

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola Politécnica da USP
PECE
Programa de Educação Continuada

JULIAN VILLELIA PADILLA

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS À NORMA DE
SEGURANÇA NR-10.**

EPMI
ESP/EST-2008
P134a

São Paulo

2008

JULIAN VILLELIA PADILLA

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS À NORMA DE
SEGURANÇA NR-10.**

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

FICHA CATALOGRÁFICA

São Paulo

2008

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de levantamentos realizados nas instalações elétricas de 10 (dez) estabelecimentos industriais e comerciais sob o ponto de vista de segurança das instalações e dos serviços de manutenção realizados pelos seus profissionais. O objetivo principal deste trabalho é apresentar as análises e considerações objetivando contribuir para o aumento da segurança nestas instalações com base na Norma Regulamentadora NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Palavras chave: segurança, eletricidade, NR-10

ABSTRACT

This work presents the results of surveys carried through in the electric installations of 10 (ten) industrial and commercial establishments under the point of view of security of the installations and the services of maintenance carried through by its professionals. The main objective of this work is to present the analyses being objectified on the basis of to contribute for the increase of the security in these installations having as reference "Norma Regulamentadora NR-10" of the Ministry of the Work and Job that deals with the security in installations and services in electricity.

Key words: security, electricity, NR-10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Efeitos do arco elétrico em painéis elétricos.....	10
Figura 2 – Zonas de tempo e corrente. Efeitos do choque elétrico	16
Figura 3 – Efeitos fisiológicos diretos da eletricidade.....	17
Figura 4 – Efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade.....	17
Figura 5 – Circulação da corrente no corpo humano.....	18
Figura 6 – A resistência interna do corpo humano para diferentes percursos	20
Figura 7 – Comparação de óbitos setor elétrico versus óbitos geral.....	24
Figura 8 – Custo total estimado de acidentes de trabalho do setor elétrico.....	26
Figura 9 – Exemplo de diagrama unifilar de uma instalação elétrica.....	31
Figura 10 – Fotos de painéis elétricos sem condições de segurança.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da resistência da pele humana conforme NBR 5410.... 20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentada
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
IEC	International Electrotechnical Commission
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade.
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
EPI	Equipamento de proteção individual
EPC	Equipamento de proteção coletiva
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
FUNCOGE	Fundação COGE (antigo Comitê de Gestão Empresarial)
PCH	Pequenas Centrais Hidroelétricas.
UL	Tensão de contato limite em volts
DR	Dispositivo de proteção diferencial – residual.
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	Occupation Safety and Health Administration.

LISTA DE SIMBOLOS

A	Ampère
mA	mili Ampère
V	Volt
KV	Quilo Volt
W	Watt
kW	Quilo Watt
MW	Mega Watt
AC / CA	Corrente alternada
CC / DC	Corrente contínua
Hz	Hertz
Ω	Ohm

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – Objetivo.....	2
1.2 – Justificativas.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 – Origem histórica.....	3
2.2 – Conceitos de eletricidade fundamentais para a segurança das pessoas..	4
2.2.1 – Potencial elétrico (tensão elétrica).....	4
2.2.2 – Corrente elétrica.....	4
2.2.3 – Resistência elétrica (impedância).....	6
2.2.4 – Potência elétrica.....	6
2.2.5 – Leis de Ohm.....	7
2.3 – Perigos e riscos da eletricidade.....	8
2.3.1 – Arco elétrico.....	9
2.3.1.1 – Perigos do arco elétrico.....	10
2.3.1.2 – Causa de arcos elétricos.....	11
2.3.1.3 – Medidas de prevenção de arcos elétricos.....	11
2.3.2 – Choque elétrico.....	12
2.3.2.1 – Causas do choque elétrico.....	13
2.3.2.2 – Gravidade do choque elétrico.....	14
2.3.2.3 – Situações da corrente elétrica através do corpo.....	18
2.3.2.4 – Impedância do corpo humano.....	19
2.3.2.5 – Medidas de prevenção de acidentes com o choque elétrico.....	21
2.4 – Perdas e estatísticas relacionadas aos acidentes com eletricidade.....	22
3. METODOLOGIA ADOTADA.....	27
4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS REAIS E RESPECTIVAS ANÁLISES.....	28
4.1 – Capacitação e treinamento dos profissionais.....	28
4.2 – Documentação da instalação.....	31
4.3 – Condições de segurança das instalações.....	35
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXO 1 Especificação de serviços para projeto elétrico.....	44

1. INTRODUÇÃO

A publicação da Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego N° 598 de 07/12/04 com revisão da Norma Regulamentadora N° 10 (NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) teve uma grande repercussão entre os profissionais atuantes com instalações elétricas em função da sua abrangência e conteúdo comparando com a versão anterior desta mesma norma publicada em 1.978. Esta Norma dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, destinados a garantir a saúde dos trabalhadores que diretamente ou indiretamente interagem em instalações elétricas e serviços com eletricidade nos mais diversos usos e aplicações e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

O atendimento da nova norma NR-10 resultou em uma grande evolução qualitativa nos trabalhos com eletricidade e forçou as empresas a analisarem suas instalações elétricas e melhorar a qualidade dos serviços realizados no sentido de aumentar as condições de segurança.

Entretanto após quatro anos da publicação da última versão da Norma NR-10 ainda se observam em muitas instalações casos de não conformidade por uma série de motivos que serão abordados com mais profundidade no decorrer deste trabalho e que demandam ajustes, seja nas instalações elétricas, seja em uma fiscalização mais eficaz, seja em uma capacitação maior aos profissionais envolvidos, seja no aumento da conscientização dos empresários e responsáveis pelas instalações objetivando aumentar as condições de segurança.

1.1 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar situações reais verificadas em 10 (dez) instalações elétricas indústrias e comerciais, que estão em desacordo com as normas e sugerir formas de sanar ou pelo menos minimizar as situações de não conformidade que comprometem a segurança das pessoas e das instalações.

1.2 - Justificativas

As estatísticas oficiais de acidentes com vítimas mortais em eletricidade apresentam valores percentuais relativos elevados como será mostrado ao longo deste trabalho e foram motivadoras da recente revisão da norma NR-10 para minimizar os índices de acidentes mortais.

A eletricidade é um perigo imperceptível para o ser humano e por conta disto as pessoas ficam expostas a situações de risco ignoradas ou subestimadas.

A eletricidade está presente em todos os ambientes sejam residenciais, comerciais, industriais e também nas vias públicas e as pessoas estão diretamente ou indiretamente submetidas aos riscos decorrentes da sua presença o que justifica que sejam tomados todos os cuidados e precauções para evitar o perigo e minimizar os acidentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Origem Histórica.

As propriedades elétricas de certos materiais já eram conhecidas por civilizações antigas e no ano 600 AC Tales de Mileto comprovou que o atrito no âmbar atraía materiais leves. Este fato originou o nome eletricidade, pois no vocabulário grego "elektron" significa âmbar.

No século XVI iniciaram os primeiros estudos sistemáticos e científicos da eletricidade até que ao final do século XIX foi desenvolvida a aplicação prática mais significativa com a descoberta da lâmpada incandescente por Thomas Alva Edison. Nesta mesma época teve início a implantação das primeiras redes de distribuição de eletricidade.

O aumento substancial das aplicações e da utilização da energia elétrica levou pesquisadores de diversos países a realizarem estudos sobre os perigos que a corrente elétrica pode causar ao passar pelo corpo humano.

Em 1930 iniciaram-se as pesquisas sobre o assunto, com os estudos pioneiros de H. Freiburger e L.P. Ferris, aos quais se seguiram os de C. F. Dalziel, W.B. Kouwenhoven, W.R. Lee, P. Osypka, H. Antoni entre outros. Com o objetivo de avaliar o grau de periculosidade da corrente elétrica, esses estudiosos realizaram experiências com animais, seres humanos e cadáveres.

O documento internacional, considerado orientação básica no que diz respeito à proteção contra choques elétricos em instalações elétricas, é a publicação nº 479 da IEC (*Effects of current passing through the human body*), que consolida os estudos realizados sobre o assunto. A norma brasileira NBR 6533, de 1981

(Estabelecimento de segurança aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano) se baseou integralmente nas publicações do IEC.

2.2 Conceitos de eletricidade fundamentais para a segurança das pessoas.

Para uma melhor compreensão dos riscos da eletricidade aos seres vivos faz-se necessário a apresentação dos seguintes conceitos básicos:

- potencial elétrico (tensão elétrica)
- corrente elétrica
- resistência elétrica (impedância).

2.2.1 Potencial elétrico (tensão elétrica)

O potencial elétrico, ou tensão elétrica, é representado pela diferença entre as concentrações de elétrons (carga elétrica) entre dois pontos de um condutor. Pode ser gerado mecanicamente através de geradores, ou quimicamente por baterias.

A unidade de tensão elétrica é o *volt*, cujo símbolo é o V, e sua medida é determinada pelo voltímetro. A tensão elétrica é uma força potencial, e sua existência independe de correntes elétricas. Mas, por outro lado, a corrente elétrica depende do impulso da tensão para poder fluir pelo condutor.

2.2.2 Corrente elétrica

A corrente elétrica ou fluxo elétrico ocorre quando há o movimento intenso de elétrons livres num mesmo sentido. Sua intensidade caracteriza-se pelo número de

elétrons livres que atravessa uma determinada seção do condutor na unidade de tempo. A unidade de intensidade elétrica é o ampère (A), e a mesma é medida pelo amperímetro. A corrente elétrica pode ser alternada (CA ou AC), quando sua intensidade varia sensivelmente com o tempo; ou pode ser contínua (CC ou DC), quando sua intensidade é constante ou varia muito pouco, sem inversão de sentido.

A circulação a corrente elétrica produz os seguintes efeitos: Joule, eletromagnético, eletroquímico, luminoso e fisiológico.

Efeito Joule - a circulação do fluxo de corrente elétrica em um condutor apresenta um fenómeno de produção de calor, resultado das violentas colisões dos elétrons livres com os átomos dos condutores- Essa velocidade de deslocamento dos elétrons livres aumenta o impacto com os átomos e, adicionada à velocidade própria de translação em torno do núcleo, gera o efeito de agitação entre eles, produzindo efeito térmico denominado de Efeito Joule (RAMALHO JÚNIOR, 1999).

Efeito eletromagnético - em torno dos condutores em que circula um fluxo de corrente, cria-se um campo magnético perpendicular ao sentido de condução. Esse fenómeno, proveniente da criação do campo magnético, pode ser demonstrado por vários efeitos, como o deslocamento de ímãs em torno de condutores (CAMINHA, 1977).

Efeito eletroquímico - o fluxo elétrico pode produzir ação química ao circular em soluções eletrolíticas. Esse fenómeno é verificado no recobrimento de metais por deposição de material, como galvanoplastia e cromação, e na carga e descarga dos acumuladores elétricos, as baterias (RAMALHO JÚNIOR, 1999).

Efeito luminoso - o fluxo elétrico circulando em meio gasoso, como em lâmpadas de vapor de mercúrio, sódio, néon, argônio ou outros gases similares, produz luz (CAMINHA, 1977).

Efeito fisiológico - resulta da passagem do fluxo elétrico por organismos vivos, podendo agir diretamente no sistema nervoso muscular e cardíaco (GUYTON; HALL, 2002).

2.2.3 Resistência elétrica (impedância).

A resistência elétrica é a oposição à passagem da corrente elétrica característica de cada condutor. É influenciada pela constituição do material, suas dimensões, área de seção transversal e temperatura. A resistência de um condutor de seção uniforme é dada por:

$$R = \rho \times L / A \quad (1)$$

Onde: R – resistência elétrica;
 L – comprimento do condutor;
 A – área de seção do condutor;
 ρ – resistividade.

A unidade de resistência elétrica é o ohm (Ω), e é medida pelo ohmímetro.

2.2.4 Potência elétrica

A potência elétrica é o trabalho elétrico efetuado num determinado intervalo de tempo. É a capacidade de produzir trabalho ou de consumir energia. A potência elétrica, para um circuito puramente resistivo, resulta do produto entre a tensão e a corrente elétricas. Sua unidade de medida é o Watt (W), e é medida pelo wattímetro.

2.2.5 Leis de Ohm

George Ohm estabeleceu em 1827 uma fórmula que relaciona a causa da passagem de corrente, que é a diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, seu efeito, representado pela intensidade da corrente elétrica que atravessa o condutor, e a resistência elétrica, dificuldade que a corrente tem para fluir pelo condutor.

A primeira lei de Ohm estabelece que a intensidade da corrente elétrica "I" que percorre um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial "V" que a produz, e inversamente proporcional à resistência "R" do condutor:

$$I = V / R \quad (2)$$

Onde: I – corrente elétrica (A);

V – tensão (V);

R – resistência (Ω).

A segunda lei de Ohm é justamente a relação, num circuito puramente resistivo, entre potência elétrica, tensão e intensidade de corrente elétricas:

$$P = V \times I \quad (3)$$

Onde: I = intensidade de corrente elétrica (A)

V = tensão elétrica (V)

P = potência elétrica (W).

A energia elétrica, ou trabalho elétrico efetuado, é dada pelo produto da potência elétrica P pelo tempo t de ocorrência do fenômeno elétrico:

$$T = P \times t \quad (4)$$

Onde: T = energia elétrica ou trabalho efetuado (Wh)

t = tempo de ocorrência do fenômeno (h)

P = potência elétrica (W)

A energia elétrica é medida, comumente para fins comerciais, em watt hora (Wh) ou quilowatt hora (kWh).

2.3 Perigos e riscos da eletricidade

A eletricidade é muitas vezes citada como a “assassina silenciosa”. Isso porque ela não pode ser vista, ouvida, degustada ou cheirada. Ela é essencialmente invisível para os sentidos humanos. A eletricidade há muito é reconhecida como um grave perigo no ambiente de trabalho, expondo os empregados ao choque elétrico, o qual pode resultar em eletrocussão, graves queimaduras, ou quedas que resultam danos adicionais ou até mesmo a morte; bem como queimaduras e explosões causadas pelos arcos elétricos. (NEITZEL, 2008).

A seguir estão descritos os riscos existentes nos serviços com eletricidade, sendo eles: arco elétrico e choque elétrico.

2.3.1 Arco elétrico

O arco elétrico é a passagem de corrente elétrica de um para outro ponto condutor, num meio gasoso e cuja intensidade vai depender, entre outros fatores, da diferença de potencial, da capacidade da fonte e da resistividade do meio onde ele ocorre.

A temperatura de um arco elétrico é extremamente elevada e o calor por ele gerado se propaga tanto por condução, por convecção, como por irradiação.

O arco elétrico pode existir de uma forma intensa e controlada como nos casos de solda elétrica e fornos industriais ou com liberação de pequena quantidade de calor como nos casos de interruptores para lâmpadas.

No caso de falhas elétricas ou curto circuito é um fenômeno indesejável que libera uma enorme quantidade de calor. Este fenômeno, além da liberação de calor, libera partículas de metais ionizadas que eventualmente podem conduzir correntes, deslocamento de ar com aparecimento de alta pressão, prejudicial ao sistema auditivo, e raios ultravioletas prejudiciais à visão.

A quantidade de energia irá determinar a temperatura do arco, que pode alcançar cerca de 20.000 graus Celsius. A única fonte de calor conhecida que pode produzir uma temperatura maior é o *laser*, que produz uma temperatura de 100.000 graus Celsius. (NEITZEL, 2008)

2.3.1.1 Perigos do arco elétrico

O arco elétrico em redes elétricas de grande potência possui energia suficiente para iniciar a combustão de materiais, derreter metais e a onda de choque ou sobrepressão gerada pelo arco pode destruir os invólucros e compartimentos dos painéis elétricos, caso eles não tenham sido projetados e construídos adequadamente.

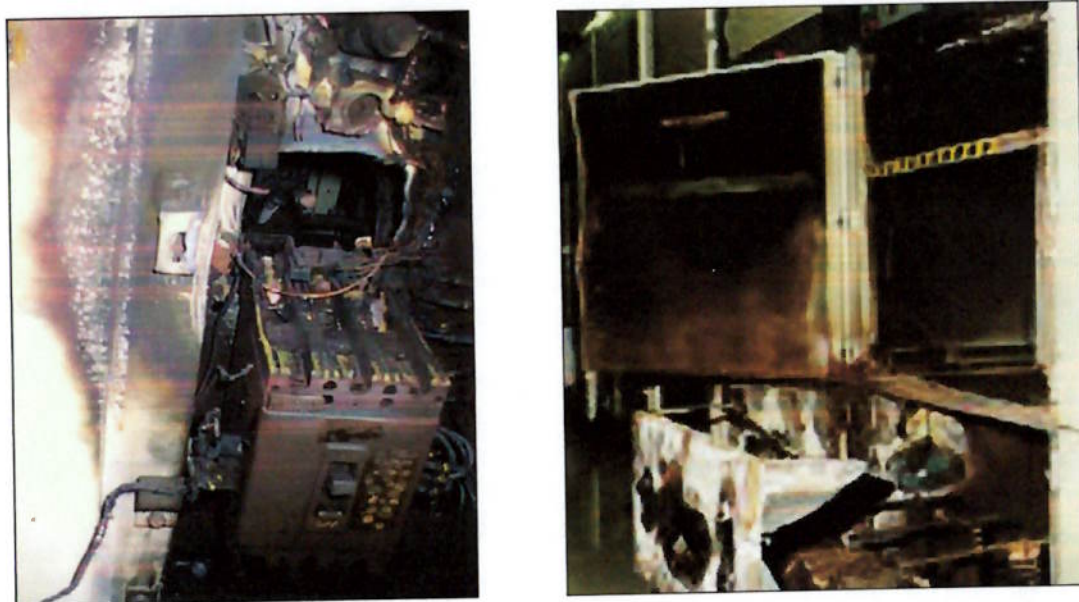


Figura 1: Efeitos de arco elétrico em painéis elétricos.

As pessoas expostas ao arco elétrico sem proteção adequada sofrerão queimaduras que podem ser de segundo e de até terceiro grau.

O montante de energia do arco elétrico é função da capacidade da rede elétrica e do tempo de resposta das proteções elétricas para desligar o circuito.

2.3.1.2. Causas de arcos elétricos

Os seguintes eventos podem provocar arcos elétricos:

- a) Ocorrência de curto-circuitos.
- b) Abertura em carga de chaves seccionadoras ou interruptores sem compartimento de extinção de arco.
- c) Queda de ferramentas metálicas em partes sob tensão e desprotegidas.
- d) Falhas de equipamentos de medição ou ajustados de forma equivocada.
- e) Presença de pequenos animais e roedores no interior de painéis, compartimentos com barramentos ou galerias de cabos elétricos sob tensão elétrica.

2.3.1.3. Medidas de prevenção de arcos elétricos.

Os efeitos danosos dos arcos elétricos podem ser drasticamente reduzidos com as seguintes providências:

- a) Emprego de dispositivos de interrupção sob carga e adequadamente dimensionados.
- b) Construção de painéis elétricos dimensionados para suportar os esforços eletromecânicos de curto circuito.
- c) Dimensionamento e ajuste adequado das proteções elétricas (fusíveis, disjuntores e relés de proteção).
- d) Emprego de sensores de arco elétrico com rápida resposta para desligamento de disjuntores.
- e) Uso de barreiras e telas de proteção que evitem o contato de pequenos animais em partes sob tensão em painéis e salas elétricas.

- f) Uso de vestimenta com tecidos adequados e resistentes ao calor, luvas, óculos e proteções para a face para os profissionais de manutenção.
- g) Uso de ferramentas isoladas e equipamentos de medição apropriados para as condições do serviço, de boa qualidade e com certificação oficial.

2.3.2 Choque elétrico

O choque elétrico é um estímulo rápido e acidental do sistema nervoso do corpo humano causado pela passagem de uma corrente elétrica. A passagem da corrente elétrica ocorre quando o corpo é submetido a uma tensão elétrica suficiente para vencer a sua impedância. O resultado da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano é desde uma sensação de formigamento até sensações dolorosas com contração muscular.

Toda a atividade biológica seja ela glandular ou nervosa ou muscular é originada de impulsos de corrente elétrica. Se a essa corrente fisiológica for acrescentada outra corrente externa, devido a um contato elétrico, ocorrerão no organismo humano alterações das funções vitais normais. No caso de intensidade de correntes maiores, além da sensação de dor pode ocorrer lesão muscular ou até mesmo a paralisação do coração e do sistema respiratório.

A gravidade do choque elétrico é determinada pela intensidade de corrente que o provocou e que depende basicamente dos seguintes fatores:

- Diferença de potencial a que foi submetido o corpo;
- Área de contato do corpo;
- Pressão de contato;
- Umidade da superfície de contato

- Duração do contato;
- Tensão de contato;
- Fatores psicológicos.

Como efeitos diretos do choque elétrico, podem ser citados: a morte, a fibrilação do coração, queimaduras, contrações violentas dos músculos, formigamento, e como efeitos indiretos, as quedas e as batidas.

Choque elétrico pode ser classificado em três categorias:

- Contato direto (com um circuito energizado);
- Contato indireto (com um corpo eletrizado);
- Ação direta ou indireta de descargas atmosféricas.

2.3.2.1 Causas do choque elétrico

Vários fatores aumentam consideravelmente a chance de ocorrência de um choque elétrico, tais como: o desgaste de materiais e equipamentos nas instalações elétricas antigas, falta de manutenção periódica e adequada nas instalações elétricas; inadequação na execução das instalações elétricas; utilização de materiais elétricos de baixa qualidade, onde a "economia" é colocada em primeiro plano, em detrimento da segurança e durabilidade das instalações elétricas; elaboração de projetos elétricos de forma inadequada, sem contemplar os requisitos mínimos de segurança e qualidade exigidos pelas normas técnicas competentes, desatenção dos profissionais de manutenção nos serviços em eletricidade e desconhecimento de pessoas leigas dos perigos existentes em equipamentos elétricos. (KINDERMANN, 2000)

Além desses fatores, podemos destacar outros fatores que facilitam a ocorrência do choque elétrico:

- Contato em condutores e equipamentos energizados, nus ou com a proteção retirada, como os cabos aéreos de distribuição de energia elétrica que podem ser tocados por guindastes, escadas e antenas, acabam fazendo parte do circuito elétrico e proporcionando risco de morte à pessoa que tocar nesses equipamentos e mantiver contato com o solo.

- Contato nos terminais de capacitores, que mesmo desligados levam certo tempo para descarregar totalmente suas cargas elétricas.

- Falhas na isolação elétrica dos condutores (capa protetora), que podem ser causadas por:

- A- Desgaste por agentes agressivos (calor, umidade, oxidação, ultravioleta, produtos químicos) que levam à ruptura de alguns polímeros usados na elaboração dos materiais isolantes

- B- Altas tensões aplicadas em ensaios elétricos (tensão aplicada) que degradam e reduzem a capacidade de isolação das capas e materiais isolantes.

- C- Envelhecimento natural e uso inadequado dos condutores, como nos danos mecânicos causados pela abrasão e vibração nas superfícies próximas aos mesmos; os cortes, flexões e torções do recobrimento dos condutores quando próximos a superfícies cortantes e sinuosas.

2.3.2.2 Gravidade do choque elétrico

Ao passar pelo corpo humano a corrente elétrica danifica os tecidos e lesa os transmissores nervosos e cerebrais, provoca coágulos nos vasos sanguíneos e pode

paralisar a respiração e os músculos cardíacos. A corrente elétrica pode matar imediatamente ou pode colocar a pessoa inconsciente, a corrente faz os músculos se contraírem na frequência da corrente alternada. A sensibilidade do organismo à passagem de corrente elétrica inicia em um ponto conhecido como "Limiar de Sensação" e que ocorre com uma intensidade de corrente de 1mA para corrente alternada e 5mA para corrente contínua.

Os efeitos da corrente elétrica no corpo humano dependem:

- a – De sua intensidade;
- b – Do tempo de contato;
- c – Do seu percurso;
- d – Impedância do corpo humano.

É importante salientar que desde 1974, através da publicação N° 479 da IEC, eram definidas cinco zonas de efeitos para correntes alternadas de 50 ou 60 Hz e leva em consideração pessoas que pesam 50 kg e um trajeto de corrente entre as extremidades do corpo (mão/mão ou mão/pé), mostradas na Figura 2.

A Zona 1 é aquela em que a corrente elétrica não produz reação alguma no corpo humano. Situa-se abaixo do chamado *limiar de percepção* (0,5 mA) e é representada pela reta a da Figura 2. É importante salientar que esse valor varia de acordo com a pessoa, sendo menor para mulheres e crianças.

A Zona 2 é aquela em que a corrente não produz nenhum efeito patofisiológico perigoso. Está entre o limiar de percepção e a *curva limite de corrente patofisiologicamente perigoso* (curva b).

Na Zona 3, compreendida entre a curva b e a curva c, não há risco de fibrilação ventricular, mas a corrente pode provocar outros inconvenientes, tais

como: parada cardíaca, parada respiratória e contrações musculares, geralmente reversíveis.

Na Zona 4, a corrente do choque elétrico pode provocar fibrilação ventricular, com uma probabilidade que vai de 0,5% (curva c) a 50% (curva d).

Na Zona 5, situada após a curva d, há o perigo efetivo da ocorrência de fibrilação ventricular.

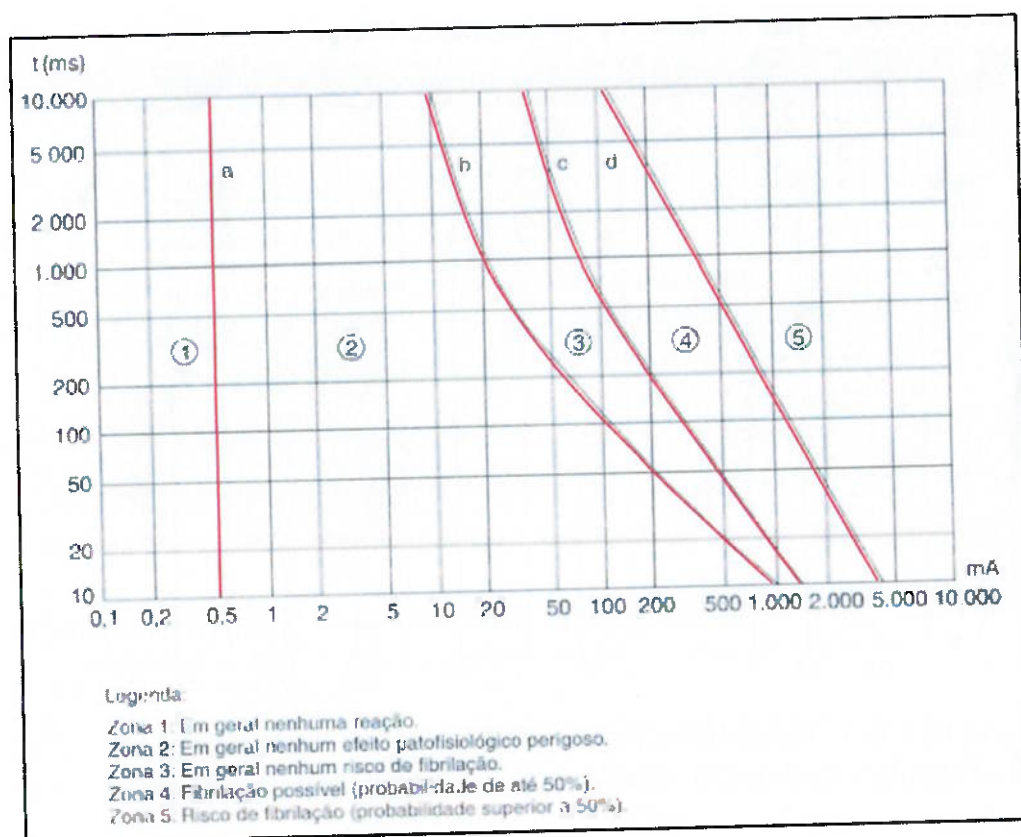


Figura 2. Zonas Tempo Corrente. Efeitos do choque elétrico segundo o tempo e o valor da corrente (IEC - 479).

A figura 3 apresenta os efeitos diretos no organismo provocados pelos choques elétricos em função da intensidade da corrente e a figura 4 apresenta os efeitos indiretos.

INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Elettrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

Figura 3: Efeitos fisiológicos diretos da eletricidade

EFEITO	CAUSAS	
Transtornos Cardiovasculares	O choque elétrico afeta o ritmo cardíaco: infarto, taquicardia etc...	
Queimaduras Internas	A energia dissipada produz queimaduras internas: coagulação, carbonização.	
Queimaduras Externas	Produzidas por arco elétrico a 4000°C.	
Outros Transtornos	Consequências da passagem da corrente	Auditivo, ocular nervoso, renal

Figura 4: Efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade

2.3.2.3 - Situações da corrente elétrica através do corpo

Os efeitos fisiológicos como as queimaduras, alterações musculares, fibrilação cardíaca e efeitos eletrolíticos são diretamente determinados pela intensidade, percurso e distribuição (espraiamento) da corrente elétrica pelo corpo humano. A corrente poderá atingir partes vitais ou não. (NISKIER, 2005)

A figura 5 mostra alguns percursos nos quais a corrente elétrica pode seguir no corpo humano:

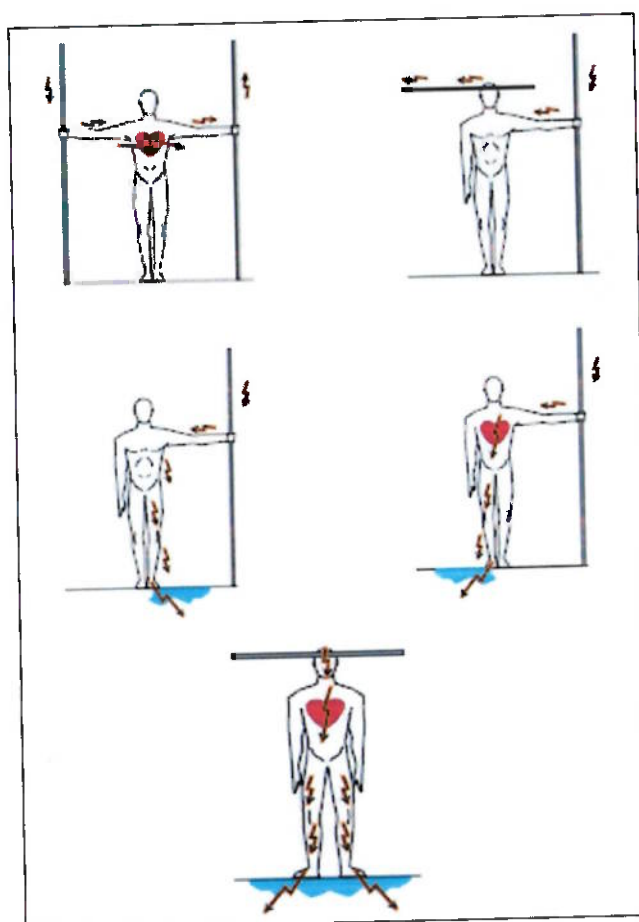


Figura 5: Circulação da corrente no corpo humano

A maior gravidade do choque elétrico ocorre quando a corrente circula através de órgãos vitais tais como o coração, pulmão e cérebro.

2.3.2.4 Impedância do corpo humano.

O corpo humano é uma massa eletrolítica, constituída de órgãos presos por músculos fixados na estrutura óssea, tudo envolto pela pele.

Sendo o corpo humano um condutor, o mesmo estará sujeito à corrente elétrica, desde que acidentalmente participe do circuito energizado.

A resistência do corpo humano diminui com o aumento da tensão do choque elétrico, advindo daí, um perigo maior porque a corrente aumenta. Ou seja, a resposta do comportamento da resistência do corpo humano em relação ao nível da tensão elétrica do choque é contrária à segurança humana.

As barreiras à passagem da corrente são constituídas por impedâncias formadas por:

- A) Pele humana na entrada e saída da corrente;
- B) Parte interna do corpo humano

Todos os valores da resistência interna mostrada na figura 6 são valores percentuais da resistência interna entre as duas mãos, relativos ao percurso (trecho) considerado.

O número entre parênteses representa o valor percentual da resistência interna do corpo humano, relativo ao percurso da corrente elétrica entre as duas mãos segurando um eletrodo energizado e o ponto considerado, em relação à resistência entre as duas mãos.

Para um choque entre a cabeça e a mão esquerda, por exemplo, a resistência interna deste trecho é de 50% da resistência interna entre as duas mãos.

Isto é, para a mesma tensão de contato, a corrente de choque entre cabeça e a mão é o dobro do choque entre mãos.

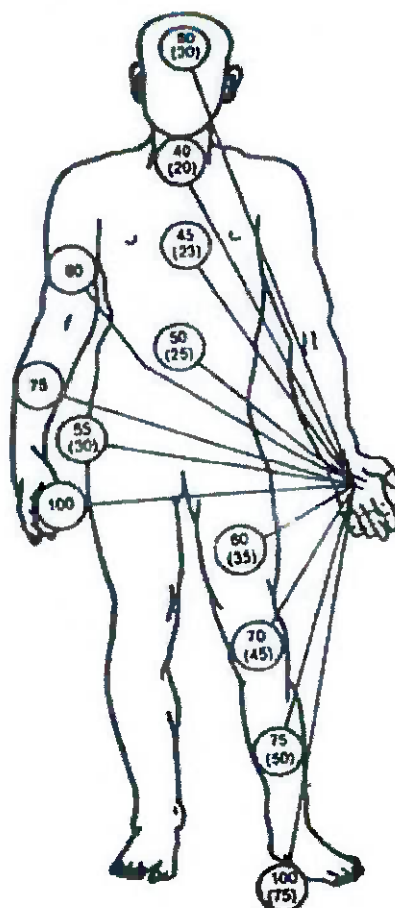


Figura 6 – A resistência interna do corpo humano para diferentes percursos. (KINDERMAN, 2000)

A norma ABNT NBR-5410:2004 define os códigos que diferenciam a resistência da pele humana de acordo com a condição de umidade do usuário conforme tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da resistência da pele humana conforme NBR 5410

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BB1	Alta	Seca	Pele sem umidade ou suor
BB2	Normal	Úmida	Pele úmida ou com suor
BB3	Baixa	Molhada	Pele molhada nos pés
BB4	Muito Baixa	Imerso	Banheiras ou piscinas

A condição **BB1** é a situação pele humana da pessoa seca.

A condição **BB2** é a situação da pele humana da pessoa normal no seu trabalho do dia a dia. É sob esta condição que ocorrem os choques elétricos cotidianos.

A condição **BB3** caracteriza o estado da pele humana, quando se está tomando banho com chuveiro ou ducha.

Já no código **BB4** a pele está extremamente macia, úmida e frágil, a resistência elétrica é baixa. O choque, em consequência, é violento.

Devido a variação da impedância do corpo humano foi necessário estabelecer valores máximos seguros admissíveis que foram chamados tensões de contato limites UL (volts) definidos pela norma NBR-5410 da ABNT em função da situação e locais onde as pessoas possam se encontrar.

A norma NBR-5410 também define para cada situação o tempo máximo de atuação dos dispositivos de proteção em função da tensão elétrica existente, da condição seca, úmida ou imersa e do esquema de aterramento das instalações.

2.3.2.5 Medidas de prevenção de acidentes com o choque elétrico

Algumas medidas de prevenção de acidentes relacionados ao choque elétrico passam pela isolação, barreiras, aterramento, dispositivos de proteção elétrica como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), ferramentas certificadas e práticas seguras de trabalho. A melhor prática é sempre manter distância do circuito. (NEITZEL, 2008)

Para evitar que a pessoa receba a descarga de corrente elétrica proporcionada pelo choque elétrico, como se fosse um condutor terra, devem-se aterrar adequadamente as carcaças dos motores e equipamentos elétricos com o fim de escoar as correntes elétricas de falha no isolamento ou contato de circuito energizado, fazendo com que o curto-circuito provoque a atuação do dispositivo de proteção.

Ainda assim, muitos equipamentos em condições normais de funcionamento apresentam correntes de “fuga” através de suas isolações. É a chamada corrente diferencial residual.

Quando esta corrente atinge determinado valor, se o circuito elétrico estiver adequadamente protegido, ocorrerá a atuação de um dispositivo de proteção chamado dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual (dispositivo DR). Muitos dispositivos DR são incorporados ao disjuntor termomagnético, proporcionando proteção contra sobrecarga, curto-circuito e choque elétrico. (NISKIER, 2005)

2.4 Perdas e estatísticas relacionadas aos acidentes com eletricidade

Os acidentes e perdas humanas e materiais devido à eletricidade ocorrem diariamente em residências, edifícios, estabelecimentos comerciais, indústrias, fazendas, em todas as quatro etapas produtivas (geração, transmissão, distribuição e consumo), em instalações de alta e baixa tensões.

Existem várias centenas de trabalhadores acidentados ou mortos a cada ano devido a contato inadvertido com condutores energizados. Surpreendentemente, mais da metade desses mortos não estão nas profissões tradicionais da área (por

exemplo, operadores de linhas de transmissão, eletricistas, eletrotécnicos, etc.), mas sim de profissões tais como os pintores, motoristas, etc.

Nos Estados Unidos, estatísticas do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) mostram que ocorrem cerca de 4000 acidentes sem danos e 3600 acidentes com danos relacionados à eletricidade anualmente, além de uma morte no local de trabalho todo dia. Estatísticas da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mostram que mais da metade das mortes associadas à eletricidade são resultado de contatos em baixa tensão, especialmente 120 volts.

Já na indústria e comércio, a maioria dos acidentes por choque elétrico ocorreu por contato com tensões de até 277 volts, provavelmente devido ao uso extensivo de luminárias fluorescentes com esta tensão. Os empregados geralmente realizam as manutenções de iluminação sem antes fazer um bloqueio das fontes de energia elétrica dos circuitos correspondentes. (NEITZEL, 2008)

Outros estudos também mostram que entre 10 e 15 empregados são hospitalizados todos os dias nos Estados Unidos com queimaduras devidas ao arco elétrico, que muitas vezes são catastróficos para as vítimas nos âmbitos da integridade física, psicológico e financeiro. (NEITZEL, 2008)

Já no Brasil não existem estatísticas consolidadas em relação aos acidentes com a rede elétrica como um todo, mas somente das empresas ligadas ao setor elétrico. Sobre os acidentes com usuários, o que temos são pesquisas específicas, como a realizada pelo Núcleo de Segurança e Higiene do Trabalho (NSHT), grupo de pesquisa da escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (UPE) em parceria com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), que concluiu que no Estado de Pernambuco ocorre uma morte por choque elétrico a cada 3 dias. (SOUSA FILHO, 2007)

A figura 8 apresenta a elevada relação entre a proporção dos óbitos do setor elétrico versus os óbitos de acidentes verificados no trabalho em geral.



Figura 7: Comparação óbitos setor elétrico versus óbitos no trabalho geral

Fonte: (FUNCOGE, 2007)

Outra pesquisa, realizada em junho de 2006 pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), sobre a ocorrência do choque elétrico de todos os tipos com 250 pessoas, 86% responderam que já sofreram algum tipo de choque elétrico, e entre as principais causas apontadas como motivos estão: eletrodomésticos (23%), chuveiro elétrico (22%) e a substituição de lâmpadas e tomadas (20%). Ainda sobre essa pesquisa, a opção “outros motivos de choque”, que teve mais de 11% das respostas, ocorreram

descrições como choque ao jogar água na parede, fios desencapados, disjuntor sem barreira e contato com torneiras de banheiro.

Falhas na qualidade e segurança das instalações elétricas, como a falta de aterramento, são as grandes causadoras desses acidentes, tanto por parte dos consumidores, como de alguns profissionais instaladores, além de algumas empresas que não se preocupam com a segurança dos seus produtos. (ABRACOPEL, 2006)

Mas as perdas não se restringem somente às humanas. Um levantamento realizado pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo mostra que ocorreram 33.080 incêndios relacionados à eletricidade (instalações elétricas inadequadas) e mais 5.889 causados por superaquecimento de aparelhos elétricos, entre 1995 e 2004.

A eletricidade é a primeira causa de incêndio conhecida e evitável por manutenção. (ABRACOPEL, 2006)

O Relatório de Estatísticas de Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro de 2006, elaborado pela fundação COGE (FUNCOGE), que reúne 63 empresas públicas e privadas do setor de energia elétrica, mostra que de um contingente de 101.105 empregados próprios do setor, registraram-se 840 acidentados do trabalho típicos com afastamento. Estes significaram 1.152.144 horas de trabalho perdidas, o equivalente ao total de horas de trabalho por ano de algumas empresas do porte das companhias de energia dos Estados de Rondônia, Amazonas e Tocantins. As perdas totais estimadas relacionadas chegaram a R\$ 668.387.538,00, que é o resultado do produto das horas de trabalho perdidas, salário médio por dia do setor (R\$ 92,82) e o fator máximo de custos indiretos dos acidentes (50 vezes). Essas perdas totais estimadas equivalem ao investimento necessário para a construção de

10 pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) de 30 MW cada, capazes de atender uma demanda de cerca de 1.250.000 habitantes, ou ainda a quantia necessária para a construção de 2.460 quilômetros de linhas de transmissão em 230 kV, circuito simples, incluindo todo o levantamento topográfico, projeto de engenharia, materiais e construção. (FUNCOGE, 2007)



Figura 8: Custo total estimado de acidentes do trabalho do setor elétrico por ano Fonte: (FUNCOGE, 2007)

3. METODOLOGIA ADOTADA.

Para a elaboração deste trabalho foram considerados os três principais tópicos definidos na Norma Regulamentadora NR-10 que devem ser atendidos pelas empresas com o objetivo de melhorar as condições de segurança das instalações e os serviços em eletricidade.

Foi realizado um levantamento em dez empresas industriais e comerciais e avaliada a conformidade do atendimento aos seguintes tópicos da NR-10:

- Capacitação e treinamento dos profissionais.
- Documentação da instalação.
- Condições de segurança das instalações conforme as normas.

Com base nas constatações obtidas foram analisados os motivos das não conformidades e a partir desta análise crítica foram apresentadas sugestões e comentários com o objetivo de aprimorar as condições de segurança das instalações e profissionais de eletricidade.

As 10 (dez) empresas consideradas neste levantamento estão pertencem aos seguintes ramos de atividade:

- 6 (seis) empresas privadas do ramo industrial.
- 2 (duas) empresas privadas do ramos comercial e serviços.
- 2 (duas) empresas públicas da área de saúde.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E RESPECTIVAS ANÁLISES

4.1 – Capacitação e treinamento dos profissionais.

Segundo a NR10, item 10.8, os profissionais que trabalham com eletricidade são classificados em três níveis, qualificado, habilitado, capacitado. Porém estes três tipos de profissionais somente serão autorizados a trabalhar com eletricidade se os mesmos forem submetidos a exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas em conformidade com a NR 7 e devem receber treinamento específico sobre os riscos elétricos bem como medidas de prevenção de acidentes, treinamento básico da NR10 e este treinamento deve ter reciclagem bienal, conforme o item 10.8.8.2 da NR 10.

Conforme descrito nesta mesma NR-10, considera-se como **profissional qualificado** aquele que comprove conclusão de um curso profissionalizante específico do setor elétrico reconhecido pelo sistema oficial de ensino, **profissional habilitado** aquele que além da comprovação de um curso específico do setor elétrico tenha também registro no competente conselho de classe, **profissional capacitado** aquele que possui o conhecimento e recebeu a capacitação sob a orientação de um profissional habilitado e autorizado e que simultaneamente trabalhe sob responsabilidade de um profissional habilitado.

O treinamento básico de 40 horas exigido pela NR-10 é de grande importância para consolidar e difundir os conhecimentos necessários para o exercício profissional dos serviços de eletricidade com segurança.

RESULTADOS OBTIDOS: Das dez empresas analisadas foi constatado o seguinte:

6 (seis) empresas apresentaram os certificados do curso básico NR-10 de 40 horas dos seus profissionais de eletricidade.

2 (duas) empresas tinham conhecimento da exigência porém ainda não tinham proporcionado o curso para os seus colaboradores.

2 (duas) empresas desconheciam a exigência do treinamento.

Foi constatado em uma das empresas que a duração do curso NR-10 foi de apenas 7 horas e o certificado apresentado atestava a duração legal de 40 horas.

O motivo alegado é que o profissional não tinha tempo disponível para realizar o curso completo de 40 horas e ele já possuía experiência de 10 anos em eletricidade sem qualquer tipo de acidente.

Posteriormente foi confirmada através de proposta comercial formal da instituição de ensino que o curso era de 8 horas de duração com validade de 40 horas.

ANÁLISE: A exigência deste treinamento e a elevada procura para este curso fez surgir no mercado empresas oportunistas que procuram ter um diferencial com uma forma ilegal de proporcionar este treinamento. Elas existem porque há empresas que procuram e pagam por este serviço inadequado. Na verdade o erro maior reside no empregador que aceita este tipo de treinamento e assume a responsabilidade ao autorizar o profissional a trabalhar em suas instalações nestas condições. Obviamente em caso de algum acidente este fato poderá ser detectado durante uma fiscalização mais apurada e serão imputadas para os responsáveis as penalizações legais cabíveis.

Em situação semelhante estão as 4 (quatro) empresas que ainda não proporcionaram o curso de segurança NR-10 para os seus profissionais de

eletricidade. Por ocasião de uma fiscalização será constatada a não conformidade e a empresa está sujeita as multas correspondentes.

Relativamente aos profissionais habilitados e em particular aos engenheiros eletricitas a Norma NR-10 atribuiu novas responsabilidades a este profissional que agora necessita ter conhecimentos relacionados com a segurança em projetos elétricos, operação e manutenção segura em instalações elétricas, instalações elétricas em atmosferas explosivas, procedimentos de segurança e análises de riscos.

Pesquisa realizada pelo Eng. Renato Barros Gibson Barbosa da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia em sua monografia do curso de especialista de Engenharia de Segurança do Trabalho constatou no levantamento realizado sobre a grade curricular dos cursos de engenharia elétrica de 80 faculdades de engenharia no Brasil que apenas 15% oferecem algum conteúdo ligado a segurança em eletricidade. A maioria destes cursos tem caráter informativo e generalista, não cobrem as principais demandas exigidas pelas legislações e normas de segurança em eletricidade, e não atendem às atribuições do conselho profissional.

As novas demandas da segurança em eletricidade surgida com a revisão mais recente da NR-10 e normas técnicas específicas exigem mudanças no perfil do engenheiro eletricista atual. Conteúdos ligados a segurança em instalações elétricas que eram abordados de forma específica em cursos de pós-graduação, agora precisam ser disseminados também em nível de graduação.

A nova NR-10 atribui diversas responsabilidades cabíveis ao engenheiro eletricista que necessita além do conhecimento técnico da eletricidade possuir uma

visão mais voltada aos aspectos de segurança para poder liderar, supervisionar e coordenar equipes de trabalho.

4.2 – Documentação da instalação.

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

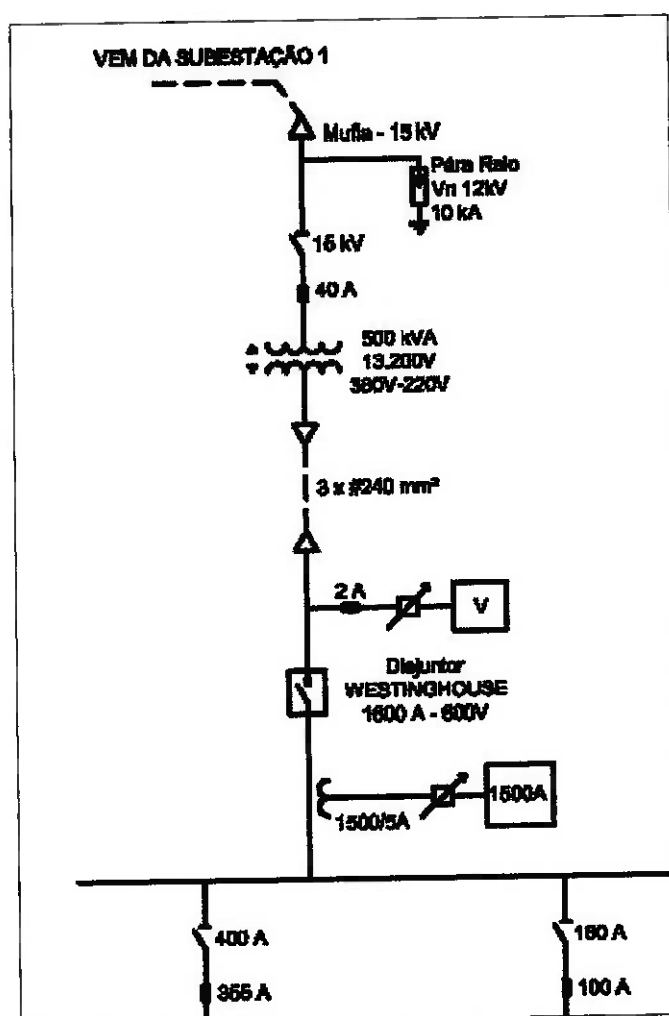


Figura 9 – Exemplo de diagrama unifilar de uma instalação elétrica.

Os diagramas unifilares são a representação gráfica dos componentes elétricos e suas relações funcionais representados por uma linha e com os dados relativos ao sistema de aterramento existente, dispositivos de proteção tais como fusíveis, disjuntores, chaves, relés de proteção e suas funções, além da indicação das capacidades de corrente, das informações dos cabos elétricos e suas bitolas, alimentações, transformadores e painéis elétricos existentes.

O diagrama unifilar é um documento que fornece a composição da instalação, informa, facilita e permite a realização de um trabalho mais seguro.

Além do diagrama unifilar para as empresas com demanda superior a 75 kW é necessário constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas que deve possuir:

- A- Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a NR-10 e descrição das medidas de controle existentes.
- B- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos.
- C- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental aplicável conforme determinado pela NR-10.
- D- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação e autorização dos trabalhadores e treinamentos realizados.
- E- Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva.
- F- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas.

G- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações contemplando os itens de A até F.

Esta exigência é extremamente importante em função do descaso que se verifica com as instalações elétricas que não possuem a mais elementar informação de sua composição e características técnicas.

RESULTADOS OBTIDOS: Das dez empresas analisadas foi constatado o seguinte:

5 (cinco) empresas possuíam o prontuário da instalação elétrica.

3 (três) empresas estavam em processo de elaboração.

2 (duas) empresas desconheciam a exigência do prontuário e não existia qualquer documentação da instalação.

No caso destas duas últimas empresas as informações parciais da instalação elétrica estavam apenas na memória dos profissionais mais antigos e em caso de necessidade eram realizadas verificações específicas para sanar algum problema mais urgente. Em uma instalação foi alegado que no passado alguns funcionários ao serem demitidos levaram consigo os desenhos elétricos da instalação e também não houve a preocupação em fazer novos desenhos atualizados e a pouca documentação existente era desatualizada e incompleta.

Em uma das empresas que possuíam o prontuário das instalações elétricas preparado por uma empresa terceirizada especialmente contratada para este fim foi constatado que a documentação estava incompleta e equivocada e haviam referências no desenho que sugeriam que a documentação tinha sido aproveitada de uma outra empresa. Ou seja, a documentação era irreal e tinha apenas a função de ser apresentada para a eventual fiscalização.

ANALISE: O fato de apenas 40% das empresas possuírem o prontuário de suas instalações evidencia a situação típica presente em muitas empresas. A falta de desenhos elétricos e em particular do diagrama unifilar é muito freqüente.

A falta de uma documentação atualizada da rede elétrica pode estar relacionada aos seguintes motivos:

A – Desconhecimento técnico dos profissionais em interpretar o diagrama unifilar ou qualquer esquema elétrico de comando e controle. A simbologia e representação dos componentes da instalação requerem conhecimento específico e abstração para realizar a associação da figura com o componente físico e alguns profissionais mais práticos tem dificuldade em realizar esta associação.

B – A não existência de qualquer documentação da instalação faz com que determinados profissionais sejam totalmente imprescindíveis para manter a empresa funcionando e desta forma conseguem manter o seu emprego, pois detém um conhecimento que não é compartilhado com os demais colegas.

C – Muitas escolas profissionalizantes e inclusive alguns cursos técnicos de nível médio e cursos de engenharia não proporcionam aos seus alunos conhecimento de desenho técnico e respectiva simbologia dos componentes de uma instalação elétrica.

D – Falta de tempo e pessoas para manter a documentação atualizada. Normalmente em instalações de grande porte a rede elétrica é complexa e existe uma grande quantidade de painéis elétricos e o levantamento da instalação demanda muito tempo para identificar a composição da distribuição elétrica e este serviço não está nas prioridades do departamento.

Com relação a empresa que possuía a documentação apenas com a finalidade de ser apresentada numa eventual fiscalização evidencia a existência de

empresas de serviços inescrupulosas que colocam em risco a perda da habilitação junto ao CREA dos profissionais responsáveis ao fornecer documentos falsos e irreais. O cliente não verificou a documentação por desconhecimento técnico e apenas se preocupou em ter a presença física do prontuário da instalação, sendo que os efeitos desejados desta documentação são totalmente inócuos e sem efeito prático para melhorar as condições de segurança da instalação e dos serviços ali realizados em eletricidade.

Em caso de algum acidente com vítima este procedimento irresponsável poderá vir à tona e uma investigação mais detalhada descobrirá a situação e penalizará os responsáveis.

4.3 – Condições de segurança das instalações.

Existe um consenso que a nova norma tem o objetivo maior de melhorar a segurança nas instalações elétricas e serviços em eletricidade e um dos seus grandes méritos é tornar obrigatório o atendimento às normas técnicas de instalações elétricas aplicáveis da ABNT, principalmente as seguintes:

NBR- 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão até 1,0 kV.

NBR- 14039 – Instalações elétricas em média tensão de 1,0 até 36,2 kV.

NBR- 5418 – Instalações elétricas em atmosferas explosivas.

NBR- 5419 – Sistemas de proteção contra descargas elétricas atmosféricas.

RESULTADOS OBTIDOS: Das dez empresas analisadas foi constatado o seguinte:

Nenhuma empresa atendeu integralmente as normas da ABNT e NR-10.

8 (oito) empresas apresentavam não conformidades de baixo risco e tinham um cronograma para regularização da instalação.

1 (uma) empresa teve um caso de óbito por acidente elétrico devido à falta de segurança da instalação e estava em processo de regularização da instalação.

1 (uma) empresa possuía sua instalação elétrica totalmente insegura e com graves riscos à segurança dos profissionais de manutenção e usuários do estabelecimento

No caso da empresa que apresentou uma vítima fatal de pessoa do setor administrativo foi constatado o seguinte:

A - A porta de acesso à sala elétrica com equipamentos energizados não estava fechada com chave e permitiu a entrada de pessoas leigas em eletricidade e não autorizadas.

B - Não tinham sido colocadas as placas de advertência com alerta ao perigo existente na porta de acesso à sala elétrica.

C - No interior da sala elétrica não tinha sido montada a tela de proteção metálica confinando e impedindo o acesso à parte sob-tensão do equipamento.

D - Não tinham sido colocadas as placas de advertência com alerta do perigo existente junto a tela de proteção.

No caso da empresa que suas instalações estão totalmente inseguras foi constatado o seguinte:

A - É uma instalação muito antiga, de concepção ultrapassada, desgastada pelo uso e localizada em local que teve infiltração de água pelo teto que demandou a instalação de uma cobertura emergencial com telhas de fibrocimento para evitar o contato direto e indesejado da água com os equipamentos elétricos.

B - Existem 6 transformadores de força de potências diversas (750 kVA, 500 kVA e 150 kVA) imersos em óleo isolante e cujo uso atualmente está proibido por

norma (ABNT – NBR 14.039), pelo fato que o óleo isolante ser inflamável e coloca em risco de incêndio o hospital, comprometendo a segurança dos milhares de usuários e servidores.

C – Em caso de sinistro o acesso ao local por estar no subsolo é limitado o que dificulta a ação da brigada de incêndio e das equipes do corpo de bombeiros.

D – Os quadros gerais de baixa tensão possuem componentes de proteção e comando muito antigos, obsoletos e fora de fabricação e alguns estão em estado precário não realizando as suas funções de proteção, comprometendo os circuitos alimentadores e proporcionando risco de incêndio em caso de algum curto-circuito.

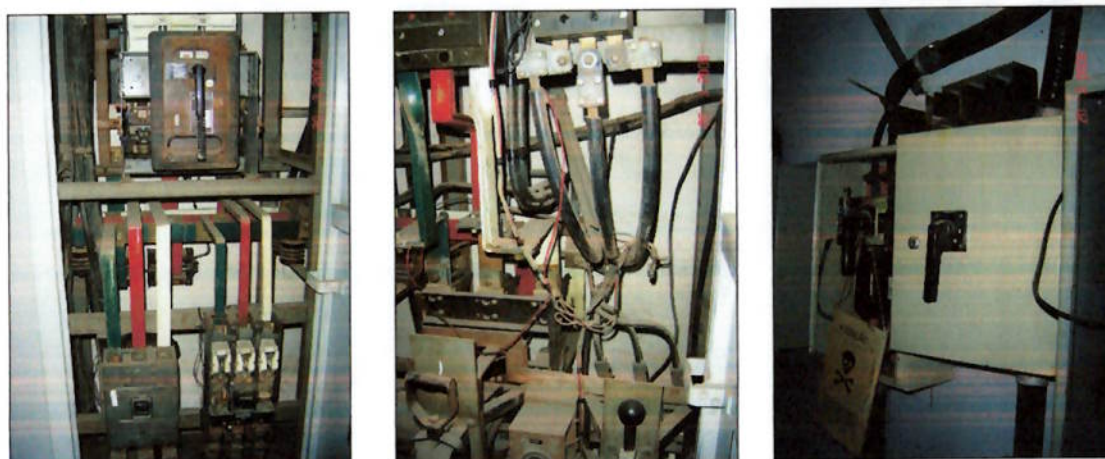


Figura 10 – Fotos dos painéis elétricos sem condições de segurança.

E – Toda a subestação e seus equipamentos estão em desacordo com a Norma Regulamentadora NR-10 que trata de segurança em instalações e serviços de eletricidade, publicada pelo Ministério do Trabalho e Emprego e das seguintes Normas da ABNT: NBR – 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão e NBR-14.039 Instalações Elétricas para Média Tensão.

F – Ao lado da subestação e no mesmo nível existe uma caixa subterrânea com 140 m³ de água que apresenta trincas que podem resultar em vazamentos e o contato da água nos equipamentos elétricos pode provocar um apagão em todo o

Hospital colocando em risco a vida dos pacientes, usuários e servidores. Em caso de vazamento da totalidade da água armazenada toda a subestação ficará submersa em mais de 1 metro de água.

ANÁLISES: Pelos resultados da amostragem foi constatado que nenhuma empresa está totalmente em conformidade com os requisitos normativos e que é necessário realizar a adequação de suas instalações para atender as normas da ABNT já mencionadas e da norma NR-10.

Em 100% das empresas que participaram da amostragem são necessários investimentos para os ajustes da instalação elétrica que tipicamente englobam:

- 1- Adoção de sistemas de seccionamento sob carga com chave de bloqueio para impedir a energização do painel enquanto estiverem sendo realizados os trabalhos de manutenção.
- 2- Reforma de painéis elétricos com a inclusão de barreiras de proteção para evitar o contato involuntário das partes sob tensão.
- 3- Acréscimo de placas de advertência nas portas dos painéis elétricos alertando do perigo existente e que o acesso ao equipamento deverá ser realizado somente por pessoas autorizadas e qualificadas para tal.
- 4- Acréscimo de sistema de identificação dos painéis elétricos e dos circuitos alimentados.
- 5- Estudos de curto circuito e seletividade para adequação e ajustes das proteções elétricas objetivando minimizar os desligamentos em caso de falha e reduzir o tempo de atuação das proteções.
- 6- Regularização do sistema de aterramento e de proteção contra descargas atmosféricas.

- 7- Substituição dos transformadores isolados á óleo por equivalentes a seco nas instalações comerciais e nas subestações elétricas localizadas no interior dos ambientes industriais.
- 8- No caso mais grave do estabelecimento hospitalar deverão ser substituídos todos os equipamentos elétricos existentes na subestação elétrica que deverá ser construída em outro local mais adequado conforme especificação de projeto apresentada no anexo 1.

5. CONCLUSÕES.

A simples existência de legislações e normalizações em segurança em eletricidade não é suficiente para reduzir o número de acidentes e, conseqüentemente, as perdas humanas e materiais. É necessária a atuação e fiscalização das atividades profissionais e de seus procedimentos de trabalho, através de um sistema de gestão de segurança em eletricidade, sob a supervisão de profissionais com conhecimento e habilidades de comunicação, coordenação e análise crítica dos processos de trabalho e seus riscos.

O principal ponto a ser buscado é o processo de conscientização dos riscos da eletricidade, não só pelos profissionais que atuam diretamente com a eletricidade, mas por toda a sociedade. Por se tratar de assunto eminentemente técnico a conscientização não pode ser imposta de forma instantânea, e infelizmente este processo leva muito tempo para se consolidar e deve ser alimentado constantemente, para se transformar em uma cultura de segurança fortemente enraizada. E a **educação** é essencial para se atingir esse objetivo.

A cultura da segurança engloba comportamento, capacitação, investimentos, manutenção, fiscalização, participação, tecnologia, que dependem sistematicamente de ações contínuas, perseverantes e do acúmulo de experiência. A palavra chave neste processo é a **educação** para prevenir acidentes. Os conceitos de segurança nas instalações elétricas deverão estar presentes nos cursos profissionalizantes, nos cursos técnicos de nível médio e superior.

A iniciativa de implantação das ações de promoção e incentivo de adequação à NR-10 e demais normas de segurança em eletricidade deve partir da diretoria das empresas que devem ter a preocupação de ser assessorados por profissionais

competentes e capacitados para o desenvolvimento de instalações e procedimentos de trabalho com segurança. Este assunto tem que estar constantemente em discussão para o desenvolvimento de uma cultura de segurança e para evitar que a grande repercussão originada pela publicação da última versão da norma NR-10 não se perca.

Um ponto importante além da educação para consolidação de uma cultura de segurança é a eliminação da sensação de impunidade que normalmente existe em nosso país. As empresas responsáveis já deram início ao processo de adequação de suas instalações elétricas. Em muitos casos são necessários investimentos elevados em equipamentos e serviços para melhorar a segurança. Mas este assunto não pode cair no descrédito da impunidade sob pena de que haja a postergação sistemática dos investimentos necessários. A fiscalização tem que estar presente e atuante para que o assunto segurança esteja em permanente discussão e análise visando o seu aprimoramento.

É importante que a Comissão Permanente Nacional sobre Segurança em Energia Elétrica, tripartite e paritária com representantes do Governo, empregados e empresários continue a sua função legal com o objetivo de acompanhar a implementação da nova Norma NR-10, assumir as demandas da sociedade e propor as eventuais adequações necessárias ao seu contínuo aperfeiçoamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, Rodrigo; GUIMARAES, Luís Felipe Antunes; OLIVEIRA, Fernando Antunes, SOUZA; Paulo Sérgio de; VIVEIROS, Nilton. **Adequação de procedimentos de trabalho a NR-10**. Estudo de caso. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica) – Faculdade Politécnica de Jundiaí.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5410**: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5418**:1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5419**:2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 6533**:1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 14039**: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **ABNT NBR IEC 60079-14**:2006.

Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade – ABRACOPEL. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abracopel.org.br/>> Acesso em: junho 2008.

BARRICO DE SOUZA, Prof. João José; GOMES PEREIRA, Prof. Joaquim – Apostila eST-401/06 A – **Prevenção e controle de riscos em máquinas, equipamentos e instalações – Parte A – Capítulos de 1 a 7 – PECE** – Escola Politécnica da USP.

CAMINHA, A.C. **Introdução à proteção dos sistemas elétricos**. São Paulo: Edgard Blücher, Moderna, 1977

DALZIEL, C.F. **Effects of Electric Shock on Man**. Electrical Engineering, vol 60. pp 63-66. Feb.1971

Fundação COGE - FUNCUGE. **Relatório de Estatísticas de Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro de 2006**. Disponível em: <<http://www.funcoge.org.br/csst/relat2006/>>. Acesso em: junho 2008.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10 ed. Rio de Janeiro. Guanabara, 2002

IEC – 479-1 – **Effects of current Human beings and live shock** – part 1: General Aspects, Publication 479-1, International Electrotechnical Commission, 1994

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

NEITZEL, Dennis K. **The hazards of the electricity – Do you what they are?**. Disponível em: <http://www.ewh.ieee.org/cmte/ias-esw/pdfs/Hazards_of_electricity.pdf>. Acesso em: junho 2008.

NISKIER, Julio. **Manual de Instalações Elétricas**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

RAMALHO JUNIOR, Francisco. **Os Fundamentos da Física**. 7 ed. São Paulo, Moderna, 1999.

SIMÕES, Renato Barros Gibson – **Uma análise da importância da inserção da segurança de eletricidade nos cursos de graduação de engenharia elétrica** – Monografia de conclusão de curso de especialista em Engenharia de Segurança – 2008 – Universidade Federal da Bahia.

SOUSA FILHO, Celso L. **Riscos de eletricidade.pdf**. Salvador, 1 outubro 2007. 1 arquivo (7.624.000 bytes). Adobe Reader 8.0.0.

ANEXO 1

Especificação de serviços para o projeto elétrico de nova subestação elétrica de alimentação de um Hospital.

Geral.

O projeto elétrico detalhado deverá ser desenvolvido em conformidade com as seguintes normas ABNT:

NBR – 14039 – Instalações Elétricas de Alta Tensão.

NBR – 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão.

NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Padrões e recomendações da distribuidora Eletropaulo.

Características do Sistema Elétrico

Tensão primária: 13.200 V – 60Hz – trifásico.

Tensão secundária para equipamentos especiais: 380 V – trifásico.

Tensão secundária para força e iluminação: 220 V – trifásico – (fase-fase) e 127 V – monofásico (fase-neutro).

Serviços a serem realizados.

Levantamento

- Processamento das 12 últimas contas de eletricidade para avaliar o histórico das demandas e consumos de energia registrados no hospital.
- Levantamento em campo de todos os painéis elétricos existentes no hospital para determinar a origem de sua alimentação, sua composição e cargas alimentadas.
- Medições elétricas para determinar a carga elétrica de cada painel e tensões existentes.

Projeto básico.

- Elaboração do diagrama unifilar atualizado desde a alimentação em 13,2 kV até os painéis elétricos distribuídos em todo o hospital.
- Definição da nova configuração da subestação para atender a atual carga elétrica existente do hospital e considerando eventuais ampliações.
- Elaboração do estudo de curto circuito da rede elétrica com a nova configuração da subestação principal.
- Elaboração do estudo de seletividade das proteções para toda rede elétrica com a nova subestação principal.
- Dimensionamento dos alimentadores em 13,2 kV provenientes da subestação com geração própria.
- Dimensionamento dos alimentadores em 220 V provenientes dos grupos geradores.
- Definição do novo caminhamento dos cabos entre a subestação com geração própria e a nova subestação principal.

Projeto executivo

- Elaboração do desenho com o arranjo físico da nova subestação com a localização de todos os equipamentos.
- Dimensionamento de todos os alimentadores considerando a localização da nova subestação principal.
- Especificação técnica dos transformadores de força a seco necessários na nova subestação principal.
- Especificação técnica dos quadros gerais de distribuição em baixa tensão.
- Especificação das chaves seccionadoras, disjuntores e equipamentos de alta tensão necessários para a subestação principal.
- Projeto da iluminação da nova subestação principal.
- Projeto do sistema de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas da nova subestação principal.
- Memorial descritivo da nova subestação principal.
- Relação de materiais elétricos necessários para a montagem eletromecânica.
- Especificação dos serviços de instalação para cotação.

Planejamento da instalação.

- Planejamento da instalação e interligação com os painéis elétricos existentes nos andares com o objetivo de minimizar o tempo de parada e considerando que o hospital deverá continuar em funcionamento.
- Verificação e análise técnica das propostas dos fornecedores.
- Verificação e análise técnica dos desenhos dos equipamentos.
- Elaboração de cronograma da implantação em MS Project para monitoramento e acompanhamento da execução da obra.

Supervisão técnica, posta em marcha e atualização da documentação

- Supervisão de montagem e acompanhamento da execução da obra.
- Elaboração de revisões e complementação do projeto para resolver imprevistos de obra.
- Acompanhamento dos testes de comissionamento da instalação elétrica.
- Execução dos desenhos conforme construído após o término da instalação.

Deverá ser fornecida a ART junto ao CREA-SP do profissional responsável pela execução deste projeto.