

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

BRUNO AMARAL SOUZA

**ESTUDO DE CASO SOBRE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL EM
TEOFILO OTONI-MG**

**TEÓFILO OTONI
2017**

BRUNO AMARAL SOUZA
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

**ESTUDO DE CASO SOBRE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL EM
TEOFILO OTONI-MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica das Faculdades Unificadas de
Teófilo Otoni, como requisito parcial
para a obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Elétrica.**

**Área de concentração: Instalações
Elétricas**

Orientador Prof. Felipe Lagoas

TEÓFILO OTONI
2017



FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS** elaborado pelo aluno Bruno Amaral Souza foram aprovadas por todos os membros da banca examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni como requisito parcial para a obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Teófilo Otoni, 11 de dezembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador

Examinador 1

Examinador 2

Dedico este trabalho à minha Mãe, pelo amor, apoio e incentivo incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu orientador Felipe Lagoas, pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram a realização este trabalho.

Agradeço a minha mãe, pelo amor, carinho, paciência e seus ensinamentos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*Prossigo para o alvo, pelo prêmio da
soberana vocação de Deus em
Cristo Jesus..*

Filipenses 3:14

ABREVIATURAS E SIGLAS

A.R.T - Anotação de Responsabilidade Técnica

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

ABNT - Associação Brasileira de normas técnicas

CAD - computer aided design ou desenho auxiliado por computador

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CONFEA - Concelho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA - Concelho Regional de Engenharia e Agronomia

NBR - Norma Brasileira

ND - Norma de Distribuição

QDC - quadro de comando

QDG - Quadro de Distribuição Geral

TUE - tomada de uso específico

TUG - tomada de uso Geral

VA - Volt-amperes

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas para elaboração de projeto elétrico.....	27
Tabela 2 - Iluminação.....	28
Tabela 3 - Tomada de uso geral e força	30
Tabela 4 - Tomada de uso específico	31
Tabela 5 - Quantificação de Iluminação	32
Tabela 6 - Quantificação de Tomadas de Uso Geral e de Força	32
Tabela 7 - Quantificação de Tomadas de Uso Específico.....	33
Tabela 8 - Quadro de Cargas.....	33
Tabela 9 - Especificação de Condutores.....	35
Tabela 10 - Especificação de Disjuntores Termomagnéticos.....	35
Tabela 11 - Fatores de Demanda referente à iluminação e tomadas.....	38
Tabela 12 - Fatores de Demanda de Fornos e Fogões Elétricos.....	39
Tabela 13 - Fatores de Demanda de Aparelhos Eletro Domésticos, de Aquecimento, de Refrigeração e Condicionadores de Ar.....	39
Tabela 14 - Demanda Individual - Motores Trifásicos	41
Tabela 15 - Dimensionamento Para Unidades Consumidoras Urbanas ou Rurais Atendidas Por Redes de Distribuição Secundárias Monofásicas (127/220 V) ou Redes Secundárias Bifásicas (127/254 V)	42
Tabela 16 - Dimensionamento Para Unidades Consumidoras Urbanas ou Rurais Atendidas Por Redes de Distribuição Secundárias Trifásicas (127/220 V) – Ligação a 04 fios	43
Tabela 17 - Iluminação e Tomadas	45
Tabela 18 - Carga Instalada.....	48
Tabela 19 - Demanda De Iluminação E Tomadas.....	49
Tabela 20 - Demanda de Motores.....	50
Tabela 21 - Demanda Chuveiro	50
Tabela 22 - Demanda Torneira Elétrica	51
Tabela 23 - Demanda Ar Condicionado	52
Tabela 24 - Demanda Demais Aparelhos 01.....	52
Tabela 25 - Demanda Demais Aparelhos 02.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de circuitos	57
Figura 2 - Diagrama Unifilar do QDC 01 e QDC 02.....	58

ANEXOS

Anexo 1 - Prancha 01.....	64
Anexo 2 - Prancha 02.....	65
Anexo 3 - Prancha 03.....	66

RESUMO

A utilização da energia elétrica é um processo comum para todos os habitantes nos dias atuais, mas não necessariamente de forma segura e econômica. O projeto elétrico residencial é fator tão importante na construção de uma residência quanto um projeto arquitetônico. Ele demonstra as cargas aplicadas no local e aloca os pontos de consumo, gerando conforto, economia e segurança para quem utiliza. O estudo em questão utilizou o método de etapas, desde o dimensionamento dos equipamentos até o documento de responsabilidade técnica, e demonstrou um projeto de instalações elétricas em uma residência de médio porte. O projeto concluiu que o estudo sobre projeto elétrico residencial além de ser muito importante para o consumidor, é de mútua importância para o acadêmico pois por ser uma atividade básica do engenheiro eletricitista, a demanda é grande para esse tipo de trabalho.

Palavras-chave: Instalações Elétricas. Projeto Elétrico. Energia. Consumo. Economia.

ABSTRACT

The use of electricity is a common process for all inhabitants today, but not necessarily in a safe and economical way. Residential electrical design is as important a factor in building a home as an architectural project. It demonstrates the loads applied locally and allocates consumption points, generating comfort, economy and safety for those who use it. The study in question used the steps method, from the equipment dimensioning to the technical responsibility document, and demonstrated a project of electrical installations in a medium-sized residence. The project concluded that the residential electrical design study, besides being very important for the consumer, is of mutual importance to the academic because being a basic activity of the electrical engineer, the demand is great for this type of study.

Keywords: Electrical Installations. Electrical project. Energy. Consumption. Economy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Geração de energia elétrica no Brasil	18
2.2 A origem da crise energética	18
2.2.1 Medidas da crise energética da 2001	19
2.3 Desperdício de energia no Brasil	19
2.4 Conceito de projeto	20
2.5 A importância do projeto elétrico	20
2.6 Normas recomendadas	21
2.7 Elaboração do projeto	22
2.7.1 Tomadas de uso geral.....	22
2.7.2 Tomadas de uso específico.....	23
2.7.3 Quadro de distribuição	24
2.8 ABNT NBR 5444 – Símbolos Gráficos Para Instalações Elétricas Prediais	25
2.9 N.D.5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais	25
2.10 AutoCAD	25
3 METODOLOGIA	26
3.1 Classificação da Pesquisa Quanto as Fins	26
3.2 Classificação da Pesquisa Quanto aos Meios	26
3.3 Tratamento dos Dados	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1.2 Cargas de Tomadas de Uso Geral (TUG) de acordo a NBR 5410.....	29
4.1.3 Cargas de Tomadas de Uso Específico (TUE), Motores e Cargas Especiais de acordo a NBR 5410.....	31
4.2 Dimensionamento	32
4.2.1 Quantificação dos Circuitos.....	32
4.3 Memorial de Cálculo	36
4.3.1 Calculo de Demanda e Valores de Fator de Potência de Acordo a N.D.5.1	36
4.3.2 Fatores de Demanda de Acordo Com A N.D. 5.1	38
4.4. Determinando o tipo de fornecimento	45
4.5 Calculo de Demanda	49

4.6 Memorial Descritivo	54
4.6.1 Normas e Práticas complementares	54
4.6.2 Suprimento de Energia.....	55
4.6.3 Condutores Elétricos	55
4.6.4 Cabos De Potência De Baixa Tensão	55
4.6.5 Eletrodutos	55
4.6.6 Quadro Elétrico	56
4.6.7 Tomadas	56
4.6.8 Iluminação	56
4.6.9 Lâmpadas.....	56
4.6.10 Desenho do Projeto na planta baixa (AutoCAD)	56
4.7 Responsabilidade Técnica (RT)	58
4.8 A importância do projeto de instalações elétrica	59
5 CONCLUSÃO	61
REFERENCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Um projeto elétrico é a diretriz da instalação elétrica em residência, onde se planeja cada detalhe, trazendo confiabilidade, acessibilidade e facilitando para quem irá executar identificar com clareza o dimensionamento da instalação.

Para realizar a elaboração de um projeto elétrico de acordo com Mamede (2010), o profissional deve estar capacitado conforme os regulamentos exigidos pela NBR 5410:2008/ABNT e as normas da concessionária de energia elétrica responsável pelo suprimento, da localidade, tratando-se deste caso a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais).

A execução de um projeto otimiza o aproveitamento dos equipamentos, evitando a perda de materiais, porém necessita de um bom executor (eletricista habilitado) para que no final venha trazer resultados satisfatórios ao usuário final.

Esse trabalho visa demonstrar um projeto de instalações elétricas residencial conforme as exigências normativas da ABNT e da concessionária de energia elétrica. Nesse trabalho é apresentado como elaborar um projeto elétrico no Autocad, com as etapas fundamentais para uma instalação elétrica residencial, utilizando como base as normas ABNT NBR 5410, ABNT NBR 5444 e N.D.5.1.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Geração de energia elétrica no Brasil

Segundo Cide (2009), a energia elétrica provém do movimento de elétrons ou íons que é produzido numa máquina denominada de gerador elétrico. Para ser produzida em grandes quantidades utilizamos diversas fontes, tais como: a força das águas; os ventos; o sol; a biomassa; os combustíveis fósseis e nucleares. O Brasil possui vários rios, portanto a nossa energia elétrica é produzida principalmente por hidrelétrica (mais de 90%). Ainda assim, possuímos a eletricidade gerada em termelétricas que utilizam a fissão nuclear, carvão mineral e óleo combustível.

Para transformar a energia mecânica em energia elétrica, geralmente interrompe-se um rio construindo uma barragem. Isto provoca a formação de um lago artificial chamado reservatório. A água captada no reservatório é conduzida até a casa de força através de canais, túneis e/ou condutos metálicos fazendo movimentar uma turbina e também o gerador, pois este é acoplado mecanicamente à turbina. Após passar pela turbina hidráulica, na casa de força, a água é restituída ao leito natural do rio, através do canal de fuga.

2.2 A origem da crise energética

De acordo com Tolmasquim (2000), o ano de 2001 certamente vai ficar marcado na memória dos brasileiros não apenas pelo impacto econômico que o racionamento de energia causará, tais como a redução do crescimento econômico, aumento do desemprego, aumento do déficit da balança comercial, perda de arrecadação de impostos e efeito inflacionário, mas também, pelos grandes incômodos que a privação de energia causará à população. Entre 1990 e 2000 o consumo cresceu 49% enquanto a capacidade instalada foi expandida em apenas 35%. Se o Brasil tivesse um sistema termelétrico, este descompasso entre o crescimento da demanda e o crescimento da oferta já teria feito o país racionar há muito tempo. Se o Brasil não teve de racionar antes, foi porque utilizou no passado recente água guardada para ser consumida hoje. Com o uso das reservas os riscos de déficit de energia foram aumentando.

2.2.1 Medidas da crise energética da 2001

De acordo com Pinto (2017), o que marcou a população foram as medidas do governo federal para forçar os brasileiros a racionar energia. A partir de 1º de julho de 2001, os consumidores tiveram que cortar voluntariamente 20% do consumo de eletricidade, caso contrário, teriam um aumento no valor da energia. Segundo o plano, quem consumisse até 100 quilowatts/hora por mês (30% dos lares brasileiros) não precisaria economizar nada. Acima dessa faixa, a redução era obrigatória e os que não aderissem ao pacote corriam o risco de ter a luz cortada - por três dias na primeira infração e seis dias em caso de reincidência. O governo ainda impôs uma sobretaxa às contas de energia que fossem superiores a 200 quilowatts/hora por mês, pagando 50% a mais sobre o que excedesse a esse patamar. Haveria uma segunda sobretaxa, de 200%, para as contas acima de 500 quilowatts.

A troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes (bem mais econômicas) foram as principais formas de alcançar a meta de redução do consumo, bem como o desligamento de aparelhos eletrodomésticos, como geladeiras, freezers, televisão etc., durante alguns períodos do dia. Na indústria, máquinas alimentadas por energia elétrica foram trocadas por outras a gás.

Em 2001 a população brasileira foi obrigada a mudar seus hábitos de consumo de energia drasticamente. O motivo? O risco iminente de corte de energia elétrica em todo o país, um fenômeno que ficou conhecido como apagão. A crise energética estava ligada principalmente à falta de planejamento no setor e à ausência de investimentos em geração e distribuição de energia. Outro fator que contribuiu para agravar a situação foi o fato de que mais de 90% da energia elétrica do Brasil era produzida por usinas hidrelétricas, que necessitam de chuva para manter o nível adequado de seus reservatórios para a geração de energia. Entretanto, naquele ano houve uma escassez de chuva e o nível de água dos reservatórios das hidrelétricas estava baixo. Além disso, a ausência de linhas de transmissão impediu o governo de manejar a geração de energia de onde havia sobra para locais onde havia falta de eletricidade. (PINTO, 2017).

2.3 Desperdício de energia no Brasil

Segundo ABESCO (2017), a desatualização de maquinário industrial, de lâmpadas e de eletrodomésticos é o principal motivo para que o País deixasse de economizar em energia elétrica, nos últimos três anos, o equivalente a 1,4 vezes a produção da Itaipu Binacional do ano passado. De acordo com relatório divulgado no início deste mês pela ABESCO (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia), o País deixou escapar pela tomada R\$ 61,7 bilhões no período, o que poderia ser resolvido com incentivos governamentais à modernização industrial e à fabricação de produtos de consumo mais eficiente.

Sem tal desperdício, seria possível reduzir o uso de termelétricas em momentos de baixa nos reservatórios de usinas hidrelétricas e uma menor necessidade de investimentos na ampliação da rede, o que baratearia a tarifa. A quantidade de eletricidade que deixou de ser economizada é equivalente a 143,6 milhões de giga watt-hora (GWH), o que poderia abastecer por um mês uma cidade de 533 mil habitantes durante um mês, de acordo com a ABESCO. O número é quase a população de Londrina, que fechou 2016 com 553 mil habitantes, segundo estimativa do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ABESCO, 2017).

2.4 Conceito de projeto

Segundo Vanderson (2011) projetar, criar e apresentar possíveis soluções que possam ser implementadas para a resolução de determinados problemas sem em qualquer área de atuação. O projetista, visa atender a solução de uma necessidade, um resultado desejado, um objetivo.

2.5 A importância do projeto elétrico

De acordo com Póvoas (2010), uma instalação sem um projeto elétrico pode ultrapassar até 50% do valor, orçado originalmente pela ausência de um projeto elétrico bem estruturado. Para a execução e aproveitamento dos materiais elétricos, e necessários um projeto elétrico bem elaborado, normalmente um levantamento preliminar de cargas, planta da edificação, com a localização e identificação dos pontos de consumo; tomadas e interruptores;

esquema unifilar dos circuitos com nomenclatura e simbologia normatizadas; dimensionamento das bitolas e tipos de cabos a serem utilizados na instalação (fases, neutro, terra); divisão e balanceamento dos circuitos com as respectivas proteções; dimensionamento das bitolas dos eletrodutos de passagem dos cabos com as taxas de ocupação de norma (assim como seu melhor caminhamento); materiais a serem utilizados; cálculo da potência total demandada da instalação e desenho do padrão de entrada – com disjuntores, proteções e aterramentos de acordo com as exigências da Concessionária local e Normas Técnicas vigentes.

2.6 Normas recomendadas

De acordo com Mamede (2010), qualquer trabalho ou projeto, tem que ser elaborado, tendo como referencias os documentos normativos, que no Brasil, são de responsabilidade da ABNT (Associação Brasileira de Normas técnicas). É obrigação do responsável pelo projeto, também seguir as normas particulares seguir das concessionárias de serviço público responsáveis pelo suprimento de energia elétrica da localidade onde foi executado o projeto.

A concessionaria CEMIG estabelece as suas próprias normas de distribuição, (ND) 5.1 (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais). Essa e uma norma que não vai de encontro com as da ABNT, mas ela é um complemento para adequação das instalações de acordo com a concessionária. A ND 5.1 indica ao projetista quais as condições mínimas exigidas para que possa ser efetuado o fornecimento de energia. (MAMEDE, 2010).

A ABNT NBR 5410:2008 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão), é baseada na norma internacional IEC 60364 (Comissão Eletrotécnica Internacional), é a norma associada às instalações elétricas alimentadas por tensão nominal igual ou inferior a 1kV em corrente alternada (CA). As instalações com tensão nominal entre 1kV e 36,2kV em (CA), são chamadas de media tensão e estão associadas à norma ABNT NBR 14039:2005.

Segundo Cotrim (2008) A NBR 5410:2008 estabelece as condições a que as instalações de baixa tensão têm que aderir, para que se possa garantir um funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos e

também conservar os bens. É aplicada em instalações novas e a reformas em instalações existentes, sendo como “reforma”, ou em princípio, qualquer ampliação de instalação existente (como criação de novos circuitos e alimentação de novos equipamentos), bem como qualquer substituição de componentes que implique alteração de circuito.

2.7 Elaboração do projeto

Nesta etapa do projeto é necessário um conhecimento técnico e prático da estrutura que irá ser especificada. De acordo Mamede (2010), e usado de forma e como título de orientação, devem seguir os passos apontados como metodologia racional para a concepção do projeto elétrico, os itens abaixo.

- Concepção da planta baixa;
- Distribuição dos pontos de tomadas e iluminação;
- Localização dos quadros de distribuição geral;
- Localização dos quadros de distribuição secundária;
- Distribuição dos eletrodutos e condutores;
- Definição do diâmetro dos eletrodutos e condutores;
- Definição da proteção (Disjuntores);
- Lista de materiais.

A elaboração de um projeto de instalações elétricas é necessária que o profissional que irá fazer, necessite de plantas e cortes de arquitetura, além de conhecer a finalidade da instalação, recursos que estão disponíveis, localização da rede mais próxima e a característica da rede (CREDER, 2007).

2.7.1 Tomadas de uso geral

A norma NBR 5410:2004, traz o subitem para o dimensionamento de tomadas de uso geral 4.2.1.2.3 (Tomadas de uso geral).

Nas unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, o número de tomadas de uso geral deve ser fixado de acordo com o seguinte:

- Em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório, desde que observadas as restrições;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo uma tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que, acima de cada bancada com largura igual ou superior a 0,30 m, deve ser prevista pelo menos uma tomada;
- Em halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos uma tomada;
- Nos demais cômodos e dependências, se a área for igual ou inferior a 6 m², pelo menos uma tomada; se a área for superior a 6 m², pelo menos uma tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;

Nas unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, às tomadas de uso geral devem ser atribuídas as seguintes potências:

- Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por tomada, até três tomadas, e 100 VA, por tomada, para os excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente;

Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada.

- Em halls de escadaria, salas de manutenção e salas de localização de equipamentos, tais como, casas

2.7.2 Tomadas de uso específico

As tomadas de uso específico (TUE`s) são destinadas para ligação de equipamentos que sejam fixos ou estacionários. O direcionamento destas tomadas é contabilizado de acordo com o número de aparelhos que irão ser alimentados, por uma corrente nominal superior a 10 A (CAVALIN, 2012).

Conforme Creder (2007, p. 63), interpretou os pontos de tomadas de uso específico (TUE`s) deverão ter uma potência compatível com o equipamento a ser utilizado. Se não houver possibilidade do acesso a potência do equipamento a ser utilizado, caberá então ao projetista estipular para o ponto de tomada, uma potência igual à potência nominal do equipamento mais potente a ser utilizado no ambiente em questão, ou potência determinada a partir da corrente nominal da tomada e da tensão do respectivo circuito. Os pontos de tomada de uso específico devem ser instalados com no máximo 1,5 m do local previsto para instalação do equipamento.

2.7.3 Quadro de distribuição

É o local onde o projetista aloca toda distribuição da instalação elétrica, ou seja, onde são instalados os dispositivos de proteção. Recebe os condutores do ponto de entrada principal vindo diretamente do medidor. Dele também parte os circuitos esboçados na planta do ambiente, que alimentam as diversas cargas da instalação (lâmpadas, tomadas, condicionador de ar etc.) (CAVALIN, 2012, p. 191).

De acordo com Bertocel (2008, p. 52) o quadro de distribuição deverá:

- Conter um dispositivo de proteção diferencial residual contra choques elétricos;
- Ser instalado em um local de fácil acesso, com proteção adequada as influências externas e local onde haja maior concentração de cargas de potencias levadas;
- Possuir identificação dos circuitos;
- Possuir uma reserva para umas ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos previstos inicialmente.

2.8 ABNT NBR 5444 – Símbolos Gráficos Para Instalações Elétricas Prediais

É a norma que regulamenta e estabelece os símbolos gráficos referentes as instalações elétricas prediais. Basicamente utilizados para sistemas de luz e força, telefone interno e externo, sinalização, som, detecção, segurança, supervisão e controle e outros sistemas. Permite uma representação adequada e coerente dos dispositivos, tais como dutos e distribuição, quadros de distribuição, interruptores, luminárias, refletores, lâmpadas, tomadas, motores e transformadores e acumuladores.

2.9 N.D.5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais

Esta norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária, às edificações individuais, a partir das redes de distribuição aéreas, bem como fixar os requisitos mínimos para as entradas de serviço destas edificações (CEMIG, 2013).

2.10 AutoCAD

Criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982, o AutoCAD é um software do tipo CAD — *computer aided design* ou desenho auxiliado por computador – utilizado para criação de desenhos técnicos em 2D e 3D. É mutuamente utilizado principalmente por arquitetos, design de interiores, engenheiros e técnicos. Existe nas versões pagas e para estudantes nos sistemas operacionais Microsoft Windows e Mac OS.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa Quanto as Fins

A pesquisa se caracteriza como descritiva e quantitativa, pois foi realizado um estudo de caso sobre um projeto elétrico de instalação elétrica residencial no município de TEOFILO OTONI – MG.

3.2 Classificação da Pesquisa Quanto aos Meios

A pesquisa é classificada como estudo de caso, realizado na cidade de Teófilo Otoni -MG, Rua Arthur Atschim, 100, Bairro Doutor Laerte Laender. O terreno se caracteriza com 134,9m² de área total; 43,5 m² garagem, para o primeiro pavimento são 77,01m² e 78,07m² para o segundo pavimento, totalizando 198,13m² de construção, sendo ocupado 58,18%. No térreo é uma garagem com vagas para dois automóveis com Hall de entrada que dá acesso a uma escada, para o primeiro pavimento, sala de visita, sala de estar, sala (3 ambientes), uma sacada e um Hall com acesso a outra escada para o segundo pavimento, que dá acesso aos quartos e uma suíte Master. Foi dividido em três plantas arquitetônicas, sendo térreo, primeiro e segundo pavimento, para confecção do projeto elétrico.

3.3 Tratamento dos Dados

Foram feitas pesquisas de campo e coleta de dados para a confecção do projeto elétrico de acordo com as normas ABNT NBR 5410 e ABNT 5444 e conceituados todos os itens pesquisados.

O projeto elétrico residencial foi confeccionado com a ferramenta AutoCAD 2016, que é um software usado para desenhar o projeto em uma planta baixa, no caso de uma residência.

Forão também demonstrado através de gráficos, tabelas e esquemas, os símbolos utilizados, carga de iluminação, ponto de tomadas de uso geral, pontos de tomadas de uso específico, divisão das instalações, dispositivo de comando dos circuitos (disjuntores), interruptores, condutores, capacidade de condução

de corrente dos condutores, cálculo de fator de demanda e eletrodutos, visando a redução a quase zero o número de itens no projeto elétrico que não estão de acordo com as normas ABNT NBR 5410, ABNT 5444 e manual da concessionária local.

O projeto elétrico é feito através de etapas, essas podem ser tanto cálculos quanto desenhos em uma planta baixa. Este projeto elétrico foi elaborado em etapas, de acordo a Tabela 01:

Tabela 1 - Etapas para elaboração de projeto elétrico

ETAPA	DESCRIÇÃO	CONTEÚDO
1ª Etapa	Quantificação do sistema (NBR 5410)	Previsão de tomadas; previsão da iluminação e motores; cargas especiais.
2ª Etapa	Dimensionamento	Dimensionamento dos condutores; dimensionamento das tubulações; dimensionamento da proteção; dimensionamento dos quadros;
3ª Etapa	Memorial de Cálculo	Cálculo das previsões de carga; determinação da demanda; dimensionamento dos condutores; dimensionamento dos eletrodutos; dimensionamento da proteção.
4ª Etapa	Memorial Descritivo	Dados da Obra; notas; especificações.
5ª Etapa	Desenho do projeto na planta baixa (AutoCAD)	Escolha do local dos quadros; distribuição dos eletrodutos, lâmpadas e tomadas na planta baixa; diagramas unifilares dos disjuntores.
6ª Etapa	Responsabilidade Técnica (RT)	RT – Responsabilidade Técnica.

Fonte: Acervo da pesquisa

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento de Cargas: Quantificação do Sistema

4.1.1 Cargas de Iluminação de acordo a NBR 5410

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira Regulamentadora 5410, a previsão de iluminação de uma residência deve ser calculada da seguinte maneira (de forma simplificada):

- Áreas iguais ou inferiores a 6 m² - Um ponto de luz fluorescente de 20W.
- Áreas maiores que 6 m² - Um ponto de luz fluorescente de 20 W para os primeiros 6 m² e para cada 4 m², um ponto de luz fluorescente de 18 W.

Neste trabalho foram usadas apenas lâmpadas fluorescentes de 20 W para que facilitasse os cálculos de demanda, de acordo com as normas e grandezas luminotécnicas não é necessário a utilização de grandes quantidades de iluminação em algumas determinadas áreas. A luz, por produzir radiação e calor, em grande quantidade, pode ser prejudicial à saúde humana.

Assim, foi determinada a iluminação da residência por dependências (cômodos), de acordo com a seguinte tabela 02.

Tabela 2 - Iluminação

DEPENDÊNCIA	ÁREA (m ²)	DE ACORDO A NBR 5410	INSTALADAS
Hall	13,27	02	04
Garagem	26,67	06	02
Sacada	5,53	01	01
Sala (3 Ambientes) e Estar	41,25	09	02
Visita E Hall	11,75	02	04

Sala Jantar	13,93	02	01
Banho	2,13	01	01
Cozinha	7,26	02	01
Área	3,60	01	01
Terraço	12,59		
Sacada Frente	4,31	01	01
Suite Master	12,54	02	02
Banheiro	6,69	01	01
Closet	7,67	01	02
Hall	4,33	01	04
Quarto 02	9,72	01	01
Banho	2,84	01	01
Quarto 01	9,72	01	01
Sacada de Trás	6,45	01	01
TOTAL		36	31

FONTE: Acervo da pesquisa.

Observou-se que o total de lâmpadas fluorescentes que a NBR 5410 estabelece foi de 36 e o engenheiro determinou apenas 31 lâmpadas utilizando os conhecimentos de luminotécnica para produzir o projeto, assim oferecendo proteção à saúde dos habitantes e gerando uma economia aos proprietários.

4.1.2 Cargas de Tomadas de Uso Geral (TUG) de acordo com a NBR 5410

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira Regulamentadora 5410, a previsão de tomadas de uso geral (TUG) de uma residência deve ser calculada da seguinte maneira.

Em banheiros – Considerar pelo menos um ponto de tomada de força próximo ao lavatório e um ponto de tomada de uso geral para cada 3,5 m de perímetro (afastamento de no mínimo 60 cm do box).

Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos – Considerar um ponto de tomada de uso geral a cada 3,5 m de perímetro e pelo menos um ponto de tomada de força.

Em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

Em salas e dormitórios – Considerar pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m de perímetro.

Observa-se que: A potência das tomadas de força é de 600 W e das tomadas de uso geral, 100 W.

Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, sendo recomendável equipá-lo, portanto, com a quantidade de tomadas julgada adequada. As tomadas também devem ser espaçadas uniformemente no perímetro sempre quando possível. As tomadas foram distribuídas conforme Tabela 03.

Tabela 3 - Tomada de uso geral e força

DEPENDÊNCIA	PERÍMETRO (m)	DE ACORDO A NBR 5410		INSTALADAS	
		100 W	600 W	100 W	600 W
Hall	15,60	03		04	
Garagem	21,32	04		06	
Sacada	13,32	03		02	
Sala (3 Ambientes) e Estar	18,54	04		06	
Visita E Hall	13,52	03		02	
Sala Jantar	9,40	02		03	
Banho	6,30	01	01	01	01
Cozinha	10,82	02	01	06	01
Área	7,68	01	01	02	01
Terraço					
Sacada Frente	10,84	02		02	
Suite Master	13,22	03		08	
Banheiro	10,48	01	01	01	01
Closet	16,36	03		03	
Hall	9,38	02		02	
Quarto 02	12,52	03		07	

Banho	7,04	01	01	01	01
Quarto 01	12,52	03		07	
Sacada de Trás	16,72	03		02	

FONTE: Acervo da pesquisa.

Nem sempre as quantidades de tomadas supostas pela NBR 5410 vão atender aos cômodos no quais serão instaladas, então, poderão ser acrescentadas de quantas o engenheiro determinar para que um ponto não seja sobrecarregado com uso de “benjamins”, extensões, etc.

4.1.3 Cargas de Tomadas de Uso Específico (TUE), Motores e Cargas Especiais de acordo a NBR 5410

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira Regulamentadora 5410 quando um ponto de tomada for previsto para uso específico (TUE), deve ser a ele atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado ou à soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados. Quando valores precisos não forem conhecidos, a potência atribuída ao ponto de tomada deve seguir um dos dois seguintes critérios:

- Potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto pode vir a alimentar, ou potência calculada com base na corrente de projeto e na tensão do circuito respectivo;
- Os pontos de tomada de uso específico devem ser localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado;

Os pontos de tomada destinados a alimentar mais de um equipamento devem ser providos com a quantidade adequada de tomadas. As tomadas de uso específico foram distribuídas conforme a Tabela 04.

Tabela 4 - Tomada de uso específico

DEPENDÊNCIA	INSTALADAS	TIPO	POTÊNCIA (W)
-------------	------------	------	--------------

Garagem	01	Motor do portão	190
Cozinha	01	Torneira Elétrica	3500
Suite Master	01	Ar Condicionado	900
Banheiro	01	Chuveiro Elétrico	5500
Quarto 02	01	Ar Condicionado	900
Banho	01	Chuveiro Elétrico	5500
Quarto 01	01	Ar Condicionado	900

FONTE: Acervo da pesquisa.

Cada ponto de tomada específica deverá ter um circuito específico, ou seja, para cada equipamento da tabela acima, deverá ter um disjuntor próprio para alimentação e proteção, assim, visando o equilíbrio de cargas, não sobrecarregando os outros circuitos.

4.2 Dimensionamento

4.2.1 Quantificação dos Circuitos

Foi feita a quantificação de equipamentos de cada circuito, distribuído da forma mais uniforme possível as potências para os circuitos de proteção. As Tabelas 05, 06 e 07 quantificam os valores.

Tabela 5 - Quantificação de Iluminação

Nº CIRC.	DESCRIÇÃO DO CIRCUITO	QUANTIDADE DE LÂMPADAS DE 20 W	POTÊNCIA TOTAL (W)
1	Iluminação I	06	120
2	Iluminação II	10	200
3	Iluminação III	14	280
Total		30	600

FONTE: Acervo da pesquisa.

Tabela 6 - Quantificação de Tomadas de Uso Geral e de Força

Nº CIRC.	DESCRIÇÃO DO CIRCUITO	QUANT. DE TOMADAS DE 100 W	QUANT. DE TOMADAS DE 600 W	POTÊNCIA TOTAL (W)
----------	-----------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------

4	Tomada I	10	-	1000
5	Tomada II	11	-	1100
6	Tomada III	13	03	3100
7	Tomada IV	13	01	1900
8	Tomada V	19	01	2500
Total		71		9600

FONTE: Acervo da pesquisa.

Tabela 7 - Quantificação de Tomadas de Uso Específico

Nº CIRC.	DESCRIÇÃO DO CIRCUITO	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA TOTAL
9	Chuveiro I	01	5500
10	Chuveiro II	01	5500
11	Ar Cond. I	01	900
12	Ar Cond. II	01	900
13	Ar Cond. III	01	900
14	Torneira Elétrica	01	3500
15	Motor Portão	01	190

FONTE: Acervo da pesquisa.

4.2.2 Quadro de Cargas

Feita a quantificação, a casa foi dividida em 15 circuitos como mostra a Tabela 08.

Tabela 8 - Quadro de Cargas

Nº CIRC.	DESCRIÇÃO DO CIRCUITO	POT. TOTAL (W)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	CONDUTOR (mm ²)	DISJUNTOR (A)
1	Iluminação I	120	127	0,94	1,5	10
2	Iluminação II	200	127	1,57	1,5	10

3	Iluminação III	280	127	2,20	1,5	10
4	Tomada I	1000	127	7,87	2,5	10
5	Tomada II	1100	127	8,66	2,5	10
6	Tomada III	3100	127	24,40	4,0	25
7	Tomada IV	1900	127	14,96	2,5	15
8	Tomada V	2500	127	19,68	2,5	20
9	Chuveiro I	5500	220	25,0	4,0	25
10	Chuveiro II	5500	220	25,0	4,0	25
11	Ar Cond. I	900	220	4,09	1,5	10
12	Ar Cond. II	900	220	4,09	1,5	10
13	Ar Cond. III	900	220	4,09	1,5	10
14	Torneira Elétrica	3500	220	15,91	2,5	20
15	Motor Portão	190	220	0,86	1,5	10
Potência da Instalação (W)		27.590				

FONTE: Acervo da pesquisa.

O número de circuitos foi dividido de acordo com a necessidade da residência. Foram divididos três circuitos de iluminação, um para cada pavimento (a casa é constituída de três pavimentos; cinco circuitos de tomadas de uso específico, um circuito para o térreo, porque tem um número menor de tomadas, e dois para os demais, que a demanda é maior) e os circuitos para os aparelhos que necessitam de tomadas específicas (dois chuveiros, três equipamentos de ar condicionados, uma torneira elétrica e um motor de portão) totalizando 15 circuitos internos para a residência.

A potência total de alimentação de cada circuito varia conforme o número de aparelhos ligados ele. No caso da iluminação, foram quantificadas as lâmpadas de 20 W ligadas em um específico circuito, gerando um total de lâmpadas que é multiplicado pelo valor de sua respectiva potência, assim gerando o valor da potência total do circuito. O mesmo critério foi utilizado nas TUG's, mas o valor da potência a ser multiplicado pelo número de tomadas é de 100 W.

A potência total das tomadas de uso específico é, em muitas das vezes, encontrada no próprio aparelho (o fabricante nos informa este valor), no caso do chuveiro, por exemplo, que trabalha na potência de 5500 W.

A tensão de alimentação da casa varia de 127 V (este sendo aplicado apenas para circuitos de iluminação e tomadas) e 220 V (este sendo aplicado apenas para tomadas de uso específico, como o chuveiro, o ar condicionado, a torneira elétrica e o motor do portão).

O cálculo da corrente é feito através da razão entre a potência total e a tensão de alimentação. A especificação do condutor e do disjuntor (proteção) varia de acordo as Tabelas 09 e 10.

Tabela 9 - Especificação de Condutores

Condutor (mm²)	Corrente Máxima (A)
1,5	15
2,5	23
4,0	29
6,0	36
10,0	49
16,0	64
25,0	82

Fonte: ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Potência

Esta tabela mostra a corrente máxima suportada por cada condutor. É muito importante utilizar de forma correta os condutores a serem utilizados na residência, pois a utilização incorreta dos mesmos, por falta de conhecimento e não atendimento das normas pode gerar complicação futuras para o consumidor, como a queima dos condutores e até um possível incêndio na residência.

Tabela 10 - Especificação de Disjuntores Termomagnéticos

Tipo	Corrente Máxima (A)
-------------	----------------------------

Termomagnético	10
	15
	20
	25
	30
	35
	40
	50
	63
	80

Fonte: ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Potência

Assim como especificar os condutores de forma correta, também é muito importante utilizar os disjuntores termomagnéticos de maneira inteligente e eficaz, pois os disjuntores são a proteção do circuito, protegendo-o de qualquer sobre carga que possa acontecer, evitando uma série de fatores como incêndio, queima de equipamentos, explosões, etc.

4.3 Memorial de Cálculo

4.3.1 Cálculo de Demanda e Valores de Fator de Potência de Acordo a N.D.5.1

Segundo a Norma Regulamentadora 5.1 da Concessionária CEMIG (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais), o dimensionamento da entrada de serviço das unidades consumidoras urbanas ou rurais atendidas por redes secundárias trifásicas (127/220V), com carga instalada entre 15,1 kW e 75,0kW deve ser feito pela demanda provável da edificação, cujo valor pode ser maior, igual ou inferior a sua carga instalada.

A N.D 5.1 estabelece a norma para que seja feita a expressão do cálculo de demanda, mas também pode ser feito a critério do consumidor, de acordo com os aparelhos utilizados em sua residência.

Expressão para o cálculo da demanda:

$$D = a + b + c + d + e + f \text{ (kVA)} \quad (1)$$

Onde:

Quadro 1 - Especificação de Demanda

A	Demanda referente à iluminação e tomadas			
B	Demanda relativa aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento.	Devem ser aplicados, separadamente, à carga instalada dos seguintes grupos de aparelhos.	B1	Chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;
			B2	Aquecedores de água por acumulação e por passagem;
			B3	Fornos, fogões e aparelhos tipo "Grill";
			B4	Máquinas de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louças e ferro elétrico;
			B5	Demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, torradeira, liquidificador, batedeira, exaustor, ebulidor, etc.).
C	Demanda dos aparelhos condicionadores de ar. No caso de condicionador central de ar, utilizar fator de demanda igual a 100%.			
D	Demanda de motores elétricos			
E	Demanda de máquinas de solda e transformador <ul style="list-style-type: none"> • 100% da potência do maior aparelho; • 70% da potência do segundo maior aparelho; • 40% da potência do terceiro maior aparelho; • 30% da potência dos demais aparelhos. 			

F	Demanda dos aparelhos de raios-X <ul style="list-style-type: none"> • 100% da potência do maior aparelho; • 10% da potência dos demais aparelhos.
---	---

FONTE: N.D. 5.1 - CEMIG

O consumidor pode determinar a demanda de sua edificação, considerando o regime de funcionamento de suas cargas, ou alternativamente, solicitar à Cemig o cálculo da demanda de acordo com o critério apresentado na Norma Regulamentadora N.D. 5.1. Fala que este critério é um exemplo de cálculo da demanda, sendo do consumidor a responsabilidade da escolha do critério a ser adotado para o cálculo da demanda de sua edificação, que pode ser o critério apresentado na norma. (Norma Regulamentadora N.D. 5.1).

4.3.2 Fatores de Demanda de Acordo Com A N.D. 5.1

Para que fosse feito o cálculo de demanda da residência, foi preciso utilizar algumas tabelas da N.D. 5.1, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Fatores de Demanda referente à iluminação e tomadas

Carga Instalada CI (kW)	Fator de Demanda
$CI \leq 1$	0.86
$1 < CI \leq 2$	0.81
$2 < CI \leq 3$	0.76
$3 < CI \leq 4$	0.72
$4 < CI \leq 5$	0.68
$5 < CI \leq 6$	0.64
$6 < CI \leq 7$	0.60
$7 < CI \leq 8$	0.57
$8 < CI \leq 9$	0.54
$9 < CI \leq 10$	0.52
$CI > 10$	0.45

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. É recomendável que a previsão de cargas de iluminação e o número de tomadas, feita pelo consumidor, atenda as prescrições da NBR 5410.

2. Para lâmpadas incandescentes, considerar: $kVA = kW$ (fator de potência unitário).

3. Para lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, sódio e fluorescente) e tomada considerar: $kVA = kW / 0,92$.

Tabela 12 - Fatores de Demanda de Fornos e Fogões Elétricos

NÚMERO DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA	
	POTÊNCIA ATÉ 3,5kW	POTÊNCIA SUPERIOR A 3,5kW
1	0,80	1,00
2	0,75	1,00
3	0,70	0,80
4	0,66	0,65
5	0,62	0,55
6	0,59	0,50
7	0,56	0,45
8	0,53	0,43
9	0,51	0,40
10	0,49	0,36
11	0,47	0,35
12	0,45	0,34

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. Considerar para a potência destas cargas $kW = kVA$ (fator de potência unitário).

Tabela 13 - Fatores de Demanda de Aparelhos Eletrodomésticos, de Aquecimento, de Refrigeração e Condicionadores de Ar

Número de Aparelhos	Fator de Demanda %	Número de Aparelhos	Fator de Demanda %
1	100	16	43
2	92	17	42
3	84	18	41
4	76	19	40
5	70	20	40
6	65	21	39
7	60	22	39
8	57	23	39
9	54	24	38
10	52	25	38
11	49	26 a 30	37
12	48	31 a 40	36
13	46	41 a 50	35
14	45	51 a 60	34
15	44	61 ou mais	33

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. Aplicar os fatores de demanda à carga instalada determinada por grupo de aparelhos, separadamente.
2. Considerar kW = kVA (fator de potência unitário) para os aparelhos de aquecimento; para os demais, considerar kVA = kW / 0,92.

Tabela 14 - Demanda Individual - Motores Trifásicos

Valores Nominais do Motor					Demanda Individual Absorvida da Rede - kVA			
Potência		cosφ	η	Corrente (220 V) A	1 Motor (I)	2 Motores (II)	3 a 5 Motores (III)	mais de 5 Motores (IV)
Eixo CV	Absorvida Rede (kW)							
1/6	0,25	0,67	0,49	0,9	0,37	0,30	0,26	0,22
1/4	0,33	0,69	0,55	1,2	0,48	0,38	0,34	0,29
1/3	0,41	0,74	0,60	1,5	0,56	0,45	0,39	0,34
1/2	0,57	0,79	0,65	1,9	0,72	0,58	0,50	0,43
3/4	0,82	0,76	0,67	2,8	1,08	0,86	0,76	0,65
1,0	1,13	0,82	0,65	3,7	1,38	1,10	0,97	0,83
1,5	1,58	0,78	0,70	5,3	2,03	1,62	1,42	1,22
2,0	1,94	0,81	0,76	6,3	2,40	1,92	1,68	1,44
3,0	2,91	0,80	0,76	9,5	3,64	2,91	2,55	2,18
4,0	3,82	0,77	0,77	13	4,96	3,97	3,47	2,98
5,0	4,78	0,85	0,77	15	5,62	4,50	3,93	3,37
6,0	5,45	0,84	0,81	17	6,49	5,19	4,54	3,89
7,5	6,90	0,85	0,80	21	8,12	6,50	5,68	4,87
10,0	9,68	0,90	0,76	26	10,76	8,61	7,53	6,46
12,5	11,79	0,89	0,78	35	13,25	10,60	9,28	7,95
15,0	13,63	0,91	0,81	39	14,98	11,98	10,49	8,99
20,0	18,40	0,89	0,80	54	20,67	16,54	14,47	12,40
25,0	22,44	0,91	0,82	65	24,66	19,73	17,26	14,80
30,0	26,93	0,91	0,82	78	29,59	23,67	20,71	17,76
50,0	44,34	0,90	0,83	125	49,27	-	-	-
60,0	51,35	0,89	0,86	145	57,70	-	-	-
75,0	62,73	0,89	0,88	180	70,48	-	-	-

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. O fator de potência e rendimento são valores médios, referidos a 3600 rpm.

2. Exemplo de aplicação da Tabela:

- 1 Motor de 2,0 CV	Coluna III	- 1 x 1,68 = 1,68
- 3 Motores de 5,0 CV	(3 a 5 motores)	- 3 x 3,93 = 11,79
		Total = 13,47kVA

Tabela 15 - Dimensionamento Para Unidades Consumidoras Urbanas ou Rurais Atendidas Por Redes de Distribuição Secundárias Monofásicas (127/220 V) ou Redes Secundárias Bifásicas (127/254 V)

Fornecimento		Carga Instalada		Número de		Proteção	Ramal de Entrada		Aterramento		Condutor de proteção	Poste (5)				Pontaleta (5)	
Tipo	Faixa			Fios	Fases		Disjuntor Termo - Magnético	Condutor Cobre PVC - 70°C (3)	Eletroduto			Condutor Cobre nu	Eletrodo	Mesmo Lado da Rede		Lado Oposto da Rede	
		PVC	Aço			Aço			Concreto	Aço	Concreto						
		de	até	A	mm ²		mm	mm ²				Quantidade	mm ²	Tipo			
A	A1	-	5,0	2	1	40	6	32	25	10	1	6	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
	A2	5,1	10,0			70	16										
B	B1	-	10,0	3	2	40	10	32	25	10	1	10	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
	B2	10,1	15,0			60	16										

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. As seções dos condutores e os diâmetros dos eletrodutos são mínimos.
2. Para condutores com seção igual ou superior a 10mm² é obrigatório o uso de cabo.
3. O condutor neutro do ramal de entrada deve ter seção igual à dos condutores fase.
4. O engastamento do poste do padrão de entrada deve ser em base concretada para fornecimento tipo B.

5. As unidades consumidoras tipo A e B localizadas em área rural não são atendidas com transformador exclusivo, ou seja, são atendidas através de transformador compartilhado independentemente da localização desse transformador.

Tabela 16 - Dimensionamento Para Unidades Consumidoras Urbanas ou Rurais Atendidas Por Redes de Distribuição Secundárias Trifásicas (127/220 V) – Ligação a 04 fios

Fornecimento		Demanda Provável		Número de		Proteção	Ramal de Entrada			Aterramento		Condutor de proteção	Poste (5)				Pontaleta (5)
Tipo	Faixa			Fios	Fases		Disjuntor Termo - Magnético	Condutor Cobre PVC - 70°C (3)	Eletroduto		Condutor cobre nu		Eletrodo	Mesmo Lado da Rede		Lado Oposto da Rede	
		PVC	Aço			Aço			Concreto	Aço		Concreto					
de		até		A	mm ²		mm				mm ²		Quantidade	mm ²	Tipo		
kVA																	
C	C1	-	15,0	4	3	40	10	32	25	10	2	10	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
	C2	15,1	23,0			60	16										
	C3	23,1	27,0			70	25	40	32			16					
	C4	27,1	38,0			100	35										
	C5	38,1	47,0			120	50	50	40		25	PA2	PA5				
	C6	47,1	57,0			150	70	60	50		3	35	PA3	PC3	PA6	PC3	
	C7	57,1	66,0			175	95	75	65								
	C8	66,1	75,0			200											

FONTE: N.D 5.1 – CEMIG

NOTAS:

1. As seções dos condutores e os diâmetros dos eletrodutos são mínimos.
2. Para condutores com seção igual ou superior a 10mm² é obrigatório o uso de cabo.
3. O condutor neutro do ramal de entrada deve ter seção igual à dos condutores fase.
4. O engastamento do poste do padrão de entrada deve ser em base concretada.

5. As faixas C6 a C8 corresponde a ligações com medição indireta. As demais correspondem a medição direta.

6. As unidades consumidoras tipo C localizadas em área rural não são atendidas com transformador exclusivo, ou seja, são atendidas através de transformador compartilhado independentemente da localização desse transformador.

4.4. Determinando o tipo de fornecimento

A Tabela 17 nos dá informações sobre a área, o perímetro, a quantidade de lâmpadas, a quantidade de tomadas de uso geral e de força e a quantidade de tomadas de uso específico. Foi feita uma comparação da quantidade que a norma estabelece e a quantidade que foi instalada afim de garantir uma série de fatores como a comodidade do cliente e a segurança.

Tabela 17 - Iluminação e Tomadas

DEPENDÊNCIA	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)	DE ACORDO A NBR 5410				INSTALADAS			
			ILUMINAÇÃO (20 W)	TOMADAS			ILUMINAÇÃO (20 W)	TOMADAS		
				TUG		TUE		TUG		TUE
				100 W	600 W			100 W	600 W	
HALL	13,27	15,60	02	03			04	04		
GARAGEM	26,67	21,32	06	04		01	02	06		01
SACADA	5,53	13,32	01	03			01	02		

SALA (3 AMBIENTES) E ESTAR	41,25	18,54	09	04			02	06		
VISITA E HALL	11,75	13,52	02	03			04	02		
SALA JANTAR	13,93	9,40	02	02			01	03		
BANHO	2,13	6,30	01	01	01		01	01	01	
COZINHA	7,26	10,82	02	02	01	01	01	06	01	01
ÁREA	3,60	7,68	01	01	01		01	02	01	
TERRAÇO	12,59									
SACADA FRENTE	4,31	10,84	01	02			01	02		
SUITE MASTER	12,54	13,22	02	03		01	02	08		01
BANHEIRO	6,69	10,48	01	01	01	01	01	01	01	01
CLOSET	7,67	16,36	01	03			02	03		
HALL	4,33	9,38	01	02			04	02		
QUARTO 02	9,72	12,52	01	03		01	01	07		01
BANHO	2,84	7,04	01	01	01	01	01	01	01	01
QUARTO 01	9,72	12,52	01	03		01	01	07		01
SACADA TRÁS	6,45	16,72	01	03			01	02		

TOTAL	31	65	05	
-------	----	----	----	--

FONTE: Acervo da pesquisa.

Depois de totalizadas as tomadas e as lâmpadas, foi feito um quadro de equipamentos para obtenção da carga instalada. Alguns se encontram na planta arquitetônica, outros foram deduzidos para que a aplicação de tomadas e cargas fosse feita de maneira correta.

Tabela 18 - Carga Instalada

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
30	Lâmpadas Florescentes	20	600
66	Tomada	100	6600
05	Tomada	600	3000
01	Motor Trifásico ¼ Cv	190	190
04	Televisão de Cores	90	360
01	Aparelhos de Som	20	20
01	Geladeira	200	200
01	Torneira Elétrica	3500	3500
01	Micro-Ondas	750	750
03	Ar Condicionado	900	2700
02	Chuveiro	5500	11000
01	Computador Portátil	250	250
01	Máquina de Lavar	3500	3500
Total Geral da Carga Instalada			32670 = 32,67 kW

FONTE: Acervo da pesquisa.

A carga instalada é superior a 15kW (32,67 kW), o fornecimento deve ser a 4 fios (Tabela 16 - Dimensionamento Para Unidades Consumidoras Urbanas ou Rurais Atendidas Por Redes de Distribuição Secundárias Trifásicas (127/220 V) – Ligação a 04 fios), sendo o dimensionamento da entrada de serviço feito pela demanda provável.

4.5 Calculo de Demanda

O cálculo de demanda foi elaborado de acordo as instruções da N.D 5.1, seguindo todos os passos indicados e agrupando da forma especificada pelo QUADRO 01 – Especificação de Demanda. As expressões utilizadas para os cálculos são:

$$D = \frac{PT \times FD}{0.92} \quad e \quad D = PT \times FD \quad (2)$$

Onde:

D = Demanda

PT = Potência Total

FD = Fator de Demanda

Na Tabela 19, foi feito o agrupamento das lâmpadas fluorescentes de 20 W, as tomadas de uso geral no valor de 100 W e as tomadas de força no valor de 600 W.

Tabela 19 - Demanda De Iluminação E Tomadas

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
30	Lâmpadas Fluorescentes	20	600
66	Tomada	100	6600
05	Tomada	600	3000
Total Geral da Carga Instalada			10.200= 10,20 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 10,20 KVA Fator de Demanda 0,45 (o valor do fator de demanda é especificado de acordo a quantidade da carga instalada do agrupamento, conforme a TABELA 11)

Demanda de Iluminação e Tomadas

$$10,20 \text{ KVA} \times 0,45 = 4,59 \text{ KVA} / 0,92 = 4,98 \text{ KVA}$$

O valor da demanda de iluminação e tomadas foi de 4,98 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência. Conforme especificado na TABELA 11, foi feito o agrupamento dos motores para calcular a demanda.

Tabela 20 - Demanda de Motores

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
01	Motor Trifásico ¼ CV	190	190
Total Geral da Carga Instalada			190 = 0,19 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

01 Motor de ¼ CV - Fator de Demanda – 0,48 (o valor do fator de demanda dos motores é localizado de acordo o número de motores e a quantidade de CV com que ele trabalha, seguindo a TABELA 14.

Demanda Motores –

$$01 \times 0,48 = 0,48 \text{ KVA}$$

O valor da demanda dos motores foi de 0.48 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência.

Os aparelhos de aquecimento e refrigeração devem ser calculados de acordo com sua natureza, mas ambos utilizam os mesmos valores de fator de demanda. Na TABELA 13, foram agrupados os chuveiros.

Tabela 21 - Demanda Chuveiro

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
02	Chuveiro Elétrico	5500	11000
Total Geral da Carga Instalada			11000 = 11 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 11 KVA – Fator de Demanda – 0,92 (o valor do fator de demanda para o cálculo da CI dos aparelhos de aquecimento é adquirido através do número de aparelhos do agrupamento, conforme a TABELA 13).

Demanda Chuveiro –

$$11 \times 0,92 = 10,12 \text{ KVA}$$

O valor da demanda dos chuveiros foi 10,12 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência.

A torneira elétrica, por ser um aparelho de aquecimento, foi agrupada separadamente, conforme a TABELA 13.

Tabela 22 - Demanda Torneira Elétrica

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
01	Torneira Elétrica	3500	3500
Total Geral da Carga Instalada			3500 = 3,5 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 3,5 KVA – Fator de Demanda – 0,92 (o valor do fator de demanda para o cálculo da CI dos aparelhos de aquecimento é adquirido através do número de aparelhos do agrupamento, conforme a TABELA 13).

Demanda Torneira Elétrica –

$$3,5 \times 1 = 3,5 \text{ KVA}$$

O valor da demanda da torneira elétrica foi 3,54 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência.

Os aparelhos de ar condicionado, por ser um aparelho de refrigeração, foram agrupados separadamente, conforme a TABELA 13.

Tabela 23 - Demanda Ar Condicionado

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
03	Ar Condicionado	900	2700
Total Geral da Carga Instalada			2700 = 2,7 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 2,7 KVA – Fator de Demanda – 0,84 (o valor do fator de demanda para o cálculo da CI dos aparelhos de refrigeração é adquirido através do número de aparelhos do agrupamento, conforme a TABELA 13).

Demanda Ar Condicionado –

$$2,7 \times 0,84 = 2,27 / 0,92 = 2,47 \text{ KVA}$$

O valor da demanda dos aparelhos de ar condicionado foi 2,47 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência.

Os demais aparelhos instalados na residência utilizam os mesmos valores que os aparelhos de aquecimento e refrigeração (TABELA 13), mas são agrupados de forma distinta, de acordo o QUADRO 01.

Na TABELA 18, foram agrupadas partes dos demais aparelhos (com potências maiores) para o cálculo da demanda.

Tabela 24 - Demanda Demais Aparelhos 01

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
01	Micro-Ondas	750	750
01	Máquina de Lavar	3500	3500
Total Geral da Carga Instalada			4250 = 4,25 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 4,25 KVA – Fator de Demanda – 0,92 (o valor do fator de demanda para o cálculo da CI dos demais aparelhos é adquirido através do número de aparelhos do agrupamento, conforme a TABELA 13).

Demanda Demais Aparelhos 1 –

$$4,25 \times 0,92 = 3,91 / 0,92 = 4,25 \text{ KVA}$$

O valor da demanda dos demais aparelhos 1 foi 4.25 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência.

Na TABELA 17, foram agrupados os aparelhos de potência menor para o cálculo de demanda.

Tabela 25 - Demanda Demais Aparelhos 02

QUANT.	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	
		UNITÁRIA (W)	TOTAL (W)
04	Televisão de Cores	90	360
01	Aparelhos de Som	20	20
01	Geladeira	200	200
01	Computador Portátil	250	250
Total Geral da Carga Instalada			830 = 0,83 KVA

FONTE: Acervo da pesquisa.

Carga instalada = 0,83 KVA – Fator De Demanda – 0,60 (o valor do fator de demanda para o cálculo da CI dos demais aparelhos é adquirido através do número de aparelhos do agrupamento, conforme a TABELA 13).

Demanda Demais Aparelhos 2 –

$$0,83 \text{ KVA} \times 0,60 = 0,5 / 0,92 = 0,54 \text{ KVA}$$

O valor da demanda dos demais aparelhos 2 foi 0,54 kVA, que será utilizado no cálculo do valor total da residência

Calculados todos os agrupamentos e adquirido seus respectivos valores de demanda, somamos todos os valores para obtenção do valor da demanda total da residência, que será utilizado para sabermos qual será o fornecimento primário (entrada de serviço) que vem da concessionária de energia, no caso, a CEMIG.

Demanda Total da Residência

Demanda de Iluminação E Tomadas – 4,98 kVA

Demanda Motores - 0,48 kVA

Demanda Chuveiro - 10,12 kVA
Demanda Torneira Elétrica - 3,5 kVA
Demanda Ar Condicionado – 2,47 kVA
Demanda Demais Aparelhos 01 - 4,25 kVA
Demanda Demais Aparelhos 02 – 0,54 kVA
<hr/>
TOTAL – 26,34 kVA

De acordo a TABELA 16, obtivemos as seguintes informações:

- 1. Fornecimento Trifásico C3,**
- 2. Disjuntor Termomagnético De 70 A,**
- 3. Condutor de 25 mm²,**
- 4. Eletroduto de PVC 40 mm,**
- 5. Condutor De Aterramento 10 mm²,**
- 6. Condutor De Proteção 16 mm².**

4.6 Memorial Descritivo

O memorial descritivo tem por finalidade demonstrar parâmetros e condições técnicas e mínimas estabelecidas pelas Normas ao projeto, sempre procurando correlaciona-los ao aprendizado teórico e prático da matéria Instalações elétrica.

4.6.1 Normas e Práticas complementares

O Projeto deve como base e complementação as NBR referidas abaixo:

- NBR 5115 - Lâmpadas Fluorescentes para iluminação geral – Especificação.
- NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimento.
- NBR 14136 - Plugues e tomadas para uso doméstico – Especificações.
- NBR 6150 - Eletrodutos de PVC rígido – Especificação.
- NBR 6255 - Interruptores de uso doméstico.
- NBR 6527 - Interruptores de uso doméstico - Especificações.
- NBR 6880 - Condutores de Cobre para cabos isolados.

- N.D. 5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária
- Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais

4.6.2 Suprimento de Energia

A energia fornecida foi feita através de uma ligação em baixa tensão derivada da rede pública local. A alimentação será em tensão secundária de classe 127/220V. O suprimento de energia foi feito em tensão primária de classe C3 – 26,34 kVA. Partirá do ponto de entrega, 4 cabos de 25mm² em direção a medição. Da medição partirão 3 condutores fase de 25mm², e 1 cabo 16mm² para o aterramento.

4.6.3 Condutores Elétricos

Os cálculos para dimensionamento dos condutores foram feitos com base na NBR-5410 e nas tabelas da concessionária local CEMIG. Levando em consideração uma demanda alta, tendo em vista tratar-se de uma residência de grande porte, portanto foram estipulados os valores mínimos para sistema trifásico 220/127V para cabos e disjuntores.

4.6.4 Cabos De Potência De Baixa Tensão

Deverão possuir isolamento em PVC, com características especiais para não propagação de chamas (BWF), auto extinção do fogo, isento de chumbo e de metais pesados e com certificado de Conformidade emitido pelo INMETRO.

4.6.5 Eletrodutos

Os eletrodutos de PVC serão rígidos ou flexíveis, roscáveis, anti chamas nas bitolas indicadas em tabela e projeto em anexo e com todos os acessórios próprio ou equivalente técnico.

Os eletrodutos deverão ser instalados com cuidado, de modo a se evitar massas que reduzam os seus diâmetros, quando cortados a serra, terão suas bordas limadas para remover as rebarbas e então lixadas e pintadas a uma demão de anti-

ferrugem. As emendas serão feitas com luvas atarraxadas e se instalados na área externa serão de PVC rígido.

4.6.6 Quadro Elétrico

O projeto possui 03 (três) quadros elétricos – QDG – Quadro de Distribuição Geral, onde são distribuídos para cada pavimento, podendo ser de embutir ou sobrepor, serão completos, com fechadura, porta, barra de cobre e disjuntores. Saliendo que os disjuntores serão instalados nos quadros conforme diagrama unifilar.

4.6.7 Tomadas

Todas as tomadas de uso geral serão do tipo 2P+T universal de 20A, pino redondo em formato sextavado conforme NBR14136 e na cor branca instaladas a 0,30m, 1,20m ou 2,10m do piso como indicado em projeto.

4.6.8 Iluminação

As luminárias por motivo de segurança deveram ser instaladas conforme detalhes do projeto.

4.6.9 Lâmpadas

No projeto foram dimensionadas lâmpadas fluorescentes de 100 W por questão de baixo consumo, prevalecendo o custo benefício. Serão utilizadas, ainda, luminárias tipo arandela nas escadas, com bocal E-27 para lâmpadas fluorescentes compactas de 100 W.

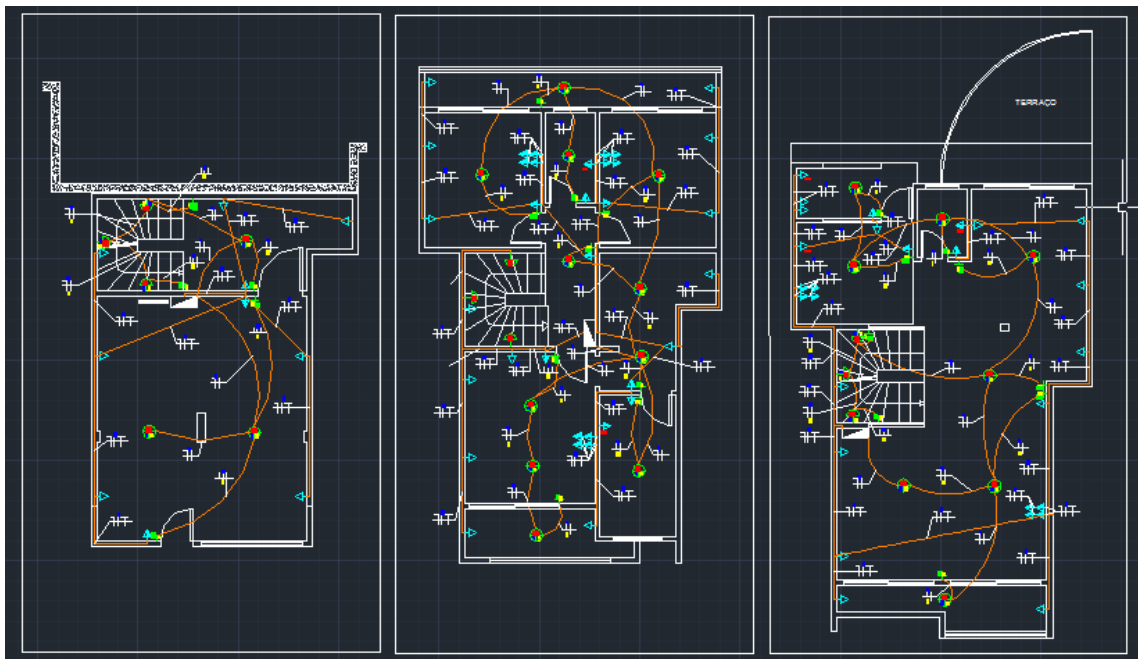
4.6.10 Desenho do Projeto na planta baixa (AutoCAD)

O projeto foi desenvolvido no software AutoCAD, que é um programa próprio para desenhos de plantas utilizados por engenheiros e arquitetos. A representação

dos quadros, dos interruptores, das tomadas, etc., foi feita baseada na Norma Regulamentadora – NBR 5444 – Símbolos Gráficos para Instalações Elétrica Prediais. O primeiro passo foi a escolha da localização dos quadros (os quadros devem ser localizados no centro de massa da casa ou pavimento, onde é fácil de ser localizado em caso de emergências e por fim de distribuição dos condutores e condutos). A casa é composta de dois quadros, onde o QDC 01 é localizado no 1º pavimento, contendo os circuitos do térreo e do 1º pavimento, e o QDC 02 é localizado no 2º pavimento, contendo os circuitos do 2º pavimento e um disjuntor geral para acionamento do QDC 01.

Feito o posicionamento dos quadros, foram distribuídos os eletrodutos, as lâmpadas e as tomadas de uso geral, de força e de uso específico por toda a residência obedecendo as normas de desenho técnico.

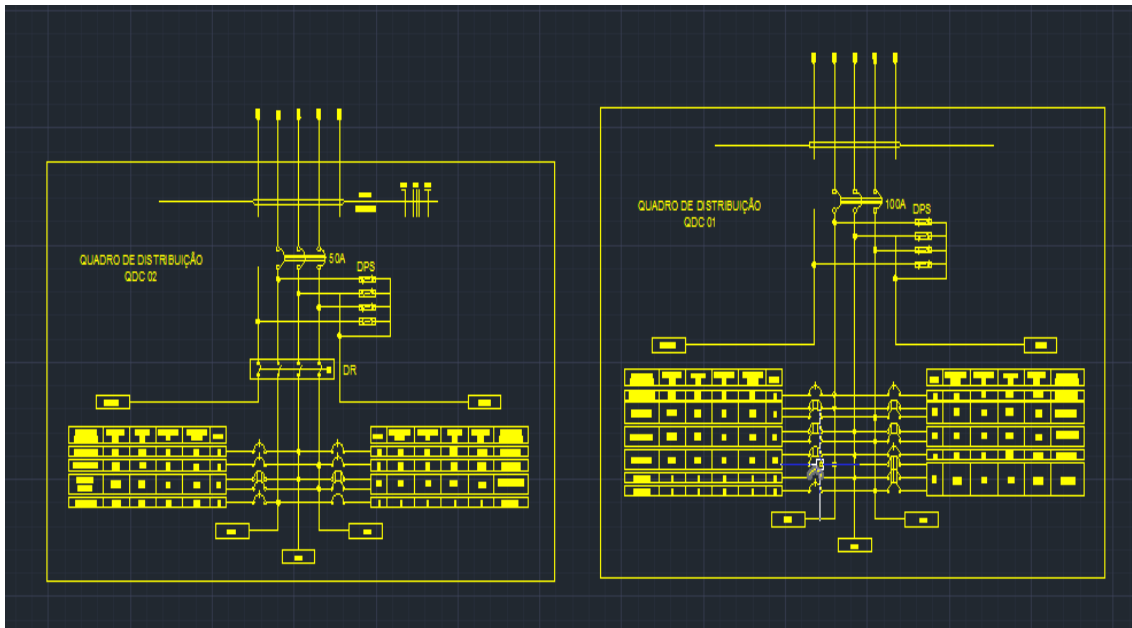
Figura 1 - Distribuição de circuitos



FONTE: AutoCAD, Windows 10.

Para uma melhor visualização, a planta elétrica será impressa em forma A1, onde ficará bem visível a distribuição dos componentes que compõe o projeto. Também foi feito um diagrama unifilar dos quadros QDC 01 e QDC 02, conforme imagem abaixo.

Figura 2 - Diagrama Unifilar do QDC 01 e QDC 02.



FONTE: AutoCAD, Windows 10.

O projeto também é composto por legendas, diagramas multifilares das tomadas e dos interruptores, dos quadros de potências e de notas e advertências das ABNT NBR 5410.

4.7 Responsabilidade Técnica (RT)

A A.R.T. (Anotação de Responsabilidade Técnica) é o instrumento que define, para os efeitos legais, os responsáveis técnicos pela execução de obras ou prestação de serviços relativos às profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, segundo o CREA-MG. Todo serviço executado por um profissional cadastrado no sistema do CREA-MG, deve ser seguida de uma A.R.T. Nenhuma obra/serviço poderá ter início sem a competente Anotação de Responsabilidade Técnica (Art. 28 da Resolução 1.025/09). Ela é obrigatória para todo contrato verbal ou escrito. Podem ser canceladas ou mesmo anuladas, conforme o caso.

A A.R.T. é expedida pelo CREA-MG (cada estado tem seu conselho CREA local) no site crea-mg.org.br (cada profissional tem seu acesso com login e senha) e é acompanhada de três vias, uma para o profissional (esta que será contabilizada no seu Acervo Técnico), outra para o local onde está sendo executado o serviço e outra

para o cliente. A A.R.T é de mútua importância para todos os envolvidos, pois garante a conformidade da execução do serviço em relação ao órgão fiscalizador, no caso o CREA-MG.

4.8 A importância do projeto de instalações elétrica

Com a crescente complexidade dos empreendimentos e com o progresso tecnológico o desenvolvimento de produto na construção envolve cada vez mais interesses e conhecimentos especializados, implicando na mobilização de diferentes profissionais para tratar em profundidade os múltiplos problemas colocados no projeto (FABRÍCIO, et. al.2012)

Para a boa execução de uma edificação, ótimo aproveitamento dos materiais, evitando os frequentes desperdícios e garantia de satisfação final do usuário, há necessidade de um projeto bem elaborado, uma execução competente e um controle eficiente das instalações. No ramo da construção civil, por vezes, é dada muita importância e prioridade aos projetos arquitetônicos e estruturais, necessários sem dúvida, mas ficando em segundo plano ou para o final de obra alguns dos sistemas essenciais da habitabilidade, conforto e prevenção de riscos das edificações como: instalações hidráulicas, sanitárias, gás e o principal deles: a eletricidade. Isto sem contar com a necessidade de outros tipos de instalações ou ampliações das existentes que se tornam sempre mais requisitada face às exigências da vida moderna e a constante evolução tecnológica dos vários componentes: eletrodomésticos, som, TV aberta e a cabo, telefone e outros dispositivos de comunicação, internet, banda larga, além de sistemas de alarme e segurança, aterramentos, proteção contra raios etc. (PÓVOAS, 2008)

5 CONCLUSÃO

O projeto de instalações elétrica residenciais deve ser considerado com uma etapa na construção das edificações. É tão importante quanto qualquer etapa da obra, pois garante economia e segurança às pessoas. O projeto em questão propôs demonstrar o passo a passo de um projeto de instalações elétricas, desde o levantamento das cargas até a assinatura da responsabilidade técnica, demonstrando a importância que o estudo tem tanto para a instalação quanto para a população.

Projetar uma instalação elétrica garante economia ao consumidor, porque elimina os riscos de superdimensionamento e evita que a instalação esteja sobrecarregada em decorrência da divisão incorreta dos circuitos.

O projeto elétrico desenvolvido em software específico auxilia o eletricista atuando como um mapa para a localização das cargas da edificação, evitando a alocação incorreta dos componentes da instalação e auxiliando para futuras modificações no local.

Conclui-se que a projeto o de mútua importância para o consumidor e para a instalação pois garante conforto, segurança e economia para ambos e que o estudo será utilizado como base para inserção no mercado de trabalho, haja vista não haver profissionais qualificados para confecção de tais documentos e estudos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5410 - *Instalações Elétricas de Baixa Potência*. Rio de Janeiro. 2008.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5444 - *Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais*. Rio de Janeiro. 1989
AUTODESK, Inc. AutoCAD 2016. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/>>
acessado em: 24 de agosto de 2015

COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DE MINAS GERAIS – CEMIG - N.D.5.1 - *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais*. Belo Horizonte. 2013.

PÓVOAS, Wesley Douglas. Palavra do Leitor. *A importância do Projeto Elétrico*.
BERTOCEL, Andréa B. *Instalações Elétricas Prediais*. Rio de Janeiro. SENAI 2008.
58 p. Apostila.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações elétricas industriais*. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010

PINTO, Tales dos Santos. "O apagão energético de 2001"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm>>. Acesso em 24 de novembro de 2017.

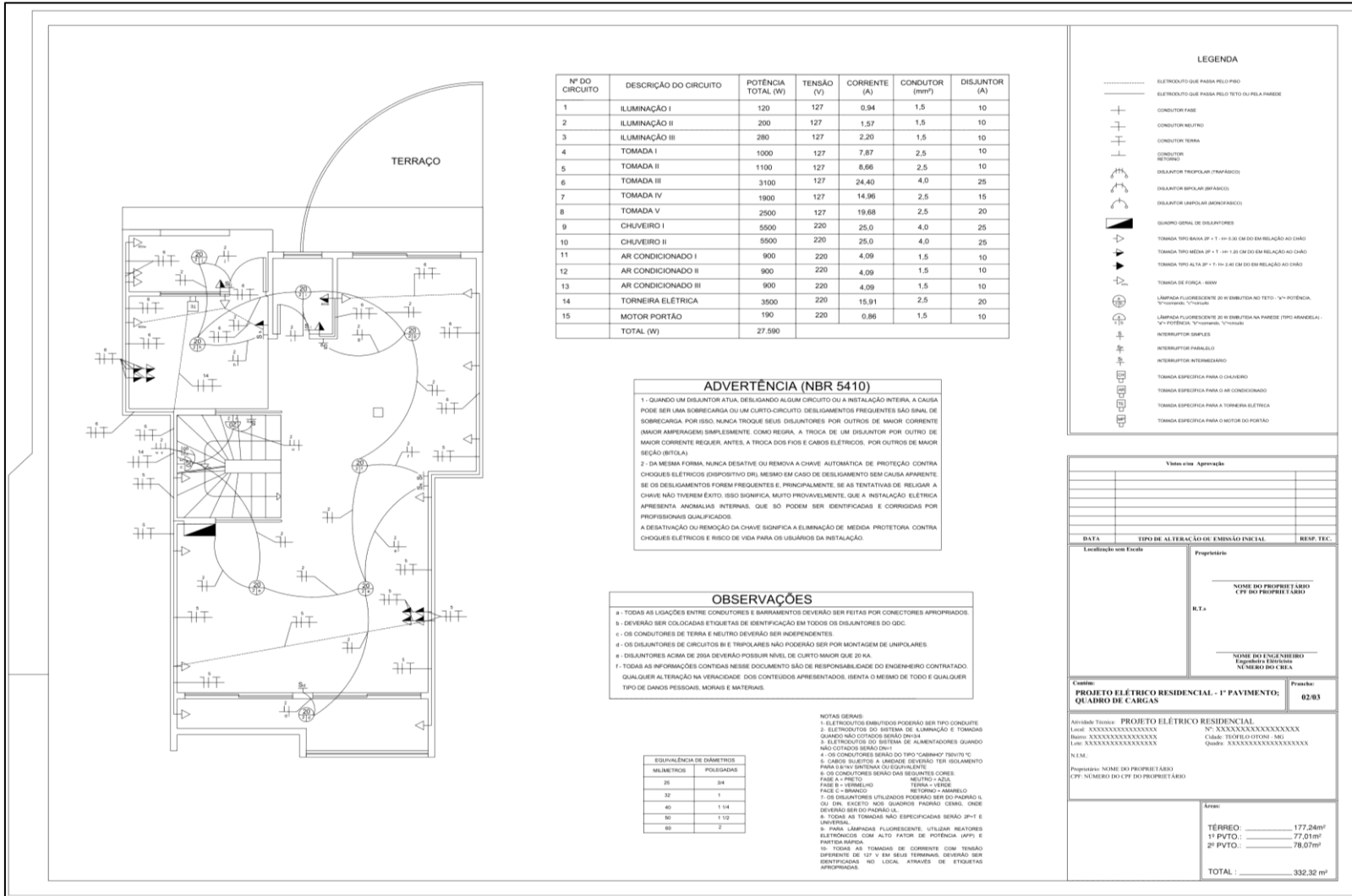
MAURICIO TOLMASQUIM, *Ambiente e sociedade*, no.6-7; Campinas julho/junho, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2000000100012>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

ABESCO, desperdício de energia atinge R\$ 61,7 bi em três anos, 2017. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

Vanderson Flávio, ENE065 - *Instalações Elétricas I*, 2011. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R8DkGs7xTHwJ:www.ufjf.br/flavio_gomes/files/2011/03/Material_Curso_Instalacoes_I.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

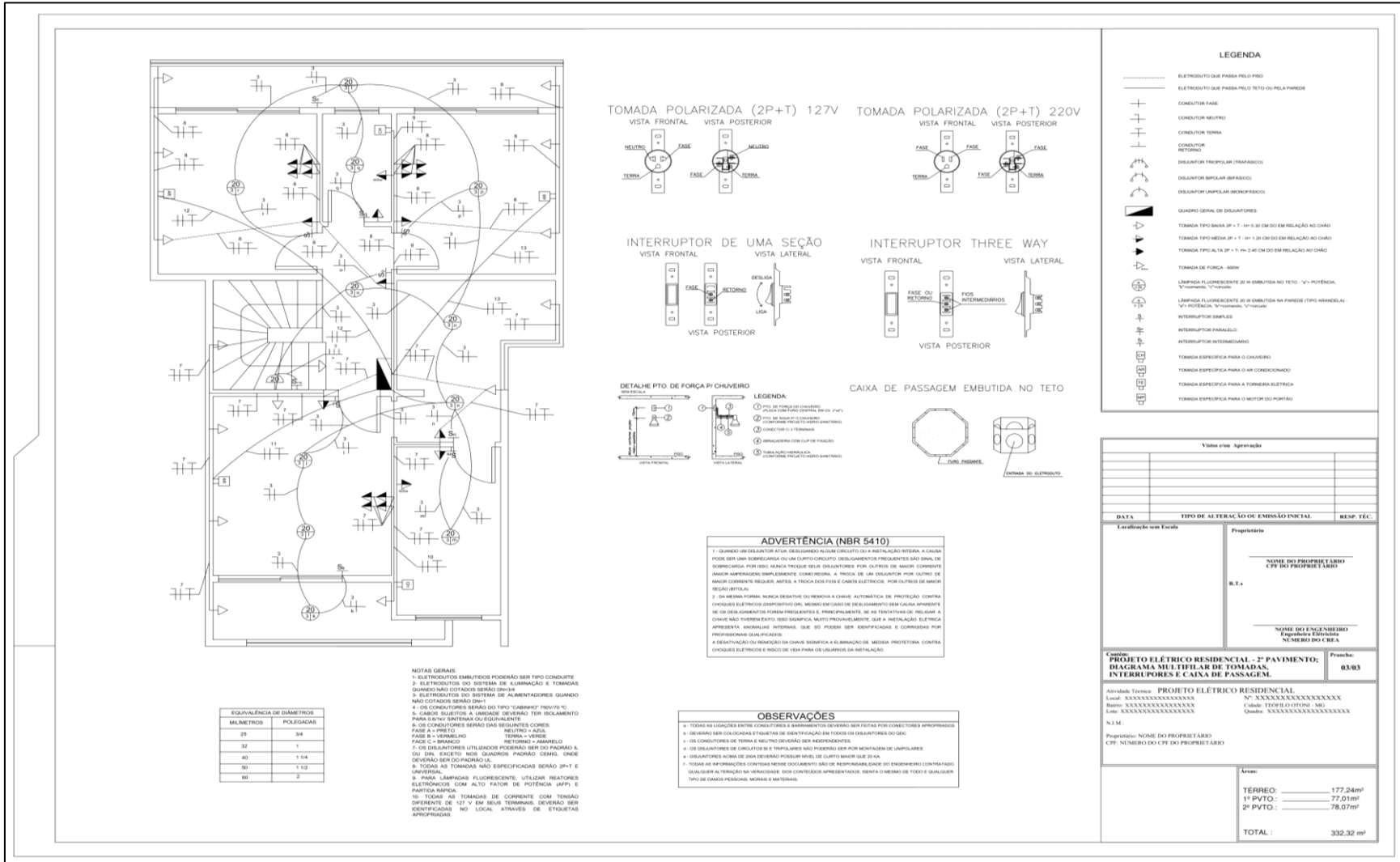
TRAJANO, instalações elétrica prediais, João Pessoa. Janeiro de 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/158440164/Apostila-IFCE-Instalacoes-Eletricas-Prediais-pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

Anexo B - Prancha 02



Fonte: Acervo da pesquisa

Anexo C - Prancha 03



Fonte: Acervo da pesquisa

