

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
ALESSANDRO DORNELLES BRASIL**

**ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM OBRAS COM USO DE
ALTA TECNOLOGIA.**

**CASCADEL
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
ALESSANDRO DORNELLES BRASIL**

**ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM OBRAS COM USO DE
ALTA TECNOLOGIA.**

Trabalho apresentado como requisito de conclusão da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia, do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

Professor (a): Denise da Costa Canfild

**CASCADEL
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
ALESSANDRO DORNELLES BRASIL**

**ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM OBRAS COM USO DE
ALTA TECNOLOGIA.**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sob orientação da professora Denise da Costa Canfild.

BANCA EXAMINADORA

Denise da Costa Canfild
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

Helder José Costa Carozzi
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

Maycon Roberto Boeing
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

Cascavel, 05 de dezembro, de 2018.

DEDICATÓRIA

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada, a minha esposa Leticia por estar sempre ao meu lado dando força e incentivando, e a meus filhos Giovanna e Gabriel razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A professora Denise da Costa Canfild, que me aconselhou e orientou dando a direção no desenvolvimento deste trabalho, sempre com boas ideias estimulando a busca de novos conhecimentos.

Aos professores Janes Cassiano Frozza, Gilson Debastiani e Helder José Costa Carozzi por terem sido muito importantes nessa minha caminhada para chegar à conclusão da Graduação em Engenharia Elétrica.

Aos meus colegas de classe que sempre me ajudaram nas dificuldades encontradas no decorrer do curso, em especial a Camila Topanott Nunes, Diego Satoshi e Giovani Cossa, antes colegas agora grandes amigos.

Agradeço aos meus pais, minha irmã e familiares, que me apoiaram em minhas decisões e fizeram com que meus objetivos fossem alcançados.

A todos os professores da FAG, pelo empenho e dedicação que sempre tiveram em repassar seus conhecimentos.

Um agradecimento especial a minha esposa Leticia Saifert Picoli, pelo incentivo mesmo nos momentos mais difíceis sempre dedicada me ajudando, incentivando e apoiando.

“Pois estou convencido de que nem morte nem vida...

Nem anjos nem demônios, nem o presente nem o futuro...

Nem quaisquer poderes, nem altura nem profundidade...

Nem qualquer outra coisa na criação será capaz de nos separar do amor de Deus que está em Cristo Jesus, nosso Senhor”

Romanos 8:38-39

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Modelos com placas de madeira linha Arteor da Legrand.....	21
FIGURA 02: Modelos com placas de acabamentos elétricos de luxo.....	22
FIGURA 03: Modelo de DPS.....	26
FIGURA 04: Iluminação por controle remoto – Domótica.....	27
FIGURA 05: Controle da climatização por controle remoto – Domótica.....	27
FIGURA 06: Controle da Segurança por controle remoto – Domótica.....	28
FIGURA 07: Imagem de ambiente residencial com uso de domótica.....	28
FIGURA 08: Imagem real da localização da obra.....	38
FIGURA 09: Posicionamento do <i>hack</i> onde serão instalados todos os sistemas de comunicação e domótica.....	43
FIGURA 10: Disposição dos eletrodutos de comunicação e quadro de passagem..	44
FIGURA 11: Circuitos de iluminação e domótica.....	45
FIGURA 12: Sistema de áudio e vídeo e disposição das caixas de som.....	46
FIGURA 13: Circuitos elétricos de iluminação e tomadas.....	47
FIGURA 14: Circuitos elétricos na sala de jogos e churrasqueira.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Tabela de condutores por eletroduto.....	19
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CCOHS	<i>Canadian Centre for Occupational Health and Safety</i>
CE	Conformidade Européia
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CSA	<i>Canadian Standards Association</i>
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
DR	Disjuntor Residual
DVR	<i>Digital Video Recorder</i>
EBT	Extra Baixa Tensão
ELV	<i>Extra Low Voltage</i>
EN	Normas Europeias
ETL	<i>Extract Transform Load</i>
EUA	Estados Unidos da América
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
Hz	<i>Hertz</i>
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
LPCD	Linha Privada de Comunicação de Dados
NBR	Norma Brasileira
NEC	<i>National Electrical Code</i>
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NR	Norma Regulamentadora
NRTL	<i>Nationally Recognized Testing Laboratory</i>
OSHA	<i>Occupational Safety & Health Administration</i>

PE	Condutor de Proteção
QDC	Quadro de Distribuição de Comunicação
RGC	<i>Resource Guaranteed Connection</i>
SCC	<i>Standards Council of Canada</i>
TÜV	<i>Organization of Technical Inspections</i>
TV	<i>Television</i>
UL	<i>Underwriters Laboratories</i>
UTP	Par Trançado Não Blindado
V	<i>Volts</i>
Vn	Tensão nominal
xDCL	<i>Digital Subscriber Line</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 ABASTECIMENTO DE ENERGIA.....	15
2.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E COMUNICAÇÃO.....	16
2.2.1 Definição.....	16
2.2.2 Instalações Elétricas Prediais.....	17
2.3 INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO.....	18
2.4 DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS.....	18
2.4.1 Passagem dos Circuitos Elétricos – Método de Identificação de Condutores..	19
2.4.2 Acabamentos de Alto Investimento.....	21
2.4.3 Recomendações da NBR 5410/2004 para o levantamento de carga de iluminação.....	22
2.4.4 Recomendações da NBR 5410:2004 para o levantamento da carga de tomadas.....	23
2.5 INSTALAÇÕES DE COMUNICAÇÃO.....	24
2.6 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – DOMÓTICA.....	26
2.7 GERAÇÃO FOTOVOLTAICA.....	29
2.8 VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES.....	30
2.9 MALHA DE ATERRAMENTO.....	31
2.10 NÍVEL TÉCNICO DOS PROFISSIONAIS DOS SERVIÇOS COM ELETRICIDADE.....	32
2.11 MERCADO INTERNACIONAL.....	33
2.11.1 Exemplo de formação de um profissional da área elétrica nos Estados Unidos (EUA).....	36
3 METODOLOGIA.....	38
3.1 SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES.....	41
3.2 PROJETOS ELÉTRICOS E DE COMUNICAÇÃO.....	42
4 RESULTADOS E ANÁLISES.....	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
---------------------------------	----

RESUMO

A evolução constante das tecnologias empregadas tem alterado os níveis de necessidades em relação a qualificação profissional dos executores exigindo um número cada vez maior de competências e habilidades para implementá-las. O assunto do referido trabalho é verificar como estão sendo inseridas as novas tecnologias de instalações elétricas e de comunicação em obras com altos investimentos para sua execução, através da verificação e execução de projetos elétricos e de comunicação. O trabalho levantou também o impacto da falta de mão de obra qualificada para a execução dos projetos no mercado local, apontando as principais dificuldades encontradas na aceitação dos projetos pelos proprietários. Sob a ótica da Norma Regulamentadora NBR 5410 foi desenvolvido o trabalho em questão, o qual faz o uso desta partindo dos critérios mínimos a serem empregados nas instalações elétricas e de comunicação em obras de padrão satisfatório. Foram abordados sistemas utilizados na execução de projetos elétricos e de comunicação que envolvam desde os sistemas de proteção até o uso da domótica, modelos internacionais de obras inteligentes e seu desenvolvimento para atingir os melhores resultados para os clientes.

Palavras-chave: Projetos elétricos. Comunicação. Mão de obra qualificada. Obras de alto investimento.

ABSTRACT

The constant evolution of the technologies employed has changed the levels of needs in relation to the professional qualification of the executors demanding an increasing number of skills and abilities to implement them. The subject of this paper is to verify how the new technologies of electrical installations and communication are being inserted in buildings with high investments for its execution, through the verification and execution of electrical and communication projects. The paper also analyses the impact of the lack of skilled labor for the execution of the projects in the local market, pointing out the main difficulties encountered in the acceptance of the projects by the owners. This paper was written under the minimum criteria of the Regulatory Norm NBR 5410, being used in electrical and communication installations in works of satisfactory standard. Were considered systems used in the execution of electrical and communication projects that involve from protection systems to the use of domotics, international models of intelligent works and their development to achieve the best results for the clients.

Key words: Electric projects. Communication. Skilled labor. Works of high investment.

1 INTRODUÇÃO

A execução de projetos elétricos e de outras áreas de engenharia e arquitetura envolve algumas das profissões que mais necessita de trabalhadores com diferenciais técnicos e com mais qualificações. A evolução constante das tecnologias empregadas tem alterado os níveis de exigências em relação a qualificação profissional dos executores, exigindo um número cada vez maior de competências e habilidades para implementá-las.

Para instalação elétrica e de comunicação de uma obra que adota tecnologias avançadas, deve-se primeiramente entender todas as necessidades do cliente em relação ao que ele deseja e o que ele pensa instalar no futuro em sua obra, para isso precisa ter conhecimento de todos projetos envolvidos, ambiente por ambiente, para entender todas as necessidades que devem ser empregados na execução do projeto elétrico e de comunicação da obra. Desta forma o engenheiro eletricista tem condições de calcular todas as cargas que serão instaladas até a conclusão da obra, calcular o padrão de entrada em baixa tensão, dimensionar os circuitos, dimensionar a quantidade e o tamanho dos painéis elétricos e de comunicação, dispositivos de segurança, malha de aterramento e geração fotovoltaica.

Neste trabalho foram abordados padrões e alguns modelos de dispositivos e materiais usados em instalações elétricas e de comunicação em obras de padrão requintado, no mercado local, fazendo um comparativo com outros mercados que adotam projeto com nível tecnológico satisfatório. No presente trabalho será abordado também a vida útil das obras de algumas décadas atrás em comparação com as atuais. Outro assunto que é importante entender será o porquê da baixa procura por projetos elétricos em comparação a procura por projetos civis e arquitetônicos, da baixa valorização dos profissionais como engenheiros eletricistas, projetistas, técnicos executores das instalações elétricas e de comunicação, já que o mundo está caminhando a passos largos sobre a necessidade de conhecimento extenso para atuar nestas áreas.

Foi abordado o crescimento da automação residencial em obras com tecnologias avançadas, ou seja, a domótica e a tendência crescente de adotar a geração distribuída como por exemplo a geração fotovoltaica para atender as demandas residenciais, reduzindo muito o valor do consumo de energia elétrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ABASTECIMENTO DE ENERGIA

O fornecimento de energia elétrica e suas condições gerais são estabelecidas pela ANEEL através da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. Essa resolução, bem como suas atualizações tem o intuito de aprimorar o relacionamento entre os agentes responsáveis pela prestação do serviço público de energia elétrica e os consumidores.

Compete a distribuidora informar ao interessado a tensão de fornecimento da energia a ser utilizada na edificação (ANEEL, 2010).

Dentre as classes utilizadas normalmente em edificações citam-se a mono, bi e trifásica. A escolha por uma das tensões é feita com base nas maiores potências dos equipamentos utilizados e, quando na área rural, a rede de distribuição existente e ainda, é permitido a instalação de carga em tensão secundária de distribuição com ligação bifásica ou trifásica, ainda que não apresente carga instalada suficiente para tanto, desde que o interessado se responsabilize pelo pagamento da diferença de preço do medidor, pelos demais materiais e equipamentos de medição a serem instalados e eventuais custos de adaptação da rede (ANEEL, 2010).

No estado do Paraná, a responsabilidade pelo abastecimento de energia as edificações é a COPEL – Companhia Paranaense de Energia S.A..

A COPEL foi criada em outubro de 1954, é a maior empresa do Paraná e atua com tecnologia de ponta nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia, além de telecomunicações (COPEL, 2018).

Opera um abrangente e eficaz sistema elétrico com parque gerador próprio de usinas, linhas de transmissão, subestações, linhas e redes elétricas do sistema de distribuição e um moderno e poderoso sistema óptico de telecomunicações que integra todas as cidades do Estado (COPEL, 2018).

Efetua em média, mais de 70 mil novas ligações a cada ano, atendendo praticamente 100% dos domicílios nas áreas urbanas e passa de 90% nas regiões rurais (COPEL, 2018).

Atualmente a COPEL possui 6% do mercado nacional, 34% da região Sul e 94,9% do estado do Paraná. Está presente em 395 municípios sendo 1 no estado de Santa Catarina (COPEL, 2018).

Para o estado do Paraná, as características da rede são:

- 1) Natureza da tensão e frequência: tensão do tipo alternada com frequência de 60 Hz;
- 2) Valor da tensão nominal para fornecimento em baixa tensão: tensão de fase 127V e tensão de linha 220V trifásica;
- 3) Possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação, incluindo demanda de potência (Potência de Alimentação): esse fator está relacionado se a infraestrutura da COPEL suportar a carga que será instalada.

2.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E COMUNICAÇÃO

2.2.1 Definição

A instalação elétrica pode ser definida como uma estrutura física da edificação constituída por materiais condutores, protetivos e de seccionamento, além dos elementos de comando (D'ÁVILA, 2007).

Ainda, a NR 10 define instalação elétrica como o conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico. Assim sendo, cada instalação elétrica corresponderá um sistema elétrico (COTRIM, 2009).

A finalidade de uma instalação elétrica é a condução de energia elétrica para qualquer tipo de edificação, seja, comercial ou industrial, rural ou urbana. As instalações elétricas permitem aos usuários a utilização de equipamentos elétricos, se beneficie da iluminação, aquecimento de água e de ambientes, refrigeração de ambientes, dentre outras tantas (COTRIM, 2009).

As instalações de comunicação são responsáveis por adequarem as edificações para a instalação de uma estrutura que suporte o recebimento de dados de uma fonte externa (por meio de uma linha de entrada de dados ou teclado) ou de processar os dados recebidos (arquivá-los, memoriza-los, transferi-los, dentre outras), também fornecem dados de saída (seja a outro equipamento, seja reproduzindo dados ou imagens) (COTRIM, 2009).

Faz parte da comunicação da obra os sistemas de internet, telefonia, segurança, dentre outras. Essas instalações são compostas por condutores de ethernet, condutores para câmeras de vigilância (CFTV), condutores de som, condutores de alarme, condutores coaxiais, condutores HDMI, condutores de rede com conversores HDMI, condutores de telefone, condutores para cerca elétrica, dentre outros.

2.2.2 Instalações Elétricas Prediais

Em uma construção civil, uma das etapas importantes é a realização das instalações elétricas. Todos os profissionais envolvidos no projeto construtivo devem garantir que essas sejam feitas em acordo e respeitando as normas da concessionária de energia local, bem como as Normas Técnicas Brasileiras da ABNT.

O projeto de instalação elétrica é a previsão escrita de instalação, com todos os detalhes, com a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito e carga total, etc. Podendo este ser dividido em 4 partes, sendo elas memorial, conjuntos de plantas, especificações e orçamento (CREDER, 2007).

A elaboração de um projeto elétrico adequado é imensamente importante e está envolvido com vários aspectos de segurança da obra, tanto no que diz respeito aos usuários quanto a instalação adequada de máquinas e equipamentos, a precisão ou racionalidade na execução da instalação bem como a funcionalidade atribuída a ela.

Através do projeto elétrico, é possível demonstrar ao cliente como será o funcionamento das suas principais cargas, o conforto e economia que, na adoção de recursos da domótica, irá auxiliá-lo no futuro, em possíveis ampliações ou modificações e na realização de manutenções. Também relata ao cliente a quantidade de materiais a serem empregados e os custos aproximados.

2.3 INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO

De acordo com NBR 5410 de 2004, considera-se instalação elétrica de baixa tensão aquelas cujos circuitos elétricos são alimentados por tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou 1500 V em corrente contínua (ABNT, 2004).

As instalações de baixa tensão, também denominadas BT, situam-se preferencialmente no interior das edificações. Conforme exposto no NBR 5410/2004, considera-se instalações elétricas de baixa tensão aquelas das edificações residenciais, industriais e comerciais em geral; as dos estabelecimentos institucionais e de uso público e de estabelecimentos agropecuários e hortigranjeiros; das edificações pré-fabricadas e reboques de acampamentos (*trailers*), de locais de acampamento (*campings*), marinas e instalações análogas, além de canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

Ainda esta Norma classifica as instalações elétricas de acordo com sua tensão nominal (V_n), utilizada para designar a instalação. São elas:

- 1) De baixa tensão (BT), com $V_n \leq 1000$ V em corrente alternada (CA), ou com $V_n \leq 1500$ V em corrente contínua (CC).
- 2) De alta tensão (AT), com $V_n > 1000$ V em CA, ou com $V_n > 1500$ V em CC.
- 3) De extra baixa tensão (EBT ou ELV, de *extra-low voltage*¹), com $V_n \leq 50$ V em CA, ou com $V_n \leq 120$ V em CC.

2.4 DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS

As instalações elétricas devem ser dimensionadas seguindo as quantidades de equipamentos, motores e iluminação que serão instaladas para atender o cliente.

O uso de eletrodutos é um dos primeiros passos a serem bem dimensionados e projetados, logo após a conclusão dos circuitos elétricos e de comunicação. Este quesito tem sua importância destacada, porque depois da instalação dos mesmos e a conclusão da alvenaria, forros, pisos, fica difícil passar algum condutor se não houver meios de condução já instalados, sendo necessário

¹ Voltagem extra baixa.

muitas vezes recorrer para a forma de infraestrutura aparente, comprometendo a estética do ambiente e afetando o conceito inicial do projeto arquitetônico.

É necessário a realização de um estudo de todos os meios de condução, quantidades de circuitos elétricos e condutores de comunicação que serão instalados, prever e seguir as taxas de ocupação dos eletrodutos, sempre respeitando o estabelecido na norma NBR 5410.

Segundo a NBR 5410, a taxa de ocupação dos eletrodutos deve seguir os seguintes critérios:

- 1) 53% da seção transversal do eletroduto para 1 condutor.
- 2) 31% da seção transversal do eletroduto para 2 condutores.
- 3) 40% da seção transversal do eletroduto para 3 ou mais condutores.

Tabela 01 - Tabela de condutores por eletroduto.

Seção do condutor mm ²	Número de condutores no mesmo eletroduto								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Diâmetro mínimo de eletroduto em polegadas								
1,5 mm ²	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1
2,5 mm ²	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1.1/4
4 mm ²	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1.1/4	1.1/4	1.1/4
6 mm ²	1/2	3/4	1	1	1.1/4	1.1/4	1.1/4	1.1/4	1.1/2
10 mm ²	1/2	1	1.1/4	1.1/4	1.1/2	1.1/2	2	2	2
16 mm ²	3/4	1.1/4	1.1/4	1.1/2	2	2	2	2	2.1/2
25 mm ²	3/4	1.1/4	1.1/2	1.1/2	2	2	2.1/2	2.1/2	2.1/2

Fonte: MATTEDE (2018)

Nas instalações elétricas prediais, os eletrodutos são instalados geralmente, abaixo ou a cima das lajes, suportados por braçadeiras, presas em buchas e ganchos. Os mesmos são perfilados lado a lado, saindo dos quadros de distribuição elétrica e dos quadros de comunicação, chegando nas caixas de passagem, pontos específicos, pontos terminais, até outros quadros, caixas de distribuição por cômodo instaladas à 30cm do piso acabado, derivações com uso de caixas octogonais, sextavadas ou redondas, essas em pontos com acesso para futuras manutenções.

2.4.1 Passagem dos Circuitos Elétricos – Método de Identificação de Condutores

Para o dimensionamento técnico correto de um circuito, são utilizados os diversos itens da NBR 5410/2004 relativos à escolha da seção de um condutor e do

seu dispositivo de proteção. São seis critérios da norma que deveram ser seguidos:

- 1) Seção mínima, conforme o item 6.2.6;
- 2) Capacidade de condução de corrente, conforme o item 6.2.5;
- 3) Queda de tensão, conforme o item 6.2.7;
- 4) Sobrecarga, conforme o item 5.3.3;
- 5) Curto-circuito, conforme o item 5.3.5;
- 6) Proteção contra choques elétricos, conforme o item 5.1.2.2.4.

Para considerarmos um circuito corretamente dimensionado, é necessário realizar os seis cálculos, cada um resultando em uma seção e considerar como seção final aquela que é a maior dentre todas as obtidas (PRYSMIAN, 2016).

Conforme o item 6.2.6.2 da NBR 5410/2004, o condutor neutro deve possuir, no mínimo, a mesma seção que os condutores fase nos seguintes casos (PRYSMIAN, 2016):

- 1) Em circuitos monofásicos e bifásicos;
- 2) Em circuitos trifásicos, quando a seção do condutor fase for igual ou inferior a 25mm².

Conforme o item 6.2.6.2.6 da NBR 5410/2004, apenas nos circuitos trifásicos, é admitida a redução do condutor neutro quando as três condições abaixo forem simultaneamente atendidas (PRYSMIAN, 2016):

- 1) Quando a seção do neutro for no mínimo igual a 25mm²;
- 2) Caso a máxima corrente susceptível de percorrer o neutro seja inferior à capacidade de condução de corrente correspondente à seção reduzida do condutor neutro;
- 3) Quando o condutor neutro for protegido contra sobre correntes.

A NBR 5410/2004 recomenda o uso de condutores de proteção (designados por PE), que, preferencialmente, deverão ser condutores isolados, condutores unipolares ou veias de condutores multipolares.

Em alguns casos, admite-se o uso de um condutor com a função dupla de neutro e condutor de proteção. É o condutor PEN (PE + N), cuja seção mínima é de

10mm², se for condutor isolado ou condutor unipolar, ou de 4mm², se for uma veia de um condutor multipolar (PRYSMIAN, 2016).

A NBR 5410/2004 prevê, no item 6.1.5.3, que os condutores de um circuito devem ser identificados, porém deixa em aberto o modo que será feita esta identificação. No caso de o usuário desejar fazer a identificação por cores, então devem ser adotadas aquelas prescritas na norma, a saber (PRYSMIAN, 2016):

- 1) Neutro (N) = azul-claro;
- 2) Condutor de proteção (PE) = verde-amarela;
- 3) Condutor PEN = azul-claro com indicação verde-amarela nos pontos visíveis.

2.4.2 Acabamentos de Alto Investimento

Uma das principais diferenciações de uma obra com alto padrão de investimento é o tipo de material utilizado na fase de acabamento, que como o nome sugere, é a etapa de finalização da obra onde são instalados os pisos, materiais elétricos e outras ações necessárias para a conclusão da obra.

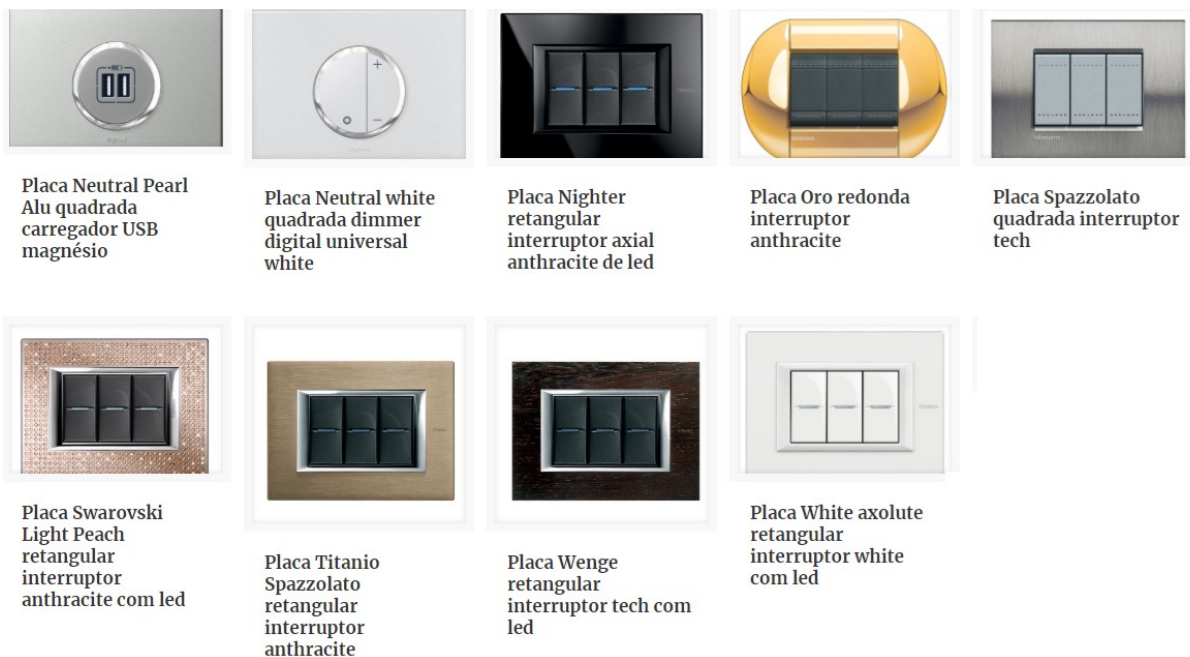
O acabamento interno e externo com a linha de montagem escolhida pelo cliente, valoriza a totalidade da obra ligando o luxo com o conforto, detalhes e sensações que o cliente deseja e anseia. O mercado já entendeu essa necessidade e atualmente encontram-se no mercado diversas opções de materiais que atendem essas necessidades conforme as figuras 01 e 02.

Figura 01: Modelos com placas de madeira linha Arteor da Legrand:



Fonte: Legrand, 2015.

Figura 02: Modelos com placas de acabamentos elétricos de luxo:



Fonte: Universo Elétrico Design, 2018.

2.4.3 Recomendações da NBR 5410/2004 para o levantamento de carga de iluminação

A NBR 5410 estabelece, em 4.2.1.2.2, que as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 5413: iluminância de interiores e também a NBR 8995-1/2013, iluminação de ambientes de trabalho. A NBR 8995-1 aborda que uma boa iluminação no local de trabalho permite com que as pessoas vejam, desempenhem melhor suas atividades e também se movam com segurança. A iluminação pode ser natural, artificial ou uma combinação de ambas. As luminárias de todas as superfícies são importantes e são determinadas pela refletância e pela iluminância nas superfícies.

Como alternativa ao uso da NBR 5413, em especial a unidades residenciais, a NBR 5410 apresenta os seguintes critérios:

- a) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m² deve ser prevista uma carga mínima de 100VA;
- b) Em cômodos ou dependências com área superior a 6m², deve ser prevista

uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m², acrescida de 60VA para cada aumento de 4m² inteiros.

Na seção 4.2.4, em que fixa as regras gerais a serem observadas na divisão da instalação em circuitos, a NBR 5410 diz, com clareza, que devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.

2.4.4 Recomendações da NBR 5410:2004 para o levantamento da carga de tomadas

A NBR 5410 estabelece os seguintes critérios para a previsão do número mínimo de tomadas de uso geral (TUGs):

- a) Cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m² prever no mínimo um ponto de tomada;
- b) Nas salas e dormitórios independente da área e cômodos ou dependências com mais de 6m² prever no mínimo um ponto de tomada para cada 5 metros ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;
- c) Nas cozinhas, copas, copas-cozinhas, área de serviço, lavanderias e locais semelhantes: prever uma tomada para cada 3,5 metros ou fração do perímetro, independente da área, e sobre o balcão da pia prever no mínimo duas tomadas;
- d) Halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos 1 tomada;
- e) Nos banheiros deve prever no mínimo um ponto de tomada junto ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do box.

Usando mais uma vez a seção 4.2.4, em que fixa as regras gerais a serem observadas na divisão da instalação em circuitos, a NBR 5410 diz, com clareza, que devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.

2.5 INSTALAÇÕES DE COMUNICAÇÃO

Os quadros de distribuição de comunicação (QDC) devem ser instalados por categorias, QDC para telefonia, QDC para central de alarme, QDC para modems e switches², QDC para DVR'S da CFTV, QDC para antenas, QDC para sistemas de som, QDC para cerca elétrica. Os equipamentos e controles listados podem também ser instalados em um rack³, onde nele será também instalado todo o sistema de automação residencial.

A segurança dos circuitos de comunicação também se faz presente em uma obra, dispositivos como DPS para condutores de telefone, antenas, automação, são também instalados por categorias, em seus QDC's específicos.

Os condutores de comunicação não devem ter emendas, logo o percurso inteiro deve ser contínuo desde os QDC's até os pontos finais.

Para telefonia é passado um condutor que depende da necessidade do cliente, podendo ser com 2, 4, 8, 10 ou até 20 pares, levado do padrão de entrada de energia até o QDC de telefone, o mesmo clipado em barga⁴ e dividido após por condutores de CCI 50X2 e CCI 50X4 pares, para os pontos de telefone.

Para o sistema de alarme são utilizados condutores específicos que vão da central de alarme até os sensores e teclados instalados para segurança do local, esses são de 2 e 3 pares 100% cobre (MAGALDI, 2008).

A instalação do sistema de internet é executada com a passagem de condutores UTP Cat5E 4 pares e UTP Cat6E 4 pares, a entrada é efetuada por fibra ótica que vai do padrão de entrada de energia até o QDC de internet, fazendo a conexão em um modem e dele para switch onde o sinal é transferido via condutor de rede (RIBEIRO, 2003).

Para o sistema de CFTV é recomendado instalar condutores UTP Cat6E 4 pares para dar maior confiabilidade no sinal enviado pelas câmeras digitais, ou analógicas com o uso de conversores balun⁵ nas extremidades dos condutores (RIBEIRO, 2003).

O condutor utilizado para o sinal das antenas é o coaxial 75 ohms RGC-06

² Comutador, dispositivo utilizado em redes de computadores para reencaminhar pacotes (*frames*) entre os diversos nós.

³ Gabinete destinado a acomodar aparelhos elétricos ou outros.

⁴ Fixar a um conector para emenda aérea ou subterrânea.

⁵ Conversor que causa impedância para que não haja perda do sinal, transforma uma linha balanceada em desbalanceada e vice e versa.

95%, para televisão (TV) local digital, TV por assinatura entre outras. É instalado um QDC de preferência no teto da obra, em um ponto mais próximo do local onde serão instaladas as antenas e dele saem através de eletrodutos até os pontos de televisores na obra. (RIBEIRO, 2012).

É definido um ponto principal onde serão passados 4 condutores, 2 para TV por assinatura, 1 para TV local e 1 reserva. Nos outros pontos serão passados 3 condutores, 1 para TV por assinatura, 1 para TV local e 1 reserva (RIBEIRO, 2012).

O sistema de som é composto de receiver⁶, caixas de som embutidas no gesso, caso houver, caixas horizontais e verticais. Do QDC de automação ou rack, saem condutores de comando UTP Cat5E até os receivers instalados na obra, deles saem condutores específicos para som, em geral paralelos, com 100% de cobre ou ainda com fios de ouro, sendo levados até os pontos de instalação das caixas de som (RIBEIRO, 2012).

Também é adotado um QDC para alojamento do sistema da cerca elétrica, que completa a segurança residencial, é feito um aterramento específico para o equipamento.

Para proteção dos sistemas de comunicação, são instalados dispositivos de proteção de surto (DPS). DPS com conexão elétrica por meio de bornes a parafuso, utilizados para proteção de equipamentos eletroeletrônicos conectados à linha de comunicação de dados. Com tempo de resposta extremamente rápido, estes dispositivos de proteção contra surtos são adequados para proteção da comunicação de controladores lógicos programáveis, modem (LPCD ou xDCL), centrais telefônicas, centrais de vigilância (Alarme e CFTV), dentre outros, podendo ser facilmente instalado com o uso de trilho DIN 35mm.

O DPS é um dispositivo instalado nas edificações com a finalidade de detectar sobretensões transitórias que ocorrem em uma rede elétrica e de comunicação, para assim poder drenar as correntes para o sistema de aterramento. Existem algumas Classes de DPS que são utilizados em montagens e instalações elétricas nas obras:

Classe I: Permitem eliminar os efeitos diretos causados pelas descargas atmosféricas. Quando instalado, o DPS Tipo I protege a edificação em conjunto a um

⁶ Amplificador e sintonizador de som em um único aparelho.

Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), conhecido como para-raios (SCHNEIDER, 2018).

Classe II: Destinados a proteger os equipamentos elétricos contra sobretensões induzidas ou conduzidas (efeitos indiretos) causados pelas descargas atmosféricas. O modelo de DPS Tipo II pode ser instalado sozinho ou em cascata, utilizando outro DPS Tipo II ou um DPS Tipo I (SCHNEIDER, 2018).

Classe III: São destinados à proteção fina de equipamentos situados a mais de 30 metros do DPS de cabeceira. O DPS Tipo III é muito utilizado como proteção de equipamentos digitais que fazem parte dos sistemas de comunicação (SCHNEIDER, 2018).

Figura 03: Modelo de DPS:



Fonte: Clamper, 2015.

2.6 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL - DOMÓTICA

A domótica é uma tecnologia recente que permite gerir os recursos habitacionais usados em obras de alto investimento construtivo. Atualmente a domótica é utilizada para controlar a comunicação, o conforto e também a segurança residencial. Os pontos mais comuns de utilização da domótica são:

- a) Iluminação: controle de iluminação por módulos e sensores, que viabilizam a economia de energia, fazendo o uso da intensidade luminosa

adequada para cada ambiente, controle de iluminação interna e externa que permite utilizar cenários de acordo com as necessidades do cliente, sendo possível acionar por um único controle, figura 04 (IBDA, 2017).

Figura 04: Iluminação por controle remoto - Domótica:



Fonte: JD Projetos e Segurança, 2018.

b) Climatização: controle de aquecimento, ventilação e ar condicionados para usos controlados com prévia programação por *software*⁷, podendo controlar desde a umidade interna da obra como também um conforto ambiental com a presença do usuário, figura 05 (IBDA, 2017).

Figura 05: Controle da climatização por controle remoto - Domótica:



Fonte: Creston Smart House, 2018.

c) Segurança: os sistemas automatizados de segurança permitem um controle que pode abranger tanto a segurança física do imóvel quanto a patrimonial, monitorando se houver algum vazamento de gás, inundação, foco

⁷ Conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados.

de incêndio, sensores de movimento para invasores, câmeras com transmissão em tempo real conforme a figura 06 (IBDA, 2017).

Figura 06: Controle da Segurança por controle remoto – Domótica:



Fonte: Visus, 2017.

d) Comunicação: através de tecnologias computacionais, permite-se acionar a iluminação externa com a aproximação de pessoas autorizadas, pode-se controlar a abertura e o fechamento de sistema de sombreamento, tais como cortinas e brises, impedindo a entrada da irradiação solar, ligar e desligar TV's, áudio e vídeo, iluminação interna e outros, figura 07 (IBDA, 2017).

Figura 07: Imagem de ambiente residencial com uso de domótica:



Fonte: Fórum da Construção, 2019.

Se for considerado que os edifícios inteligentes podem ser definidos como aqueles que levam as três peças principais da infraestrutura eletrônica de um edifício, sendo elas os controles, as comunicações e os processamentos de

informações, e trazê-los todos para um nível mais eficiente, começa-se a ver que é disso que está sendo falado. Os clientes que possuem grandes edificações, desejam que elas sejam inteligentes, que tenham o consumo eficiente e o uso da informação, para desempenhar parâmetros como segurança, qualidade, satisfação de seus ocupantes, uso de recursos naturais, iluminação adequada para os ambientes e também o desempenho da instalação em com o uso de sistemas inteligentes (POPA, 2015).

Enquanto o engenheiro mecânico tem uma responsabilidade direta com a capacidade do edifício em acomodar sistemas inteligentes de refrigeração devido as constantes mudanças de ocupação ou uso industrial que ocorrem, o engenheiro eletricitista é responsável pelas instalações elétricas e de comunicação que ligam estes sistemas, tornando-se a medula espinhal e cérebro do edifício inteligente (POPA, 2015).

Isso significa que no momento atual haverá uma quantidade muito considerável de condutores envolvidos, embora não seja difícil ver que com o advento de uma integração de protocolos de operação e interfaces de controle com cabos de fibra ótica, o volume de condutores acabará reduzindo (POPA, 2015).

No entanto, atualmente, não é incomum arquitetos projetarem um pé direito com um extra de 30 cm, a fim de acomodar as instalações elétricas necessárias para os edifícios inteligentes. Alguns destes, claro, são condutores elétricos de distribuição, mas muitos são os condutores de controle e isso mostra como é e como serão as obras no futuro (POPA, 2015).

2.7 GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Com a evolução das tecnologias existentes no mercado, pode-se implantar na elaboração dos projetos de obras com adoção de tecnologias avançadas, o modelo de geração elétrica através da geração fotovoltaica. Beneficiando em sustentabilidade, autoconsumo e redução de custos, podendo reduzir em até 90% o valor da fatura de energia elétrica. Algumas etapas devem ser levadas em conta para se obter os melhores resultados:

- a) Estudo de viabilidade, essa etapa deve ser executada para se dimensionar o melhor sistema a ser instalado para atender a demanda completa do

local a ser implementado (ANEEL, 2012).

- b) Projeto, o engenheiro deve desenvolver o projeto e cuidar da aprovação e homologação junto a concessionária de energia elétrica local (ANEEL, 2012).
- c) Instalação do sistema, uma equipe especializada deve cuidar da instalação das placas de geração fotovoltaica, dos cabamentos, do inversor de frequência, da ligação com a entrada de energia residencial, garantindo a otimização do sistema de geração de energia (ANEEL, 2012).
- d) Economia, estima-se que esse sistema se paga em aproximadamente 60 meses, após o início da geração (ANEEL, 2012).

Estimativas apontam que até o ano de 2024, mais de um milhão de residências no Brasil terão o fornecimento de energia elétrica não só através da concessionária, mas também pelo sistema de geração fotovoltaica (ABSOLAR, 2017).

Na elaboração dos projetos, o engenheiro deve compatibilizar o dimensionamento da geração fotovoltaica e alocação dos quadros para alojamento dos componentes elétricos do sistema e do inversor de frequência, diagrama elétrico dos condutores, disposição do painel de controle e visualização da potência gerada, consumida e injetada na rede de distribuição local (ANEEL, 2012).

2.8 VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, métodos construtivos e novos materiais de construção associado às exigências do setor cada vez mais competitivas, as construções de edificações são cada vez mais sofisticadas e econômicas. No entanto, com o progresso industrial e o crescimento das cidades, conseqüentemente existe o aumento da poluição urbana, com isso, as edificações passaram a ficar expostas a ambientes extremamente desfavoráveis (CHEBERLE, 2013).

Com o passar do tempo, muitas construções começaram a apresentar níveis de degradação superior aos desejados, apresentando problemas relacionados à qualidade e a durabilidade, caracterizados pelo envelhecimento precoce devido,

sobretudo, ao aparecimento de manifestações patológicas. Nas edificações com mais de 70 anos não haviam esses tipos de problemas decorrentes da poluição e da decomposição prematura de alguns tipos de materiais utilizados nas obras. Esses problemas afetam a estética, a segurança, a utilização e a durabilidade das construções (CHEBERLE, 2013).

Por esses motivos a sociedade da construção brasileira precisa se conscientizar da necessidade dos projetos desenvolvidos por engenheiros, executando sua obra com segurança, respaldo técnico, melhor durabilidade, maior controle e atenção dobrada na execução das edificações e, sobretudo, da necessidade do constante monitoramento e manutenção das construções existentes. Neste sentido, a recém-publicada norma de desempenho (NBR 15575: 2013), tem o intuito de melhorar a qualidade das construções habitacionais.

A vida útil de uma instalação elétrica também tem seu tempo, a média estimada dos condutores é de 30 anos, porém este componente sofre uma redução drástica de vida útil quando a sua utilização é submetida a situações de limites. A instalação também é composta de componentes que se desgastam ao longo da sua utilização, devendo então ser revisada a cada 5 anos, tomadas e interruptores têm sua vida útil estimada em manobras ou acionamentos (CPFL Energia, 2016).

Da mesma forma o disjuntor e o DR têm sua vida útil estimada em manobras e atuações, porém eles também têm sua vida útil reduzida à medida que os valores limites são atingidos, como por exemplo, a corrente de curto circuito no disjuntor (CPFL Energia, 2016).

Revisando a instalação elétrica a cada 5 anos, consegue-se garantir a segurança e a durabilidade da instalação, fazendo quando necessário a troca de algum componente ou mesmo de algum condutor que apresente defeito.

2.9 MALHA DE ATERRAMENTO

A norma NBR15749, medições de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento, estabelece os critérios e métodos de medição de sistemas de aterramento e de potenciais na superfície do solo, bem como define as características gerais dos equipamentos que podem ser utilizados nas medições e os conceitos para avaliação dos resultados. A norma

refere-se também aos cuidados com a segurança dos envolvidos na execução dos projetos.

Uma malha de aterramento é um tipo de usual em instalações de grande porte, sendo essenciais em sistemas de energia elétrica. São muitos condutores horizontalmente enterrados, interligados por juntas mecânicas ou soldadas, e hastes cravadas verticalmente.

Para uma correta segurança dos equipamentos e dos circuitos instalados, deve ser executada uma malha de aterramento em torno da construção, a mesma seguindo as normas NBR 5410/2004, NBR5419/2005 e NBR15749/2009.

2.10 NÍVEL TÉCNICO DOS PROFISSIONAIS DOS SERVIÇOS COM ELETRICIDADE

Hoje o mercado nacional possui uma quantidade expressiva de profissionais com baixa capacitação, que acabam desenvolvendo atividades de projetos elétricos, dimensionamentos de cargas, execução de projetos elétricos, instalação de equipamentos elétricos.

A falta de boas qualificações de muitos profissionais resulta em desenvolver atividades em não conformidade com as normas vigentes ou muitas vezes não são hábeis em executar trabalhos técnicos de padrões com maior rigor técnico. Desta forma muitas instalações elétricas acabam sendo realizadas por pessoas não habilitadas, que em uma concorrência injusta, conseguem obter o serviço através de um orçamento com valor muito aquém ao valor de mercado. Além de comprometer a qualidade da execução do projeto elétrico, existem grandes riscos de acidentes e gastos desnecessários em obras, ou até mesmo, onerar a obra pelo motivo de ter que refazer um serviço mal realizado.

A busca por engenheiros eletricitas em prol de desenvolver projetos, avaliações técnicas, estudos de demanda, ainda é baixa e o investimento em projetos ficam quase que exclusivamente destinados aos projetos civil e arquitetônicos. Muitas vezes os projetos elétricos são desenvolvidos por engenheiros civis e arquitetos, a um custo muito inferior. E a julgar que não estarão sendo desenvolvidos por especialistas, pode vir a comprometer a qualidade do projeto.

Como está sendo abordado instalações elétricas em obras de grande porte,

neste cenário, nos Estados Unidos o cliente em geral exige mão de obra qualificada e capacitada para realização das atividades elétricas e de comunicação em sua obra Byraiah, (2016), porém o mesmo nem sempre acontece no mercado local.

A Engenharia Elétrica é o ramo da engenharia que lida com a tecnologia da eletricidade, especialmente a especificação e o projeto de sistemas e equipamentos elétricos para geração e distribuição de energia, controle e comunicações. O engenheiro eletricitista que possua um grau de bacharel em engenharia elétrica de uma escola ou universidade reconhecida e que satisfaça os requisitos, pode fazer o pedido do seu conselho de classe. Uma vez registrado, o engenheiro, por lei, tem o dever principal de proteger a segurança pública, a saúde e o bem-estar no projeto dos sistemas elétricos das instalações, seguindo e aplicando as normas regulamentadoras vigentes (BYRAIAH, 2016).

O Engenheiro com registro, que desenvolve os critérios de projetos dos sistemas elétricos, realiza a análise e é responsável pelo projeto, especificações, preparações e entrega dos documentos elétricos para a construção dos projetos. Os projetos podem incluir obras privadas, públicas, instalações institucionais e comerciais, como bancos, prédios de escritórios, escolas e faculdades, hospitais, clínicas médicas, lojas de varejo, aeroportos, fábricas, centros de distribuição de alimentos, armazéns, data centers, lojas de departamentos, cadeias, bibliotecas, teatros, tribunais, residências, etc. (BYRAIAH, 2016).

Se faz necessário que em qualquer atividade do sistema elétrico seja acompanhado por engenheiros, sendo que um sistema elétrico é qualquer sistema ou conjunto de componentes elétricos, materiais, utensílios, equipamentos, sistemas de trabalho, máquinas, produtos ou dispositivos que requeiram energia elétrica para executar sua função pretendida (BYRAIAH, 2016).

Os projetos elétricos, especificações, relatórios e outros documentos que estabeleçam o projeto geral e os requisitos para a construção, alteração, modernização, reparo, demolição, também são necessários que fiquem registrados nas companhias elétricas e para a execução dos mesmos (BYRAIAH, 2016).

2.11 MERCADO INTERNACIONAL

Para realização e execução de projetos que adotam tecnologias de ponta,

capaz de configurar um padrão construtivo acima da média, no mercado internacional são seguidas rigorosamente as seguintes normas (LINS, 2011):

Nos Estados Unidos, a condição técnica é bem caracterizada e regida pelo NEC (*National Electrical Code*), emitido pela NFPA (*National Fire Protection Association*).

Com a nova revisão já vigente na Europa, a norma série da IEC 61439 que trata dos Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão, vem esclarecer e reforçar os requisitos indispensáveis para a construção de painéis elétricos ensaiados e certificados.

O objetivo das normas é desenvolver padrões capazes de garantir que os produtos ou serviços atendam aos requisitos de mercado, estes cada vez mais rigorosos. Em suma, uma norma cria referencial técnico e de qualidade a ser seguido.

A Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC – *International Electrotechnical Commission*) é a organização internacional, não governamental e sem fins lucrativos, responsável pela padronização das tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas. E com exceção dos Estados Unidos, do Canadá e do Japão, todos os demais países do mundo utilizam como referência normativa as famílias da IEC (LINS, 2011).

As bases legais nos EUA devem ser consideradas como um *mix* composto de normas de produtos, normas de proteção contra incêndio ("*Fire Codes*"), diretrizes para sistemas elétricos e leis nacionais. O cumprimento e a implementação destes códigos são monitorados com soberania pelos órgãos dos governos locais.

Os cidadãos americanos conhecem principalmente as normas das seguintes organizações:

- a) *Occupational Safety & Health Administration* (OSHA)
- b) *American National Standards Institute* (ANSI)
- c) *Underwriters Laboratories* (UL)
- d) *National Fire Protection Association* (NFPA)

A UL publica normas de segurança. Estas contêm principalmente exigências para aparelhos e componentes elétricos. Um exemplo é a UL 508A (armários de distribuição industriais). Algumas normas UL foram encaminhadas pela UL à ANSI, que agora também são normas ANSI. Geralmente, as normas UL se ocupam apenas

com o risco de incêndios e choques elétricos (LINS, 2011).

A OSHA exige que os equipamentos elétricos e cabos nos locais de trabalho cumpram as respectivas normas UL e que as mesmas sejam listadas ou verificadas por um laboratório nacional credenciado (NRTL - *Nationally Recognized Testing Laboratory*). Para este fim, a OSHA publica listas dos NRTLs. Encontram-se nessas listas, por exemplo, a CSA (*Canadian Standards Association*), Intertek (ETL), TÜV Rheinland, TÜV SÜD e UL (*Underwriters Laboratories*).

Normalmente, os aparelhos não listados podem ser submetidos a uma espécie de teste de campo pelas mesmas NRTLs. Deve ser considerado que muitas vezes as normas UL são muito diferentes ou até mesmo contrárias a normas IEC (*International Electrotechnical Commission*) e as normas europeias (EN). O cumprimento das normas UL é indicado pela presença do símbolo de teste do NRTL sobre o aparelho.

As organizações também publicam uma lista de produtos normatizados, por isso, estes aparelhos são testados e considerados seguros. Os inspetores da área de eletrotécnica dos EUA procuram pelo símbolo de teste (UL, CSA etc.) sobre o aparelho. Normalmente os aparelhos sem o símbolo de teste não são aceitos. A maioria desses laboratórios é credenciada para vários Estados. Somente o seu símbolo "US" é aceito. Por exemplo, um símbolo de teste do TÜV válido para a Europa ou China é irrelevante nos EUA.

No Canadá, alguns locais de trabalho recaem sob a legislação federal reconhecida pelo *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS). Porém, a maioria é regulamentada pela província ou por normas locais. Observação: A certificação CE é uma exigência europeia, não é reconhecida no Canadá e não tem nenhuma relevância ou importância.

No Canadá, as normas de sistemas elétricos são publicadas pela CSA (*Canadian Standards Association*). Frequentemente elas são semelhantes às exigências dos EUA. Algumas normas CSA de sistemas elétricos se baseiam em normas IEC e nas demandas canadenses e outras foram desenvolvidas em conjunto com UL ou NFPA. A certificação da segurança elétrica é realizada por laboratórios credenciados pela SCC (*Standards Council of Canada*). Elas contêm, por exemplo, CSA e UL, mas também muitas outras (LINS, 2011).

2.11.1 Exemplo de formação de um profissional da área elétrica nos Estados Unidos (EUA)

Nos Estados Unidos, a atuação de uma pessoa como eletricista é tratada com muito rigor, haja visto os riscos que essa função apresenta tanto para o profissional quanto para os proprietários e usuários das instalações elétricas (MORENO, 2012).

O profissional que deseja trabalhar com instalações elétricas precisa, de uma forma geral, possuir diplomas do ensino médio ou equivalente, ter pelo menos 18 anos de idade, precisam estar fisicamente aptos, ter bom equilíbrio, coordenação motora e visão das cores. Esses profissionais devem ainda solicitar sua inscrição para se tornarem aprendizes por meio de patrocinadores, que incluem vários sindicatos, organizações e associações nacionais ou estaduais (MORENO, 2012).

Para a seleção no programa de formação de aprendizes, são analisadas as notas do aluno no ensino médio, os resultados de testes de aptidão e as experiências de trabalho prévias. Os candidatos a aprendizes também fazem uma entrevista para o programa, um processo semelhante ao de contratações para um emprego (MORENO, 2012).

A maioria dos cursos para aprendizes de eletricistas duram em média quatro anos, com carga horária de cerca de 200 horas de instrução em sala de aula por ano sobre princípios de segurança, circuitos elétricos, normalização, leitura de projeto, técnicas de instalação em geral, etc. Além da sala de aula, os alunos devem passar por no mínimo, 2.000 horas de treinamentos práticos por ano (8.000 horas durante o curso), no campo, sob a supervisão de eletricistas experientes (MORENO, 2012).

A pessoa que faz o curso como aprendiz é remunerada durante todo o curso pelos patrocinadores, em um processo similar à remuneração de estagiários aqui no Brasil (MORENO, 2012).

A remuneração dos aprendizes varia de acordo com a localização e o tipo de trabalho executado. Conforme seu progresso, ao longo do período de quatro a seis anos, o salário aumenta. Por exemplo, um técnico de ligações internas em San Diego ganha \$23,75 dólares⁸ por hora (cerca de R\$90,25 reais), incluindo o pagamento de pensão e de saúde e segurança social, nos primeiros seis meses. Esse valor vai aumentando, com incrementos de seis em seis meses, acabando em um total, por hora, de \$46,06 dólares (cerca de R\$175,028 reais),

⁸ Cotação do dólar no dia 21/11/2018, US\$3,80

fixado desde junho de 2011 (VIEIRA, 2016).

Uma vez concluído o curso de aprendiz, o eletricista iniciante precisa da licença para trabalhar na área. O licenciamento é necessário para eletricistas em quase todos os estados americanos e é válido apenas no estado em que foi obtido. Dessa forma, caso o eletricista queira exercer suas atividades em diferentes estados terá de obter a licença em cada um deles (MORENO, 2012).

Os requisitos para obtenção do licenciamento geralmente incluem a comprovação de um determinado número de horas de sala de aula e atividades práticas, além da realização de um exame escrito (MORENO, 2012).

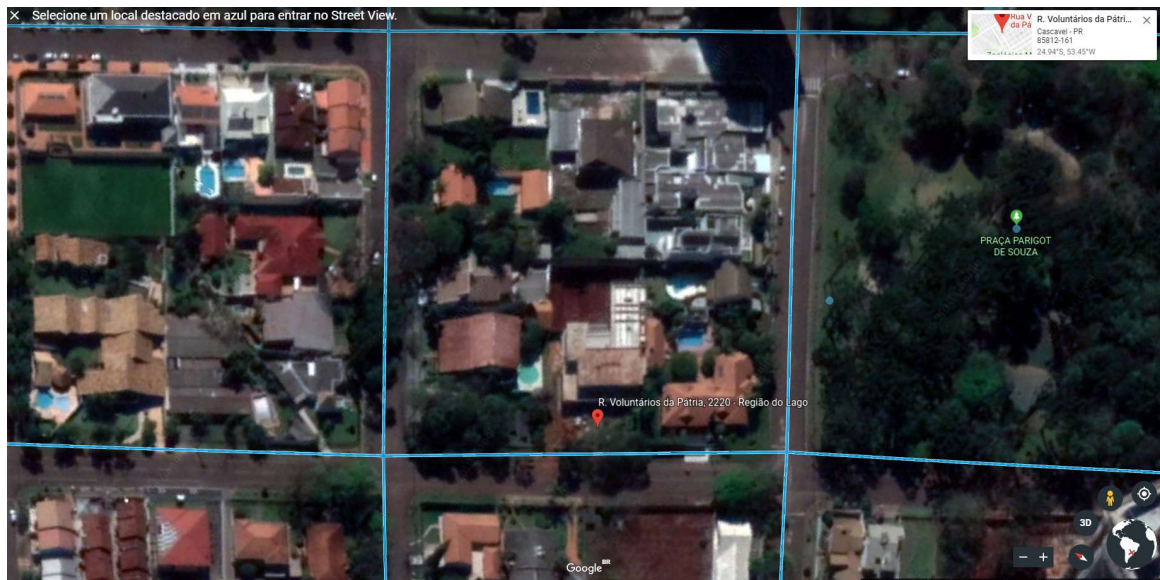
3 METODOLOGIA

O trabalho visa o detalhamento e a execução dos projetos elétricos em uma obra residencial de grande porte. A execução desta obra, bem como os acabamentos utilizados, contou com tecnologias avançadas e uma linha de materiais elétricos e eletrônicos de luxo das melhores marcas disponíveis no mercado local, a fim de atender as solicitações do cliente, que visam a segurança, conforto e a primazia da decoração do imóvel.

Os projetos e as execuções elétricas referentes a domótica, comunicação, climatização, civil, hidráulica, estrutural, dentre outras, foram projetados e executados por empresas localizadas em Toledo e Cascavel/PR, destacando-se as empresas Merano Construção Civil, Foco Engenharia Elétrica, Dínamo Engenharia e Oeste Clima Refrigeração.

O imóvel encontra-se localizado no Bairro Country, na cidade de Cascavel, PR, conforme figura 08:

Figura 08: Imagem real da localização da obra:



Fonte: Google Earth, 2018.

Possui 1.315 m² de área construída, sendo edificada em três pavimentos, assim distribuídos:

- 1) Pavimento 1-Subsolo: neste pavimento estão localizados a garagem, almoxarifado, banheiro, adega e depósito.
- 2) Pavimento 2-Térreo: localizam-se aqui duas suítes, quatro banheiros, sala

de estar, sala de descanso e jogos, adega, escritório, varanda.

3) Pavimento 3-Superior: estão localizados duas suítes, uma suíte presidencial com *closet*, três banheiros, rouparia, atelier, espaço *gourmet*, sala de jantar, home, churrasqueira.

A obra contemplou muitas áreas da engenharia para que juntas, realizassem o desenvolvimento e execução de todos os projetos. Também foram executados projetos de jardinagem e paisagismo, projetos de móveis, sistema de geração de energia fotovoltaica, projeto do elevador da Atlas Schindler e projeto de grades de segurança para a frente da residência.

As execuções das instalações elétricas, de comunicação e domótica, seguiram os detalhamentos previamente definidos em projetos e, da parte que compete a empresa Foco Engenharia Elétrica, os serviços executados contemplaram a instalação de sistemas de alarme com condutores estruturados, sistema de CFTV com condutores Cat6E blindados, sistemas de dados com dispositivos *switch*⁹ para o compartilhamento do sinal através de condutores Cat5E e *modems wifi*¹⁰ com capacidade de 1.300 mbps, sistemas de antenas para TV local e TV por assinatura com utilização de condutores com malha 95%, sistema de som ambiente com condutores banhados em ouro e interligados aos *receivers*¹¹, sistemas de controle de iluminação, abertura e fechamento de portas e janelas, controle inteligente de temperatura, controle de pisos aquecidos, sistema de boiler¹² para aquecimento de água através de placas solares, todos esses interligados ao sistema de automação residencial, domótica. Para o cuidado e limpeza dos ambientes, foi instalado um sistema de aspiração central de poeira e sujeira.

Esses sistemas foram interligados em um *rack*, instalado para acomodar os componentes eletrônicos da domótica, os receptores das antenas, os *receivers* de som, a central de alarme, o DVR do sistema de CFTV, o *modem* de conversão de fibra óptica e o switch para os condutores de dados.

Através de controladores lógicos programáveis, a domótica residencial fará os controles dos sistemas interligados na rede, onde através de telas *touch screen*¹³, os

⁹ Equipamento para extensão de redes.

¹⁰ Conectores de rede para internet sem fio.

¹¹ Receptores de áudio e vídeo.

¹² Caldeira elétrica e solar que se usa para aquecer água.

¹³ Tela sensível ao toque.

sistemas mencionados serão acionados. A configuração desses sistemas é feita através de computadores equipados com *softwares* específicos.

Os profissionais envolvidos na execução destes projetos necessitam ter conhecimentos básicos de domótica residencial e em engenharia, bem como em execução de serviços elétricos de automação e comunicação, a fim de conseguirem realizar a leitura clara e eficaz dos projetos bem como conhecer os sistemas e nomenclaturas específicas envolvidas no processo.

O acompanhamento dos engenheiros na execução dos projetos é muito importante para garantir a eficiência e a correta execução dos mesmos, sendo que, para o bom andamento da obra se faz necessária as visitas constantes dos engenheiros.

Quando não se tem profissionais qualificados para fazer a leitura dos projetos e executar a instalação dos sistemas, tem-se muitas perdas de materiais, equipamentos, a instalação e execução incorreta de sistemas, carência de infraestrutura para futuras instalações, tais como eletrodutos e eletrocalhas em quantidades reduzidas, aumentam os retrabalhos e oneram os custos da obra do cliente e acarretam atrasos nos prazos de entrega dos serviços.

Um dos principais diferenciais da execução de projetos que requer mão de obra qualificada, e conseqüentemente mão de obra de valor acima da média de mercado, é o quesito necessário para a maioria das tecnologias e materiais citados neste trabalho de conclusão, como, instalações de sistemas de áudio e vídeo, sistemas de domótica, pisos aquecidos, climatização, etc., uma vez que em obras de padrões moderados a utilização desse tipo de tecnologia não é comum.

É comum, em obras com padrões mais simples, ou seja, padrões que não exigem elevado conhecimento técnico, a inexistência de projetos para instalação de tecnologias de ponta, não necessita de profissionais de nível tecnológico avançado, porém não estão dispensados os profissionais capacitados. Em geral, o desenvolvimento de projetos em obras mais simples é executado pelo engenheiro civil contratado pelo proprietário, este acaba desenvolvendo também os projetos elétricos, telefônicos, hidráulicos e outros que se fazem necessários para a execução destas obras.

3.1 SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES

As informações abaixo, por mais simples que pareçam, não são comumente seguidas no momento da execução dos projetos, desde os mais simples até aos de maior qualidade técnica e alto custo de investimento.

Para deixar melhor compreendido, foram feitas sugestões de indicações de padrões de condutores e identificação de condutores elétricos utilizadas na execução de obras de grande porte no mercado local por alguns profissionais em obras residenciais.

A passagem dos circuitos elétricos se inicia após o dimensionamento e divisões das cargas. Em uma instalação elétrica são usados condutores anti chamas 750V pvc 70° de seção 1,5mm² para circuitos de iluminação com tensão de fase 127V ou 220V.

Em iluminação, seguindo indicações de normas, para melhor entendimento, alguns profissionais adotam as seguintes cores de identificação para condutores: preto (fase), vermelho (retorno), amarelo (paralelo), azul (neutro), verde ou verde/amarelo (terra).

Condutores anti chamas 750V pvc 70° de seção 2,5mm² para circuitos de tomadas 127V ou 220V: Cores de identificação adotadas são o branco (fase), azul (neutro), verde ou verde/amarelo (terra), circuitos com tensão de fase 127V ou 220V. Branco (fase 01), branco (fase 02), verde ou verde/amarelo (terra), para circuitos com tensão 220V, com tensão de linha 220V. Para identificação da sequência de fases, são utilizadas fitas isolantes coloridas, amarela (fase R), branca (fase S), vermelha (fase T), nas extremidades dos condutores nos circuitos.

Condutores anti chamas 750V pvc 70°, de seção 6,0mm² para circuitos específicos como chuveiros e torneiras elétricas: Cores para identificação adotadas: amarelo, branco, ou vermelho (fase), azul (neutro), verde ou verde/amarelo (terra), circuitos com tensão de fase 127V ou 220V. Preto (fase 01), preto (fase 02), verde ou verde/amarelo (terra), circuitos com tensão de linha 220V. Para identificação da sequência de fases, são utilizadas fitas isolantes coloridas, amarela (fase R), branca (fase S), vermelha (fase T), nas extremidades dos condutores nos circuitos.

Condutores anti chamas 750V pvc 70° para circuitos específicos trifásicos 220V ou 380V, os mesmos para atender a instalação de motores, bombas e afins em obras. As seções dos condutores devem ser calculadas através dos dados de

corrente, potência e tensão dos equipamentos. As cores de identificação dos mesmos são: amarelo (fase R), branco (fase S), vermelho (fase T), azul (neutro) para bobinas de comando em 127V ou 220V, verde ou verde/amarelo (terra).

Na alimentação dos quadros são utilizados condutores anti chamas 750V pvc 70° nas cores amarelo (fase R), branco (fase S), vermelho (fase T), azul (neutro), verde ou verde/amarelo (terra). Cabos anti chamas EPR/ XLPE 90° com seções de acordo com o cálculo da demanda da edificação, nas cores preto para as fases R, S e T, identificados com fitas isolantes coloridas, amarela (fase R), branca (fase S), vermelha (fase T), nas extremidades dos condutores nos circuitos, preto (neutro), identificado com fita isolante azul nas extremidades do condutor e verde (terra).

Os circuitos de tomada, circuitos específicos de chuveiros, torneiras, equipamentos com maiores potencias, devem passar por dispositivo de segurança (DR), disjuntor residual. Os DR'S são montados após a saída dos disjuntores, os mesmos são bipolares para circuitos monofásicos e bifásicos e tetrapolares para circuitos trifásicos.

Os quadros de distribuição elétricos devem ser instalados por pavimentos da obra, divididos por áreas de acordo com as dimensões do imóvel. Também podem ficar alojados em uma área técnica construída no centro da obra, para dela ser feita a distribuição dos eletrodutos, circuitos elétricos e circuitos de comunicação.

Seguindo para a instalação das luminárias, são utilizados bornes de ligação dos condutores dos circuitos com os condutores das luminárias, como são recorrentes as trocas de modelos e padrões de luminárias, o uso de bornes de ligação é muito eficiente para prevenção dos condutores no circuito.

Para a conexão dos condutores elétricos são utilizados bornes sak montados em trilhos din, dentro de quadros de passagem instalados para esse objetivo.

3.2 PROJETOS ELÉTRICOS E DE COMUNICAÇÃO

Para um melhor entendimento e salientar tudo o que foi abordado, segue abaixo uma descrição detalhada de projetos. Nestes projetos pode-se identificar a quantidade de circuitos, caminhos com eletrodutos, sistemas elétricos e de comunicação a serem instalados em uma obra alto custo de investimento e com altos padrões de qualidade. Os projetos foram apresentados em cortes para melhor

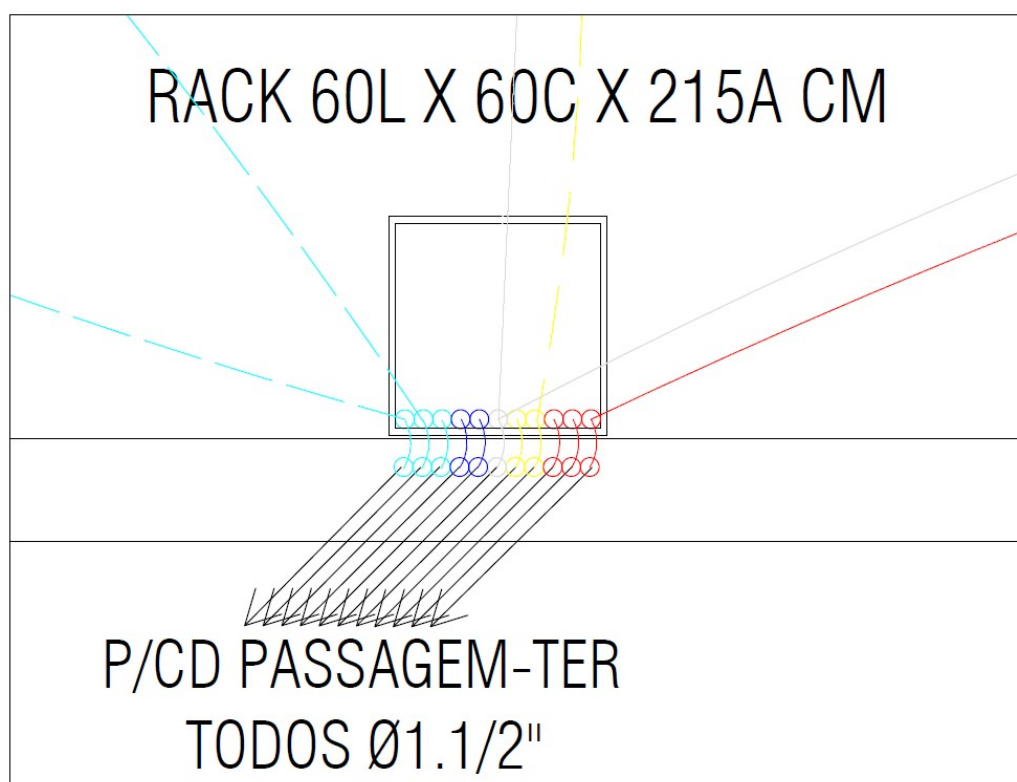
visualização.

Nos Anexos 01, 02 e 03, podem-se visualizar os projetos elétricos e de comunicação de uma obra residencial de alto investimento, com 1.315 metros de área construída, localizado no bairro Country na cidade de Cascavel/PR. Este projeto encontra-se com as pranchas plotadas em A1, disponibilizadas em três níveis de pavimentos.

As figuras a seguir demonstram algumas áreas dos projetos onde se pode visualizar alguns sistemas elétricos e de controle que foram utilizados na execução destes projetos.

Conforme pode ser notado na figura 09, o número de eletrodutos para passagem dos condutores que envolvem a comunicação é bem dividido e com seção de 1.1/2" por eletroduto. Como são divididos por categorias, facilitam a separação dos condutores por sistemas de alarme, CFTV, som, dados.

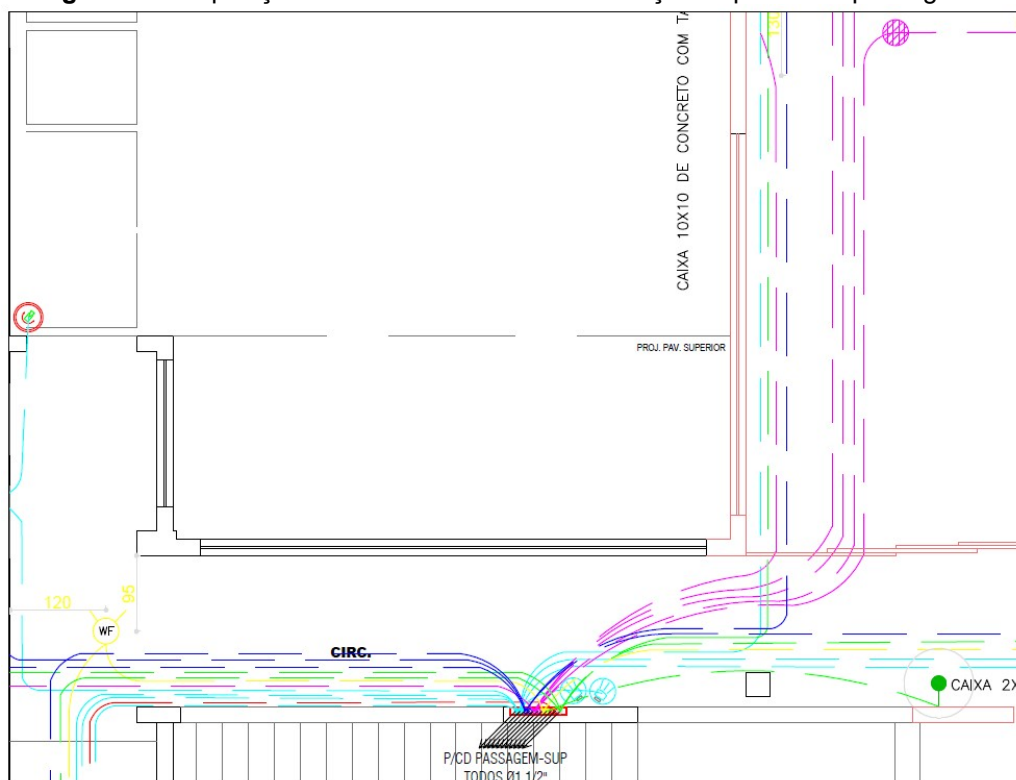
Figura 09: Posicionamento do rack onde serão instalados todos os sistemas de comunicação e domótica:



Fonte: Autor, 2018.

Quando o projeto contempla todas às áreas da comunicação que serão instaladas na obra, fica mais fácil fazer a leitura do projeto e executar os caminhos projetados para dispor os condutores, como pode ser constatado na figura 10, estão bem indicados os caminhos dos sistemas de antenas, áudio e vídeo, rede de dados, alarme, CFTV, telefone. Cada sistema tem seus caminhos definidos, não precisando cruzar condutores de sistemas diferentes.

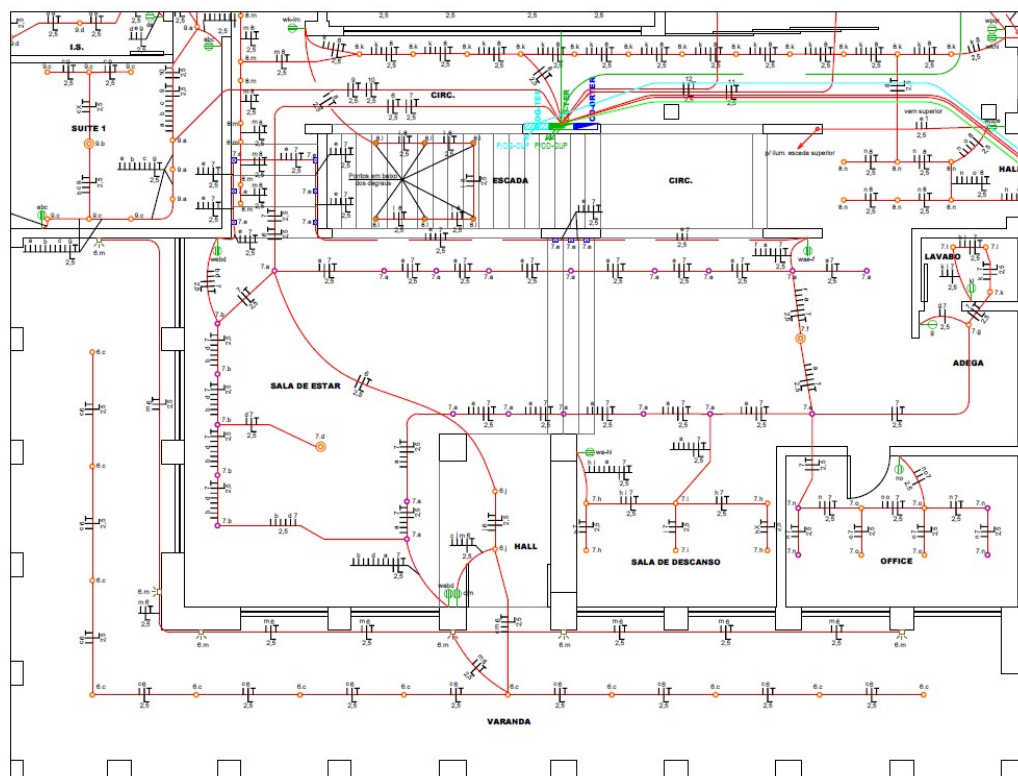
Figura 10: Disposição dos eletrodutos de comunicação e quadro de passagem:



Fonte: Autor, 2018.

A figura 11 detalha que o projeto contém alta densidade de circuitos, e praticamente todos são controlados por *software*, o grande número de circuitos aliados a inteligência da domótica, exige que o profissional tenha domínio desta tecnologia para poder realizar as configurações, programações e execuções necessárias para o funcionamento do sistema.

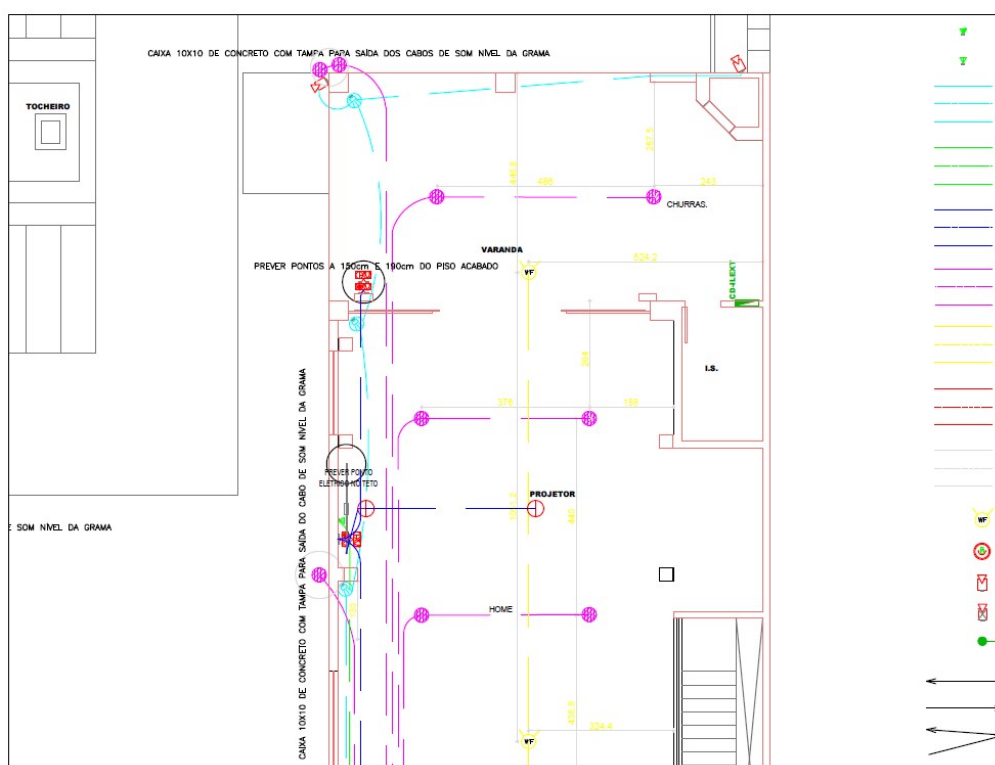
Figura 11: Circuitos de iluminação e domótica:



Fonte: Autor, 2018.

Na próxima figura de número 12, é mostrado o sistema de áudio e vídeo na sala de jogos, os equipamentos de automação e de controle de áudio e vídeo instalados, serão de grande potência, estes poderão ser controlados por aplicativos instalados em *tablets* e celulares, possibilitando controles mesmo à distância, porque o sistema estará interligado na rede de dados da residência.

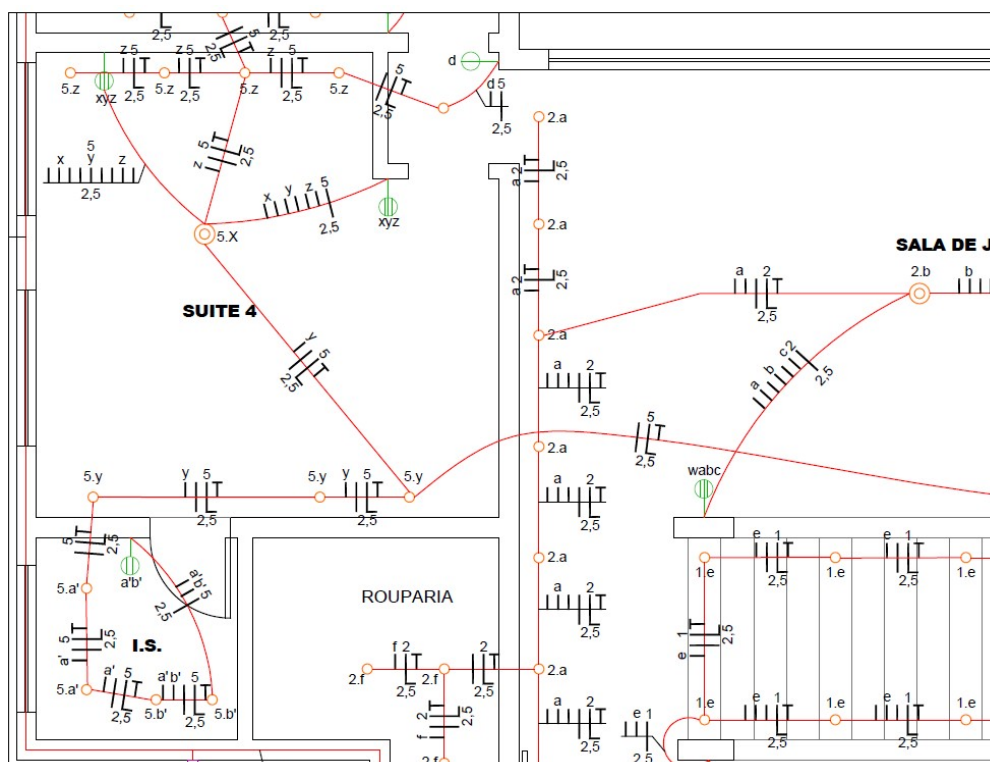
Figura 12: Sistema de áudio e vídeo e disposição das caixas de som:



Fonte: Autor, 2018.

Nas suítes e sala de jantar conforme a figura 13, a iluminação será composta por lâmpadas dimerizáveis e dimers, que farão o controle das intensidades de iluminação nos ambientes de acordo com a preferência dos moradores, as lâmpadas são de temperaturas de cores mornas e quentes.

As janelas são com persianas elétricas, controladas por interruptores e controles, facilitando assim o controle da luz natural de acordo com a escolha da pessoa que estará usando o local.

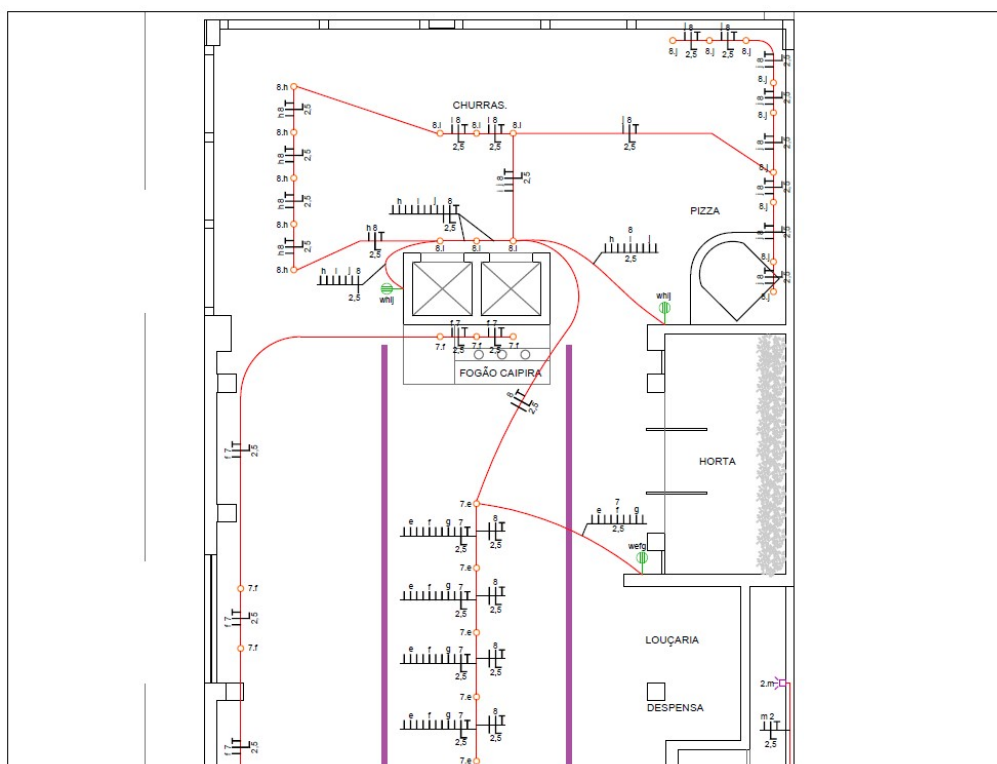
Figura 13: Circuitos elétricos de iluminação e tomadas:

Fonte: Autor, 2018.

Conforme a figura 14, na sala de jogos e churrasqueira temos um controle da iluminação de acordo com o cenário escolhido para atender a diversão escolhida. Interligada com o sistema de áudio e vídeo, as lâmpadas podem ser controladas seguindo o ritmo musical que estará tocando, lâmpadas com cores diferentes e dimerizáveis foram adotadas para este ambiente.

Na área da churrasqueira as grandes janelas com persianas elétricas fazem o controle da iluminação natural conforme a programação do cliente, sensores luxímetros fazem as leituras para o controle eficiente de acordo com as programações pré-definidas.

Figura 14: Circuitos elétricos na sala de jogos e churrasqueira:



Fonte: Autor, 2018.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Após a realização de todos os estudos para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão, ficou bem entendido que a busca por mão de obra qualificada, a valorização dos bons profissionais, a segurança de contratar engenheiros, torna a realização de uma obra, mais eficaz e com o mínimo de correções durante a execução da mesma.

A procura por novas tecnologias e sistemas que satisfaçam as necessidades dos clientes vem aumentando, com a entrada da automação residencial e predial, ficou mais fácil dispor de recursos que antes não haviam para trazer mais conforto e praticidade.

A qualificação dos profissionais que trabalham na área de tecnologia, deve estar sempre bem atualizada com relação as novas tecnologias elétricas, de comunicação e domótica. Engenheiros presentes nas execuções e no desenvolvimento dos projetos, fortalecem a qualidade e a segurança em se implantar sistemas de domótica, para o controle dos sistemas elétricos e de comunicação das obras com alta tecnologia instalada.

Quando no desenvolvimento e execução de uma obra, onde não são empregados recursos para dispor de mão de obra qualificada, aumentam os gastos com retrabalhos, desperdícios, erros por falta de acompanhamento técnico, dentre outras. Em geral, nas obras com mão de obra pouco preparada, ocorrem falhas que deixam a obra sem recursos para futuras instalações de alguns sistemas hoje muito utilizados, como alarme, CFTV, alguma carga a mais para ser instalada e não ter disposição de instalação no quadro elétrico, entre outras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da inserção no mercado de novas tecnologias e de materiais de acabamento mais luxuosos, tem despertado no consumidor o desejo de fazer uso dessas tecnologias em seu dia a dia e é a domótica, a parte da engenharia que oferece os equipamentos necessários para tornar as construções mais confortáveis, seguras, práticas e eficientes, assim como, contribui substancialmente para o atendimento as novas exigências dos consumidores.

Essas inovações, bem como o aumento das exigências dos consumidores, exigem a atuação de uma equipe multidisciplinar de engenharia nas obras, atuação essa que vai desde a projeção até a correta execução dos projetos.

Os profissionais precisam estar atualizados e capacitados, buscando estar familiarizados com a inserção dessas tecnologias e selecionar o que melhor se aplica a cada projeto, considerando suas particularidades. A escolha e implantação de um sistema domótico adequado proporciona economia no custo de implantação, cria facilidades para a instalação e para as possíveis expansões do projeto. Toda essa atenção e especialização reduzem-se os retrabalhos, desperdícios e custo total da obra.

Ao engenheiro cabe estar atento e preparado para que as concepções de seus projetos contemplem essas tecnologias da automação e promovam a interação dessa com os demais componentes e sistemas prediais, permitindo que os usuários possam desfrutar, da melhor forma, de seus benefícios.

Também é responsabilidade do Engenheiro Eletricista estar atento a evolução dessas tecnologias, uma vez que as novidades de hoje se tornam rapidamente obsoletas e ultrapassadas por tecnologias mais recentes, ou seja, o trabalho e o aperfeiçoamento nunca terminam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica.** 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-8>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

Regulação dos Serviços de Distribuição: Distribuição. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/regulacao-da-distribuicao>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

ARTEOR-LINHA CONCEITO. Disponível em: <http://www.legrand.com.br/arteor>. Acesso em 15 mai.2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:2004:** Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Brasil, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413/1992:** Iluminação de interiores. Brasil, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419/2001:** Proteção de estruturas contra descargas elétricas. Brasil, 2001.

BOHUI, W.; JINGWEI, G.; FEI, S. Análise da Estratégia de Controle de Qualidade de Construção Elétrica da Engenharia de Instalação Eletromecânica. **Southern Agricultural Machinery.** 2017; 48 (4): 186.

BULL, R.G.; HAWKINS, S.A.; TINSLEY, C.H., 1987. "Intelligent Buildings". **ERA Technology Ltd, Leatherhead.** Inglaterra, ERA Relatório No.87-0049.

BYRAIAH, BYRON G. Electrical Engineering. Disponível em: <https://www.wbdg.org/design-disciplines/electrical-engineering>. Acesso em 03/11/2018.

CATÁLOGO 2013/2014 EASY 9. Disponível em: https://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/Catalogo_Easy9_baixa_ultimo.pdf. Acesso em 20 mai. 2018.

CHEBERLE, LUCIANO A. D. **A Vida Útil de Instalações no Setor Elétrico e Sua Influência na Definição das Tarifas de Distribuição de Energia no Brasil.** Mestrado Profissional em Regulação e Gestão de Negócios, Universidade de Brasília - UnB, Brasília: 2013.

CLAMPER SÉRIE 800-822.B. Disponível em: <https://voltele.com.br/produto/clamper-serie-800-822-b/>. Acesso em 25 mai.2018.

Clanton & Associates: <http://www.clantonassociates.com/portfolio-union-station.php>. Acesso em 27/11/2018.

Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Energia: <https://www.cpfl.com.br>. Acesso em 28/11/2018.

Conceito de automação residencial (domótica) | Fórum da Construção
www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=2105. Acesso em 01 set. 2018.

COPEL-COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F01C009432D735E57032573FA00687CC4>. Acesso em 25 mai. 2018.

COTRIM, ADEMARO A.M.B. **Instalações Elétricas.** 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 15ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

Crestom Smart House. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4OzwTqqLfqY>. Acesso em 19/11/2018.

D'ÁVILA, RICARDO SANTOS. **Análise de perdas em instalações elétricas residenciais**. Dissertação de Mestrado – Programa de Interunidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

DIREITOS E NORMAS NA AMÉRICA DO NORTE. Disponível em: <https://www.pilz.com/pt-BR/knowhow/law-standards-norms/international-standards/north-america>. Acesso em 25 mai. 2018.

JD Projetos e Segurança. Disponível em: http://www.jdproseg.pt/1/domotica_automacao_908738.html. Acesso em 19/11/2018.

LINS, PATRÍCIA. **Consultoria e Treinamentos Elétricos, 2011**. Disponível em: <https://patricialins.org/>. Acesso em 02 nov. 2018.

MAGALDI, HELIO R. **Alarmes – O Livro do Instalador**. 1ª ed. São Paulo: Novatec, 2008.

MATTEDE, HENRIQUE. **Tabela de Dimensionamento de Eletroduto**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/tabela-de-dimensionamento-de-eletroduto/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

MORENO, HILTON. **Como é a vida de um eletricista nos Estados Unidos?, 2012**. Disponível em: http://omultiverso.com.br/arquivo/eima/ver_noticias.php?id=29. Acesso em 20 mai.2018.

POPA, SIMONA S.; UICU, LUMINITA. **Uma Integração de Instalações Elétricas, Projeto de Edifícios Inteligentes e Sustentáveis**. Jornal Internacional de Energia e Meio Ambiente, Suíça: 2015.

RIBEIRO, JOSÉ A. J. **Comunicações Ópticas**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2003.

RIBEIRO, JOSÉ A. J. **Engenharia de Antenas, Fundamentos, Projetos e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Érica 2012.

UNIVERSO ELÉTRICO DESIGN. Acabamentos Elétricos de Luxo. Disponível em: <https://www.universoeletrico.com.br/design/acabamentos-eletrico-de-luxo/>. Acesso em 19/11/2018.

VIEIRA, FELIPE. **Quanto ganha um eletricista dos EUA?, 2016**. Disponível em: <https://www.construliga.com.br/blog/salarioeletricistaewa/>. Acesso em 12 jun. 2018.

ANEXO A – PROJETO ELÉTRICO E DE COMUNICAÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM CASCAVEL/PR, PAVIMENTO INFERIOR

ANEXO B – PROJETO ELÉTRICO E DE COMUNICAÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM CASCAVEL/PR, PAVIMENTO TÉRREO

ANEXO C – PROJETO ELÉTRICO E DE COMUNICAÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM CASCAVEL/PR, PAVIMENTO SUPERIOR