacente) desligados: Maior valor de tensão medido: 545V; menor valor de tensão medido: 41V;
- Circuitos 1 e 2 desligados, circuito 2 aterrado: Maior valor de tensão medido: 3061V; menor valor de tensão medido: 3V;

Verificou-se falha no trecho entre uma Cabine Seccionadora e Chave Seccionadora de trecho pelos valores de tensão medidos, com possível causa apontada para os espaçadores isolados do gap da própria Cabine Seccionadora. Aberta falha para verificação deste trecho no dia posterior.

Verificou-se também a forte influência do circuito 2 adjacente na condição energizada, desenergizada e desenergizada/aterrada sobre as medições

executadas no circuito 01. Neste caso, os isoladores de seção entre vias, mesmo que minimamente, contribuem para passagem de uma corrente de fuga ínfima, que associada a um dispositivo com alta resistência de entrada, produz uma tensão flutuante elevada junto aos medidores/detectores.

Após o atendimento da falha e trocado os espaçadores isolados do GAP, foram executadas novas medições e não foram acusados valores de tensão.

A partir deste teste, evidenciou-se que o problema estava na associação série de componentes isolantes da rede aérea (com alta resistência de isolamento) e de medidores/detectores (com alta resistência de entrada). Dada a configuração do circuito elétrico de tração em 3kVcc desde a antiga época de sua implantação, onde verifica-se a presença de isoladores, espaçadores de gap, interligação entre vias através de isoladores de seção, entre outros componentes, caso a resistência de isolamento equivalente dos componentes da rede aérea presentes no circuito seccionado sejam inferiores ou próximas a resistência de entrada dos medidores/detectores de tensão, estes dispositivos acusarão presença de tensões flutuantes. Salienta-se que a corrente presente nestes casos é ínfima (da ordem de alguns μA), uma vez que se tratam de associação série de resistências da ordem de megaohms.

Para sanar o problema acima elencado, foi sugerido pelos envolvidos a inserção de um Dissipador de Tensão constituinte de banco de resistores para ligação em paralelo com os detectores de tensão e, sua utilização como complemento deste equipamento de proteção coletiva, na constatação de ausência de tensão elétrica da rede aérea de 3kVcc.

Para este desenvolvimento, salientou-se que a resistência equivalente do banco de resistores deveria ser muito menor (em teoria) do que as resistências de isolamento dos componentes da rede aérea relatadas acima, ou seja, uma resistência equivalente da ordem de centenas de kilohms.

Assim, quando da utilização do Dissipador de Tensão em paralelo com o detector de tensão, a queda de tensão será majorada nos componentes isolantes da rede aérea e a menor parcela recairá sobre o dissipador. Desta forma, o detector de tensão (com muito maior probabilidade) irá constatar ausência de tensão, e a equipe poderá dar continuidade a sequência de desenergização conforme item 10.5.1. da NR-10 e, por conseguinte, dar prosseguimento aos serviços.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

As equipes trabalharam em conjunto no desenvolvimento de dispositivo protótipo do dissipador de tensão, utilizando a filosofia aplicada a um banco de resistores, composto por 12 (doze) resistores de $39\text{k}\Omega$ - 7W, ligados em série, totalizando uma associação resistiva de, aproximadamente, $468\text{k}\Omega$. Estes componentes estavam montados sobre uma placa isolante robusta.

O desenvolvimento do protótipo obteve resultados satisfatórios, como pode ser observado no **APÊNDICE A – DISSIPADOR DE TENSÃO PROTÓTIPO** e **APÊNDICE B – TESTES DE VALIDAÇÃO**.

4.2.1 Características técnicas

Os dissipadores de tensão deverão obedecer às prerrogativas a seguir:

4.2.1.1 Resistores de potencia

Os bancos de resistores deverão ser compostos por resistores de potência fixos, do tipo resistores de fio, confeccionados a partir de arame de NiCr (níquel-cromo) para aplicação em circuitos de dissipação de altas potências. Acima do fio deverá ser depositada uma camada de proteção isolante com a devida indicação das características fundamentais do componente: Valor nominal da resistência (em ohms ou kilohms) e potência de dissipação nominal (em W).

Os bancos de resistores deverão possuir resistência equivalente em série variando entre $445\text{k}\Omega$ e $492\text{k}\Omega$, sendo estes valores calculados com a tolerância de +/- 5% atribuídas ao valor de referência ($468\text{k}\Omega$).

A tabela apresenta, a partir de valores nominais/comerciais de resistores (em ohms), verifica-se a quantidade de componentes necessários para atendimento da resistência equivalente acima especificada e a potência de dissipação nominal de cada um dos resistores presentes. Ressalta-se que a faixa de valores aceitáveis para cada um dos resistores do banco deverá obedecer a uma tolerância de 5%.

Figura 33 - Valores nominais/comerciais de resistores para o banco de resistores.

Valores de resistores comerciais (em k Ω)	Quantidade de resistores	Resistência equivalente série (em k Ω)	Potência nominal de cada resistor (em W)
33	14	462	6,0
39	12	468	7,0
47	10	470	8,0
56	8	448	10,0
68	7	476	11,0
82	6	492	13,0
120	4	480	19,0
150	3	450	27,0
470	1	470	76,0

FONTE: Arquivo pessoal.

Para cálculo da potência nominal, estabeleceu-se o pior caso, ou seja, a aplicação direta da maior tensão a vazio das subestações retificadoras da empresa (3447,9V) sobre o banco de resistores. A corrente máxima avaliada situou-se entre 7,00 e 7,70mA e através da equação $R \times I^2$, encontrou-se a potência calculada. Considerando aspectos de segurança e critérios de sobreaquecimento, atribuiu-se $P_{NOMINAL} \approx 3 \times P_{CALCULADA}$.

4.2.1.2 Placa isolante – Montagem do banco de resistores

O banco de resistores especificado deverá ser montado em placa isolante, material TVE. O TVE se caracteriza por ser um laminado reforçado com tecido de fibra de vidro e impregnado com resina epóxi.

A placa isolante de TVE, onde serão montados os resistores, deverá possuir espessura mínima de 0,5cm, usinadas com ótimo acabamento para manuseio dos trabalhadores autorizados. A placa em TVE especificada deverá ser apta a trabalhar sob regimes de tensão, temperatura e umidade elevadas.

Deverá possuir todas as propriedades mecânicas e elétricas que já lhe são conferidas: Excelente isolante elétrico; alta resistência à tração; alta resistência à flexão; alta resistência à impacto; ótima rigidez dielétrica; excelente resistência

superficial; baixos valores de constante dielétrica; ótima estabilidade dimensional; alto poder aderente; alta resistência mecânica e baixa absorção de água.

Os resistores deverão ser dispostos de modo que suas extremidades sejam conectadas/soldadas a terminações de cobre estanhadas específicas (próprias para a aplicação afim), montadas na superfície da placa isolante para conexões/ligações entre os resistores.

4.2.1.3 Condutores

Deverão ser previstos condutores especiais para ligação/associação série dos resistores e led's presentes no banco. Os condutores deverão ser fabricados com matéria-prima de alto grau de qualidade, objetivando o melhor desempenho possível do conjunto.

Os condutores para associação série do banco de resistores deverão ser especificados para utilização em aplicações ferroviárias, tensão nominal de 3kVcc. Para tanto, os condutores unipolares deverão ser singelos, flexíveis, de cobre eletrolítico, têmpera mole, encordoamento classe 5, não propagante de chama, livre de halogênios, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, classe de temperatura mínima 105°C, com seção nominal e isolação:

Seção 2,5mm², isolação 3,6/6kV – Conexão de resistores de potência e led's.

Os condutores deverão ser conectados/soldados junto aos terminais de cobre estanhados dos resistores e terminais de led's, para a devida associação série entre eles.

4.2.1.4 Acondicionamento

Os dispositivos do dissipador de tensão deverão ser acondicionados individualmente numa caixa/estojo protetor que deve apresentar, no mínimo, as seguintes características:

- Alta resistência mecânica a choque, queda e vibração, durante manuseio e transporte;
- Ser fabricado com material impermeável, preferencialmente plástico, respeitando as distâncias de isolamento com os componentes do dispositivo;

- Ter sistema de fecho eficiente que impeça a abertura acidental da caixa/estojo e resistente à oxidação. Caso os fechos sejam metálicos, os mesmos deverão possuir as devidas distâncias de isolamento com os componentes energizados do dissipador, eliminando todo e qualquer tipo de fuga.

O eletrodo de contato do dissipador (similar ao utilizado no detector de tensão, fabricado em latão ou material de qualidade superior) deverá estar fixado na parte superior da caixa/estojo, por meio rosqueável, suportando com alto grau de segurança o contato/conexão do banco de resistores com a rede aérea de 3kVcc da empresa. A conexão entre o eletrodo de contato e o banco de resistores, internamente, deverá ser realizada com os condutores especificados em 4.2.1.3., respeitando adicionalmente todos os critérios de segurança e rigidez.

A caixa/estojo do dissipador deverá possuir sistema adaptativo com vara/bastão de manobra, de modo que o mesmo seja utilizado em altura de, aproximadamente, 5m do nível do solo. Deverá ser prevista conexão do dissipador com cabo de aterramento e garra para conexão junto ao trilho, próprios para aplicação em pauta. Os componentes dos dissipadores devem ter suas superfícies lisas, isentas de trincas, fissuras, rebarbas, quinas vivas e incrustações.

4.2.1.5 Soldas

As soldagens para ligações/conexões de componentes deverão ser de excelente qualidade e compatíveis com a aplicação afim, de forma que não prejudique as funções principais quanto ao funcionamento do dissipador.

4.2.1.6 Sinalização luminosa

O dispositivo Dissipador de Tensão deverá emitir sinais visuais luminosos, para níveis de tensão iguais ou superiores a 500V, quando o seu eletrodo estiver em contato elétrico com condutores energizados. A supervisão luminosa deverá ser composta por led's vermelhos.

Dada a resistência equivalente do banco de resistores da Tabela 5, e, da literatura, sabendo-se que os led's iluminam quando estão trabalhando dentro da região de polarização direta, mais especificamente na faixa de tensões de 2,5V a

3,7V, com correntes circulantes de 1mA a 20mA, respectivamente (queda de tensão sobre os led's é dependente da corrente que percorre o componente), verifica-se que ao se dividir a tensão de limiar (500V) pela resistência equivalente (entre 445k Ω e 492k Ω), a corrente mínima circulante pelos componentes será próxima de 1mA (já considerando a queda de tensão dos led's). O ajuste fino do nível de tensão de 500V (tensão encontrada nos terminais do banco de resistores) para iluminação dos led's poderá ser conseguido com a aplicação de resistores de películas de carbono e/ou potenciômetros (com níveis de resistências a serem livremente projetados, porém a serem informados).

O dissipador não deve emitir nenhum sinal luminoso na ausência de tensão ou inferior a 500V.

Os led's deverão ser fixados junto à caixa/estojo que acondiciona o banco de resistores. No tocante às ligações, os led's deverão ser ligados em série junto ao último resistor do banco. A conexão entre os led's e o banco de resistores, internamente, deverá ser realizada com os condutores especificados em 4.2.1.3, respeitando adicionalmente todos os critérios de segurança e rigidez, utilizando terminais/soldas apropriados.

Para esta sinalização luminosa deverão ser previstos 04 (quatro) led's vermelhos em associação série com o banco de resistores. A sinalização luminosa do dissipador deve ser mantida enquanto o mesmo permanecer em contato com qualquer ponto energizado igual ou acima de 500V da rede aérea de tração.

4.2.1.7 Aspectos construtivos

A distribuição dos condutores para associação série do banco de resistores e dos led's deverá ser realizada com intuito de segurança, dimensionada para este fim. Desta forma, deverão ser verificadas e atendidas, na montagem, as devidas distâncias de segurança entre os componentes resistores, led's e suas terminações, bem como a disposição dos condutores especiais montados na placa isolante de TVE.

Esta distância de segurança está ligada a rigidez dielétrica, para a tensão nominal de 3kVcc, entre terminações de resistores e led's que não são conectadas entre si, evitando-se assim o aparecimento de fugas e curto-circuito de componentes.

4.2.1.8 Utilização e umidade

O dissipador de tensão deve ser projetado para utilização interna e/ou externa, porém não deverá ser utilizado caso ocorra penetração de umidade no interior da caixa/estojo, oriunda de chuva ou condensação.

4.2.1.9 Peso

O dissipador de tensão não deve ultrapassar 3,0kg incluindo a sua caixa/estojo e o eletrodo de contato.

4.3 NORMAS TÉCNICAS

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, construção, controle de qualidade, inspeção e ensaios, sempre que necessário e pertinente, deverão ser obedecidos os procedimentos e condições contidas nas normas regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), em especial a NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade, normas técnicas nacionais (ABNT) e internacionais.

4.4 INSPEÇÃO E ENSAIOS

As inspeções/ensaios são compreendidas pela execução dos ensaios de rotina e testes em campo. Os itens 4.4.1 e 4.4.2 devem ser executados por trabalhadores autorizados, capacitados através do treinamento em NR-10 (Básico e SEP) e treinamento da utilização do banco de resistores no tempo de vigência.

4.4.1 Ensaios de rotina

Para os dissipadores de tensão, os ensaios de rotina completos serão:

- Inspeção visual;
- Tensão de acionamento dos led's, com indicação visual e percepção, com auxílio de um megômetro;
- Medição da resistência equivalente, com auxílio de um multímetro.

4.4.2 Ensaios em campo de pré-utilização

Os bancos de resistores, para uso na rede aérea de 3kVcc, devem ser submetidos a testes de campo preliminares, antes de sua utilização nas aplicações de constatação de ausência de tensão. Salienta-se que estes ensaios devem obedecer ao descrito em instrução técnica interna, contemplando:

- Inspeção visual;
- Medição da resistência equivalente, com auxílio de um multímetro.

4.5 TREINAMENTO

Deverá ser previsto programa de treinamento de pessoal, a fim de capacitar os empregados que irão utilizar os dissipadores de tensão, para uso na rede aérea de 3kVcc, nas aplicações de constatação de ausência de tensão.

Este treinamento deverá ser realizado após o desenvolvimento/fornecimento do dispositivo, atendendo a população alvo (equipe de rede aérea), o qual deverá ser teórico e prático. Quanto à duração do treinamento, o mesmo deverá ser realizado em 01 (um) dia, sendo este dia também reservado para avaliação do pessoal.

Tópicos, mínimos, a serem abordados durante o treinamento:

- Fabricação do banco de resistores:
- Arquitetura do conjunto e partes componentes;
- Operação do banco de resistores.
- Manuseio e cuidados com o dispositivo, utilização, inspeção e armazenamento;
- Pesquisa e diagnóstico de defeito do dispositivo.

5. CONCLUSÕES

O trabalho alcançou o objetivo proposto, que é garantir segurança necessária nas atividades de desenergização de circuito elétrico nos serviços de manutenção em linhas de alta tensão de empresa de ferroviária de transporte de passageiros, e detalhou todos os itens dispostos na NR10, que tratam especificamente sobre o tema. Apresentou as etapas requeridas no processo teórico, de estudo investigativo do caso e criando uma solução interna com o desenvolvimento de um novo equipamento de segurança denominado Dissipador de Tensão.

O novo equipamento de segurança implementado e atendendo requisitos da NR10, é seguramente uma ferramenta de preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores e das instalações no âmbito de atendimento de uma Norma Regulamentadora estabelecida pelo Ministério do Trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. **Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica 2013-2016**. São Paulo, 2017.

ARTHUR FLURY. **Voltage detector for catenary**. Disponível em: <http://www.aflury.com>. Acesso em: 05/02/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13534: Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13570: Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão – 1 kV até 34,2 kV**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14639: Posto de serviço – Instalações elétricas**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079: Equipamentos Elétricos para atmosferas explosivas**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60479: Efeitos da corrente sobre seres humanos e animais domésticos**. Rio de Janeiro, 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5418: Instalações elétricas em atmosferas explosivas**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6151: Classificação dos equipamentos elétricos e eletrônicos quanto à proteção contra os choques elétricos**. Rio de Janeiro, 1980.

ATS ELÉTRICA. **Conjunto aterramento**. Disponível em: <http://www.atseletrica.com.br/conjunto-aterramento.php>. Acesso em 27/01/2018.

BLOG DA SEGURANÇA DO TRABALHO. **Luvas isolantes, luvas de cobertura, cinto de segurança e protetor auricular**. Disponível em: <https://www.blogsegurancadotrabalho.com.br>. Acesso em: 25/01/2018.

BORPLAS. **Capacetes de segurança.** Disponível em: <http://borplas.com.br/equipamentos-de-seguranca-epi/capacetes-de-seguranca.php>. Acesso em 27/01/2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.** Brasil, 2004

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

CREDER, H. **Instalações elétricas.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1991.

DANNY EPI. **Óculos de segurança.** Disponível em: <http://www.danny.com.br>. Acesso em: 27/01/2018.

ELASTOBOR. **Máscara para proteção respiratória.** Disponível em: <http://www.elastobor.com.br>. Acesso em: 27/01/2018.

ELETROENSINO. **Arco elétrico.** Disponível em: <http://eletroensino.blogspot.com.br/2014/03/arco-eletrico-nocoos-basicas.html>. Acesso em 25/01/2018.

FAULT TREE APPLICATION GUIDE. **Análise de Arvore de falhas.** Disponível em: <https://valdecircosta.wordpress.com/2013/08/31/analise-de-risco-fmea-ou-fta/>. Acesso em: 25/01/2018.

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

FLUKE BRASIL. **Ponta de prova de alta tensão.** Disponível em: <http://www.fluke.com/fluke/brpt>. Acesso em 05/02/2018.

GESTÃO DA SEGURANÇA PRIVADA. **Análise preliminar de risco.** Disponível em: <https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/analise-preliminar-de-risco-apr>. Acesso em: 29/01/2018

IDEAL WORK. **Manual de EPI, EPC e Ferramental.** Arquivo técnico Ideal Work Engenharia, 2013.

IMPERIO DA SEGURANÇA. **Cones e bandeiras de sinalização.** Disponível em: <http://www.imperioseguranca.com.br>. Acesso em: 27/01/2018

INBEP. **Desenergização de instalações elétricas.** Disponível em: <http://blog.inbep.com.br/desenergizacao-de-instalacoes-eletricas>. Acesso em 25/01/2018.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Descargas Atmosféricas**. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/rindat/menu/desc.atm/>. Acesso em: 30/12/2016.

KINDERMANN, Geraldo. **Choque elétrico**. Porto Alegre: Editora Sagra Luzato, 2000.

MARLUVAS. **Calçado de segurança**. Disponível em: <http://www.marluvas.com.br/pt>. Acesso em: 24/03/2017.

MORAES, Giovanni Araújo. **Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas**. GVC, 2011.

NABAIS, Rui José da Silva. **Manual Básico de Engenharia Ferroviária**. São Paulo. Oficina de textos, 2014.

NOVO HORIZONTE EPI. **Protetores isolantes**. Disponível em: <http://www.novohorizonteepi.com.br>. Acesso em: 27/01/2018.

Occupational Safety and Health Administration. **OSHA 29 CFR 1910.147 - Control of Hazardous Energy**. USA.

PCMUSINA. **Confiabilidade**. Disponível em: <https://pcmusina.wordpress.com>. Acesso em 05/02/2018.

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

PERNAMBUCO DISTRIBUIDORA. **Dispositivos de bloqueio**. Disponível em: <http://www.pedistribuidora.com.br/?produtos&cat=23>. Acesso em: 27/01/2018.

RITZ DO BRASIL. **Detector de tensão e vara de manobra**. Disponível em: <http://www.ritzmg.com.br>. Acesso em: 27/01/2018.

SANTOS, Elton Cosmo de Souza. **Inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma empresa à norma regulamentadora NR-10**. USP- São Carlos, 2012.

SEGURANÇA DO TRABALHO NWN. **Análise de Riscos de Tarefa**. Disponível em: <https://segurancadotrabalhonwn.com/analise-de-risco-da-tarefa-download/#comments>. Acesso em 25/01/2018.

SETON. **Tapete de borracha isolante**. Disponível em: <http://blog.seton.com.br/tapetes-e-estrados.html>. Acesso em: 27/01/2018.

SINELTEPAR. **Ferramentas isoladas**. Disponível em: <http://www.sineltepar.org.br>. Acesso em: 24/03/2017.

SOUSA, João José Barrico; PEREIRA, Joaquim Gomes. **Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Nova NR-10**. LTr, 2005.

SUGLENT. **Voltímetro**. Disponível em: http://radiosurtidora.com/index.php?route=product/manufacturer/info&manufacturer_id=59. Acesso em: 05/02/2018.

TOWBAR. **Placas de sinalização**. Disponível em: <https://towbar.com.br/loja2>. Acesso em: 27/01/2018.

USE EPI. **Vestimenta de proteção contra Arco elétrico**. Disponível em: <http://useepis.com.br>. Acesso em: 24/03/2017.

WCONEX. **Instrumentos de medição**. Disponível em: <http://www.wconex.com>. Acesso em: 24/03/2017.

APÊNDICE A – PROTÓTIPO DISSIPADOR DE TENSÃO

Figura - Protótipo Dissipador de Tensão.



FONTE: Arquivo pessoal.

Figura - Adaptador do dissipador para conexão com vara de manobra.



FONTE: Arquivo pessoal.

Figura - Garra de aterramento do dissipador.



FONTE: Arquivo pessoal.

APÊNDICE B – TESTES DE VALIDAÇÃO

O trecho escolhido para validação dos testes do dissipador de tensão protótipo foi a região entre uma cabine seccionadora (CS) e subestação (SE), no circuito 2, por se tratar de localidade com histórico de acusação de presença de tensão, mesmo após seccionamento. Neste teste, utilizou-se:

- Detector de Tensão, fabricante ARTHUR FLURY ®;
- Ponta de prova de alta tensão FLUKE ® 80k-40; relação 1:1000 e resistência de entrada 1000MΩ;
- Voltímetro SIGLENT ® SHS 806;

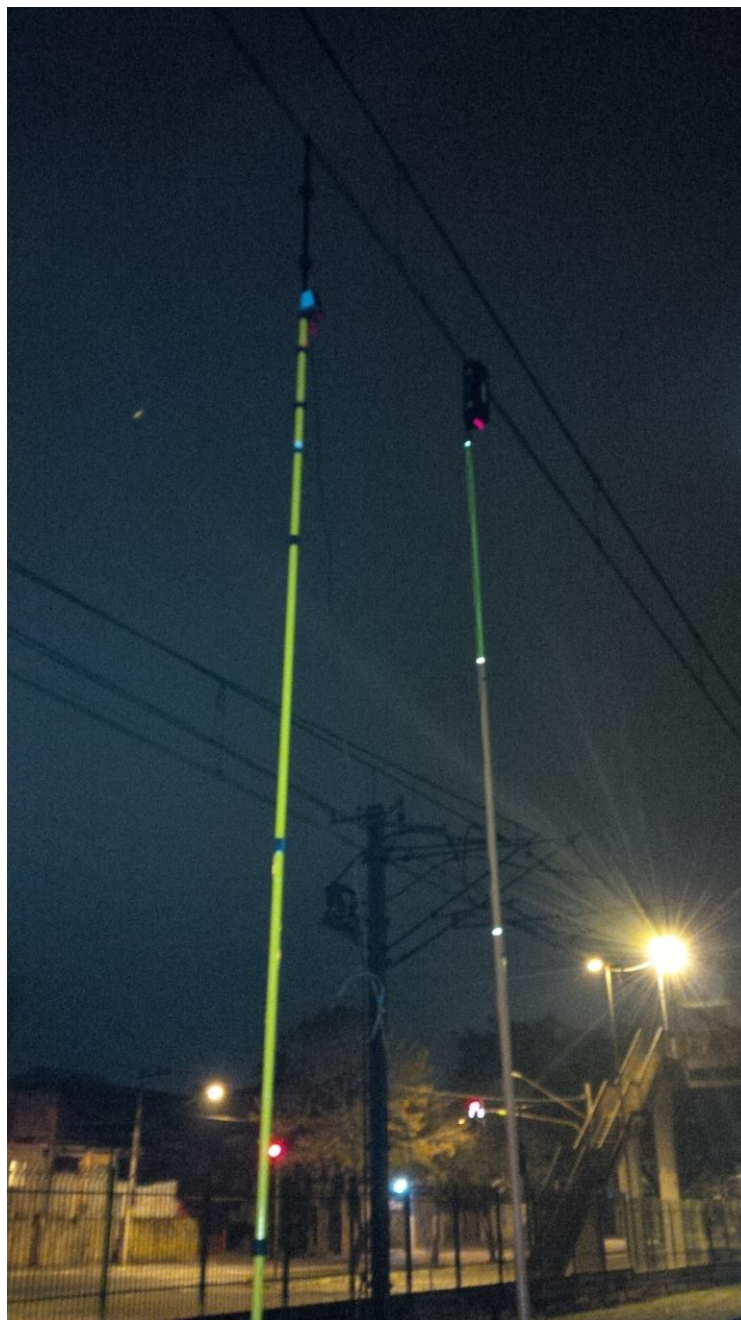
No teste do dia 28/08/2015 entre a CS e SE, no circuito 2, realizou-se várias medições:

- Circuito 2 desligada entre CS e chave seccionadora de campo. Circuito 1 ligado:
 - Após manobras acima, com auxílio do detector de tensão foi constatada presença de tensão no trecho seccionado (sonoro e luminoso do próprio detector);
 - Mantido o detector de tensão conectado na rede aérea do trecho seccionado (ainda com acusação de presença de tensão pela sinalização sonora e luminosa do equipamento), elevou-se o dissipador protótipo, conectando-o na rede aérea em paralelo com o detector de tensão. Neste instante, o detector de tensão cessou suas sinalizações sonora e luminosa, não acusando mais presença de tensão.
 - Medição “A” circuito 2 entre CS e chave secc. de campo: 44V;
 - Retirado o dissipador da rede aérea, o detector de tensão voltou a acusar presença de tensão no trecho seccionado pelo retorno da sinalização sonora e luminosa do equipamento;
 - Medição “B” circuito 2 entre CS e chave secc. de campo: 289V;

- ✓ OBS: A tensão de limiar do detector de tensão utilizado é de 100V para corrente contínua e 140V para corrente alternada;
- Conectado novamente o dissipador em paralelo com o detector de tensão na rede aérea seccionada, cessando a sinalização sonora e luminosa do detector, não acusando mais presença de tensão.
- Circuito 2 desligado entre CS e chave secc. de campo e circuito 1 desligada entre CS e SE:
 - Após manobras acima, com auxílio do detector de tensão foi constatada ausência de tensão no trecho seccionado (Circuito 2);
 - Mantido o detector de tensão conectado na rede aérea do trecho seccionado, conectou-se o dissipador na rede aérea em paralelo com o detector de tensão;
 - Medição “C” circuito 2 entre CS e chave secc. de campo: 44V.
- Circuitos 1 e 2 totalmente ligados:
 - Conectado o dissipador na rede aérea ligada, com intuito de verificar sua integridade e elevação de temperatura anormal de seus componentes;
 - Após 2 minutos, o dissipador foi desconectado da rede aérea e a avaliação de seus componentes foi satisfatória (não foi constatado sobreaquecimentos dos elementos resistores ou qualquer outra anomalia).

Teste finalizado, concluindo com êxito a validação do banco de resistores como complemento do equipamento detector de tensão na constatação de ausência de tensão elétrica da rede aérea de 3kVcc da empresa.

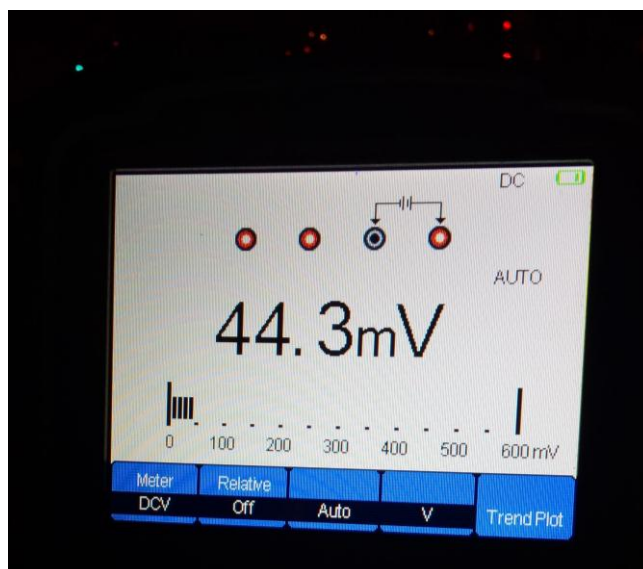
Figura – Dissipador de tensão protótipo (à direita) conectado em paralelo com detector de tensão (à esquerda) em 28.08.2015.



FONTE: Arquivo pessoal.

Medição “A” via 02 entre CS e chave seccionadora de campo: 44V (ponta de prova 1:1000) – Multiplicar 44,3mV x 1000 \approx 44V:

Figura - Medição “B”.



FONTE: Arquivo pessoal.

Medição “B” via 02 entre CS e chave seccionadora de campo: 289V:

Figura - Medição “B”.



FONTE: Arquivo pessoal.

Medição "C" via 02 entre CS e chave seccionadora de campo: 289V:

Figura - Testes Medição "C".



FONTE: Arquivo pessoal.

APÊNDICE C – ANÁLISE DE RISCO DE TAREFA UTILIZADA NOS SERVIÇOS DE TESTES

ANÁLISE DE RISCO DA TAREFA - ART																	
			ART Nº	DATA	HORA	SSA nº											
			LOCAL		LINHA	OSM nº											
			PREVENTIVA <input type="checkbox"/>		CORRETIVA <input type="checkbox"/>		PM nº										
			DESCRIÇÃO DO SERVIÇO			CS nº											
						FALHA nº											
ETAPA 1 - PREPARAÇÃO DA TAREFA																	
C O N F E R I R	<input type="checkbox"/>	Programação - SSA/OSM/PM/CS/FALHA	<input type="checkbox"/>	Equipamentos													
	<input type="checkbox"/>	Meios de comunicação (Testar rádio, etc)	<input type="checkbox"/>	Peças / acessórios													
	<input type="checkbox"/>	EPI - equipamentos de proteção individual	<input type="checkbox"/>	Detectores de tensão													
	<input type="checkbox"/>	EPC - proteção coletiva (TESTAR)	<input type="checkbox"/>	Liberção do circuito													
	<input type="checkbox"/>	Bastões e aterramentos	<input type="checkbox"/>	Travamento plataforma (vagão R/A)													
	<input type="checkbox"/>	Ausência de adornos pessoais (anéis, etc)	<input type="checkbox"/>	Necessidade segurança armada													
	<input type="checkbox"/>	Ferramentas manuais	<input type="checkbox"/>	Comunicação com a concessionária													
	<input type="checkbox"/>	Ferramentas elétricas	<input type="checkbox"/>	Instrução da equipe sobre a tarefa													
ETAPA 2 - DESLOCAMENTO / TRANSPORTE																	
<input type="checkbox"/> TREM <input type="checkbox"/> A PÉ <input type="checkbox"/> VEÍCULO RODOVIÁRIO <input type="checkbox"/> VEÍCULO DE MANUTENÇÃO <input type="checkbox"/> OUTROS																	
ETAPA 3 - EXECUÇÃO																	
V E R I F I C A R	<input type="checkbox"/>	Deslocamento no local da tarefa	<input type="checkbox"/>	Aterramento do circuito													
	<input type="checkbox"/>	Posicionamento no local da tarefa	<input type="checkbox"/>	Posicionamento ferramentas / peças e acessórios													
	<input type="checkbox"/>	Desligamentos / seccionamentos	<input type="checkbox"/>	Posicionamento do guarda-corpo (vagão R/A)													
	<input type="checkbox"/>	Bloqueios / travamentos / sinalização	<input type="checkbox"/>	Gabarito / desgaste de fio contato / altura de fio / retencionamento / substituição de peças (R/A)													
	<input type="checkbox"/>	Ausência de tensão															
ETAPA 4 - FINALIZAÇÃO																	
<input type="checkbox"/> Guardar ferramentas / peças / acessórios <input type="checkbox"/> Manusear / remover resíduos <input type="checkbox"/> R/A Conferir travamento da plataforma giratória <input type="checkbox"/> R/A Baixar guarda-corpo <input type="checkbox"/> R/A Verificar a ausência de empregados na plataforma					<input type="checkbox"/> Retirar o aterramento do circuito <input type="checkbox"/> Deslocamento para religamento <input type="checkbox"/> Religamento <input type="checkbox"/> Desmobilização <input type="checkbox"/> Outros												
POTENCIAL DE ACIDENTES OU RISCOS					ENVOLVIDOS - RISCOS OCUPACIONAIS												
	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4						
Choque elétrico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ruído		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Queimadura		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ergonômico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Animais peçonhentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incêndio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Biológico (bactérias, vírus etc.)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Indução eletromagnética		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Químico (poeira, combustível, etc.)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acidentes com os olhos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Queda acidental		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Impacto (queda de objetos)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Ferimentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colisão de veículos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Batida contra obstáculos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Intempéries		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Atropelamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Assalto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Gases / Vapores		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
PROCEDIMENTOS SEGURO DE TRABALHO RECOMENDADO																	
Obedecer distâncias <input type="checkbox"/> 3kv - <input type="checkbox"/> 4.4 kv - <input type="checkbox"/> 6.6 kv - <input type="checkbox"/> 13.2 kv - <input type="checkbox"/> 25 kv - <input type="checkbox"/> 34.5 kv - <input type="checkbox"/> 88 kv - <input type="checkbox"/> 138 kv																	
	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4						
Obedecer PM.CPTM nº		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar ausência de tensão		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Atenção nos deslocamentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limpar/organizar local		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Obedecer normas de trânsito		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Atender normas tráfego ferroviário		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Usar ferramentas adequadas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Iluminação adequada		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Sinalização adequada		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Postura correta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4						
U S A R E P I	<input type="checkbox"/>	Botina de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Capacete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Luva isolante de alta tensão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Luvas (diversas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Óculos de proteção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Protetor auricular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Kit Cinto de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Capa/conjunto para chuva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Mascaras diversas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	Vestimenta retardante de chama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	Capa/capuz retardante de chama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4						
E	<input type="checkbox"/>	Kit de aterramento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
P	<input type="checkbox"/>	Kit de sinalização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
C	<input type="checkbox"/>	Sensor de tensão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Obs:																	
NOME DO EMPREGADO			MATRÍCULA			VISTO			NOME DO EMPREGADO			MATRÍCULA			VISTO		
Nome, matrícula e assinatura do responsável pelo preenchimento - Supervisor, Encarregado, Profissional de maior qualificação e na ausência destes o de mais tempo na função.																	
6017 (FRENTE)																	

FONTE: Arquivo pessoal.

DISTÂNCIA DE SEGURANÇA			
CLASSE DE TENSÃO EM KV	DISTÂNCIA EM METROS		
	ZONA DE RISCO	ZONA CONTROLADA	ZONA LIVRE
<1	0,20	0,70	0,90
1 -3	0,22	1,22	1,44
6 -10	0,35	1,35	1,70
10 -15	0,38	1,38	1,76
36 -45	0,63	1,63	2,26
60 -70	0,90	1,90	2,80
70 -110	1,00	2,00	3,00
110 -132	1,10	3,10	4,10
132 -150	1,20	3,20	4,40

17 REGRAS BASICAS DE SEGURANÇA

- Só executar serviços de manutenção em circuitos, sistemas, componentes, dispositivos que forem previamente solicitados, planejados e programados através de SSA, OSM, Falha.
- Confira, antes de sair, se todos os EPI's, EPC's, ferramentas, equipamentos e veículos estão em ordem e em condições seguras. O uso de EPI's e EPC's é obrigatório.
- Sinalize o local de trabalho de forma adequada para condições seguras.
- Antes de iniciar o serviço, o responsável e a equipe deve preencher a A.R.T. A análise deve apontar todas as situações de risco e as formas de controle. Se durante a atividade a equipe encontrar uma situação não prevista, deve parar - refazer a A.R.T. providenciando as medidas de segurança.
- Durante toda a atividade, o trabalhador de solo ou de apoio deve acompanhar atentamente o serviço do executante, verificando se ele está seguindo procedimento seguro. Quando isso não acontecer, deve ordenar a imediata interrupção dos trabalhos.
- Só inicie a execução de serviços programados e de emergência após obter a autorização do CIM ou CCO.
- Nunca inicie a execução de um serviço com desligamento no sistema elétrico sem antes efetuar o teste de ausência de tensão, o aterramento temporário e sem estar utilizando todos EPI's e os EPC's necessários. O trabalho deverá sempre ser realizado entre pontos aterrados e sinalizados.
- Nunca energize ou desenergize um trecho do sistema elétrico sem antes solicitar a autorização do CIM ou CCO. Para a energização de qualquer instalação, é obrigatório que todos os membros da equipe estejam afastados da rede, mas dentro do alcance visual do responsável em campo.
- Não é permitido a execução de serviços em circuitos elétricos energizados, providencie desligamento e/ou desenergização.
- Sempre posicione corretamente a escada. Nunca deixe de amarrá-la, cruzando a perna no degrau enquanto executa esta atividade. Sempre ancore o cinturão de segurança antes de iniciar qualquer serviço em altura.
- Em caso de dúvida, sempre peça orientação ao responsável imediato ou à sua chefia. Não tenha medo ou vergonha de pedir esclarecimentos ou ajuda aos seus companheiros.
- Nas atividades de desligamento / religamento de circuito, sempre utilize equipamentos de proteção coletivos ou individuais indicados, em perfeito estado de conservação.
- Não é permitido subir em escadas carregando materiais e equipamentos. Deve ser utilizado conjunto de carretilha, corda, gancho, sacola de ferramentas ou dispositivos apropriados.
- Em caso de acidentes com vítimas, a chefia imediata deve viabilizar o socorro para o Hospital ou Pronto Socorro mais próximo. A chefia imediata deve acompanhar ou indicar acompanhante para o acidentado ao atendimento médico. O CIM / CCO deve ser avisado imediatamente em caso de qualquer acidente.
- Durante toda a execução do serviço, evite brincadeiras ou distrações, visando sempre manter adequada concentração nas atividades.
- Não utilizar adornos (anéis, pulseiras, piercing, etc) e cabelos compridos soltos durante a execução dos trabalhos.
- "N.R.10 - RISCOS ELÉTRICOS 10.14.1 DIREITO DE RECUSA: Os trabalhadores devem interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis." Em caso de recusa ao trabalho o empregado comunicará por escrito ao superior imediato para as providências cabíveis.**

Observações:

NOME DO EMPREGADO	MATRÍCULA	VISTO	NOME DO EMPREGADO	MATRÍCULA	VISTO

NOME RESPONSÁVEL P/ PREENCHIMENTO / MATRÍCULA / ASSINATURA

6017 (VERSO)

FONTE: Arquivo pessoal.