UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

HERIK ROBERTO RODRIGUES SILVA

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO RÊGO

Pau dos Ferros - RN

Maio 2017

HERIK ROBERTO RODRIGUES SILVA

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO RÊGO

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. M.Sc. Antônio Carlos Leite Barbosa (UFERSA - Campus Pau dos Ferros)

Coorientador: Prof. Dr. Otávio Paulino Lavor (UFERSA - Campus Pau dos Ferros)

Pau dos Ferros – RN

Maio 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO RÊGO

Herik Roberto Rodrigues Silva

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Banca Examinadora:

Prof. M.Sc. Antônio Carlos Leite Barbosa

(Orientador – UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

Jennef Carlos Tavares

Prof. Jennef Carlos Tavares

(Coorientador – UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

Bel. Yan Loila de Alencar Silva

(UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

Pau dos Ferros, 22 de maio de 2017.

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Centro multidisciplinar de Pau dos Ferros (BCPDF)

Setor de Informação e Referência (SIR)

Sm Silva, Herik Roberto Rodrigues.

Metodologia de projeto de instalações elétricas: estudo de caso na Escola Municipal Francisco Torquato Rêgo / Herik Roberto Rodrigues Silva - - Pau dos Ferros, 2017.

94 f.: il.

Orientador: Prof. M.Sc. Antônio Carlos Leite Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Otávio Paulino Lavor

Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2017.

1. Eletricidade. 2. Projeto. 3. Projeto Elétrico. 4. Escola. 5. Pau dos Ferros – RN. I. Barbosa, Antônio Carlos Leite, orient. II. Lavor, Otávio Paulino, coorient. III. Título.

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa

CRB-15/65

A minha mãe por todo apoio e confiança depositado a mim, dedico essa vitória. A minha família por sempre está presente em minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, pela saúde, determinação e força de vontade que me deu durante minha caminhada.

Aos familiares, que estão presentes em todas as horas, principalmente nos momentos de fraqueza, com incentivos, carinho e me ensinando de todas as formas a me tornar uma pessoa melhor. Em especial a minha mãe, Isleude Maria, por ter me dado a vida e me repassado a melhor educação possível, ao meu pai Joaquim Neto, ao meu padrasto Paulo, aos meus tios/irmãos Nádia e Idemildes, a meus avós Francisco Rodrigues Neto e Nilza dos Santos que me têm como um filho, a minha irmã Helen Rute, por ser meu suporte em todos os momentos difíceis da minha vida.

A minha namorada Naiara, por estar presente durante toda minha vida acadêmica, me apoiando e incentivando a conquistar meus objetivos, por sua compreensão por todas as vezes que não a dou o tempo e atenção que merece, meu muito obrigado por tudo.

Em memória do meu padrinho/tio Natan, essa vitória é sua, a todo momento me teve como um filho seu e me apoiou em todas as decisões, você estará eterno no meu coração.

Agradeço a todos os funcionários da UFERSA, em especial ao meu professor orientador Antônio Carlos Leite Barbosa, pelo apoio intelectual, atenção, compreensão, e que inúmeras vezes abdicou do seu tempo e trabalho para a orientação e contribuição na elaboração deste trabalho.

A meu professor Coorientador Otávio Paulino Lavor, que de maneira prática e objetiva, teve enorme contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos amigos da Universidade, em especial à Canindé Júnior, Augusto César, Elson Santos, Messias, William, Carlos Gardel, Manoel Fernandes, a galera do Residencial Piauí, em particular à Tárcio Murillo, Ricardo Jeferson, Yago Rocha, Wesley Azevedo, Yago Neco, Teresa Raquel, Raísa Show, Ismael Noronha, Carlos Henrique e Marley Franco que sempre estiveram presentes durante minha

jornada acadêmica e por todas as noites de sono perdidas estudando juntos. As pessoas do programa Aceso à Terra Urbanizada, em particular ao professor Almir Mariano, que me fizeram crescer no campo pessoal e intelectual.

“Se fosse fácil achar os caminhos das pedras, tantas pedras no caminho não seriam ruim”.

Engenheiros do Hawaii

RESUMO

A importância da eletricidade em nossas vidas é inquestionável. Em casas, comércios, indústrias, hospitais e escolas a instalação elétrica está presente, por outro lado, quando mal utilizada, traz alguns perigos a saúde e segurança dos indivíduos, tornando-se uma das principais responsáveis por acidentes no Brasil e no mundo. Na edificação, objeto de análise, faz-se necessário atenção sobre os possíveis riscos que as pessoas e a instituição estão expostas, sejam riscos que causam danos a curto ou longo prazo e/ou risco de vida. Como exemplo, menciona-se riscos de choque elétrico às pessoas e danos econômicos à instituição (incêndio e explosão). Desse modo, é de extrema importância fazer-se um estudo nos postos de trabalho identificando possíveis situações de risco aos cidadãos a fim de instituírem-se metodologias que possam solucionar a problemática. Com efeito, este trabalho tem como objetivo geral, aplicar metodologias de projeto de instalações elétricas em espaços educacionais, tomando como referência a Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo localizada na cidade de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, compreendendo o problema existente e evidenciando técnicas solucionáveis.

Palavras-Chaves: Eletricidade; Projeto; Projeto elétrico; Escola; Pau dos Ferros-RN.

ABSTRACT

The importance of electricity in our lives is unquestionable. In homes, shops, industries, hospitals and schools the electrical installation is present, on the other hand, when misused, poses some dangers to the health and safety of individuals, becoming one of the main responsible for accidents in Brazil and the world. In the institution, object of analysis, it is necessary to pay attention to the possible risks that people and the institution are exposed, whether they are risks that cause damage in the short or long term and / or risk of life. As an example, there is a risk of electric shock to people and economic damages to the institution (fire and explosion). Therefore, it is extremely important to carry out a study in the workplace, identifying possible situations of risk to the citizens in order to institute methodologies that can solve the problem. In fact, this work has as general objective to apply methodologies for the design of electrical installations in educational spaces, taking as reference the Municipal School Francisco Torquato do Rêgo located in the city of Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, understanding the existing problem and showing Solvable techniques.

Keywords: Electricity; Project; Electrical project; School; Pau dos Ferros-RN.

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da eletricidade
BT	Baixa Tensão
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
DR	Diferencial Residual
DTM	Disjuntor Termomagnético
FP	Fator de Potência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE	Instituto de Engenharia
LED	Light Emitting Diode (diodo emissor de luz)
MEC	Ministério da Educação
MTE	Ministério do Trabalho e Empregpo
NBR	Norma Brasileira
NR	Normas Regulamentadoras
QM	Quadro Medidor
RN	Rio Grande do Norte
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TUE	Tomada de Uso Específico

TUG	Tomada de Uso Geral
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Potência Elétrica 36

Equação 2 - Tensão (Lei de Ohm) 37

Equação 3 - Potência (Lei de Ohm) 38

Equação 4 - Corrente de projeto para circuitos monofásico 69

Equação 5 - Corrente de projeto para circuitos trifásicos 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O projeto como interação dos sujeitos envolvido 34

Figura 2 - O projeto como solução de problemas de engenharia 34

Figura 3 - Exemplo de representação gráfica de um projeto de instalações elétricas. 36

Figura 4 - Exemplo de representação gráfica de um projeto arquitetônico (Planta baixa). 37

Figura 5 - Exemplo de representação gráfica de um projeto de Layout da edificação. 38

Figura 6 - Ilustração do conceito de Tensão. 39

Figura 7 - Ilustração do conceito de corrente elétrica. 40

Figura 8 - Triângulo que representa a Lei de Ohm. 42

Figura 9 - Variação da intensidade da corrente elétrica em função do tempo. 43

Figura 10 - Variação da intensidade da tensão elétrica em função do tempo. 44

Figura 11 - Exemplos da potência ativa. 45

Figura 12 - Triângulo de potências. 46

Figura 13 – Fluxograma das etapas para construção do projeto de instalações elétricas. 51

Figura 14 – Mapa do Rio Grande do Norte com a demarcação de Pau dos Ferros. .52

Figura 15 – Localização da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo, na cidade de Pau dos Ferros-RN. 53

Figura 16 – Fluxograma do passo a passo do projeto de instalações elétricas. 58

Figura 17 – Conversão de potências entre as classes de lâmpadas usuais. 60

Figura 18 – Potência Ativa para iluminação. 64

Figura 19 – Potência Ativa para tomadas de uso geral. 65

Figura 20 – Potência Ativa total.....65

Figura 21 – Tipo de fornecimento e tensão (COSERN). 66

Figura 22 – Localização do quadro de distribuição. 67

Figura 23 – Divisão dos circuitos.....68

Figura 24 – Representação gráfica dos condutores no projeto de instalações elétricas. 69

Figura 25 – Seção mínima para condutores.....70

Figura 26 – Corrente nominal dos dispositivos DR. 75

Figura 27 - Diagrama Unifilar 75

Figura 28 – Quadro de medição – Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo...76

Figura 29 – Ramal de ligação, pontalete e roldana – Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo 77

Figura 30 - Utilização de filtro ou "extensão" na sala de informática. 78

Figura 31 - Utilização de Benjamin na cozinha. 78

Figura 32 - Padrão de cores dos condutores. 80

Figura 33 - Padrão de cores dos condutores. 80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Levantamento acerca do conhecimento sobre os riscos causados pela instalação elétrica danificada. 55

Gráfico 2 – Levantamento sobre a ocorrência de acidentes envolvendo choques elétricos na escola.....55

Gráfico 3 – Levantamento acerca da importância de um projeto de instalações elétricas para a escola. 56

Gráfico 4 - Dados obtidos quanto a existência de um mapa de risco na escola. 56

Gráfico 5 - Dados obtidos quanto a opinião sobre a iluminação e segurança da instalação. 56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas para projetos de instalações elétricas. 25

Quadro 2 - Acidentes ocasionados pela eletricidade no Brasil em 2015. 28

Quadro 3 - Locais de incêndios e número de pessoas que sofreram suas consequências. 29

Quadro 4 - Grandezas que representam a potência elétrica. 41

Quadro 5 – Potência de iluminação 61

Quadro 6 – Levantamento de carga de TUG e TUE 63

Quadro 7 – Seção dos condutores fase. 72

Quadro 8 – Disjuntores Termomagnético 74

Quadro 9 – Pontos de tomadas e potências de iluminação previstos pela NBR 5410/2004 e verificados in loco. 79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20

2 PADRONIZAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS 23

2.1 NORMA, NORMALIZAÇÃO: BREVE CONSIDERAÇÕES 24

2.2 NR – 10 (SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE) 26

2.3 ABNT NBR – 5410 (INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO) 30

2.4 NORMA DA CONCESSIONÁRIA LOCAL 30

3 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 32

3.1 PROJETO 32

3.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 35

3.3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELETRICIDADE 39

3.3.1 Tensão Nominal 39

3.3.2 Corrente Elétrica 40

3.3.3 Potência Elétrica 41

3.3.4 Resistência Elétrica 41

3.3.5 Lei de Ohm 41

3.3.6 Sistemas de Corrente Alternada (CA) 43

3.3.7 Potência Elétrica em Corrente Alternada e Fator de Potência 44

4 METODOLOGIA 48

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA EM ESTUDO 51

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 54

5.1 UMA PROPOSTA DE UM PROJETO DE INTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA A ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO RÊGO – ESTUDO PRELIMINAR. 54

5.1.1 Metodologia de projeto de instalações elétricas: elaboração e análise do projeto. 57

5.1.1.1 Levantamento de cargas de iluminação 59

5.1.1.2 Levantamento de cargas das tomadas de uso geral e uso específico 62

5.1.1.3 Tipo de fornecimento, tensão e padrão de entrada. 64

5.1.1.4 Quadro de distribuição e divisão dos circuitos 66

5.1.1.5 Dimensionamento dos condutores 69

5.1.1.6 Dimensionamento dos dispositivos de proteção e diagrama unifilar 72

5.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONFORME A NBR 5410/200476

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 81

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83

APÊNDICES 86

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE O USO E RISCOS DA ELETRICIDADE NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO. 86

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO..... 87

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DO LAYOUT DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO..... 87

APÊNDICE D – PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO..... 87

ANEXOS 88

1 INTRODUÇÃO

A importância da eletricidade em nossas vidas é inquestionável. Em casas, comércios, indústrias, hospitais e escolas a instalação elétrica está presente. Isso se dá pela sua facilidade de convenção em outras formas de energias, como, por exemplo, mecânica, térmica, luminosa e cinética, desse modo, pode ser considerada o motor da vida moderna, por outro lado, quando mal utilizada, traz alguns perigos a saúde e segurança dos indivíduos, tornando-se uma das principais responsáveis por acidentes no Brasil e no mundo. Segundo dados da ABRACOPEL (2016) no ano de 2015 ocorreram um total de 1249 acidentes envolvendo eletricidade, dentre eles, 590 resultaram em mortes em decorrência de choques elétricos, 33 mortes resultantes de curto-circuito com incêndio e 62 mortes relacionadas a descargas atmosféricas.

Na instituição, objeto de análise, faz-se necessário atenção sobre os possíveis riscos que as pessoas e a instituição estão expostas, sejam riscos que causam danos a curto ou longo prazo e/ou risco de vida. Como exemplo, menciona-se riscos de choque elétrico às pessoas e danos econômicos à instituição (incêndio e explosão). Desse modo, é de extrema importância fazer-se um estudo nos postos de trabalho identificando possíveis situações de risco ao trabalhador e cidadão a fim de instituírem-se metodologias que possam solucionar a problemática prevenindo possíveis doenças de cunho ocupacional. Nesta perspectiva, os processos e métodos de projetação em instalações elétricas, tem um caráter especial tanto nos procedimentos de confecção e detalhamento das cargas quanto nas normas de segurança, oferecendo uma maior confortabilidade, segurança e saúde aos usuários.

Pode-se dizer que o estudo e entendimento das instalações e a aplicação de critérios projetuais em ambientes educacionais é de suma importância para a segurança e saúde das pessoas a elas envolvidas. Segundo dados da ABRACOPEL (2016), no ano de 2015, 23 pessoas sofreram consequências de incêndios em ambientes escolares no Brasil devido à curto-circuito em suas instalações. Desta forma, se tratando de espaços educacionais, a atenção quanto à projeto e execução de suas instalações elétricas exigem certo grau de aprofundamento, tornando-se

necessário o emprego das normas técnicas, e consequentemente obedecendo a padrões de qualidade e segurança.

Na Escola Municipal Francisco Torquato Rêgo, localizada em Pau dos Ferros, a edificação com construção datada na década de 1978, apresenta uma arquitetura condizente com espaços educacionais que de acordo com as diretrizes do Ministério da Educação – MEC (2009), o ambiente escolar deve apresentar em sua configuração arquitetônica: locais apropriados para cada atividade desempenhada por trabalhadores e alunos, conforto ambiental, segurança interna e externa, paisagismo, mobiliário e equipamentos específicos para escolas, sinalização e acessibilidade. Por outro lado, no que se diz respeito às instalações elétricas, o objeto em análise, apresenta características em desacordo com o tipo de edificação e com a norma NBR 5410/2004. Destaca-se a utilização indevida de equipamentos de uso específicos com corrente nominal acima de 10A ligados no mesmo circuito dos de utilização geral, condutores aparentes, potência de iluminação abaixo do recomendado em norma, diâmetro dos condutores com bitola menor que o calculado, como também o desuso de itens básicos como o quadro de distribuição, circuitos terminais e seus disjuntores termomagnéticos, sistema de aterramentos e dispositivos DR´s, que em eventualidades poderiam proporcionar uma maior segurança aos usuários da instituição.

Nesse sentido, no que se refere a situação de suas instalações, a escola revela realidade bem problemática, evidenciando erros que podem portar origem tanto no momento de elaboração de sua projetação na parte elétrica (ou na sua inexistência) como também na ocasião da execução e reformas. Com efeito, os riscos que a própria instituição e as pessoas que ali frequentam estão expostas, são enormes e às vezes podem passar despercebido, resultando danos à saúde e segurança dos indivíduos. Menciona-se riscos de choques elétricos, queimaduras, falhas de energia, incêndios, surto de energia, sobretensão, ruídos de linha, preço elevado da conta de energia. Entretanto, podem ser evitadas com algumas providências no momento de confecção dos projetos e na sua execução, com a utilização de metodologias que auxiliam os profissionais e com o uso preceituado em norma de dispositivos de proteção, de matérias primas isolantes, aterramentos adequados com o tipo da edificação, condutores dimensionados corretamente, divisão dos circuitos e uso de quadros disjuntores.

Considerando este cenário, as principais inquietações inferidas nesta proposta são: De que forma projeto de instalações elétricas em conformidade com as normas (ABNT, NR e norma da concessionária local) oferece segurança ao público usuário de espaços educacionais da rede pública? Considerando o tempo de construção da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo e fazendo-se uma análise da situação atual da escola, como as instalações elétricas podem ser melhoradas ou adaptadas com o uso de novos dispositivos, metodologias e materiais elétricos?

Com efeito, este trabalho tem como objetivo geral, aplicar metodologias de projeto de instalações elétricas em espaços educacionais, tomando como referência a Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo localizada na cidade de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, compreendendo o problema existente e evidenciando técnicas solucionáveis. Por sua vez, os específicos trazem: Fazer uma análise do espaço interno da escola, determinando como os problemas encontrados atualmente serão solucionados; identificar os pontos de risco nas instalações elétricas do ambiente educacional; avaliar as informações obtidas a fim de utiliza-las para a composição de croquis preliminares, levantamento de layout, levantamento de instalações elétrica existentes e projeto de instalação elétrica seguindo critérios estabelecidos em norma.

O estudo ainda prevê a elaboração de um projeto de instalações seguindo os critérios das normas em uso. Diante da temática abordada torna-se evidente a necessidade de se ampliar e direcionar estudos sobre projeto de instalações elétricas em ambientes educacionais e de sua correlação com a segurança das pessoas, fazendo-se básico o interesse da sociedade e dos órgãos competentes para que os mesmos possibilitem uma sociedade mais justa onde todos tenham direto a serviços de qualidade, principalmente aqueles oferecidos pelo governo.

2 PADRONIZAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS

Esta seção é composta por quatro subseções. Em 2.1, faz-se uma breve apresentação sobre os principais conceitos no que se refere normas e o processo de normalização, bem como sua importância nos campos técnicos, econômicos e sociais perante a sociedade, autores como a ABNT (2006), Santos (2012) serviram como base para o entendimento conceitual do tema. Em 2.2 faz-se uma breve apresentação da NR-10, principal norma regulamentadora brasileira no campo de trabalho e instalação com eletricidade, mostrando as principais preocupações sobre os riscos da instalação elétrica, bem como dados relacionados à os principais tipos de acidentes e a quantidade de pessoas que sofreram suas consequências no ano 2015. Nesse sentido, a base conceitual foi elaborada seguindo assertivas de autores como: SENAI (2015), MTE (2004), Prysmian (2006) e a Abracopel (2016). Em 2.3 é evidenciada a principal norma de instalação elétricas de baixa tensão no país, NBR 5410/2004, onde é conceituado suas principais atribuições e contribuições tanto no momento de projetação como no momento execução de projetos de eletricidade. Nessa perspectiva, a ABNT (2004) serviu como subsídio para o entendimento dos principais conceitos e características do que devem compor os projetos de instalações elétricas de baixa tensão. Nesse sentido, para a concretização dos projetos de eletricidade deve-se levar em consideração a necessidade de se estar de acordo com as normas das concessionárias locais, seguindo seus padrões e atribuições para cada tipologia de edificação. Desta forma, na seção 2.4 é evidenciado as principais normas da COSERN para a instalação de eletricidade nas diferentes tipologias de edificações, onde é prescrito em suas principais atribuições quanto: ao padrão de entrada, carga instalada, tipo de fornecimento, tensão utilizada para cada tipologia, medidores de energia e outros conceitos que são importantes a consulta no momento de elaboração e execução dos projetos de instalações elétricas.

2.1 NORMA, NORMALIZAÇÃO: BREVE CONSIDERAÇÕES

Pode-se dizer que as normas são documentos criados de acordo com as necessidades da sociedade por um órgão reconhecido, e que são formulados por um conjunto de critérios para que possam ser usadas como regras, diretrizes e definições. Neste contexto, as normas técnicas promovem a difusão tecnológica, consolidando e estabelecendo preceitos consensuais entre todas as partes envolvidas. De acordo com a ISO/GUIA 2 (ABNT, 2006) as comissões de estudos a ela relacionadas reúnem agentes especializados nas mais diferentes matérias, que interagem continuamente na troca do conhecimento. Fica claro que as normas são de extrema importância para a sociedade, pois instituem metodologias e padrões a serem seguidos, resultando desta forma em produtos e serviços com parâmetros de qualidade para as diversas problemáticas da sociedade.

A normalização é o processo de estabelecer e aplicar abordando ordenadamente uma atividade específica, para o benefício e com a participação de todos os interessados e, em particular, de promover a otimização da economia levando em consideração as condições funcionais e as exigências de segurança. (SANTOS, 2012).

Considerando a assertiva de Santos (2012), as normas têm enorme e positiva importância para a maioria dos aspectos de nossas vidas. São inúmeros os privilégios trazidos pela normalização para a sociedade, mesmo que muitas vezes ela não se dê conta disso. A exemplo pode-se mencionar que a normalização traz benefícios técnicos, econômicos e sociais nos setores da vida e do trabalho.

No portal da ABNT, fica claro a importância das normas nos campos técnicos, econômicos e sociais. Mostra-nos pontos importantes nestes campos: [...] a padronização, terminologia, dimensões padronizadas, qualidade de vida de pessoas, símbolos normalizados, referenciais comuns, economia, benefícios de alguns custos, requisitos de desempenho e segurança, protocolos, documentos e entre outros pontos importantes. (Portal ABNT, 2017)[1].

[1] Portal da ABNT. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/importancia-beneficios>. Acesso em 21 de abr.2017.

Cruzando os dados obtidos na bibliografia no que se refere ao conceito e importância das normas, pode-se dizer que na literatura técnica relacionada acima ambos apresentam conceitos e ideias que estão correlacionadas entre si, ressaltando a importância do uso das normas perante a sociedade.

Nessa perspectiva, conforme apresentado os conceitos e as funções das normas, os projetos de instalações elétricas devem ser feitos seguindo suas atribuições e padronizações, seguindo como base as normas das associações normatizadoras, concessionaria local e órgão competentes, conferindo desta forma um padrão metodológico e de qualidade aos projetos. No Quadro 1, por exemplo, consegue-se destacar algumas normas que devem ser consultadas no momento de confecção de um projeto de instalações elétricas.

Quadro 1 - Normas para projetos de instalações elétricas.

NR – 10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
NBR 5410:2004	Instalações elétricas em baixa tensão.
SM04.13-00.01	Fornecimento de Energia elétrica em baixa tensão individual.
NBR 5413:1992	Iluminância de interiores.
NBR 5419:2005	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.
NBR 5444:1989	Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais.
NBR 10898:1999	Sistema de Iluminação de Emergência.
NBR 14039:2005	Instalações elétricas de media tensão de 1,0kV a 36,2kV.
NBR NM 60.898:2004	Disjuntores de baixa tensão para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares.
ABNT BBR IEC 60.9457-2	Disjuntores de baixa tensão.

Fonte: Autor, 2017.

Percebe-se no Quadro 1 que existem diversas normas a serem consultadas no momento de confecção de um projeto elétrico. No presente trabalho destaca-se as seções seguintes a NR – 10, ABNT NBR – 5410/2004 e a SM04.13-00.01 da Cosern (norma da concessionaria local), exemplificando os pontos mais importantes de cada uma.

Seguindo este contexto, de acordo com Farias (2010, p.3)

> [...]os passos, cálculos, dimensionamentos e principalmente as decisões do projetista são totalmente embasadas e justificadas. Este embasamento foi feito através da Literatura Técnica juntamente com as normas. As normas utilizadas foram a NBR 5410/2004 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) da ABNT e a NT 002/2010 - Revisão 2 da Coelce (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição).

A assertiva de Farias, deixa claro que a utilização das normas na confecção de projetos de instalações elétricas é de fundamental importância para a aceitação e embasamento de sua realização. Entretanto, em algumas partes do projeto, passos subjetivos, devem ser tomados como a localização dos pontos de luz, local do quadro de distribuição, locais onde deveram passar os condutores e eletrodutos, haja visto que as realidades variam de projeto para projeto, cada qual com suas peculiaridades, e deste modo é importante destacar que a solução não é única, existindo diversas possibilidades no momento de confecção do projeto em estudo.

Sendo assim, conclui-se que as normas técnicas por serem realizadas a partir das necessidades sociais e confeccionadas por entidades competentes, oferecem segurança e saúde as pessoas, empresas e trabalhadores, conferindo-lhes a qualidade de produtos e serviços. Todavia, projetos de instalações elétricas devem ser preparados seguindo os critérios estabelecidos em norma, com a finalidade de conferindo um padrão de qualidade técnico, econômico e social nos setores da vida e do trabalho.

2.2 NR – 10 (SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE)

O uso das instalações elétricas exige do consumidor o comprimento de alguns cuidados em virtude do risco que a eletricidade representa, muitos não sabem, desconhece ou desconsideram este risco. Desta maneira, os acidentes ocasionados pelo uso de eletricidade podem vir a ocorrer no trabalho, no lar ou mesmo na rua, e podem trazer graves consequências muitas vezes irreversíveis. As normas regulamentadoras (NR) são normas elaboradas pelo Ministério do Trabalho com a finalidade de promover a saúde e segurança dos trabalhadores e estabelece

que todos devem ser informados sobre os riscos a que se expõem, assim como conhecer os seus efeitos e as medidas de segurança aplicáveis. Nesta perspectiva, entidades como o SENAI nos mostra o quanto o trabalho com eletricidade é delicado,

> [...]trabalhar com equipamentos elétricos é conviver diariamente com situações de risco - uma realidade da qual ninguém está livre mesmo em um momento relaxado, longe das funções profissionais, em casa ou nas atividades de lazer. Vivemos, muitas vezes sem perceber, em meio a sofisticadas redes de transmissão de energia elétrica, sob constante exposição a determinados perigos desconhecidos para a maioria, executando tarefas corriqueiras que pressupõem medidas rígidas de segurança para quem utiliza a energia em suas ações domésticas básicas e mais ainda aos que por dever de ofício manipulam instalações, circuitos, equipamentos e ferramentas específicas[...]. (SENAI, 2015, p.7)

Nesse sentido, a norma regulamentadora que rege as áreas que envolvem eletricidade é a NR – 10 através da portaria n. º 598, de 07 de dezembro de 2004, do Ministério do Trabalho e Emprego, fixando as condições mínimas exigidas com intuito de garantir a segurança e a saúde dos empregados que trabalham direta ou indiretamente em instalações elétricas. Segundo a NR – 10 (MTE, 2004) a norma aplica-se em praticamente todas áreas da eletricidade: nas fases de geração (6,9 kV, 13,8 kV e 18 kV), transmissão (69 kV a 750 kV), distribuição (13,8 kV e 34,5 kV), utilização ou consumo (380/220 V, 220/127 V) a norma ainda inclui as etapas de projeto, construção, operação, manutenção e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades. Sobretudo, esta norma representa um conjunto de medidas estratégicas com o intuito de prevenir ou suavizar, mantendo sob controle eventos com potencial de causa à possíveis lesões ou danos à saúde dos trabalhadores.

Deste modo, as ameaças aos trabalhadores em ambientes com serviços e instalações com eletricidade são, na maioria dos casos grandiosos e, tendo potencial de levar a lesões de pequena a grande magnitude, em conformidade da atividade desempenhada pelo trabalhador, mesmo quando expostos a eletricidade no momento de utilização de eletrodomésticos e eletrônicos (baixa tensão), ela pode representar perigo a integridade e saúde do colaborador. Sua consequência mais nociva à saúde é a ocorrência do choque elétrico (pode ser causado por contato direto e indireto). De acordo com Prysmian (2006) choque elétrico pode ser considerado com a sensação desagradável provocada pela passagem dos elétrons pelo corpo humano ou animal, Prysmian ainda reforça que é preciso destacar que

correntes elétricas com pequena intensidade, cerca de 0,05 ampère, podem provocar danos graves ao organismo. Na prática, menciona-se que ele apresenta como principais fenômenos críticos no corpo humano:

- Sensação peculiar;
- Paralisia muscular;
- Parada respiratória;
- Queimaduras intensas, e /ou;
- Morte.

Acidentes ocasionados pelo uso da eletricidade é bastante comum, conforme dados da Abracopel (2016), no ano de 2015, 590 pessoas vieram a óbito por consequência dos choques elétricos, e no total aconteceram 1249 acidentes em decorrência do envolvimento com a corrente elétrica, número 5% menor em relação ao ano de 2014. O Quadro 02 mostra-nos as estatísticas do ano de 2015 no Brasil no que tange a eventualidades causados pela eletricidade.

Quadro 2 - Acidentes ocasionados pela eletricidade no Brasil em 2015.

Total de acidentes		1249
Choques fatais		590
Choques não fatais		123
Curto circuito com incêndio	33 mortes	441
Curto circuito sem incêndio		
Descarga atmosférica		93
Descarga atmosférico com morte		62

Fonte: Adaptado de Abracopel, 2015.

Por outro lado, o número de incêndios gerados por sobrecargas e ou curtos circuitos, comparando-se o ano de 2014 com o de 2015 obteve-se um aumento de 49%. Por consequência, o número de pessoas que perderam a vida fruto de incêndios causados por eletricidade tiveram um aumento de 65% no ano de 2015 em comparação com o ano de 2014 (ABRACOPEL, 2016). O Quadro subsequente nos mostra dados referentes a quantidade de pessoas envolvidas em incêndios e seus principais locais de ocorrência.

Quadro 3 - Locais de incêndios e número de pessoas que sofreram suas consequências.

Incêndios por local 2015	**Incêndio**	**Fatal**
Total	441	33
Casa	174	31
Comércios pequeno porte	146	2
Comércios – outros	3	0
Empresa Pública	31	0
Escola	23	0
Hospitais	11	0
Igrejas	3	0
Indústria de grande porte	0	0
Indústria de pequeno ou médio porte	13	0
Outros	4	0
Residência Multifamiliar – apto	24	0
Residência Multifamiliar – área comum	0	0
Shopping center	4	0
Sítios, chácaras	1	0
Super / Hipermercado	4	0

Fonte: Abracopel, 2016.

Dentro deste contexto, os riscos da energia elétrica devem estar permanentemente sob controle por meio do planejamento e implementação de ações preventivas de forma a eliminar os potenciais perigos apresentados nos serviços, nas instalações e no uso da eletricidade. Por consequência, devido a iniciativa de profissionais do setor de eletricidade, com a preocupação sobre o conhecimento dos riscos ligados a eletricidade no Brasil que foi criada em 2005 uma entidade isenta que tem como objetivo conscientizar a população e os profissionais do campo de ação sobre os riscos da eletricidade, a ABRACOPEL.

2.3 ABNT NBR – 5410 (INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO)

A NRB – 5410/2004 é tida como a principal norma do serviço de eletricidade de baixa tensão no país, nela estão referenciados parâmetros e condições mínimas para projetos e execuções de sistemas elétricos em seus mais diversos âmbitos de aplicação e condições necessárias para um perfeito funcionamento dessas instalações. De acordo com a NBR – 5410 (ABNT, 2004) os principais objetivos da norma é estabelecer as condições mínimas a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, e desta maneira garantir a segurança de pessoas e animais, bem como, o funcionamento adequado da instalação e a conservação de bens privados ou públicos. Nessa perspectiva, a NBR – 5410 aplica-se a diversos locais, a exemplo pode-se mencionar “[...] às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.) incluindo as pré-fabricadas; às instalações novas e a reformas em instalações existentes[...]”. (ABNT, 2004, p.1).

Desse modo, destaca-se alguns pontos relevantes da aplicação da NBR – 5410 em uma instalação residencial (ou predial): Localização, altura e tipo de tomadas e interruptores, tomadas de uso geral e específico seguindo os critérios e tipos de equipamentos a serem alimentados e divisão dos circuitos de acordo com seu uso e carga, uso de disjuntores termomagnéticos e suas funções de proteção com sobrecargas e curto-circuito perante a instalação, interruptor diferencial residual e suas funções de proteção sobre contato direto e indireto, projeto elétrico, padrão de cores dos condutores e eletrodutos, dimensionamento e tipos de condutores e eletrodutos, previsão de carga dos circuitos, instalações de luminárias, potência de iluminação, e etc.

2.4 NORMA DA CONCESSIONÁRIA LOCAL

No momento de confecção de projetos de instalações elétricas, deve-se atentar para as normas técnicas da concessionária local ao qual o projeto possivelmente será executado. No estado do Rio Grande do Norte, empresa COSERN é a responsável pela padronização das entradas de serviços e estabelece

as condições para o fornecimento de energia elétrica para as unidades individuais ou múltiplas consumidoras.

De acordo com a COSERN (2014) existem as seguintes normas para o fornecimento de energia:

- SM04.13-00.01 – Fornecimento de Energia Elétricas em Baixa Tensão Individual;
- SM04.00-00.02 – Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações com Múltiplas Unidades de Consumo, e;
- SM04.00-00.03 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição 13,8Kv.

Para o desenvolvimento do projeto de instalações elétricas em estudo, deve-se recorrer a alguns pontos importantes que estão contidos na norma SM04.13-00.01 da COSERN. Pode-se mencionar prescrições a respeito do padrão de entrada, carga instalada, previsão de potência dos equipamentos de uso específico[2], o tipo de ligação, medidores de energia, caixa secionadora.

[2] Anexo 1: Tabela da COSERN, potência em (W) para equipamentos de uso específico.

3 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Esta seção é composta por três subseções. Em 3.1 faz-se uma breve apresentação dos conceitos fundamentais de projeto e seus diferentes tipos, bem como a integração de todos os projetos em obra, com a finalidade de sua compatibilização e padronização. Diversos autores como: (CREA-RN; MELHADO, 1994; ENDE e REISDORFER, 2015; INSTITUIDO DA ENGENHARIA (IE), 2011; FILHO, 2001; CAVALCANTE, 2015) serviram como base para o entendimento dos conceitos abordados. Em 3.2, por sua vez, aborda conceitos no tange o campo de projeto de instalações elétricas, apresentando conceitos sobe sua definição, para que serve, seus tipos e a importância para a sociedade em geral, usando-se como base da literatura, autores como Gebran e Rizzato (2017) e Creder (2007). Em 3.3 faz-se uma breve apresentação dos principais conceitos de eletricidade que servirão como base para o desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas, conceitos como o de circuito elétrico, corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica, lei de Ohm, potência elétrica e fator de potência serão usados constantemente no processo de produção dos projetos de eletricidade. Autores como Creder (2007), Cotrim (2009), Boylestand (2012), Markus (2004) e Prysmian (2006) servirão como referência para análise dos principais conceitos básicos de eletricidade.

3.1 PROJETO

Um projeto deve ser feito visando a resolução de determinados problemas existentes, trazendo segurança e saúde tanto a quem o executa como as pessoas que frequentam determinados locais. É importante destacar que a solução destes problemas não é única, existindo diversas maneiras de se chegar a resultados que atendam às diferentes necessidades. Dessa forma um projeto apresenta subsídios para a organização de ideias, diagnósticos ou analise sobre determinada realidade visando atender as necessidades de determinados públicos alvos assumindo desta forma um papel fundamental perante a sociedade, haja vista suas funções técnicas, econômicas e sociais.

De acordo com a Cartilha de Informações Técnicas volume 2 do CREA-RN (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte) um projeto nada mais é do que a representação de uma obra em um papel, gráfico ou escrito, realizada através de conhecimentos técnicos e científicos dispostos em detalhes com finalidade de propiciar rapidez e economia, além de soluções que integrem beleza, qualidade e segurança.

Melhado (1994, p.195) define projeto como sendo:

> Uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.

Nesse panorama, um projeto no sentido mais geral é um processo gerencial que busca transformar entradas (mão de obra, matéria-prima, energia, etc.) em saídas (produtos e/ou serviços) que atendam o mercado consumidor. No entanto, no sentido de interesse social, considera-se como um conjunto de informações como a finalidade de se estimar custos e benefícios sociais de um determinado investimento, buscando a racionalização no processo de decisão na escolha das diversas alternativas de investimentos. E no sentido de investimento, pode-se considerar como um conjunto de gastos fixos (máquinas, obras, instalações, etc.) e de custos que podem ser variáveis ou não programáveis (ENDE; REISDORFER, 2015).

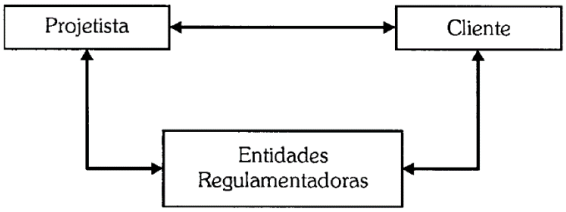
Segundo a norma técnica nº 01/2011 do IE (Instituto de Engenharia) (2011, p.22) um projeto pode ser divido diversos tipos, dentre eles, destacamos:

> **Projeto:** É a apresentação da definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço, obra ou empreendimento de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, especificações, discriminações técnicas, cálculos, desenhos gráficos normas, projeções e disposições especiais. **Anteprojeto:** É o conjunto de estudos preliminares, discriminações técnicas, normas e projeções gráficas e numéricas necessário ao entendimento e à interpretação iniciais de um serviço, obra ou empreendimento de engenharia. **Projeto Básico:** É o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução (Art.6º alínea IX da Lei nº 8666/93 e Art. 3º da Resolução nº 361/91, Alínea “f” do CONFEA). Antes da elaboração do orçamento, é necessário verificar se o projeto está completo, conferindo todos os seus elementos: desenhos de projetos específicos, especificações, caderno de encargos, etc. **Projeto**

> **Executivo**: É o conjunto de elementos necessários e suficientes à realização completa da obra, num nível de detalhamento adequado à execução, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (Lei Federal nº 8.666, Art.6°, Inciso X). Deve ser considerado o detalhamento do projeto Básico. O projeto completo deve conter os desenhos de todos os projetos específicos, especificações, caderno de encargos, memoriais descritivos, metodologias e todos os detalhes necessários à execução da obra.

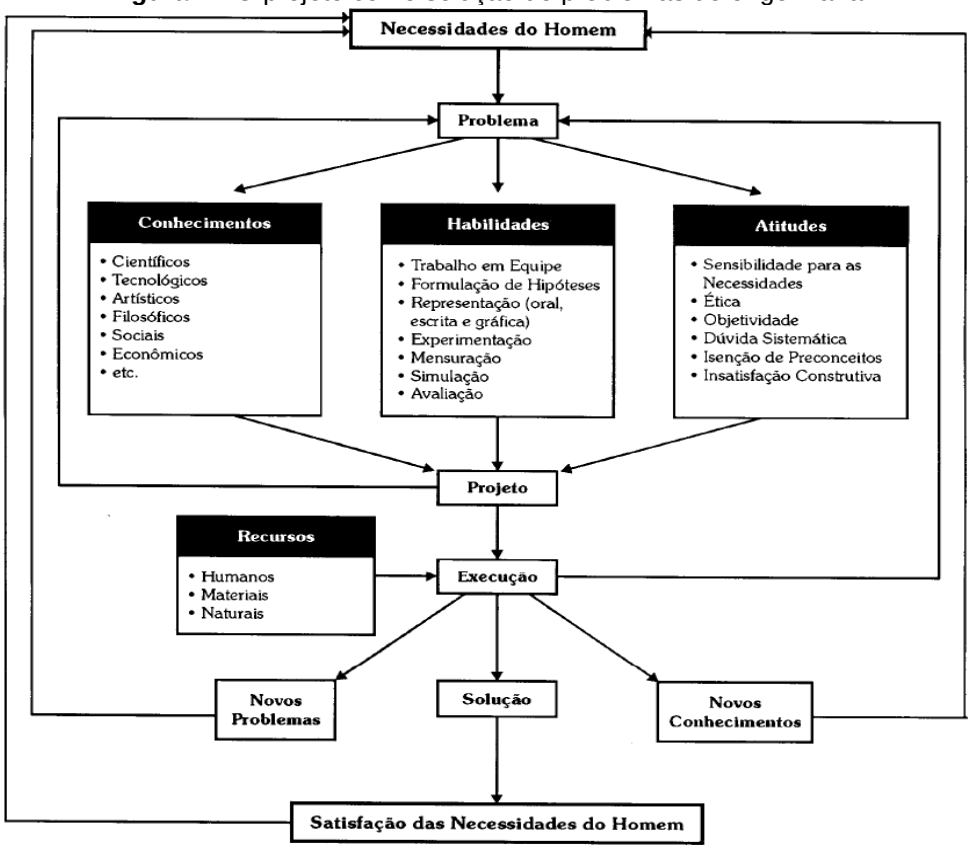
Desta maneira, destaca-se que um projeto na mais é do que o resultado de uma interação dos sujeitos envolvidos: cliente, profissionais, projetista e entidades normatizadoras (associações normatizadoras, órgãos públicos, concessionárias, etc.) (FILHO, 2001), onde essa interação pode ser representada pelas Figuras 1 e 2:

Figura 1 - O projeto como interação dos sujeitos envolvido



Fonte: FILHO (2001).

Figura 2 - O projeto como solução de problemas de engenharia



Fonte: FILHO (2001).

Por fim, considera-se o projeto como um produto e caracterizado como um processo, que tem por finalidade apresentar-se como uma ferramenta informativa referentes ao planejamento, cronograma de execução, logística, como também a apresentação dos insumos que serão utilizados no momento de execução, e com a característica de servir como base para encaminhamentos futuros, com vistas, na facilitação de todas as etapas seguintes (CAVALCANTE, 2015). Nesse sentido, se faz necessária a atenção das especificações de um projeto no que se refere suas caracterizações no processo de composição das instalações elétricas.

3.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

De acordo com Cavalcante (2015), o início de uma obra se dá pela idealização dos projetos, que são topologicamente distintos, isto é, cada um com suas peculiaridades e obrigatoriedades. Segundo Cavalcante, as obras operam com uma disparidade muito grande de projetos, que estão associados a complementares (Elétrico, Hidrossanitário, Layout, Combate a incêndio, Águas Pluviais, Maquetes eletrônicas, e entre outros) que são confeccionados por vários especialistas, como por exemplo, arquiteto, engenheiros e design de interiores. Esse conjunto gera em produtos (residência, edifício, hospitais entre outros) compostos por elevados números de desenhos técnicos, é relevante frisar a importância da integração desses projetos, considerando que todos estejam compatibilizados e padronizados.

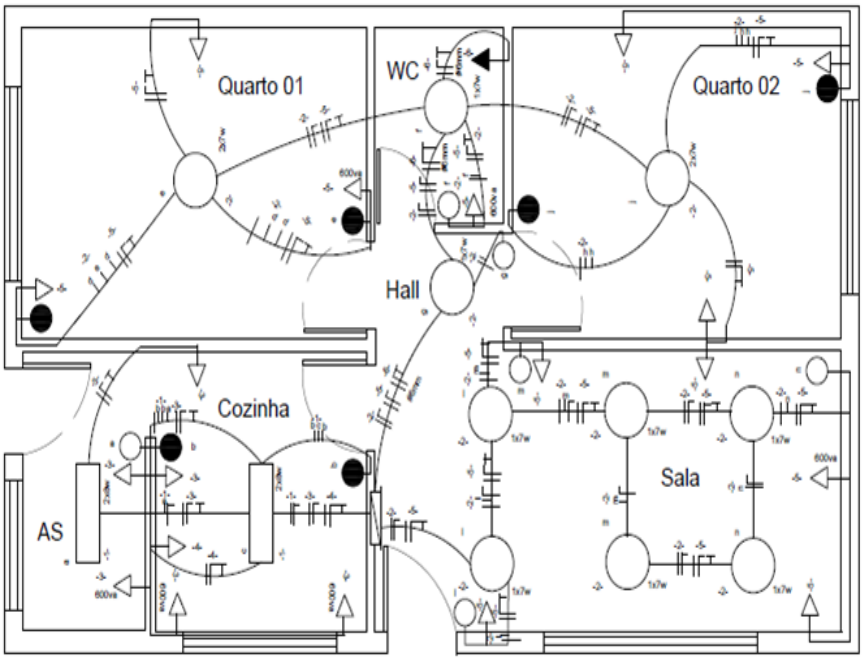
O projeto de instalações elétricas se caracteriza como projeto completar e o seu estudo tem como objetivo dispor a eletricidade fornecida pela concessionária local, ou geradores particulares, ao usuário de forma adequada e eficiente à serem utilizadas. Para que isto se faça de maneira segura e eficaz, é indispensável sua produção observando as prescrições das normas técnicas (ABNT, NR´s, Concessionária, etc.).

Nesse sentido, um projeto elétrico consite na definição, dimensionamento e quantificação de tubulações, fiações, tomadas, lâmpadas ou luminarias, interruptores, dispositivos de proteção (disjuntores, DR, DDR e DPS), pontos de telefone e antena (GEBRAN e RIZZATO,2017). Desta forma, Creder (2007) define projeto de intalações elétricas como sendo a previsão escrita, com todos os

detalhes, localizações, comandos, trajetos dos condutores, divisão da instalação em circuitos, diâmetros dos condutores, dispositivos de proteção, carga de cada circuito, carga total entre outros apontamentos, como mostra a Figura 3. Deste modo, projetos de intalações elétricas são divididos com base em sua aplicação (ou tipo de edificação) e tipos de equipamentos que deveram ser alimentados, como exemplo, podemos enumera-las em:

- intalações elétricas residenciais;
- instalações elétricas prediais;
- intalações elétricas industriais;
- Instalações elétricas hospitalares.

Figura 3 - Exemplo de representação gráfica de um projeto de instalações elétricas.



Fonte: Blog Energia Solar Fotovoltaica[3]

Em todos os tipos deve-se basear em alguns itens que visam ofercer ao seu autor e, principalmente, ao seu executor, etapas a serem seguidas, evitando que problemas indesejados venham a ocorrer. O projeto elétrico de uma edificação é complexo e bastante detalhado fazendo-se de fundamental importancia a caracterização e identificação de todos os elementos que o venham compor.

[3] Disponível em: http://energiasolarfotovoltaicaagv.blogspot.com.br/Acesso em 09 de abril de 2017.

De uma maneira geral, segundo Creder (2007, p.57), o projeto de instalações compreende quatro partes:

1. Memória – o projetista justifica, descreve a sua solução.

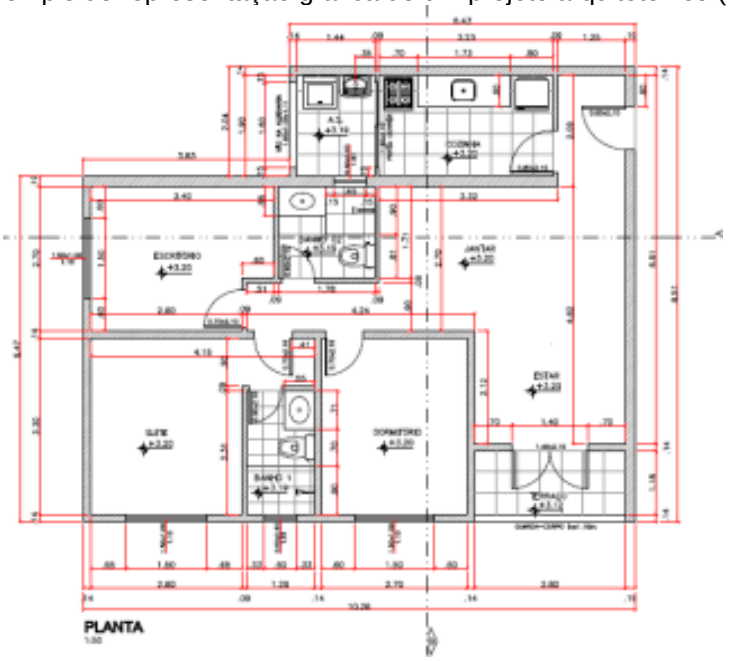
2. Conjunto de plantas, esquemas e detalhes - deverão conter todos os elementos necessários à perfeita execução do projeto.

3. Especificações – descreve-se o material a ser usado e as normas para a sua aplicação.

4. Orçamento – são levantados a quantidade e o custo do material e mão de obra.

Para o início da execução de um projeto de instalações elétricas o projetista precisa ter em posse a representação gráfica do projeto Arquitetônico (Planta baixa, cortes, fachadas, etc.), Figura 4, e do projeto de Layout, Figura 5, deve-se compreender quais aplicações e os tipos de equipamentos que serão alimentados, a localização da rede mais próxima, características externas e internas da edificação bem como as características da rede local.

Figura 4 - Exemplo de representação gráfica de um projeto arquitetônico (Planta baixa).



Fonte: Blog Academia do AutoCAD.[4]

[4] Disponível em :http://academiadoautocad.com/configurando-cotas-para-projeto-arquitetonico/. Acesso em 09 de Abril de 2017.

Figura 5 - Exemplo de representação gráfica de um projeto de Layout da edificação.



Fonte: Blog Construção e decoração de casas.[5]

Fica evidente, diante deste quadro, que o projeto de instalações elétricas se caracteriza como um projeto complementar, e que deve ser confeccionado em posse de outros projetos (arquitetura e layout), destacando a importância da integração desses projetos, com a finalidade que estejam compatibilizados e padronizados. O projeto de instalação é muito importante, pois tem como objetivo dispor da energia fornecida pela concessionaria de maneira a ser utilizada da melhor maneira possível pelo usuário final, garantindo a qualidade e segurança de manterem a edificação estável, no que se refere a suas instalações elétricas, bem como locais pontuais que poderão ser alvos de instalações e alterações futuras.

[5] Disponível em http://construcaoedecoracaodesalas.com/wpcontent/uploads/2014/09/Projeto-de-apartamento-0.jpg. Acesso em: 09 de abril de 2017.

3.3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELETRICIDADE

O presente subtópico apresentará alguns conceitos iniciais, a fim de que se tenha uma maior compreensão no que se refere a projeto de instalações elétricas, e consequentemente alguns conceitos sobre eletricidade. Conceitos como os de tensão nominal, corrente elétrica, potência elétrica, resistência elétrica, a lei de Ohm, tensão alternada e tipos de cargas, fator de potência e entre outros que são de estrema importância para o entendimento dos cálculos e dimensionamentos que serão apresentados no decorrer deste estudo.

3.3.1 Tensão Nominal

Segundo Prysmian (2006) tensão pode ser definida como a força necessária para que os elétrons livres passem a se movimentar de forma ordenada nos condutores, como nos mostra a figura 6. De acordo com Cotrim (2009), a tensão pode ser classificada em três tipos: a nominal, a máxima e a mínima. A tensão nominal é definida como aquela que caracteriza o sistema, ou seja, a que é atribuída aos equipamentos e ao sistema para os quais a instalação foi dimensionada, levando em considerações as variações de tensão permitidas em norma, ficando claro que os equipamentos ligados a sistemas de baixa tensão (BT), igual ou inferior a 1000V, devem ser caracterizados pela tensão nominal do sistema. Desta forma, quando um equipamento elétrico for conectado à rede, deve-se certificar se possuem a tensão nominal compatível.

Figura 6 - Ilustração do conceito de Tensão.



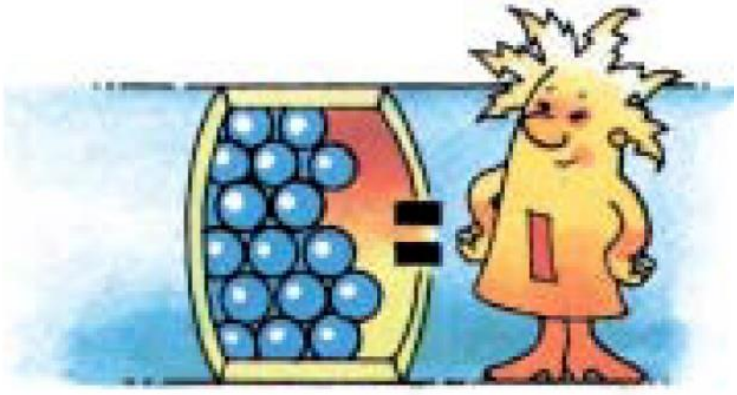
Fonte: Prysmian, 2006.

A tensão nominal é representada pela letra U, seguida do índice n, e tem como unidade de medida o *volt*, representado pela letra V.

3.3.2 Corrente Elétrica

A corrente elétrica é o movimento sistemático dos elétrons livres nos condutores, influenciados pela a ação da tensão (U) (COTRIM, 2009), formando-se uma corrente de elétrons. Essa corrente de elétrons livres é chamada de corrente elétrica (PRYSMIAN, 2006), como mostra a ilustração sobre o conceito de corrente elétrica, Figura 7. A corrente elétrica é representada pela letra I, e sua unidade de medida é o ampère (A) ou coulomb por segundo, representado por C/s. De acordo com Boylestand (2012), um ampère equivale a um coulomb por segundo (1A = 1 C/s), e por sua vez 1 ampère equivale a 6,25x10^{18} elétrons por segundo que passam na seção de um condutor.

Figura 7 - Ilustração do conceito de corrente elétrica.



Fonte: Prysmian, 2006.

A intensidade da corrente elétrica é um fator importante para o dimensionamento dos condutores de um circuito, critério de capacidade de corrente, tendo em vista que o aquecimento dos condutores é diretamente proporcional ao número de elétrons que circulam no seu interior. A corrente elétrica que circula por um circuito depende da carga que está sendo alimentada e da tensão aplicada.

3.3.3 Potência Elétrica

Segundo Cotrim (2009), a potência elétrica representa a capacidade de um dispositivo elétrico de fornecer ou transformar energia potencial em trabalho por unidade de tempo, a potência elétrica é representada pela letra P, sua unidade de medida é o joule por segundo, (J/s), ou Watt, (W). Sendo o Watt a unidade mais utilizada para designar a potência elétrica. Desta forma tem-se a seguinte equação que representa a potência elétrica:

$$P = UxI \tag{1}$$

O quadro em seguida mostra-nos as grandezas que representam a potência elétrica, bem como suas respectivas unidades de medidas.

Quadro 4 - Grandezas que representam a potência elétrica.

Símbolo	Grandeza	Unidade
U_n	Tensão nominal	V (Volt)
I	Corrente	A (Amper)
P	Potência Elétrica	W (Watt)

Fonte: Autor, 2017.

3.3.4 Resistência Elétrica

Resistência elétrica é a oposição que o material apresenta ao fluxo de carga através de um circuito elétrico. Essa grandeza é representada pela letra R, sua unidade de medida é o (Ohm), representada pela letra grega ômega (Ω) (BOYLESTAND, 2012). Todos os materiais apresentam uma certa resistência elétrica ou oposição a passagem de corrente elétrica, bons condutores como o cobre, prata e alumínio oferecem pouquíssima resistência. Maus condutores como o vidro, madeira, papel borracha oferecem alta resistência ao fluxo de corrente.

3.3.5 Lei de Ohm

Considerada uma das mais importantes leis relativas a circuitos elétricos, assim chamada devido ao físico Georg Simon Ohm, trabalhando no campo da corrente elétrica desenvolveu a primeira teoria matemática da condução elétrica nos circuitos (BOYLESTAND, 2012). Simon realizou inúmeras experiências quando desenvolveu a primeira teoria matemática onde se verificou que a diferença de potencial sobre o resistor é diretamente proporcional a corrente que circula pelo resistor. Representa-se pela seguinte equação o enunciado:

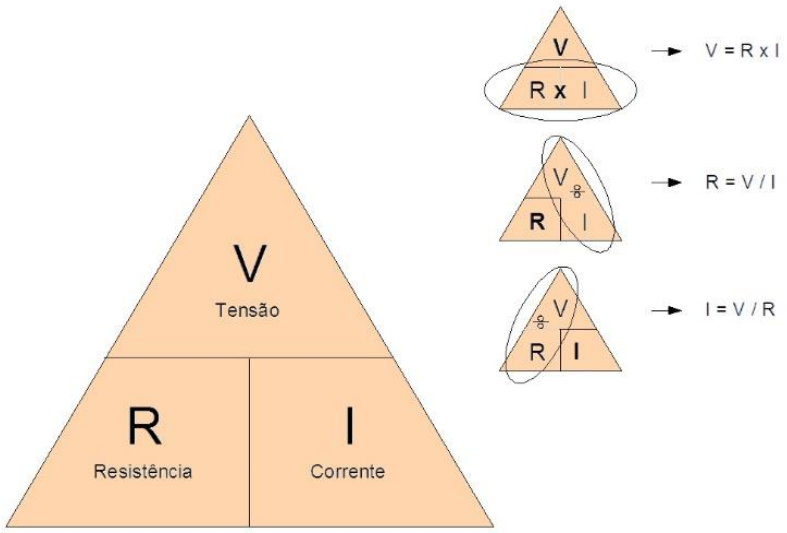
$$U = RxI \tag{2}$$

Onde:

- U é a diferença de potencial, cuja unidade é Volts (V);
- I é a corrente elétrica, cuja unidade é o Ampère (A);
- R é a resistência elétrica, cuja unidade é o Ohm (Ω).

Por meio de manipulações matemáticas simples, pode-se obter outras equações em funções dessas grandezas, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Triângulo que representa a Lei de Ohm.



Fonte: Laboratório de eletrônica[6].

Com efeito, no triângulo de Ohm, outras relações importantes podem ser encontradas através das equações já vistas $U = RxI$ e $P = UxI$. Substituindo a

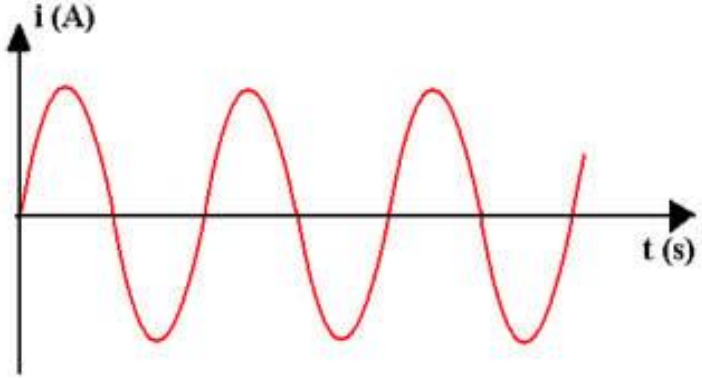
[6] Disponível: http://labdeeletronica.com.br/triangulo-de-ohm/. Acesso em 01 de maio de 2017.

tensão calculada na equação (1) diretamente na equação (2) obtemos uma nova equação $P = RxI^2$ (Equação 3). Essa equação determina a potência através do produto da resistência elétrica pela corrente do circuito elevado ao quadrado. Todas as considerações feitas aqui sobre potência elétrica são válidas para circuitos de corrente contínua.

3.3.6 Sistemas de Corrente Alternada (CA)

A corrente alternada pode ser considerada a forma mais predominante de propagação da energia elétrica. Deste modo, de acordo com Markus (2004) a rede que fornece energia às residências e indústria é sob utilização da corrente alternada, e sua geração pode ser, por exemplo, de usina hidrelétricas, termoelétrica e nucleares. Segundo Boylestand (2012) a corrente alternada diferente da corrente contínua não possui polaridade fixa e este é o motivo de a corrente alternar entre o positivo e o negativo repetidamente e não possuir um valor, logo, ela segue o fluxo representado pela Figura 9.

Figura 9 - Variação da intensidade da corrente elétrica em função do tempo.

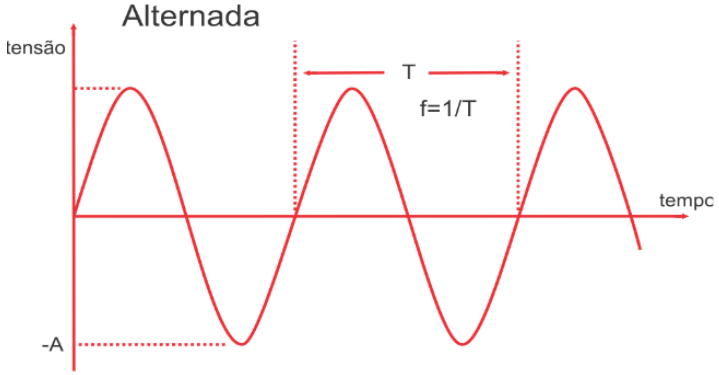


Fonte: Portal Mundo Educação, 2017[7].

A tensão elétrica nesse sistema se propaga da mesma maneira, logo temos que a tensão irá alternar entre o positivo e o negativo, assumindo a mesma performasse da corrente elétrica descrita anteriormente, como mostrado na Figura 10.

[7] Disponível em: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/corrente-alternada.htm. Acesso em 01 de maio de 2017.

Figura 10 - Variação da intensidade da tensão elétrica em função do tempo.



Fonte: Central de Suporte Matrix, 2017.[8]

Desta forma, em sistemas de corrente alternada as cargas elétricas [9]assumem diferentes comportamentos quando expostas a tensão e corrente elétrica alternada (COTRIM, 2009). Essas cargas elétricas podem ser separadas de maneira geral em três grupos:

- Cargas Resistivas;
- Cargas Indutivas, e;
- Cargas Capacitivas.

Sabe-se que existem os três tipos de cargas elétricas, entretanto, em aplicações comerciais e residências observar-se o emprego em larga escala das cargas resistivas e indutivas (COTRIM, 2009). As cargas resistivas podem ser encontradas em diversos equipamentos e normalmente em uma residência compõe o grupo dos maiores consumidores, é o caso dos chuveiros, forno elétrico, ferro de passar e etc. No caso das cargas indutivas podemos observar que estão bastante presentes também no nosso dia-a-dia, podemos afirmar que estas estão sempre presentes e compreendem entre outros equipamentos como: motores elétricos e transformadores, geladeira, máquina de lavar, furadeira.

3.3.7 Potência Elétrica em Corrente Alternada e Fator de Potência

[8] Disponível em: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/corrente-alternada.htm. Acesso em 01 de maio de 2017.

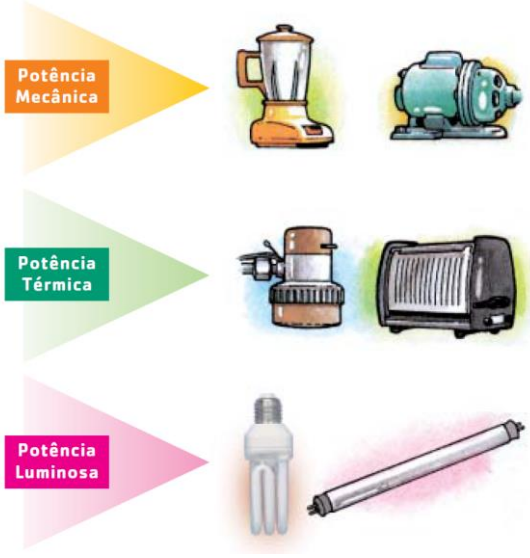
[9] De acordo com Cotrim (2009), de maneira usual carga elétrica tem diferentes significados, a exemplo menciona-se: conjunto de valores das grandezas elétricas, equipamento elétrico que absorve potência ativa, potência transferida por um equipamento elétrico e potência instalada.

Nessa perspectiva, a potência elétrica é definida como a capacidade que uma carga/equipamento/máquina possui de realizar um trabalho elétrico em um determinado tempo (COTRIM, 2009). Todavia, quando este conceito é aplicado para corrente elétrica alternada tem-se que considerar em qual tipo de carga será estudada para o entendimento de suas particularidades. Deste modo, quando a carga é resistiva então não muda nada em relação aos conceitos de potência elétrica em corrente contínua, ou seja, a potência pode ser encontrada com o produto entre a tensão e a corrente, como visto na Equação (1). Mas quando se considera cargas indutivas ou capacitivas tem-se que atentar no surgimento de três representações da potência elétrica, que serão:

- Potência Ativa;
- Potência Reativa, e;
- Potência Aparente.

Potência ativa pode ser considerada chamam-se de potência real, ou seja, é a utilizada para realizar trabalho, logo consegue-se observar que trata da potência que é consumida pelos equipamentos e transformada em outros tipos de energias utilizáveis Mecânica, Térmica e Luminosa (Figura 11). Sua unidade de medida é Watts. E é representada pela letra maiúscula W (COTRIM, 2006).

Figura 11 - Exemplos da potência ativa.

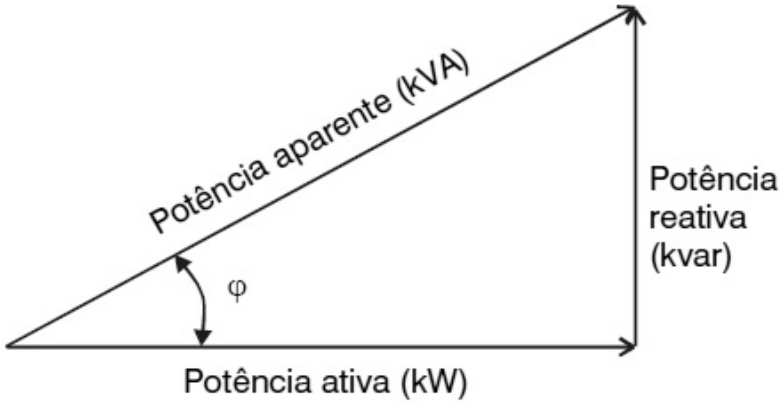


Fonte: Prysmian, 2006.

Desta forma, a Potência Reativa, é considerada a parcela da potência elétrica que toda e qualquer carga indutiva ou capacitiva acaba consumindo, e é a parcela

da potência elétrica desperdiçada, que não é usada para realizar trabalho utilizável. Sua unidade de medida é o Volt-ampère Reativo, representado por VAr (COTRIM, 2009). Com isso, de acordo com Creder (2007) a potência aparente recebe este nome porque representa o consumo total das cargas elétricas indutivas ou capacitivas, considerando-se a potência ativa mais a potência reativa, é efetivamente a resultante e também considera-se como o consumo absoluto destas cargas, por isto, as concessionárias de energia baseiam-se nesta grandeza para determinar o consumo e respectivamente a cobrança de dividendos de uma residência em relação a potência utilizada. Sua unidade de medida é o Volt-Ampère, e é representado por (VA). A Relação entre esses três tipos de potência pode ser representada pela Figura 12.

Figura 12 - Triângulo de potências.



Fonte: Site elétrica, 2017.[10]

Na imagem verifica-se a representação das respectivas potências mencionadas anteriormente, observando que nesta representação fica claro que se a potência reativa diminuir tem-se em consequência a redução da potência aparente. Para se chegar neste resultado leva-se em consideração a diminuição do ângulo gerado. Este ângulo é representando pela letra φ (fi), sendo bastante comum no dimensionamento do projeto de instalações elétricas a utilização deste fator. Este fator é conhecido por fator de potência, definido exatamente a relação entre as potências consideradas na corrente alternada, e para efeito de análise sempre será considerado o cosseno deste ângulo (Cosseno de fi ($\cos(\varphi)$). Desta

[10] Disponível em: http://www.engeletrica.com.br/fatordepotencia-manual-fatordepotencia.html. Acesso em 01 de maio de 2017.

maneira, quanto mais o cosseno de fi (φ) se aproximar do valor um melhor, pois o ângulo estará próximo de zero e menor será a potência reativa. Neste caso ($\cos(\varphi) = 1$), e somente nele, em corrente alternada a potência ativa pode ser ela equação (1) (CREDER,2007).

4 METODOLOGIA

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa, uma vez que utilizará conhecimento da pesquisa para resolver problemas.

Cervo, Bervian,e Silva, (2007, p.57) aborda o conceito de pesquisa como:

> A pesquisa é uma atividade voltada para a investigação de problemas teóricos ou práticos por meio do emprego de processos científicos. Ela parte, pois, de uma dúvida ou problema e, com o uso do método científico, busca uma resposta ou solução.

Para subsidiar o trabalho, a análise do contexto de metodologia de projetos elétricos em ambientes educacionais, apresenta-se como elemento importante para compreensão e apreensão da dimensão projetual do objeto de estudo. Para a realização deste trabalho, foram utilizados métodos e técnicas capazes analisar as instalações elétricas do espaço edificado, com emprego de técnicas quantitativas e qualitativas. De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p.104), “reconhecer que toda realidade é movimento e que todo movimento é realidade, e que o movimento sendo universal assume as formas quantitativa e qualitativa interligadas entre si e que se transformam uma na outra”.

O recorte espacial da pesquisa teve como foco a Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo, na cidade de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte. No desenvolvimento da pesquisa, a base conceitual foi orientada com o método dedutivo GUERRA e GUERRA (1997) no que se refere à consolidação do referencial teórico, revisão bibliográfica, representação, interpretação, análise dos dados, informações e elaboração do texto. O método indutivo foi adotado no desenvolvimento das atividades de campo, com fundamento na observação dos elementos naturais, construídos, históricos, e humanos da área da pesquisa, de modo subjacente à pesquisa qualitativa com abordagem dialética e crítica.

Considerando a diversidade de situações inerentes à pesquisa realizada e no intuito de atingir os objetivos propostos, foram desenvolvidos os procedimentos metodológicos relacionados a seguir:

a) Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada analisando informações teóricas e técnicas relacionadas à importância da construção de um projeto de instalações elétricas para uma escola da rede pública de ensino na cidade de Pau dos Ferros, sendo embasada com o uso de informações em fontes primárias e secundárias contemplando: artigos, livros, textos, revistas, monografias, dissertações e tese relacionadas às questões da pesquisa, bem como a seleção de autores que possam subsidiar o estudo, com o propósito de contemplar um embasamento teórico mais consistente e corroborar significativamente com as conclusões inferidas na finalização deste trabalho;

b) Pesquisa de campo

Nesse tocante, a pesquisa de campo, realizou-se através da aplicação de um questionário e de registros fotográficos.

No Registro fotográfico cujas imagens tornam a representação mais precisa, ao considerar valores, estabelecendo a relação entre a imagem e a realidade dos aspectos identificados como representativos para o desenvolvimento da análise. As imagens serão fundamentais na identificação e compreensão das informações apreendidas na pesquisa bibliográfica e de campo. Escolheu-se, pois, o registro fotográfico na identificação dos usos e apropriações dos espaços, revelando as principais características da edificação no que se refere sua configuração arquitetônica, a disposição dos moveis e equipamentos elétricos, como também de suas instalações, possuindo grande ênfase no que diz respeitos as principais necessidades e pontos que podem ser melhorados com a construção de um projeto bem elaborado.

A aplicação de questionário, presente no Apêndice A deste trabalho, alicerçaram uma compreensão inicial dos principais anseios das pessoas frequentadoras da escola e seus principais desejos. Nesse sentido, a escola apresenta 147 alunos matriculados do pré-1 ao 5º ano do ensino infantil e fundamental, respectivamente, e 20 funcionários caracterizados como professores, zeladores, cozinheiro, vigia, secretária e diretora. Tendo em vista que os alunos na sua maioria apresentam idades entre os 5 a 11 anos, não possuem ainda um senso crítico acerca das questões que envolvem o uso da eletricidade. Com isso, o

questionário foi aplicado nos dias 26 e 27 de abril de 2017, somente para os colaboradores, onde o número de questionários respondidos foi igual ao número de funcionários, caracterizando à aplicação como populacional.

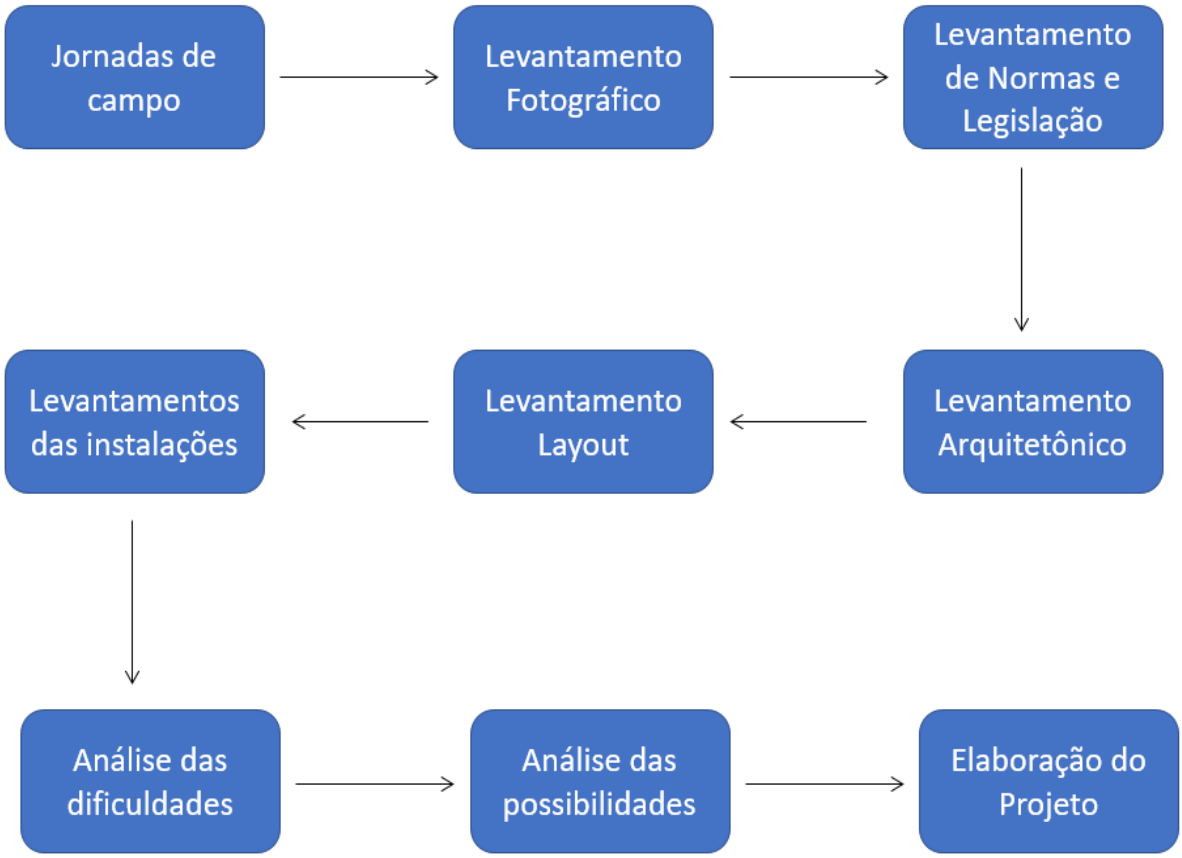
c) Projeto de instalações elétricas

Concomitante as realizações das pesquisas bibliográficas e de campo, desenvolveu-se um mapeamento da área a ser estudada, através do uso de uma trena a laser digital portátil *modelo TR-600*, onde foram analisadas as dificuldades, bem como as possíveis soluções, e nesse sentido, pode-se levantar os dados necessários a caracterização da área a ser estudada e em seguida criados modelos digitais com o uso do software *Autodesk AutoCAD 2017* versão estudantil. Esse processo serviu como base para o desenvolvimento algumas etapas até a consolidação final do projeto, a exemplo menciona-se:

- Levantamento arquitetônico;
- Levantamento do layout;
- Levantamento das instalações existentes da edificação estudada, onde foram feitas verificações das conformidades com relação às normas técnicas, no intuito de coletar dados da dinâmica e realidade da escola levantando as causas, problemas e indicando alternativas e meios para a resolução do problema;
- Confecção de um projeto de instalações elétricas seguindo critérios estabelecidos pelas normas vigentes, atentando significativamente para a melhoria da qualidade de vida das pessoas no que compete os riscos com eletricidade.

Para a realização deste projeto foi importante seguir um passo a passo (metodologia), no qual sua elaboração possa ser dividida em fases e etapas. Sua importância é fundamental, pois nos dá direcionamentos a serem seguidos e com isso nos confere uma maior economia de tempo na confecção do projeto, maior organização e por fim, uma elaboração com qualidade. De posse dessa caracterização, buscou-se a utilização do melhor método de atendimento as necessidades da edificação, dos desejos dos funcionários e pessoas que ali frequentam, e de suas prioridades. A Figura 13 apresenta sinteticamente cada uma das etapas seguidas até a consolidação do projeto final.

Figura 13 – Fluxograma das etapas para construção do projeto de instalações elétricas.



Fonte: Autor, 2017.

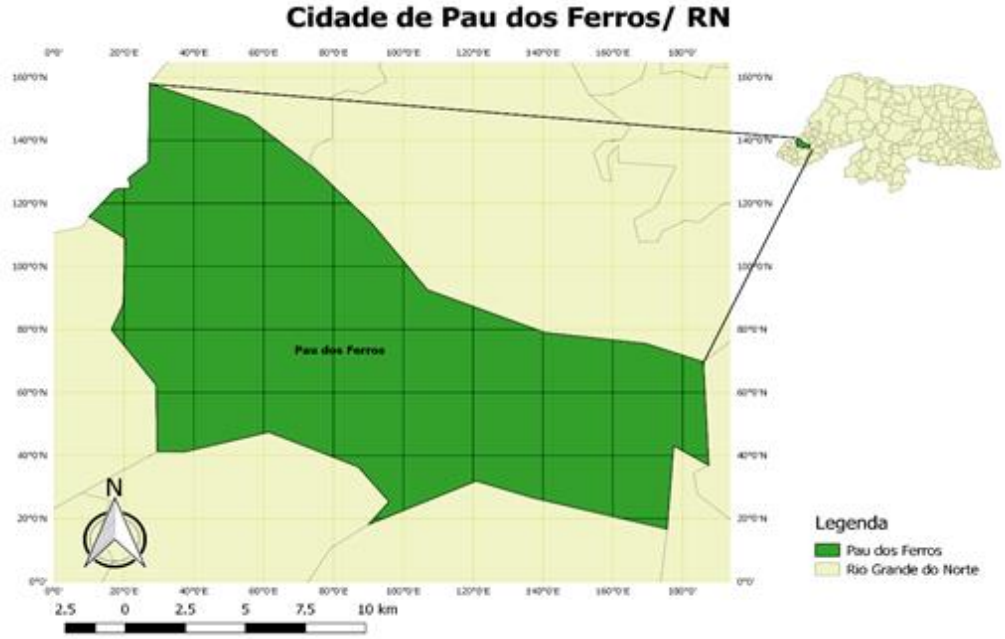
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA EM ESTUDO

A cidade de Pau dos Ferros está situada no Estado do Rio Grande do Norte, localizada a 392 quilômetros da capital Natal, na mesorregião do Oeste Potiguar, Figura 14. De acordo com o IBGE, a área total do munícipio em 2015 de 259,96 quilômetros quadrados[11], com população estimada em 2015 de 29.954 habitantes[12].

[11] Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240940. Acesso em 01 de maio de 2017.

[12] Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240940. Acesso em 01 de maio de 2017.

Figura 14 – Mapa do Rio Grande do Norte com a demarcação de Pau dos Ferros.



Fonte: Adaptado IBGE, 2010.

A Escola Municipal Francisco Torquato Rêgo está localizada no Bairro São Geraldo, Rua Capitão Pedro Vicente, como mostra a Figura 15. A escola tem construção datada nos anos 1978, com a autorização do MEC para a oferta das turmas do pré-1 ao 5º ano as crianças do bairro, com horário de funcionamento no matutino e vespertino. Conta atualmente com 147 crianças matriculadas nos dois horários de funcionamento, possuindo 20 funcionários, compreendendo professores, diretora, vigia, zelador, cozinheira e secretária. Atualmente a escola conta com uma infraestrutura de quatro salas de aula (uma delas está em desuso), uma sala de direção, uma sala utilizada como secretaria e biblioteca, uma sala de informática e vídeo, um almoxarifado, um depósito, dois banheiros (um masculino e um feminino), uma cantina (cozinha), um hall de entrada, três corredores e diversas áreas livres para as crianças brincarem no intervalo das aulas.

Figura 15 – Localização da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo, na cidade de Pau dos Ferros-RN.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro, 2017.

A Figura 15 representa a imagem aérea da Escola Municipal Francisco Torquato Rêgo, com a demarcação de sua área, vale ressaltar que a figura retrata a atual situação em que a escola se encontra.

A compreensão das necessidades do São Geraldo é observada desde a análise inicial, e no que se refere as instalações da edificação percebe-se uma necessidade enorme de uma reforma seguindo os padrões atuais. Nesse sentido a seguir será mostrado o passo a passo à construção do projeto de instalações elétricas e sua elaboração.

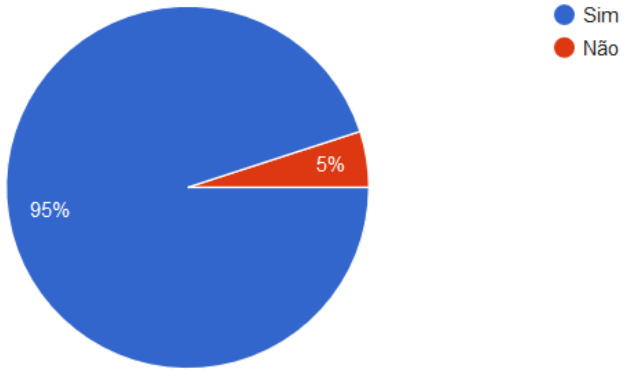
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 UMA PROPOSTA DE UM PROJETO DE INTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA A ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO RÊGO – ESTUDO PRELIMINAR.

Para a realização deste projeto foi importante antes de sua construção a aplicação de questionários aos funcionários da escola com a finalidade de se obter dados necessários ao entendimento dos anseios e necessidades dos quais os colaboradores estariam sujeitos, e como isso, utilizar um processo metodológico à construção de um projeto de instalações elétricas que possa reduz ou eliminar os riscos que as pessoas ou a edificação estão sujeitos, e desta forma, conferir padrões técnicos, econômicos e sociais em suas instalações. A pesquisa foi realizada somente com os trabalhadores da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo, visto que os alunos possuem entre 5 a 11 anos de idade, e desta forma, não possuem um senso crítico sobre as questões que envolvem eletricidade. A pesquisa em questionário foi dividida em cinco questões objetivas com alternativas de sim ou não.

No primeiro momento desta pesquisa, foi-se coletado informações quanto ao entendimento dos entrevistados sobre os riscos causados pela instalação elétrica danificada por seu uso e/ou execução. Dentre os 20 colaboradores apenas 1 respondeu que não reconhece os riscos causados pela eletricidade e 19 informaram que conhecem os seus efeitos, como mostra o Gráfico 1. Com isso, os dados mostram no que se refere os danos ocasionados pela instalação a maioria dos funcionários da escola reconhecem esses riscos.

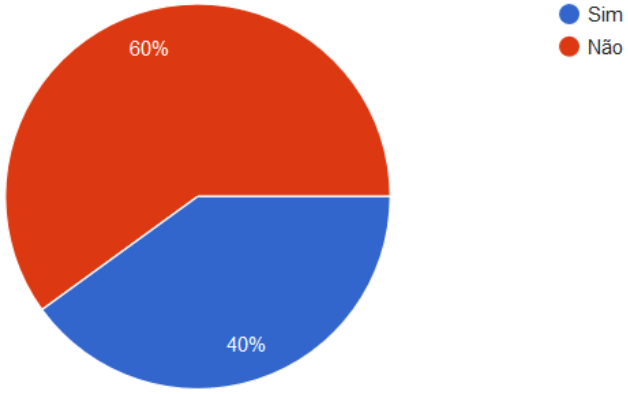
Gráfico 1 – Levantamento acerca do conhecimento sobre os riscos causados pela instalação elétrica danificada.



Fonte: Dados obtidos em pesquisa, 2017.

Como os funcionários reconhecem os riscos ocasionados pelo uso das instalações danificadas, 8 entrevistados informaram, Gráfico 2, que já tiveram ciência de que ocorreram choques elétricos na edificação em análise. Com isso, percebe-se que em sua instalação existem pontos propícios a ocorrência de fenômenos desta magnitude e que precisam de devidos cuidados no momento de sua utilização, e desta maneira, faz-se básico uma reforma nas suas instalações seguindo critérios estabelecidos nas normas técnicas.

Gráfico 2 – Levantamento sobre a ocorrência de acidentes envolvendo choques elétricos na escola.



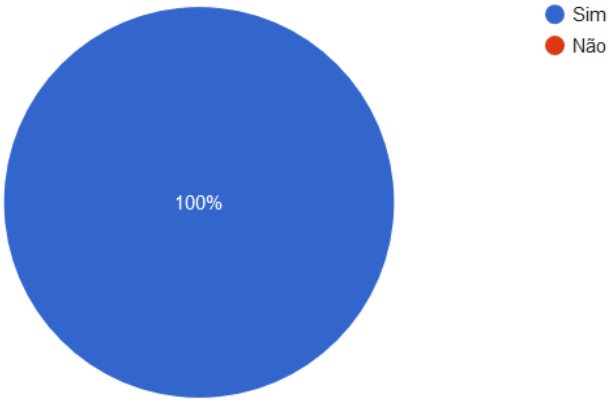
Fonte: Dados obtidos em pesquisa, 2017.

Com efeito, os resultados mostram que a Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo apresenta locais na instalação propícios a causar danos a seus funcionários e alunos, mostrando-se um projeto de instalações elétricas importante para a segurança dos indivíduos e do funcionamento adequando da instalação. No tocante a projetos elétricos, foi-se explanado quais suas funções básicas, características, seus dispositivos, atribuições técnicas e por fim sua importância para

a escola. Em sequência a esse processo, foi-se analisada as opiniões dos entrevistados no que refere a importância de um projeto seguindo critérios mencionados em norma.

Deste modo, todos os trabalhadores consideram importante a aplicação de um projeto seguindo as normas técnicas na edificação, como mostra o Gráfico 3. Evidenciando a necessidade da escola para uma reformulação de suas instalações elétricas.

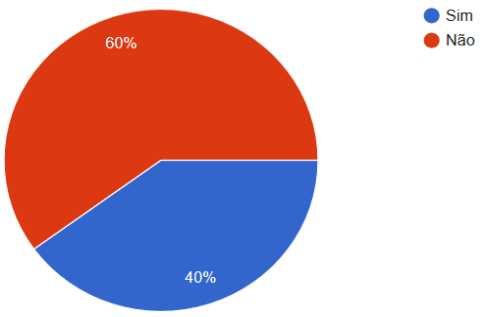
Gráfico 3 – Levantamento acerca da importância de um projeto de instalações elétricas para a escola.



Fonte: Dados obtidos em pesquisa, 2017.

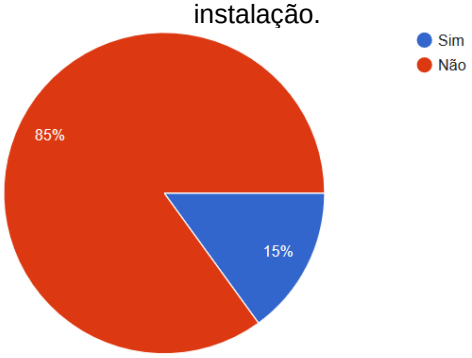
Com o intuito do entendimento sobre quais locais situavam os principais riscos à que os indivíduos estão expostos, foi feito uma análise sobre a possibilidade de a edificação possuir um mapa de risco, sobretudo, quais os principais riscos que as pessoas estavam expostas e se existe riscos ocasionados pela eletricidade neste mapa. 12 colaboradores responderam que a escola não possui um mapa de risco e que é necessária sua confecção, como mostra o Gráfico 4.

Gráfico 5 - Dados obtidos quanto a existência de um mapa de risco na escola.



Fonte: Dados obtidos em pesquisa, 2017.

Gráfico 4 - Dados obtidos quanto a opinião sobre a iluminação e segurança da instalação.



Fonte: Dados obtidos em pesquisa, 2017.

Desta maneira, conforme o Gráfico 5, 17 pessoas consideraram que a instalação não apresenta ambiente bem iluminado e seguro, trazendo riscos à saúde e segurança das pessoas que frequentam a edificação. Por fim a pesquisa traz a perspectiva de melhoria da segurança e funcionamento das instalações da edificação com dimensionamentos evidenciados nas normas de instalação e seguindo um passo a passo para a sua construção, é mostrado as principais características de uma instalação, como também prevê a disponibilidade para novas instalações que venham a surgir na escola.

5.1.1 Metodologia de projeto de instalações elétricas: elaboração e análise do projeto.

Cada tipo de instalação elétrica possui um modelo de instalação dos equipamentos, que são colocados de acordo com o local e as condições que ele apresenta. Utiliza-se a energia elétrica para quase tudo, portanto é essencial contar com um projeto antes de realizar qualquer instalação já que é o projeto o encarregado de promover uma instalação bem-sucedida e acima de tudo segura. Uma instalação elétrica conta com componentes como quadro elétrico no qual são instalados todos os aparelhos de proteção, limitador de potência do operador de rede e aparelho diferencial que protege o consumidor de qualquer defeito que o sistema possa apresentar. Ou seja, existe uma série de componentes que fazem parte de uma instalação elétrica, e mais que isso, esses componentes devem estar em conformidade com todas as normas de instalações como também ser parte de um projeto que maximiza a segurança.

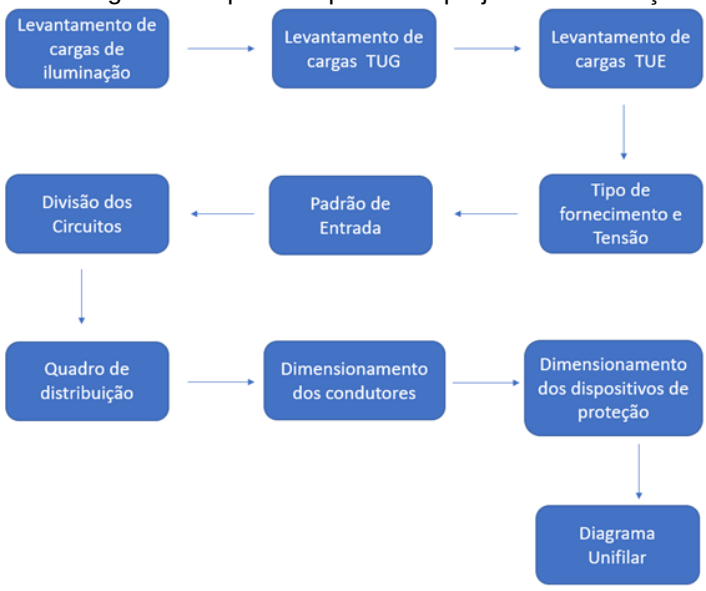
Além dos equipamentos das instalações e dos componentes do sistema elétrico, cada cômodo de uma edificação deve receber os equipamentos levando em consideração a sua aplicação, assim sendo, existem alguns pontos de tomadas que necessitam ser individuais sendo estas chamadas de uso especifico (TUE) e outras que são as tomadas de uso geral (TUG). A quantidade de tomadas de uso específicos variam de acordo como o número de aparelhos de utilização de cada local com corrente nominal acima de 10 Ampères. As tomadas de uso especifico são usadas na utilização de equipamentos de uso estacionário e fixos, como chuveiros

elétricos, torneiras elétricas, secadoras de roupas, condicionadores de ar e aparelhagens do tipo. Contudo, as tomadas de uso geral são as responsáveis pela sustentação com potência, no mínimo, de 100 VA.

Essas particularidades em relação ao posicionamento e localização das tomadas de uso geral e das tomadas de uso específicos, devem estar bastantes claras dentro do projeto da instalação elétrica. Afinal as tomadas são utilizadas a todo momento, lembrando que os computadores, smartphones, aparelhos de som televisores, aparelhos de cozinha, aquecedores e mais uma serie de componentes que dependem exclusivamente do funcionamento elétrico com recargas através das tomadas devem contar com tomadas por perto e que facilite no momento da utilização. Portanto tanto as tomadas de uso geral como as tomadas e uso específico devem ser instaladas de acordo com necessidade de cada instalação, já que cada uma apresenta uma necessidade diferente.

Para a elaboração do projeto aplicado a Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo, foram seguidas as seguintes etapas mostradas na Figura 16. Deve-se levar em consideração que todos os caminhos seguidos neste projeto estarão totalmente embasados na norma ABNT NBR 5410/2004, contudo alguns passos subjetivos foram tomados, tendo em vista as peculiaridades de cada espaço edificado, levando-se em consideração as necessidades do espaço e das pessoas que ali frequentam.

Figura 16 – Fluxograma do passo a passo do projeto de instalações elétricas.



Fonte: Autor, 2017.

A Figura 16 nos mostra o passo a passo que foi seguido para a construção do projeto de instalação da edificação, com isso, a elaboração do projeto se torna mais organizada, economizando tempo do projetista e do executor, e desta forma conferindo um padrão qualidade na sua elaboração. Contudo para a realização do projeto é necessário possuir a planta de arquitetura e de layout do espaço edificado, levando em consideração o espaço temporal no qual a escola foi construída a mesma não possui essas plantas necessárias a realização do projeto de instalações elétricas. Com isso, foi-se necessário realizar o levantamento da arquitetura (Apêndice B) da edificação e do layout (Apêndice C).

A simbologia gráfica e as legendas nesse tipo de projeto precisam estar em conformidade com as normas brasileiras de instalações elétricas. É importante dominar a simbologia dos circuitos elétricos para se conseguir desenvolver projetos eficientes a serem executados com total segurança pelos eletricistas. Desta forma, a simbologia é determinada pela ABNT, respeitando as normas da NR10, NBR 5410 e a NBR 5444 (símbolos gráficos para instalações elétricas prediais). A simbologia utilizada no projeto de instalação da escola segue os padrões da ABNT, e pode ser visualizada no Anexo 2 deste trabalho.

5.1.1.1 Levantamento de cargas de iluminação

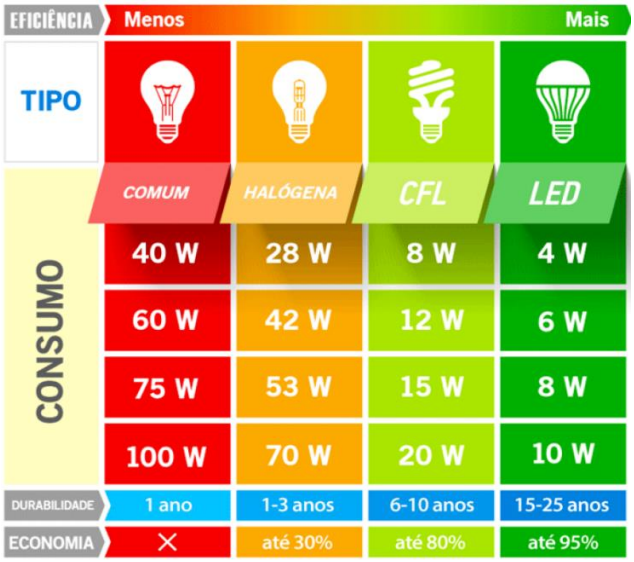
Com base nas disposições básicas da norma ABNT NBR 5410/2004, prevê-se pelo menos um ponto de iluminação no teto para cada cômodo. Para a realização do levantamento de cargas de cada ambiente, foi determinada uma carga de iluminação de 100 VA para cômodos com área inferior a 6m², enquanto para localidades com área maior que 6m², é adicionado uma carga de 60 VA para cada acréscimo de 4m² inteiros.

No entanto, como a norma mencionada prevê a carga de iluminação para lâmpadas incandescentes que atualmente encontram-se em desuso, o presente projeto faz uso de lâmpadas de LED que além de ser mais econômica, dissipa menos calor nos ambientes e tem um tempo de vida maior. Como também, nos ambientes livres de cobertura por possuir áreas grandes a norma prevê uma carga

de iluminação alta, mas tendo em vista seu uso e suas necessidades, pode-se reduzir essa potência como no caso do ambiente “ Área livre sem cobertura”. Os passos subjetivos são de grande importância para a confecção de um projeto de instalações elétricas, devendo o projetista tomar bastante cuidado quando utiliza-los.

A conversão de fatores entre lâmpadas incandescentes e LED encontra-se disponível na Figura 17.

Figura 17 – Conversão de potências entre as classes de lâmpadas usuais.



Fonte: Blog da Ligação[13].

Com a planta baixa levantada em campo, pode-se realizar a previsão de carga de iluminação para cada ambiente, levando em consideração as disposições prescritas em norma, como também todas as características identificadas durante a pesquisa de campo, para o levantamento da carga de iluminação apenas a área do ambiente é considerada. De acordo com as assertivas, tem-se para a carga de iluminação da edificação os seguintes valores mostrados no Quadro 5.

[13] Disponível em: https://blogligacaohomecenter.files.wordpress.com/2015/07/iluminacao-lampada-led-luminaria-kian-home-quadro-comparativo.gif. Acesso em 05 de maio de 2017.

Quadro 5 – Potência de iluminação

Ambientes	Área (m²)	Perímetro	Carga de iluminação
Hall de entrada	16.74	17.80	22 VA
Cozinha	8.25	11.60	10 VA
BWC. Feminino	3.06	7.45	10 VA
BWC. Masculino	3.06	7.45	10 VA
Área Livre 01	22.55	19.20	34 VA
Área Livre 02	30.44	22.80	46 VA
Área de Serviço	6.20	14.40	10 VA
Á. Livre s/ cober. 01	26.27	20.82	-
Á. Livre s/ cober. 02	198.68	75.40	200VA
Depósito	3.85	7.88	10 VA
Almoxarifado	6.05	13.44	10 VA
Diretoria	7.12	10.90	10 VA
Sala de Aula 01	43.22	26.41	64 VA
Sala de Aula 02	43.22	26.41	64 VA
Sala de Aula 03	42.66	26.40	64 VA
Sala de Aula 04	42.66	26.40	64 VA
Sala de Informática	38.13	24.92	58 VA
Bibl. E Secretária	21.29	19.03	28 VA
Corredor 01	11.94	16.56	16 VA
Corredor 02	8.01	13.67	10 VA
Corredor 03	32.80	41.20	46 VA

Fonte: Autor, 2017.

O quadro nos mostra a potência de iluminação prevista para cada ambiente seguindo os critérios da ABNT, contudo na área livre sem cobertura 01 não conterá nenhum ponto de luz, tendo em vista que não possui alguma cobertura e parede no ambiente.

5.1.1.2 Levantamento de cargas das tomadas de uso geral e uso específico

As condições para se estabelecer a quantidade mínima de pontos de tomadas levam em consideração o perímetro calculado. Com efeito, ponto de tomada é onde a conexão do equipamento à instalação elétrica é feita através de tomada corrente, podendo este ponto possuir uma ou mais tomada. A partir da definição do perímetro dos cômodos será definida a quantidade de tomada nos ambientes da edificação. De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), os seguintes critérios devem ser atendidos:

- Cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m² no mínimo um ponto de tomada;
- Salas e dormitórios independentes da área e cômodos ou dependência com mais de 6m²: no mínimo um ponto de tomada para cada fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;
- Cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes: um ponto de tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro, independente da área. Acima da bancada da pia devem ser previstas, no mínimo, duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos separados;
- Banheiros: no mínimo um ponto de tomada junto ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do limite do boxe;
- Varandas pelo menos um ponto de tomada;

Além das tomadas de uso geral o projeto precisa prever a necessidade de tomadas para equipamentos de uso especifico. A quantidade de carga atribuída a esse tipo de equipamento é a sua própria carga, no Anexo 1 é mostrada a carga atribuída a alguns equipamentos de uso especifico de acordo com a concessionária local. Desta forma, a NBR 5410 (2004) atribui as condições para se estabelecer a potência mínima de pontos de tomadas de uso geral:

- Banheiros, cozinhas, copas, copas cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes: atribuir, no mínimo, 600 VA por ponto de tomada, até 3 tomadas e atribuir 100 VA para os excedentes.

- Demais cômodos ou dependências: Atribuir, no mínimo, 100 VA por ponto de tomada.

Seguindo os critérios da ABNT e COSERN, no estudo proposto calculou-se o número de pontos de TUG e TUE e suas respectivas potências, mostradas no Quadro 6. Nesta etapa alguns passos subjetivos foram tomados, tendo em vista as características da edificação e as necessidades das pessoas que ali frequentam. A exemplo, menciona-se que a quantidade prevista em norma de TUG para as áreas livres que não possuem cobertura, serem bem maiores que a necessidade de uso nesse ambiente. Como também a quantidade prevista para a sala de informática e bem inferior as suas necessidades. Desta forma, essa etapa requer uma percepção detalhada do ambiente em que serão feitos os cálculos, com efeito, foram adquiridos no momento da pesquisa de campo e na elaboração dos levantamentos (arquitetônico, layout). Depois de calculada e definida a potência da instalação pode-se calcular a demanda da instalação, para definir a verdadeira carga que será utilizada.

Quadro 6 – Levantamento de carga de TUG e TUE

Ambiente	Dimensões		Quantidade		Previsão de Carga	
	Área (m²)	Perímetro (m)	PTUG's	PTUE's	PTUG's	PTUE's
Hall de Entrada	16.74	17.80	4	1	4 x 100VA	1 x 160W Bebedouro
Cozinha	8.25	11.60	4	2	3 x 600VA 1 x 100VA	1 x 200W Freezer 1 x 260W Geladeira
BWC. Fem	3.06	7.45	1	-	1 x 600VA	-
BWC. Masc	3.06	7.45	1	-	1 x 600VA	-
Área Livre 01	22.55	19.20	4	-	4 x 100VA	-
Área Livre 02	30.44	22.80	3	-	3 x 100VA	-
Á. Serviço	6.20	14.40	3	-	3 x 600VA	-
Á. Livre s/ Cob. 01	26.27	20.82	-	-	-	-
Á. Livre s/ Cob. 02	198.68	75.40	5	-	5 x 100VA	-
Depósito	3.85	7.88	1	-	1 x 100VA	-
Almoxarifado	6.05	13.44	1		1 x 100VA	-
Diretoria	7.12	10.90	2	3	2 x 100VA	1 x 300W Comput. 1 x 15W Impress. 1 x 100W Ventilador
Sala de Aula 01	43.22	26.41	5	4	5 x 100VA	4 x 100W Ventilador
Sala de Aula 02	43.22	26.41	5	4	5 x 100VA	4 x 100W Ventilador

Sala de Aula 03	42.66	26.40	5	4	5 x 100VA	4 x 100W Ventilador
Sala de Aula 04	42.66	26.40	5	4	5 x 100VA	4 x 100W Ventilador
Sala de Informática	38.13	24.92	8	7	8 x 100VA	1 x 2600W Cent.de Ar 1 x 100W Ventilador 5 x 300 W Comput.
Bibl. e Secretária	21.29	19.03	4	1	4 x 100VA	1 x 100W Ventilador
Corredor 01	11.94	16.56	2	-	2 x 100VA	-
Corredor 02	8.01	13.67	2	-	3 x 100VA	-
Corredor 03	32.80	41.20	5	-	5 x 100 VA	-

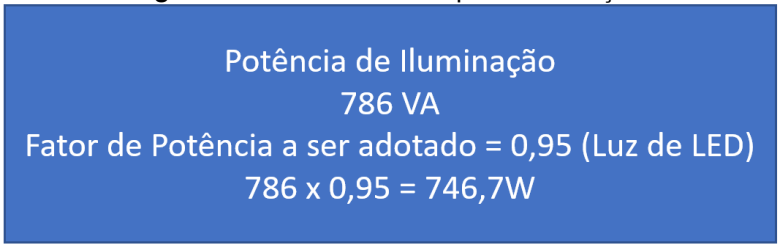
Fonte: Autor, 2017.

5.1.1.3 Tipo de fornecimento, tensão e padrão de entrada.

Reunindo todos os dados anteriormente, para se determinar o tipo de fornecimento, a tensão que a instalação deve possuir e o padrão de entrada, deve-se fazer o levantamento da carga total da residência. Deste modo, como foi mencionado no item 4.3.7 deste estudo, teremos nesta instalação potências ativas e potências aparentes compondo as cargas previstas para a instalação. Deve-se levar em consideração que as potências que estão VA (Volt-Ampères) corresponde as aparentes e as que estão em W (Watt) correspondem as potências ativas.

Para a realização da potência total deve-se fazer o somatório da potência ativa da iluminação, das tomadas de uso geral e das tomadas de uso específico. Para a iluminação deve-se levar em consideração o fator de potência da Luz de LED, que corresponde a 0,95. Com isso para as luminárias teremos a potência ativa total de acordo com a Figura 18.

Figura 18 – Potência Ativa para iluminação.



Fonte: Autor, 2017.

Em seguida faz-se para os pontos de tomadas de uso geral, adotando o fator de potência de 0,8, sendo o cálculo, potência aparente de tomadas de uso geral

multiplicados por seu fator de potência, resultado na potência ativa total das TUG, Figura 19.

Figura 19 – Potência Ativa para tomadas de uso geral.

Potência de pontos de tomadas de uso geral (PTUG's) 11100 VA Fator de Potência a ser adotado = 0,80 11100 x 0,80 = 8880W

Fonte: Autor, 2017.

Para a determinação da potência ativa total, deve-se somar as potências ativas de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. A figura 20 mostra a soma destas potências, bem como o seu resultado.

Figura 20 – Potência Ativa total.

Potência ativa de iluminação:	746,7 w
Potência ativa de PTUG's:	8880 w
Potência ativa de PTUE's:	6935 w
Potência ativa total:	16561,7 w

Fonte: Autor, 2017.

Com a potência ativa total da edificação, pode-se determinar o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada. Com isso, para a definição do tipo de fornecimento e tensão deve-se consultar a norma específica da concessionária onde se situa a edificação. A escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo situada no estado do Rio Grande do Norte está sobre concessão da empresa COSERN, e para a determinação do tipo de fornecimento e tensão deve-se consultar a Figura 21, retirada da norma SM04.13-00.01 (Fornecimento de Energia Elétricas em Baixa Tensão Individual).

Figura 21 – Tipo de fornecimento e tensão (COSERN).

Tensão (Volts)	Sistema	Carga Instalada (kW)
220	Monofásico com neutro aterrado (fase e neutro)	até 15
380/220	Trifásico, estrela com neutro aterrado (3 fases e neutro)	de 15 até 75

Fonte: COSERN.

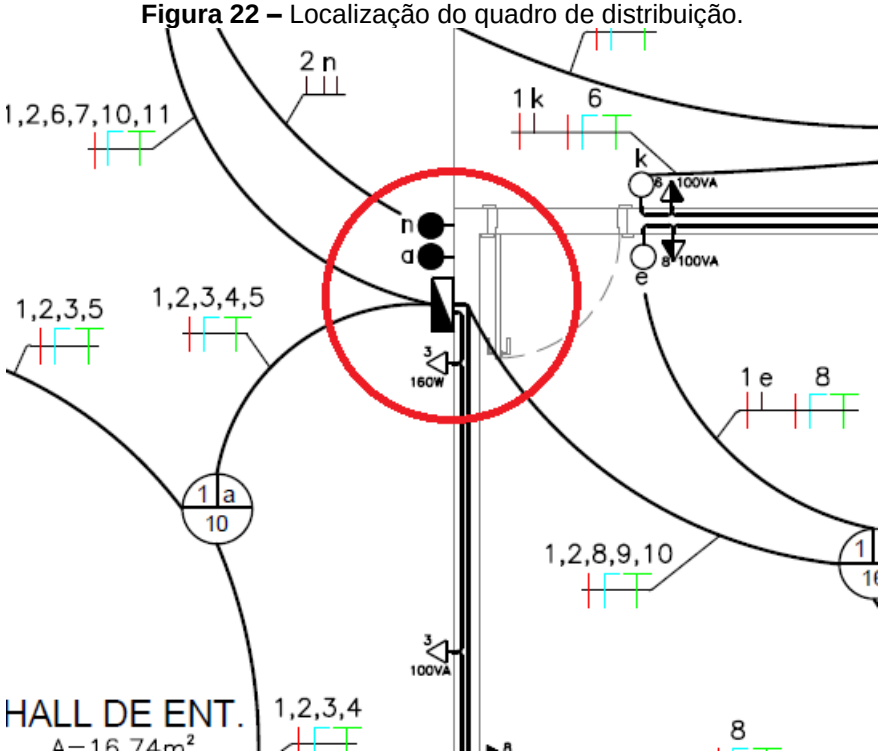
De acordo com a tabela da COSERN, se a potência ativa for até 15000W o fornecimento será monofásico feito a dois fios (uma fase e um neutro) e tensão de 220V. Entretanto, se a potência ativa for acima de 15000W até 75000W a norma estabelece fornecimento trifásico feito a quatro fios (três fases e um neutro) com tensões de 220 e 380V. A potência ativa total do projeto é de 16561,7W, portanto o fornecimento será trifásico, pois está entre 15kW e 75kW, e com isso tem-se disponíveis dois valores de tensão, 220V e 380V.

Após o tipo de fornecimento e tensão, consegue-se determinar o padrão de entrada, desta forma, no projeto da escola o padrão deve atender o fornecimento trifásico. De acordo com Filho (2001) o padrão de entrada consiste no poste com isolador de roldana, bengala, caixa de medição e haste de ferro e que devem ser instalados atendendo as especificações da cessionária de energia, no caso do Rio Grande do Norte a norma da COSERN, SM04. 13-00.01. Com isso, definido o padrão de entrada e estando ligados seus componentes, a energia elétrica estará disponível para ser utilizada na edificação.

5.1.1.4 Quadro de distribuição e divisão dos circuitos

De acordo com Filho (2001) o quadro de distribuição é o componente de uma instalação elétrica destinado a abrigar um ou mais dispositivos de proteção e a conexão de condutores elétricos interligados aos mesmos, com o a finalidade de distribuir a energia elétrica aos diversos circuitos elétricos. É considerado como o centro de distribuição de toda a instalação elétrica de uma edificação. O local para a instalação do quadro de distribuição não é especificado nas normas da ABNT, contudo, pensando diretamente nos custos da obra, na qualidade de distribuição da energia e a facilidade da instalação elétrica, foi-se alocado no centro da instalação da escola, Figura 22, ou seja, no local onde possui as maiores cargas da instalação.

Figura 22 – Localização do quadro de distribuição.



Fonte: Autor, 2017.

A conexão entre resistores, indutores, diodos, interruptores e fontes de corrente tudo isso e outros tipos de conexão estão diretamente relacionados com a criação de um circuito elétrico. Ao criar qualquer tipo de circuito elétrico é indispensável ter em mãos o dimensionamento exato necessário para que o sistemas funcione da maneira adequada em longo prazo, desde circuitos elétricos simples até sistemas mais completos, devem contar com o dimensionamento estabelecido pelas normas da ABNT. O funcionamento dos circuitos elétricos está diretamente relacionado com o modo como o dimensionamento é calculado e colocado em prática em qualquer tipo ou tamanho de circuito elétrico. Uma instalação elétrica geralmente conta com os seguintes tipos de circuitos elétricos: Circuitos de iluminação, circuito de tomadas de uso geral e específico.

A norma da ABNT que regulamento a criação e o dimensionamento dos circuitos elétricos é a NBR 5410. Está norma estabelece que existem limites de potência que os circuitos devem possuir, no caso dos circuitos de tomadas de uso geral a norma aconselha a corrente elétrica não ultrapassar 10 A. Por outro lado, a norma estabelece entre outras coisas que é preciso ter circuitos de iluminação separados de circuitos de tomadas, como também, que sejam desenvolvidos circuitos independentes e exclusivos para todos os equipamentos que apresentam

corrente nominal superior a 10 A. De acordo com os critérios estabelecidos pela NBR 5410/2004 os circuitos da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo foram divididos da seguinte forma, como mostra a Figura 23.

Figura 23 – Divisão dos circuitos

Circuito		Tensão	Local	Potência		Corrente
Nº	Tipo	(V)		Qnt x Pot (VA ou W)	Total (VA)	(A)
1	Iluminação Social	220	Hall de Ent. BWC. Fem BWC.Mas Diretoria Sala de Aul. 01 Sala de Aul. 02 Sala de Aul. 03 Sala de Aula. 04 Sala de Infor. Bibl. e Secret. Corredor 01 Corredor 02 Corredor 03	2 x 10 1 x 10 1 x 10 1 x 10 4 x 16 4 x 16 4 x 16 4 x 16 4 x 16 2 x 14 1 x 16 1 x 10 4 x 12	472	2,1454545
2	Iluminação Serviço	220	Cozinha Á. Livre 01 Á. Livre 02 Á. Serviço Á. Livre s/cob. 01 Á. Livre s/cob. 02 Depósito Almoxarifado	1 x 10 2 x 16 2 x 22 1 x 10 - 10 x 20 1 x 10 1 x 10	316	1,4363636
3	PTUG's + PTUE's	220	Hall de Ent. BWC. Fem BWC.Mas	4 x 100 + 1 x 160 1 x 600 1 x 600	1760	8
4	PTUG's	220	Cozinha	3 x 600 1 x 100 1 x 200 1 x 260	2360	10,727273
5	PTUG's	220	Á.Serviço	3 x 600	1800	8,1818182
6	PTUG's + PTUE's	220	Á.Livre 01 Depósito Diretoria Corredor 01 Corredor 02	4 x 100 1 x 100 2 x 100 + 1 x 315 + 1 x 100 2 x 100 3 x 100	1515	6,8863636
7	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Infor.	8 x 100 1 x 100 (Ventilador) 5 x 300 (Computadores)	2400	10,909091
8	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Aula 01 Sala de Aula 02 Almoxarifado	5 x 100 + 4 x 100 5 x 100 + 4 x 100 1 x 100	1900	8,6363636
8	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Aula 03 Sala de Aula 04 Bibl. e Secret.	5 x 100 + 4 x 100 5 x 100 + 4 x 100 4 x 100 + 1 x 100	2300	10,454545
9	PTUG's	220	Corredor 03 Á. Livre s/c 02 Área Livre 02	5 x 100 5 x 100 3 x 100	1300	5,9090909
10	PTUE's	220	Central de Ar	1 x 2600	2600	11,818182
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		7458.27	33.90

Fonte: Autor, 2017.

Deve-se levar em consideração que a divisão do circuito levou-se em consideração os ambientes mais próximos para compô-los, tendo em vista uma economia da quantidade de metros de condutores usados e como também a praticidade de sua instalação. Outro ponto importante é que em alguns circuitos a potência total ultrapassa os 2200 VA, ou 10 A, pois sua divisão considera-se a maneira mais adequada e simples para executor da instalação. Como também, na escolha das potências das luminárias foi feito uma busca sobre as potências disponíveis comercialmente. Com efeito, as características descritas anteriormente não afetarão a segurança e qualidade da instalação, tendo em vista, que os dimensionamentos dos condutores, eletrodutos, e dispositivos de proteção levarão em consideração as assertivas feitas.

5.1.1.5 Dimensionamento dos condutores

De acordo com Pysmian (2006), o termo condutor elétrico é utilizado para designar um produto destinado a transportar corrente, energia elétrica, sendo que os fios e cabos elétricos são os tipos mais comuns de condutores. Os símbolos utilizados no projeto para designar os condutores, seguem os padrões normatizados (Anexo 3). Porém, sua representação no projeto em estudo, usará um padrão de cores utilizados nos condutores no momento de instalação, possibilitando um entendimento maior na planta impressa no que se refere quais condutores utilizar. A Figura 24 ilustra o padrão utilizado no momento de plotagem do projeto.

Figura 24 – Representação gráfica dos condutores no projeto de instalações elétricas.



Fonte: Autor, 2017.

De acordo com Prysmian (2001):

> Dimensionar condutor é determinar a seção padronizada (bitola) dos condutores do circuito de forma a garantir que a corrente calculada possa circular pelos cabos por um tempo ilimitado, sem que ocorra superaquecimento.

No que diz respeito ao dimensionamento dos condutores de fase do projeto, a uma convergência entre a literatura padrão, autores como Prysmian (2006) determina o dimensionamento dos condutores seguindo dois cálculos: seção mínima e fator de agrupamento. Entretanto, Creder (2007), Cotrim (2009) e Filho (2001) utilizam três cálculos: seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão. O projeto elétrico escolar utilizou três cálculos: seção mínima, capacidade de condução e queda de tensão. Em vista que o critério de capacidade de condução de corrente leva em consideração os passos seguidos pelo critério de fator de agrupamento. Considerando a instalação e visando a segurança e eficiência, os três cálculos darão subsídios para sua efetivação, deve-se adotar o de maior valor entre os obtidos entre eles.

O critério de seção mínima é estabelecido de acordo com a NBR 5410/2004, onde a bitola mínima varia de acordo com o tipo ou finalidade do circuito, a Figura 24 mostra-nos os valores atribuídos a cada de tipo de circuito.

Figura 25 – Seção mínima para condutores.

Seção mínima de condutores	
Tipo de circuito	**Seção mínima (mm²)**
Iluminação	1,5
Força	2,5

Fonte: NBR 5410, ABNT 2004.

O critério de capacidade de corrente de acordo com Filho (2001) tem por finalidade garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente. É dimensionado a partir do cálculo da corrente de projeto I_p, podendo ser calculada de acordo com as equações a seguir:

$$I_p = \frac{P_n}{v.c\,\mathrm{os}\,\varphi.n} \tag{4}$$

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3}.V.c\,\mathrm{os}\,\varphi.n} \tag{5}$$

Na Equação 4 é mostrada a relação para se obter a corrente de projeto para circuitos com ligação monofásica, por sua vez, a equação 5 mostra-nos a relação

para circuitos com ligação trifásica. É importante destacar que o critério descrito leva em consideração fatores como: o tipo de isolação e de cobertura do condutor, o número de condutores carregados, a maneira de instalar os cabos e o agrupamento com outros condutores. Depois de calculada corrente de projeto e possuindo as informações da instalação, para se descobrir a seção dos condutores basta observar as características no quadro em anexo (Anexo 4).

O critério da máxima queda de tensão deve ser feito porque todos os equipamentos exigem uma tensão mínima para funcionar satisfatoriamente. Sempre termos quedas de tensão reduzindo a tensão que chega até a carga. Entre outras coisas, a NBR 5410/2004 recomenda:

- Instalações alimentadas diretamente da rede de baixa tensão (Quadro Geral):
    - Iluminação e tomadas e outros usos: 5%.
- Instalações alimentadas a partir de rede de alta tensão (subestações) ou que possuam fonte própria:
    - Iluminação e tomadas e outros usos: 7%.
- Em qualquer dos casos, a queda de tensão entre o quadro terminal e o equipamento deverá ser no máximo igual a 2%.

O método consiste em multiplicar a potência de cada componente da instalação por sua distância em relação ao quadro de destruição ou de medição. Em seguida soma-se todos os valores obtidos das cargas de um circuito e seguindo os critérios vistos anteriormente da NBR 5410/2004, conseguiu-se os valores de seção dos condutores para as respectivas quedas, 2% ou 5%, com análise no quadro contido no Anexo 5. Para as seções dos condutores fase do projeto da escola municipal, foi-se utilizado os três cálculos descritos anteriormente, sempre escolhendo o de maior seção entre os três. Contudo, após a realização dos cálculos percebeu-se que a seção mínima e capacidade de condução de corrente foram os que prevaleceram. O quadro a seguir mostra os resultados obtidos para a seção do condutor fase.

Quadro 7 – Seção dos condutores fase.

Circuitos	Seção dos condutores Fase (mm²)
1	1,5
2	1,5
3	2,5
4	2,5
5	2,5
6	2,5
7	2,5
8	2,5
9	2,5
10	2,5
11	4,0
Distribuição	6,0

Fonte: Autor, 2017.

O dimensionamento dos condutores do circuito de distribuição seguiram os critérios da concessionaria, Anexo 4. O dimensionamento dos condutores de proteção e neutro são realizados a partir dos valores do condutor fase. A norma 5410 (2004) estabelece entre outras coisas que o condutor neutro deve ter a mesma seção que o condutor fase para circuitos monofásicos e bifásicos, e também para circuitos trifásicos com condutor fase de seção igual ou inferior a 25 mm², ou na presença de harmônicos. Para os condutores de proteção PE, a norma pontifica que a seção deve ser igual à do condutor fase quanto este não ultrapassa 16m². Desta maneira, os condutores fase, neutro e proteção da instalação da Escola Municipal possuem uma mesma bitola.

5.1.1.6 Dimensionamento dos dispositivos de proteção e diagrama unifilar

A NBR 5410 (2004) estabelece as seguintes prescrições fundamentais destinadas a garantir a segurança de pessoas, de animais domésticos e de bens,

contra os perigos e danos que possam resultar de utilização das instalações elétricas:

- Proteção contra choques elétricos:
    - Proteção contra contatos diretos;
    - Proteção contra contatos indiretos.
- Proteção contra efeitos térmicos:
    - Proteção contra os riscos de incêndios em materiais e proteção contra queimaduras em pessoas e animais domésticos, em consequência de temperaturas elevadas e/ou arcos elétricos.
- Proteção contra sobrecorrentes:
    - Proteção contra correntes de sobrecargas;
    - Proteção contra correntes de curto circuitos
- Proteção contra sobretensões:
    - Sobretensões oriundas de fenômenos atmosféricos;
    - Sobretensões resultantes de manobras da instalação, do sistema elétrico.

Na proteção contra sobrecorrentes o projeto utilizou os disjuntores termomagnéticos, seu dimensionamento é realizado a partir dos valores das correntes dos circuitos, bem como suas respectivas seções, em seguida coloca-se disjuntores compatíveis com essa corrente, lembrando sempre em não superdimensionar o valor da corrente do disjuntor, devendo este estar de acordo com os disponíveis no mercado. Os disjuntores aplicados no projeto são mostrados no Quadro 8.

De acordo com Filho (2001) os disjuntores oferecem proteção aos condutores do circuito desligando-o automaticamente quando a ocorrência de uma sobrecorrente provocada por um curto circuito ou sobrecarga.

Quadro 8 – Disjuntores Termomagnético .

Circuitos	Disjuntor (A)
1	10
2	10
3	10
4	15
5	10
6	10
7	15
8	10
9	15
10	10
11	15
Distribuição	40

Fonte: Autor, 2017.

O disjuntor aplicado no quadro de medição é dimensionado de acordo com a potência instalada que determinou o tipo de fornecimento e tensão. Para tanto, é necessário consultar a norma SM04. 13-00.01, Anexo 6, obtendo-se a corrente nominal desse disjuntor.

No projeto de instalações elétricas da Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo o dispositivo de proteção utilizado para proteção contra choques elétricos é o interruptor diferencial residual (IDR). Segundo Prysmian (2006) o IDR é um tipo de interruptor acoplado a um diferencial residual de alta sensibilidade (no máximo 30mA) que protege as pessoas contra choques elétricos provocados por contatos diretos e indiretos. Com isso, tendo em vista as funções do IDR o seu uso na instalação em estudo é indispensável, devendo levar em consideração os efeitos causados pelo choque elétrico e por a escola apresentar alunos com idades abaixo dos 11 anos de idade, potencializando seus riscos e efeitos. O dimensionamento dos IDR’s é realizado a partir dos valores de corrente dos disjuntores termomagnéticos mostrados na figura a seguir.

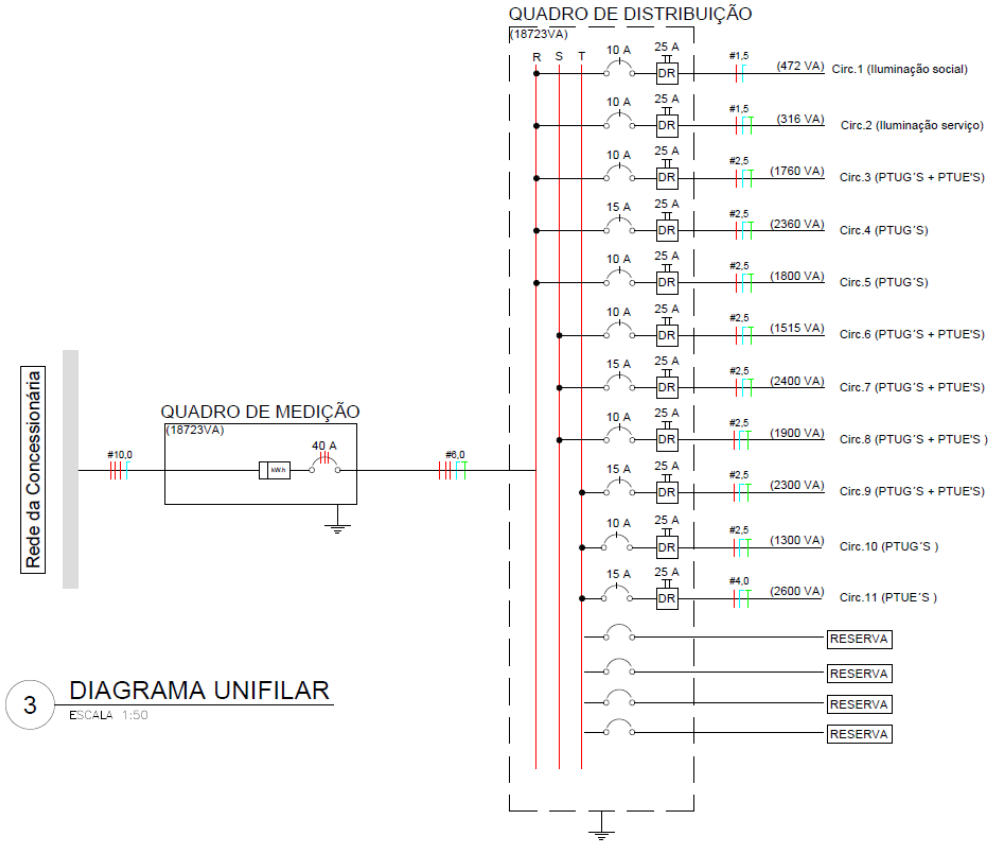
Figura 26 – Corrente nominal dos dispositivos DR.

Corrente nominal do disjuntor (A)	Corrente nominal mínima do IDR (A)
10, 15, 20, 25	25
30, 40	40
50, 60	63
70	80
90, 100	100

Fonte: Prysmian, 2006.

O diagrama unifilar nada mais é do que a representação gráfica do ramal de entrada, quadro de medição, quadro de distribuição e circuitos terminais. Considerando que todos os cálculos já foram realizados bem como os dimensionamentos dos condutores e dispositivos de proteção, o diagrama mostra suas utilizações em cada parte do projeto, na Escola Municipal o diagrama unifilar é representado de acordo com a Figura 27. Tendo em vista, que toda a simbologia utilizada segue os padrões da ABNT.

Figura 27 - Diagrama Unifilar



Fonte: Autor, 2017.

De acordo com a Figura 27, pode-se perceber que o os circuitos terminais foram divididos entre as fases do projeto, fazendo-se o equilíbrio da carga entre elas, mostrando extrema importância para o funcionamento adequado das instalações contidas em projeto como também prevendo às instalações futuras.

5.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONFORME A NBR 5410/2004

Em relação à verificação da instalação elétrica da edificação, foi-se identificado os possíveis riscos, erros de instalação e como também o não comprimento de itens básicos dispostos nas normas técnicas usuais no que se refere a projeto de eletricidade em ambiente educacional. De início observou-se apenas a presença de um circuito que servia para alimentação das tomadas e da iluminação, ou seja, da edificação por completo, não havendo separação entre os mesmos, item básico que é prescrito na NBR 5410/2004. Não foi constatado a presença de tomadas de equipamentos de uso específico para esta finalidade, como a central de ar, nem dispositivos de proteção contra contatos diretos e indiretos (DR) para circuitos de uso geral, ou seja, para a instalação como um todo, havendo apenas um disjuntor termomagnético para a edificação. O único disjuntor que a instalação possui se situa no quadro de medição, mostrado na Figura 28.

Figura 28 – Quadro de medição – Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo.



Fonte: Acervo próprio, 2017.

Como mostrado na figura, o circuito terminal está ligado diretamente ao quadro de medição, o que mostra um descumprimento com a norma vigente, na qual

enfatiza a utilização do quadro de distribuição e a divisão da instalação em circuitos terminais, com a finalidade de conferir a instalação um padrão de segurança e qualidade. O padrão de entrada apresenta características que não estão relacionadas na norma SM04. 13-00.01, menciona-se o desuso de um sistema de aterramento tanto para o circuito terminal quanto para o quadro medidor, pontalete e roldana antigos. Deste modo, o tipo de fornecimento da instalação é caracterizado por o tipo monofásico, Figura 29, mas tendo em vista o porte da edificação e as cargas que ela possui de acordo com as diretrizes da concessionária, deveria ser trifásico, com a confecção do projeto de instalações elétricas essa assertiva vem a confirmar.

Figura 29 – Ramal de ligação, pontalete e roldana – Escola Municipal Francisco Torquato do Rêgo

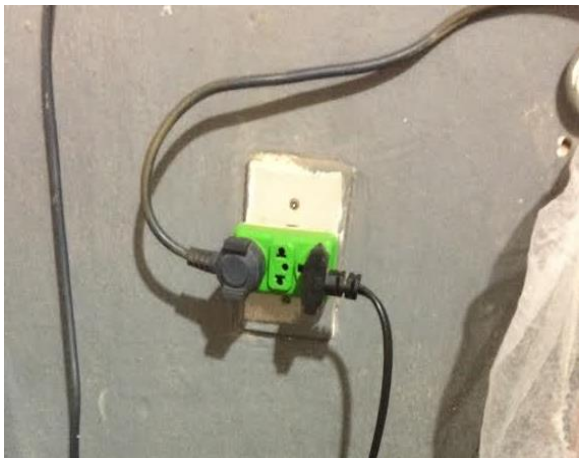


Fonte: Acervo próprio, 2017.

Após esta analise iniciou-se a verificação separada de cada ambiente. Nesta etapa, apenas as orientações básicas quanto ao número de tomadas e a carga de iluminação, presença de aterramento, existência de “extensões” e benjamins, e a necessidade de implantação de tomadas de uso específico foram avaliadas. Deste modo, percebe-se que o número de tomadas de uso geral é bem inferior as necessidades da edificação e algumas estão localizadas em pontos não usuais no ambiente, nesse sentido, há uma grande utilização de “extensões” e benjamins, com efeito, na cozinha e na sala de informática a problemática é potencializada, pois, diversos equipamentos estão interligados nestes dispositivos, Figuras 30 e 31.

Pode-se mencionar que a utilização de “extensões” e benjamins são grandes causadores de curto-circuito e sobrecarga na instalação, pois, possuem uma capacidade máxima de corrente de 10A, o que muitas vezes ocasiona o seu superaquecimento comprometendo a instalação como um todo. Deve-se levar em consideração que os cálculos utilizados para quantidade e potência das tomadas utilizadas no projeto, leva em consideração um número adequado para cada ambiente e situação, e desta forma, resultando em uma não utilização de dispositivos como os benjamins e extensões.

Figura 31 - Utilização de Benjamin na cozinha.



Fonte: Acervo próprio, 2017.

Figura 30 - Utilização de filtro ou "extensão" na sala de informática.



Fonte: Acervo próprio, 2017.

Nesse sentido, os resultados parciais para a comparação da quantidade de tomadas de uso geral e a potência de iluminação dos cômodos com relação ao projeto baseado nas normas, são mostradas no Quadro 09. Com efeito, as considerações sobre as informações de tomadas e de iluminação do espaço edificado foram obtidas no momento de pesquisa de campo, no qual fez-se um levantamento dos materiais necessários à análise.

Quadro 9 – Pontos de tomadas e potências de iluminação previstos pela NBR 5410/2004 e verificados *in loco*.

AMBIENTE	Pontos de Tomada previstos	Pontos de Tomada verificados	Potência de Iluminação prevista (VA)	Potência de Iluminação verificada (W)
Hall de Entrada	5	2	22	40
Cozinha	6	3	10	15
BWC. Fem	1	0	10	15
BWC. Masc	1	0	10	15
Área Livre 01	4	0	34	40
Área Livre 02	3	2	46	30
Área de Serviço	3	0	10	15
Á. Livre s/ cob. 01	0	0	0	0
Á. Livre s/ cob. 02	5	0	200	30
Depósito	1	1	10	15
Almoxarifado	1	1	10	15
Diretoria	5	3	10	15
Sala de Aula 01	9	5	64	80
Sala de Aula 02	9	5	64	80
Sala de Aula 03	9	5	64	80
Sala de Aula 04	9	5	64	80
Sala de informática	15	10	58	80
Biblioteca e Sec.	5	4	28	30
Corredor 01	2	0	16	15
Corredor 02	2	0	10	15
Corredor 03	5	0	46	30

Fonte: Autor (2017).

A partir da análise do Quadro 9, pode-se verificar que o único ambiente que atendeu a quantidade de tomadas de uso geral foi o depósito e o almoxarifado. No entanto, o restante dos ambientes há um déficit enorme com relação às

quantidades, principalmente na sala de informática e na cozinha onde estão os equipamentos que consomem as maiores cargas. Na diretoria, por exemplo, a quantidade observada *in loco* é bem próxima ao que foi projetado, entretanto elas encontram-se distribuídas por todo o vão, sendo que na localidade em que há demanda, ou seja, onde existe a maior quantidade de equipamento ligados, existe apenas uma. Logo, a distribuição dos pontos de tomada ao longo do ambiente é deficiente. Em alguns setores, como na cozinha e na Sala de informática a deficiência no número de tomadas foi resolvido com o uso de “extensões” e benjamins, mostrados nas Figuras 30 e 31.

No tocante a carga de iluminação, nenhum dos setores está de acordo com a potência mínima prevista, pois deve-se levar em consideração que as lâmpadas utilizadas na Escola são do tipo fluorescente ou fluorescentes compactas, onde sua quantidade potência é geralmente mais que o dobro das lâmpadas de LED. Desta forma todos os ambientes estão em desacordo com a luminosidade necessária.

Outro ponto importante é o uso dos condutores da instalação não seguirem um padrão de cores, onde em alguns ambientes apresentavam apenas uma cor para o condutor fase e neutro, Figura 33, e em outros ambientes apresentavam duas cores, Figura 32, o que dificulta futuras reformas, como também a análises da instalação em caso de falha ou problemas.

Figura 33 - Padrão de cores dos condutores.



Fonte: Acervo próprio, 2017.

Figura 32 - Padrão de cores dos condutores.



Fonte: Acervo próprio, 2017.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como as instalações elétricas de um espaço educacional podem ser melhoradas e adaptadas de acordo com as normas técnicas, compreendendo os problemas existentes e avaliando as possíveis soluções, levando em consideração os anseios e necessidades dos indivíduos que frequentam a edificação, sempre buscando um maior grau de segurança. Deste modo, o estudo está voltado na apresentação de conceitos, definições, ferramentas e metodologias necessárias à compreensão da realidade local e a importância de um projeto de instalações elétricas em ambientes escolares tendo em vista a identificação de situações de risco e solução dos possíveis problemas visando a segurança das pessoas envolvidas, em especial as crianças.

De modo geral, no tocante a análise da instalação elétrica da edificação, várias situações observadas estão em desacordo com a norma NBR 5410/2004, situação que pode ocasionar riscos e acidentes as pessoas e de acordo com os dados obtidos, 60% dos entrevistados tiveram ciência de acidentes ocorridos na edificação. Entre os itens normatizados menciona-se alguns que estão em desacordo: a separação dos circuitos de iluminação e de tomadas, utilização das tomadas de uso geral e específico, aterramento, padrão de entrada, quadro de destruição e equipamentos de proteção. Itens básicos que protegem os trabalhadores e alunos de possíveis acidentes, gerados pelo superaquecimento ou curto circuito da instalação.

Nesse sentido, o projeto de instalações elétricas elaborado em conformidade com as normas apresentou subsídios para a organização de ideias, diagnósticos ou analise sobre a realidade visando atender as necessidades assumindo desta forma um papel fundamental perante a sociedade, haja vista suas funções técnicas, econômicas e sociais. Foi-se construído um passo a passo para sua elaboração, com a finalidade de dispor a eletricidade fornecida pela concessionária local ao usuário de forma adequada e eficiente à serem utilizadas.

A pesquisa em questionário mostrou-se importante na obtenção de dados necessários ao entendimento dos anseios e necessidades dos quais os

colaboradores estariam sujeitos, tendo em vista, as possíveis soluções com a construção do projeto de instalação. No projeto elétrico explanou-se cálculos e dimensionamentos prescritos nas normas técnicas e necessários à sua execução visando a segurança das pessoas e da edificação. Por fim, foi feito uma análise sobre as instalações presentes na escola e sua conformidade com as normas, evidenciando os principais erros e também mostrando as possíveis solução contidas em projeto.

Nesse sentido, a construção de um projeto de instalações elétricas permitiu a análise dos problemas existentes mostrando meios para que os mesmos fossem solucionados, com a adoção dos procedimentos descritos, a escola além de garantir uma maior segurança ao trabalhador e aos alunos estará aumentando sua eficiência energética, diminuindo as chances de expor os seus frequentadores a acidentes de trabalho ou ao desenvolvimento de doenças ocupacionais. Desta forma, mostra importante contribuição com estudos técnicos e teóricos, de modo a colaborar com a produção de artigos, trabalhos, textos, monografias ligadas ao tema em questão contribuindo diretamente com o universo acadêmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE**. Estatísticas. 2015**. Disponível em: <http://abracopel.org/noticias/confira-os-dados-estatisticos-de-acidentes-de-origem-eletrica-de-2015/>. Acesso em: 09 de abril de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.** 2º. Ed. Rio de Janeiro. ABNT, 2004. 209 p. Disponível em:<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5679**: **Elaboração de projetos de obras de engenharia e arquitetura**. Rio de Janeiro: ABNT, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normalização: Importância e Benefícios**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/importancia-beneficios>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

BOYLESTAND, ROBERT L. **Introdução à análise de circuitos.** Revisão técnica Benedito Donizete Bonatto ; tradução Daniel Viera e Jorge Ritter. 12ª.ed. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Módulo 16: Técnicas de construção**./ Alessandro Guimarães Pereira.– Brasília: Universidade de Brasília, 2009.124p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=622-tecnicas-de-construcao&Itemid=30192>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>. Acesso em: 25 de março de 2017.

CAVALCANTE, Augusto César Chaves. **Projeto Integrado: Estudo de Caso no Campus da UFERSA em Pau dos Ferros/RN**. 2015. 62 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, RN, 2015.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA. **Cartilha de informações técnicas. Vol 2**. Natal, 2015.

COTRIM, Ademaro A. M. B**.. Instalações Elétricas**. 5. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 15. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 426 p.

ENDE, Marta Von; REISDORFER, Vitor Kochhann. **Elaboração e Análise de Projetos**. Santa Maria, RS : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede E-Tec Brasil, 2015. 103 p. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_cooperativismo/quinta_etapa/arte_elaboracao_analise_projetos.pdf>. Acesso em: 07 de abril de 2017.

FARIAS, Felipe Nunes de. **Metodologia para projetos de instalações elétricas estudo de caso: quartel da polícia militar**. 2010. 145 f. Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,2010.

FILHO, D. L. L. **Projeto de Instalações Elétricas Prediais**. 6ª. Ed. São Paulo: Érica, 2001.

GEBRAN, A. P.; RIZZATO, F. A. P. **Instalações elétricas prediais**. Porto Alegre: Bookman, 2017.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

INTITUTO DE ENGENHARIA. **Norma Técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil, NORMA TÉCNICA IE – Nº 01/2011**. São Paulo : 2011. Disponível em: < http://www.10icfex.eb.mil.br/images/NT_01-2011_IE.pdf>. Acesso em 03 de março de 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5.ed.São Paulo: Atlas, 2003.

MARKUS, Otávio. **Circuitos Elétricos: Corrente Contínua e Corrente Alternada**. 9º. Ed. São Paulo – SP: Érica Ltda., 2004. 288 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valdembergpessoa/disciplinas/turma-1.4401.1v/livro-circuitos-eletricos-cc-ca-pdf>. Acesso em 01 de maio de 2017.

MELHADO, Silvio Burrantino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 294 f. Tese (Doutorado) – Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades**. Caderno de pesquisa em administração, v. 1., n. 3., 1996.

NORMA TÉCNICA IE – Nº 01/2011. **Norma técnica para a elaboração de orçamento de obras de construção civil.** Disponível em: < http://www.10icfex.eb.mil.br/images/NT_01-2011_IE.pdf>.Acesso em: 10 de abril de 2017.

PYSMIAN. **Instalações Elétricas Residências: Garanta uma instalação elétrica segura**. Santo André – São Paulo:2006. 136 p. Disponível em:< http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual_instalacao.pdf>. Acesso em: 08 de março de 2017.

SANTOS, Jorge. **A Importância da Normalização**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SENAI, S. N. D. A. I. . **NR10: segurança em instalações e serviços em eletricidade**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE O USO E RISCOS DA ELETRICIDADE NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO − CAMPUS PAU DOS FERROS
QUESTIONÁRIO − USO E RISCOS DA ELETRICIDADE

Nº

P 1 – Você conhece os riscos causados pela instalação elétrica danificada?

Sim ( ) Não( )

P 2 – Teve ciência de algum acidente envolvendo choque elétrico na escola?

Sim ( ) Não( )

P 3 – Você considera importante um projeto de instalações elétricas para a escola?

Sim ( ) Não( )

P 4 – Existe mapa de risco na escola?

Sim ( ) Não( )

P 5 – A escola tem um ambiente bem iluminado e seguro quanto às instalações elétricas?

Sim ( ) Não( )

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DO LAYOUT DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO.

APÊNDICE D – PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUATO DO RÊGO.

ANEXOS

ANEXO 1 – PREVISÃO DE CARGA PARA APARELHOS DE USO ESPECÍFICOS DE ACORDO COM A COSERN.

TABELA DE POTÊNCIA

Descrição dos Aparelhos	Potência (W)
Ar Condicionado (7.000 BTU/h):	900
Ar Condicionado (10.000 BTU/h):	1.400
Ar Condicionado (12.000 BTU/h):	1.600
Ar Condicionado (18.000 BTU/h):	2.600
Ar Condicionado (21.000 BTU/h):	2.800
Ar Condicionado (30.000 BTU/h):	3.600
Balcão Frigorífico:	150
Batedeira:	100 à 300
Bebedouro:	160
Cafeteira Elétrica:	725
Chuveiro Elétrico:	3.800
Conjunto de Som:	95
Enceradeira:	330
Ferro Elétrico:	1.000
Forno Microondas:	1.320
Freezer:	200
Frigo-Bar:	65
Fritador::	1.600
Geladeira:	260
Grill:	1.000
Lâmpada 40 W:	40
Lâmpada 60 W:	60
Lâmpada 100 W:	100
Liquidificador:	290
Máquina de Costura (Doméstica):	86
Máquina de Lavar Roupa:	450
Máquina de Lavar Louça:	1.700
Pipoqueira:	1.000
Sauna:	5.000
Secador de Roupa:	890
Secador de Cabelos (Doméstico):	500 a 1.200
Sorveteira:	15
Televisor:	75 a 300
Torradeira:	500 a 1.200
Ventilador:	60 a 100
Vídeo Cassete:	35

Fonte: Portal COSERN[14].

[14] Disponível em: http://servicos.cosern.com.br/residencial-rural/Pages/Padr%C3%A3o%20de%20Entrada/o-que-e-padrao-de-entrada.aspx: Acesso em 02 de Abril de 2017.

ANEXO 2 – SIMBOLOGIA GRÁFICA PARA PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.

Tabela 4 - Interruptores

Nº	Símbolo	Significado	Observações
7.1		Interruptor de uma seção	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.2		Interruptor de duas seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.3		Interruptor de três seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.4		Interruptor paralelo ou *Three-Way*	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.5		Interruptor intermediário ou *Four-Way*	A letra minúscula indica o ponto comandado

Tabela 5 - Luminárias, refletores, lâmpadas

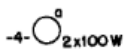
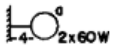
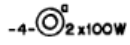
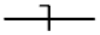
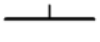
Nº	Símbolo	Significado	Observações
8.1		Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o nº de lâmpadas e a potência em watts	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.2		Ponto de luz incandescente na parede (arandela)	Deve-se indicar a altura da arandela
8.3		Ponto de luz incandescente no teto (embutido)	
8.4		Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o nº de lâmpadas e na legenda o tipo de partida e reator)	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.5		Ponto de luz fluorescente na parede	Deve-se indicar a altura da luminária

Tabela 6 - Tomadas

Nº	Símbolo	Significado	Observações
9.1		Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100 VA), como também o nº do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o nº de W ou kW
9.2		Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)	
9.3		Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)	
9.4		Tomada de luz no piso	

Fonte: NBR 5444 (ABNT, 1989).

ANEXO 3 – SIMBOLOGIA GRÁFICA DOS CONDUTORES.

5.6		Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um condutor. Indicar a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm²
5.7		Condutor neutro no interior do eletroduto	
5.8		Condutor de retorno no interior do eletroduto	
5.9		Condutor terra no interior do eletroduto	

Fonte: NBR 5444 (ABNT, 1989).

ANEXO 4 – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE.

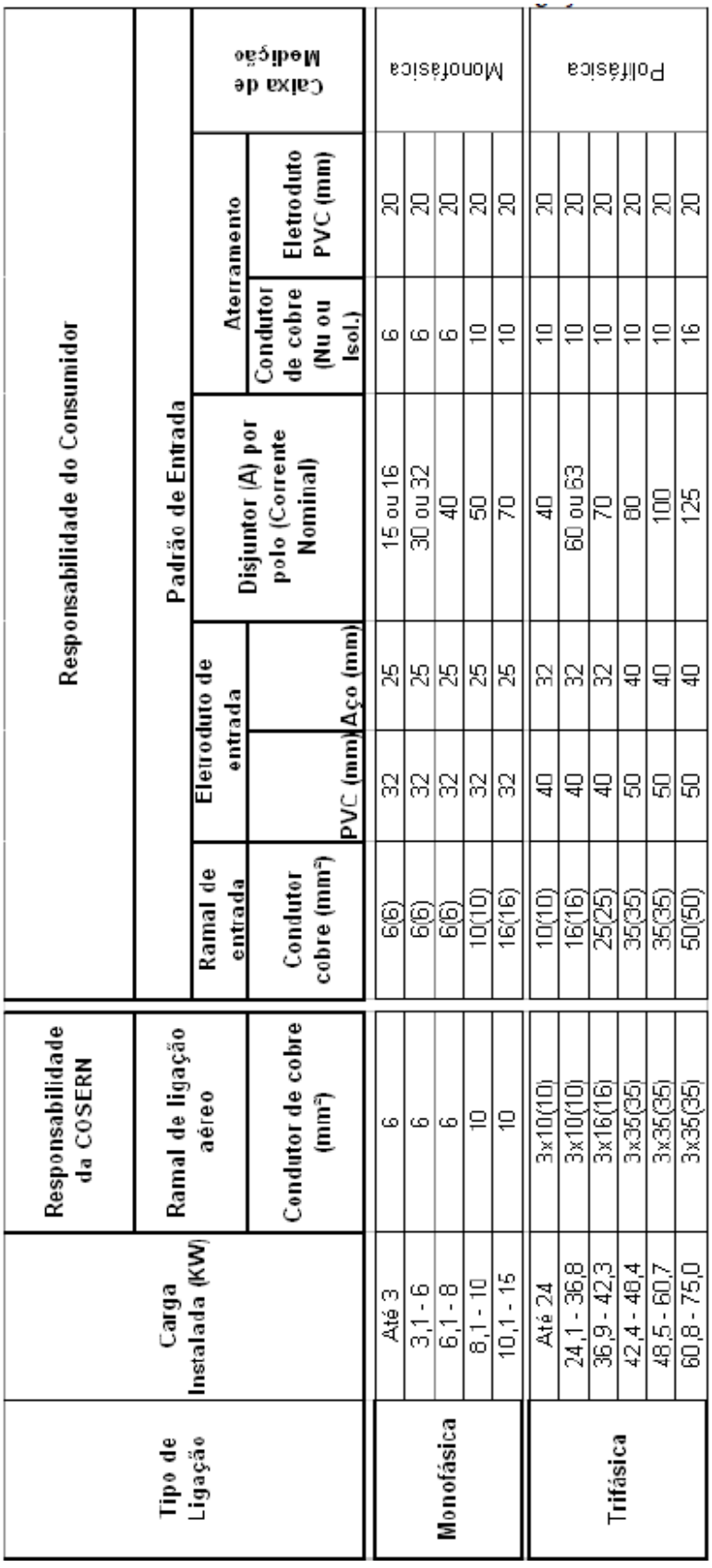
Seção Nominal (mm^2)	Capacidade de Condução de Corrente (A)			
	Cabos com Isolação PVC		Cabos com Isolação EPR ou XLPE	
	2 Cabos Carreg	3 Cabos Carreg	2 Cabos Carreg	3 Cabos Carreg
1.5	17.5	15.5	23.0	20.0
2.5	24.0	21.0	31.0	27.0
4.0	32.0	28.0	42.0	37.0
6.0	41.0	36.0	54.0	48.0
10.0	57.0	50.0	74.0	66.0
16.0	76.0	68.0	100.0	89.0
25.0	101.0	89.0	133.0	117.0
35.0	125.0	111.0	164.0	144.0
50.0	151.0	134.0	198.0	175.0

ANEXO 5 – MÁXIMA QUEDA DE TENSÃO.

Seção Nominal (mm^2)	e% - Porcentagem da queda de tensão							
	$\Sigma P_i \times d_i$ (110V)				$\Sigma P_i \times d_i$ (220 V)			
	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%
1,5	5.263	10.526	15.789	21.052	21.054	42.108	63.162	84.216
2,5	8.773	17.546	26.319	35.092	35.090	70.180	105.270	140.360
4	14.036	28.072	42.108	56.144	56.144	112.288	168.432	224.576
6	21.054	42.108	63.162	84.216	84.216	168.432	252.648	336.864
10	35.090	70.180	105.270	140.360	140.360	280.720	421.080	561.440
16	56.144	112.288	168.432	224.576	224.576	449.152	673.728	898.304
25	87.725	175.450	263.175	350.900	350.900	701.800	1.052.700	1.403.600
35	122.815	245.630	368.445	461.260	491.260	982.520	1.473.780	1.965.040
50	175.450	350.900	526.350	701.800	701.800	1.403.600	2.105.400	2.807.200
70	245.630	491.260	736.890	982.520	982.520	1.965.040	2.947.560	3.930.080
95	333.355	666.710	1.000.065	1.333.420	1.333.420	2.666.840	4.000.260	5.333.680

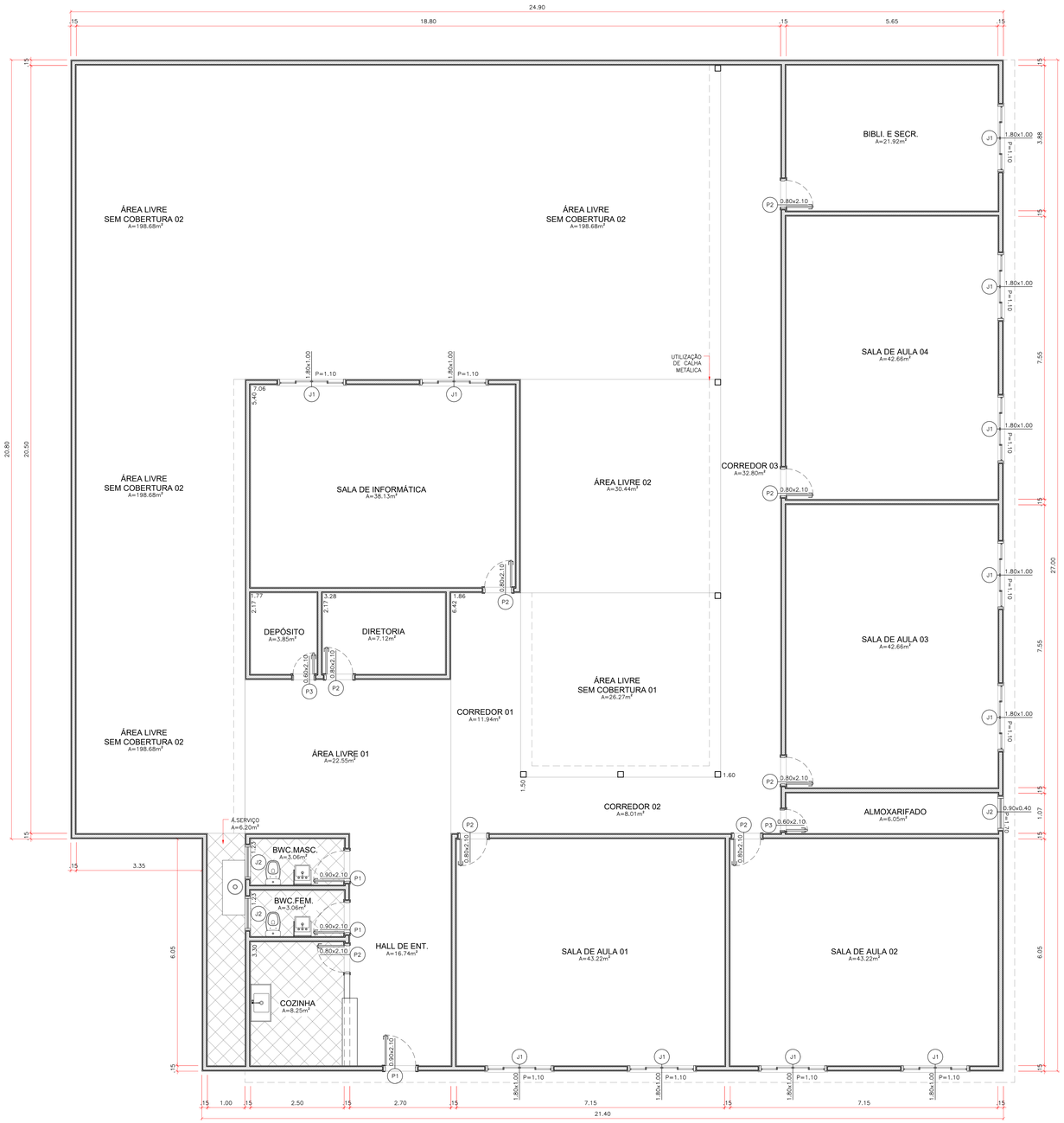
Observação: Para circuitos trifásicos, multiplicar as distâncias por $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866$.

ANEXO 6 – QUADRO DOS RAMAIS DE LIGAÇÃO E DE ENTRADA.



Tipo de Ligação	Carga Instalada (KW)	Responsabilidade da COSERN		Responsabilidade do Consumidor							
		Ramal de ligação aéreo		Padrão de Entrada							
				Ramal de entrada	Eletroduto de entrada		Disjuntor (A) por polo (Corrente Nominal)	Aterramento		Caixa de Medição	
		Condutor de cobre (mm²)		Condutor cobre (mm²)	PVC (mm)	Aço (mm)		Condutor de cobre (Nu ou Isol.)	Eletroduto PVC (mm)		
Monofásica	Até 3	6		6(6)	32	25	15 ou 16	6	20	Monofásica	
	3,1 - 6	6		6(6)	32	25	30 ou 32	6	20		
	6,1 - 8	6		6(6)	32	25	40	6	20		
	8,1 - 10	10		10(10)	32	25	50	10	20		
	10,1 - 15	10		16(16)	32	25	70	10	20		
Trifásica	Até 24	3x10(10)		10(10)	40	32	40	10	20	Polifásica	
	24,1 - 36,8	3x10(10)		16(16)	40	32	60 ou 63	10	20		
	36,9 - 42,3	3x16(16)		25(25)	40	32	70	10	20		
	42,4 - 48,4	3x35(35)		35(35)	50	40	80	10	20		
	48,5 - 60,7	3x35(35)		35(35)	50	40	100	10	20		
	60,8 - 75,0	3x35(35)		50(50)	50	40	125	16	20		

Fonte: COSERN, 2014.



1 LAVANTAMENTO ARQUITETÔNICO - PLANTA BAIXA
ESCALA 1:50

QUADRO DE ÁREAS (m²)	
PAV.TÉRREO	650.60
AMBIENTES	
HALL DE ENTRADA	16.74
COZINHA	8.25
BWC. FEM	3.06
BWC. MASC	3.06
Á.LIVRE 01	22.55
Á. LIVRE 02	30.44
Á.SERVIÇO	6.20
Á.LIVRE SEM COBERTURA 01	26.27
Á.LIVRE SEM COBERTURA 02	198.68
DEPÓSITO	3.85
ALMOXARIFADO	6.05
DIRETORIA	7.12
SALA DE AULA 01	43.22
SALA DE AULA 02	43.22
SALA DE AULA 03	42.66
SALA DE AULA 04	42.66
SALA DE INFORMÁTICA	38.13
BIB. E SECRETARIA	21.92
CORREDOR 01	11.94
CORREDOR 02	8.01
CORREDOR 03	32.80
TOTAL AMBIENTES	617.01

QUADRO DE ESQUADRIAS PAV.TÉRREO

CÓDIGO	DIMENSÕES			DESCRIÇÃO	AMBIENTES	QUANTIDADE
	LARGURA	ALTURA	PEITORIL			
PORTAS						
P1	0.90	2.10		PORTA INTERNA E EXERTENA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	HALL DE ENT. BWC.FEM/BWC.MA	3
P2	0.80	2.10		PORTA INTERNA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	VÁRIOS	8
P3	0.60	2.10		PORTA INTERNA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	DEPÓSITO ALMOXARIFADO	2
JANELAS						
J1	1.80	1.00	1.10	JANELA COM 4 FOLHAS DE CORRER EM ALUMÍNIO E VIDRO TEMPERADO	VÁRIOS	11
J2	0.90	0.40	1.70	JANELA BASCULANTE MADEIRA ENVERNIZADA	ALMOXARIFADO BWC.FEM/BWC.MA	3

IMAGEM ÁEREA DA ESCOLA:



2 VISTA AÉREA
SEM ESCALA

LEGENDA:

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ - REITORIA DE GRADUAÇÃO

CAMPUS PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

BANCA AVALIADORA:

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA

OTÁVIO PAULINO LAVOR

JENNEF CARLOS TAVARES

ANOTAÇÕES:

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO:

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUARTO DO RÊGO

DETALHE DA PRANCHA:

LAVANTAMENTO ARQUITETÔNICO ESCOLAR - PLANTA BAIXA

ENDEREÇO:

BAIRRO SÃO GERALDO - PAU DOS FERROS - RN

ELABORAÇÃO E EDIÇÃO DO PROJETO:

HERIK ROBERTO RODRIGUES SILVA

ORIENTAÇÃO:

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA - UFERSA

COORIENTAÇÃO:

OTÁVIO PAULINO LAVOR - UFERSA

ESCALA:
INDICADA

DATA:
MAIO/2017

FOLHA:
01/03

ARQUITETURA

C:\Users\Herik Roberto\OneDrive\PROJETOS\CLIENTES\TCC



1 LAVANTAMENTO ARQUITETÔNICO - PLANTA BAIXA LAYOUT
ESCALA 1:50

QUADRO DE ÁREAS (m²)	
PAV.TÉRREO	650.60
AMBIENTES	
HALL DE ENTRADA	16.74
COZINHA	8.25
BWC. FEM	3.06
BWC. MASC	3.06
Á.LIVRE 01	22.55
Á. LIVRE 02	30.44
Á.SERVIÇO	6.20
Á.LIVRE SEM COBERTURA 01	26.27
Á.LIVRE SEM COBERTURA 02	198.68
DEPÓSITO	3.85
ALMOXARIFADO	6.05
DIRETORIA	7.12
SALA DE AULA 01	43.22
SALA DE AULA 02	43.22
SALA DE AULA 03	42.66
SALA DE AULA 04	42.66
SALA DE INFORMÁTICA	38.13
BIB. E SECRETÁRIA	21.92
CORREDOR 01	11.94
CORREDOR 02	8.01
CORREDOR 03	32.80
TOTAL AMBIENTES	617.01

QUADRO DE ESQUADRIAS PAV.TÉRREO

CÓDIGO	DIMENSÕES			DESCRIÇÃO	AMBIENTES	QUANTIDADE
	LARGURA	ALTURA	PEITORIL			
PORTAS						
P1	0.90	2.10		PORTA INTERNA E EXERTENA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	HALL DE ENT. BWC.FEM./BWC.MA	3
P2	0.80	2.10		PORTA INTERNA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	VÁRIOS	8
P3	0.60	2.10		PORTA INTERNA DE ABRIR EM MADEIRA ENVERNIZADA	DEPÓSITO ALMOXARIFADO	2
JANELAS						
J1	1.80	1.00	1.10	JANELA COM 4 FOLHAS DE CORRER EM ALUMÍNIO E VIDRO TEMPERADO	VÁRIOS	11
J2	0.90	0.40	1.70	JANELA BASCULANTE MADEIRA ENVERNIZADA	ALMOXARIFADO BWC.FEM./BWC.MA	3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ - REITORIA DE GRADUAÇÃO

CAMPUS PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

BANCA AVALIADORA:

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA

OTÁVIO PAULINO LAVOR

JENNEF CARLOS TAVARES

ANOTAÇÕES:

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO:

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUARTO DO RÊGO

DETALHE DA PRANCHA

LAVANTAMENTO ARQUITETÔNICO ESCOLAR - PLANTA BAIXA LAYOUT

ENDEREÇO:

BAIRRO SÃO GERALDO - PAU DOS FERROS - RN

ELABORAÇÃO E EDIÇÃO DO PROJETO:

HERIK ROBERTO RODRIGUES SILVA

ORIENTAÇÃO:

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA - UFERSA

COORIENTAÇÃO:

OTÁVIO PAULINO LAVOR - UFERSA

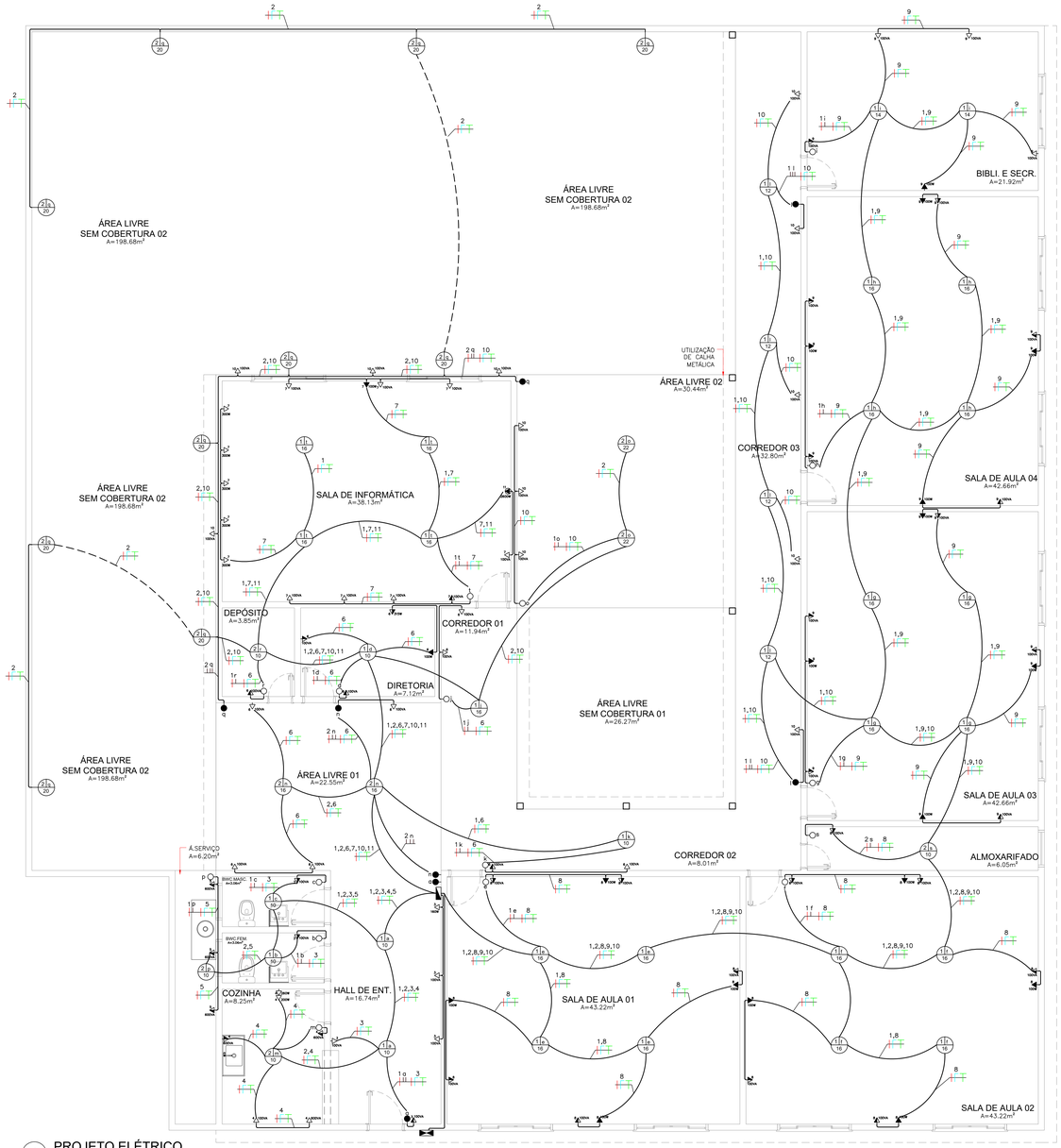
ESCALA: INDICADA

DATA: MAIO/2017

FOLHA: 02/03

LAYOUT

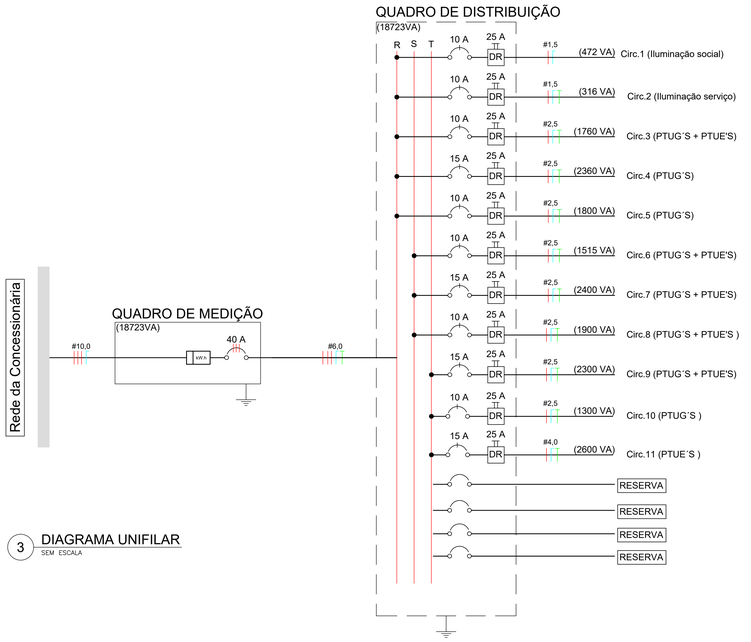
C:\Users\Herik Roberto\OneDrive\PROJETOS\CLIENTES\TCC



1 PROJETO ELÉTRICO
ESCALA 1:50

Circuito		Tensão	Local	Potência		Corrente	Seção dos	Proteção		
Nº	Tipo	(V)		Qnt x Pot (VA ou W)	Total (VA)	(A)	Condutores (mm²)	Tipo	Nº de pólos	Corrente Nominal
1	Iluminação Social	220	Hall de Ent. BWC. Fem BWC.Mas Diretoria Sala de Aul. 01 Sala de Aul. 02 Sala de Aul. 03 Sala de Aula. 04 Sala de Infor. Bibl. e Secret. Corredor 01 Corredor 02 Corredor 03	2 x 10 1 x 10 1 x 10 1 x 10 4 x 16 4 x 16 4 x 16 4 x 16 4 x 16 2 x 14 1 x 16 1 x 10 4 x 12	472	2,14545455	1,5	DTM + IDR	1 2	10 25
2	Iluminação Serviço	220	Cozinha Á. Livre 01 Á. Livre 02 Á. Serviço Á. Livre s/cob. 01 Á. Livre s/cob. 02 Depósito Almoxarifado	1 x 10 2 x 16 2 x 22 1 x 10 - 10 x 20 1 x 10 1 x 10	316	1,43636364	1,5	DTM + IDR	1 2	10 25
3	PTUG's + PTUE's	220	Hall de Ent. BWC. Fem BWC.Mas	4 x 100 + 1 x 160 1 x 600 1 x 600	1760	8	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
4	PTUG's	220	Cozinha	3 x 600 1 x 100 1 x 200 1 x 260	2360	10,7272727	2,5	DTM + IDR	1 2	15 25
5	PTUG's	220	Á.Serviço	3 x 600	1800	8,18181818	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
6	PTUG's + PTUE's	220	Á.Livre 01 Depósito Diretoria Corredor 01 Corredor 02	4 x 100 1 x 100 2 x 100 + 1 x 315 + 1 x 100 2 x 100 3 x 100	1515	6,88636364	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
7	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Infor.	9 x 100 1 x 100 (Ventilador) 5 x 300 (Computadores)	2400	10,9090909	2,5	DTM + IDR	1 2	15 25
8	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Aula 01 Sala de Aula 02 Almoxarifado	5 x 100 + 4 x 100 5 x 100 + 4 x 100 1 x 100	1900	8,63636364	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
9	PTUG's + PTUE's	220	Sala de Aula 03 Sala de Aula 04 Bibl. e Secret.	5 x 100 + 4 x 100 5 x 100 + 4 x 100 4 x 100 + 1 x 100	2300	10,4545455	2,5	DTM + IDR	1 2	15 25
10	PTUG's	220	Corredor 03 Á. Livre s/c 02 Área Livre 02	5 x 100 5 x 100 3 x 100	1300	5,90909091	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
11	PTUE's	220	Central de Ar	1 x 2600	2600	11,8181818	4	DTM + IDR	1 2	15 25
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		7458.27	33.90	6 10	DTM DTM	3 3	40 40

2 QUADRO DE CARGAS
SEM ESCALA



3 DIAGRAMA UNIFILAR
SEM ESCALA

IMAGEM AÉREA DA ESCOLA:



4 VISTA AÉREA
SEM ESCALA

LEGENDA:

- TOMADA PADRÃO ABNT, 10 A, A 30 CM DO PISO ACABADO.
- TOMADA PADRÃO ABNT, 10 A, A 130 CM DO PISO ACABADO.
- TOMADA PADRÃO ABNT, 10 A, A 200 CM DO PISO ACABADO.
- PONTO DE FORÇA , TOMADAS DE USO ESPECÍFICO ACIMA DE 10A.
- TOMADA UNIVERSAL DUPLA.
- QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO OU FORÇA.
- QUADRO DE MEDIÇÃO.
- INTERRUPTOR 1 TECLA, 10A.
- INTERRUPTOR 2 TECLAS 10A.
- INTERRUPTOR 3 TECLAS 10A.
- INTERRUPTOR PARALELO
- INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO.
- LUMINÁRIA NO TETO (12W), EXCETO INDICADAS
- DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR
- DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR
- DISJUNTOR RESIDUAL FASE/FASE OU FASE/NEUTRO
- ATERRAMENTO COM HASTE DE COBRE
- CONDUTOR FASE, NEUTRO E TERRA
- MEDIDOR DE ENERGIA POLIFÁSICO
- ELETRODUTO DE ENERGIA, EMBUTIDO NA LAJE OU PAREDE
- ELETRODUTO DE ENERGIA, EMBUTIDO NO PISO
- ELELTRODUTO DE ENERGIA APARENTE
- FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA, RESPECTIVAMENTE.

1 - OS ELETRODUTOS EMBUTIDOS NO PISO OU SOBRE A LAJE/FORRO, DEVERÃO SER EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL E OS ELETRODUTOS EMBUTIDOS NA PAREDE DEVERÃO SER EM PVC FLEXÍVEL.

2 - TODOS OS CONDUTORES REFERENTES AOS RETORNOS DEVERÃO TER BITOLA 1,5mm2.

3 - OS CONDUTORES DEVERÃO CORRESPONDER AS SEGUINTES ORDEM DE CORES:
CONDUTOR FASE: VERMELHO
CONDUTOR NEUTRO: AZUL CLARO.
CONDUTOR TERRA: VERDE.
CONDUTOR RETORNO: MARROM

4 - TENDO EM VISTA QUE AS LÂMPADAS INCANDESCENTES ENTRARAM EM DESUSO, E PARA UMA MELHOR EFICIÊNCIA DA INSTALAÇÃO, O LEVANTAMENTO DAS LUMINÁRIAS FOI EFETUADA TOMANDO-SE POR VALOR MEDIO UMA POTÊNCIA DE 10w(LED) CORRESPONDENTE A 100w(INCANDESCENTE) INSTALADAS EM CIRCUITOS COM FOLGA NA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ - REITORIA DE GRADUAÇÃO

CAMPUS PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

BANCA AVALIADORA

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA

OTÁVIO PAULINO LAVOR

JENNEF CARLOS TAVARES

ANOTAÇÕES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TITULO

METODOLOGIA DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TORQUARTO DO RÊGO

DETALHE DA PRANCHA

PROJETO ELÉTRICO

ENDEREÇO

BAIRRO SÃO GERALDO - PAU DOS FERROS - RN

ELABORAÇÃO E EDIÇÃO DO PROJETO:

HERIK ROBERTO RODRIGUES SILVA

ORIENTAÇÃO

ANTONIO CARLOS LEITE BARBOSA - UFERSA

COORIENTAÇÃO

OTÁVIO PAULINO LAVOR - UFERSA

ESCALA: INDICADA

DATA: MAIO/2017

FOLHA: 03/03

PROJETO ELÉTRICO

C:\Users\Herik Roberto\OneDrive\PROJETOS\CLIENTES\TCC