

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

BRUNO BASSI

**Ferramenta Auxiliar para Avaliação das Instalações Elétricas de
Baixa Tensão de acordo com a NBR-5410**

**UNEMAT – Campus de Sinop
2017/1**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

BRUNO BASSI

**Ferramenta Auxiliar para Avaliação das Instalações Elétricas de
Baixa Tensão de acordo com a NBR-5410**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Curso de Engenharia Elétrica - UNEMAT,
Campus Universitário de Sinop - MT,
como pré-requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof. Orientador: Dr. Vlademir de Jesus
Silva Oliveira

**UNEMAT – Campus de Sinop
2017/1**



**GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
ENGENHARIA ELÉTRICA**



BRUNO BASSI

Ferramenta Auxiliar para Avaliação das Instalações Elétricas de Baixa Tensão de acordo com a
NBR-5410

Prof(a). Alessandro Morais Paroneto
Professor(a) Avaliador(a)

Prof(a). André do Amaral Penteado Biscaro
Professor(a) Avaliador(a)

Prof(a). Vlademir de Jesus Silva Oliveira
Professor(a) Orientador(a)

Prof(a). Vlademir de Jesus Silva Oliveira
Presidente da Banca

Aprovado em 18 / 07 / 2017

Ferramenta Auxiliar para Avaliação das Instalações Elétricas de Baixa Tensão de acordo com a NBR-5410

Ficha Catalográfica

BASSI, Bruno

Ferramenta Auxiliar para Avaliação das Instalações Elétricas de Baixa Tensão de acordo com a NBR-5410 / Bruno Bassi. Sinop, MT, 2017.

Orientador: Dr. Vlademir de Jesus Silva Oliveira
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia Elétrica - UNEMAT, Campus Universitário de Sinop - MT, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Sinop, 1º semestre de 2017.

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial minha mãe Lurdes Pereira da Conceição Bassi e meu pai Jakson Francisco Bassi, pelo amor incondicional e por sempre me motivarem e acreditarem no meu potencial para continuar batalhando e concluir o curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Agradeço ao meu orientador e professor Vlademir de Jesus Silva Oliveira pela oportunidade de trabalharmos juntos e por sua contribuição e orientação.

Aos amigos que ganhei ao realizar o curso, em especial meus amigos Eduardo Thiesen, Erivaldo Evaristo, Héber Hwang, Hudson Formigoni, Thiago Garcia, que me acompanharam durante essa jornada, e que de forma positiva contribuíram para minha formação.

RESUMO

Instalações elétricas inadequadas com as exigências da NBR-5410 podem provocar grandes riscos para a saúde das pessoas na utilização de equipamentos e/ou por contato direto com partes energizadas. Esses riscos devem ser minimizados, através de instalações seguras com equipamentos de segurança, principalmente contra choque elétrico e incêndio, garantindo o fornecimento de energia, sem colocar em risco a segurança das pessoas. Neste trabalho propõe-se realizar uma inspeção visual das instalações elétricas do bloco CET do campus da UNEMAT de Sinop/MT, apresentando as principais características que instalações elétricas devem possuir, visando garantir os requisitos de confiabilidade e segurança no fornecimento de energia elétrica. Para realizar a inspeção foi elaborado um *checklist* para orientar na identificação dos pontos de não-conformidade à norma. Com o preenchimento do *checklist*, recomendações para adequação destes itens foram sugeridas automaticamente. Em função da situação verificada na instalação elétrica pesquisada, concluiu-se que existe necessidade de atualização da documentação *as built*, além de necessitar de reestruturação da infraestrutura elétrica, pelo fato da maioria dos circuitos não apresentarem condutor de proteção, tomadas no padrão antigo e falta de sistema de proteção contra descarga atmosférica.

Palavras-chave: *Checklist*, Instalações elétricas, NBR-5410.

ABSTRACT

Inadequate electrical installations with the requirements of the NBR-5410 can pose great risks to the health of people when using equipment and / or by direct contact with energized parts. These risks should be minimized through safe installations with safety equipment, especially against electric shock and fire, ensuring the supply of energy without endangering the safety of people. In this work, it is proposed to carry out a visual inspection of the electrical installations of the CET block of the Sinop / MT UNEMAT campus, presenting the main characteristics that electrical installations must possess, in order to guarantee the requirements of reliability and safety in the electric power supply. To carry out the inspection, a checklist was developed to guide the identification of points of non-compliance with the standard. With the completion of the checklist, recommendations for adequacy of these items were automatically suggested. Due to the situation in the surveyed electrical installation, it was concluded that there is a need to update the built-in documentation, in addition to the need to restructure the electrical infrastructure, since most of the circuits do not have a protective conductor, taken in the old standard and missing System to protect against atmospheric discharge.

Keywords: Checklist, Electrical installation, NBR-5410.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Trajeto da corrente elétrica através do corpo humano.....	16
Figura 3: Arco elétrico.	19
Figura 4: Proteção contra contatos diretos.....	20
Figura 5: Proteção contatos indiretos.....	20
Figura 6: Isolamento das partes vivas.....	22
Figura 7: Símbolo para representar isolação dupla ou reforçada em equipamentos elétricos.....	23
Figura 8: Exemplos de barreiras e invólucros.	23
Figura 9: Esquema TT.....	25
Figura 10: Esquema TN-S.....	25
Figura 11: Esquema IT.....	26
Figura 12: Obstáculos e anteparos.	27
Figura 13: Colocação fora do alcance.....	28
Figura 14: Contator.	33
Figura 15: Disjuntor Térmico.	34
Figura 16: Disjuntor Magnético.....	34
Figura 17: Fusível NH.	35
Figura 18: Seccionador de facas deslizantes.....	36
Figura 19: Disjuntor DR.....	37
Figura 20: Cabo de cobre nu / Cabo de cobre multipolar isolado.....	38
Figura 21: Fio de cobre isolado / Fio de cobre nu.	38
Figura 22: Padronização da Tomada de acordo com a corrente suportada.....	39
Figura 23: Quadro de distribuição.	41
Figura 24: Luminária.	43
Figura 25: Identificação dos condutores.....	46
Figura 26: QDG04.....	58
Figura 27: QD08.....	59
Figura 28: QD09.....	60
Figura 29: QD10.....	60
Figura 30: QD11.....	61
Figura 31: Luminárias pendente.....	61
Figura 32: Condutores expostos e tomadas fora do padrão.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medidas de proteção passiva e ativa.	30
Tabela 2: Classificação quanto às ligações possíveis dos interruptores.	40
Tabela 3: Quadro de distribuição - Espaço Reserva. (Tabela 59 da NBR 5410:2004).	42
Tabela 4: Ferramenta Auxiliar para verificação da documentação.....	53
Tabela 5: Ferramenta Auxiliar para verificação de quadros de distribuição.	54
Tabela 6: Ferramenta Auxiliar para verificação dos demais itens da instalação elétrica.	55
Tabela 7: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> da documentação do CET.	68
Tabela 8: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> do QDG04.	69
Tabela 9: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> do QD08.	71
Tabela 10: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> do QD09.	73
Tabela 11: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> do QD10.	75
Tabela 12: Resultados apresentados pelo <i>checklist</i> do QD11.	77
Tabela 13: Resultados da inspeção visual apresentada pelo checklist.	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BEP – Barramento Equipotencial Principal

CET – Centro de Experimentação Tecnológica.

CPNSP – Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo.

DPS – Dispositivo de Proteção contra Surto.

DR – Dispositivo de proteção a corrente Diferencial-Residual.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

mA – miliampère.

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora.

NR – Norma Regulamentadora.

PELV – *Protected Extra-Low Voltage*.

QD – Quadro de distribuição.

QDG – Quadro de Distribuição Geral.

SELV – *Separated Extra-Low Voltage*.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VI
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VIII
1 INTRODUÇÃO	12
2 DESENVOLVIMENTO	14
2.1 RISCOS GERADOS PELA ELETRICIDADE	14
2.1.1 Choque elétrico	14
2.1.1.1 Categorias de choque elétrico	15
2.1.1.2 Tipos de choque elétrico	15
2.1.1.3 Tipos de potencial	16
2.1.1.4 Trajeto da corrente elétrica através do corpo humano	16
2.1.1.5 Efeitos fisiológicos diretos e indiretos causado pela eletricidade	17
2.1.2 Queimaduras.....	17
2.1.3 Arco elétrico.....	18
2.1.4 Campo eletromagnético.....	19
2.2 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS.....	20
2.2.1 Medidas de Proteção.....	21
2.2.1.1 Equipotencialização	21
2.2.1.2 Seccionamento automático da alimentação.....	21
2.2.1.3 Equipotencialização/Seccionamento automático da alimentação.....	21
2.2.1.4 Isolamento das partes vivas.....	22
2.2.1.5 Isolação dupla ou reforçada.....	22
2.2.1.6 Barreiras e invólucros	23
2.2.1.7 Aterramento elétrico	23
2.2.1.8 Extra e baixa tensão: SELV e PELV	26
2.2.1.9 Obstáculos e anteparos	27
2.2.1.10 Colocação fora do alcance.....	27
2.2.1.11 Separação elétrica	28
2.2.1.12 Bloqueio e impedimentos.....	28
2.3 PROTEÇÃO CONTRA EFEITOS TÉRMICOS.....	29
2.3.1 Medidas de proteção contra incêndio	29
2.3.1.1 Sistema de proteção passiva	29

2.3.1.2	Sistema de proteção ativa.....	30
2.4	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO, SECCIONAMENTO E COMANDO	32
2.4.1	Contatores.....	32
2.4.2	Disjuntores.....	33
2.4.3	Fusíveis	35
2.4.4	Seccionadores	35
2.4.5	Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)	36
2.4.6	Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (DR)	37
2.5	COMPONENTES ELÉTRICOS.....	38
2.5.1	Fios e cabos elétricos	38
2.5.2	Tomada.....	39
2.5.3	Interruptores	40
2.5.4	Quadro de distribuição	41
2.5.4.1	Observações na montagem do quadro de distribuição	41
2.5.5	Luminárias	42
2.6	REGRAS GERAIS DA NBR-5410.....	44
2.6.1	Divisão da instalação em circuitos	44
2.6.2	Identificação dos componentes e Acessibilidade	45
2.6.3	Compatibilidade.....	46
2.7	AValiação DA CONFORMIDADE.....	47
2.7.1	Mecanismo de avaliação de conformidade	47
2.7.2	Inspeção	48
2.7.2.1	Inspeção visual	48
3	INSPEÇÃO VISUAL	50
3.1	METODOLOGIA	50
3.2	CHECKLIST	52
3.3	APLICAÇÃO DO CHECKLIST	57
3.3.1	Quadros de distribuição	58
3.3.1.1	Quadro de Distribuição Geral 04 (QDG04)	58
3.3.1.2	Quadros de distribuição 08, 09, 10 e 11	59
3.3.1.3	Luminárias e tomadas.....	61
3.3.1.4	Demais observações.....	62
4	CONCLUSÃO	63
5	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	64
	APÊNDICE A – INSPEÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO DO CET	68
	APÊNDICE B – INSPEÇÃO DO QDG04 DO CET.....	69
	APÊNDICE C – INSPEÇÃO DO QD08 DO CET	71

APÊNDICE D – INSPEÇÃO DO QD09 DO CET	73
APÊNDICE E – INSPEÇÃO DO QD10 DO CET.....	75
APÊNDICE F – INSPEÇÃO DO QD11 DO CET.....	77
APÊNDICE G – INSPEÇÃO DOS DEMAIS ITENS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO CET.....	79

1 INTRODUÇÃO

Desde que Benjamin Franklin fez algumas descobertas sobre a eletricidade no século XVIII, como o para-raios, a humanidade evoluiu muito tecnologicamente. A energia elétrica se tornou muito utilizada em várias aplicações, devido sua facilidade de geração, eficiência para transmissão e conversão em outros tipos de energia, se comparado com as outras formas conhecidas de energia, como energia luminosa, mecânica e térmica (SANTOS, 2012). Logo a energia elétrica ficou muito requerida em todas as áreas, atendendo às necessidades domésticas comerciais e industriais da sociedade. Trouxe como consequência, o aumento do risco no qual as pessoas são submetidas no seu dia a dia, devido ao mal funcionamento de um equipamento, por exemplo, que pode gerar acidentes, colocando em perigo a vida dos trabalhadores e pessoas próximas (VILLAIN; CAETANO 2007).

De acordo com Lourenço (2008), a eletricidade é invisível, inodora e incolor e, por isso, é mais complexo de se prevenir contra os riscos que ela proporciona ao ser humano. Podendo provocar acidentes do tipo choque elétrico, queimaduras, entre outros que, dependendo da gravidade, pode tirar a vida de pessoas. Devido a isso, a NBR-5410 (ABNT, 2004), já prevê medidas de segurança a serem utilizadas em instalações elétricas de baixa de tensão, que são as medidas contra choque elétrico e medidas contra efeitos térmicos, determinando os equipamentos e medidas a serem utilizadas em cada uma delas. Então, com o aumento da utilização da energia elétrica, existe uma maior preocupação com a segurança das pessoas, relacionado ainda com o crescimento em quantidade e sensibilidade de equipamentos elétricos utilizados no dia a dia. É necessário que as instalações elétricas de baixa tensão sejam projetadas e executadas de acordo com a NBR-5410, de modo a garantir maior segurança para as pessoas, funcionamento adequado dos dispositivos e certificação de eficiência da instalação (DAMASCENO; IRYODA 2006).

Porém segundo Daniel (2010), uma elaboração correta de projeto e utilização de produtos de acordo com a norma não garante a eficiência da instalação e a segurança do cliente. Uma vez que o projeto seja executado por trabalhadores não qualificados ou através de métodos incorretos isso se torna falho, comprometendo a eficiência e segurança da instalação elétrica. Portanto, para ter conhecimento sobre o status de uma instalação, são utilizado procedimentos

aplicáveis que verificam a conformidade da mesma com as normas e regulamentos, que são aplicados antes de entregar a obra, como também periodicamente, assegurando correspondência às cargas instaladas e medidas de segurança (CAVALCANTE, 2010).

Além disso, Daniel (2010) cita que uma das ferramentas empregadas no processo de verificação da conformidade das instalações é a inspeção visual, utilizada em geral após a execução do serviço, podendo ser aplicada em focos distintos como: segurança, desempenho operacional e manutenção da segurança durante a vida útil do equipamento. Cavalcante (2010) diz também que, como ao decorrer do tempo os materiais vão envelhecendo, isso acaba afetando a confiabilidade das instalações elétricas e a segurança de seu funcionamento, havendo a necessidade de verificação periódica em qualquer instalação elétrica. Os donos e usuários de edificações devem ter total conscientização do risco no qual eles ficam submetidos em caso de não manterem suas instalações conforme as questões de segurança.

Dessa maneira, constata-se a importância da inspeção e manutenção constante das instalações elétricas, independente do tempo em que a obra foi executada. Porém, mesmo existindo normas técnicas e regulamentadoras, a parte de fiscalização e exigências ainda não são impostas de forma apropriada, sendo realizadas geralmente por empresas privadas, quando requerido pelo proprietário (CAVALCANTE, 2010).

Por isso, no decorrer deste trabalho serão apresentadas pesquisas relacionadas aos riscos com eletricidade e como prevenir, dando enfoque numa ferramenta de auxílio para inspeções visuais em instalações elétricas de baixa tensão, feita de acordo com a NBR-5410, podendo ser aplicada tanto em instalações elétricas novas como antigas. Para ter melhor conhecimento sobre a eficiência e praticidade da ferramenta, utilizou-a numa inspeção da instalação elétrica do Centro Experimental Tecnológico – CET da UNEMAT do campus de Sinop/MT.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 RISCOS GERADOS PELA ELETRICIDADE

De acordo com a NR-10 (2016), as palavras risco e perigo são diferentes, sendo perigo o estado de risco com chance de ocasionar lesão física ou problema para a saúde das pessoas por falta de medidas de controle, e risco é a capacidade de uma grandeza com potencial para gerar lesões ou danos à saúde das pessoas (BRASIL, 2016).

Já a palavra eletricidade pode ser usada com duplo significado, como responsável pelos fenômenos denominados elétricos ou significar a ciência que estuda os fenômenos elétricos de uma forma ampla (VILLAIN; CAETANO 2007).

Com a evolução tecnológica, a demanda energética tende a aumentar cada vez mais, pois a produção industrial e os aparelhos que nos fornece mais conforto e comodidade são de origem elétrica. Porém, esta mesma energia elétrica que nos fornece vários benefícios, gera também vários riscos à saúde humana, sendo o risco de origem elétrica o mais perigoso (VILLAIN; CAETANO 2007).

Os trabalhadores que são expostos a energia elétrica sofrem um alto risco, pois a eletricidade pode causar tanto acidentes com efeitos diretos nas pessoas, como choque elétrico, arco elétrico e campo eletromagnético, que podem ocorrer de maneira isolada ou combinados, quanto acidentes de efeitos indiretos, tendo como principal as explosões de origem elétrica, incêndio, queimaduras, quedas e batidas (LOURENÇO, 2008).

Porém, os riscos não envolvem somente as pessoas que trabalham com a eletricidade, mas também outras pessoas em seus afazeres cotidianos, pois a energia elétrica está em todos os lugares. Logo, é necessário enfatizar que os riscos são típicos da própria existência de eletricidade, sendo possível somente controlar os perigos produzidos por ela (FILHO, 2012).

2.1.1 Choque elétrico

O choque elétrico é definido como o efeito patofisiológico devido a passagem de uma corrente elétrica pelo corpo humano, denominada de corrente de choque, que pode ocasionar efeitos graves e letais ao ser humano (VIANA et al., 2007).

Reis e Freitas (1980) partilha da mesma opinião:

Pode ser definido, como um estímulo rápido e acidental do sistema nervoso do corpo humano, pela passagem de uma corrente. Essa corrente circulará pelo corpo da pessoa quando ele tornar-se parte de um circuito elétrico que possua uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo (REIS; FREITAS, 1980, p. 11).

Dois fatores determinantes da gravidade do choque elétrico numa pessoa são: o caminho percorrido pela corrente no interior da pessoa e a intensidade da corrente elétrica (SAAD, 1981).

2.1.1.1 Categorias de choque elétrico

O choque elétrico se difere quanto ao tipo de contato, podendo ele ser contato direto ou indireto. Contato direto é quando uma pessoa ou um animal toca ou segura diretamente em partes energizadas de uma instalação elétrica. Já o contato indireto é quando os mesmos têm contato com partes metálicas (equipamentos) ou elementos condutores, que devido falha na isolação, estavam energizados (VIANA et al., 2007).

2.1.1.2 Tipos de choque elétrico

Segundo Bortoluzzi (2009), o choque elétrico possui diferentes tipos de natureza, assim como definido abaixo:

- Choque estático: é um choque gerado por um equipamento que retém energia, havendo vários tipos de armazenadores de energia elétrica, cada um com sua própria capacidade. Eles são encontrados nos eletrodomésticos em geral;
- Choque dinâmico: este tipo de choque, ocorre quando se encosta em uma parte do sistema de energia elétrica sendo, neste caso, mais perigoso. Dependendo do acidente pode ser fatal para a pessoa.

De acordo com Villain e Caetano (2007), quanto ao tipo de natureza de choque elétrico, há também o choque elétrico gerado pelas descargas atmosféricas,

conhecidas popularmente por raios. Esses raios ocorrem entre as nuvens ou entre a nuvem e solo, podendo assim atingir uma pessoa, gerando tensão de toque e passo com alto grau de risco para a vítima.

2.1.1.3 Tipos de potencial

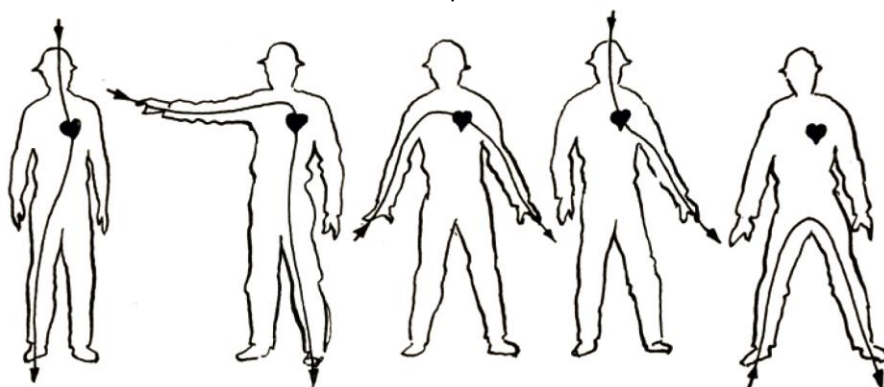
Conforme Bortoluzzi (2009), o choque elétrico é favorecido por duas condições, sendo estas conhecidas como tensão de passo e tensão de toque, definidas abaixo:

- Tensão de toque: é a diferença de potencial gerada entre os membros inferiores e superiores de uma pessoa. Isto ocorre quando ela encosta em um elemento energizado.
- Tensão de passo: é a diferença de potencial gerada entre os dois pés de uma pessoa, ocorrendo quando ela estiver sobre um solo próximo a um ponto com corrente elétrica de fuga.

2.1.1.4 Trajeto da corrente elétrica através do corpo humano

Em relação ao trajeto que a corrente elétrica percorre pelo corpo humano, Figueiredo (2012) relata que, este depende diretamente do ponto do corpo humano que entrou em contato com a parte energizada, sendo apresentado na figura abaixo:

Figura 1: Trajeto da corrente elétrica através do corpo humano.



Fonte: CPNSP (2005)

2.1.1.5 Efeitos fisiológicos diretos e indiretos causado pela eletricidade

De acordo Viana et al. (2007), os efeitos fisiológicos diretos dependem de um intervalo de intensidade da corrente elétrica, onde ele fica subdividido em:

- 1 a 3 mA (miliampère): efeito percepção, intervalo onde é sensibilizado o corpo humano, causando formigamento, porém não existe perigo;
- 3 a 10 mA (miliampère): efeito eletrização, que devido a passagem da corrente elétrica provoca movimentos ou vibração;
- 10 mA (miliampère): efeito tetanização, que é quando o corpo humano sofre paralisia muscular, provocando contração muscular agarramento ou repulsão;
- 25 mA (miliampère): efeito parada respiratória, ocorre quando são envolvidos os músculos peitorais na tetanização, trancando os pulmões que como consequência interrompe a respiração;
- 25 a 30 mA (miliampère): efeito asfixia, é quando a corrente atravessa o tórax fazendo com que os músculos que fazem parte da respiração sofram contração e/ou acontece paralisia dos centros nervosos que comandam a função respiratória;
- 65 a 75 mA (miliampère): fibrilação ventricular, a corrente elétrica quando passa pelo coração, afeta o seu funcionamento normal, fazendo com que o coração vibre desordenadamente.

Já quanto aos principais efeitos fisiológicos indiretos Viana et al. (2007) cita sobre:

- Transtorno Cardiovascular: o choque elétrico altera o ritmo cardíaco podendo causar infarto, taquicardia entre outros;
- Queimaduras Internas: a energia dissipada pelo corpo humano gera queimaduras internas como coagulação, carbonização;
- Queimaduras Externas: são queimaduras devido a arco elétrico a 4000°C.

2.1.2 Queimaduras

Um condutor quando está sendo percorrido por uma corrente elétrica, certa quantidade da energia elétrica é transformada em energia térmica, pois o condutor apresenta uma resistência, este fenômeno é chamado de Efeito Joule, o mesmo

acontece com o corpo humano durante um choque elétrico, no qual a pele se comporta como uma resistência à passagem de corrente, resultando na produção de calor e consequentemente no surgimento de queimaduras (SANTOS, 2012).

A maioria das pessoas que sofrem acidentes com eletricidade apresentam queimaduras, que em geral são menos dolorosas que as ocasionadas por outro meio, porém isto não significa que elas são menos perigosas, porque as queimaduras de origem elétrica destroem as terminações nervosas, fazendo com que elas evoluam em profundidade, mesmo após o termino da descarga (FILHO, 2012).

De acordo com Lourenço (2008), a eletricidade pode produzir diversas formas de queimadura, podendo ser classificadas como:

- Queimaduras por contato direto, quando há o toque direto em partes energizadas de uma instalação elétrica;
- Queimaduras por arco voltaico, caracterizado pela passagem de corrente através do ar;
- Queimaduras por vapor metálico, ocorre quando há emissão de vapores e derramamento de metais derretido, devido a fusão dos contatos elétricos.

2.1.3 Arco elétrico

Segundo Santos (2013), o arco elétrico é um fenômeno físico que ocorre pela ruptura dielétrica de um gás produzindo uma descarga de plasma, que é a passagem de corrente elétrica em meio normalmente isolante por exemplo o ar, essa descarga se assemelha a uma fagulha instantânea, este pode levar a danificação do sistema em que ele ocorrer.

Os arcos elétricos são ocorrência de múltipla energia, causando forte explosão, liberação de energia acústica e energia térmica, que dependendo da intensidade do arco elétrico, pode se formar uma onda de pressão que pode atingir pessoas próximo ao evento, eles são de curta duração, podendo as vezes ser tão rápidos que o olho humano não consegue perceber e é capaz de alcançar temperaturas extremamente elevadas (SENAI, 2007).

Figura 2: Arco elétrico.



Fonte: BORTOLUZZI (2009)

2.1.4 Campo eletromagnético

O campo eletromagnético é gerado pelo fluxo de corrente elétrica em um condutor, fazendo parte de vários trabalhos humanos, por exemplo a solda elétrica, o forno micro-ondas, o uso de telefonia celular e trabalhos com circuitos ou linhas energizadas. Ele tem a particularidade de induzir corrente em outros condutores próximos (CPNSP, 2005).

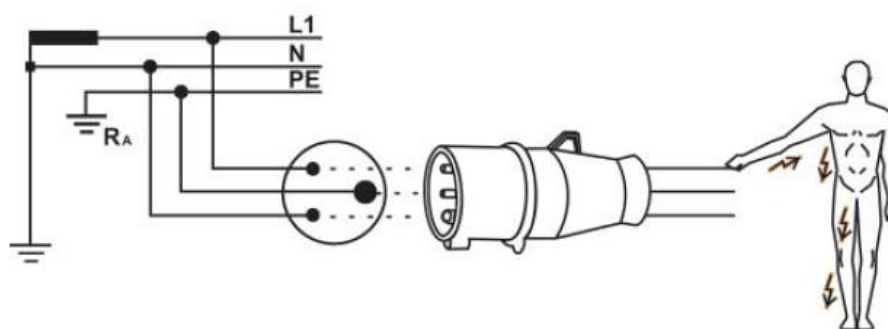
As pessoas que trabalham com sistema elétrico de potência, devido aos elevados valores de tensão e corrente, acabam ficando expostos ao campo eletromagnético, resultando na formação de uma diferença de potencial entre a pessoa e os objetos próximos a ele. Este também quando muito intenso, pode acabar interferindo no funcionamento de aparelhos eletrônicos, logo pessoas que utilizam equipamentos eletrônicos, tais como marca-passos ou aparelhos auditivos, devem tomar cuidados especiais (SANTOS, 2012).

2.2 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

De acordo com a NBR-5410, ABNT (2004), as proteções contra choques elétricos são feitas contra contatos diretos e indiretos, para garantir a segurança das pessoas contra esse risco. Duas dessas proteções são obrigatórias e uma delas é exigida somente em casos onde o risco de choque elétrico é maior que o normal, essas 3 proteções são:

- Proteção básica: meio que evita contato direto, ou seja, tem a função de garantir que as partes energizadas da instalação não esteja acessível, sendo de uso obrigatório.

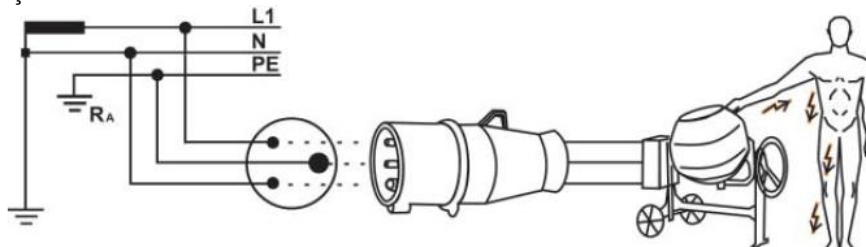
Figura 3: Proteção contra contatos diretos.



Fonte: VIANA et al. (2007)

- Proteção supletiva: meio que evita contato indireto, ou seja, garantem que as massas (equipamentos não destinados a conduzir corrente elétrica, porém têm propriedade de conduzir corrente), não ofereçam perigo as pessoas, seja em condições normais, como também em caso de falha que as tornem energizadas, sendo de uso obrigatório.

Figura 4: Proteção contatos indiretos.



Fonte: VIANA et al. (2007)

- Proteção adicional: meio que garante a proteção em casos onde as medidas normalmente aplicadas não é capaz de garantir a segurança das pessoas,

devido a possibilidade de falha das mesmas e/ou, ainda, em ambientes que os perigos do choque elétrico é muito elevado.

2.2.1 Medidas de Proteção

As medidas de proteções são providências utilizadas para atender a regra geral de proteção das instalações elétricas, providenciando segurança para usuários e demais pessoas.

2.2.1.1 Equipotencialização

Esta medida é utilizada para garantir que entre dois ou mais corpos não tenha diferença de potencial, protegendo as pessoas contra choque elétrico, como também os equipamentos contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas. Desta forma todos os equipamentos metálicos da edificação e também os condutos de energia e sinal que entram e saem da mesma, devem estar ligado no barramento de equipotencialização, para obter maior segurança (DAMASCENO; IRYODA 2006).

2.2.1.2 Seccionamento automático da alimentação

O seccionamento automático da alimentação como uma proteção adicional é necessária, devido ao seu princípio de funcionamento, a sua relação com os variados tipos de aterramento e também pelas suas particularidades gerais. Ele é um dispositivo ajustável, que deverá cortar automaticamente a alimentação quando atingir uma corrente superior ao valor ajustado para a proteção do circuito ou do equipamento, levando se em conta também o tempo de exposição à tensão de contato (CPNSP, 2005).

2.2.1.3 Equipotencialização/Seccionamento automático da alimentação

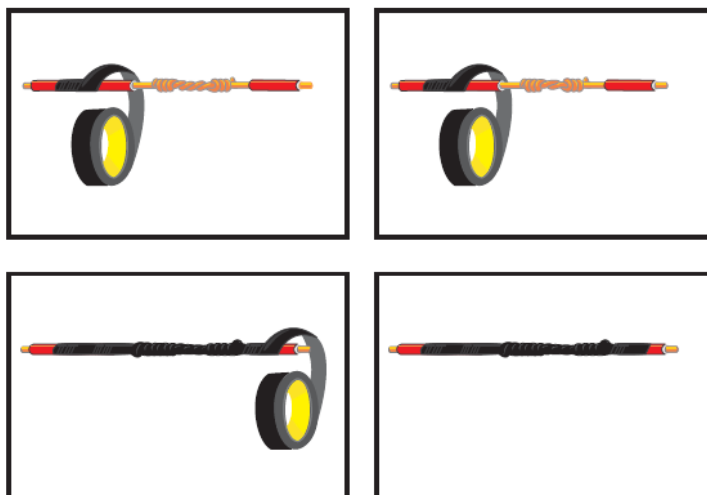
Essas duas medidas de proteção assegura a proteção supletiva, sendo a utilização das duas em conjunto necessária, pois elas se completam, de forma indissociável, ou seja em casos em que a equipotencialização não for o suficiente

para garantir que não haja diferença de potencial, o seccionamento automático da alimentação irá desligar o circuito que está ocorrendo a falha (ABNT, 2004).

2.2.1.4 Isolamento das partes vivas

O isolamento é composto de material não condutor (dielétrico), com a função de impedir qualquer contato com as partes vivas da instalação elétrica, dando proteção aos trabalhadores no momento em que for efetuar os serviços. O nível de isolamento depende do nível de tensão do serviço, devendo este ser bem acondicionado, inspecionados a cada uso, e serem submetidos a teste elétricos anualmente, assegurando assim a eficiência da isolação (CPNSP, 2005).

Figura 5: Isolamento das partes vivas.



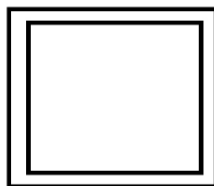
Fonte: VIANA et al. (2007)

2.2.1.5 Isolação dupla ou reforçada

É um tipo de proteção utilizado geralmente em equipamentos portáteis, que necessitam de um sistema de proteção mais robusto, proporcionando maior confiabilidade do que a segurança cedida somente pelo aterramento elétrico (CPNSP, 2005).

Esta medida de proteção é feita usando uma segunda camada de isolação nas partes vivas, incrementando a proteção normalmente utilizada, a simbologia utilizada em equipamentos que necessitam de isolação dupla ou reforçada é mostrado abaixo (CPNSP, 2005):

Figura 6: Símbolo para representar isolamento dupla ou reforçada em equipamentos elétricos.

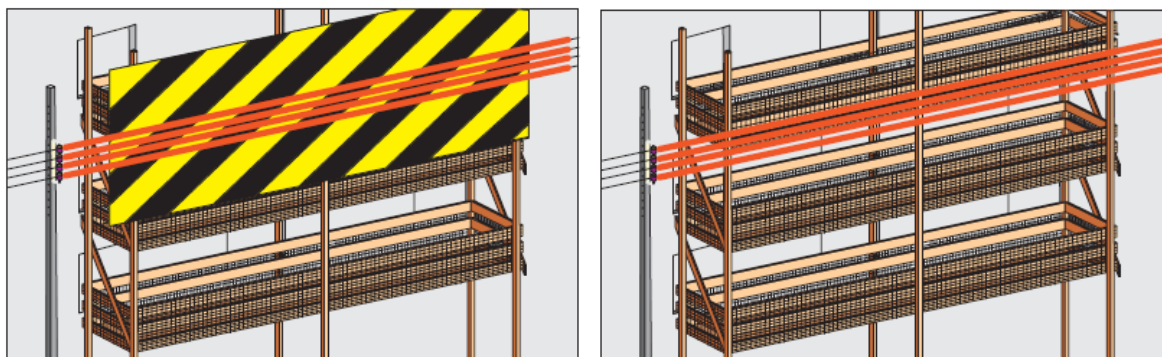


Fonte: CPNSP (2005)

2.2.1.6 Barreiras e invólucros

De acordo com Santos (2012), as barreiras e invólucros são dispositivos cuja a função é bloquear pessoas ou animais de entrarem em contato com condutores elétricos energizados da instalação elétrica, sendo as partes vivas alojadas no interior dos invólucros ou atrás das barreiras, as barreiras e invólucros devem ser robustos, duráveis e fixados de forma segura, sendo retirado somente com ferramentais apropriados, assegurando deste modo maior segurança, sinalização e preservação das instalações elétricas.

Figura 7: Exemplos de barreiras e invólucros.



Fonte: VIANA et al. (2007)

2.2.1.7 Aterramento elétrico

Conforme Saad (1981), o aterramento elétrico é um caminho para a corrente elétrica para a Terra, que possui uma menor resistência que o corpo humano, protegendo assim o ser humano de possíveis choques elétricos, ele é dividido em duas partes, que são:

- Fio condutor: é um fio de diâmetro de acordo com a intensidade de corrente elétrica de fuga a ser transportada, tem por objetivo transportar corrente

elétrica da área energizada até a tomada de terra, servindo como um caminho de menor impedância;

- Tomada de terra: é composta de hastes metálicas fincadas na terra, com o objetivo de conduzir a corrente elétrica de falta à terra.

2.2.1.7.1 Tipos de aterramento

Segundo Creder (2007), os aterramentos são classificados de acordo com a sua função na instalação elétrica, como apresentado abaixo:

- Aterramento funcional: tem objetivo de garantir o correto funcionamento da instalação, aterrando um condutor vivo (geralmente o neutro);
- Aterramento de proteção: objetiva a proteção dos seres vivos contra choques elétricos em caso de contato direto, aterrando as massas e os elementos estranhos;

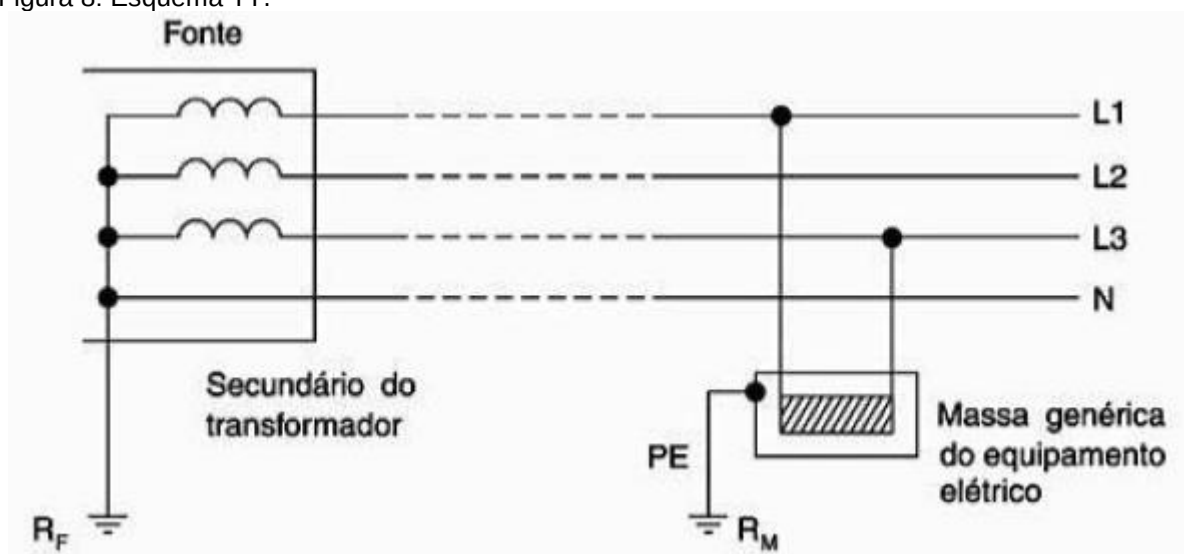
Além das duas classificações acima, Creder (2007) cita também o aterramento de trabalho, que tem como objetivo garantir a equipotencialidade constante durante uma desenergização do circuito, através de uma ligação elétrica eficaz de baixa impedância proposital a terra.

2.2.1.7.2 Esquemas de aterramento

A NBR-5410, considera 3 esquemas de aterramentos o TN/TT/IT, sendo cada uma adotada de acordo com a situação da alimentação e das massas da instalação elétrica em relação à terra, como também das disposições dos condutores neutro e de proteção (ABNT, 2004).

Esses 3 esquemas de aterramento são descritos por Cotrim (2003), sendo que, o esquema TT possui o ponto de alimentação diretamente aterrado e as massas da instalação são ligadas de forma independente em um ou mais eletrodos de aterramento.

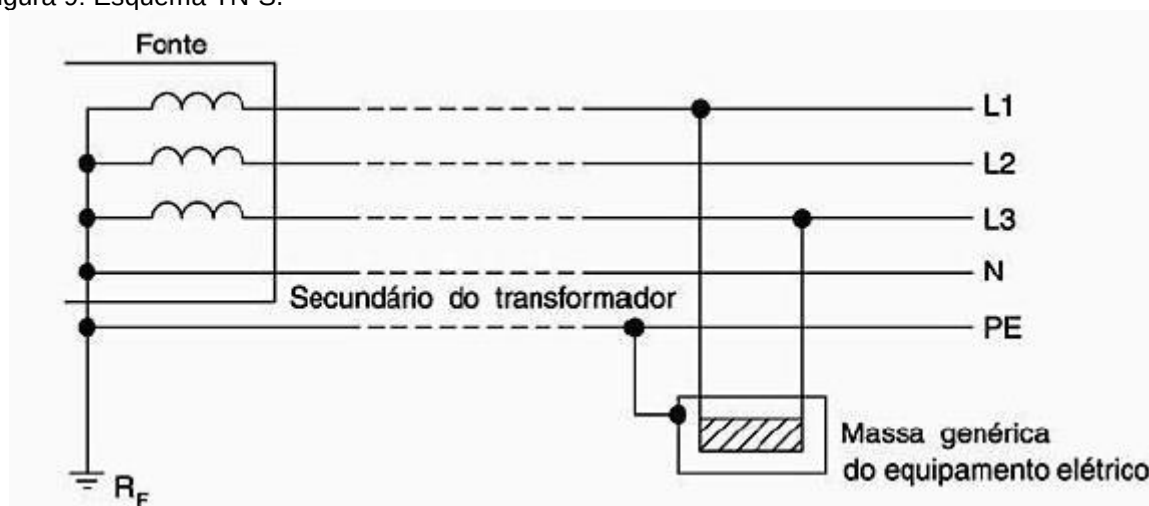
Figura 8: Esquema TT.



Fonte: COTRIM (2003)

No esquema TN tem-se que, o neutro é diretamente aterrado e as massas são ligadas ao neutro por um condutor, podendo as funções de neutro e de proteção serem feitas pelo mesmo condutor (TN-C), ou por condutor distintos (TN-S), ou ainda serem um esquema misto (TN-C-S).

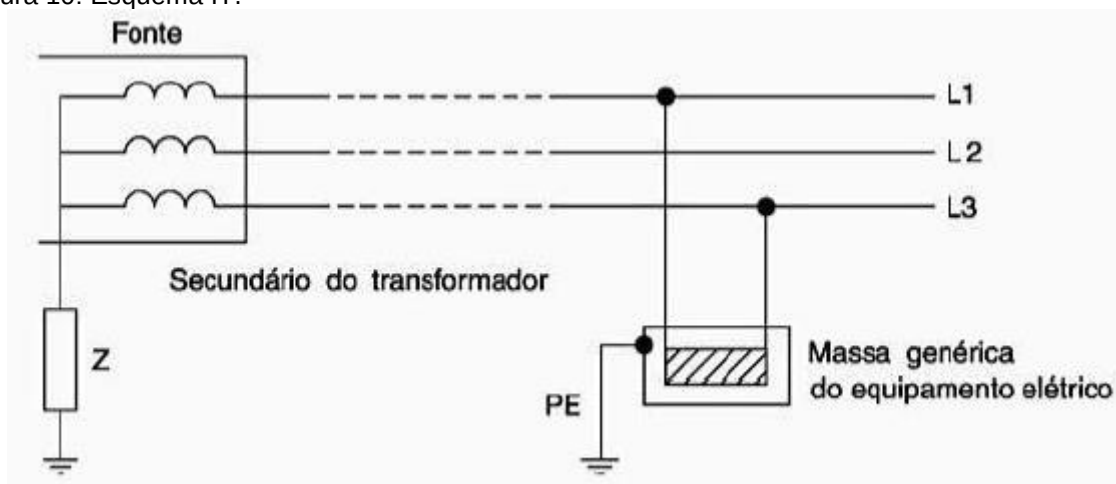
Figura 9: Esquema TN-S.



Fonte: COTRIM (2003)

Já no esquema IT, o ponto de alimentação é isolado da terra, sendo este isolada da terra ou aterrada por uma impedância (Z) de valor elevado, e as massas são conectadas a terra através de eletrodos.

Figura 10: Esquema IT.



Fonte: COTRIM (2003)

2.2.1.8 Extra e baixa tensão: SELV e PELV

De acordo com a NBR-5410, ABNT (2004), SELV e PELV é definida como:

- SELV: a sigla vem do inglês "*separated extra-low voltage*", é um sistema de extra-baixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas, fazendo com que uma única falta não resulte em risco de choque elétrico.
- PELV: a sigla vem do inglês "*protected extra-low voltage*", este é equivalente a todos os requisitos de um SELV, porém ele é um sistema de extra-baixa tensão que não é eletricamente separado da terra.

Para esses dois sistemas, CPNSP (2005) disserta que, dependendo da tensão nominal e do tipo de uso, é necessário utilizar proteção básica, como:

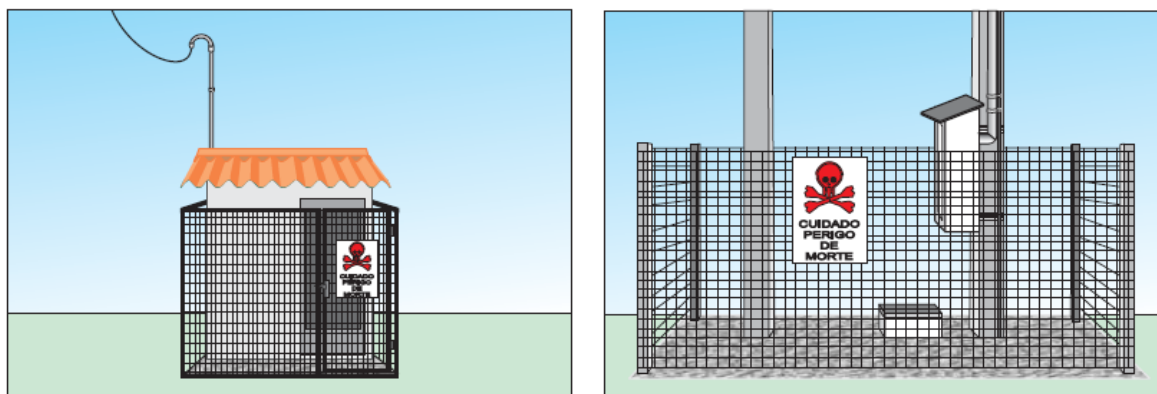
- Limitação de tensão;
- Barreiras ou invólucros ou isolamento básica;
- Condições de ambiente e de construção em que o dispositivo está inserido.

Porém nos caso em que as exigências mínimas da NBR-5410 for atendida, os sistemas SELV e PELV podem dispensar a isolamento básica, barreira ou invólucros.

2.2.1.9 Obstáculos e anteparos

Segundo Santos (2012), os obstáculos e anteparos são dispositivos com a finalidade de impedir a aproximação física e contatos não intencionais com partes energizadas de instalações elétricas, bloqueando somente contatos acidental, pois é possível retirá-los sem o uso de ferramentas, porém sua fixação deve ser feita de maneira a impossibilitar a sua remoção involuntária.

Figura 11: Obstáculos e anteparos.



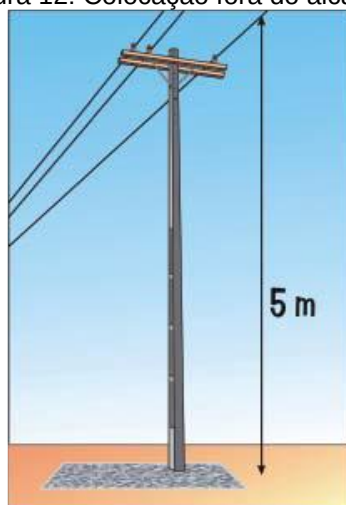
Fonte: VIANA et al. (2007)

2.2.1.10 Colocação fora do alcance

De acordo com CPNSP (2005), esta medida de controle de risco, deve ser seguida após a proteção ser garantida pelos obstáculos, ela define as distâncias mínimas que devem ser atendidas nos acessos destinados a operação e/ou manutenção. Porém há exceções nas situações onde duas partes simultaneamente acessíveis (distância 2,5 metros entre as partes) apresentarem potenciais diferentes, devendo ser situadas fora da zona de alcance normal.

Além disso, Viana et al. (2007) afirma que, esta medida é utilizada para que contatos acidentais não ocorram, determinando por exemplo a altura/distância segura de instalação dos condutores energizados, de modo que fique distante dos trabalhadores, equipamentos e máquinas.

Figura 12: Colocação fora do alcance.



Fonte: VIANA et al. (2007)

2.2.1.11 Separação elétrica

Separação elétrica é uma das medidas de proteção contra choque elétrico dada pela NBR-5410, ela não é utilizada generalizadamente, mas sim pontualmente devido a sua natureza, sendo feita através da utilização de um transformador de separação no qual o circuito secundário é isolado. O circuito separado se trata de um sistema elétrico isolado, logo a segurança contra choques que ele proporciona depende diretamente da preservação dessas circunstâncias. Uma de suas aplicações é em instalações de salas cirúrgicas de hospitais (CPNSP, 2005).

2.2.1.12 Bloqueio e impedimentos

Conforme Santos (2012), os dispositivos de bloqueio têm a finalidade de impedir ações não autorizadas, como o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra, devendo tais dispositivos estarem obrigatoriamente acompanhado de etiqueta de sinalização, especificando o nome do profissional responsável, data, setor de trabalho e forma de comunicação, como também possibilitarem mais de um bloqueio, para que mais de uma equipe trabalhe simultaneamente de forma segura.

De acordo com CPNSP (2005), os sistemas de bloqueio e impedimento, devem ser desenvolvido pelas empresas de forma padronizada e documentado, através da utilização de etiquetas, formulários e ordens documentais próprias, como também ser do entendimento de todos os trabalhadores.

2.3 PROTEÇÃO CONTRA EFEITOS TÉRMICOS

Os equipamentos elétricos podem produzir calor, logo estes equipamentos devem ser fabricados com materiais capaz de suportar este aquecimento, de forma a proteger as pessoas, o próprio equipamento, como também a instalação elétrica de possíveis incêndios, e esses efeitos térmicos podem ser (ABNT, 2004):

- Risco de queimaduras;
- Combustão ou degradação dos materiais;
- Comprometimento da segurança de funcionamento dos componentes instalados.

2.3.1 Medidas de proteção contra incêndio

As medidas de segurança contra incêndio, pode ter caráter preventivo ou de proteção, as de prevenção são aquelas que previnem a ocorrência do início do incêndio, enquanto que as medidas de proteção são aquela designadas a defender a vida humana e os bens materiais dos efeitos desfavoráveis do incêndio que já se iniciou (FREIRE, 2009).

As medidas de proteção contra incêndio devem ser divididas em dois grupos: as medidas de prevenção ativa; e as medidas de proteção passiva (FREIRE, 2009).

2.3.1.1 Sistema de proteção passiva

A proteção passiva é a medida que não utiliza um acionamento para o seu andamento em caso de incêndio, tendo a opção de desempenhar ou não outra função equiparável ao longo de sua utilização (ONO, 2004).

Segundo Freire (2009), a proteção passiva também está relacionada ao planejamento do projeto arquitetônico, levando em consideração o local apropriado dos equipamentos com possibilidade de causar incêndio, ter compartimentação horizontal e vertical, utilizar material que a chance de propagação do fogo seja menor, entre outros.

2.3.1.2 Sistema de proteção ativa

Esse tipo de proteção é feita por instalação de equipamentos que são acionados de modo manual ou automático garantindo seu funcionamento em caso de incêndio; essas instalações tem a função de detectar o incêndio, alertar as pessoas e também de controlar o fogo, alguns exemplos de proteção ativa são (ONO, 2004):

- Sistema de alarme manual de incêndio, realizado por botoeiras;
- Sistema de detecção e alarme automáticos de incêndio, através de alarmes automáticos em conjunto com detectores de fumaça, temperatura e raios infravermelhos;
- Sistema de combate manual de incêndio, utilizam extintores e hidrantes para combater e controlar o fogo;
- Sistema de controle/ exaustão de fumaça de incêndio;
- Sistema de iluminação de emergência.

Tabela 1: Medidas de proteção passiva e ativa.

Elemento	Medidas de proteção passiva	Medidas de proteção ativa
Limitação do crescimento do incêndio	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; Controle das características de reação ao fogo dos materiais e produtos incorporados aos elementos construtivos.	Provisão de sistema de alarme manual; Provisão de sistema de detecção e alarme automáticos.
Extinção inicial do incêndio	-----	Provisão de equipamentos portáteis (extintores de incêndio).
Limitação da propagação do incêndio	Compartimentação vertical; Compartimentação horizontal.	Provisão de sistema de extinção manual (hidrantes e mangotinhos); Provisão de sistema de extinção automática de incêndio.

Evacuação segura do edifício	Provisão de rotas de fuga seguras e sinalização adequada.	Provisão de sinalização de emergência; Provisão do sistema de iluminação de emergência; Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça; Provisão de sistema de comunicação de emergência.
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	Resistência ao fogo da envoltória do edifício, bem como de seus elementos estruturais; Distanciamento seguro entre edifícios.	-----
Precaução contra o colapso estrutural	Resistência ao fogo da envoltória do edifício, bem como de seus elementos estruturais.	-----
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	Provisão de meios de acesso dos equipamentos de combate a incêndio e sinalização adequada.	Provisão de sinalização de emergência; Provisão do sistema de iluminação de emergência; Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça.

Fonte: ONO (2007)

2.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO, SECCIONAMENTO E COMANDO

A norma NBR-5410, ABNT (2004), prevê equipamentos com a função de chavear e/ou interromper a alimentação da instalação em caso de manutenção ou falhas nos circuitos.

Sendo que as principais falhas que podem ser encontradas nas instalações elétricas são (MANUAL, 2009):

- Fuga de corrente: advém devido a falha na isolação dos cabos, a corrente pode sair do caminho de condução do cabo e parte desta ficar na carcaça do equipamento, gerando o risco de choque elétrico.
- Sobrecarga: ocorre pela utilização de vários equipamentos ao mesmo tempo, fazendo com que a corrente elétrica que passe nos cabos seja maior que a suportada, gerando aquecimento nos cabos.
- Curto-circuito: acontece quando dois ou mais potenciais diferentes se encostam, gerando um caminho sem resistência para a corrente elétrica passar, ou seja a corrente elétrica será muito elevada, provocando aquecimento excessivo nos cabos.
- Sobreensão: é uma tensão que varia em função do tempo, variando entre fase e neutro ou entre fases, fazendo com que o valor da tensão fique maior do que o do sistema padrão, e isso é causado por descargas atmosféricas, curto-circuito, falta de fase, manobra de disjuntores, entre outros.

2.4.1 Contatores

Os contatores são dispositivos que tem a operação baseada no princípio eletromagnético, podendo ser comandado manualmente ou remotamente. Este possui dois circuitos básicos, que são os circuitos de comando e de força (CREDER, 2007).

Segundo Franchi (2008), o contator é também considerado como uma chave de operação não manual, que tem somente uma posição de repouso e é capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes nominais do circuito.

Como os contatores realizam grande números de manobras, ele é utilizado para comando de motores e em sistema de automação, possibilitando o acionamento de cargas remotamente através de computadores de processo. O

dimensionamento dos contatores deve ser feito conforme o tipo de carga e pelos regimes de operação (CEZAR, 2009).

Figura 13: Contator.



Fonte: CEZAR (2009)

2.4.2 Disjuntores

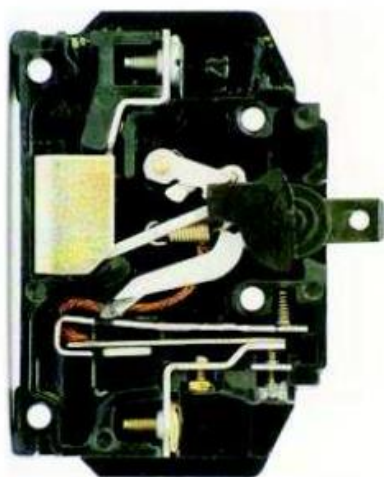
Disjuntores são dispositivos de manobra e proteção contra curto-circuito ou sobrecarga, tendo capacidade de ligação e interrupção de corrente em condições normais. Eles possuem 3 funções básicas que são: proteção dos fios e cabos contra sobrecorrente e abertura dos circuitos; seccionamento do circuito em distância segura e fechamento ou abertura do circuito com carga (SILVA, 2011).

Logo os disjuntores são utilizados para comando e proteção dos circuitos, protegendo os condutores elétricos, pois quando há sobrecorrente no sistema o disjuntor é desligado automaticamente, podendo também ser desligado manualmente para realizar manutenção no circuito em que ele opera (MANUAL, 2009).

De acordo com Silva (2016), os disjuntores que possui a função de proteção contra curto-circuito e sobrecarga possui dois tipos de funcionamento, por efeito Joule, que devido a passagem de corrente o condutor se aquece até a abertura do circuito (disjuntor térmico); e por eletromagnetismo (disjuntor magnético). O disjuntor térmico é composto por uma lâmina bi metálica, atuando de acordo com a deformação desta lâmina, então quando há uma sobrecarga no circuito em que ele

está atuando no qual a corrente elétrica é maior que o permitido, a lâmina vai aquecer e consequentemente se dilatar abrindo o circuito no qual o dispositivo está protegendo.

Figura 14: Disjuntor Térmico.



Fonte: SILVA (2016)

Já o disjuntor magnético, tem o funcionamento realizado por uma bobina, ou seja, quando a corrente estiver acima do permitido por este equipamento, a corrente elétrica que percorre o condutor irá gerar uma força capaz de mover o contato que irá seccionar o circuito. Esse tipo de disjuntor tem a vantagem de ser mais preciso que o disjuntor térmico, tendo velocidade de interrupção instantânea, porém é mais caro (SILVA, 2016).

Figura 15: Disjuntor Magnético.



Fonte: SILVA (2016)

2.4.3 Fusíveis

É considerado o dispositivo de proteção mais simples construtivamente, sendo utilizado um fusível por fase, e alojados intercaladamente no circuito, de modo a interromper a passagem de corrente em caso de sobrecorrente no sistema; o fusível independente do seu tipo é constituído de uma base e o corpo do elemento, é destinado à proteger a instalação contra curto-circuito assim como os disjuntores porém não é possível religá-lo em caso de atuação do mesmo, quando isso acontece é necessário realizar a troca do elo fusível que se encontra no corpo do elemento (CAVALIN; CERVELIN 2006).

Figura 16: Fusível NH.



Fonte: CEZAR (2009)

2.4.4 Seccionadores

Os seccionadores têm a função de permitir ou interromper a passagem de corrente elétrica, é um dispositivo de manobra mecânica, tendo na, havendo dois tipos básicos, que são o seccionador a vazio e seccionador sob carga (CEZAR, 2009):

- Seccionador a vazio: é um dispositivo capaz de fechar ou abrir um circuito somente quando a corrente estabelecida ou interrompida é insignificante, aplicado geralmente na desenergização de circuitos para manutenção, tendo como exemplo de seccionador a vazio a chave faca;
- Seccionador sob carga: é um dispositivo que ao contrário do seccionador a vazio, é capaz de fechar ou abrir um circuito quando submetido a corrente

nominal, sendo necessária construção apropriada de modo a evitar danos devido ao arco elétrico e também para possibilitar melhor operação.

Figura 17: Seccionador de facas deslizantes.



Fonte: HORTA (2014)

2.4.5 Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

O DPS é empregado para a proteção das instalações elétricas e dos equipamentos elétricos contra sobretensões transitórias nas instalações ou seja proteger contra as anomalias gerada na rede devido a descargas atmosféricas ou por retorno da energia após um desligamento geral (MANUAL, 2009).

A localização correta para a utilização do DPS deve ser após a medição e do disjuntor de proteção geral de entrada de energia elétrica, estando o DPS sempre vinculado ao Barramento Equipotencial principal (BEP), estabelecendo o BEP como referência de atuação do DPS contra as correntes de surto para o aterramento, diminuindo o impacto destas correntes na instalação (PINHEIRO, 2013).

Segundo Damasceno e Iryoda (2006), o DPS pode também ser utilizado para proteção de um equipamento elétrico específico, sendo neste caso necessário realizar um estudo sobre o valor máximo de tensão suportada pelo equipamento e também do valor de corrente esperado no ponto deste DPS, que deve ser localizado internamente a instalação e próximo do equipamento a ser protegido.

2.4.6 Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (DR)

Os dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual, tem o objetivo de cortar o fornecimento de energia elétrica do circuito ou equipamento que ele está protegendo, em caso de corrente de fuga que ultrapassar o valor determinado pelo dispositivo, devendo este operar rapidamente (CPNSP, 2005).

Dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com valor nominal de corrente igual ou inferior a 30 mA é definido como proteção adicional contra choques elétricos (ABNT, 2004).

Figura 18: Disjuntor DR.



Fonte: SILVA (2016)

2.5 COMPONENTES ELÉTRICOS

2.5.1 Fios e cabos elétricos

De acordo com Cotrim (2003), os fios e cabos se diferenciam, sendo o fio constituído de um único filamento espesso e rígido, já o cabo é constituído de vários filamentos finos, logo os fios são utilizados quando existe a necessidade de resistência mecânica e os cabos quando é preciso maior maleabilidade do condutor.

Os fios e cabos não diferem quanto a capacidade de passagem de corrente elétrica pelo fato de ser composto por um ou mais filamentos, diferindo somente pela sua composição, que atualmente são fabricados dos metais cobre, alumínio e aço, por causa das suas propriedades elétricas, térmicas, mecânicas e custos; porém em instalações elétricas de baixa tensão se utiliza fios e cabos de cobre (CEZAR, 2009).

Figura 19: Cabo de cobre nu / Cabo de cobre multipolar isolado.



Fonte: CEZAR (2009)

Figura 20: Fio de cobre isolado / Fio de cobre nu.



Fonte: CEZAR (2009)

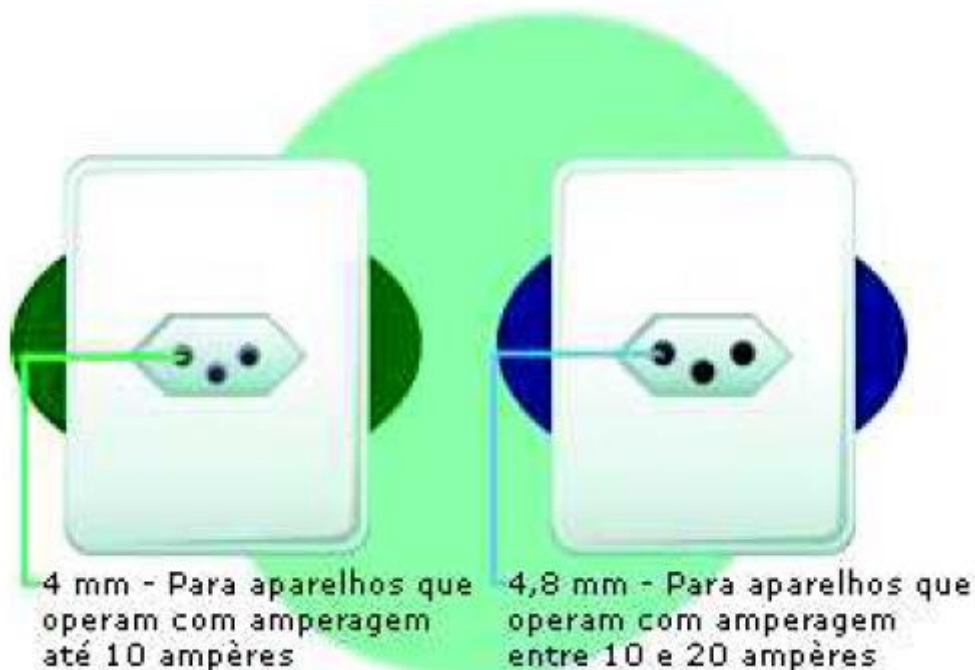
2.5.2 Tomada

A tomada elétrica é o ponto de conexão que fornece a eletricidade do circuito para um plugue macho conectado a ela, a NBR-5410 prescreve que condutores de proteção (PE) devem proteger todos os circuitos das instalações elétricas de baixa tensão, logo as tomadas necessitam ser do tipo dois polos mais terra (2P + T) permitindo a ligação dos equipamentos ao terminal do condutor de proteção (SILVA, 2011).

Além da padronização das tomadas, cuidados devem ser tomados entre plugues e tomadas que não tenham compatibilidade, então para evitar conexões indevidas entre os mesmo, as tomadas fixas com circuitos de tensão mais elevada devem ser marcadas com a tensão fornecida (CASANOVA et al., 2008).

Também houve a necessidade de padronizar o diâmetro das tomadas de acordo com a corrente suportada por elas, para corrente de até 10A utiliza-se diâmetro de 4 mm, já para corrente de até 20A o diâmetro é 4,8 mm, evitando assim a ligação de equipamentos de maior potência em pontos de tomadas não projetados para suportar tal corrente elétrica (SILVA, 2016).

Figura 21: Padronização da Tomada de acordo com a corrente suportada.



Fonte: SILVA (2016)

2.5.3 Interruptores

O Interruptor é um dispositivo simples que é capaz de estabelecer, de aguentar e de interromper correntes nas condições normais do circuito, sendo os interruptores de baixa tensão divididos em dois tipos, que são: interruptores para instalações elétricas fixas, domesticas e análogas; e interruptores de uso industrial (GOMES, 2015).

É considerado um dispositivo de manobra, possui corpo em geral de material termoplástico onde se localiza a intensidade de corrente e tensão suportada pelo dispositivo, além disso possui teclas ou alavancas que fecha e abre o circuito elétrico; o interruptor pode ser classificado de acordo com várias especificações porém a mais comum é quanto às ligações possíveis que é apresentado na tabela abaixo (GOMES, 2015):

Tabela 2: Classificação quanto às ligações possíveis dos interruptores.

Designação	Número de função
Interruptores unipolares	1
Interruptores bipolares	2
Interruptores tripolares	3
Interruptores tripolares com corte de neutro	03
Comutadores de escada	6
Comutadores de lustre	5
Comutadores de escada com posição de desligar	4
Comutadores de escada bipolares	6/2
Inversores de grupo	7
Poderão montar-se vários interruptores, com funções idênticas ou diferentes, numa base comum. O número de função em que existe uma posição de desligar é também aplicável a botões de pressão e a interruptores de contato momentâneo.	

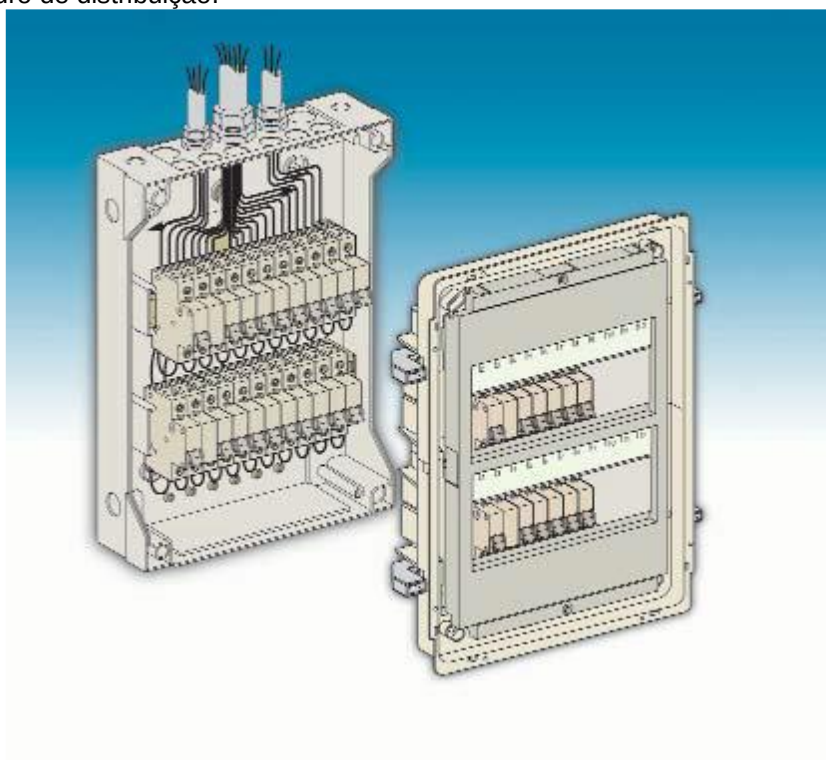
Fonte: GOMES (2015)

2.5.4 Quadro de distribuição

O quadro de distribuição é um equipamento elétrico, fabricado de material antichama, pois este ponto da instalação tem elevado risco de incêndio, devido ao fato dele receber energia elétrica da alimentação e distribuir para os circuitos da instalação elétrica, desempenhando também funções de proteção, seccionamento, controle e/ou medição (SOUZA; MORENO 2001).

Além do mais, Silva (2011) comenta que, o quadro de distribuição é o equipamento destinado a alojar os equipamentos de proteção, como: disjuntores termomagnéticos, dispositivos protetores de surto (DPS) e também os dispositivos diferenciais residuais (DRs). Além disso o quadro de distribuição deve conter uma tampa externa e outra interna, para evitar risco de choque elétrico por contato direto, tendo que ser instalados em locais de fácil acesso, e não bloqueados por objetos.

Figura 22: Quadro de distribuição.



Fonte: SOUZA; MORENO (2001)

2.5.4.1 Observações na montagem do quadro de distribuição

A montagem do quadro de distribuição e dos demais equipamentos elétricos a serem instalados nele devem seguir as seguintes observações (CAVALIN; CERVELIN 2006):

- Acessibilidade: os equipamentos devem ser instalados de modo a facilitar sua operação, manutenção, inspeção e acesso às suas conexões.
- Identificação dos componentes: meios de identificação devem ser utilizados para que seja possível reconhecer o tipo e a finalidade dos dispositivos, para que não haja confusão.
- Independência dos componentes: os equipamentos devem ser escolhidos e colocados de maneira que não haja influência prejudicial entre a instalação elétrica e demais instalações.
- Componentes fixados na porta: os equipamentos que forem fixados na tampa no quadro de distribuição, devem ser postos de modo que não danifique os mesmos.
- Espaço reserva: Deve ser previsto espaços reservas para futuras instalações, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 3: Quadro de distribuição - Espaço Reserva. (Tabela 59 da NBR 5410:2004).

Quantidade de circuitos efetivamente disponíveis (N)	Espaço mínimo destinado a reserva (em números de circuitos)
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N>30	0,15N
Nota: A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.	

Fonte: CAVALIN; CERVELIN (2006)

2.5.5 Luminárias

As luminárias tem a função de proporcionar visuais mais agradáveis para os pontos de luz, como também de segurança, protegendo contra choque elétrico, penetração de corpos estranhos e contra ignição/fogo. A norma que mostra os requisitos de segurança necessário para as luminárias é a IEC 60598, que abrange todos os aspectos relativos à segurança (elétrica, térmica e mecânica). Em relação à segurança, as luminárias são classificadas de acordo com 3 critérios, que são (SOUZA; MORENO 2001):

- De acordo com o tipo de proteção contra choque elétrico;
- De acordo com o grau de proteção contra penetração de pó, objetos sólidos e umidade;
- De acordo com o material da superfície de apoio para qual a luminária é projetada.

Figura 23: Luminária.



Fonte: FARIAS (2010)

2.6 REGRAS GERAIS DA NBR-5410

A norma NBR-5410, ABNT (2004), prescreve as proteções que devem ser utilizadas em instalações elétricas de baixa tensão, de modo a excluir qualquer risco para as pessoas e animais, não havendo possibilidade de dispensa-las quando resultar em perigo para a saúde dos mesmos.

Segundo Casanova et al. (2008), a norma disponibiliza a lista de documentos necessários a serem preparados pelo projetista, sendo a instalação feita de acordo com o projeto, que deve conter no mínimo os seguintes itens abaixo:

- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- Esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis;
- Memorial descritivo da instalação;
- Parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente etc.);
- Plantas.

Depois da instalação concluída, a papelada deve ser verificada e atualizada para que os documentos estejam de acordo com aquilo que foi executado, esses documentos finais são chamados de “as built”, que é uma expressão inglesa que significa “como construído” (CASANOVA et al., 2008).

2.6.1 Divisão da instalação em circuitos

A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários. Porém, esta quantidade é diferente de um projeto para o outro, pois o número de circuitos depende de várias condições como: a potência instalada, grau de “conforto elétrico”, potência unitária das cargas a serem alimentadas, critério utilizado na distribuição dos pontos, grau de flexibilidade e quantidade de circuitos reservas (SOUZA; MORENO 2001).

A norma NBR-5410, ABNT (2004), determina que a instalação deve ser dividida de modo a atender os requisitos de segurança, conservação de energia,

funcionais, produção e manutenção. Devendo haver circuitos individuais para pontos de tomada, para pontos de iluminação, pela função dos equipamentos de utilização que alimentam e para equipamentos com corrente nominal superior a 10A. Além disso, as cargas da instalação devem estar distribuídas entre as fases, de modo a obter-se maior equilíbrio possível.

2.6.2 Identificação dos componentes e Acessibilidade

Os componentes da instalação e as linhas elétricas devem ser colocados de maneira que simplifique a operação do sistema e os futuros serviços a serem realizados, sendo proibido reduzir significativamente o acesso dos mesmos em invólucros ou compartimentos (ABNT, 2004).

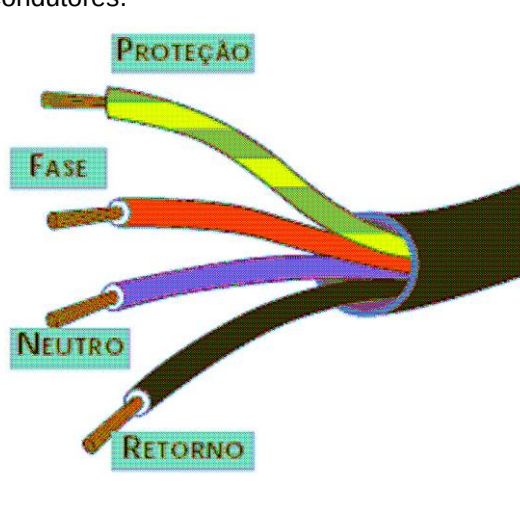
Os conjuntos instalados e seus componentes, em principal os quadros de distribuição, precisam conter identificação legível e indelével que não seja facilmente removível, estando situada de modo a garantir que os componentes e respectivo circuito possa ser reconhecido de forma correta. Tendo como meio de identificação as placas, etiquetas entre outros (CASANOVA et al., 2008).

De acordo com Souza e Moreno (2001), a NBR-5410 segue um padrão de cores para os condutores, porém, não é de uso obrigatório. Esse padrão tem o objetivo de facilitar as conexões, emendas, inspeções e manutenções. Além disso, a identificação precisa desses condutores, eleva a segurança dos trabalhadores que vão realizar o serviço.

As cores determinadas pela NBR-5410, de acordo com a função do condutor, são como descrito abaixo:

- Condutor neutro: azul claro;
- Condutor de proteção: dupla coloração verde-amarela;
- Condutor de proteção e neutro: azul-claro, com anilhas verde-amarelas;
- Fase: Demais tonalidades com exceção das cores já apresentada e a cor amarela devido ao risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela.

Figura 24: Identificação dos condutores.



Fonte: CASANOVA et al. (2008)

2.6.3 Compatibilidade

Os componentes a serem instalados devem ser compatíveis, de modo que cada um efetue a sua função sem produzir efeitos prejudiciais nos demais equipamentos, nos outros serviços ou no adequado funcionamento da fonte de alimentação. Porém, há componentes que possuem certas características que afetam a rede, sendo necessário tomar providências de correção. Essas características podem ser (ABNT, 2004):

- Sobretensões transitórias;
- Variações rápidas de potência;
- Correntes de partida;
- Correntes harmônicas;
- Componentes contínuas;
- Oscilações de alta frequência;
- Correntes de fuga.

2.7 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

A avaliação da conformidade de um produto ou serviço é feita através da utilização de diversas técnicas, com o objetivo de proporcionar segurança de que o item submetido a tais procedimentos (neste caso a instalação elétrica) estejam de acordo com as especificações estabelecidas em norma. Várias ações são utilizadas para realizar a avaliação da conformidade, como descrito abaixo (DANIEL, 2010):

- Escolher norma ou regulamento de acordo com produto ou serviço a ser avaliado;
- Fazer coleta de amostras;
- Realizar verificação das amostras;
- Escolher instituição ou empresa responsável para a realização dos ensaios;
- Efetuar ensaios;
- Efetuar inspeções;
- Interpretar os resultados dos ensaios ou inspeções;
- Efetuar auditorias no sistema de gestão da qualidade do fornecedor;
- Efetuar auditorias de acompanhamento;
- Determinar regularização de ajuste das não conformidades encontradas;
- Analisar e observar o produto ou serviço no mercado.

2.7.1 Mecanismo de avaliação de conformidade

No Brasil, o órgão responsável por criar programas de avaliação de conformidade de produtos, processos, serviços e pessoal é o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), atendendo os setores produtivos, as autoridades regulamentadoras e os consumidores, tendo como objetivo a proteção à saúde e segurança do cidadão e ao meio ambiente (CAVALCANTE, 2010).

A avaliação de conformidade de um produto, processo ou serviço de acordo com as especificações exigidas por normas, é feita através de alguns mecanismo, sendo os principais citados abaixo (CAVALCANTE, 2010):

- Certificação;
- Declaração da conformidade do fornecedor;
- Inspeção;

- Etiquetagem;
- Ensaio.

2.7.2 Inspeção

A inspeção é um mecanismo de avaliação da conformidade pela observação e julgamento acompanhados, conforme apropriado, por medições, ensaios ou uso de calibres, que de modo geral é utilizada para avaliar serviços, após sua execução (CAVALCANTE, 2010).

A inspeção é realizada em produtos, materiais, instalações, plantas, processos, procedimentos de trabalho ou serviços, podendo ser aplicada durante todos os estágios de vida dos itens citados acima, buscando verificar se tal item está de acordo com as imposições das normas e regulamentos (DANIEL, 2010).

2.7.2.1 Inspeção visual

As instalações elétricas de baixa tensão de acordo com a NBR-5410 devem ser submetidas a uma inspeção visual, sejam elas novas ou não. Esse mecanismo tem por objetivo confirmar se os componentes da instalação elétrica estão (SOUZA; MORENO 2001):

- De acordo com as normas;
- Dimensionados, e instalados de acordo com a NBR-5410;
- Sem danos visíveis, que possa comprometer a eficiência e segurança da instalação.

A inspeção visual começa através da verificação de toda a documentação “*as built*” da instalação, e verificar no mínimo os seguintes critérios abaixo (ABNT, 2004):

- Medidas de proteção contra choque elétricos;
- Medidas de proteção contra efeitos térmicos;
- Seleção e instalação das linhas elétricas;
- Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção;
- Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização;

- Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes;
- Identificação dos componentes;
- Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas;
- Execução das conexões;
- Acessibilidade.

3 INSPEÇÃO VISUAL

3.1 METODOLOGIA

Neste tópico será abordado a metodologia utilizada para obtenção dos dados sobre a instalação elétrica do bloco Centro de Experimentação Tecnológica (CET) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e os resultados obtidos através das análises, descrevendo a conformidade da instalação de acordo com a NBR-5410, e também a eficácia da ferramenta auxiliar para inspeção.

A pesquisa foi realizada no período de novembro/2016 a maio/2017, onde foi feito a revisão bibliográfica para obter informações que auxiliassem na compreensão do tema, obtendo conhecimento sobre os riscos no qual as pessoas ficam submetidas em caso de contato direto ou indireto com a eletricidade e quais medidas tomar contra os mesmos.

Além disso para a criação da ferramenta, foi necessário tomar maior conhecimento sobre as instalações elétricas, obtida através de pesquisas sobre os dispositivos de proteção e componentes que compõe as instalações elétricas de baixa tensão, verificando a correta utilização das mesmas e quando aplicá-las.

O programa Microsoft Excel foi utilizado para desenvolver a ferramenta auxiliar devido à praticidade e facilidade apresentada por este software, sendo este um programa de planilha eletrônica que possui ferramentas de cálculo e de construções de gráficos, entre outros recursos, além de que a maioria das pessoas que trabalham na área têm conhecimento dessa ferramenta.

A ferramenta se trata de um *checklist*, que é uma lista elaborada a partir de itens necessários para executar atividades, no qual, durante o cumprimento dos trabalhos, é realizada uma marcação, possibilitando o acompanhamento efetivo da exigência, trazendo mais eficiência nas atividades.

As perguntas foram formuladas de acordo com as exigências da norma, que através da inspeção dos documentos e instalação elétrica é possível preenche-lo. Logo, com o correto preenchimento da lista, consegue-se obter conhecimento sobre a situação da instalação elétrica, se ela está conforme a norma ou não, sendo que nesse último caso, o próprio *checklist* apresenta recomendações de adequação para as pendências encontradas.

Inicialmente no processo de inspeção foi realizado a verificação do *as built*, que é definido como o levantamento topográfico específico, que contém todas as

informações e detalhes da configuração da instalação elétrica, além de ser um integrante do procedimento fiscal de execução de obras, acompanhando passo a passo a realização do projeto (IZIDORO, 2012). Logo, através da análise, constatou-se que o *as built* detinha todos os documentos necessários, seguido da inspeção dos dimensionamentos dos cabos e conformidade do projeto de acordo com a NBR-5410.

Após verificação do “*as built*”, realizou-se a pesquisa de campo, aplicando a ferramenta auxiliar para checar a conformidade do projeto, através do preenchimento do *checklist*, no qual é feito a inspeção de todos os requerimentos exigidos pela norma NBR-5410, que vão desde o dimensionamento correto de condutores até a devida proteção em instalações elétricas.

3.2 CHECKLIST

Como forma de facilitar o processo de identificação de conformidade das instalações elétricas e organizar as informações levantadas, foi elaborado um *checklist* com perguntas formuladas através da norma NBR-5410, levando em consideração também as perguntas já existentes na norma técnica nº 41 – Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão.

O *checklist* foi desenvolvido no programa Microsoft Office Excel, por ser uma plataforma que permite criar e editar planilhas eletrônicas, além de realizar desde operações simples à operações complexas.

A planilha completa é constituída de 4 colunas, que são: número, questionário, situação e solução; sendo necessário preencher somente a coluna de situação, onde você informa qual a situação da instalação ou dos documentos de acordo com a pergunta. Logo, conforme a análise feita da situação, é possível preencher esta coluna com os valores 1, 2 ou 3; tendo cada valor um significado específico da situação, como apresentado abaixo:

- Valor “1”: Situação “conforme”;
- Valor “2”: Situação “não conforme”;
- Valor “3”: Situação “não aplicável”.

As demais colunas não interferem no processo de inspeção, pois a primeira e segunda coluna são referente a numeração e as questões que compõe o *checklist*, já a coluna de solução é preenchida automaticamente quando é feito o preenchimento da coluna situação, apresentando se é necessário realizar alguma alteração para adequar a instalação elétrica ou não.

As versões de ferramentas utilizadas na inspeção estão apresentadas abaixo, sendo estas desenvolvida de acordo com as exigências da norma, para verificar a conformidade da instalação elétrica do bloco CET da UNEMAT.

Tabela 4: Ferramenta Auxiliar para verificação da documentação.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:		CONFORME "1" NÃO CONFORME "2" NÃO APLICÁVEL "3"	
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	A instalação possui todos os documentos que compõe o "as built"?		
2	De acordo com o projeto os condutores foram dimensionadas de forma adequada?		
3	O projeto prevê dispositivos de proteção de acordo com a NBR-5410?		
4	O projeto possui coordenação entre condutores e dispositivos de proteção?		
5	O projeto da instalação prevê sistema de proteção contra descargas atmosféricas?		
6	A conformidade dos diversos componentes com os dados e indicações do projeto estão de acordo?		

Fonte: Autoria própria, 2017.

Tabela 5: Ferramenta Auxiliar para verificação de quadros de distribuição.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?			
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?		
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?		
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?		
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?		
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?		
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?		
7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?		
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolamento dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?		

Fonte: Autoria própria, 2017.

Tabela 6: Ferramenta Auxiliar para verificação dos demais itens da instalação elétrica.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS DEMAIS ITENS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	Os soquetes e dispositivos de iluminação estão instalados de forma que não haja acesso as partes vivas?		
2	As partes vivas estão isoladas e/ou protegidas por barreiras ou invólucros?		
3	Todas as tomadas de corrente fixas são do tipo com polo de aterramento (2P + T ou 3P + T)?		
4	Os equipamentos da instalação elétrica que apresenta possibilidade de risco de incêndio para os materiais adjacentes detém devida proteção?		
5	A instalação possui sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)?		
6	Os eletrodos de aterramento estão em condições perfeita?		
7	A instalação possui dispositivo diferencial residual (DR) nos circuitos especificados pela NBR-5410, para proteção contra choques elétricos?		
8	Os circuitos, linhas e quadros dos sistemas de segurança contra incêndio são independentes dos circuitos comuns?		
9	Os circuitos de corrente alternada estão separados dos circuitos de corrente contínua?		

10	As fontes de energia, os circuitos, as linhas e os quadros que alimentam os equipamentos de segurança destinados ao combate e supressão de incêndio, à ventilação, à pressurização e ao controle de fumaça estão devidamente protegidos com materiais resistente ao fogo ou enclausurados em ambientes resistente ao fogo?		
11	Os cabos e circuitos possui identificação? Em caso de identificação por cores, segue-se o padrão de cores adotado pela NBR-5410?		
12	As conexões estão em perfeito estado e isoladas corretamente?		
13	Os componentes da instalação estão em perfeito estado e possuem certificação?		
14	Nos quadros de iluminação, estão sendo utilizados disjuntores com proteção residual para maior segurança na troca de lâmpadas?		

Fonte: Autoria própria, 2017.

3.3 APLICAÇÃO DO CHECKLIST

O *checklist* totalmente preenchido a respeito da instalação elétrica do Centro de Experimentação Tecnológica encontra-se no apêndice A, apresentando todos os detalhes da inspeção realizada.

A aplicação do *checklist* foi realizada na sequência de acordo com as perguntas, logo primeiramente foi analisado o “*as built*”, verificando a documentação da instalação elétrica do CET, porém constatou-se que não há documentos da instalação elétrica de baixa tensão, como também não possui cálculos de queda de tensão, dimensionamento de condutores e dimensionamento dos dispositivos de proteção.

Devido a esse fator não houve a possibilidade de verificação das questões de número 1 até o número 6 do *checklist*, que abordam a documentação da instalação elétrica entre outros requisitos que deve constar nele, porém quando aplicada em qualquer outra instalação elétrica de baixa tensão, deve ser realizado a inspeção destas, por causa da importância do “*as built*”, pois nele é contido as informações elaboradas na fase de supervisão e fiscalização de projetos, com a função de protocolar as condições físicas e econômicas, além de ser necessário para se obter bons resultados em projetos de campo (IZIDORO, 2007).

Logo devido a inexistência da documentação, neste caso em específico será necessário realizar um levantamento da carga instalada, para que seja feito todos os documentos e cálculos para dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção, como: quadro de cargas, queda de tensão, entre outros. Além disso para ser feitos os documentos deve-se levar em consideração a instalação existente, por causa do fator econômico, não sendo viável a substituição por completo da mesma. Devendo conter nesta documentação os seguintes itens abaixo:

- Projeto elétrico;
- Quadro de cargas;
- Cálculo de queda de tensão;
- Diagrama unifilar;
- Memorial descritivo;
- Projeto de SPDA.

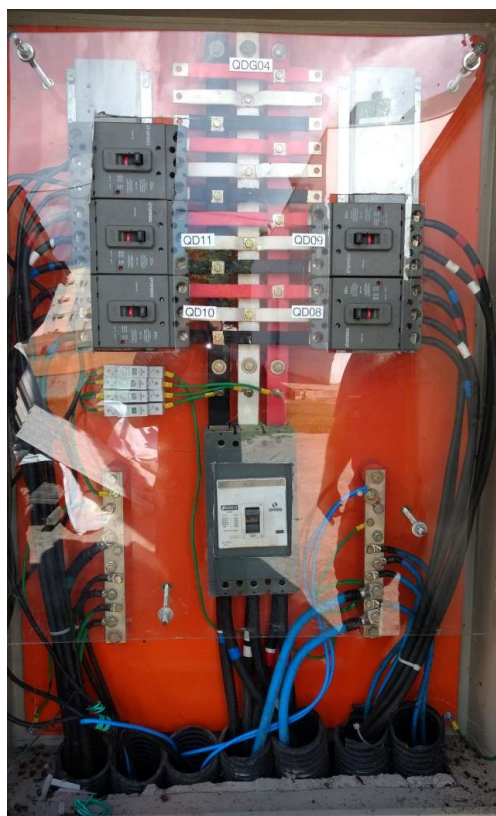
3.3.1 Quadros de distribuição

Abaixo seguem os registros fotográficos dos quadros de distribuição, que alimentam a instalação elétrica do CET, iniciando do Quadro de Distribuição Geral 04 (QDG04), seguido pelos Quadros de Distribuição 08, 09, 10 e 11 (QD08, QD09, QD10, QD11), sendo somente o QDG04 localizado no exterior do edifício, situado em mureta, devido ao fato do QDG04 ser destinado ao posto de transformação que alimenta o CET.

3.3.1.1 Quadro de Distribuição Geral 04 (QDG04)

Constatou-se que o QDG04 foi instalado de acordo com as normas exigidas, como mostra a figura abaixo. Estando protegido por barreiras que evitam o contato direto com as partes vivas, possuindo também dispositivos de proteção e identificação correta tanto nos condutores como nos demais componentes, de modo a garantir a correspondência entre componentes e respectivos circuitos.

Figura 25: QDG04.



Fonte: Autoria própria, 2017.

3.3.1.2 Quadros de distribuição 08, 09, 10 e 11

Os quadros de distribuição estão instalados nos corredores de acesso, e são alimentados pelo quadro de distribuição geral. Ainda em relação a instalação os quadros estão em local adequado, ou seja, seco, ventilado, fácil acesso, entre outros.

Porém, em todos os quadros de distribuição verificou-se os mesmos problemas, como apresentado nas figuras abaixo, que foi a falta de identificação dos componentes e os seus respectivos circuitos para que facilite a operação e manutenção do sistema, como também constatou-se que nem todos os circuitos dispõem de condutor de proteção, além da ausência de identificação nos condutores, dificultando qualquer procedimento a ser efetuado na instalação.

Outro problema verificado nos quadros de distribuição foi a ausência de tampas internas ou tampas instaladas de modo improvisado, não cumprindo com o requerimento imposto pela norma, deixando buracos que dão acesso as partes vivas que, conseqüentemente, expõe os trabalhadores ao risco de acidentes.

Logo, nos quadros QD08, QD09, QD10 e QD11, existe a necessidade de identificar corretamente os componentes, condutores e circuitos em cada um dos quadros de distribuição, adequando também os circuitos que não possuem condutor de proteção e instalar tampas internas que impeça o contato direto nas partes vivas.

Figura 26: QD08.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Figura 27: QD09.



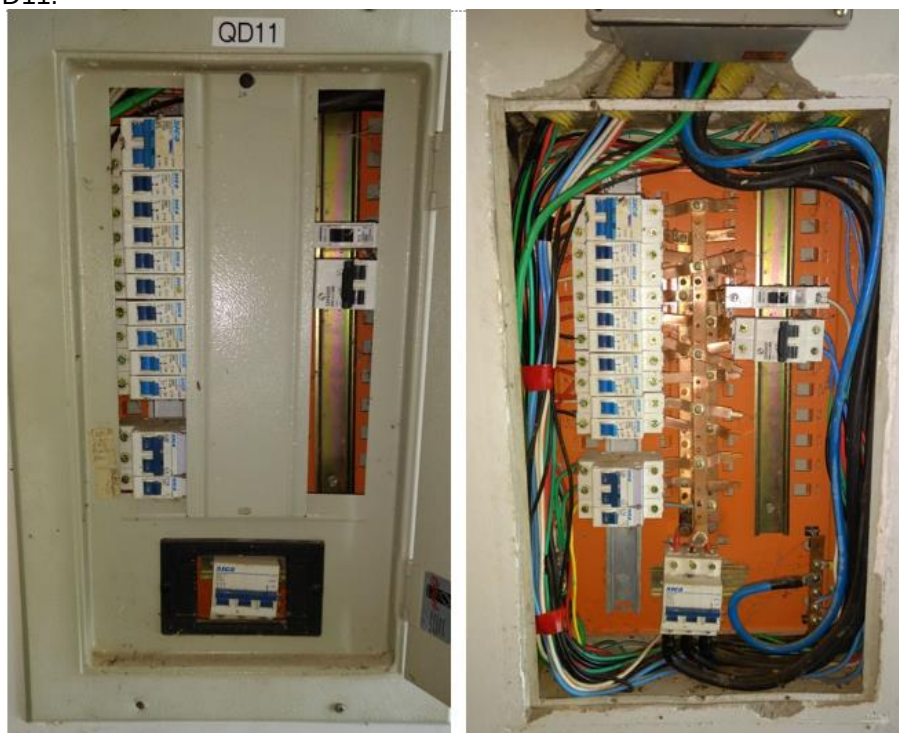
Fonte: Autoria própria, 2017.

Figura 28: QD10.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Figura 29: QD11.

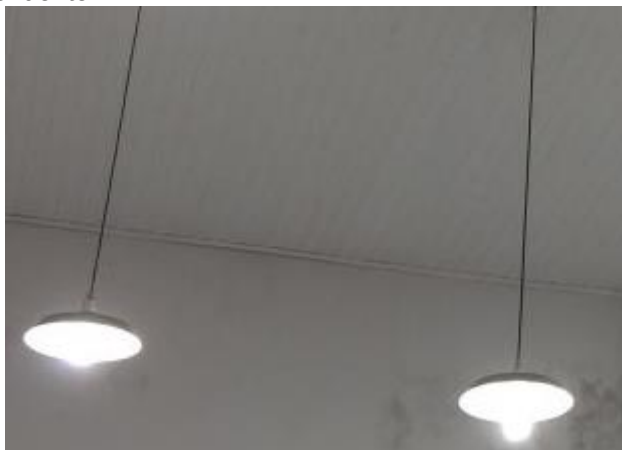


Fonte: Autoria própria, 2017.

3.3.1.3 Luminárias e tomadas

Quanto aos soquetes e dispositivos de iluminação não houve nenhuma inconformidade, sendo todos instalados adequadamente, de modo que nenhum condutor esteja exposto. A iluminação artificial do ambiente é feita através de lâmpadas fluorescentes, instaladas em luminárias plafon ou em luminárias pendentes, como exibido na Figura 30.

Figura 30: Luminárias pendente.



Fonte Autoria própria, 2017.

Já no que se refere às tomadas, constatou-se muitas inconformidades, iniciando pela falta de padronização das tomadas, estando a maioria delas fora do padrão, não dispondo de condutor de proteção. Além disso, em alguns casos, registrou-se casos de má instalação ou em que o componente estava deteriorado, deixando os condutores expostos, proporcionando riscos para os usuários.

Figura 31: Condutores expostos e tomadas fora do padrão.



Fonte: Autoria própria, 2017.

3.3.1.4 Demais observações

Além das inconformidades encontradas acima, constatou-se outros problemas na instalação elétrica, entre eles, encontrou-se casos em que partes vivas que deveriam estar bloqueadas, estavam desprotegidas facilitando o contato direto; a falta de proteção por dispositivo diferencial residual (DR), para os circuitos que atendem áreas molhadas, como por exemplo os banheiros; e a inexistência de sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Já nas questões de aterramento, devido à manutenção na rede no ano de 2016, verificou-se que os eletrodos estavam todos em ótimas condições, já que foi feito uma atualização na rede para suprir a demanda necessária requerida pelos ares-condicionados.

4 CONCLUSÃO

O estudo de caso para a aplicação da ferramenta auxiliar para inspeção visual de instalações elétricas de baixa tensão foi realizado com sucesso, atendendo os objetivos inicialmente definidos, de modo a verificar a atual situação da instalação elétrica do CET do campus de Sinop/MT em relação as exigências requeridas pela NBR-5410.

Atingindo também os objetivos específicos, através da elaboração da ferramenta *checklist*, que apresentou-se como uma ferramenta de inúmeros benefícios, pela sua capacidade de identificar riscos e por verificar se as medidas de segurança foram realizadas de forma correta. Além disso, é uma ferramenta que diminui a possibilidade do trabalhador esquecer de verificar algum item da norma no momento da inspeção visual na instalação elétrica.

Outra vantagem evidenciada pela ferramenta, foi de apresentar de modo breve e direto recomendações para adequar a instalação elétrica de acordo com os requerimentos feitos pela NBR-5410.

Logo através da inspeção, averiguou-se que a documentação da instalação elétrica está toda em falta, não atendendo às exigências, pois esta deve conter as documentações do “*as built*”, para facilitar e assegurar o serviço do trabalhador que for realizar alguma manutenção ou inspeção na mesma.

Já na verificação prática conclui-se que instalação elétrica do CET se apresenta de modo inseguro, tanto para o usuário como para o trabalhador, devido à condutores expostos, falta de barreiras contra contato direto nos quadros de distribuição e não identificação dos circuitos e condutores, oferecendo risco para as pessoas como também dificulta para o trabalhador.

Além dos riscos com saúde do ser humano, existe a possibilidade de danos materiais, pela falta de adequação dos circuitos elétricos, pois a maioria deles não apresentam o condutor de proteção.

Portanto, para adequação das não-conformidades, pode-se seguir as recomendações sugeridas pela ferramenta *checklist*, formulando um plano de ação para corrigir os problemas encontrados. Sendo assim, esse estudo será disponibilizado para UNEMAT, para que facilite e oriente no processo de adequação.

5 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5410-Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Rio de Janeiro ABNT, 2004.
- BRASIL. **NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. MTE: BRASILIA/DF, 2016.
- BORTOLUZZI, H. **Choque elétrico - BARRASHOPPINGSUL**. 2009. 47f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
- CASANOVA, C. C.; FERNANDES, M. M.; MARTIN, P. R. **Alguns aspectos da NBR 5410 relacionados ao planejamento, à execução e a fiscalização de instalações elétricas de obras públicas quanto à segurança dos usuários finais**. 2008. 76f. Monografia (Especialização em Auditoria de Obras Públicas) – Escola de Contas, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- CAVALCANTE, M. V. B. **Procedimento para certificação de instalações elétricas conforme a NBR 5410/2004, um estudo de caso**. 2010, 101f. Monografia (Bacharelado Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2010.
- CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações elétricas prediais**. 14ª edição. São Paulo/SP: Érica Ltda, 2006.
- CEZAR, L. **Estudo de casos – instalações elétricas no meio rural**. 2009. 50f. Monografia (Bacharelado Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, PR, 2009.
- CPNSP - Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo. **Curso básico de segurança em instalações e serviços em eletricidade - manual de treinamento**. Rio de Janeiro/RJ: Funcoge, 2005.
- COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas**. 4ª edição. São Paulo/SP: Pearson Prentice Hall, 2003.
- CREDER, H. **Instalações elétricas**. 15ª edição. Rio de Janeiro/RJ: LTC, 2007.
- DAMASCENO, M. N. L.; IRYODA N. T. **Equipotencialização: segurança e funcionalidade nas instalações elétricas da faculdade de tecnologia**. 2006. 109f. Projeto Final de Graduação (Bacharelado Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília. DF, 2006.
- DANIEL, E. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: Um modelo de avaliação**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

- FARIAS, F. N. **Metodologia para projetos de instalações elétricas. Estudo de caso: quartel da polícia militar.** 2010. 147f. Monografia (Bacharelado Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2010.
- FIGUEIREDO, F. G. **Medidas preventivas para instalações elétricas na construção civil.** 2010. 66f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.
- FILHO, O. A. R. **Segurança do trabalho em atividades com energia elétrica: um estudo baseado na interpretação da responsabilidade jurídica na nr-10.** 2012, 114f. Monografia (Bacharel em Direito) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2012.
- FRANCHI, C. M. **Acionamentos elétricos.** São Paulo/SP: Érica Ltda, 2008.
- FREIRE, C. D. R. **Projeto de proteção contra incêndio (ppci) de um prédio residencial no centro de porto alegre.** 2009. 49f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
- GOMES, A. A. A. **Interruptores (mecânicos) para instalações elétricas fixas, domésticas e análogas.** 16ª ed. Distrito do Porto/ Portugal: Revista Técnico-Científica, 2015.
- HORTA, F. M. S. **Desenvolvimento e otimização de seccionadores em redes MT.** 2014. 78f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Distrito do Porto, Portugal, 2014.
- IZIDORO, R. S.; SANTOS, A. P.; POZ, W. R.; RODRIGUES, D. D. **A importância do as built (“como construído”) em projetos de controle dimensional voltados para topografia industrial.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4., 2012, Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 2012. P. 001 – 009.
- LOURENÇO, H. **Análise da segurança do trabalho em serviços com eletricidade sob a ótica da nova nr-10.** Foz do Iguaçu/PR: Faculdade Dinâmica das Cataratas - UDC, 2008.
- ONO, R. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos.** Porto Alegre/RS: Ambiente Construído, 2007.
- ONO, R. **Proteção do Patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação.** Rio de Janeiro/RJ: Memória & Informação, 2004.
- PINHEIRO, T. F. L. **Sistemas de aterramento em baixa tensão.** 2013. 102f. Projeto de Graduação (Bacharelado Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

- REIS, J. S.; FREITAS, R. **Segurança em eletricidade**. São Paulo/SP: Fundacentro, 1980.
- SAAD, E. G. **Introdução a engenharia de segurança do trabalho: textos básicos para estudantes de engenharia**. São Paulo/SP: FUNDACENTRO, 1981.
- SANTOS, E. C. S. **Inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma empresa à norma regulamentadora nr-10**. 2012. 140f. Monografia (Bacharelado Engenharia Mecatrônica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2012.
- SANTOS, F. F. **Principais consequências da não aplicação da NR-10 – avaliação das instalações elétricas de baixa tensão de uma unidade militar de aquartelamento**. 2013. 79f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- MANUAL e catálogo do eletricitista: **Guia prático para instalações residenciais e prediais**, 2009. São Paulo: Schneider Electric, 2009. 257 p. Disponível em: < http://www.coe.ufrj.br/~kleber/Apostila/guia-eletricista-residencial_completo.pdf > Acesso em: 04 abr. 2017.
- SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL; DN – DEPARTAMENTO NACIONAL. **Curso básico de segurança em instalações e serviços com eletricidade**. 2.^a Edição, Brasília/DF: UNIEP, 2007.
- SILVA, A. F. **Procedimentos, normas e equipamentos para segurança em projetos elétricos residenciais**. 2016. 23f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2016.
- SILVA, G. A. **Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos: estudo de casos em ouro preto-mg**. 2011. 105f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2011.
- SILVA, D. C. **Um sistema de gestão da segurança do trabalho alinhado à produtividade e à integridade dos colaboradores**. 2006. 57f. Monografia (Bacharelado Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2006.
- SOUZA, J. R. A.; MORENO, H. **Guia EM dá NBR 5410:1997**. São Paulo/SP: Revista Eletricidade Moderna, 2001.
- VIANA, M. J.; SILVA, A. C. M.; MANTOVANI, O. C.; ... [et al.]. **Recomendação técnica de procedimentos: instalações elétricas temporárias em canteiros de obras**. São Paulo/SP: FUNDACENTRO, 2007.
- VILLAIN, F. S.; CAETANO, L. C. C. **Segurança em eletricidade: proposta de implantação da nova nr-10 – segurança em instalações e serviços em eletricidade no campus da UNESC**. 2007. 87f. Monografia (Especialização

em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade do Extremo Sul
Catarinense, Criciúma, SC, 2007.

APÊNDICE A – INSPEÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO DO CET

Tabela 7: Resultados apresentados pelo *checklist* da documentação do CET.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	A instalação possui todos os documentos que compõe o "as built"?	2	Elaborar os documentos que estão em falta.
2	De acordo com o projeto os condutores foram dimensionadas de forma adequada?	2	Atualizar o projeto com valor de dimensionamento correto, como também substituir os mesmos na instalação.
3	O projeto prevê dispositivos de proteção de acordo com a NBR-5410?	2	Atualizar o projeto com os dispositivos de proteção necessários de acordo com a NBR-5410, e executa-lo na instalação.
4	O projeto possui coordenação entre condutores e dispositivos de proteção?	2	Configurar no projeto de forma adequada os condutores e dispositivos de proteção, e efetuar na instalação.
5	O projeto da instalação prevê sistema de proteção contra descargas atmosféricas?	2	Elaborar projeto de SPDA de acordo com a NBR-5419 e executar o mesmo.
6	A conformidade dos diversos componentes com os dados e indicações do projeto estão de acordo?	2	Atualizar projeto ou instalação elétrica, para que ambos estejam de acordo.

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE B – INSPEÇÃO DO QDG04 DO CET

Tabela 8: Resultados apresentados pelo *checklist* do QDG04.

tabela 6: Resultados apresentados pelo checklist do QDG04.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?		QDG04	
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?	1	Não necessita de ajustes
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?	1	Não necessita de ajustes
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?	1	Não necessita de ajustes
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?	3	N/A

7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?	1	Não necessita de ajustes
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolamento dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?	1	Não necessita de ajustes

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE C – INSPEÇÃO DO QD08 DO CET

Tabela 9: Resultados apresentados pelo *checklist* do QD08.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?		QD08	
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?	2	Instalar barreiras apropriadas contra contato direto com as partes vivas; em caso de não haver será necessário a substituição do quadro de distribuição.
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?	1	Não necessita de ajustes
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?	1	Não necessita de ajustes
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?	2	Colocar identificação de forma clara nos componentes do quadro de distribuição, que seja legível e não facilmente removível.
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?	3	N/A

7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?	1	Não necessita de ajustes
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolação dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?	2	Passar o condutor de proteção em todos os circuitos que não tenham este condutor e também ligar todas as massas da instalação que não estejam conectadas a este condutor.

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE D – INSPEÇÃO DO QD09 DO CET

Tabela 10: Resultados apresentados pelo *checklist* do QD09.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?		QD09	
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?	2	Instalar barreiras apropriadas contra contato direto com as partes vivas; em caso de não haver será necessário a substituição do quadro de distribuição.
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?	1	Não necessita de ajustes
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?	1	Não necessita de ajustes
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?	2	Colocar identificação de forma clara nos componentes do quadro de distribuição, que seja legível e não facilmente removível.
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?	3	N/A

7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?	1	Não necessita de ajustes
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolação dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?	2	Passar o condutor de proteção em todos os circuitos que não tenham este condutor e também ligar todas as massas da instalação que não estejam conectadas a este condutor.

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE E – INSPEÇÃO DO QD10 DO CET

Tabela 11: Resultados apresentados pelo *checklist* do QD10.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?		QD10	
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?	2	Instalar barreiras apropriadas contra contato direto com as partes vivas; em caso de não haver será necessário a substituição do quadro de distribuição.
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?	1	Não necessita de ajustes
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?	1	Não necessita de ajustes
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?	2	Colocar identificação de forma clara nos componentes do quadro de distribuição, que seja legível e não facilmente removível.
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?	3	N/A

7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?	1	Não necessita de ajustes
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolação dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?	2	Passar o condutor de proteção em todos os circuitos que não tenham este condutor e também ligar todas as massas da instalação que não estejam conectadas a este condutor.

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE F – INSPEÇÃO DO QD11 DO CET

Tabela 12: Resultados apresentados pelo *checklist* do QD11.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
QUAL É O QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO?		QD11	
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	O quadro de distribuição contém barreiras (tampa interna/ tampa externa) evitando o acesso as partes vivas?	2	Instalar barreiras apropriadas contra contato direto com as partes vivas; em caso de não haver será necessário a substituição do quadro de distribuição.
2	O quadro de distribuição possui barramento de Neutro e Terra?	1	Não necessita de ajustes
3	Os componentes do quadro de distribuição estão dispostos de forma correta?	1	Não necessita de ajustes
4	O quadro de distribuição possui identificação legível e indelével que não seja facilmente removível?	1	Não necessita de ajustes
5	Os componentes do quadro de distribuição estão identificados de modo que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível?	2	Colocar identificação de forma clara nos componentes do quadro de distribuição, que seja legível e não facilmente removível.
6	Os componentes fixados na porta do quadro de distribuição estão postos de maneira que não os danifique?	3	N/A

7	Todos os circuitos do quadro de distribuição possui proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis)?	1	Não necessita de ajustes
8	Todos os circuitos do quadro de distribuição dispõe de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação (exceto equipamentos com isolação dupla, equipamentos alimentados por sistema de extra baixa tensão e equipamentos alimentados por transformador de separação elétrica) estão ligadas ao condutores de proteção?	2	Passar o condutor de proteção em todos os circuitos que não tenham este condutor e também ligar todas as massas da instalação que não estejam conectadas a este condutor.

Fonte: Autoria própria, 2017.

APÊNDICE G – INSPEÇÃO DOS DEMAIS ITENS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO CET

Tabela 13: Resultados da inspeção visual apresentada pelo checklist.

CHECKLIST PARA VERIFICAÇÃO DOS DEMAIS ITENS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA			
OBSERVAÇÕES			
A COLUNA SITUAÇÃO DEVE SER PREENCHIDA SOMENTE COM VALORES "1", "2" OU "3", DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES ABAIXO:			
SITUAÇÃO:	CONFORME "1"		
	NÃO CONFORME "2"		
	NÃO APLICÁVEL "3"		
CASO UMA SOLUÇÃO ESTIVER VAZIA, ISSO SIGNIFICA QUE A COLUNA DE SITUAÇÃO RESPECTIVA A MESMA FOI PREENCHIDA COM VALOR INCORRETO (DIFERENTE DE 1, 2, 3), OU NÃO FOI PREENCHIDA.			
NÚMERO	QUESTIONÁRIO	SITUAÇÃO	SOLUÇÃO
1	Os soquetes e dispositivos de iluminação estão instalados de forma que não haja acesso as partes vivas?	1	Não necessita de ajustes
2	As partes vivas estão isoladas e/ou protegidas por barreiras ou invólucros?	2	Proteger partes vivas com barreiras ou invólucros, e substituir partes vivas isoladas que estejam com a isolação corrompida.
3	Todas as tomadas de corrente fixas são do tipo com polo de aterramento (2P + T ou 3P + T)?	2	Substituir tomadas que não possui o polo de aterramento, para que se adeque ao novo padrão.
4	Os equipamentos da instalação elétrica que apresenta possibilidade de risco de incêndio para os materiais adjacentes detém devida proteção?	3	N/A
5	A instalação possui sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)?	2	Instalar sistema de proteção contra descargas atmosféricas de acordo com as prescrições da NBR-5410 e da NBR-5419.
6	Os eletrodos de aterramento estão em condições perfeita?	1	Não necessita de ajustes

7	A instalação possui dispositivo diferencial residual (DR) nos circuitos especificados pela NBR-5410, para proteção contra choques elétricos?	2	Instalar dispositivo diferencial residual nos circuitos exigidos pela NBR-5410 que não possuem tal proteção contra choques elétricos.
8	Os circuitos, linhas e quadros dos sistemas de segurança contra incêndio são independentes dos circuitos comuns?	3	N/A
9	Os circuitos de corrente alternada estão separados dos circuitos de corrente contínua?	3	N/A
10	As fontes de energia, os circuitos, as linhas e os quadros que alimentam os equipamentos de segurança destinados ao combate e supressão de incêndio, à ventilação, à pressurização e ao controle de fumaça estão devidamente protegidos com materiais resistente ao fogo ou enclausurados em ambientes resistente ao fogo?	3	N/A
11	Os cabos e circuitos possui identificação? Em caso de identificação por cores, segue-se o padrão de cores adotado pela NBR-5410?	2	Identificar devidamente os cabos através de tag number, cores ou anilhas.
12	As conexões estão em perfeito estado e isoladas corretamente?	1	Não necessita de ajustes
13	Os componentes da instalação estão em perfeito estado e possuem certificação?	1	Não necessita de ajustes
14	Nos quadros de iluminação, estão sendo utilizados disjuntores com proteção residual para maior segurança na troca de lâmpadas?	3	N/A

Fonte: Autoria própria, 2017.