INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS-CÂMPUS JATAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UESLEY RIBEIRO SILVA

METODOLOGIA PARA PROJETOS ELÉTRICOS INTERNOS E EMPREENDIMENTOS DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS

Jataí - GO
Dezembro/2023

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[X] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: Uesley Ribeiro Silva
Matrícula: 20151020040326
Título do Trabalho: METODOLOGIA PARA PROJETOS ELÉTRICOS INTERNOS E EMPREENDIMENTOS DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ( ) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/_____ (Embargo);
3. ( ) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

( ) O documento está sujeito a registro de patente.
( ) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
( ) Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

gov.br Documento assinado digitalmente
UESLEY RIBEIRO SILVA
Data: 03/02/2024 17:47:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

JATAI- GOIÁS, 02/02/2024.
Local Data

_____
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

UESLEY RIBEIRO SILVA

METODOLOGIA PARA PROJETOS ELÉTRICOS INTERNOS E EMPREENDIMENTOS DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás-Câmpus Jataí, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica. Orientadora: Professora Ma. Patrícia Gomes de Souza Freitas.

Jataí - GO

Dezembro/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Silva, Uesley Ribeiro.
Metodologia para projetos elétricos internos e empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras [manuscrito] / Uesley Ribeiro Silva. - Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, 2023.
127 f.; il.

Orientadora: Profa. Ma. Patrícia Gomes de Souza Freitas.
Bibliografias.
Apêndices.

1. Projeto elétrico. 2. Múltiplas unidades consumidoras. 3. Ferramenta de gestão. I. Freitas, Patrícia Gomes de Souza. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina O. Barbosa – CRB 1/2380 – C. Jataí. Cód. F008/2024-1.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

UESLEY RIBEIRO SILVA

METODOLOGIA PARA PROJETOS ELÉTRICOS INTERNOS E EMPREENDIMENTOS DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Monografia defendida e aprovada, em 15 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Patrícia Gomes de Souza Freitas
Presidente da banca / Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí

Profa. Ma. Kennya Resende Mendonça
Membro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí

Prof. Me. Dori Rodrigues Silva
Membro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí

Jataí – GO
2023

Documento assinado eletronicamente por:

- **Kennya Resende Mendonca**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/02/2024 09:25:06.
- **Dori Rodrigues de Souza**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 24/01/2024 22:59:45.
- **Patricia Gomes de Souza Freitas**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 23/01/2024 14:45:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 487838
Código de Autenticação: c653404b53

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, não somente pelas dificuldades enfrentadas, mas também por nunca deixar faltar sua providência e, me permitir concluir mais esta etapa da vida, sem Deus jamais poderia chegar até aqui. Ao Senhor Jesus Cristo, minha eterna gratidão, amor, fé e fidelidade.

Aos familiares, sobretudo aos meus pais, por todo o amor, paciência e compreensão nos momentos de maiores dificuldades, pela força nos momentos de desânimo e pelos valores ensinados. Cito em especial minha mãe, Claudeci Ribeiro Gomes Pessoa, não tenho palavras para expressar o quanto a senhora foi importante em minha formação. Deveras não caberiam aqui meus agradecimentos, então, quero exteriorizar minha mais profunda gratidão, só Deus para recompensar a senhora.

Ao senhor João Antônio Pessoa, meu segundo pai, o qual me proporcionou condições de continuar estudando. Deus lhe recompense cada dia. À minha esposa Kesia Magalhães Amaral Ribeiro, pela compreensão, incentivo e paciência demonstrada durante o período do projeto.

Aos amigos e colegas que me acompanharam ao longo desta etapa, em especial aos grandes amigos que tive a oportunidade de conhecer no decorrer desses anos. Aos professores que compartilharam seus conhecimentos e dedicaram suas atenções para a formação de novos profissionais. Em particular minha orientadora por me inspirar a ser um profissional na área de projetos elétricos e me orientar neste trabalho, que Deus abençoe sua vida e família.

Em tudo somos atribulados, mas não angustiados; perplexos, mas não desanimados. Perseguidos, mas não desamparados; abatidos, mas não destruídos; Trazendo sempre por toda a parte a mortificação do Senhor Jesus no nosso corpo, para que a vida de Jesus se manifeste também nos nossos corpos.

(BÍBLIA, 2 Cor 4:8-10, 2009).

RESUMO

Com o surgimento de novos métodos computacionais que permitem dimensionar e desenvolver projetos elétricos completos, sejam eles residenciais ou prediais, surge também a necessidade de compreendê-los e buscar a melhor maneira de elaborar projetos de forma eficaz, prática e com o menor tempo possível. A busca constante pela otimização do trabalho tem sido um tema amplamente discutido no século XXI, porém em algumas áreas, como a construção civil, são abordadas as mudanças de forma mais lentas e graduais. Nos últimos anos, o mercado imobiliário apresenta um crescimento significativo, impulsionando a construção e implementação de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, como condomínios residenciais, comerciais e industriais. No entanto, a elaboração de projetos elétricos para esses empreendimentos apresenta desafios específicos que exigem uma abordagem organizada e eficiente. Este trabalho visa principalmente apresentar uma metodologia para a elaboração de projetos elétricos internos e empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, buscando abordar a fluidez, organização e eficiência em sua produção, respeitando as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da concessionária local de Goiás, a Equatorial. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a elaboração de projetos de instalações elétricas de baixa tensão e as normas vigentes relacionadas a este contexto. Inicialmente, serão apresentados os principais conceitos relacionados aos projetos elétricos internos e à natureza dos empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras. Em seguida, serão exploradas as normas e regulamentações relevantes que regem esse tipo de projeto, destacando sua importância para a segurança e qualidade do fornecimento de energia elétrica nas edificações. Aspectos como dimensionamento, demanda, distribuição elétrica interna, seleção de materiais e equipamentos, centro de medição, entre outros fatores relevantes, serão considerados. Com base nesse embasamento teórico, foi desenvolvido um fluxograma cujo objetivo é fornecer uma estrutura clara e didática para a elaboração de projetos elétricos em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras. Além disso, foram pesquisadas e definidas ferramentas de gestão de projetos e *software* computacional que auxiliarão no planejamento e execução do projeto elétrico. Essas ferramentas pretendem facilitar a compreensão e a elaboração de projetos, especialmente para os profissionais que estão ingressando no mercado de trabalho e precisam se familiarizar com as novas tecnologias disponíveis. Uma parte essencial deste estudo é a comparação da metodologia desenvolvida, aplicada em dois *softwares* de projetos, a fim de identificar suas vantagens e limitações. Com essa pesquisa, espera-se contribuir para o aprimoramento do processo de elaboração de projetos

elétricos, tornando-os mais ágeis, organizados e precisos, além de fornecer uma base para a adoção de ferramentas de gestão de projetos e *softwares* que facilitam e otimizam o trabalho dos profissionais envolvidos. Ao final da leitura deste trabalho, esperamos que o leitor adquira uma percepção da relevância de uma metodologia voltada para a criação de projetos elétricos internos e empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, bem como tenha acesso a um conjunto de orientações práticas para a aplicação da metodologia desenvolvida.

Palavras-chave: Projeto Elétrico, múltiplas unidades consumidoras, Ferramenta de gestão.

ABSTRACT

With the emergence of new computational methods that allow the dimensioning and development of complete electrical projects, whether residential or building, there is also a need to understand them and seek the best way to develop projects effectively, practically and in the shortest possible time. The constant search for work optimization has been a widely discussed topic in the 21st century, however in some areas, such as construction, changes are approached more slowly and gradually. In recent years, the real estate market has shown significant growth, driving the construction and implementation of projects with multiple consumer units, such as residential, commercial and industrial condominiums. However, preparing electrical projects for these projects presents specific challenges that require an organized and efficient approach. This work mainly aims to present a methodology for the elaboration of internal electrical projects and projects of multiple consumer units, seeking to address the fluidity, organization and efficiency in their production, respecting the standards of ABNT and the local concessionaire of Goiás, Equatorial. To achieve this objective, a bibliographical review was carried out on the development of low voltage electrical installation projects and the current standards related to this context. Initially, the main concepts related to internal electrical projects and the nature of multiple consumer unit projects will be presented. Next, the relevant standards and regulations that govern this type of project will be explored, highlighting their importance for the safety and quality of electricity supply in buildings. Aspects such as sizing, demand, internal electrical distribution, selection of materials and equipment, measuring center, among other relevant factors, will be considered. Based on this theoretical basis, a flowchart was developed whose objective is to provide a clear and didactic structure for the elaboration of electrical projects in projects with multiple consumer units. In addition, project management tools and computer software were researched and defined to assist in the planning and execution of the electrical project. These tools aim to facilitate understanding and preparation of projects, especially for professionals who are entering the job market and need to familiarize themselves with the new technologies available. An essential part of this study is the comparison of the methodology developed, applied to two project software, in order to identify their advantages and limitations. With this research, it is expected to contribute to the improvement of the process of preparing electrical projects, making them more agile, organized and precise, in addition to providing a basis for the adoption of project management tools and software that facilitate and optimize the work of the professionals involved. After completing this work, I hope that the reader will gain a perception of the relevance of a methodology aimed at creating

internal electrical projects and projects with multiple consumer units, as well as having access to a set of practical guidelines for applying this methodology.

Keywords: Electrical Project, multiple consumer units, Management tool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capa da NBR 5410:2004. 24
Figura 2 - Capa da NT. 04:2023. 26
Figura 3 - Diagrama de etapas do projeto. 27
Figura 4 - Condições para determinação de potência mínima de iluminação. 28
Figura 5 - Quantidade mínima de pontos de tomada. 29
Figura 6 - Potência mínima de pontos de tomada. 30
Figura 7- Potências típicas de aparelhos elétrico. 31
Figura 8 -Previsão de cargas. 32
Figura 9 - Circuitos terminais. 33
Figura 10 - Quadro de distribuição. 34
Figura 11 - Advertência quadro de distribuição. 35
Figura 12 - Temperaturas características dos condutores. 36
Figura 13 - Tipos de linhas elétricas. 37
Figura 14 - Exemplo de Aterramento. 41
Figura 15 - Dimensionamento do Ramal de Ligação e Entrada em 220/380V. 43
Figura 16 - Padrão de entrada. 44
Figura 17- Centro de medição. 45
Figura 18 – Fluxograma: metodologia de projeto EMUC. 50
Figura 19 – Fluxograma: metodologia de projeto instalações internas. 51
Figura 20 - TRELLO. 54
Figura 21 - MS Project. 55
Figura 22 - AutoCAD. 57
Figura 23 - AutoCAD Electrical. 58
Figura 24 - Detalhes de projeto, PRO-Elétrica. 59
Figura 25 - Revit. 61
Figura 26 - Legenda AutoCAD. 63
Figura 27 - Legenda Revit. 64
Figura 28 - Planta baixa residência tipo. 65
Figura 29 - Planta arquitetônica. 66
Figura 30 - Planta baixa preparada. 68
Figura 31- Previsão de pontos para iluminação. 69
Figura 32- Planejamento dos circuitos de iluminação. 70
Figura 33 - Previsão de pontos de tomada. 70

Figura 34 - Previsão de cargas. 72
Figura 35- Planejamento dos circuitos de tomadas e iluminação. 73
Figura 36 - Planejamento dos circuitos do condomínio. 74
Figura 37- Quadro de carga em construção. 76
Figura 38 – Condutores e disjuntores, dimensionados. 77
Figura 39 – DR Dimensionado. 78
Figura 40 - Eletrodutos dimensionados. 79
Figura 41- Resultados dos dimensionamentos. 79
Figura 42 - Diagrama unifilar da residência tipo. 81
Figura 43 - Cálculo da demanda. 84
Figura 44 - Cálculo de Queda de tensão. 85
Figura 45 - Queda de tensão unitária. 86
Figura 46 - Detalhamento centro de medição. 88
Figura 47- Esquema de ligação. 89
Figura 48 - Planta arquitetônica 2D. 90
Figura 49- Planta arquitetônica 3D. 91
Figura 50 - Levantamento de carga. 92
Figura 51 - Ponto de iluminação. 93
Figura 52 - Planta baixa residência tipo. 94
Figura 53- Navegador de circuitos. 95
Figura 54 - Planejamento dos eletrodutos. 96
Figura 55 - Quadro de cargas. 97
Figura 56 - Identificação dos circuitos. 98
Figura 57 – Painel propriedades. 99
Figura 58 - Diagrama unifilar da residência. 100
Figura 59 - Planta baixa residência tipo. 101
Figura 60 - Navegador de projeto. 102
Figura 61 - Quadro de carga e demanda da edificação. 103
Figura 62 - Tipo de carga 104
Figura 63: Detalhamento EMUC. 105
Figura 64 - Vista panorâmica da edificação. 106
Figura 65 - Diagrama unifilar EMUC. 107
Figura 66 - Trello organização da metodologia. 112
Figura 67-Trello organização da metodologia. 113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferenças de funcionalidades entre o AutoCAD e o Revit. 109

LISTA DE SIGLAS

BIM	Building Information Modeling (Modelagem de Informação da Construção)
CAD	Desenho Auxiliado por Computador
AEC	Arquitetos, Engenheiros e Construtores
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EMUC	Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras
NR	Norma Regulamentadora
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19
2 JUSTIFICATIVA 21
2.1 OBJETIVOS 21
2.1.1 Objetivo geral 21
2.1.2 Objetivos específicos 22
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 23
3.1 NORMAS TÉCNICAS 23
3.1.1 NBR 5410 Instalações elétricas de baixas tensões 23
3.1.2 NR 10:2019 Segurança em instalações e serviços em eletricidade 25
3.1.3 NT.04:2023 26
3.2 CONCEITOS TEÓRICOS DE DIMENSIONAMENTO 27
3.2.1 Previsões de carga 27
3.2.2 Iluminação 28
3.2.3 Tomadas de uso geral (TUG) 29
3.2.4 Tomadas de uso específicos (TUE) 30
3.2.5 Divisão da instalação em circuitos terminais 32
3.2.6 Quadro de distribuição de cargas 33
3.2.7 Dimensionamentos dos condutores e eletrodutos 36
3.2.8 Dispositivos de proteção 38
3.2.9 Aterramento 40
3.2.10 Fornecimento de energia elétrica 42
3.2.11 Centros de medições ou EMUC 44
3.2.12 Demanda de edificações 46
4 METODOLOGIA 49
4.1 COLETA DE INFORMAÇÕES PRÉ-PROJETO 52
4.1.1 Documentação necessária exigida pelo SICAP 52
4.2 DEFINIÇÃO DA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE PROJETO 53
4.2.1 TRELLO 53
4.2.2 MS Project 54
4.3 DEFINIÇÃO DO SOFTWARE A SER UTILIZADO PARA PROJETAR 55
4.3.1 AutoCAD 56
4.3.2 AutoCAD Electrical 58
4.3.3 PRO-Elétrica versão 19 59

4.3.4 Revit 60
4.4 ORGANIZAÇÃO INICIAL 62
5 PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM AUTOCAD 65
5.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO OBJETO DO PROJETO ELÉTRICO 65
5.1.1 Previsão de equipamentos por ambiente 67
5.2 PREPARAÇÃO DA ARQUITETURA PARA RECEBIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO 67
5.3 PREVISÃO DE CARGA DE ILUMINAÇÃO 68
5.3.1 Previsão de pontos para iluminação 69
5.3.2 Planejamento dos circuitos de iluminação 69
5.4 PREVISÃO DE PONTOS DE FORÇA - TUG E TUE 70
5.4.1 Previsão de pontos para tomada 70
5.4.2 Cálculo da previsão de Cargas 71
5.4.3 Planejamento dos circuitos de tomadas 73
5.5 QUADRO DE CARGA 75
5.5.1 Dimensionamento dos condutores e disjuntores dos circuitos 77
5.5.2 Dimensionamento dos dispositivos DR 78
5.5.3 Dimensionamento de eletrodutos 78
5.5.4 Ramal de entrada e categoria de fornecimento. 79
5.6 DIAGRAMA UNIFILAR 80
5.7 PLANTA BAIXA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 81
6 EMUC EM AUTOCAD 83
6.1 PROJETO INTERNO (QUADRO DE CARGAS) 83
6.2 CÁLCULO DE DEMANDA 83
6.2.1 Cálculo da queda de tensão 85
6.3 DIMENSIONAMENTO DO DPS 87
6.4 PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA 87
6.5 DIAGRAMA UNIFILAR DE TODA EDIFICAÇÃO 88
6.6 DETALHES E PLOTAGEM 89
7 PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM REVIT 90
7.1 PREPARAÇÃO DA ARQUITETURA 90
7.2 LEVANTAMENTO DE CARGA 92
7.2.1 Iluminação 92
7.3 TUG E TUE 93
7.3.1 Planejamento de circuitos 94
7.3.2 Eletrodutos 96

7.4 QUADRO DE CARGAS 96
7.5 DIAGRAMA UNIFILAR 98
7.6 PLANTA BAIXA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 100
8 EMUC EM REVIT 103
8.1 PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA 105
8.2 DETALHES E PLOTAGEM 106
9 COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES 109
10 UTILIZAÇÃO DO TRELLO 111
11 CONCLUSÃO 115
REFERÊNCIAS 117
APÊNDICE 120

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos novos métodos computacionais que permitem calcular e desenvolver projetos elétricos completos sendo eles residenciais ou prediais, surge também a necessidade de compreendê-los e buscar qual a melhor maneira de elaborar projetos de maneira eficaz, prática e com o menor tempo possível. A busca constante por otimização do trabalho vem sendo um tema bastante discutido no século XXI, algumas áreas como a construção civil, absorvem as mudanças de maneira mais lenta e gradativa.

O setor da Construção Civil no Brasil ainda é um setor muito atrasado no que tange a automatização de processos com pouca integração de informações e baixa industrialização, além de ser muito resistente a mudanças. Por muitos anos a inovação na construção civil foi deixada de lado e o setor acabou atrelado à falta de eficiência em seus processos. Porém, com a economia brasileira em declínio nos últimos anos, as construtoras e empreiteiras foram obrigadas a buscar meios para diminuir os reflexos negativos da crise no mercado de infraestrutura (CASTRO, 2019).

O caminho foi a reinvenção dos métodos tradicionais da construção, partindo para processos mais enxutos, precisos, com menos falhas e desperdícios de tempo, de materiais e por consequente capital financeira. O estudo “Transformação Digital: O Futuro da Construção Conectada’’ publicou um relatório que avalia a maturidade e os desafios da transformação digital no setor, mostrando que apesar de ter a inovação como uma prioridade, a maioria das empresas ainda está em estágio inicial nesse processo (AUTODESK, 2020). De acordo com os dados levantados no relatório:

- 58% das empresas ainda estão no estágio inicial de sua jornada para a inovação;
- 28% das empresas estão no meio do processo de transformação;
- 13% podem ser consideradas maduras.

O Brasil é o país com o menor nível de maturidade, comparado com os outros países avaliados. O estudo mostra que o país está atrasado quando o assunto é adoção de tecnologias como Big Data, Inteligência Artificial e Modelagem 3D, (AUTODESK, 2020).

Apesar desse cenário, o Brasil lidera o ranking quando o assunto é investimento em softwares baseados em BIM (*Building Information Modeling*) Modelagem de Informação da Construção. O BIM demorou para ser aceito e usado pelo mercado de construção brasileiro, mas hoje é adotado por 53% das empresas entrevistadas (AUTODESK, 2020). Uma possível justificativa para esse dado é o aumento das parcerias entre empresas privadas e órgãos governamentais, que exigem o uso da ferramenta. Com o objetivo de promover a inovação no

setor e tornar os processos públicos mais seguros, o Governo Federal publicou o decreto n° 9.377 (2018), revogado pelo decreto nº 9.983 (2019), com diretrizes que orientam as empresas a implementarem o uso do BIM até 2021, como estamos em 2023 logo é de suma importância os alunos compreenderem a existência dessas tecnologias no mercado de trabalho e seu uso na engenharia elétrica, sendo o papel do Instituto Federal de Goiás reformular o ensino conforme a necessidade do mercado, visando o preparo e capacitação dos alunos.

Diante desse cenário, a presente proposta pretende como principal objetivo o desenvolvimento de uma metodologia que busca ampliar a visão dos universitários para as novas ferramentas tecnológicas, na elaboração de projeto de instalações elétricas, utilizando ferramentas de gerenciamento de projetos e software com metodologia: Modelagem de Informações da Construção (BIM).

2 JUSTIFICATIVA

As novas tecnologias na área de projetos elétricos obtiveram um crescimento considerável no presente século. O desenvolvimento de novos *softwares* vem crescendo, portanto, deve ser difundido o conhecimento dessas ferramentas na elaboração de projetos elétricos nas universidades públicas. As soluções tecnológicas permitem aumentar a qualidade e a produtividade na execução dos serviços e em simultâneo diminuir os desperdícios, os retrabalhos e os prazos de entrega.

Um exemplo de uma solução especializada são os *softwares* que auxiliam no gerenciamento de projetos, como a plataforma Trello, a qual facilita a distribuição de tarefas aos colaboradores, definição de prazos e possui a possibilidade de fazer o gerenciamento de projeto de qualquer lugar, via dispositivos eletrônicos como celular, *tablet* e *notebook*.

Assim, um bom *software* de gerenciamento de projetos pode ajudar a gerenciar prazos, orçamentos e planos. Desta forma, torna-se importante e necessário, compreender o tema a fim de ingressar no mercado de trabalho com a melhor qualificação possível.

Assim, este trabalho busca apresentar uma metodologia fazendo uso das novas ferramentas presentes no mercado de infraestrutura elétrica. Exemplos dessas novas ferramentas são: Revit, Pró-Elétrica e QiElétrica que são *softwares* criados utilizando a metodologia *BIM*, além de recorrer à ferramenta de gerenciamento de projetos. Por fim, pretende-se que esse trabalho possa servir como base para os futuros profissionais em pesquisas e como aplicação em seus projetos acadêmicos ou profissionais.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma metodologia para elaboração de projeto elétrico de múltiplas unidades consumidoras, recorrendo a fluxogramas, ferramentas de gerenciamento de projetos e *software*. De modo a desenvolver uma metodologia organizada, clara, eficiente, didática e fluida na elaboração de projetos elétricos atendendo as normas da ABNT e concessionária local de Goiás, a EQUATORIAL.

2.1.2 Objetivos específicos

- Executar uma revisão bibliográfica sobre a elaboração de projeto de instalações elétricas de baixa tensão e as normas aplicáveis.
- Elaborar um fluxograma, objetivando fluidez e organização na elaboração de projetos elétricos.
- Pesquisar e definir ferramentas de gestão de projetos e *software* computacional.
- Facilitar a compreensão e elaboração dos projetos elétricos aos discentes no uso das novas ferramentas tecnológicas do mercado atual.
- Comparar a metodologia aplicada em dois *softwares* de projetos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Normas técnicas

Neste capítulo é apresentado uma revisão teórica pautada nas normas vigentes referentes às etapas da elaboração de projeto de instalação elétricas internas. Essas normas são responsáveis por regulamentar e definir todo padrão de eficiência no desenvolvimento do projeto, visando a segurança na execução e posteriormente na utilização das instalações.

As principais normas aplicáveis são:

- NBR 5410 de 2004 (Instalações elétricas de baixa tensão);
- NBR 5444 de 1989 (Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais) apesar da mesma estar em desuso ela dará uma direção sobre como deve ser a simbologia do projeto;
- NR 10 de 2019 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade na execução do projeto).

Também serão apresentadas as normas da concessionária local, a Equatorial, cuja norma vigente é a revisão 06 da NT-04 (Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras), conforme *site* da Equatorial.

3.1.1 NBR 5410 Instalações elétricas de baixas tensões

A norma ABNT NBR 5410 foi desenvolvida no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE-03:064.01). O projeto passou por um período de consulta pública conforme especificado no Edital nº 09, de 30 de setembro de 2003, (NBR 5410:2004). A partir de 31 de março de 2005, a versão anterior, NBR 5410:1997, foi revisada e substituída pela atual NBR 5410:2004, todas as edições estão no site da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A figura 1 mostra a capa da norma revisada.

Figura 1 - Capa da NBR 5410:2004.



NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 5410

Segunda edição
30.09.2004

Válida a partir de
31.03.2005

Instalações elétricas de baixa tensão

Electrical installations of buildings – Low voltage

Palavra-chave: Instalação elétrica em edificação.
Descriptor: *Electrical installation of building.*

ICS 91.140.50

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5410:2004
209 páginas

© ABNT 2004

Fonte: ABNT, 2022.

A NBR 5410:2004 aplica-se a projetos de instalações elétricas de baixa tensão e ainda disponibiliza tabelas necessárias para o dimensionamento de circuitos internos. Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a

conservação dos bens. Ela aplica-se, principalmente, às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas (NBR-5410, 2004).

De acordo com a NBR-5410:2004, os seguintes tópicos especificam precisamente as áreas de sua aplicação:

- Áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
- Locais de acampamento, marinha e instalações análogas;
- Instalações temporárias, como por exemplo os canteiros de obras, feiras e etc.;
- Circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, frequência inferior a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua;
- Fiações e redes elétricas que não estejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;
- Linhas elétricas fixas de sinal, com exceção dos circuitos internos dos equipamentos.

3.1.2 NR 10:2019 Segurança em instalações e serviços em eletricidade

Esta Norma Regulamentadora (NR) estabelece os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (NR-10, 2019).

Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados em suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis (NR-10, 2019).

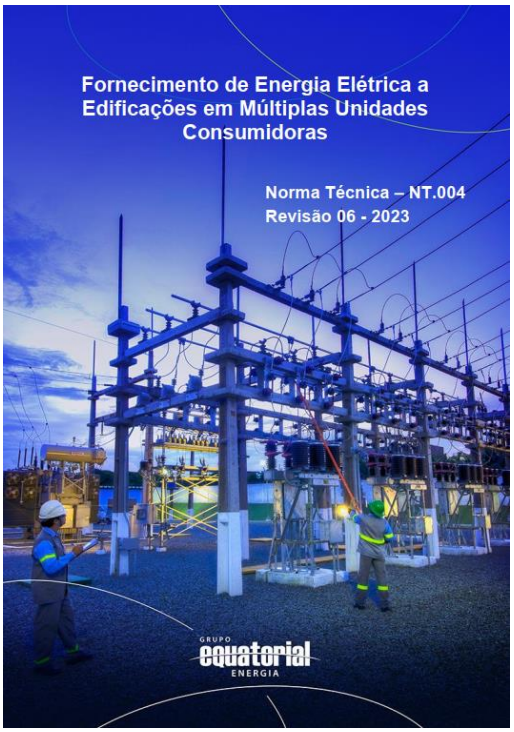
Essa norma, original de 1978, sofreu sua última atualização em 2019, buscando melhoria no ambiente de trabalho de profissionais que ficam expostos à eletricidade, tendo em vista o risco de graves acidentes. É importante ressaltar que toda a empresa da área elétrica tem como obrigação adotar e treinar todos os seus funcionários sobre a NR-10 para que haja segurança na instalação dos equipamentos e de seus envolvidos (NR-10, 2019).

3.1.3 NT.04:2023

Esta norma tem por finalidade estabelecer critérios, padrões e recomendações para elaboração e execução de projetos de novas instalações, reforma e ampliação de instalações já existentes de unidades consumidoras em edificações ou loteamentos de uso coletivo e edificações individuais atendidas através de medições agrupadas, localizadas nas zonas urbanas e rurais, a fim de possibilitar o fornecimento de energia elétrica com qualidade e segurança em média e baixa tensão pelas empresas do Grupo EQUATORIAL ENERGIA, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA, nas tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV e na baixa tensão 380/220V e 220/127V (NT.04, 2023).

A figura 2 ilustra a capa da NT. 04 – Revisão 6, sendo sua última revisão em 2023. Esta norma entrou em vigência a partir do dia 27 de julho de 2023, substituindo sua antecessora NTC – 04:2004 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição, após a Equatorial assumir a distribuição de energia em Goiás com o consentimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Figura 2 - Capa da NT. 04:2023.



Fonte: NT.04, 2023.

O projeto, a especificação e a construção das instalações elétricas internas das unidades consumidoras deverão obedecer às normas da ABNT e distribuidora, em suas últimas revisões, principalmente a ABNT NBR 14039:2021 - Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kV a

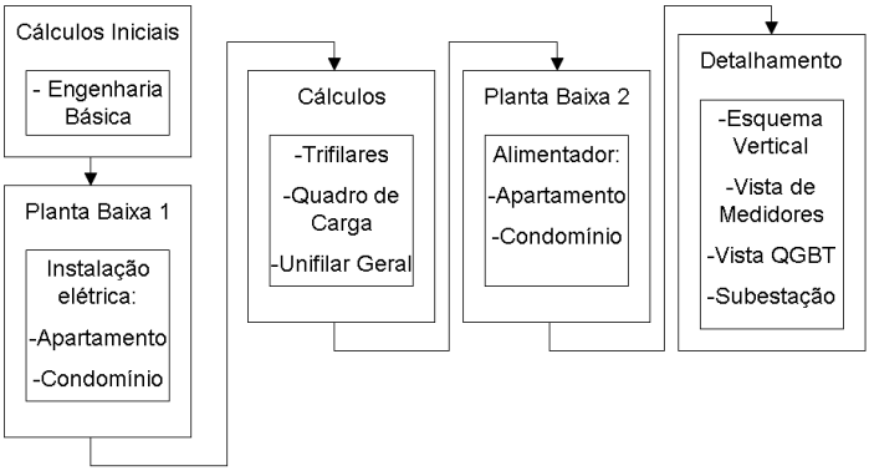
36,2 kV. A concessionária poderá, sempre que se fizer necessário, vistoriar essas instalações e, consequentemente, suspender ou não atender ao fornecimento de energia elétrica, caso estas normas não sejam respeitadas.

3.2 Conceitos teóricos de dimensionamento

Apresentaremos alguns conceitos importantes em relação a projetos de forma prática. Esta será a base para o desenvolvimento da metodologia proposta neste trabalho.

O desenvolvimento do projeto pode ser dividido em Fases ou Etapas, como sugere Simões (2008) na figura 3.

Figura 3 - Diagrama de etapas do projeto.



Fonte: SIMÕES (2008, p.07).

Para dar início a um projeto é feita a definição de suas características, bem como o tipo de instalação e suas cargas. A partir destas informações é elaborado o projeto elétrico que pode conter: A planta elétrica, contendo as simbologias que transmitem as informações da parte técnica do projeto, memorial de cálculo, memorial descritivo, ART e lista de materiais. Além de qualquer outra documentação solicitada pela concessionária, variando conforme a atividade da propriedade. Dessa forma, percebemos a importância da sequência das etapas e a fluidez do processo.

3.2.1 Previsões de carga

A NBR 5410:2004, define que toda previsão de carga de uma instalação deve ser feita seguindo os itens 4.2.1.2.1 a 4.2.1.2.3 da norma, onde é determinado haver uma antevisão de

cargas no projeto elétrico. É importante prever todos os eletrodomésticos e maquinários elétricos que serão montados na edificação, tais como: carga de iluminação, chuveiros, ar-condicionado, aparelhos eletrônicos, motores, entre outros.

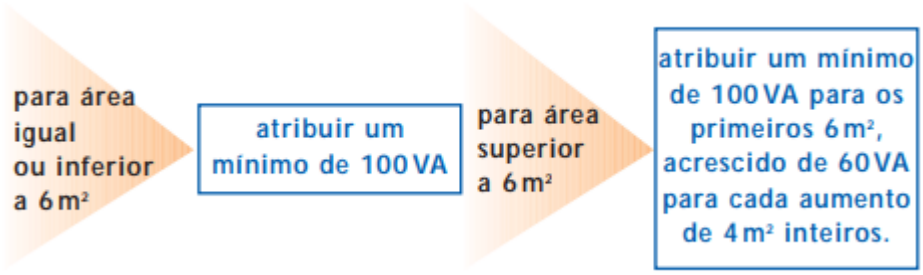
No final dessas etapas de previsão de cargas serão definidas: potência, quantidade e localização dos pontos de consumo de energia elétrica.

A NBR 5410:2004, estabelece ainda parâmetros necessários para a classificação, localização e determinação das potências necessárias a cada ponto de iluminação e de energia presente na edificação. Abordaremos algumas definições a seguir sobre previsão de carga de iluminação e tomadas.

3.2.2 Iluminação

A NBR 5410:2004, utiliza um método para a previsão de carga de iluminação. Conhecido como carga mínima, este processo determina a carga mínima para um ponto de luz de cada ambiente. A potência desta iluminação está associada à área do cômodo em questão, segundo a figura 4.

Figura 4 - Condições para determinação de potência mínima de iluminação.



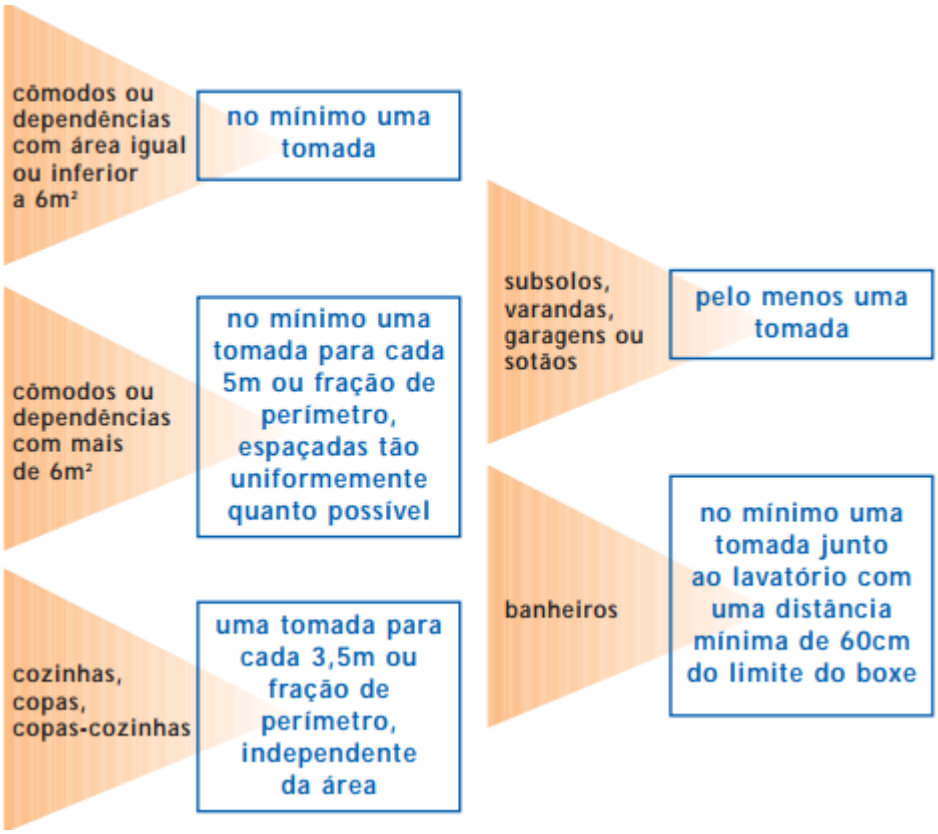
Fonte: PIRELLI, 2003.

Entretanto este método entrou em desuso, mas é utilizado ainda para orientação, é importante ressaltar que a NBR 5410:2004, não tem a função de estabelecer critérios para iluminação de áreas externas em residências. Essa escolha cabe ao projetista junto a concordância do cliente (LIMA, 2011).

3.2.3 Tomadas de uso geral (TUG)

A NBR 5410:2004, em seu item 9.5.2, estabelece critérios para a previsão de cargas de tomada, realizada com base no perímetro de seu ambiente, conforme apresentado na figura 5.

Figura 5 - Quantidade mínima de pontos de tomada.



Fonte: PIRELLI, 2003.

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função das dimensões do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados.

Segundo a NBR 5410:2004, a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é em função dos equipamentos que ele poderá alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

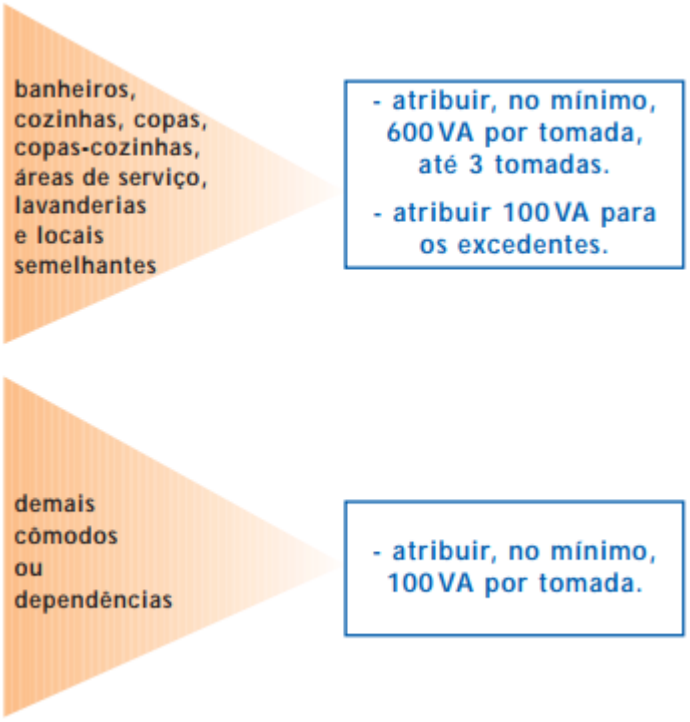
- Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100VA por ponto

para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

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

A potência mínima de tomadas de uso, em geral, é definida segundo a figura 6, atendendo os critérios estabelecidos pela NBR 5410:2004.

Figura 6 - Potência mínima de pontos de tomada.



Fonte: PIRELLI, 2003.

Como exemplo: em uma sala de estar com perímetro de 15 m, serão necessárias no mínimo 3 tomadas para atender a demanda, sendo ainda em diversas aplicações a previsão de uma quantidade superior ao mínimo calculado, de modo a evitar a utilização de extensões e benjamins, tendo em vista que estes equipamentos desperdiçam energia e podem comprometer a segurança do indivíduo, podendo chegar a causar incêndios.

3.2.4 Tomadas de uso específicos (TUE)

As tomadas de uso específico são utilizadas para ligar aparelhos de modo exclusivo que consomem corrente elétrica acima de 10A (chuveiro, torneira elétrica, secadora de roupa, ar-condicionado), apresentando a mesma potência dos equipamentos utilizados.

Podemos observar na figura 7 a descrição de alguns aparelhos eletrodomésticos de potências geralmente encontradas no comércio de forma geral.

Figura 7- Potências típicas de aparelhos elétrico.

APARELHOS		POTÊNCIA (W)	APARELHOS		POTÊNCIA (W)
Aquecedor de água por acumulação (Boiler)	50 a 100 litros	1000	Condicionador de Ar (Chiller)	15 TR	52800
	150 a 200 litros	1250		30 TR	105600
	250 litros	1500		45 TR	158400
	300 a 350 litros	2000		60 TR	211200
	400 litros	2500	Enceradeira		400
Aquecedor ambiente (Portátil)		700 a 1300	Estabilizador		920
Aspirador de pó		750 a 2240	Exaustor		200 a 400
Batedeira		100 a 304	Ferro elétrico		550
Bomba d água 1/4 CV		335	Fogão elétrico		2000
Bomba d água 1/2 CV		613	Geladeira Comum		250
Bomba d água 3/4CV		849	Grill		1200
Bomba d água 1CV		1051	Lavadora de louças		1200
Condicionador de Ar (Janela)	5.000 BTU/h	625	Liquidificador		200
	6.000 BTU/h	760	Máquina de costura		850
	7.100BTU/h	900	Máquina de lavar roupa		1000
	8.500 BTU/h	1300	Micro-ondas		1200
	10.000 BTU/h	1400	Moedor de Carne		320
	12.000 BTU/h	1600	Moedor de Café		370
	14.000 BTU/h	1900	Ponto de Luz e tomada		100
	15.000BTU/h	2000	Projetor Slide		215
	18.000 BTU/h	2600	Radio Comum		30
	21.000 BTU/h	2800	Receptor de Satélite		110
	30.000 BTU/h	3600	Refletor		500
Condicionador de Ar (Split)	7.000 BTU/h	740	Secador de cabelo		1000 a 1500
	9.000 BTU/h	990	Secador de roupa		1100 a 5000
	12.000BTU/h	1260	Televisor		50 a 150

Fonte: NT-04, 2023.

Para especificar a previsão de carga de determinadas instalações de uma edificação pode ser utilizada uma tabela conforme apresenta a figura 8. Desta forma é possível determinar a quantidade de pontos mínimo para tomadas e iluminação.

Figura 8 -Previsão de cargas.

Ambiente	Dimensões		Iluminação		TUG's		TUE's		
	Área	Perímetro	Quantidade	Pot. Total (VA)	Quantidade	Pot. Tot. (VA)	Qtde	Tipo	Pot. Tot. (W)

Fonte: Autor (PIRELLI), 2023.

No caso de salas de estar, devemos atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada seja usado para alimentar mais de um equipamento. Portanto, recomendamos equipá-lo com a quantidade de tomadas que julgarmos adequada, conforme a necessidade do cliente. Para que possa evitar o uso de “benjamins” ou “T”. A tomada é projetada para suportar uma determinada corrente, 10 ou 20 Amperes. Ao utilizar o benjamim para ligar vários equipamentos a um mesmo ponto, esta corrente é elevada, o que pode acarretar em um superaquecimento e incêndio (PIO, 2018).

3.2.5 Divisão da instalação em circuitos terminais

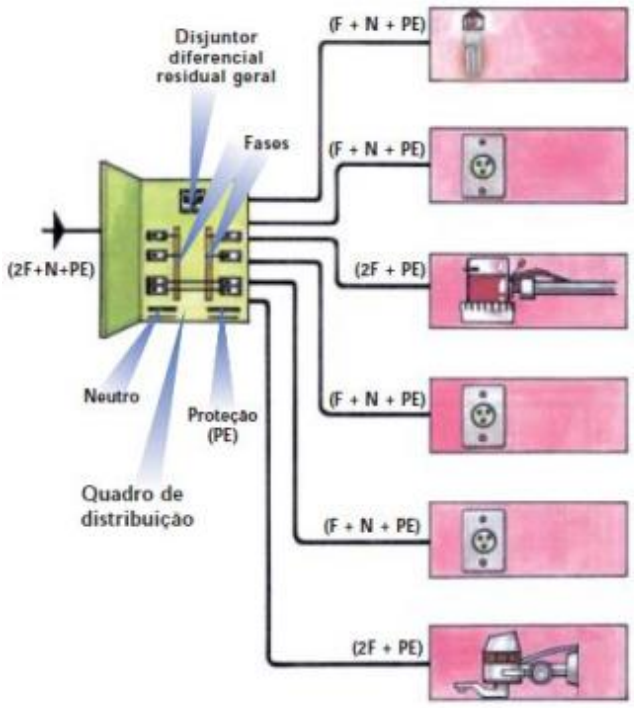
Em uma instalação elétrica residencial, encontramos dois tipos de circuitos: O de distribuição que liga o quadro do medidor ao quadro de distribuição e os terminais que partem do quadro de distribuição e alimentam diretamente lâmpadas, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico (PIRELLI, 2003).

A princípio, os circuitos terminais devem ser projetados de forma que se evitem uma potência nominal elevada, sendo que, tal fator acarreta condutores de seção nominal muito grande, que eleva o custo e dificulta a execução da instalação dentro dos eletrodutos.

Segundo a NBR 5410:2004, os circuitos terminais representados na figura 9 devem ser individualizados pela função do equipamento, sendo necessária a previsão de circuitos independentes para tomadas de uso geral de cozinhas, copas e áreas de serviço e para tomadas

de uso específico. A individualização se faz necessária para equipamentos que absorvam correntes iguais ou superiores a 10A.

Figura 9 - Circuitos terminais.



Fonte: PIRELLI, 2003.

Todo ponto de utilização previsto para alimentar, exclusiva ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior à 10A deve constituir um circuito independente.

Segundo o item 9.5.3.2 da NBR 5410:2004, os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses ambientes.

A potência dos circuitos deve ser limitada a 1270VA ou 2200VA, dependendo da região para determinação da potência instalada (CARVALHO, 2016).

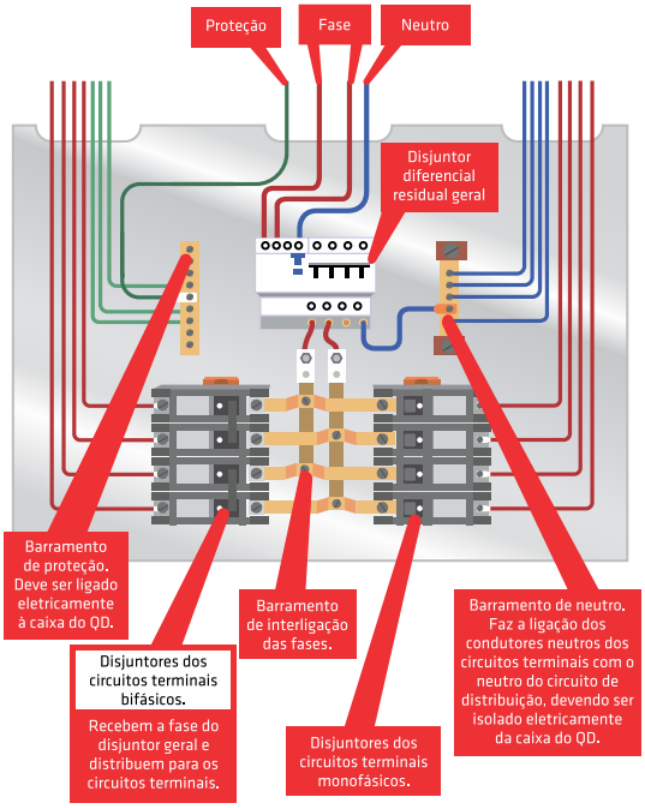
3.2.6 Quadro de distribuição de cargas

Conhecido também como quadro de força, quadro elétrico ou simplesmente, quadro de luz, o quadro de distribuição é um componente agregado ao sistema de fornecimento de energia responsável por concentrar todos os cabos referentes à fiação elétrica e por distribuir energia em subcircuitos para todos os ambientes da edificação (SIEMENS, 2023). Através do circuito

de distribuição, essa energia é levada do medidor até o quadro de distribuição e pôr fim do quadro até os circuitos terminais.

O quadro de distribuição apresenta inúmeros componentes, sendo: barramento de proteção, barramento de neutro, barramento de interligação de fases, disjuntores termomagnéticos, diferenciais residuais e DPS, conforme apresenta a figura 10. Devem ser observados alguns fatores importantes para a sua montagem, como a acessibilidade de todos os componentes instalados, a identificação de tais componentes com placas e etiquetas, a independência de cada componente e a prevenção de espaço reserva, prevendo futuras demandas. A NBR 5410:2004 apresenta que a capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição (CARVALHO, 2016).

Figura 10 - Quadro de distribuição.



Fonte: PRYSMIAN, 2016.

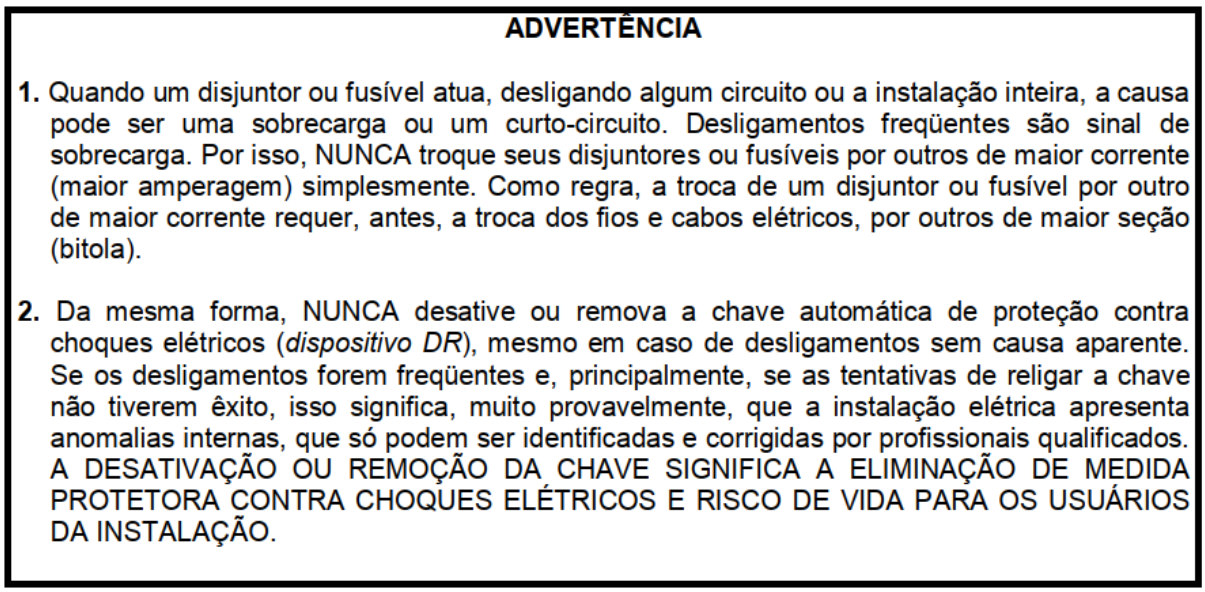
Em seu item 6.5.9.2, a NBR 5410:2004 estipula que todo quadro de distribuição, não importa se geral ou de um setor da instalação, deve ser especificado com capacidade de reserva (espaço), que permita ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos efetivamente previstos anteriormente. Esta previsão de reserva deve obedecer aos seguintes critérios:

- Quadros com até 6 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 2 circuitos;

- Quadros com 7 a 12 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 3 circuitos;
- Quadros com 13 a 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 4 circuitos;
- Quadros acima de 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 15% de circuitos.

A norma não determina a carga dos circuitos reservas, logo fica a critério do projetista estimar, entretanto, uma boa prática é estipular 1kW. Esta norma frisa que a previsão de reserva deverá ser considerada no cálculo de carga do quadro de distribuição. Segundo o item 6.5.4.10 da NBR 5410:2004, os quadros de distribuição devem ser entregues com a advertência da figura 11, sendo que o mesmo não deve ser facilmente removível.

Figura 11 - Advertência quadro de distribuição.


ADVERTÊNCIA

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).

2. Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (*dispositivo DR*), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

Fonte: NBR 5410:2004.

A NBR 5410:2004 orienta por questão de segurança que os quadros elétricos sejam instalados em lugares de fácil acesso, sendo importante também que o quadro de distribuição seja locado o mais próximo possível do medidor, pois, evita gastos onerosos com os fios de bitola maior.

Ao observarmos o item 6.5.4.8 da NBR 5410:2004, percebemos que, quando possível, os quadros de distribuição e os quadros terminais devem ser localizados, preferencialmente, no centro de carga da instalação, definido como o ponto ou região onde se concentram as maiores potências. Tal indicação se explica pelo fator econômico dos condutores.

3.2.7 Dimensionamentos dos condutores e eletrodutos

Conforme orientações da NBR 5410:2004, fica evidente como é importante o correto dimensionamento da seção mínima dos condutores, sendo importante para que se possam garantir de forma simultânea condições de limites de temperatura, fronteiras de quedas de tensão, capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas e aptidão de condução da corrente de curto-circuito por tempo limitado.

De acordo com o item 6.2.5.2.1 da NBR 5410:2004, a temperatura máxima para serviço contínuo não deve ultrapassar os valores dados na figura 12, conforme o tipo de isolação. Segundo o item 6.2.5.2.3, os valores de capacidade de condução de corrente podem ser obtidos com cálculos baseados na ABNT NBR 11301.

Figura 12 - Temperaturas características dos condutores.

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm^2	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm^2	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: NBR 5410:2004.

Conforme o item 6.2.5.2.2 da NBR 5410:2004, as tabelas 36 a 39 fornecem as capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C, D, E, F e G descritos em 6.2.5.1.2.

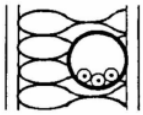
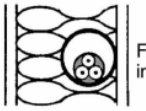
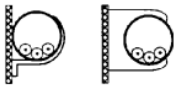
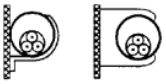
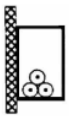
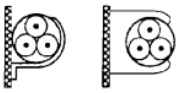
A diferentes tipos de condutores por exemplo:

- Condutor isolado: São condutores que suportam até 70ºC com revestimento de PVC e que não devem ser empregados em ambientes úmidos, tais como áreas subterrâneas.
- Condutor Unipolar: estes cabos já são empregados em regiões subterrâneas, dado que possuem uma dupla camada de isolamento e já suportam até 90°C. Seu revestimento pode ser de EPR, HEPR e XLPE.
- Cabo multipolar: esses cabos possuem mais de um polo, geralmente com duas ou três vias, permitindo que você conecte o condutor de fase, o neutro e um

condutor de proteção, por exemplo. Esses cabos possuem a mesma função que os cabos unipolares, ou seja, suportam temperaturas de até 90°C.

Importante ressaltar que, existem diversas formas de instalar os condutores, ou seja, vários tipos de linhas elétricas, tais padronizações são expostas na figura 13 retirada da NBR-5410:2004.

Figura 13 - Tipos de linhas elétricas.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

Fonte: NBR-5410:2004 (adaptada a pesquisa).

Os eletrodutos devem ter suas dimensões calculadas consoante a quantidade e o diâmetro dos condutores a serem utilizados, podendo permitir instalar ou retirar facilmente os condutores utilizados. A taxa máxima de ocupação é a relação da área de seção transversal dos

eletrodutos, sendo que essa taxa não pode ser superior a 40% no caso de três ou mais condutores, (NBR 5410:2004).

Os eletrodutos têm a função de proteção mecânica, ataques químicos da atmosfera e contra os perigos de incêndio provenientes de superaquecimentos ou arco-voltaicos aos condutores, (NBR 5410:2004).

A NBR 5410:2004 ainda destaca que para a utilização de eletrodutos, deve que estes estejam dentre as devidas normas técnicas específicas para todos os tipos de eletrodutos, podendo eles ser de embutir ou sobrepor. Destacam-se três normas para esses métodos citados:

- ABNT NBR 15.465 Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5.597 Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca NPT;
- ABNT NBR 5.598 Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP.

Entretanto as orientações da NBR 5410:2004, já contempla todas as exigências das normas acima. Desta forma fica a critério do profissional consulta-las quando julgar necessário.

3.2.8 Dispositivos de proteção

Para garantir a segurança e a confiabilidade das instalações, é necessário o uso de dispositivos de proteção. Os principais dispositivos de proteção em instalações elétricas de baixa tensão são:

- Disjuntores termomagnéticos;
- Disjuntores diferenciais (DR);
- Dispositivos de proteção de surtos (DPS);

Disjuntores termomagnéticos é o equipamento destinado a proteger os condutores e demais equipamentos da unidade consumidora, contra sobrecarga e curto-circuito (NT. 04:2023).

Os disjuntores diferenciais têm a função de detectar pequenas fugas de corrente em circuitos elétricos, desligando imediatamente a alimentação e prevenindo acidentes. As fugas podem acontecer por diferentes motivos: um toque acidental, um fio desencapado, o uso de equipamentos elétricos em áreas molhadas ou até mesmo um brinquedo inserido na tomada por uma criança (WEG, 2018).

No caso do DR, é um dispositivo de segurança, exigido pela NBR 5410:2004 e regulamentado pela Lei 8078/90, art. 39-Vl11, art. 12, art. 14.

Conforme NBR 5410:2004 no uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos. A norma cita casos em que o uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade como proteção adicional é obrigatório nos seguintes tipos de circuitos:

- Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- Os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- Os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- Os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- Os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

DPS é a sigla para Dispositivos de Proteção contra Surtos, sendo equipamentos projetados para detectar e desviar sobre tensões transitórias na rede elétrica. De maneira mais simples: o DPS desvia as correntes de surto (como sobrecargas causadas por raios, por exemplo) diretamente para a terra, assim, protegendo eletrônicos e eletrodomésticos principalmente (SCHNEIDER, 2023).

Os DPS são divididos em classes, essas classes variam de acordo com o tipo de proteção a ser oferecido na edificação. O que poucas pessoas sabem é que a classe identifica o teste ao qual o DPS foi submetido no que se refere a corrente de descarga (MOACIR SANTOS, 2018).

Moacir Santos (2018) em seu artigo relata:

> Classe I: limita surtos de tensão, nos quais parte da corrente do raio está associada, ou seja, esta classe é utilizada no quadro principal, ou em ambientes em que possa ocorrer descargas diretas (áreas urbanas ou rurais). Os DPS dessa classe, foram testados com um gerador de forma de onda de 10/350us, o que significa que quando o mesmo sofre uma descarga, o DPS leva de 10 à 350 micro segundos para levar esta corrente para a terra.

> Classe II: limita surtos de tensão que chegam a penetrar na edificação, dessa forma, um DPS classe II está destinado a proteger equipamentos que possam vir a danificar ao receber tensões superiores. São testados com um gerador de forma de onda de 8/20us e são instalados nos quadros de distribuição internos ou quadros secundários; Classe III: limita surtos de tensão penetram equipamentos mais sensíveis, dessa forma, um DPS classe III está destinado a proteger somente um equipamento, geralmente aparelhos eletroeletrônicos. São testados com um gerador de forma de onda do tipo combinado nas formas 1,2/50us e 8/20us.

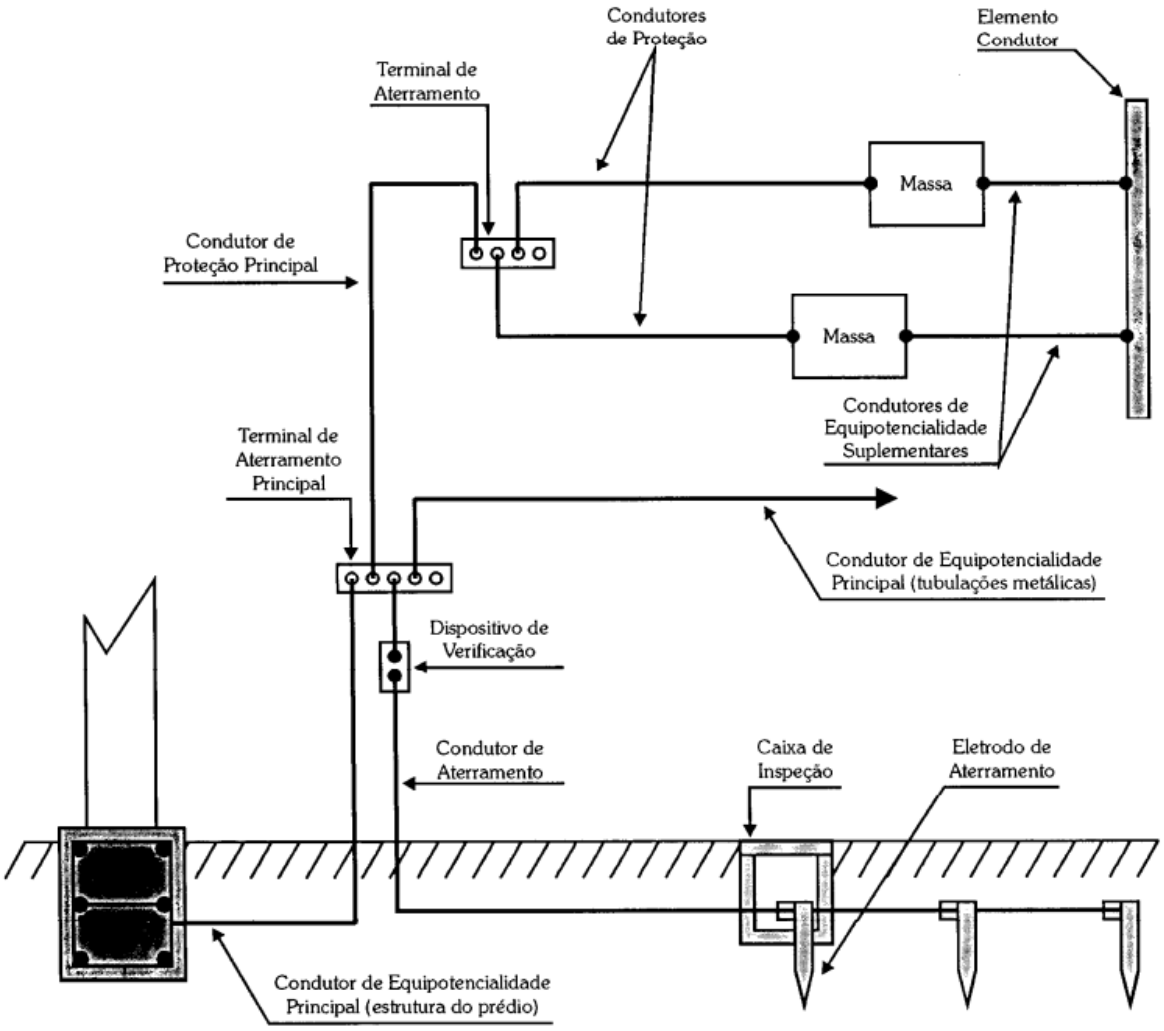
3.2.9 Aterramento

Nas instalações elétricas existem dois tipos de aterramento: aterramento funcional e aterramento de proteção.

- Aterramento funcional é utilizado para garantir o funcionamento correto dos equipamentos, ou para haver um excelente funcionamento na instalação (LIMA, 2011).
- Aterramento de proteção é a ligação de toda a rede elétrica a uma haste metálica que conduz sobre cargas à terra, podendo proteger contra contatos indiretos (LIMA, 2011).

Na elaboração de projetos, padrão concessionário, geralmente é comum a utilização de um conjunto de hastes ou anel em volta da edificação, mas o ideal é a construção de uma malha de aterramento. A figura 14 demostra um exemplo de aterramento.

Figura 14 - Exemplo de Aterramento.



Fonte: LIMA, 2001.

As hastes verticais devem obedecer aos critérios da norma ABNT NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios, ser de alta camada, isto é, com uma camada de cobre com espessura mínima de 254µm, e um comprimento mínimo de 2 metros. O número, comprimento e o distanciamento das hastes influenciam na tensão de contato e devem ser definidas no projeto da malha, no entanto, é recomendado que o distanciamento entre as hastes não seja inferior ao valor do comprimento das hastes.

O cabo deve ser de cobre nu com seção nominal definida pelo cálculo e não deve ser inferior à seção mínima de 50mm² estabelecida pela norma NBR 14039. Os cabos devem ser enterrados a uma profundidade mínima de 0,60m.

Conforme a norma NBR 5410:2004, existem três tipos de esquemas de aterramento. São eles: TN-S, TN-C-S e TN-C.

A primeira letra indica a situação da alimentação em relação à terra:

- **T** = um ponto diretamente aterrado.

A segunda letra indica a situação das massas da instalação em relação à terra:

- **T** = diretamente aterradas, independentemente do aterramento da alimentação;
- **N** = ligadas no ponto de alimentação aterrado (normalmente o ponto neutro).

Outras letras (eventuais) indicam a disposição do condutor neutro e de proteção:

- **S** = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
- **C** = funções de neutro e de proteção em um único condutor (condutor PEN).

3.2.10 Fornecimento de energia elétrica

Os padrões, limites e tipos de fornecimento para edificações coletivas e unidades consumidoras individuais, analisadas em função da demanda máxima prevista e da potência instalada, variam conforme as concessionárias e regiões do país. No estado de Goiás a norma que determina o fornecimento de energia elétrica em baixa tensão é a NT. 01: 2023 - Revisão 07 da Equatorial.

As classes de tensão são: monofásica, bifásica ou trifásica. Suas potências de ligação são definidas pela concessionária. Para definição da classe de tensão a ser fornecida pela concessionária de energia, deve ser feito o cálculo da carga instalada quando a carga instalada da unidade consumidora for igual ou inferior a 75kW.

A figura 15 mostra a tabela 1 da NT. 01:2023, referente ao dimensionamento do ramal de ligação. O ramal de ligação é o conjunto de cabos condutores e acessórios, instalados pela distribuidora que conduzem a energia entre o ponto de derivação da rede da concessionária e o ponto de entrega.

Figura 15 - Dimensionamento do Ramal de Ligação e Entrada em 220/380V.

METODO DE CÁLCULO	TIPOS DE FORNECIMENTO	CARGA kW	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO (A)	RAMAL DE CONEXÃO					DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (pol.)	CONDUTOR COBRE ISOLADO MÍNIMO DO CLIENTE FASE (NEUTRO) (mm²)	CONDUTOR DE ATERRAMENTO (AÇO COBREADO) (mm²)	DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO ATERRAMENTO (pol.)
				Distância até 2 km da orla marítima			Distância a partir de 2 km da orla marítima					
				CABO DE COBRE CONCENTRICO OU DUPLEX	CABO DE COBRE MULTIPLEXADO (mm2)	ELETRODUTO DE PVC COM PROTEÇÃO ANTI-UV	CABO DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADO (mm²)					
							DUPLEX/ CONCENTRICO	QUADRUPLEX				
CARGA INSTALADA	MONOFÁSICO	Até 4	25 (MONO)	4	-		10	-	3/4	4	4	1/2
		De 4 a 8	40 (MONO)	6	-		10	-	3/4	6	6	1/2
		De 8 a 12	60 ou 63 (MONO)	10	-		10	-	3/4	10	6	1/2
DEMANDA	TRIFÁSICO	De 12 a 20	40 (TRI)	-	6		-	10	1.1/2	6	6	1/2
		De 20 a 30	60 ou 63 (TRI)	-	10		-	16	1.1/2	10	10	1
		De 30 a 40	80 (TRI)	-	16		-	25	2	16	16	1
		De 40 a 50	100 (TRI)	-	25		-	35	2	25	25	1
		De 50 a 75	125 (TRI)	-	35		-	50	2.1/2	35	35	1

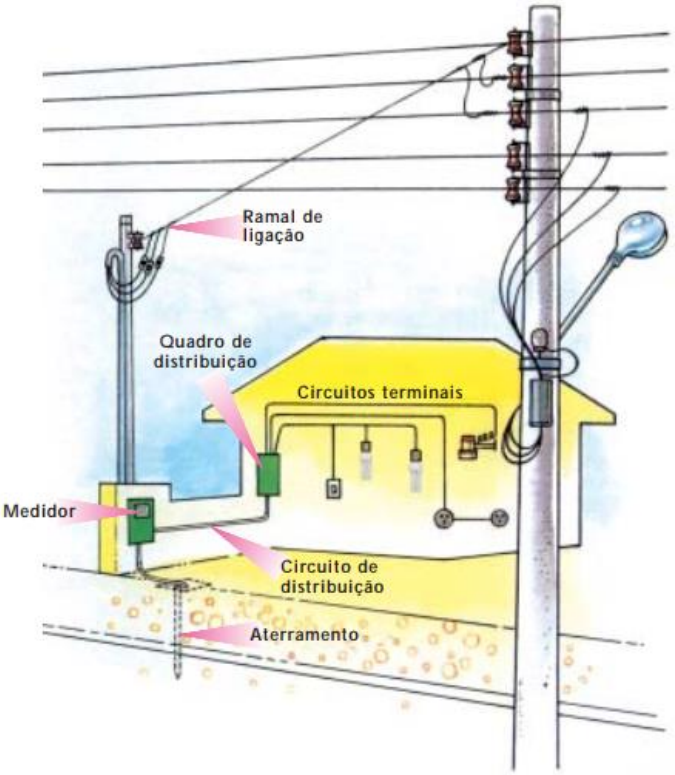
Fonte: NT. 01, 2023.

A NT. 01:2023 se aplica às novas instalações, reformas e/ou ampliação de instalações já existentes, em caráter provisório ou permanente, que compõem as entradas de serviço das unidades consumidoras de uso individual ou de múltiplas unidades com padrão de medição individualizado, atendidas em tensão secundária de fornecimento, isto é, quando a carga instalada da unidade consumidora for igual ou inferior a 75kW.

O padrão de entrada constitui: ramal de entrada, poste particular, caixas e quadros de medição, chave seccionadora (quando necessária), proteção e aterramento. Segundo as normas

das concessionárias, a proteção geral da entrada de energia será via disjuntores termomagnéticos. A figura 16 exibe um exemplo de padrão de entrada.

Figura 16 - Padrão de entrada.



Fonte: PIRELLI, 2003.

É importante a sua manutenção preventiva e periódica a fim de manter o estado de conservação das caixas de medição.

3.2.11 Centros de medições ou EMUC

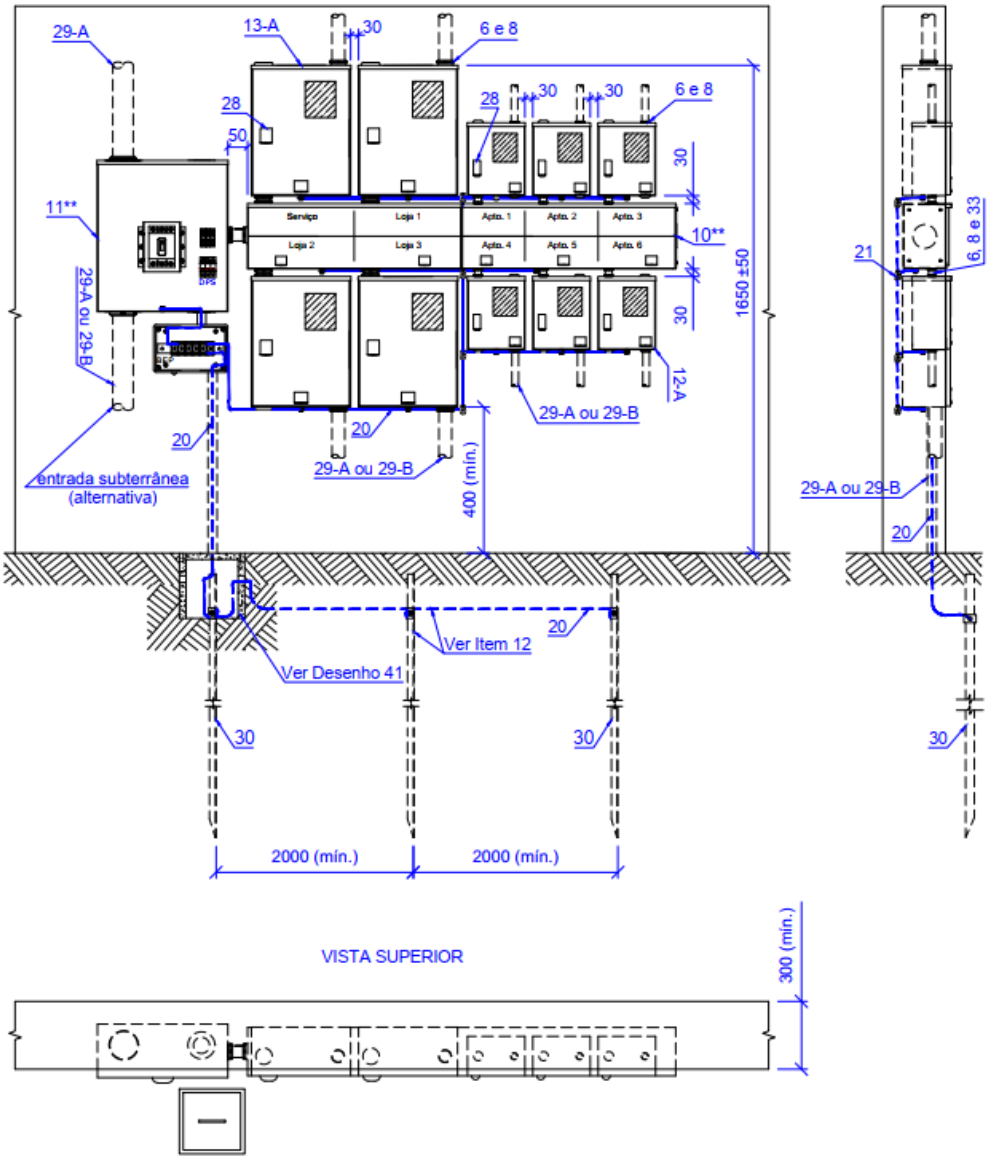
É o conjunto dos módulos de distribuição e medição de energia elétrica, das unidades consumidoras (NT. 04, 2023). Quando há mais de uma unidade consumidora em uma mesma área ou gleba, existe um grande volume de cargas, desta forma é necessário um agrupamento de cargas, lembrando que a NT. 04:2023 determina um único ponto de fornecimento de energia, podendo haver exceções, as quais são analisadas pela concessionária.

Os centros de medição são formados por caixas metálicas ou de policarbonato onde ficam localizados os relógios medidores da concessionária de energia. Cada concessionária de energia possui padrões específicos para a instalação e medição. Geralmente, estes equipamentos

possuem condutores de entradas e saídas de energia e o medidor, monitora todo o gasto mensal de cada unidade consumidora (ENGEREY, 2018).

É comum também encontrar nos centros de medição sistemas de proteção contra curtos circuitos, choques elétricos e incêndios. A figura 17 exemplifica um centro de medição com 6 medidores monofásicos, 4 medidores bifásicos.

Figura 17- Centro de medição.



Fonte: NTC-04, 2016.

Existem duas maneiras do centro de medição receber energia elétrica da concessionária: pelo sistema aéreo e pelo subterrâneo:

- Aéreo: o centro de medição necessita de um poste de entrada localizado no limite da propriedade com a via pública.

- Subterrâneo: o centro de medição é alimentado pelo ramal subterrâneo da concessionária de modo direto, sem precisar de poste.

É importante a sua manutenção preventiva e periódica a fim de manter o estado de conservação das caixas de medição.

3.2.12 Demanda de edificações

O dimensionamento dos componentes da entrada de serviço (ramais de ligação e de entrada, alimentadores), das edificações de uso coletivo e dos agrupamentos, deve ser feito pela demanda total da edificação (NT.04:2023). Quando existe um grande volume de cargas é necessário fazer o agrupamento e o correto dimensionamento, através da demanda, desta forma evita se um superdimensionamento dos condutores e proteções.

A demanda representa a média das potências elétricas ativas ou reativas, que são solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressas em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reativo (kVAr), respectivamente (NT.04:2023).

A demanda total dos edifícios residenciais deve ser calculada pelo método de cálculo de demanda em função da área útil descrito no subitem 8.2.2 da NT.04:2023. Este método baseia-se na área útil dos apartamentos e é aplicável apenas a edificações residenciais e para o cálculo das demandas totais e parciais da edificação. Não se aplica as unidades individuais. Para o cálculo da demanda de cada apartamento deve ser usado o critério da carga instalada (NT.04:2023).

Conforme o subitem 8.2.2 da NT.04:2023, para obter-se o valor total da demanda deve-se tratar independentemente a demanda correspondente aos apartamentos e a demanda do condomínio. A demanda total será determinada pela equação abaixo:

$$D = (D1 + D2)\ x\ 1{,}2 \qquad \text{(I)}$$

$$D1 = S\ x\ f \qquad \text{(II)}$$

$$D2 = (a + b + c + d + e + f + g) \qquad \text{(III)}$$

Onde:

- D = demanda total do empreendimento.
- D1 = demanda dos apartamentos tipo, pelo critério da área útil.
- D2 = demanda do condomínio, pelo critério da carga instalada.

- S = demanda diversificada em kVA dos apartamentos, conforme TABELA 22, (NT.04:2023).
- f = fator para diversificação da demanda, conforme TABELA 23 (NT.04:2023).
- a = demanda referente a iluminação e tomadas (TABELA 3 ou TABELA 4), em kW.
- b = demanda referente aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento. Os fatores de demanda dados pela TABELA 6, devem ser aplicados separadamente, para a carga instalada dos seguintes grupos de aparelhos:
    I. b1 = chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas.
    II. b2 = aquecedores de água por acumulação ou por passagem.
    III. b3 = fornos, fogões e aparelhos tipo "Grill".
    IV. b4 = máquina de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louça e ferro.
    V. b5 = demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, torradeira, liquidificador, batedeira, exaustor, ebulidor, etc.).
- c = demanda dos aparelhos condicionadores de ar, dada pelas TABELAS 7 e 8. Para central de condicionamento de ar, considerar o fator de demanda igual a 100%.
- d = demanda relativa a motores elétricos (TABELA 12).
- e = demanda de máquinas de solda a transformador, determinado por:
    I. 100% da potência do maior aparelho.
    II. 70% da potência do segundo maior aparelho.
    III. 40% da potência do terceiro maior aparelho e 30% da potência dos demais aparelhos.
- f = demanda dos aparelhos de raio X, determinado por:
    I. 100 % da potência do maior aparelho.
    II. 10 % da potência do segundo maior aparelho.
- g = motor-bomba de hidromassagem (TABELA 9).

A NR-10:2019 orienta em seu item 10.3, que para garantir a segurança dos trabalhadores e das instalações elétricas, os projetos devem atender a uma série de requisitos:

- Os projetos devem especificar dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedir a reenergização e para sinalização de advertência. Isso é importante para evitar que os trabalhadores sejam expostos a choques elétricos.

- O projeto deve prever a instalação de dispositivos de seccionamento de ação simultânea, que permitam a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.
- O projeto também deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.
- Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como comunicação, sinalização, controle e tração elétrica, devem ser identificados e instalados separadamente.
- O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade.
- Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado.
- Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.
- O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado. Isso é importante para garantir que os trabalhadores tenham acesso às informações necessárias para trabalhar com segurança.
- O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado. Isso é importante para garantir que o projeto atenda aos requisitos de segurança necessários.

É fundamental compreender todos os conceitos abordados até agora, pois serão de suma importância para a compreensão da metodologia apresentada no capitulo 4.

4 METODOLOGIA

Durante o período de serviço na empresa Eletro Engenharia LTDA–ME, tivemos a oportunidade de trabalhar em projetos de diferentes tipos e tamanhos, o que nos permitiu desenvolver uma metodologia eficiente e segura, baseada nas normas técnicas e regulamentações vigentes. Essa metodologia garante a segurança e a confiabilidade das instalações elétricas, protegendo os usuários e os equipamentos.

Com base na nossa experiência e na importância de seguir as normas técnicas e as regulamentações vigentes, criamos um passo a passo das etapas da elaboração de projeto elétrico a serem seguidas. Representamos essas etapas em um fluxograma para facilitar a compreensão e a execução da metodologia.

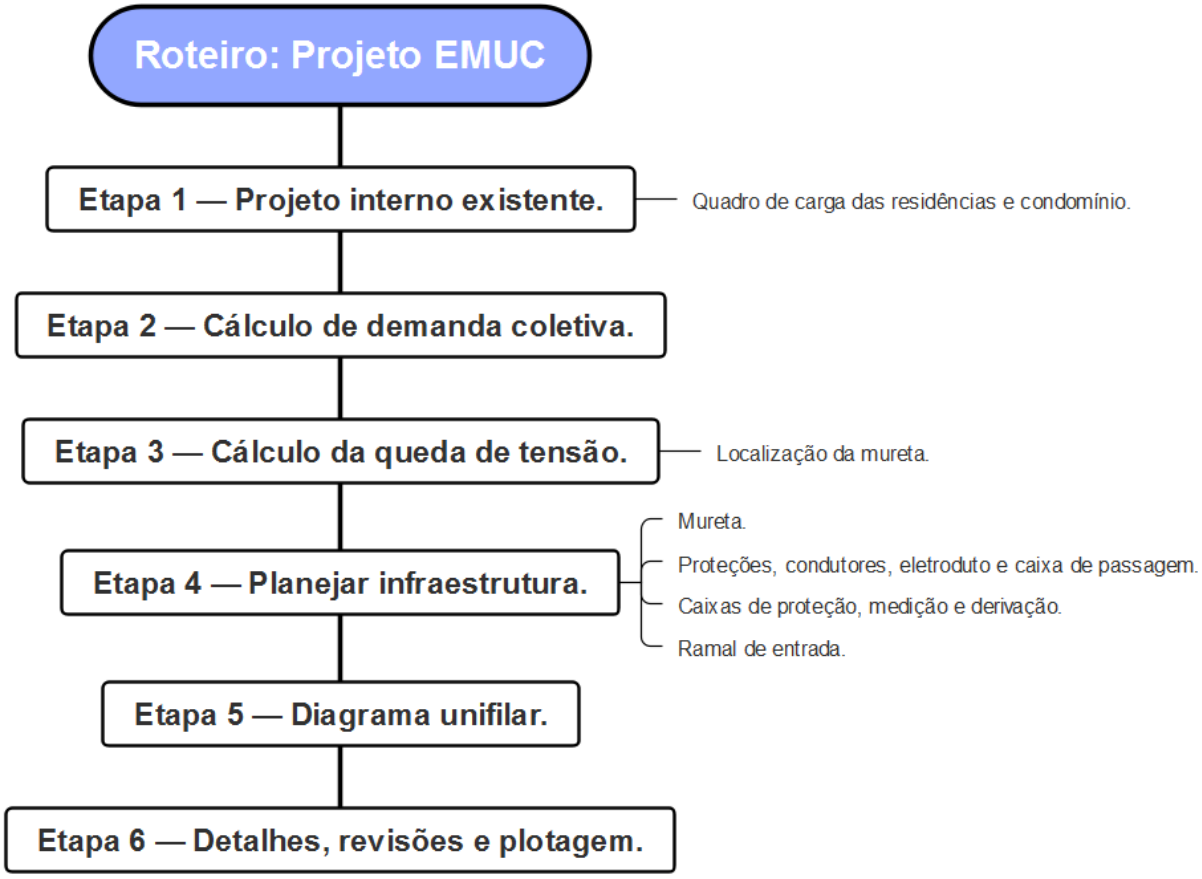
Antes de apresentar a metodologia proposta neste projeto é importante compreender que ela não é limitada e nem enrijecida, o objetivo dela é sistematizar, organizar e dar fluidez na elaboração de projetos, logo ela orienta. Entretanto, fica a critério do projetista acrescentar etapas ou retirar etapas conforme lhe parecer bem, desta forma ela se torna dinâmica e poderá atender às necessidades do projetista conforme surgirem.

Acreditamos que esta metodologia pode contribuir para a formação de futuros profissionais da área de projetos elétricos, pois fornece um guia prático e completo para a elaboração de projetos seguros e eficientes.

A metodologia é a organização e a sistematização de todo o processo referente à elaboração de projeto elétrico, possibilitando uma visão panorâmica das atividades envolvidas e seguindo um fluxo de trabalho contínuo e fluido. Evitando perdas de tempo desnecessárias, as figuras 18 e 19 mostram a metodologia elaborada para ambos os projetos deste trabalho.

Para o projeto empreendimento com múltiplas unidades consumidoras também seguiremos o mesmo princípio de organização conforme mostra o fluxograma da figura 18.

Figura 18 – Fluxograma: metodologia de projeto EMUC.

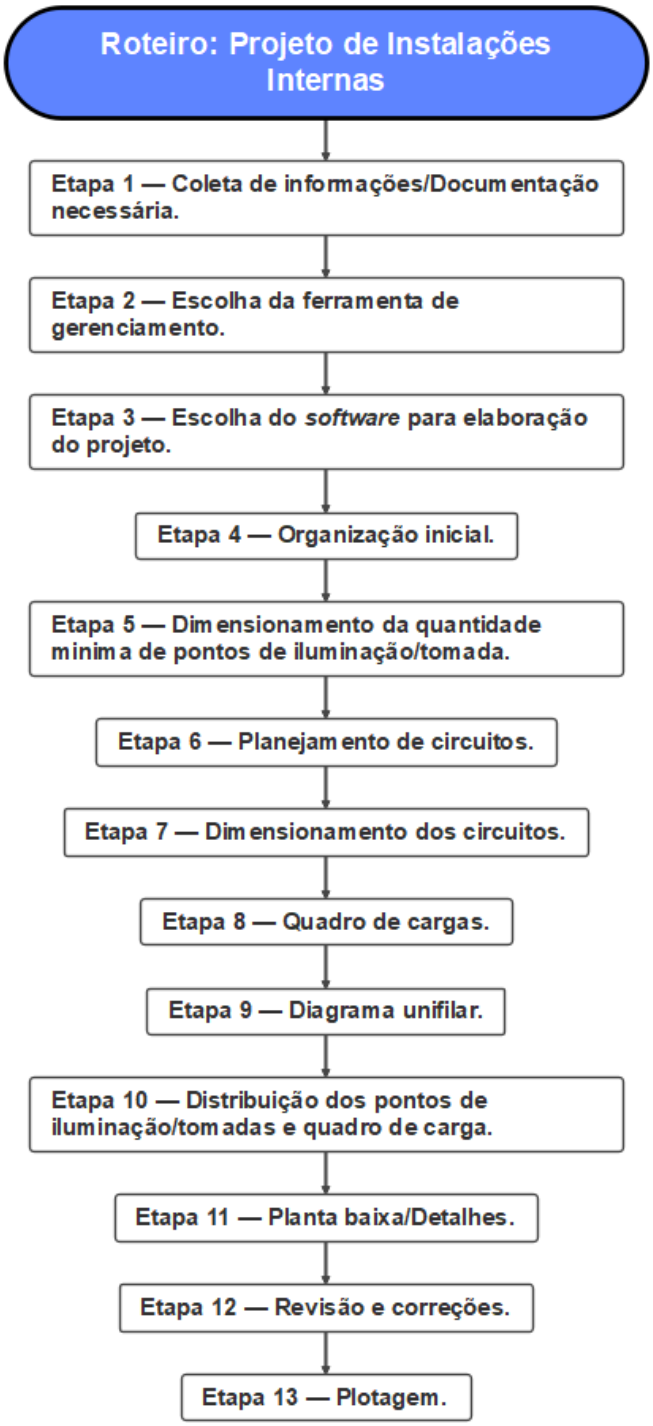


Fonte: Autor, 2023.

A metodologia de elaboração de projetos elétricos é composta por duas etapas principais: o projeto de instalações internas e o projeto de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (EMUC). A etapa 1 do projeto EMUC consiste na realização do projeto de instalações internas, que é a base para todas as etapas subsequentes.

Neste estudo, foram realizadas as atividades para instalações internas conforme os fluxogramas da figura 19.

Figura 19 – Fluxograma: metodologia de projeto instalações internas.



Fonte: Autor, 2023.

Essa metodologia foi testada na empresa Eletro Engenharia LTDA–ME, que atua na área de elaboração de projetos e execução, desta forma ela foi sendo reformulada até a presente versão apresentada neste trabalho.

4.1 Coleta de informações pré-projeto

Antes de se iniciar qualquer projeto é necessário conversar com o cliente e entender quais as suas necessidades e buscar a melhor solução para a demanda do mesmo. Elaborar um levantamento prévio das informações do projeto é importantíssimo, afinal é de suma importância saber quais documentos necessários para o projeto em questão. Desta forma, poderá receber toda, ou quase toda, a informação necessária já de início, sem necessidade de solicitar ao cliente a documentação faltante, conforme o andamento do projeto.

No caso do projeto de instalações internas e EMUC qual seria a documentação necessária para aprovação deles? Essa pergunta é sempre importante ser feita, para pedir as devidas informações ao cliente. Essa informação é obtida através do canal de atendimento SICAP (Sistema de Cadastro e Análise de Projetos) da Equatorial ou e-mail para dúvidas técnicas relacionadas aos projetos: cap.go@equatorialenergia.com.br

4.1.1 Documentação necessária exigida pelo SICAP

Segundo a plataforma SICAP a documentação exigida para aprovação do projeto de instalações internas e EMUC são:

1. Cópias RG, CPF ou CNPJ;
2. Endereço do proprietário e da obra.
3. Procuração;
4. Termo de Responsabilidade e Ciência;
5. Memorial descritivo (Modelos padronizados pelo CAP — Disponíveis nos formulários padrões);
6. Documento de responsabilidade profissional (ART/TRT) assinado;
    - Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
    - Termo de Responsabilidade Técnica (TRT).
7. Análise de Viabilidade Técnica (AVT);
8. Resumo de Informações do Projeto — Utilizar modelos padronizados;
9. Projeto em PDF.

Pode haver mudanças nessa lista de documentos, afinal cada projeto tem suas particularidades, podendo a concessionária Equatorial exigir outra documentação ou deixar de solicitar alguma das citadas acima.

De posse de todas as informações e de toda documentação necessária para o projeto, a próxima etapa deve ser a escolha de qual *software* será utilizado para elaboração do projeto. É importante escolher uma ferramenta ou plataforma de gerenciamento de projetos, quanto mais organizado, mais rápida a obtenção de informações desejadas e mais rápido a elaboração da proposta de execução. É esta ferramenta de gerenciamento que organizará toda a documentação e etapas do projeto.

4.2 Definição da ferramenta de gerenciamento de projeto

Quando falamos de projetos, a grande questão é: como os gerenciamos? Existem basicamente duas maneiras. Uma é gerenciar seu projeto manualmente, usando notas, autocolantes, quadros brancos, cadernos, entre outros. E a outra é confiar em software para gerenciamento de projetos.

O que é um *software* de gerenciamento de projetos? É uma ferramenta que permite planejar, organizar e gerenciar todo o trabalho de sua equipe, da primeira à última etapa. Um bom *software* de gerenciamento de projetos também serve como ferramenta de colaboração. Você pode coordenar as tarefas da equipe para que todos saibam suas atribuições e responsabilidades, compartilhar opiniões, arquivos e atualizações de situação. Com uma visão completa sobre os trabalhos, que estão sendo executados.

Gerenciar projetos não é uma tarefa fácil. Entretanto, é ainda mais difícil se não contamos com a ajuda de um *software*, para visualizar a progressão do projeto. Existem diversas opções disponíveis comercialmente, ficando a critério do projetista a escolha (MARCELO, 2023). A seguir, apresentamos algumas opções de software de gerenciamento de projetos comumente utilizadas no mercado de trabalho:

1. TRELLO
2. MS Project

4.2.1 TRELLO

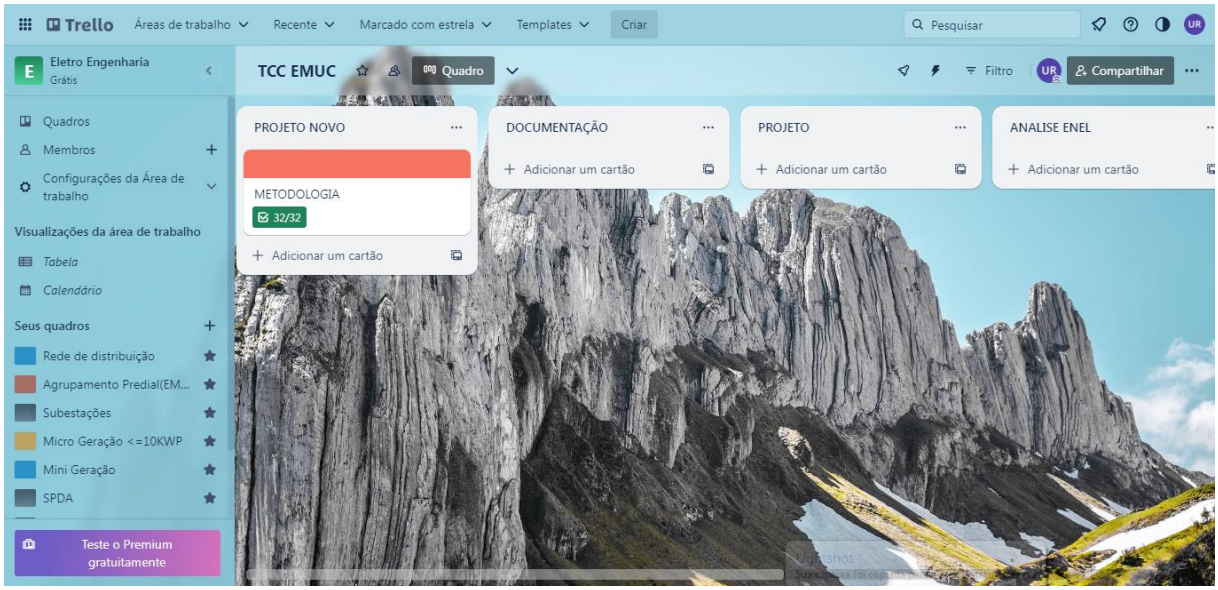
TRELLO é um aplicativo de gerenciamento de projeto baseado na web originalmente desenvolvido em 2011 pela então Fog Creek Software (atualmente Glitch). Em 2017, foi adquirido pela empresa australiana Atlassian (MICHAEL, 2017).

O TRELLO é uma ferramenta de gestão altamente popular para empresas de todos os portes. Disponível em português, é uma ferramenta colaborativa que organiza projetos em

quadros (*boards*), em que são inseridas listas de tarefas a serem seguidas individualmente ou em equipe. Cada lista recebe cartões (*cards*) com descrições, prazos determinados e objetivos a serem concluídos (LOUBAK, 2019).

Por essa metodologia de trabalho, os quadros são organizados em colunas. Uma das formas mais comuns de uso do TRELLO é dividi-lo em colunas como “A fazer”, “Em andamento” e “Concluídos” e mover os cartões conforme as tarefas progridem. A figura 20 mostra a interface da ferramenta TRELLO, a qual escolhemos para gerenciamento do projeto deste trabalho.

Figura 20 - TRELLO.



Fonte: Autor, 2023.

Como toda a equipe tem acesso rápido aos quadros, todos os membros da equipe se mantêm informados sobre o andamento do projeto. O gerenciamento pode ser feito tanto pela plataforma web, quanto pelos aplicativos de Android e iOS (LOUBAK, 2019).

Após concluir todas as tarefas do cartão, o usuário pode colocá-lo em outra lista para indicar que o objetivo foi alcançado, e o trabalho, concluído. Basta pressionar o item e arrastá-lo para a coluna que preferir.

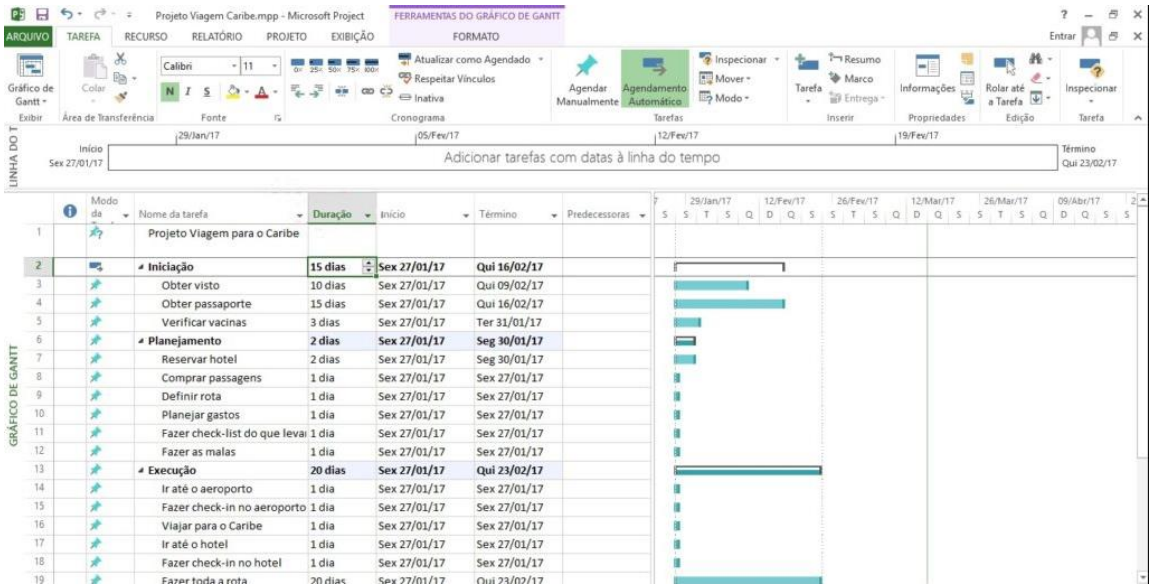
4.2.2 MS Project

MS Project é um *software* de gerenciamento de projetos. Ele é amplamente utilizado em áreas como construção, engenharia, gerenciamento de projetos de TI e gerenciamento de projetos de negócios.

Essa ferramenta foi criada pela Microsoft em 1985 (primeira versão),sendo que nos anos posteriores sofreu profundas mudanças e atualizações. São vários os focos do Ms Project: tempo (datas, duração do projeto, calendário de trabalho), gráfico de Gantt, modelo probabilístico (para cálculos relacionados a planejamento), diagrama da rede, custos (fixos, não fixos, outros) e uma gama de relatórios (SANTOS, 2018).

A figura 21 mostra a interface do *software*.

Figura 21 - MS Project.



Fonte: SIGMA, 2022.

Achamos que o MS Project não é muito intuitivo. Tivemos grande dificuldade em utilizá-lo, pois os parâmetros e comandos são complexos demais para o nosso entendimento. Não conseguimos nos adaptar à ferramenta, por isso optamos pelo Trello. Achamos que o Trello é uma excelente opção para gerenciar projetos, principalmente para coordenar equipes na execução.

4.3 Definição do *software* a ser utilizado para projetar

O uso de *softwares* especializados passou a ser cada vez mais requisitado, já que agilizam o trabalho. Apresentaremos dois exemplos a abaixo, que escolhemos, para exemplificar a metodologia, sendo o AutoCAD e o Revit, ambos por serem ótimos softwares e muito utilizados na área de projetos.

Os escolhemos por possuírem versões gratuitas para estudante, tornando-se acessíveis aos acadêmicos. Além de dispor de grande quantidade de material didático gratuito sobre as funcionalidades e comandos dos *softwares*.

4.3.1 AutoCAD

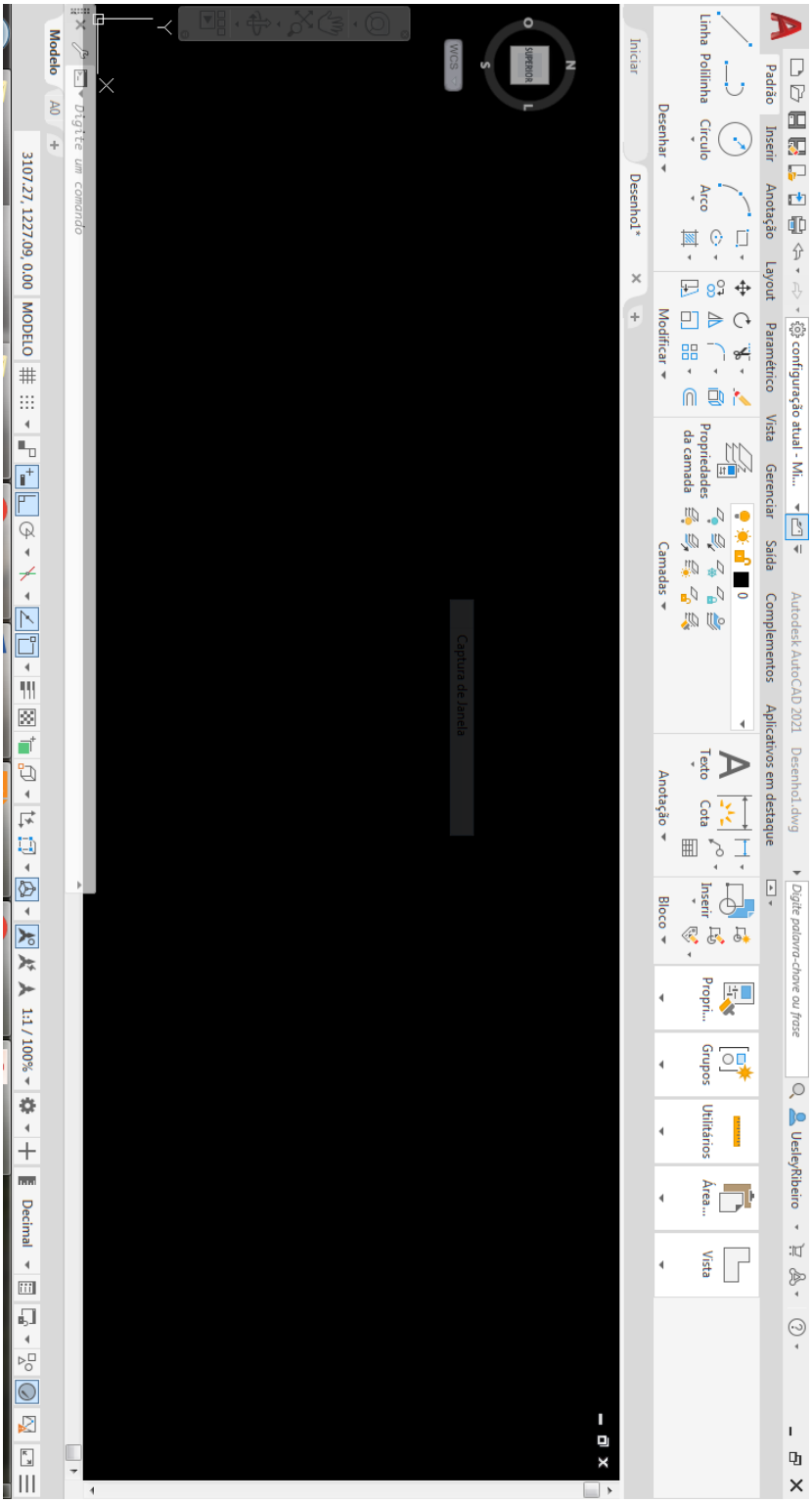
AutoCAD é um software do tipo CAD (*Computer Aided Design*, desenho assistido por computador). Criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982, é utilizado principalmente para a elaboração de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). É amplamente utilizado em arquitetura, design de interiores, engenharia mecânica, engenharia elétrica e em vários outros ramos da indústria (PERCÍLIA, 2023).

Antes do surgimento deste software todos os desenhos técnicos eram executados através de ferramentas como: papel, caneta de nanquim, esquadros, régua “T”, borracha, compasso, prancheta e muitas outras ferramentas (SILVA, 2019).

Nessa perspectiva, milhares de projetos são desenvolvidos em todo o mundo através dessa ferramenta visto que, atualmente, o AutoCAD é considerado um dos *softwares* mais utilizado no mundo tornando o indispensável aos profissionais da área de engenharia (SILVA, 2019).

A Figura 22 ilustra o ambiente de desenvolvimento de projeto da plataforma AutoCAD 2021.

Figura 22 - AutoCAD.



Fonte: Autor, 2023.

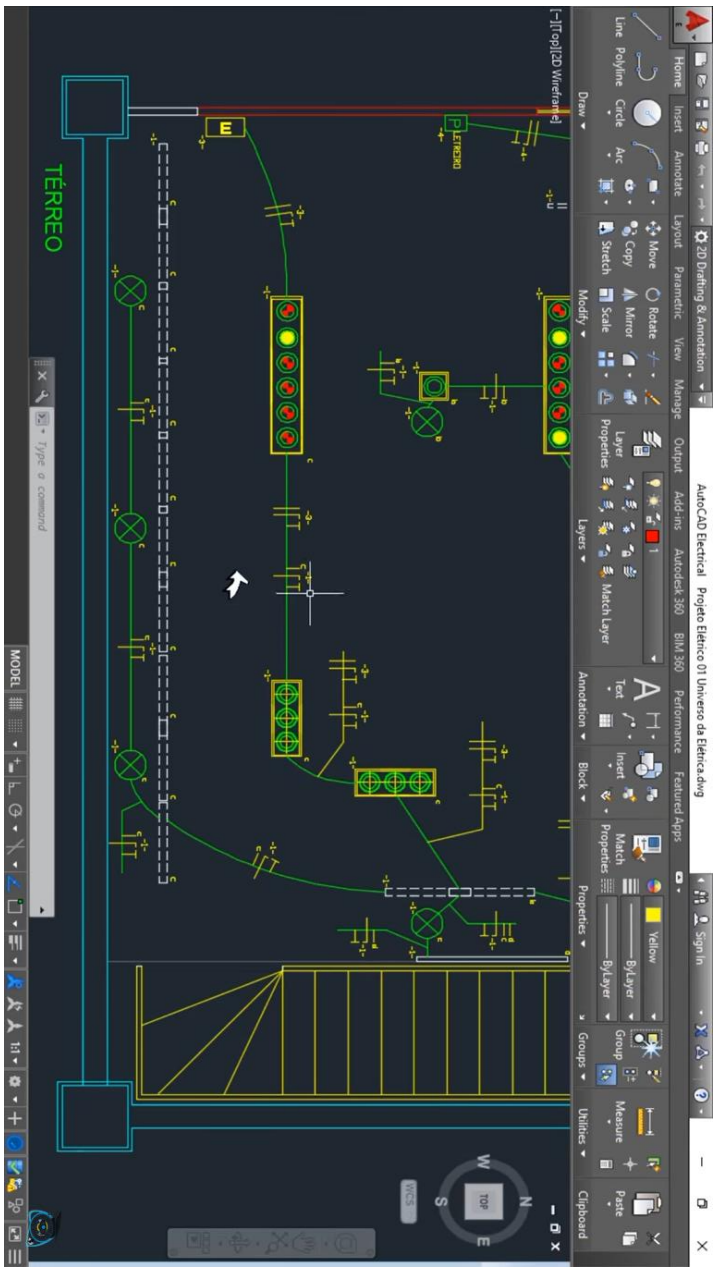
Autodesk Inc, disponibiliza uma licença gratuita para estudantes universitários, em função da importância de sua aplicação na formação de profissionais em áreas como Engenharia Civil, Arquitetura, Engenharia Elétrica, entre outros.

4.3.2 AutoCAD Electrical

A Autodesk, empresa que comercializa e desenvolve o AutoCAD, desenvolveu o AutoCAD Electrical para ajudar na produtividade e agilidade na criação de projetos elétricos.

Segundo o site Engenharia 360, a revolução foi tamanha que estudos da área apontam que o rendimento com a ferramenta Electrical aumentou em 95%. Com ela, é possível inovar e simplificar processos elétricos. A Figura 23 ilustra o ambiente de desenvolvimento de projeto da plataforma AutoCAD Electrical.

Figura 23 - AutoCAD Electrical.



Fonte: Universo da Elétrica, 2022.

Por meio desse *software* o gerenciamento de diversas funções é facilitado. Como, por exemplo:

- Identificação e numeração de fios e componentes;
- Criação e reutilização de forma simples;
- Disponibilização de uma biblioteca com diversos símbolos elétricos;
- Checagem de erros em tempo real, conseguindo descobrir inconformidades antes da fase de compilação.

A Autodesk disponibiliza versões gratuitas, que podem funcionar como teste para descobrir se suas ferramentas atingem as expectativas que têm. Outra opção interessante é a versão voltada para estudantes da área, que necessitam do *software* para trabalhos acadêmicos.

Ambas as versões podem ser acessadas no site da Autodesk, no entanto para a versão estudantil é necessário realizar um cadastro e comprovar vínculo com a instituição de ensino, podendo ser um comprovante de matrícula.

4.3.3 PRO-Elétrica versão 19

É um *software* desenvolvido pela Multiplus para projetos elétricos. Suas funções abrangem desde a fase de lançamento da instalação até o estágio de detalhamento final. A Figura 24 ilustra detalhes de projeto elaborado no PRO-Elétrica.

Figura 24 - Detalhes de projeto, PRO-Elétrica.



Fonte: Multiplus, 2022.

É um sistema pago entre algumas de suas funções, segundo o próprio site da Multiplus, estão:

- Cabeamento estruturado;
- SPDA;
- Automação residencial;
- Locação de postes;
- Iluminação de loteamentos;
- Instalação de placas fotovoltaicas *On-Grid*.

4.3.4 Revit

Conforme o art. 1º do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, da Presidência da República do Brasil:

> Considera-se BIM ou Modelagem da Informação da Construção, o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente, durante todo o ciclo de vida da construção.

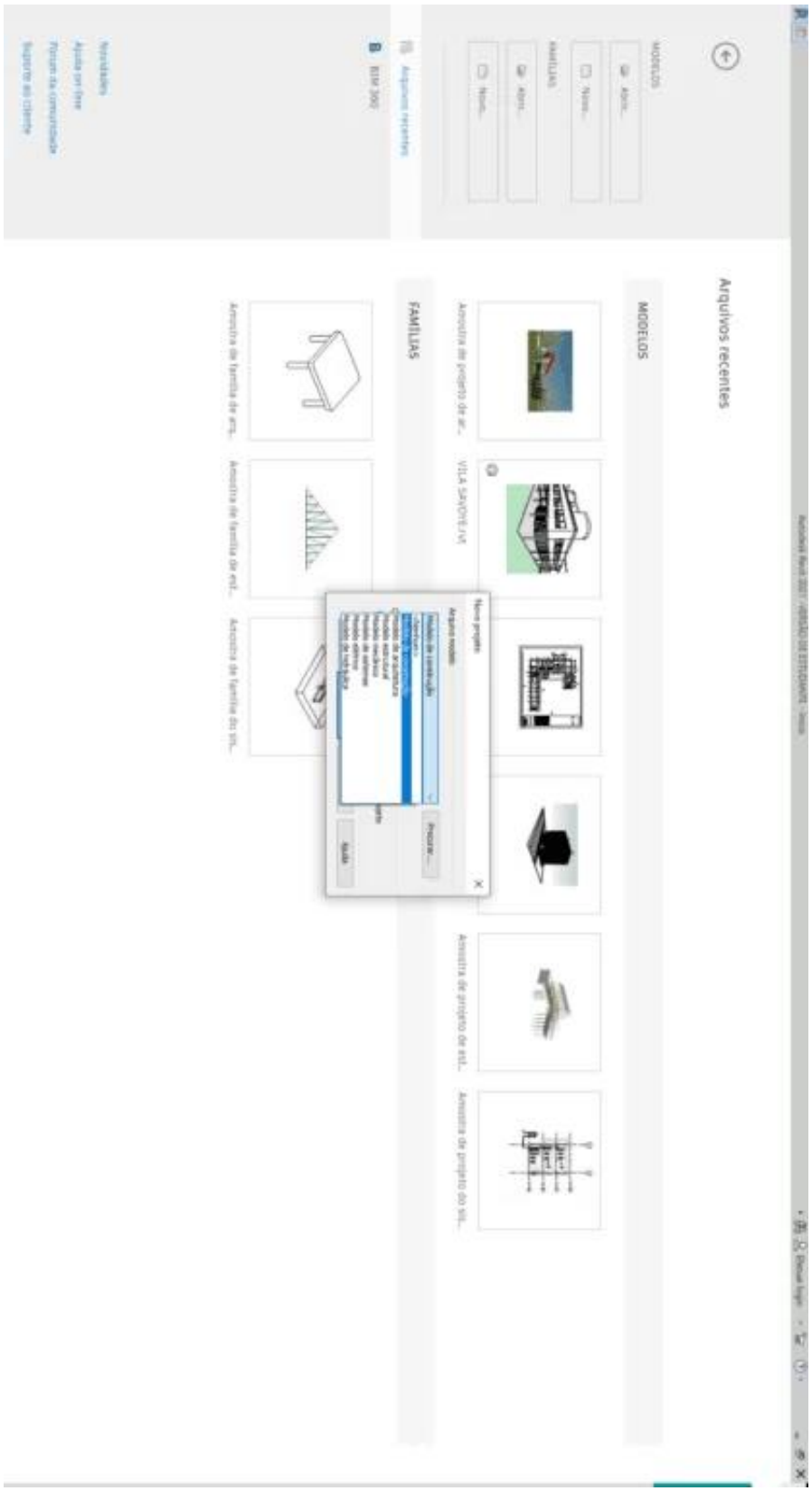
O Revit é um *software* BIM desenvolvido pela empresa Autodesk, que possibilita criar um projeto, a partir de um modelo virtual em 3D, sendo modeladas e identificadas todas as informações arquitetônicas que possibilitam identificar a estrutura, em todas as vistas. Neste *software*, é possível extrair dados, tabelas de todos os tipos e informações associadas ao projeto e ao objetivo (SOUTO, 2021).

O Revit apresenta ferramentas e mecanismos automatizados para que profissionais da construção civil possam coordenar e gerenciar com precisão projetos completos através da modelagem de informações de construção para arquitetura, engenharia Civil e diversos tipos de construção (AUTODESK, 2021).

O Revit foi desenvolvido especificamente para a Modelagem de Informação da Construção (BIM), possibilitando que os profissionais de projeto e construção levem suas ideias da concepção até a elaboração (AUTODESK, 2012).

De acordo com Netto (2016) todos os elementos do Autodesk Revit pertencem a uma família. A família é um conjunto de objetos da mesma categoria e com parâmetros e funcionalidades análogos. Para exemplificar o que é uma família no software podemos citar grupos de janelas, portas, vasos sanitários, móveis ou quaisquer elementos construtivos.

Figura 25 - Revit.



Fonte: Autor, 2023.

O arquivo *template* é um conceito advindo da tecnologia BIM atrelada ao *software* Revit. Trata-se de um arquivo desenvolvido para servir de fundamentação na criação de novos projetos, contendo um conjunto de elementos previamente carregados e disponíveis para utilização, os quais podem ser alterados e consequentemente atualizados, para atender as necessidades dos usuários.

A Autodesk Oferece uma versão gratuita para estudantes, mediante a um cadastro e comprovação de vínculo estudantil. Existem outros *softwares* não citados aqui, seria impossível citar todos, dentre os mencionados foi escolhido dois para efeito de comparação na elaboração do projeto e aplicação da metodologia, os quais serão AutoCAD e Revit, pelos motivos já mencionados anteriormente.

4.4 Organização inicial

Após a escolha dos *softwares* é necessário realizar algumas configurações iniciais, criação de pastas, definição de como será organizado estas pastas, como ficará organizado a documentação necessária, criação de um padrão ou modelo de organização.

Nesta etapa é muito importante preparar toda a estrutura necessária para elaboração do projeto, geralmente isso é realizado uma única vez, salvo algumas exceções. Nesta fase serão elaboradas as configurações necessárias para a dispositivo de gerenciamento e *software* escolhidos. Essas configurações são feitas uma única vez e poderá ser utilizada em outros projetos sem necessidade de modificação. Depois de criado o modelo, apenas replica-se em outros projetos.

Haverá a necessidade da criação de legendas, planilhas, blocos e *template* para o AutoCAD, no entanto para Revit apenas famílias e *template*. É importante criar sempre pensando em um modelo padrão que possa ser utilizado em outros projetos, desta forma caso sejam necessárias algumas alterações elas serão simples de serem executada.

A figura 26 demostra a legenda e blocos criados em AutoCAD. Foram elaboradas algumas planilhas, para facilitar a criação deste projeto no aplicativo, que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

Figura 26 - Legenda AutoCAD.



Fonte: Autor, 2023.

A figura 27 demonstra a legenda e simbologia elaborados para o Revit.

Figura 27 - Legenda Revit.

LEGENDA PARA INSTALAÇÕES ELÈTRICAS	
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 10A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 20A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo contral, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 2 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b c	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 3 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor Paralelo de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor de Pulso, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Placa com Furo/Tomada de dados, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
D	Conjunto de Caixa 4x2 e Dimerizador, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 para Sensor de Presença, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase, Retorno e Terra , respectivamente vide NBR5410
100 10 a	Ponto de luz embutido no teto/forro com Potência,Circuito e Retorno indicados
100 1 a	Arandela na parede a 1200mm do piso acabado
	Eletroduto corrugado embutido no teto ou na parede
	Eletroduto corrugado sob o piso
	Quadro de Distribuição tipo Embutir em Parede FAB: Pial Legrand/Tigre/Siemens ou similar
MED	Medidor de Energia (instalação pela concessionária)
	Caixa de passagem embutida no piso
	Painel Fotovoltaico 330W FAB: Phb Solar ou similar
INV	Inversor de Frequência CC/CA Pot: 5.000W FAB: Soliens ou similar
	Subida de Eletroduto
	Descida de Eletroduto
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

Fonte: Autor, 2023.

Em ambos os *softwares* as configurações são de caráter particular do projetista. Por fim as normas, devem ser verificadas quanto a sua atualização e separadas conforme suas atribuições.

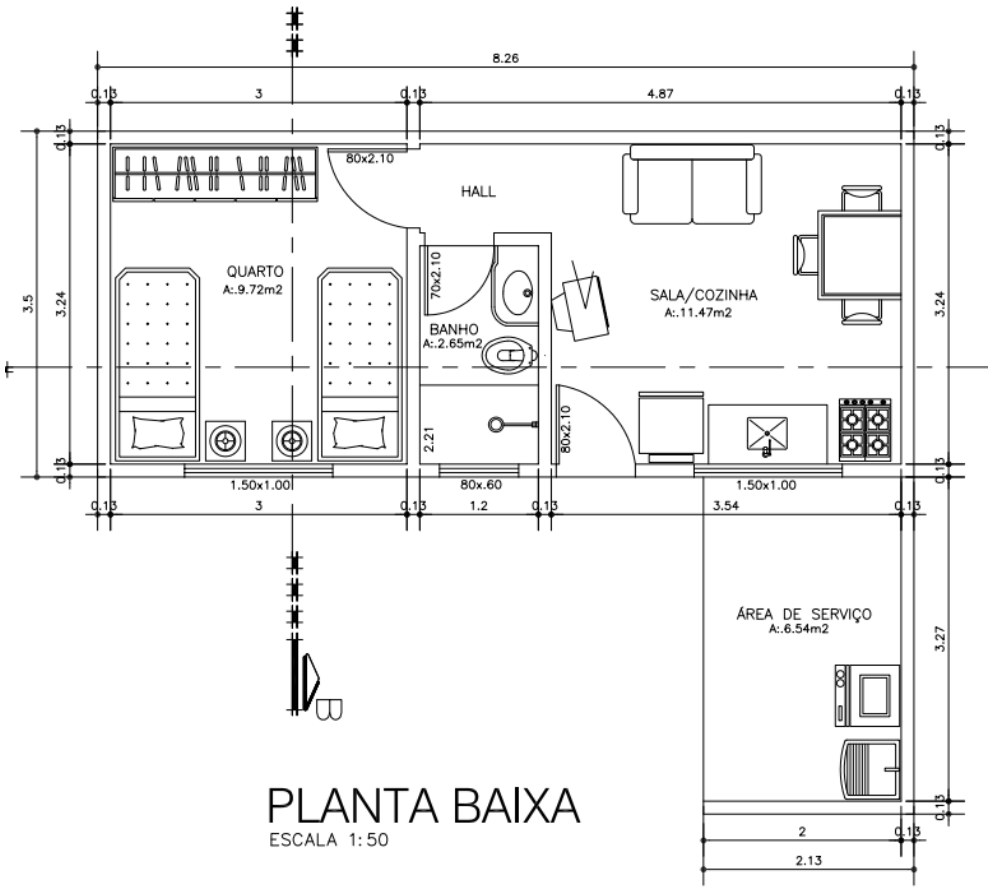
5 PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM AUTOCAD

5.1 Descrição da edificação objeto do projeto elétrico

Para este trabalho procuramos um projeto de até 75 KVA de demanda, onde segundo a NT.04:2023 é atendido em baixa tensão 220/380. Desta forma podemos abordar um projeto que envolveria as instalações internas da edificação e empreendimento de múltiplas unidades consumidoras. Devido às limitações de hardware do nosso notebook, precisávamos de um projeto de pequeno porte, que pudesse ser trabalhado sem travamentos na execução do software.

Então foi escolhido uma edificação em um condomínio residencial unifamiliar de pequeno porte em terreno urbano, situado em Rua Antônio Martins Parreira, QD. 06, LT. 03, Centro, com área de 615m², na cidade de Santa Helena, no estado de Goiás, sendo atendida pela Eletro Engenharia LTDA para elaboração do projeto. A figura 28 mostra a planta baixa tipo das residências do condomínio. Todas as casas do condomínio seguem o mesmo modelo.

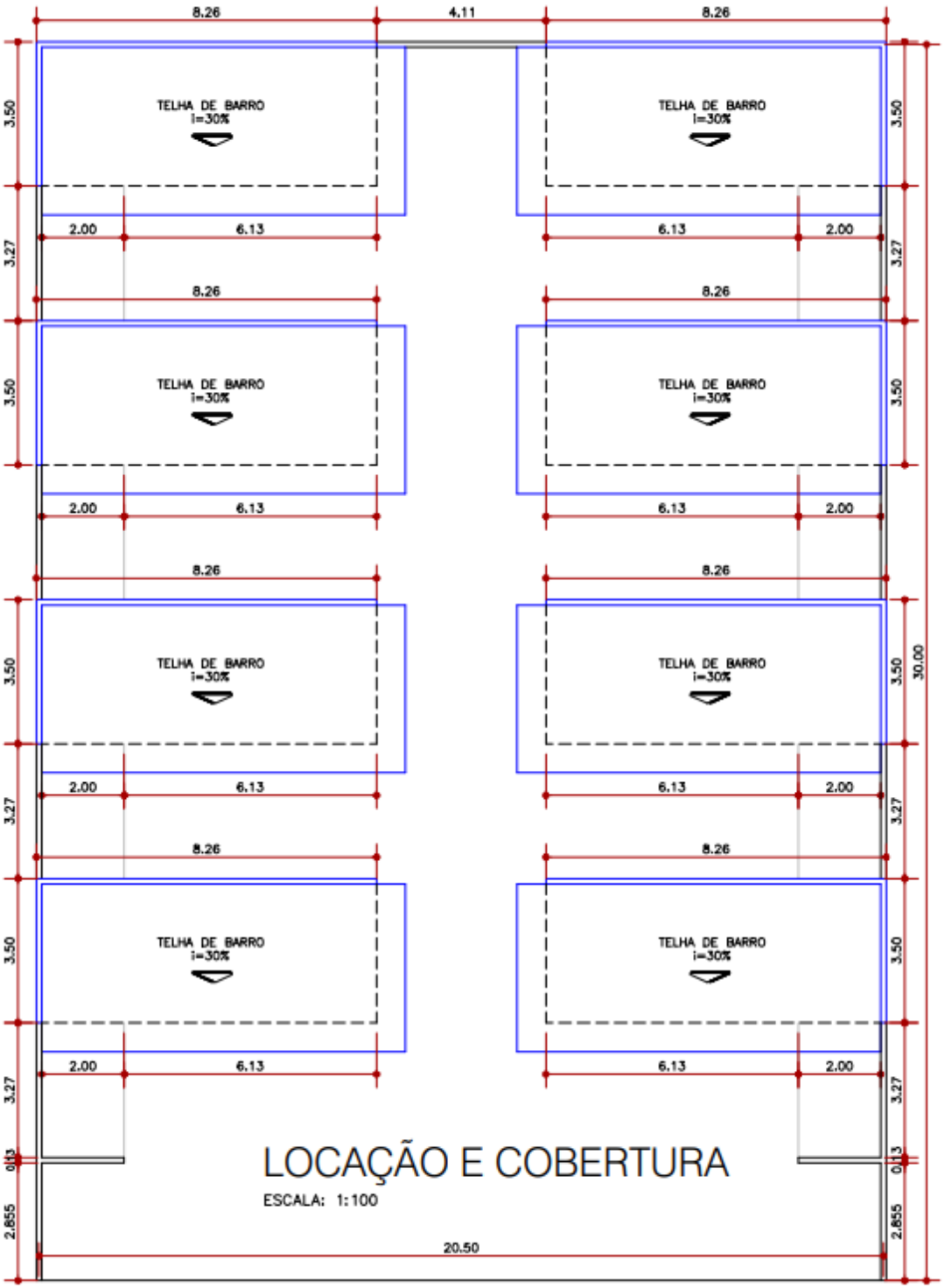
Figura 28 - Planta baixa residência tipo.



Fonte: Autor, 2023.

O condômino possui 8 residências, a figura 29 mostra a planta arquitetônica do condomínio residencial.

Figura 29 - Planta arquitetônica.



Fonte: Autor, 2023.

A planta arquitetônica é de extremamente necessária, pois, é nela que foi alocado os pontos de iluminação, tomada, localização de quadros, EMUC, caixas de passagem e outros.

5.1.1 Previsão de equipamentos por ambiente

A elaboração da previsão de equipamentos por ambiente é efetuada conversando com o cliente e prevendo quais equipamentos ele pretende possuir em sua residência. Em alguns casos fica a critério projetista fazer uma previsão padrão dos equipamentos mais utilizados em uma residência.

Foi verificado com o proprietário algumas características da propriedade consideradas no projeto conforme o item 4.1 deste trabalho.

Exemplificadas a seguir:

- Sala/cozinha: Previsto geladeira, micro-ondas, equipamentos de baixa potência, iluminação para o ambiente.
- Área de serviço: Previsto máquina de lavar roupa e iluminação para o ambiente.
- Quarto: Equipamentos de baixa potência, iluminação para o ambiente.
- Banheiro: Chuveiro, secador de cabelo, iluminação para o ambiente.
- *Hall*: Equipamentos de baixa potência, iluminação para o ambiente.

Ao se ter uma previsão dos possíveis eletrodomésticos a serem utilizados nas residências, poderemos prever pontos de carga.

5.2 Preparação da arquitetura para recebimento do projeto elétrico

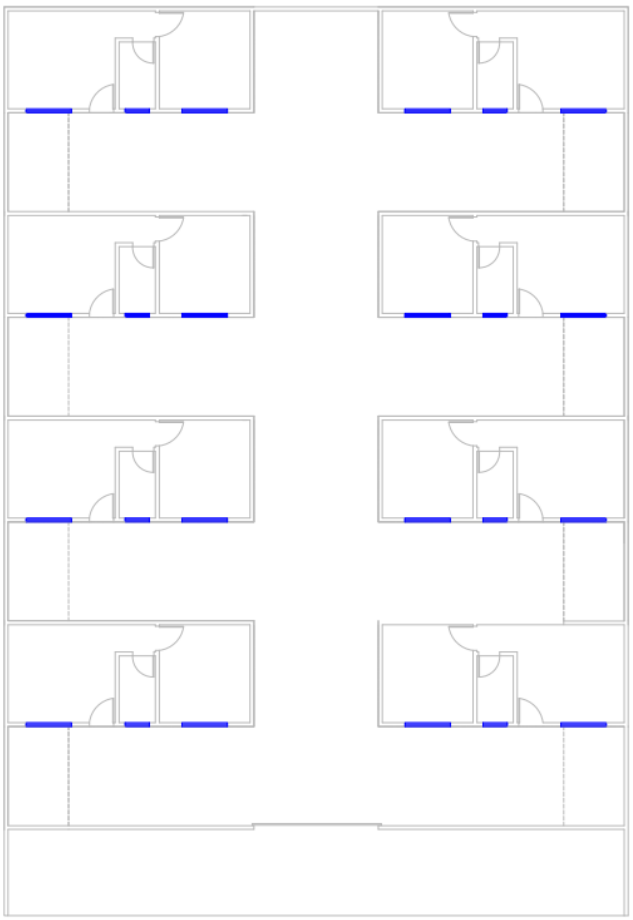
Todos os arquivos ficaram dentro de uma única pasta chamada: condomínio dentro dela foram criadas outras pastas como: doc, arquitetura, projeto AutoCAD e projeto Revit. Esta foi a organização adotada das pastas dentro do *notebook*.

Procuramos nesta etapa duplicar o arquivo do projeto arquitetônico (pasta arquitetura), renomeamos o novo arquivo com o nome ‘‘base’’ e iniciamos a limpeza do desenho tirando todas as informações desnecessárias, pois, o que será destacado é o projeto elétrico, caso seja necessário buscar alguma informação temos o arquivo original da arquitetura.

Copiamos o arquivo “base” para a pasta projeto AutoCAD, ao deixarmos a planta baixa da edificação limpa de informações, transformamos ela em único bloco e colocamos ela em uma única *layer*[1], definindo uma cor que não se destaque na hora da plotagem, como a cor cinza-claro. A figura 30 mostra a planta baixa limpa e pronta para elaboração do projeto elétrico.

[1] Camada, na qual se encontram elementos gráficos.

Figura 30 - Planta baixa preparada.



Fonte: Autor, 2023.

Caso a arquitetura não esteja em metros ou em alguma escala diferente da escala 1:1, deve ser modificada para essa, por entendemos que facilitará qualquer modificação posterior, além do dimensionamento.

Ao finalizarmos estas modificações também é necessário executar o comando *PURGE*[2] para limpar o arquivo de qualquer *layer*[3] sem uso e blocos excluídos, isso tornará a arquitetura mais leve, para receber o projeto elétrico.

5.3 Previsão de carga de iluminação

Neste trabalho procurei elaborar uma previsão de carga para iluminação, seguindo as orientações da 5410:2004.

[2] O comando “Purge” (ou Eliminar, no AutoCAD em Português).
[3] Camada, na qual se encontram elementos gráficos.

5.3.1 Previsão de pontos para iluminação

Portanto, na NBR 5410:2004, onde é feita a quantificação da potência necessária para cada ambiente para posterior definição das cargas e circuitos de iluminação da edificação. O item 9.5.2.1.2 (NBR 5410:2004) que nos orienta conforme a seguir:

- Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- Em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m² inteiros.

Desta forma, ao executar o cálculo verifica a quantidade de pontos mínimos de iluminação, por ambiente, conforme mostra figura 31.

Figura 31- Previsão de pontos para iluminação.

AMBIENTES	AREA(m²)	PERIMETRO(m)	QUANTIDADE DE PONTOS MINIMOS	PREVISÃO DE CARGA (W)		POTENCIA TOTAL (W)
				100	60	
SALA/COZINHA	11,47	13,56	2	1	1	160
HALL	1,2	4,46	1	1		100
BANHEIRO	2,65	6,82	1	1		100
QUARTO	9,72	12,48	2	1	1	160
VARANDA DE SERVIÇO	6,54	10,54	1	1	1	160
					Total	680

Fonte: Autor, 2023.

Elaboramos a tabela da figura acima no *Excel* seguindo as orientações da NBR 5410:2004, assim obtivemos a quantidade mínima de pontos de iluminação previstos por ambiente e carga total de iluminação da residência tipo.

5.3.2 Planejamento dos circuitos de iluminação

Os circuitos foram concebidos para serem seccionados sem risco de realimentação inadvertida por outro circuito, bem como em atendimento às exigências da NBR 5410:2004, item 4.2.5 e item 9.5.3. A figura 32 mostra como ficou a divisão dos circuitos de iluminação da edificação.

Figura 32- Planejamento dos circuitos de iluminação.

Quadro de Distribuição de Força e Luz - QDFL - TIPO													
Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)					Previsão de carga (W)		Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	200	300	300	600	100	60						
1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO						2	2		200,0	0,92	217,4	220	1,0
2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO						3	1		300,0	0,92	326,1	220	1,5
3										-	0,80	-	-	-
4										-	0,80	-	-	-
5										-	0,80	-	-	-
6										-	0,80	-	-	-
7										-	1,00	-	-	-
8										-	1,00	-	-	-
	QDFL - TIPO	-	-	-	-	-	-	-	-	**500,0**	**0,92**	**543,5**	**220**	**1,4**

Fonte: Autor, 2023.

A norma NBR 5410:2004 não estabelece um número específico de circuitos que uma instalação elétrica deve ter, mas orienta que sejam criados tantos circuitos quanto forem necessários para que a instalação funcione corretamente e com segurança. Adotamos apenas dois circuitos de iluminação, pois, entendemos não haver necessidade de outros. Levamos em conta futuras manutenções na residência, assim não haverá necessidade de toda a casa ficar sem iluminação, apenas algumas áreas da edificação.

5.4 Previsão de pontos de força - TUG e TUE

5.4.1 Previsão de pontos para tomada

Conforme item 9.5.2.2.1 da NBR 5410:2004 e itens 3.2.3 e 3.2.4 deste trabalho foram feitas a quantificação de pontos de tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE), os valores estão demostrados na figura 33.

Figura 33 - Previsão de pontos de tomada.

AMBIENTES	ÁREA(m²)	PERIMETRO(m)	QDT MINIMA DE PONTOS TUG	QDT DE PONTOS TUG ADOTADA	QDT DE PONTOS TUE	DESCRIÇÃO CARGA ESPECIAL TUE
SALA/COZINHA	11,47	13,56	2,71	8		
HALL	1,2	4,46	0,89	1		
BANHEIRO	2,65	6,82	1,36	1	1	CHUVEIRO
QUARTO	9,72	12,48	2,50	4	1	AR CONDICIONADO
VARANDA DE SERVIÇO	6,54	10,54	2,11	3		

Fonte: Autor, 2023.

Para evitar o uso de extensões e ‘T’ nas tomadas, adotamos uma quantidade maior de tomadas do que a mínima orientada pela norma, assim evitamos o aquecimento das tomadas e risco de incêndio. Definida a quantidade de pontos de tomadas por ambiente, visamos quantificar a potência através da previsão de carga.

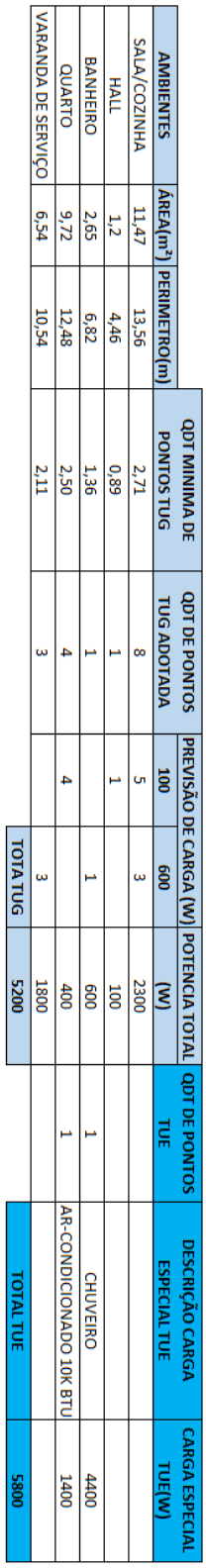
5.4.2 Cálculo da previsão de Cargas

Segundo a NBR 5410:2004, em seu item 9.5.2.2.2 estabelece potências atribuíveis aos pontos de tomada. O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados. TUE são tomadas nos quais são ligados aparelhos fixos ou estacionários (chuveiro, torneira elétrica, secadora de roupa, ar-condicionado), apresentando a mesma potência dos equipamentos, que forem utilizados nelas.

A seguir planificamos os circuitos de tomadas. De acordo com a norma NBR 5410:2004, é necessário prever circuitos distintos para pontos de luz e tomadas. Em situações específicas, como em residências, é fundamental projetar um circuito separado para aparelhos com corrente elétrica igual ou superior a 10A. Como uma boa prática de projetos, procuramos individualiza circuitos de equipamentos que usarão ponto de força ou tomada de uso específico.

Seguindo os itens 3.2.3 e 3.2.4 deste trabalho foram feitos a previsão de carga por ambiente conforme figura 34.

Figura 34 - Previsão de cargas.



AMBIENTES	ÁREA(m²)	PERIMETRO(m)	QDT MINIMA DE PONTOS TUG	QDT DE PONTOS TUG ADOTADA	PREVISÃO DE CARGA (W) 100	PREVISÃO DE CARGA (W) 600	POTENCIA TOTAL (W)	QDT DE PONTOS TUE	DESCRIÇÃO CARGA ESPECIAL TUE	CARGA ESPECIAL TUE(W)
SALA/COZINHA	11,47	13,56	2,71	8	5	3	2300			
HALL	1,2	4,46	0,89	1	1		100			
BANHEIRO	2,65	6,82	1,36	1		1	600	1	CHUVEIRO	4400
QUARTO	9,72	12,48	2,50	4	4		400	1	AR-CONDICIONADO 10K BTU	1400
VARANDA DE SERVIÇO	6,54	10,54	2,11	3		3	1800			
						TOTA TUG	5200		TOTAL TUE	5800

Fonte: Autor, 2023.

Na imagem acima temos todos os pontos de tomadas previsto e carga total de tomadas. É importante ressaltar que esses valores podem sofrer alterações ao longo do projeto.

5.4.3 Planejamento dos circuitos de tomadas

Os circuitos de tomadas e equipamento são divididos para permitir o seu desligamento ou serem interrompidos sem prejudicar a outros. A elaboração dos circuitos será conforme determinações apresentadas no item 3.2.5 deste trabalho. A figura 35 demostra a organização dos circuitos das residências na propriedade

Figura 35- Planejamento dos circuitos de tomadas e iluminação.

Quadro de Distribuição de Força e Luz - QDFL - TIPO

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)		Previsão de carga (W)		Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	600	100	60						
1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO			3	2		300,0	0,92	326,1	220	1,5
2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO			2			200,0	0,92	217,4	220	1,0
3	SALA/COZINHA	5	3				2.300,00	0,80	2.875,0	220	13,1
4	HALL/BANHEIRO	1	1				700,0	0,80	875,0	220	4,0
5	QUARTO	4					400,0	0,80	500,0	220	2,3
6	ÁREA DE SERVIÇO		3				1.800,0	0,80	2.250,0	220	10,2
7	CHUVEIRO					4.800,0	4.800,0	1,00	4.800,0	220	21,8
8	AR-CONDICIONADO					1.400,0	1.400,0	1,00	1.400,0	220	6,4
QDFL - TIPO		-	-	-	-	-	**11.900,0**	**0,90**	**13.243,5**	**380**	**20,1**

Fonte: Autor, 2023.

A seguir os circuitos do condomínio foram planejados conforme figura 36.

Figura 36 - Planejamento dos circuitos do condomínio.

Quadro de Distribuição de Força e Luz - QDFL - CONDOMÍNIO

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)		Previsão de Carga Iluminação (W)		Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
1	ILUMINAÇÃO	100	600	100	60	-	900,0	0,92	978,3	220	4,4
2	PORTÃO TUE	-	-	9	-	390,0	390,0	0,63	619,0	220	2,8
QDFL - CONDOMÍNIO		-	-	-	-	-	**1.290,0**	**0,81**	**1.597,3**	**380**	**2,4**

Fonte: Autor, 2023.

Os circuitos do condomínio foram planejados da mesma forma que os residenciais, desta forma seria redundante apresentar novamente as etapas. Segundo a NBR 5410:2004 a divisão da instalação deve ocorrer em quantos circuitos forem necessários, sendo imprescindível que

cada circuito seja concebido de maneira que possa ser isolado sem qualquer risco de realimentação acidental mediante outro circuito.

A NBR 5410:2004 também nos orienta a considerar:

> a) segurança - por exemplo, evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
>
> b) conservação de energia - por exemplo, possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
>
> c) funcionais - por exemplo, viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc;
>
> d) de produção - por exemplo, minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
>
> e) de manutenção - por exemplo, facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo.

5.5 Quadro de carga

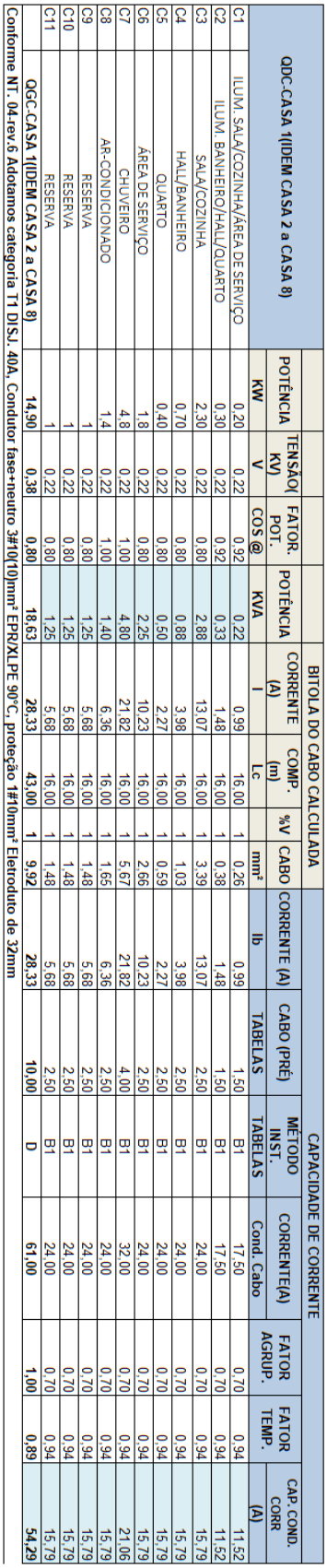
A potência total da instalação, conforme os circuitos de iluminação, tomadas de utilidade geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE), deverá ser apresentada via uma tabela, a qual chamamos de quadro de cargas, onde traz o detalhamento dos circuitos planejados e suas potências aparentes e ativas.

Com as potências em mãos, efetuamos o cálculo da corrente para, em seguida, dimensionar os condutores, disjuntores e outros dispositivos de proteção conforme as necessidades do projeto. A elaboração desses cálculos seguirá as diretrizes apresentadas nos itens 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7 e 3.2.8 neste trabalho.

De acordo com as tabelas 40 e 42 da norma NBR 5410:2004, é recomendado levar em consideração os fatores de correção de temperatura e os fatores de correção para agrupamento de circuitos. Dessa maneira, consideramos as possíveis perdas.

A figura 37 demonstra todos o resultado dos cálculos da queda de tensão e capacidade de corrente para posterior dimensionamento dos condutores, disjuntores e eletrodutos.

Figura 37- Quadro de carga em construção.



QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)		POTÊNCIA	TENSÃO(KV)	FATOR. POT.	BITOLA DO CABO CALCULADA					CAPACIDADE DE CORRENTE						CAP. COND. CORR
		KW	V	COS @	POTÊNCIA KVA	CORRENTE (A) I	COMP. (m) Lc	%V	CABO mm²	CORRENTE (A) Ib	CABO (PRÉ) TABELAS	MÉTODO INST. TABELAS	CORRENTE(A) Cond. Cabo	FATOR AGRUP.	FATOR TEMP.	(A)
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,20	0,22	0,92	0,22	0,99	16,00	1	0,26	0,99	1,50	B1	17,50	0,70	0,94	11,52
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	0,30	0,22	0,92	0,33	1,48	16,00	1	0,38	1,48	1,50	B1	17,50	0,70	0,94	11,52
C3	SALA/COZINHA	2,30	0,22	0,80	2,88	13,07	16,00	1	3,39	13,07	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C4	HALL/BANHEIRO	0,70	0,22	0,80	0,88	3,98	16,00	1	1,03	3,98	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C5	QUARTO	0,40	0,22	0,80	0,50	2,27	16,00	1	0,59	2,27	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C6	ÁREA DE SERVIÇO	1,8	0,22	0,80	2,25	10,23	16,00	1	2,66	10,23	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C7	CHUVEIRO	4,8	0,22	1,00	4,80	21,82	16,00	1	5,67	21,82	4,00	B1	32,00	0,70	0,94	21,06
C8	AR-CONDICIONADO	1,4	0,22	1,00	1,40	6,36	16,00	1	1,65	6,36	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C9	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	16,00	1	1,48	5,68	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C10	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	16,00	1	1,48	5,68	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
C11	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	16,00	1	1,48	5,68	2,50	B1	24,00	0,70	0,94	15,79
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	14,90	0,38	0,80	18,63	28,33	43,00	1	9,92	28,33	10,00	D	61,00	1,00	0,89	54,29
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 3#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm																

Fonte: Autor, 2023.

É importante ressaltar que a NT.04:2023 nos instrui a considerar uma perca máxima de 4% na queda tensão e na tabela 25A encontramos as medidas dos cabos, disjuntores e dutos elétricos.

5.5.1 Dimensionamento dos condutores e disjuntores dos circuitos

Para não ocorrerem superaquecimentos dos condutores são dimensionadas as bitolas considerando sobrecorrentes ou curto-circuito, também são dimensionados os disjuntores.

Para tal, é necessário saber o número de circuitos agrupados para cada circuito geral, bem como a corrente de cada circuito, obtendo-se assim a seção dos condutores e o valor da corrente nominal dos disjuntores.

Para dimensionamento destes equipamentos foram ponderadas as seguintes recomendações:

- Para circuitos de iluminação e TUGs: $I_{circuito} < 70\%$ da capacidade do disjuntor que protege o circuito.
- E para circuitos de TUEs: $I_{circuito} < 80\%$ da capacidade do disjuntor que protege o circuito.

Os valores obtidos estão apresentados na figura 38, foi seguido os critérios da tabela 25A da NT. 04:2023.

Figura 38 – Condutores e disjuntores, dimensionados.

QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)						CIDADE DE COR	Resultados	
		POTÊNCIA	TENSÃO(KV)	FATOR. POT.	POTÊNCIA	CORRENTE (A)	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)
		KW	V	COS @	KVA	Ib		
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,20	0,22	0,92	0,22	0,99	1F#1,5(1,5) 1,5	10
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	0,30	0,22	0,92	0,33	1,48	1F#1,5(1,5) 1,5	10
C3	SALA/COZINHA	2,30	0,22	0,80	2,88	13,07	1F#2,5(2,5) 2,5	20
C4	HALL/BANHEIRO	0,70	0,22	0,80	0,88	3,98	1F#2,5(2,5) 2,5	10
C5	QUARTO	0,40	0,22	0,80	0,50	2,27	1F#2,5(2,5) 2,5	10
C6	ÁREA DE SERVIÇO	1,8	0,22	0,80	2,25	10,23	1F#2,5(2,5) 2,5	16
C7	CHUVEIRO	4,8	0,22	1,00	4,80	21,82	1F#4(4) 4	30
C8	AR-CONDICIONADO	1,4	0,22	1,00	1,40	6,36	1F#2,5(2,5) 2,5	10
C9	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10
C10	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	1F#2,5(2,5) 2,6	10
C11	RESERVA	1	0,22	0,80	1,25	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	**14,90**	**0,38**	**0,80**	**18,63**	**28,33**	**3F#10(10) 10-EPR/XLPE**	**40**
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 3#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm								

Fonte: Autor, 2023.

Depois, foi dimensionado o DR (Diferencial Residual), de preferência para áreas com maior probabilidade de choque, como as áreas úmidas, área de serviços e banheiro.

5.5.2 Dimensionamento dos dispositivos DR

Os dispositivos, DR (Diferencial Residual) fazem a proteção de pessoas contra choques elétricos que coloquem em risco a vida das mesmas. Sua função é detectar pequenas fugas de corrente em circuitos elétricos, acionando o desligamento imediato da alimentação e evitando que ocorram acidentes.

De acordo com as diretrizes apresentadas na seção 3.2.8 deste documento, efetuamos o dimensionamento do dispositivo de retenção, como ilustrado na figura 39, que evidencia os resultados obtidos.

Figura 39 – DR Dimensionado.

QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)				CIDADE DE COR	Resultados		DR
		POTÊNCIA	TENSÃO(KV)	CORRENTE (A)	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)	
		KW	V	Ib			
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,20	0,22	0,99	1F#1,5(1,5) 1,5	10	
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	0,30	0,22	1,48	1F#1,5(1,5) 1,5	10	
C3	SALA/COZINHA	2,30	0,22	13,07	1F#2,5(2,5) 2,5	20	
C4	HALL/BANHEIRO	0,70	0,22	3,98	1F#2,5(2,5) 2,5	10	
C5	QUARTO	0,40	0,22	2,27	1F#2,5(2,5) 2,5	10	
C6	ÁREA DE SERVIÇO	1,8	0,22	10,23	1F#2,5(2,5) 2,5	16	25-30mA
C7	CHUVEIRO	4,8	0,22	21,82	1F#4(4) 4	30	40A-30mA
C8	AR-CONDICIONADO	1,4	0,22	6,36	1F#2,5(2,5) 2,5	10	
C9	RESERVA	1	0,22	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10	
C10	RESERVA	1	0,22	5,68	1F#2,5(2,5) 2,6	10	
C11	RESERVA	1	0,22	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10	
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	**14,90**	**0,38**	**28,33**	**3F#10(10) 10-EPR/XLPE**	**40**	
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 3#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm							

Fonte: Autor, 2023.

Sempre é necessário verificar se a habilidade de interromper a corrente do dispositivo de proteção é adequada à capacidade de condução de corrente suportada pelo DR, de modo a dimensioná-lo corretamente. Um DR com corrente diferencial residual nominal de atuação menor ou igual a 30mA é considerado um dispositivo extremamente sensível (CAVALIN, 2004).

5.5.3 Dimensionamento de eletrodutos

Os eletrodutos têm função de proteção mecânica, proteção a ataques químicos da atmosfera, proteção contra os perigos do incêndio resultantes de superaquecimentos ou arco-voltaicos aos condutores. Seu dimensionamento efetuado conforme orientações descritas na seção 3.2.7 neste trabalho. A figura 40 exibe os resultados obtidos no dimensionamento.

Figura 40 - Eletrodutos dimensionados.

QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)			Resultados				
		CORRENTE (A)	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)	DR	ELET.	MATERIAL
		I					
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,99	1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	1,48	1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C3	SALA/COZINHA	13,07	1F#2,5(2,5) 2,5	20		25mm	PVC
C4	HALL/BANHEIRO	3,98	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C5	QUARTO	2,27	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C6	ÁREA DE SERVIÇO	10,23	1F#2,5(2,5) 2,5	16	25-30mA	25mm	PVC
C7	CHUVEIRO	21,82	1F#4(4) 4	30	40A-30mA	25mm	PVC
C8	AR-CONDICIONADO	6,36	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C9	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C10	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,6	10		25mm	PVC
C11	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	**28,33**	**3F#10(10) 10-EPR/XLPE**	**40**		**32mm**	**PEAD**
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 1#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 3							

Fonte: Autor, 2023.

Estes devem ser dimensionados baseados na seção e quantidade de condutores a serem instalados nos eletrodutos. Devendo este ter um diâmetro em que os condutores passem livremente para serem instalados ou retirados. Para tal é obrigatório que não ocupem mais que 40% da área útil dos eletrodutos.

5.5.4 Ramal de entrada e categoria de fornecimento.

Para se dimensionar o disjuntor aplicado no quadro do medidor, é necessário consultar a norma NT.04:2023 (Tabela 25A). A figura 41 expõe os resultados

Figura 41- Resultados dos dimensionamentos.

QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)			Resultados				
		CORRENTE (A)	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)	DR	ELET.	MATERIAL
		I					
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,99	1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	1,48	1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C3	SALA/COZINHA	13,07	1F#2,5(2,5) 2,5	20		25mm	PVC
C4	HALL/BANHEIRO	3,98	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C5	QUARTO	2,27	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C6	ÁREA DE SERVIÇO	10,23	1F#2,5(2,5) 2,5	16	25-30mA	25mm	PVC
C7	CHUVEIRO	21,82	1F#4(4) 4	30	40A-30mA	25mm	PVC
C8	AR-CONDICIONADO	6,36	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C9	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C10	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,6	10		25mm	PVC
C11	RESERVA	5,68	1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	**28,33**	**3F#10(10) 10-EPR/XLPE**	**40**		**32mm**	**PEAD**
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 1#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 3							

Fonte: Autor, 2023.

Sendo está responsável pelas limitações de fornecimento e dimensionamentos de edificações individuais. Desta forma, a corrente nominal do disjuntor será de 40A, categoria T1, seção dos condutores fase e neutro 10mm², sujeito a alteração dependendo da distância

devido à queda de tensão. Foram seguidas as orientações de dimensionamento exibidas na seção 3.2.10 neste trabalho.

5.6 Diagrama unifilar

Nesta etapa é representado toda a instalação da residência através do diagrama unifilar. Diagrama Unifilar é um desenho técnico desenvolvido com *softwares* específicos, como o AutoCAD, que representa graficamente as instalações elétricas de uma obra. Sua simbologia é definida pela NBR 5444 - Símbolos elétricos para instalações elétricas prediais.

No entanto a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), cancelou em 2014, a NBR 5444, sem substituição, pelo motivo de estar em um formato antigo e desatualizado recomenda a utilização das normas internacionais: NBR IEC 60617 (*Graphical Symbols for Diagrams*) e NBR IEC 60417 (*Graphical symbols for use on equipment*).

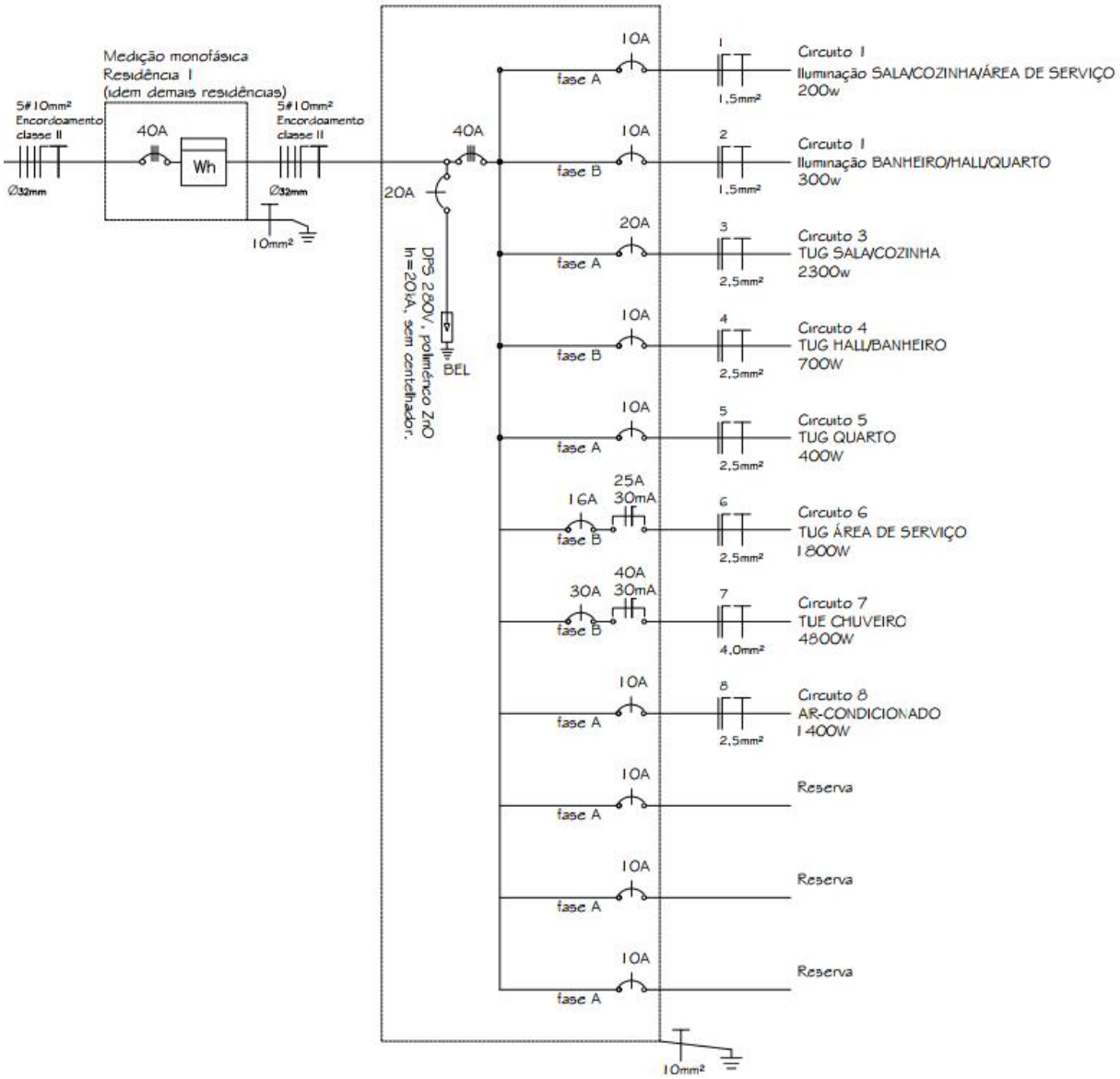
Assim, a NBR 5444 permanece como fonte na representação gráfica de instalações elétricas residenciais, devido à sua facilidade de compreensão e ausência de outra norma substituta. Portanto, a adesão à NBR 5444 não se trata de uma obrigação, mas apenas uma sugestão, uma vez que é amplamente conhecida. Afinal, como todas as representações gráficas devem ser especificadas na legenda do projeto, o profissional tem a autonomia de utilizar a sua própria simbologia.

O item 10.2.3 da NR10 (Norma Regulamentadora) menciona que: as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

O diagrama unifilar deve apresentar as principais características da instalação, a partir da derivação da rede de distribuição da Equatorial, incluindo os quadros de distribuição das unidades consumidoras e circuitos terminais. Além disso, é preciso mencionar as seções dos condutores de cada circuito, assim como as medidas de proteção e a indicação das cargas instaladas.

A figura 42 demostra o diagrama elaborado da residência tipo.

Figura 42 - Diagrama unifilar da residência tipo.



Fonte: Autor, 2023.

Posteriormente esse diagrama será complementado por meio do projeto EMUC que contará com o diagrama unifilar de toda a edificação.

5.7 Planta Baixa das Instalações elétricas

Segue no **APÊNDICE A**, a planta baixa das instalações elétricas. Esta planta contém a representação gráfica dos pontos de iluminação, tomadas, eletrodutos, distribuição dos condutores e seus circuitos, a posição dos quadros de distribuição das residências.

Por fim todo o detalhamento do projeto para fácil compreensão na hora da execução, potência, tabelas, legenda e demais detalhes necessários.

6 EMUC EM AUTOCAD

6.1 Projeto interno (Quadro de cargas)

Para ser iniciado o projeto de múltiplas unidades consumidoras (EMUC), é necessário o quadro de cargas da instalação interna para então ser calculada a demanda das unidades consumidoras e do condomínio. Assim, poderemos dimensionar adequadamente os condutores, proteções, eletrodutos, caixas de medição, proteção e categoria de fornecimento, sendo monofásico, bifásico e trifásico.

6.2 Cálculo de demanda

A demanda é definida como a média das potências elétricas ativas ou reativas que são solicitadas ao sistema elétrico pelo segmento da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (KW) e quilovolt-ampere-reativo (KVAR), respectivamente.

De posse dos cálculos feitos no item 5.5 desse trabalho foram dimensionados todos os itens citados anteriormente (item 6.1), começando pelo cálculo de demanda.

Seguindo os critérios da NT.04:2023 em sua tabela 25A e utilizando as orientações citadas na seção 3.2.12 desse trabalho, definimos que a proteção geral do centro de medição será trifásica com disjuntor de proteção 60A, condutores, fase e neutro de 16mm², sendo o eletroduto de 50mm.

A proteção da medição das unidades consumidoras foram dimensionadas na seção 5.5.4 desse trabalho. O condomínio ficou com disjuntor de proteção 25A, condutores, fase e neutro de 4mm², sendo o eletroduto de 25mm.

Na figura 43 estão expostos os resultados do cálculo de demanda dos apartamentos, condomínio e demanda total da edificação.

Figura 43 - Cálculo da demanda.

CALCULO DA DEMANDA					
Demanda das Residências					
Torres	QTD DE CASAS	Aréa Útil (m²)	QTD de pavimentos		
-	8	25,3	-		
AREA MEDIA UTIL - Am = ((8 * 67,43) / 8) =		25,3			
Tabela 14 NTC-04	Tabela 13 (KVA) NTC-04				
7,72	1				
Demanda das Residências			Dr=	7,72	KVA
Dr=	8,00	KVA			
NOTA: A medição foi dimensionado conforme carga instalada, seguindo o quadro de cargas de cada casa.					
NOTA: Olhar QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8), para obter as demais informações de dimensionamento.					
Demanda Condomínio - QDC Condomínio					
(a) Iluminação					
%	Potencia (W)	-	FP	FD	Total (VA)
1	900	-	0,92	1	978,3
0,25		-	0,92	0,25	0,0
(b) Tomada					
%	Potencia (W)	-	FP	FD	Total (VA)
0,2		-	0,8	0,2	0,0
Demanda(Dab) =(a) Iluminação + (b) Tomada					978,3
(c) MOTORES	QTD	Tabela 15 e 16(VA)	FP	FD	Total (VA)
MOTOR 1CV-1F-220V	1	1340	0,8	1	1675,0
-	-	-	-	-	-
Demanda total motores (c)=					1675
Demanda Condomínio - QDC Condomínio			Dc = a + b + c		
Dc=	2653,3	VA			
Dc	2,7	KVA			
NOTA: A medição foi dimensionado conforme carga instalada, seguindo o quadro de cargas do condomínio.					
NOTA: Olhar QDC-CONDOMÍNIO, para obter as demais informações de dimensionamento.					
DEMANDA TORAL DA EDIFICAÇÃO/PROTEÇÃO GERAL - Dt= (Dr + Dc) * 1,2					
Dt	12,8	KVA			
NOTA:					
Conforme NT. 04 - REV. 6 Tabela 25A - categoria de fonecimento T1, mas pelo criterio de seletividade T3:					
Disjuntor Proteção Geral	60A - Conforme o criterio de seletividade, proximo disjuntor acima.				
Condutor fase+neutro	3#16(16)mm² - EPR/XLPE 90°C 0,6/1KV				
Eletroduto	50mm - PVC RIGIDO				
Observação: Foi considerado um fator de crecimento vegetativo de 20%					

Fonte: Autor, 2023.

Os condutores e disjuntores também precisam levar em conta o critério de seletividade e queda de tensão, assim elaborado o cálculo da queda de tensão é necessário voltar nesta etapa e fazer as adequações quando for necessário. Critério de seletividade: é a capacidade que possui

o sistema de proteção de selecionar a parte danificada do circuito e retirá-la de serviço sem alterar os circuitos em condições normais.

6.2.1 Cálculo da queda de tensão

Este cálculo é importante para evitar problemas no fornecimento de energia, por exemplo, a alimentação da tensão inadequada, para os equipamentos residenciais, podendo haver diminuição na vida útil, por fim, queima dos mesmos. É importante definir a localização do EMUC, quadros de distribuição e circuitos terminais para este cálculo.

Na figura 44 estão evidenciados os resultados obtidos.

Figura 44 - Cálculo de Queda de tensão.

CALCULO DA QUEDA DE TENSÃO	
REDE EQUATORIAL a MEDIÇÃO:	
Cabo utilizado(C)	16mm
Comprimento(L) em Km	0,02
Queda de tensão (Vakm)	2,03
Corrente(I)	60
Tensão(V)	380
FORMULA: VI=	(100*L*Vakm*i)/V
V1=	0,64
MEDIÇÃO CASA 1 ao QDC-CASA 5	
Cabo utilizado(C)	10mm
Comprimento(L) em Km	0,043
Queda de tensão (Vakm)	3,17
Corrente(I)	28,33
Tensão(V)	380
FORMULA: VI=	(100*L*Vakm*i)/V
V2=	1,02
QDC-CASA 5 ao C7-CHUVEIRO	
Cabo utilizado(C)	4mm
Comprimento(L) em Km	0,006
Queda de tensão (Vakm)	7,79
Corrente(I)	21,82
Tensão(V)	220
FORMULA: VI=	(100*L*Vakm*i)/V
V3=	0,46
QUEDA DE TENSÃO TOTAL	
Vt=	V1+V2+V3
Vt=	2,12
Vt<4%	
Portanto Vt é aceitável.	

Fonte: Autor, 2023.

De posse da tabela 19 da PIRELLI, exibida na figura 45 elaboramos o cálculo da queda de tensão considerando o caso mais crítico.

Figura 45 - Queda de tensão unitária.

Seção nominal (mm²)	Eletroduto e eletrocalha[A] (material magnético)		Eletroduto e eletrocalha[A] (material não-magnético)			
	Pirastic, Pirastic Flex		Pirastic e Pirastic Flex			
	Circuito monofásico e trifásico		Circuito monofásico		Circuito trifásico	
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36
150	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30
185	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25
240	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21
300	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18
400	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15
500	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14

NOTAS:

A) As dimensões do eletroduto e da eletrocalha adotadas são tais que a área dos cabos não ultrapassa 40% da área interna dos mesmos;

B) Os valores da tabela admitem uma temperatura no condutor de 70 °C.

Fonte: Autor, 2023.

A formula utilizada foi:

$$V = 100 * L * (\text{V/A. Km}) * \text{I}$$

Sendo:

- Queda de Tensão (V);
- Queda de tensão unitária tabelada, PIRELLI (V/A.Km);
- Corrente do circuito (I);
- Comprimento (Km).

Desta forma somamos os resultados de cada trecho e obtivemos a queda de tensão total conforme exibido anteriormente (figura 44).

6.3 Dimensionamento do DPS

Os DPS devem atender à IEC 61643-1 e ser selecionados com base no mínimo nas seguintes características: nível de proteção, máxima tensão de operação contínua, suportabilidade a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e suportabilidade à corrente de curto-circuito. Além disso, quando utilizados em mais de um ponto da instalação (em cascata), os DPS devem ser selecionados levando-se em conta também sua coordenação.

Seguindo as orientações da NBR 5410:2004 em seu item 6.3.5.2.4 e a seção 3.2.8 desse trabalho, dimensionamos o DPS. Assim o DPS definido para a nossa proteção geral do centro de medição possui as características a seguir:

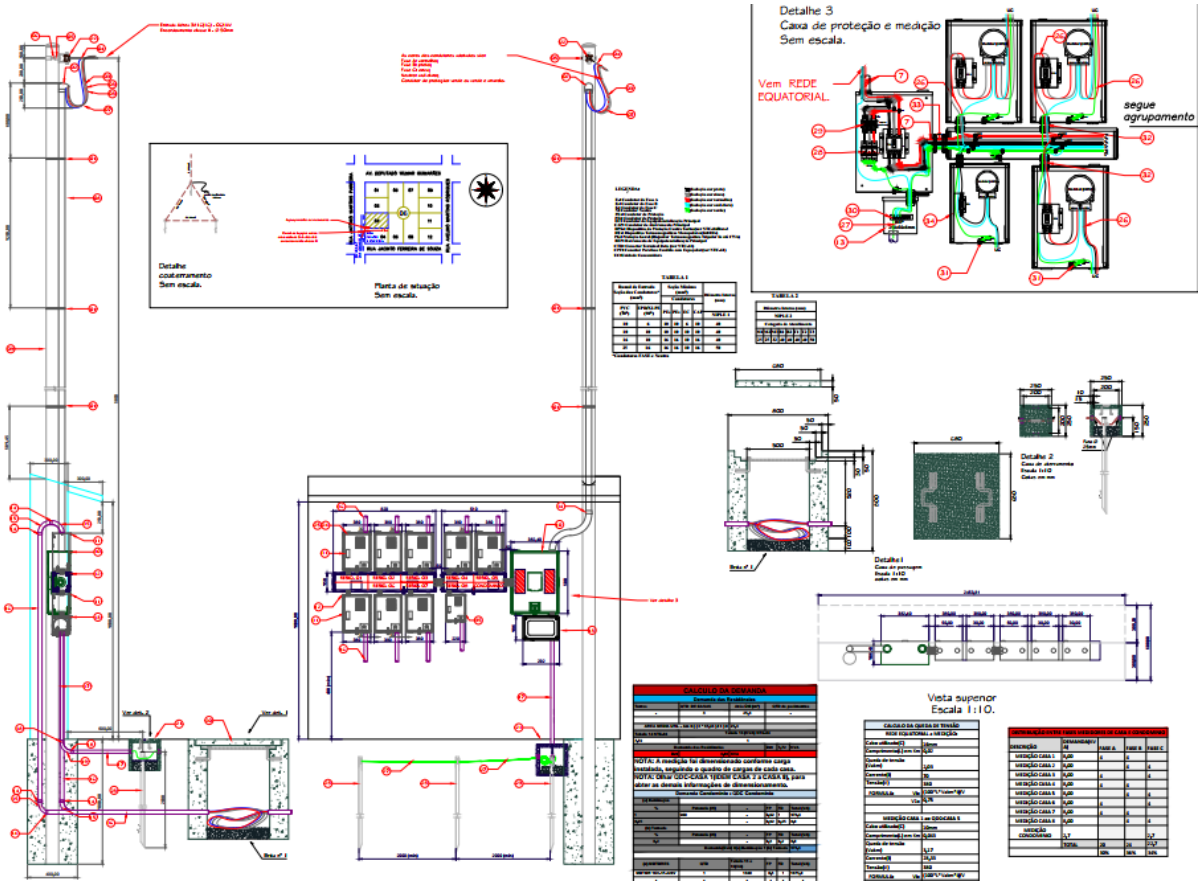
- Classe: I
- Nível de proteção (Up): 2,5kV
- Máxima tensão de operação continua (Uc): 275V
- Corrente nominal de descarga (In): 10kA
- Corrente de impulso (Iimp ou Imax): 40kA

6.4 Planejamento da infraestrutura

Nesta fase do projeto tivemos em vista elaborar a mureta com conjunto de medições, proteção, aterramento, caixa de passagem, alimentadores dos quadros residenciais, DPS e ramal de entrada. Todo o planejamento desta etapa é dependente do projeto de instalações internas, formando uma espécie de efeito cascata.

A figura 46 demostra toda a estrutura delineada do EMUC conforme o modelo de desenho 10 da NT. 04:2023, ajustado à necessidade deste trabalho.

Figura 46 - Detalhamento centro de medição.



Fonte: Autor, 2023.

Toda a estrutura dimensionada poderá ser vista no **APÊNDICE B.** O sistema de aterramento foi definido como TN-S. Este tipo de aterramento é comum em edifícios comerciais e residenciais de baixa tensão, por ser relativamente simples e econômico de instalar, o que o torna uma opção popular. Condutores neutro e proteção distintos, sendo o sistema de alimentação TN-S seguro e confiável, adequado para sistemas de alimentação de baixa tensão.

6.5 Diagrama unifilar de toda edificação

Visamos representar toda instalação da edificação em um diagrama unifilar conforme orientações citadas na seção 5.6 desse trabalho. Assim podemos compreender todas as interligações dos alimentadores, medições, quadros e circuitos.

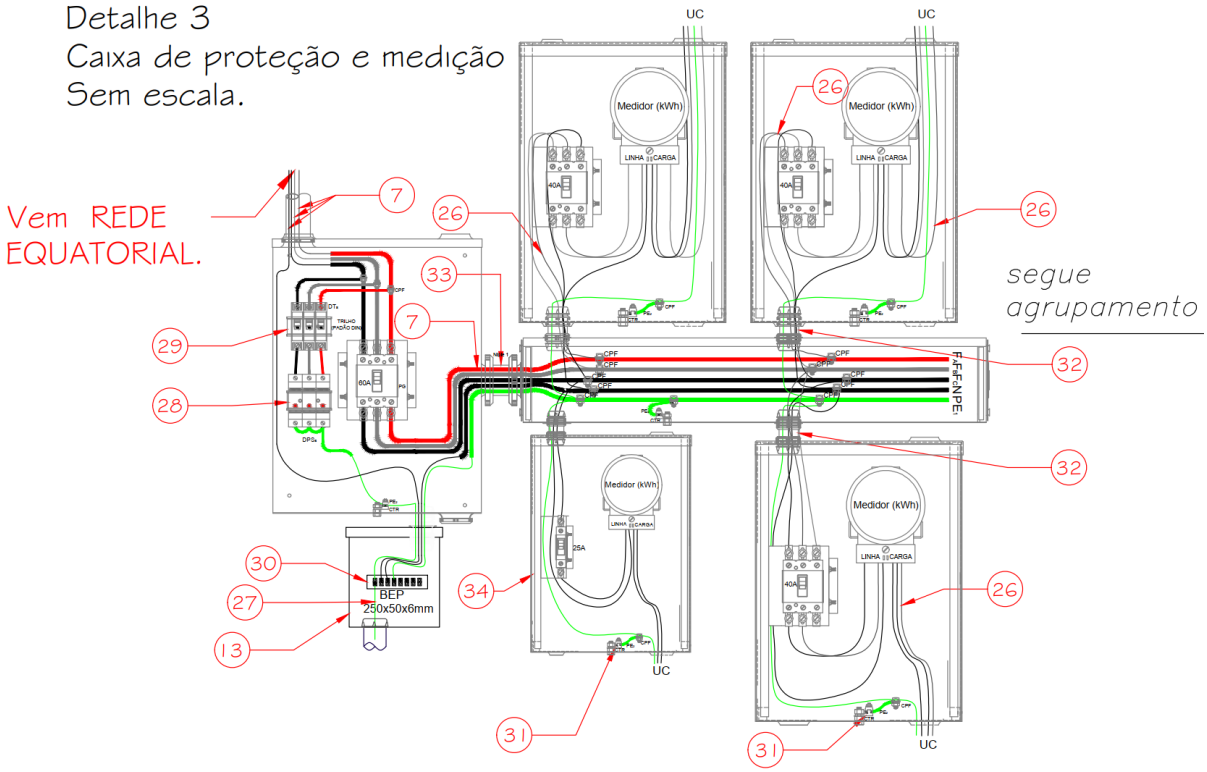
No **APÊNDICE C,** está representado o diagrama unifilar elaborado.

6.6 Detalhes e plotagem

Nesta etapa final detalhamos o esquema de ligação do EMUC, a malha de aterramento, o B.E.P, planta de situação e qualquer outro detalhe pertinente para aprovação do projeto. Por fim realizei uma revisão em todo o projeto, efetuando as devidas correções.

A figura 47 apresenta o detalhamento do esquema de ligação EMUC e B.E.P.

Figura 47- Esquema de ligação.



Fonte: Autor, 2023.

Desta forma finalizando o projeto e gerando o arquivo para plotagem. Todo o projeto elaborado poder ser visualizado no **APÊNDICE B** e **APÊNDICE C**.

7 PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM REVIT

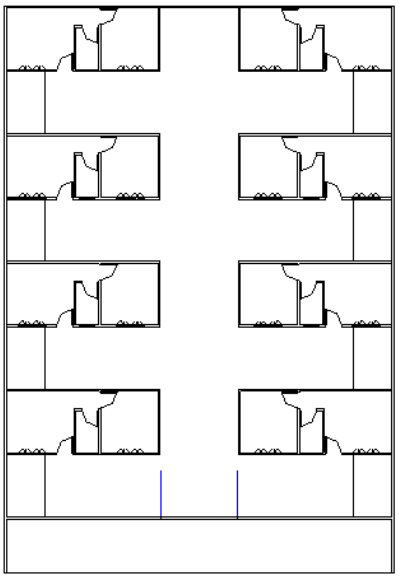
Ao iniciarmos o projeto em Revit, tendo feito as etapas do item 4.1 ao item 4.4 deste trabalho, executamos a preparação da arquitetura. No Revit houveram algumas diferenças quanto à elaboração do projeto, conforme será apresentado nesta seção.

Conforme exposto pela Autodesk (2020), uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. Para a elaboração de projetos por meio do *software* Revit, faz-se necessário a aplicação de famílias em sua composição. Utilizamos diversas famílias e componentes em nosso projeto por exemplo: porta, janela, dispositivo elétrico e outros.

7.1 Preparação da arquitetura

Pela arquitetura estar em 2D e ter sido feita em AutoCAD, foi necessário modelar a arquitetura no Revit. Desta forma obtivemos a planta arquitetônica em 2D e 3D simultaneamente, pois, o Revit nos proporciona este feito, ao desenhar uma planta baixa, automaticamente se cria uma vista 3D. É necessário alguns parâmetros e configurações para isto acontecer. A figura 48 mostra a planta baixa arquitetônica 2D desenvolvida no Revit.

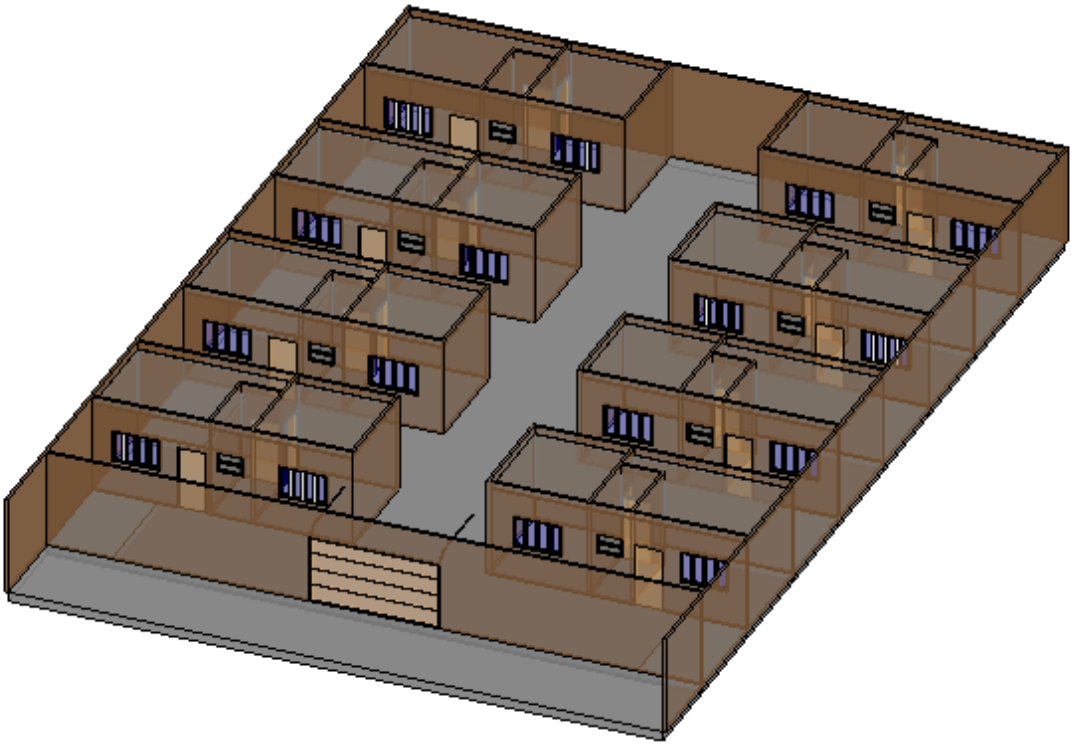
Figura 48 - Planta arquitetônica 2D.



Fonte: Autor, 2023.

Utilizando a aba [ARQUITETURA][4] e fazendo o uso dos comandos: [PAREDE], [PORTA], [JANELA], [PISO] e [FORRO], elaboramos a planta arquitetônica. A figura 49 ilustra a planta baixa arquitetônica 3D, modelada no Revit. Inserimos portas, janelas e portão para ficar mais realista o modelo.

Figura 49- Planta arquitetônica 3D.



Fonte: Autor, 2023.

Utilizamos um *Template* para dar início à elaboração do projeto de arquitetura e elétrica. O *Template* no *software* Revit é um arquivo pré-configurado, geralmente contendo elementos como famílias de objetos, estilos de linhas, configurações de visualização, tipos de vistas predefinidas, unidades de medida e propriedades de materiais.

Essas configurações iniciais auxiliam os usuários a otimizarem o processo, uma vez que não precisam começar um projeto do zero, utilizando as configurações pré-definidas do *Template*. O Revit oferece diversos *templates* para diferentes disciplinas, como arquitetura, engenharia estrutural e MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica). Os *Templates* também são personalizados pelos usuários de acordo com suas preferências e fluxo de trabalho específico.

[4] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

7.2 Levantamento de carga

Existe uma opção no Revit onde calculamos a previsão de tomadas e ponto de carga para iluminação segundo a NBR 5410:2004. Fazendo uso desta possibilidade, abrimos a aba [ANALISAR][5] e executamos o comando [ESPAÇO] para delimitar a área e o perímetro dos ambientes residenciais. Assim na mesma aba, executamos o comando [IDENTIFICADOR DE ESPAÇO] para identificar os espaços e nomeá-los.

Ao identificar os espaços, automaticamente já nos fornece a área e o perímetro, esses dados são inseridos automaticamente em uma tabela chamada: Levantamento de Carga conforme NBR5410. Desta forma temos o cálculo automático da quantidade mínima de tomadas e carga prevista para iluminação. A figura 50 exibe os resultados do cálculo.

Figura 50 - Levantamento de carga.

Levantamento de Carga conforme NBR5410							
Ambiente	Área (m²)	Perimetro (m)	Cálculo da Potência de Iluminação (VA)	Pot. de Iluminação Considerada (VA)	Distância Máxima entre TUGs (m)	Cálculo da Quantidade de TUGs	Quantidade Mínima de TUGs
ÁREA DE SERVIÇO	6,66 m²	10,64	100	160 VA	3,5	4	4
SALA/COZINHA	11,67 m²	13,68	160	160 VA	3,5	4	8
QUARTO	9,91 m²	12,6	100	160 VA	5	3	4
HALL	1,24 m²	4,50723	100	100 VA	5	1	1
CONDOMÍNIO	279,63 m²	163,919461	4180	900 VA	5	33	0
BANHO	2,76 m²	6,94	100	100 VA	5	2	1
	311,87 m²	212,286691	4740				

Fonte: Autor, 2023.

Vale ressaltar que a NRB 5410:2004 sugere estes valores como o mínimo, podendo ser considerados valores superiores conforme necessidade.

7.2.1 Iluminação

De acordo com a NBR 5410:2004, é recomendado instalar pelo menos um ponto de iluminação em cada ambiente. Respeitando essa orientação, optamos por dividir a carga em dois pontos em áreas conjugadas, como a sala e a cozinha, onde a atividade exige maior iluminação no ambiente. Em outros ambientes adotamos dois pontos de iluminação devido a atividade exercida (quarto e área de serviço). Assim iniciamos o projeto elétrico utilizando a aba [SISTEMA][6], comando [LUMINÁRIA], [PROPRIEDADE] e selecionamos [CAIXA ORTOGONAL] para representar nossos pontos de carga para iluminação. A figura 51 ilustra a distribuição de pontos de iluminação.

[5] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.
[6] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

Figura 51 - Ponto de iluminação.



Fonte: Autor, 2023.

Exploramos as possibilidades do *software* de automaticamente gerar a vista panorâmica em 3D através do comando [VISTA 3D PADRÃO]. Conforme exibido na imagem acima.

7.3 TUG E TUE

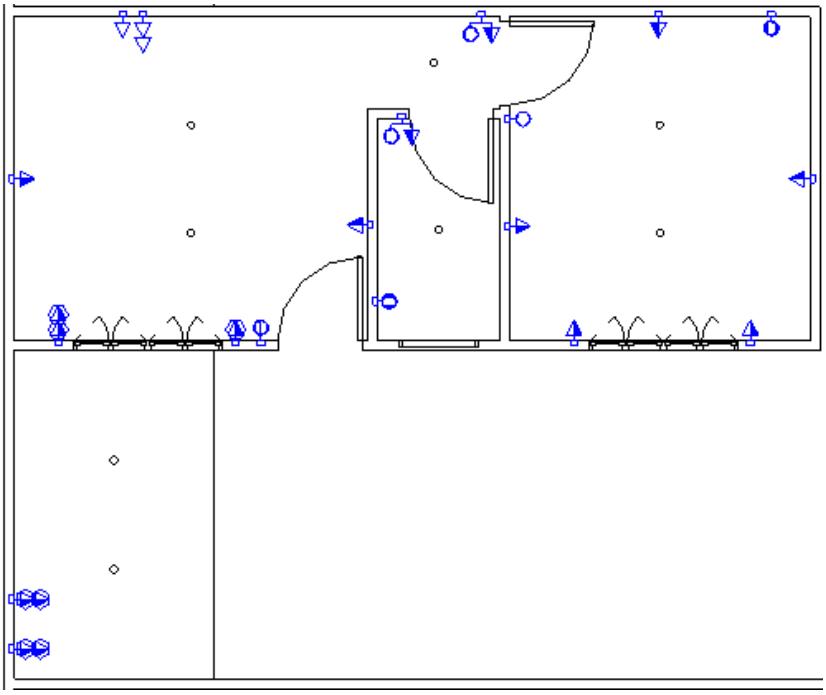
Observando o levantamento de cargas distribuímos os pontos de tomadas gerais, especificas e pontos de força. Destacamos que esta é apenas uma estimativa e ao longo do projeto essa quantidade pode sofrer alterações, porém é crucial obter um entendimento inicial da quantidade mínima de tomadas necessárias para cada ambiente, a fim de orientar nossas decisões no início do processo de concepção.

A ampliação da quantidade de pontos obedece aos critérios da necessidade do cliente e ao uso de equipamentos por ambiente. Inserimos as tomadas através da aba [SISTEMA][7], comando [MATERIAL ELÉTRICO]. Em seguida, no painel [PROPRIEDADE], selecionamos o componente tomada desejado.

[7] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

A figura 52 expõe como ficou a distribuição dos pontos na planta baixa da residência tipo.

Figura 52 - Planta baixa residência tipo.



Fonte: Autor, 2023.

Foi necessário inserir cada elemento atribuindo determinados parâmetros no painel de [PROPRIEDADE], como: tensão, nomeação dos interruptores, número de fases, potencia, tipo de carga, fator de potência, entre outros. Esta etapa é importante para gerar a tabela do quadro de cargas, explicado na seção 7.4.

7.3.1 Planejamento de circuitos

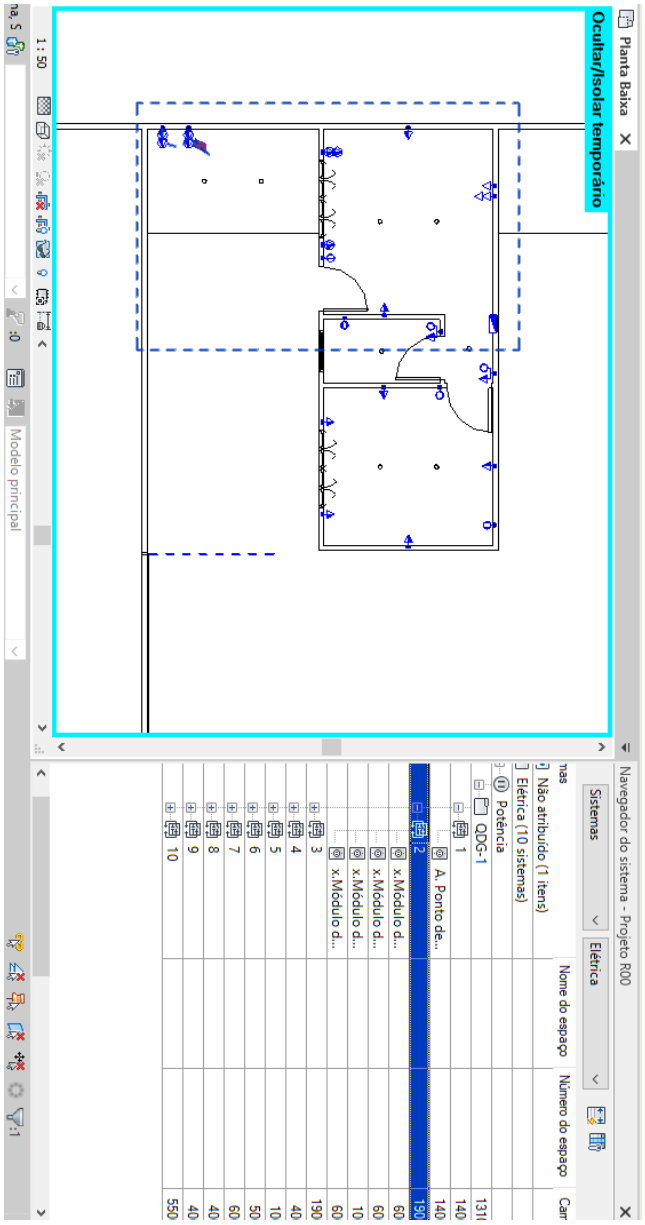
No Revit pode ser criado circuitos diretamente na planta baixa, é possível ter uma visualização de cada circuito através do painel [NAVEGADOR DE SISTEMA].

Para criar circuitos basta clicar no componente (tomada) na planta baixa, na aba [MODIFICAR][8] clicar em [FORÇA] atribuir a quantidade de polos e tensão. Posteriormente aparecerá a aba [CIRCUITO] ao clicar nela podemos visualiza o comando [EDITAR CIRCUITO], ao clicarmos nele visualizamos o comando [ADICIONAR NO CIRCUITO] e [REMOVER DO CIRCUITO] assim podemos agregar componentes ou remover.

[8] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

No mesmo local podemos conectar este circuito criado a um quadro de força, através do comando [SELECIONAR PAINEL]. A figura 53 estampa o painel navegador de sistema.

Figura 53- Navegador de circuitos.



Fonte: Autor, 2023.

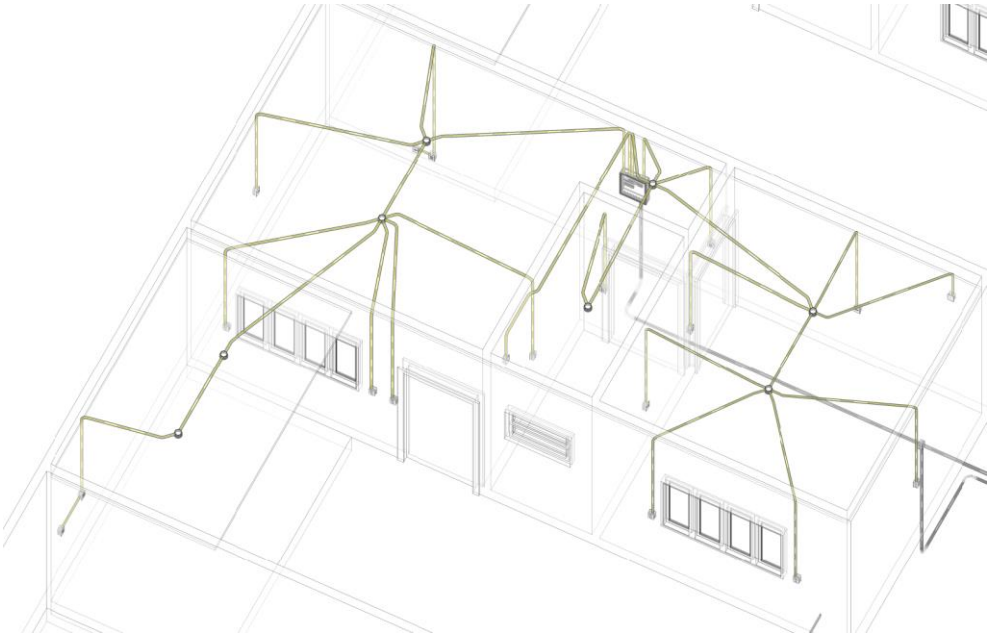
Por meio desta ferramenta é possível visualizar os circuitos, editá-los e verificar em qual quadro está a sua alimentação, ao editar o circuito ele será alterado de forma automática em todas as partes projeto (tabelas, vistas e quadros).

7.3.2 Eletrodutos

Devido à capacidade simuladora do Revit, tornou-se necessário definir a infraestrutura dos eletrodutos. Por padrão, é estabelecido um eletroduto de 25 mm, em conformidade com a norma NBR 5410:2004, que limita a ocupação máxima dos eletrodutos em 40%.

Limitamos a utilizar 3 circuitos por eletroduto, para respeitar essa orientação. A inserção dos eletrodutos em prancha se dá por meio da aba [SISTEMAS][9], comando [CONDUÍTE], painel [PROPRIEDADES] e seleção do componente eletroduto desejado. A figura 54 mostra a distribuição dos eletrodutos projetada.

Figura 54 - Planejamento dos eletrodutos.



Fonte: Autor, 2023.

Podemos visualizar na imagem acima toda a infraestrutura planejada, tomadas, pontos de iluminação, localização do quadro de distribuição e eletrodutos. A visualização em 3D no Revit e realizada através de um clique no comando [ABRIR VISTA 3D].

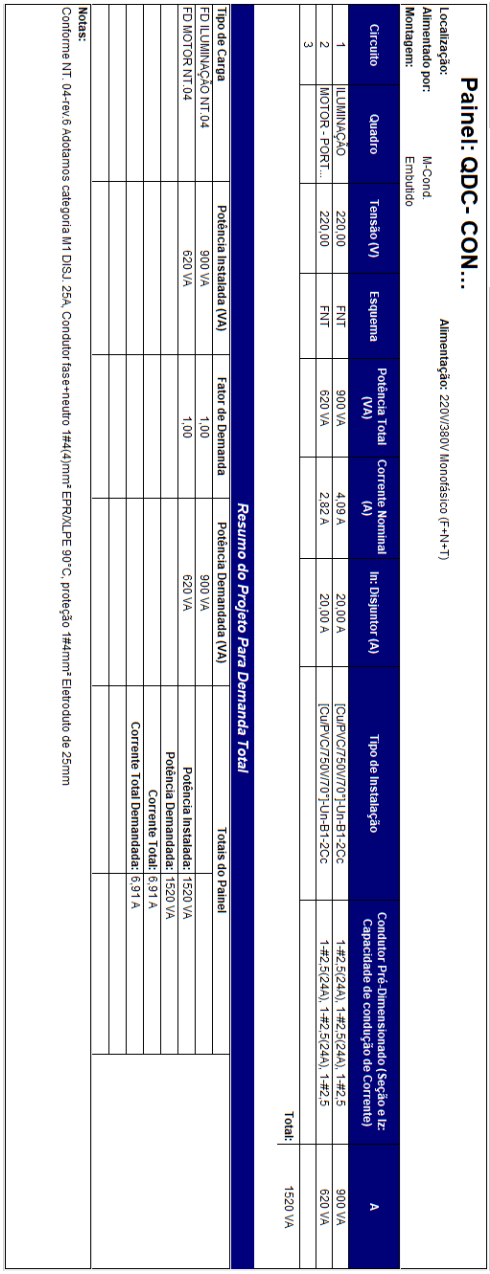
7.4 Quadro de cargas

Após inserir os componentes, na planta baixa o Revit gera o quadro de cargas de forma automática, basta selecionar o quadro e executar o comando [CRIAR TABELA][10] para gerar a

[9] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.
[10] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

tabela de cargas. A figura 55 demostra a tabela gerada do quadro de distribuição de circuitos do condomínio.

Figura 55 - Quadro de cargas.



Painel: QDC- CON...

Localização:
Alimentado por: M-Cond.
Montagem: Embutido
Alimentação: 220V/380V Monofásico (F+N+T)

Circuito	Quadro	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	Corrente Nominal (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	A
1	ILUMINAÇÃO	220,00	FNT	900 VA	4,09 A	20,00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	900 VA
2	MOTOR - PORT...	220,00	FNT	620 VA	2,82 A	20,00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	620 VA
3									
								Total:	1520 VA

Resumo do Projeto Para Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)
FD ILUMINAÇÃO.NT.04	900 VA	1,00	900 VA
FD MOTOR.NT.04	620 VA	1,00	620 VA

Totais do Painel

Potência Instalada: 1520 VA
Potência Demandada: 1520 VA
Corrente Total: 6,91 A
Corrente Total Demandada: 6,91 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria M1 DISJ. 25A. Condutor fase+neutro 1#4(4)mm² EPR/XLPE 90°C; proteção 1#4mm² Eletroduto de 25mm

Fonte: Autor, 2023.

Encontramos dificuldade na edição desta tabela, não sendo muito intuitiva sua modificação, não conseguimos ocultar colunas, nem as excluir, muito menos reduzir os espaçamentos. Então utilizamos os modelos padrões, contido no *template*.

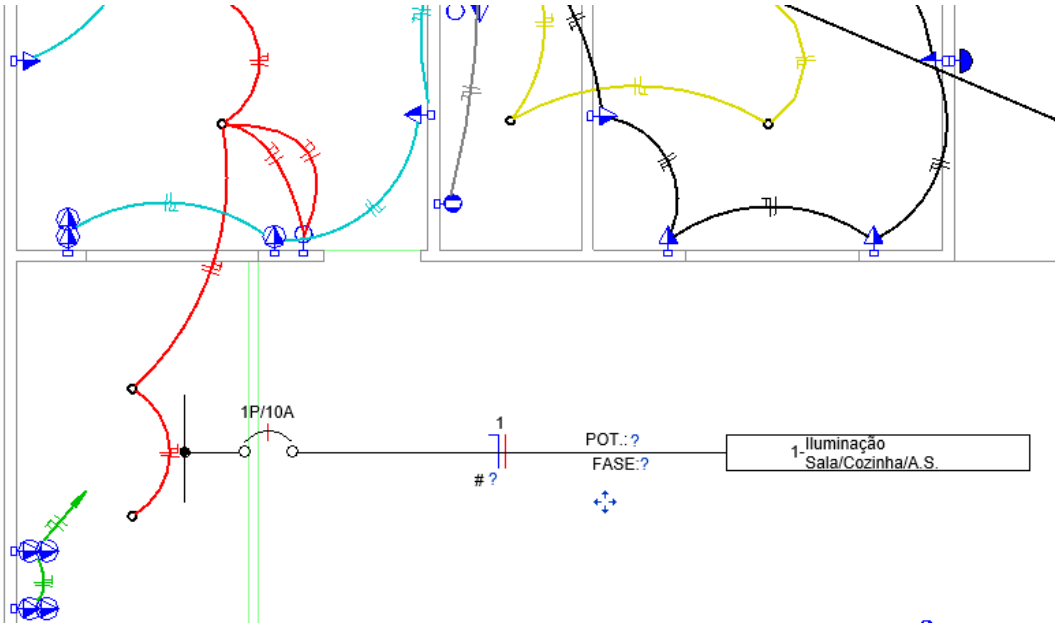
7.5 Diagrama unifilar

O Revit proporciona a geração do diagrama de forma automática, claro, não por inteiro, mas sim de pequenos trechos e assim manualmente formamos o diagrama por completo. Apesar de passar a ideia de ser automático, na prática, é necessário fazer adaptações e edições.

Ao colocar o ponteiro do *mouse* sobre um componente, como um ponto de tomada e clicar na tecla do teclado [TAB][11] o circuito o qual pertence esse componente e mostrado. Desta forma aparece a aba [MODIFICAR CIRCUITOS], dentro dela clicamos em [FIAÇÃO EM ARCO] e nos mostra todo o conjunto de fiação dos circuitos.

Assim podemos utilizar o comando [IDENTIFICAR POR CATEGORIA] na aba [ANOTAR] e clicar na fiação de cada circuito, identificando aquele circuito, conforme expõe a figura 56.

Figura 56 - Identificação dos circuitos.

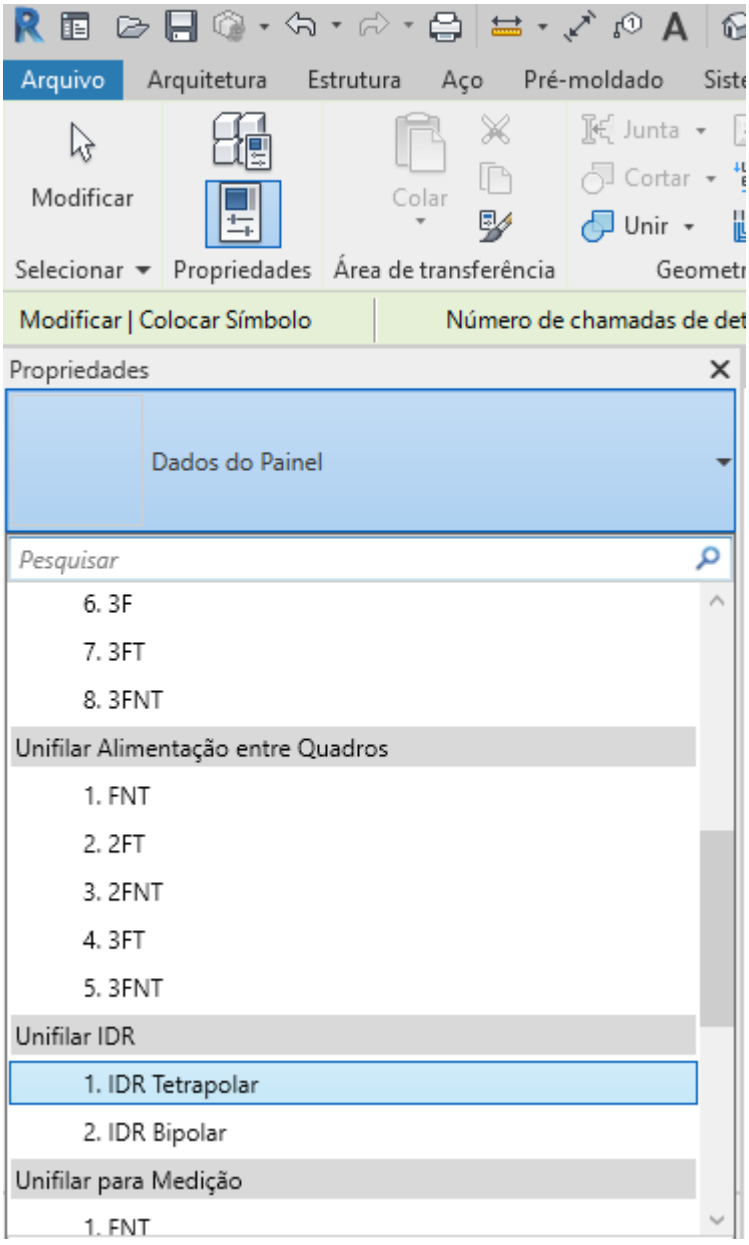


Fonte: Autor, 2023.

Essa identificação é feita por meio de *tags*, após identificarmos todos os circuitos com as *tags*, alinhamos eles verticalmente. Utilizamos o comando [SÍMBOLO][12] na aba [ANOTAR] para colocar demais descrições no diagrama, como medição, DPS e outros. Selecionados por meio do painel [PROPRIEDADES] conforme figura 57.

[11] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.
[12] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

Figura 57 – Painel propriedades.

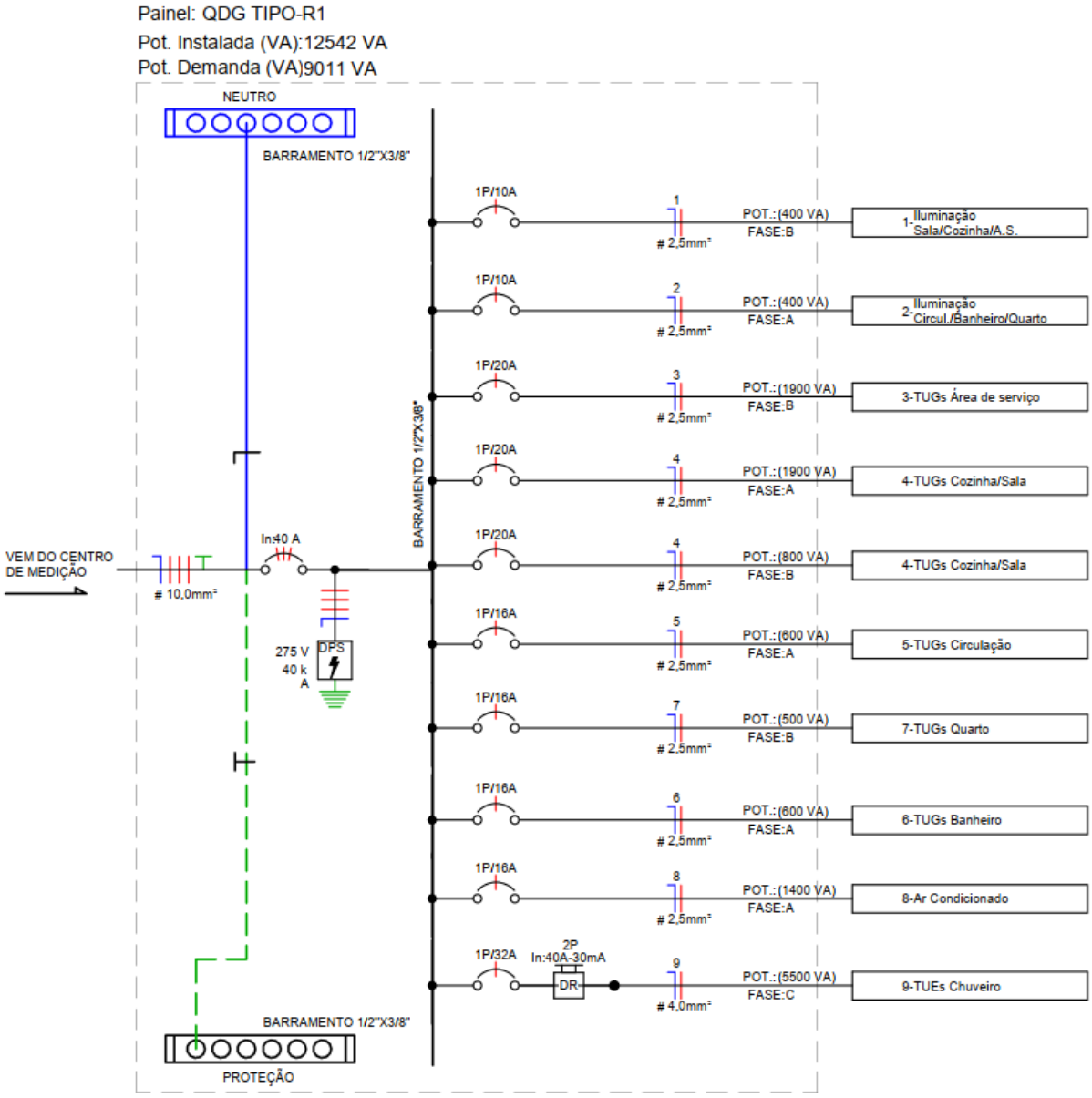


Fonte: Autor, 2023.

Ainda na aba [ANOTAR] utilizamos o comando [LINHAS DE DETALHE] para realização a representação dos barramentos e conexão.

A figura 58 exibe o diagrama unifilar da residência tipo, finalizado.

Figura 58 - Diagrama unifilar da residência.



Fonte: Autor, 2023.

Importante lembrar, que este diagrama, complementa o diagrama do EMUC, onde englobará toda a edificação, veremos isso mais à frente, na elaboração do EMUC.

7.6 Planta Baixa das Instalações elétricas

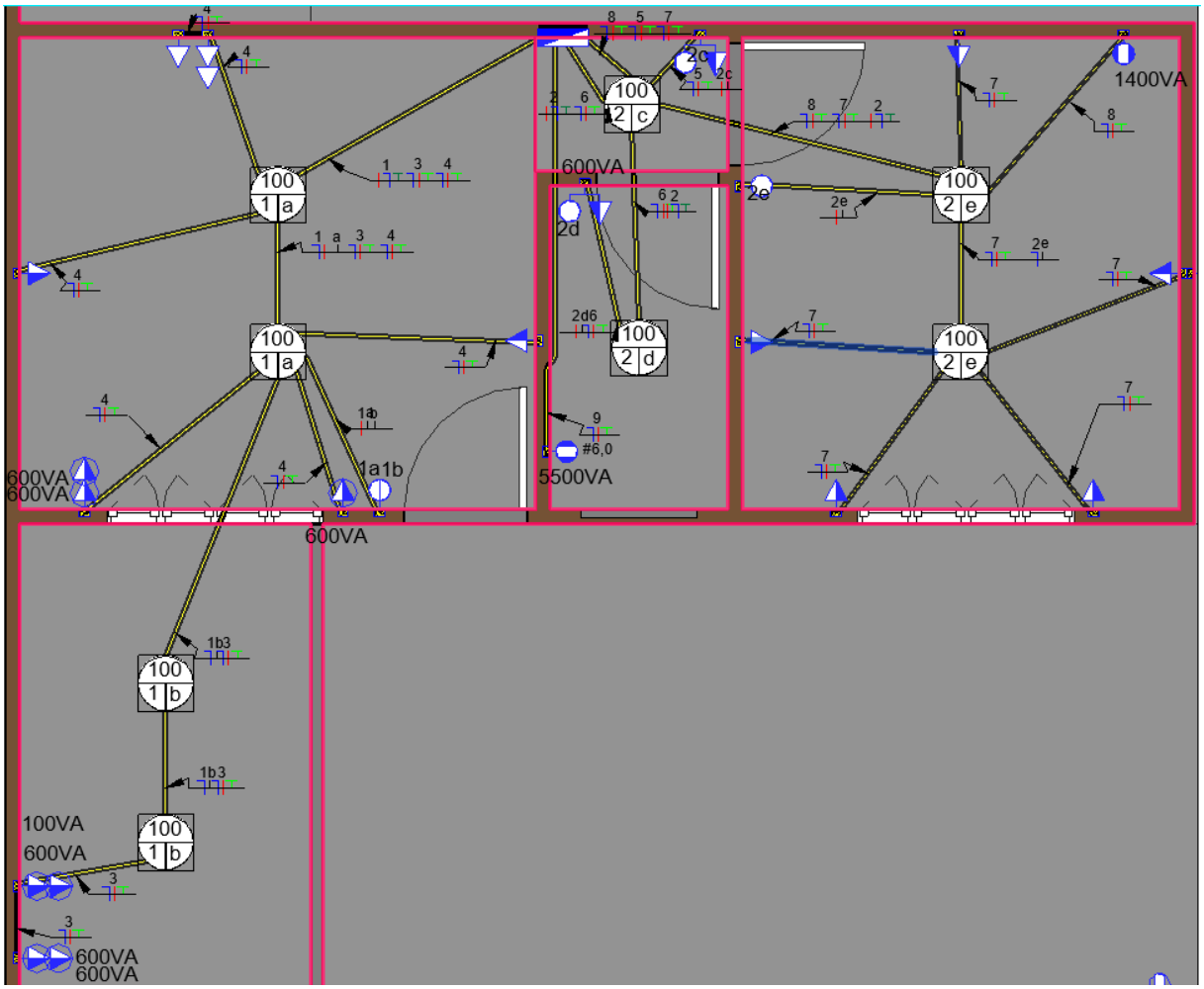
Para finalizar a planta baixa da edificação, identificamos a fiação de cada circuito, na aba [ANOTAR][13], comando [IDENTIFICAR POR CATEGORIA] e clicando no componente

[13] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

do circuito, como a tomada ou luminária, assim colocamos as *tags* no decorrer dos eletrodutos, identificando quais condutores passam por aquele trecho.

A figura 59 mostra a planta baixa das instalações elétricas internas da residência tipo.

Figura 59 - Planta baixa residência tipo.



Fonte: Autor, 2023.

Segue no **APÊNDICE D**, o projeto plotado em folha A0. Esta contém os pontos de iluminação, tomadas, eletrodutos, distribuição dos condutores e seus circuitos, a posição dos quadros de distribuição das residências. O Revit nos permite ter uma vista 3D das instalações, o que traz mais detalhe na visualização do projeto, facilitando a execução.

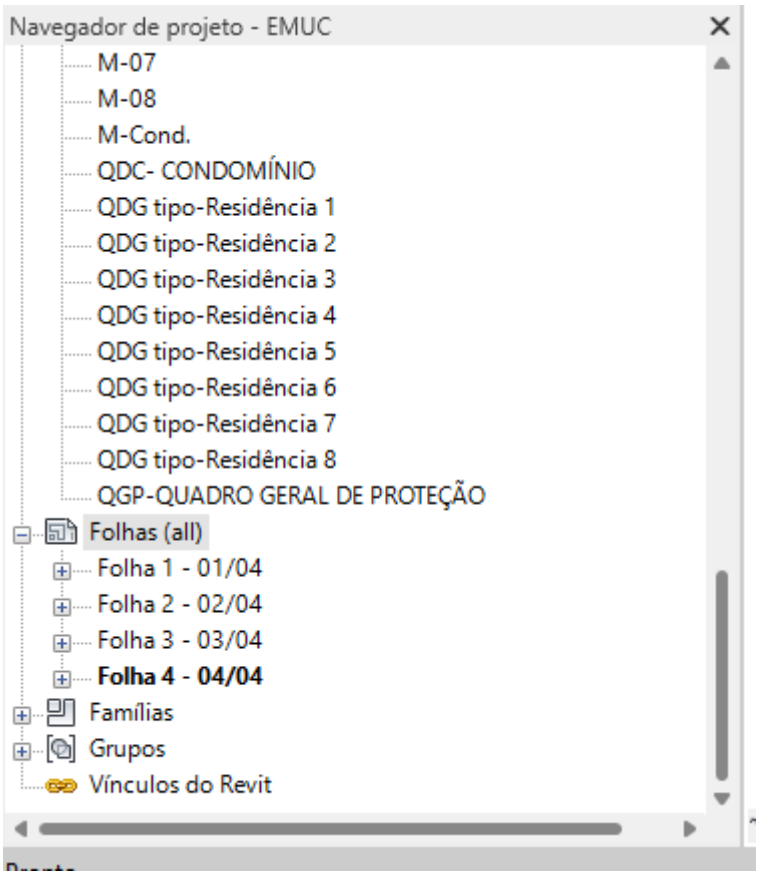
Para plotagem do projeto em folha A0, no painel [NAVEGADOR DE PROJETO][14] na seção, folhas, clicando com o botão direito, adicionamos a folha A0, preenchemos o carimbo e para adicionar as vistas na folha, basta clicar nelas e arrastar para a folha A0. Fizemos ajustes

[14] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

nas vistas, alteração da escala e com o comando [CAIXA DE RECORTE] ajustamos o que queríamos exibir na folha A0, exibe na folha apenas o que estiver nas limitações da caixa.

A figura 60 expõe o painel navegador de projeto do Revit.

Figura 60 - Navegador de projeto.



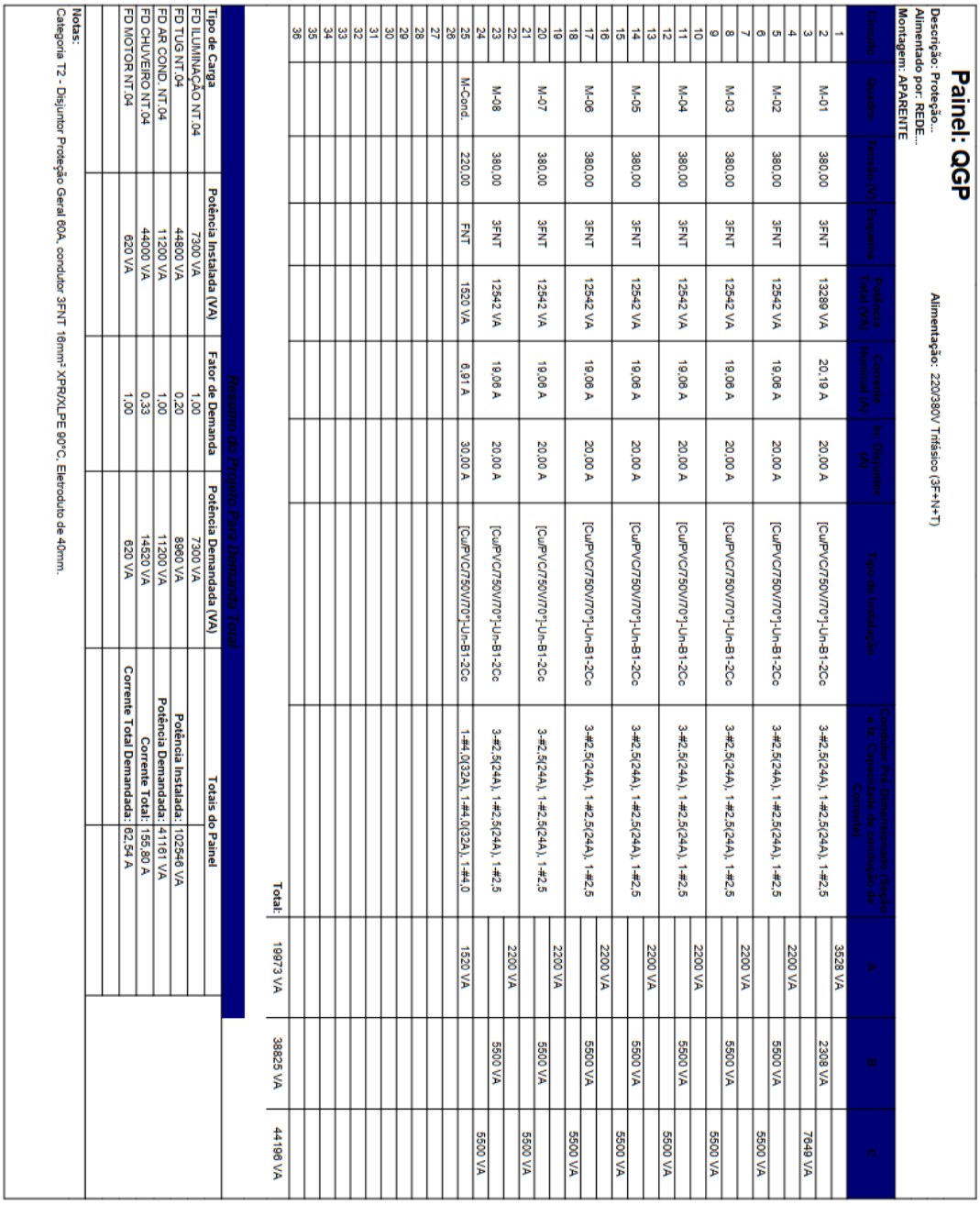
Fonte: Autor, 2023.

Após ajustamos todas as vistas na folha A0, não conseguimos plotar, devido ao Revit 2021, não exportar para arquivo para PDF (*Portable Document Format*), assim precisamos baixar uma impressora virtual chamada: Doro PDF. Desta forma utilizamos o comando [IMPRIMIR], selecionamos a impressora virtual, que exportou o arquivo no formato PDF.

8 EMUC EM REVIT

Assim como no item 6 desse trabalho, é necessário o projeto de instalações internas para dar prosseguimento ao planejamento, no entanto, o Revit interliga todo o processo, simulando a conexão dos quadros das residências com os medidores e pôr fim a proteção. Desta forma ele gera não só o cálculo de demanda quanto o quadro de cargas, simultaneamente, de toda a edificação, conforme ilustra a figura 61.

Figura 61 - Quadro de carga e demanda da edificação.



Painel: QGP

Descrição: Proteção...
Alimentado por: REDE...
Montagem: APARENTE

Alimentação: 220/380V Trifásico (3F+N+T)

Circuito	Quadro	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	Corrente Nominal (A)	Ih. Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Tx. Capacidade de condução de Corrente)	A	B	C
1									3528 VA		
2	M-01	380.00	3FNT	13280 VA	20.19 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		2308 VA	
3											7649 VA
4									2200 VA		
5	M-02	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
6											5500 VA
7									2200 VA		
8	M-03	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
9											5500 VA
10									2200 VA		
11	M-04	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
12											5500 VA
13									2200 VA		
14	M-05	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
15											5500 VA
16									2200 VA		
17	M-06	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
18											5500 VA
19									2200 VA		
20	M-07	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
21											5500 VA
22									2200 VA		
23	M-08	380.00	3FNT	12542 VA	19.06 A	20.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2.5(24A), 1-#2.5(24A), 1-#2.5		5500 VA	
24											5500 VA
25	M-Cond.	220.00	FNT	1520 VA	6.81 A	30.00 A	[CuPVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#4.0(32A), 1-#4.0(32A), 1-#4.0	1520 VA		
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
								Total:	19973 VA	38825 VA	44196 VA

Resumo do Projeto Para Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)
FD ILUMINAÇÃO NT.04	7300 VA	1,00	7300 VA
FD TUG NT.04	44800 VA	0,20	8960 VA
FD AR COND. NT.04	11200 VA	1,00	11200 VA
FD CHUVEIRO NT.04	44000 VA	0,33	14520 VA
FD MOTOR NT.04	620 VA	1,00	620 VA

Totais do Painel

Potência Instalada: 102548 VA
Potência Demandada: 41161 VA
Corrente Total: 155,80 A
Corrente Total Demandada: 62,54 A

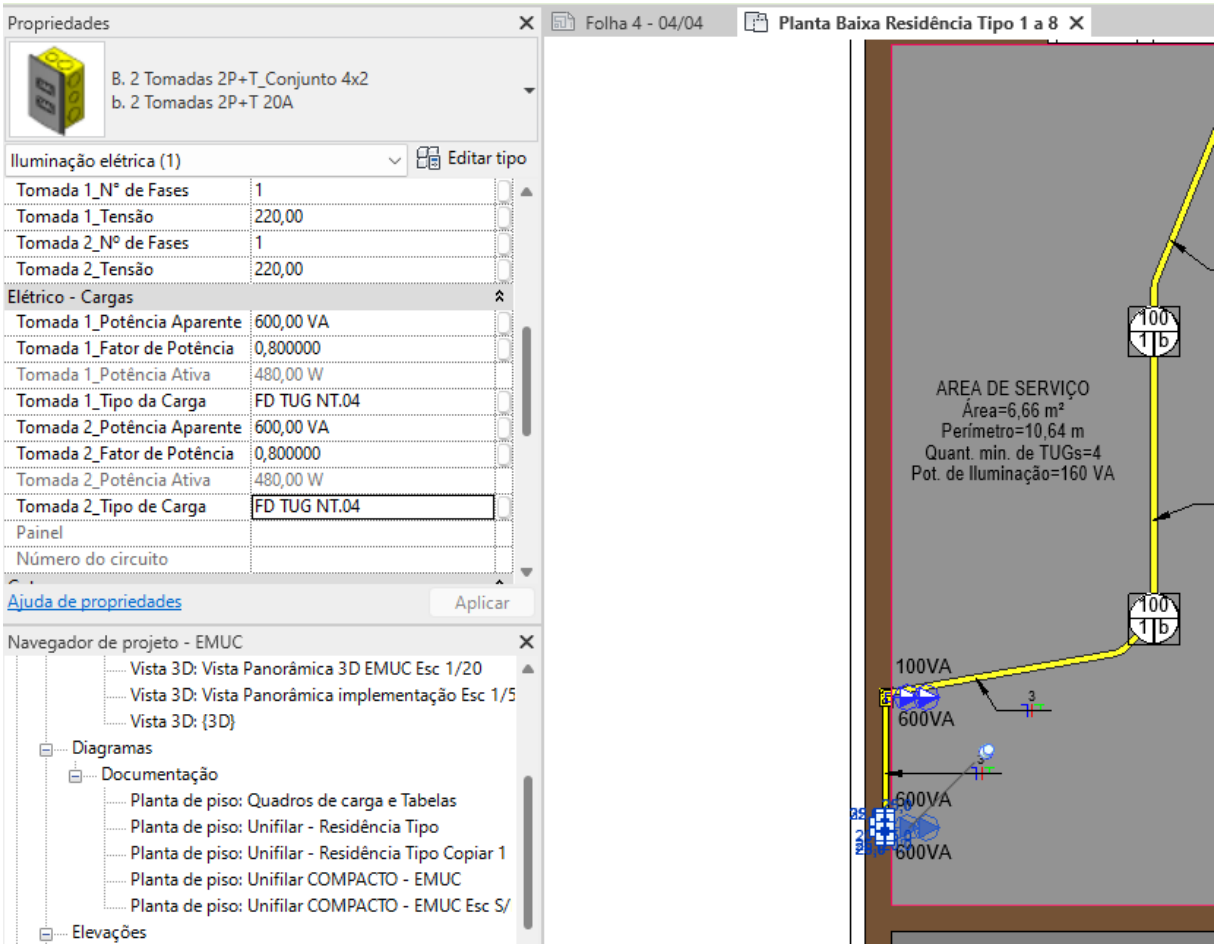
Notas:
Categoria T2 - Disjuntor Proteção Geral 80A, condutor 3FNT 16mm² XPR/XLPE 90°C, Eletroduto de 40mm.

Fonte: Autor, 2023.

Ao selecionarmos a caixa de proteção, na aba [MODIFICAR][15] utilizamos o comando [CRIAR TABELAS DE PAINÉIS] automaticamente gera a tabela do painel de proteção geral, assim conseguimos visualizar o balanço de fazes, tipo de ligação (3FNT) e cálculo da demanda.

Desta forma temos o cálculo da demanda automaticamente, no entanto para que fosse possível este cálculo, o projeto de instalações internas, deve ser elaborado preenchendo o parâmetro [TIPO DE CARGA] adequadamente através do painel [PROPRIEDADES], conforme exibe a figura 62.

Figura 62 - Tipo de carga



Fonte: Autor, 2023.

Desta forma quando geramos a tabela da proteção geral, será aplicado os fatores de demanda correspondente a cada classificação de carga conforme NT.04:2023. Isto resulta em um cálculo adequado conforme norma vigente.

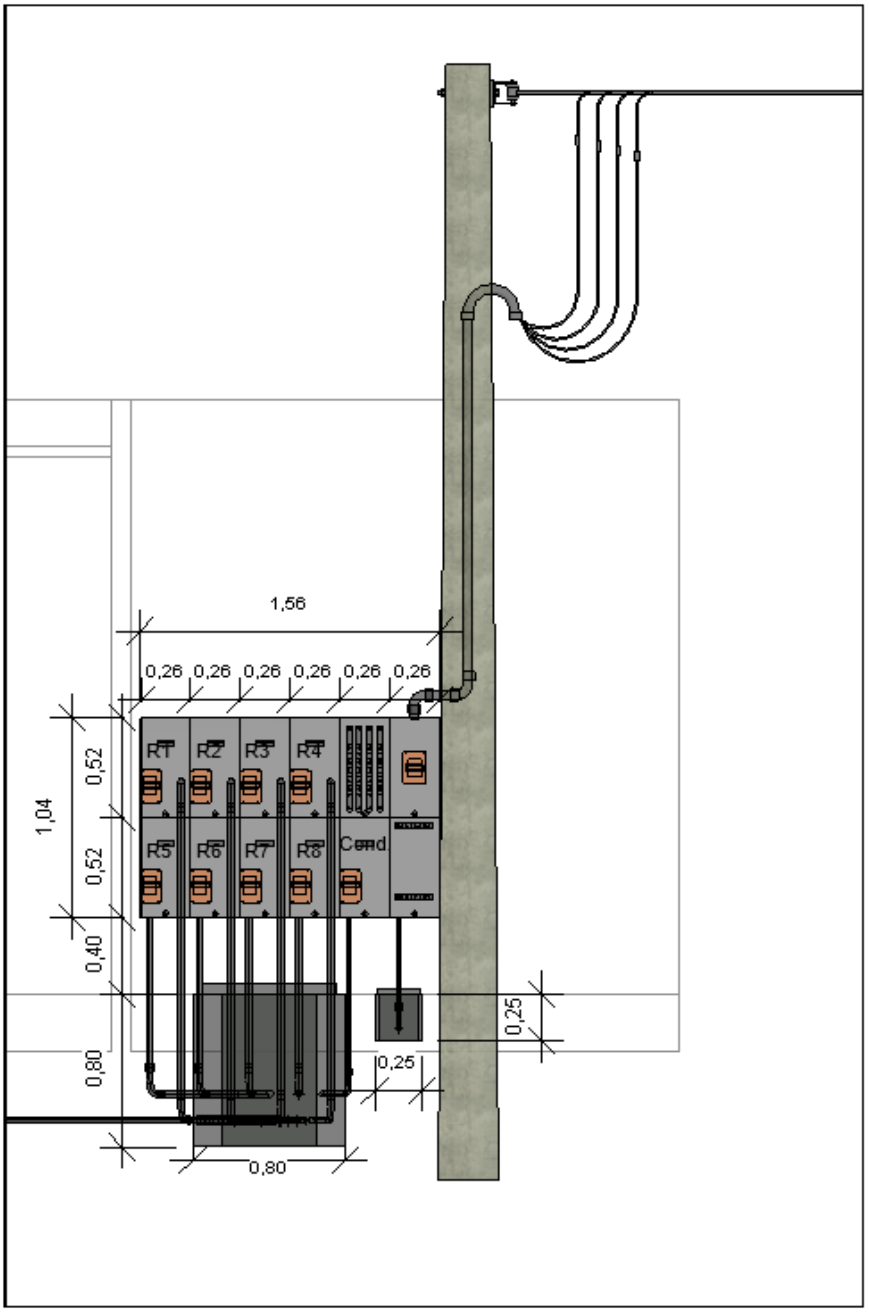
[15] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

8.1 Planejamento da infraestrutura

Assim como no item 6.3 deste trabalho elaboramos a infraestrutura do agrupamento de medidores, para não se tornar repetitivo visamos utilizar caixas de policarbonato, para medidores, proteção e derivação.

Na figura 63 temos a vista do EMUC elaborada no *software Revit*. No **APÊNDICE F** estão todos os detalhes referentes ao agrupamento de medidores.

Figura 63: Detalhamento EMUC.



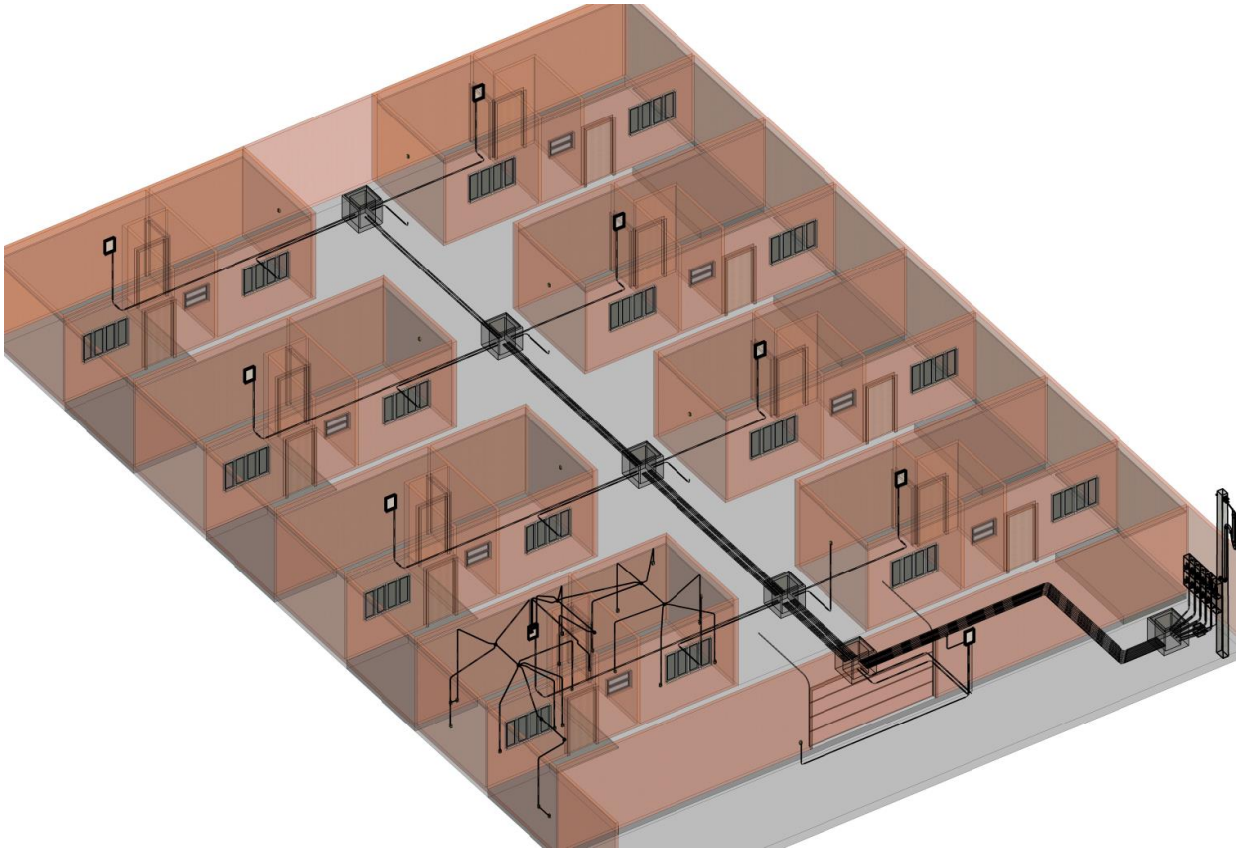
Fonte: Autor, 2023.

A estrutura é composta por caixa medidores, caixa de proteção, caixa de barramentos, caixa de aterramento, eletrodutos e poste com ramal de ligação. Cotamos e procuramos deixar o mais detalhado possível, indicando a numeração das medições e condomínio.

8.2 Detalhes e plotagem

Nesta etapa final detalhamos diagrama unifilar do EMUC, caixa de aterramento, cortes, vistas panorâmicas e qualquer outro detalhe pertinente para aprovação do projeto. A figura 64 espoe a vista panorâmica da edificação, gerada através do comando [VISTA 3D PADRÃO][16].

Figura 64 - Vista panorâmica da edificação.

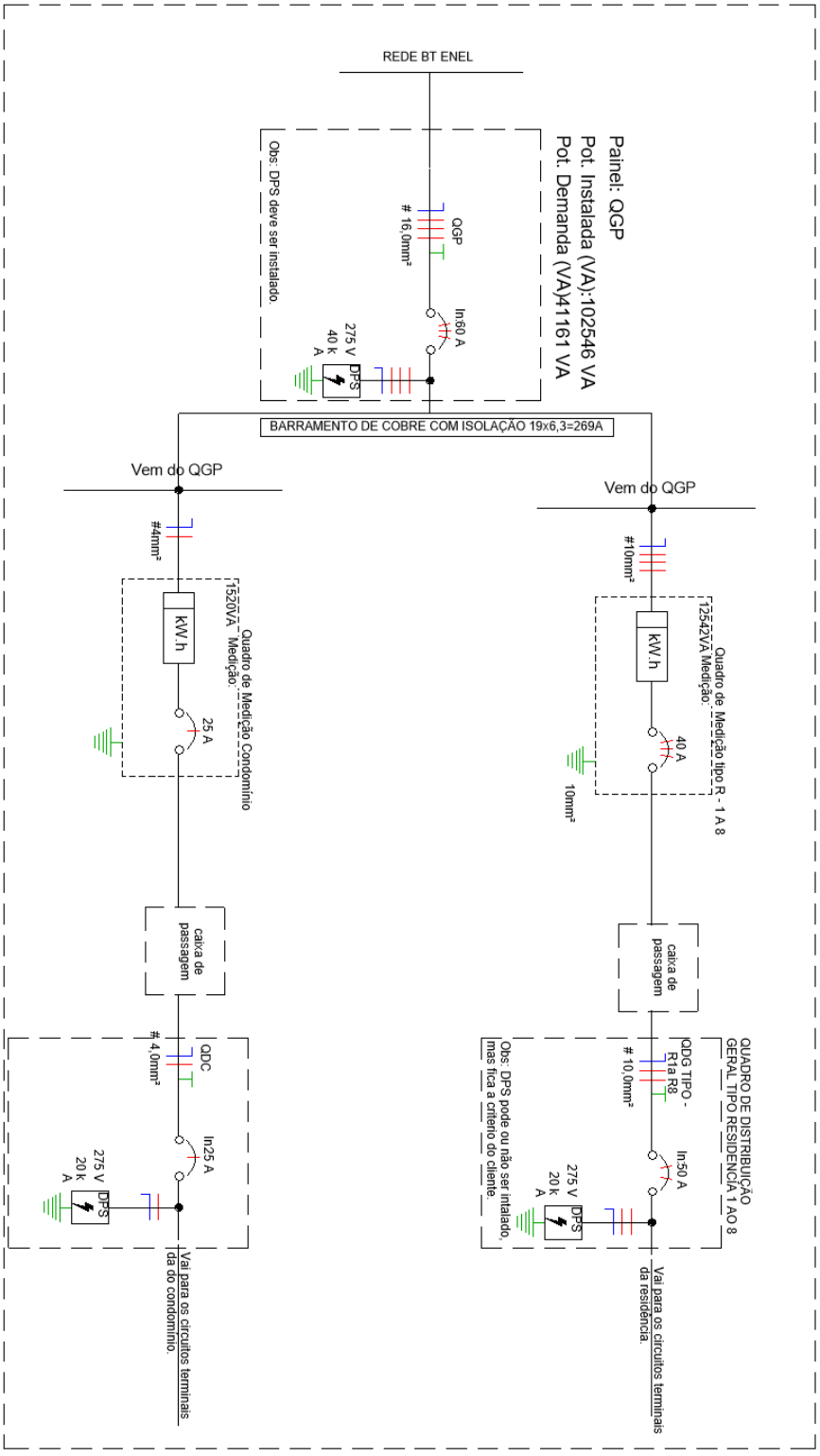


Fonte: Autor, 2023.

A elaboração do diagrama EMUC, foi desenvolvida de forma semelhante ao item 7.5 deste trabalho. Procuramos compactar o diagrama para este não ficasse longo e que fosse de fácil entendimento. A figura 65 demonstra o diagrama unifilar EMUC desenvolvido.

[16] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

Figura 65 - Diagrama unifilar EMUC.



Fonte: Autor, 2023.

Por fim, executei uma revisão em todo o projeto, efetuando as devidas correções. Desta forma finalizando o projeto e gerando o arquivo para plotagem, através do comando [IMPRIMIR][17]. Todo o detalhamento do projeto pode ser visto no **APÊNDICE E**.

[17] Palavras entre colchete, referem-se: abas ou comandos utilizados no *software* Revit.

9 COMPARATIVO ENTRE OS *SOFTWARES*

O AutoCAD é um *software* geral de modelagem e desenho assistido por computador que visa criar desenhos precisos em duas e três dimensões. O Revit, por outro lado, é um *software* de BIM que inclui ferramentas para criar modelos inteligentes de construção a três dimensões, gerando automaticamente a partir do modelo 3D idealizado as tabelas de quantitativos, vistas 2D, imagens, análises entre outros.

A diferença reside no fato de o AutoCAD ser, essencialmente, uma ferramenta de desenho destinada a criar geometrias básicas que representam a realidade. Por outro lado, o Revit cria, geometrias a partir de informações reais, por isso o termo modelagem de informação de construção ou BIM.

Em termos simples, ao usar o AutoCAD para projetos de construção, você se concentra na criação de desenhos por meio de linhas. Ao usar o BIM, você se concentra na criação de um modelo de construção, e desenhos podem ser gerados utilizando o modelo. A tabela 1 mostra as principais funcionalidades de cada *software*.

Tabela 1 - Diferenças de funcionalidades entre o AutoCAD e o Revit.

AutoCAD	Revit
Criar e editar geometrias 2D	Desenvolvimento do conceito
Criar e editar modelos 3D com objetos sólidos, superfícies e malha	Modelação paramétrica 3D
Incluir anotações em desenhos com texto, cotas, notas de chamada e tabelas	Documentação detalhada do projeto
Personalizar tarefas com a ajuda de apps de desenvolvedores	Coordenação multidisciplinar
Personalize as paletas e as ferramentas	Modelação de componentes de construção
Extrair dados de objetos para tabelas	Análise e simulação de sistemas e estruturas
-	Visualizar e interagir com o modelo
-	Geração de documentos de detalhe construção ou produção
-	Modelação de estruturas metálicas e sua documentação
-	Modelação e detalhe de especialidades
-	Visualização 3D foto realista
-	Análise do desempenho do edifício
-	Documentação para a construção

Fonte: Datech, 2022.

Baseado nas funcionalidades do *software* e da aplicação é que o profissional fará a escolha sobre qual deverá usar para projetar, é importante considerar o conhecimento do projetista e a dimensão do projeto. Essas são variáveis importantíssimas na escolha do programa visando produtividade.

Caso o projeto seja de pequeno porte e a arquitetura foi realizada no AutoCAD, percebe-se que não fará sentido a sua modelagem no *software* Revit, para então elaborar um projeto elétrico. Pelo fato de resultar em um investimento significativo de tempo na modelagem da arquitetura.

Desta forma é importante analisar qual *software* trará maior benefício de tempo e execução na sua utilização. Levando em conta o tamanho do projeto, as características particulares do mesmo e o fluxo de trabalho.

O AutoCAD é empregado em uma grande variedade de indústrias, além de arquitetos, gerentes de projetos, engenheiros, *designers* e outros profissionais do ramo. Suporta um fluxo de trabalho de desenho, no qual são criados e editados desenhos individuais de forma independente. Com o AutoCAD você está trabalhando com linhas para criar geometria básica que representa objetos reais. O AutoCAD é muito flexível, pois você possui todos os comandos de superfície, malha e sólidos em sua interface.

O *software* Revit é projetado principalmente para engenheiros estruturais, arquitetos, designers e engenheiros MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica). Suporta um fluxo de trabalho de modelagem, em que os itens de engenharia, como desenhos e tabelas, vêm diretamente a partir de um único modelo unificado. As alterações são refletidas em todas as vistas e cortes do modelo, e os itens adjacentes conectados são atualizados de forma automática para manter os relacionamentos estabelecidos.

Com Revit, você está trabalhando com geometria equipada com informações da vida real. Enquanto você está operando em uma vista como um plano de piso (planta baixa), as visualizações alternativas são geradas de forma semelhante, como uma elevação (3D).

Este *software* é mais rígido; você deve executar comandos e inserção de parâmetros de forma correta, pois você está construindo não apenas um modelo 3D, mas também um modelo que permite que você faça a coordenação do trabalho com outras disciplinas da construção civil. Além da própria comunicação interna do modelo entre famílias e tabelas.

Compreendemos com este trabalho que o ideal é que o Revit seja combinado ao AutoCAD para uma entrega mais segura e assertiva, pois é possível combinar os modelos 2D e já tradicionais do AutoCAD com os conceitos de BIM e plantas 3D que são geradas no Revit. A combinação entre Revit e AutoCAD pode se mostrar como um excelente fluxo de trabalho.

10 UTILIZAÇÃO DO TRELLO

Conforme explanamos na seção 4.2.1 desse trabalho, escolhemos a ferramenta de gerenciamento TRELLO, devido ao fato de sua interface ser intuitiva, acesso rápido através da nuvem, de fácil execução de comandos e nos lembrar muito a organização utilizada pela técnica *Brainwriting*.

Brainwriting é o nome da prática em grupo onde são realizados registros escritos de ideias com o propósito de se alcançar um objetivo específico. Sendo assim, o *post-it* é fundamental, uma vez que, com ele é possível escrever várias ideias e ainda organizá-las de maneira visual (MARTINSON, 2022).

O TRELLO foi a ferramenta que utilizamos para organização de todo o processo da metodologia aplicada. Em um único projeto talvez não pareça tão interessante, mas quando se trabalha com vários projetos e demandas ao mesmo tempo, a ferramenta traz uma organização extremamente importante.

Quando se é necessário acessar informações relacionadas a determinado projeto dentre vários projetos que uma empresa está trabalhando, vemos a real contribuição da ferramenta de gerenciamento. Esta ferramenta contribuiu de maneira significativa para não fugimos das etapas definidas na metodologia.

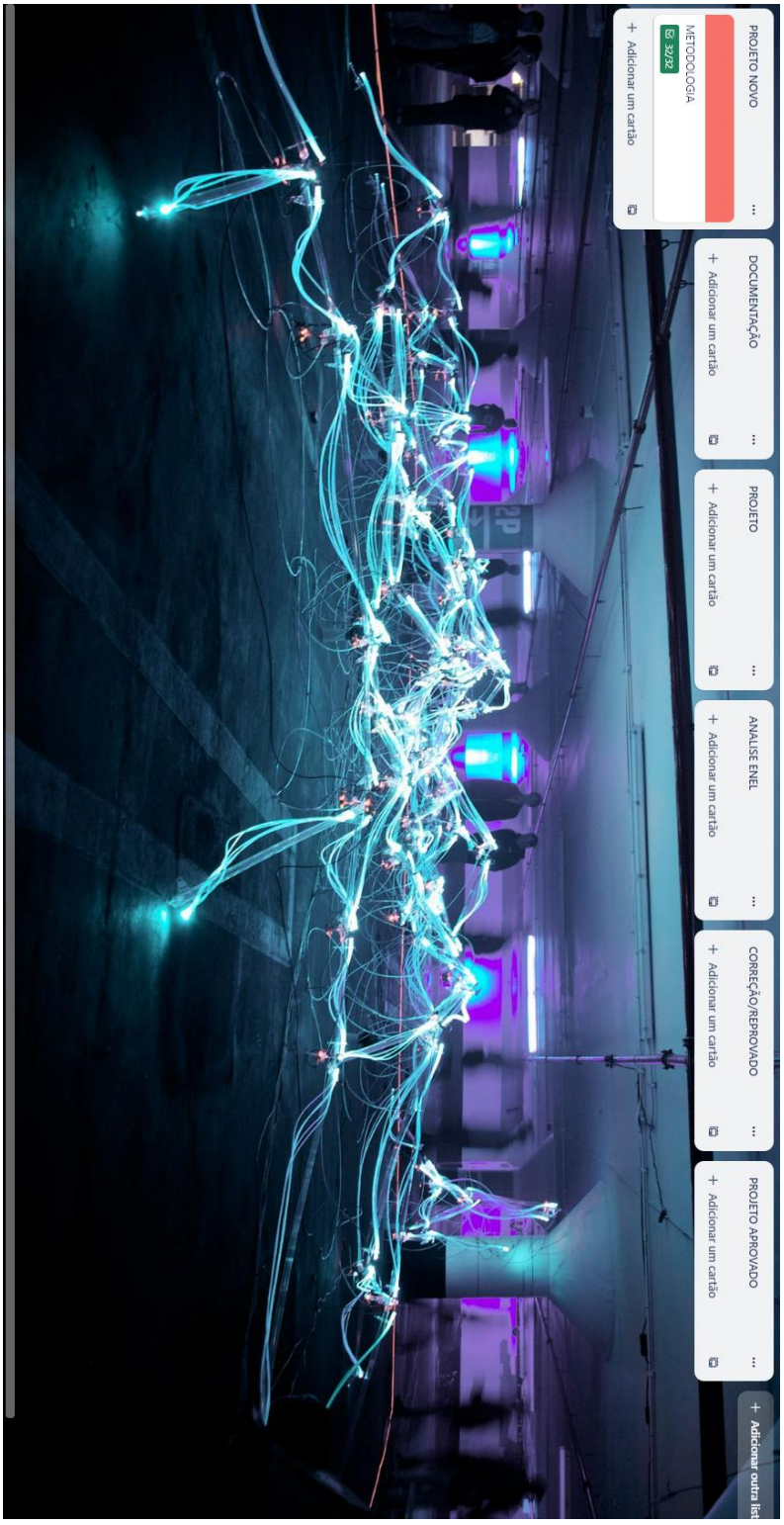
A organização é fundamental na elaboração e execução do projeto, trazendo um ganho de tempo, pelas informações pertinentes estarem sempre disponíveis e organizadas, nos locais adequados e pré-definidos.

A ferramenta permite que você faça cartões, onde é possível adicionar comentários, fazer anexos, criar *checklists*, adicionar etiquetas e determinar prazos. Os cartões do TRELLO são completamente moldáveis e editáveis, permitindo que sejam criadas listas inteiras com eles (além de serem duplicáveis, copiadas e/ou excluídas) no painel do usuário.

Assim criamos as listas baseadas em nossa metodologia e fluxo de trabalho, considerando as etapas que o projeto passaria como por exemplo: documentação, projeto, analise, correção e aprovação.

Dentro a lista modelo, criamos um cartão chamado metodologia, onde dentro deste catão criamos *checklists* referente a cada etapa da elaboração do projeto. A figura 66 mostra as listas e o cartão criado dentro da ferramenta de gerenciamento.

Figura 66 - Trello organização da metodologia.



Fonte: Autor, 2023.

Dentro do cartão metodologia, criamos algumas *checklists* que representam cada etapa do projeto conforme descrição da metodologia apresentada no item 4 desse trabalho. Assim conseguimos seguir o fluxo de trabalho de maneira correta, e sem pular etapas, presando a

organização e fluidez do trabalho. A figura 67 revela como o cartão metodologia foi organizado em seu interior.

Figura 67-Trello organização da metodologia.



Fonte: Autor, 2023.

Os membros da equipe no TRELLO têm a possibilidade de fazer comentários e mencionar uns aos outros em notas, garantindo assim que sejam notificados; proporcionando assim uma maior interação entre usuários ao organizar e realizar as tarefas do projeto.

Não utilizamos esta funcionalidade neste projeto, mas é importante essa facilidade de comunicação e execução de tarefas em uma equipe. Além disso, é possível adicionar arquivos do Google Drive, Dropbox, Box e OneDrive.

O papel da ferramenta é tornar visível o fluxo de trabalho e seu progresso, desta forma conseguimos nos manter organizados, fiéis à metodologia e com um fluxo de trabalho contínuo até a finalização do projeto.

11 CONCLUSÃO

A implantação da modelagem da informação da construção (BIM) é de fato dificultosa e demorada e pode ser inviável para empresas de pequeno porte. Especialmente em função de ser uma novidade no país e de haver pouco conteúdo disponível pelos fabricantes brasileiros, além dos altos custos dos *softwares* e de computadores de última geração. Contudo, a forma totalmente diferenciada de tratar do processo de projetos é eficiente e traz agilização de estudos e execução de projetos.

As ferramentas de colaboração entre as disciplinas de projeto são pontos fortes do *software* Autodesk Revit e desde que utilizadas apropriadamente e ao haver comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos na concepção, possibilitam a visualização e adequação das interferências que muitas vezes são apenas detectadas no canteiro de obras.

O AutoCAD ainda é muito predominante no mercado de trabalho, acessível a pequenas empresas e uma ferramenta muito intuitiva não necessitando de computadores com *hardware* de última geração.

Com base nas comparações anteriores e considerando os resultados dos projetos desenvolvidos, conclui-se que todos os parâmetros abordados são dependentes do conhecimento e habilidades do projetista/engenheiro. Desta forma, independentemente do *software* escolhido, a metodologia apresentada no item 4 deste trabalho poderá contribuir significativamente devido à sistematização e organização do processo, proporcionando ao projetista visualizar o seu progresso e em qual etapa se encontra no momento.

Desta forma o profissional poderá definir quais ferramentas e *software* lhe serão mais a adequados, levando uma otimização na elaboração do projeto. Afinal, segundo o filósofo inglês Francis Bacon (1561 – 1626) “Saber é Poder”. Conhecimento aplicado é poder, ter ciência para conseguir tomar uma atitude e importante, mas, mais importante é, agir com competência.

Este trabalho conseguiu apresentar uma metodologia organizada, clara e eficiente para elaboração de projetos elétricos de múltiplas unidades consumidoras, atendendo às normas da ABNT e concessionária local de Goiás, a EQUATORIAL.

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre as normas e procedimentos para elaboração de projetos elétricos de baixa tensão, de modo a embasar todo o trabalho desenvolvido.

Em seguida, elaborou-se um fluxograma detalhando as etapas necessárias para a elaboração de um projeto elétrico, desde a fase de levantamento de dados até a emissão dos

documentos finais. Isso possibilitou que a metodologia proposta fosse aplicada de forma didática e eficiente em projetos reais.

Além disso, foi possível organizar e padronizar o processo de elaboração de projetos, tornando-o mais ágil e eficiente. Também foram pesquisadas e definidas ferramentas de gestão de projetos e *softwares* computacionais que auxiliassem na prática projetual. Recorrendo a ferramentas como fluxogramas, gestão de projetos e *softwares* de projeto elétrico.

Dois *softwares* foram selecionados para serem comparados e testados na aplicação da metodologia proposta. Isso permitiu avaliar as funcionalidades e facilidades de cada um na elaboração dos projetos elétricos.

Por fim, conclui-se que a metodologia desenvolvida atendeu ao objetivo de apresentar um processo organizado, claro e didático para a elaboração de projetos elétricos segundo as normas técnicas vigentes. Além disso, viabilizou através dessa monografia o conhecimento dos estudantes em relação a instrumentos tecnológicos contemporâneos que apoiam o labor do projetista profissional.

Que este trabalho possa servir como base para os futuros profissionais, em pesquisas na área e como aplicação em seus projetos acadêmicos ou comerciais. Sugerimos para futuras pesquisas a interligação dos projetos de múltiplas unidades consumidoras, subestação e rede de distribuição urbana.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11301: Calculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%)**. Rio de Janeiro: setembro, 1990, 48p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13571: Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios**. Rio de Janeiro: fevereiro, 1996, 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV**. Rio de Janeiro: 3ª Edição, dezembro, 2021, 96 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro: 2ª Edição, setembro, 2004, 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5444: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais**. Rio de Janeiro: fevereiro, 1989, 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15465: Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho.** Rio de Janeiro: junho, 2020, 39p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5597: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca NPT**. Rio de Janeiro: setembro, 2013, 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5598: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP**. Rio de Janeiro: setembro, 2013, 9p.

AUTODESK. **Digital Transformation: The Future of Connected Construction**. Autodesk-IDC, 2020. Disponível em: <https://abre.ai/hOza>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

AUTODESK. **Os principais conceitos do Revit são parte dois.** Autodesk Support. Disponível em: <https://abre.ai/huvp>. Acesso em 28 de jul. de 2023.

BÍBLIA. **Bíblia Sagrada**. Tradução de João. 1 Edição. Rio de Janeiro: Editora CPAD, 1995.

CASTRO, José. **Como a construção civil ajuda a explicar a crise brasileira**. Nexo, 2019. Disponível em: <https://abre.ai/huvm>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. São Paulo: Érica, 2006. 422 p. 14ª edição.

CARVALHO, Roberto. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2016. 287p. 6ª edição.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paulo; SACKS, Rafael; LISTON, KathleenK. **BIM Handbook: A Guide to Building InformationModeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 2ª Edição.

ENGEREY. **O que é um centro de medição de energia elétrica.** Blog, 2018. Disponível em: <https://www.engerey.com.br/blog/o-que-e-um-centro-de-medicao-de-energia-eletrica>. Acesso em: 26 de ago. 2022.

JAEGER, Ariane. **5 ferramentas gratuitas para gestão de projetos em 2022**. Bitrix24, 2019. Disponível em: <https://www.bitrix24.com.br/blogs/dicas/5-ferramentas-gratuitas-para-gestao-de-projetos.php>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

LIMA, Domingos. **Projetos de instalações elétricas prediais.** São Paulo: Érica, 2015. 272 p. 12ª edição.

LOUBAK, Ana. **Como funciona o Trello? Saiba tudo sobre programa para organizar projetos**. TechTudo, 2019. Disponível em: <https://abre.ai/huvc>. Acesso em: 16 de ago. 2022.

MARTINSON, Júlia. **O que é Brainwriting e como usar essa técnica para gerar novas ideias.** Resultados digitais. Disponível em: <https://abre.ai/huvh>. Acesso em 28 de jul. 2022.

MORENO, Hilton; PIRELLI. **Instalações elétricas residenciais**. Abcobre – Instituto Brasileiro do Cobre. Julho 2003. Disponível em: <https://abcobre.org.br/manual-de-instalacoes-eletricas-residenciais/>. Acesso em: 20 de dez. 2022.

NORMA REGULAMENTADORA. NR 10: **Segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Junho, 2019, 18p. Disponível em: <https://www.intensivacursos.com.br/wp-content/uploads/nr-10.pdf>. Acesso em: 20 de dez. 2022.

NORMAS TÉCNICA. NT. 01: **Fornecimento de energia elétrica em baixa tensão**. Goiás: março, 2023, 79p.

NORMAS TÉCNICA. NT. 04: **Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras**. Goiás: março, 2023, 214p. Disponível em: <https://go.equatorialenergia.com.br/institucional/normas-tecnicas/#lista-normas>. Acesso: 10 de set. 2023.

NORMA TÉCNICA CELG D. NTC. 04:2016: **Fornecimento de energia elétrica em Tensão secundária de distribuição**. Goiás: 4ª Revisão, maio, 2016, 112p.

PERCÍLIA, Eliene. **AutoCAD**, 2023. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/informatica/autocad.htm>. Acesso em 28 de jul. 2023.

PIO, Augusto. **Como a construção civil ajuda a explicar a crise brasileira**. Nexo, 2018. Disponível em: <https://abre.ai/huvt>. Acesso em: 26cde jul. 2022.

PRYOR, Michael. **Trello está sendo adquirido pela Atlassian**. Trello, 2017. Disponível em: <https://blog.trello.com/trello-atlassian>. Acesso em: 16 de ago. 2022.

PRYSMIAN. **Manual de Instalação Prysmian**. Slideshare, 2012. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/JorgeLucasOliveiraAranda/manualinstalacao>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

SANTOS, Moacir. **Como escolher seu Dispositivo de Proteção contra Surto – DPS**. Engfam, 2018. Disponível em: <https://engfam.com.br/como-escolher-seu-dispositivo-de-protecao-contra-surto-dps/>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

SANTOS, Virgilio. **Microsoft project: Por que vale a pena utilizá-lo**. Fm2s, 2018. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/blog/por-que-vale-a-pena-utilizar-o-microsoft-project>. Acesso em: 26 de out. 2022.

SILVA, Alisson. **Utilização de software AutoCAD como instrumento didático para a formação acadêmica no ensino de engenharia**. Revista Produção Industrial & Serviços: Amapá, v. 6, n.1, p. 125-131, 2019.

SOUTO, Giovanna. **A utilização do software Revit e a compatibilização de projetos desenvolvidos no BIM.** PUC Goiás**.** Disponível em: <https://abre.ai/huvy>. Acesso em 28 de jul. 2023.

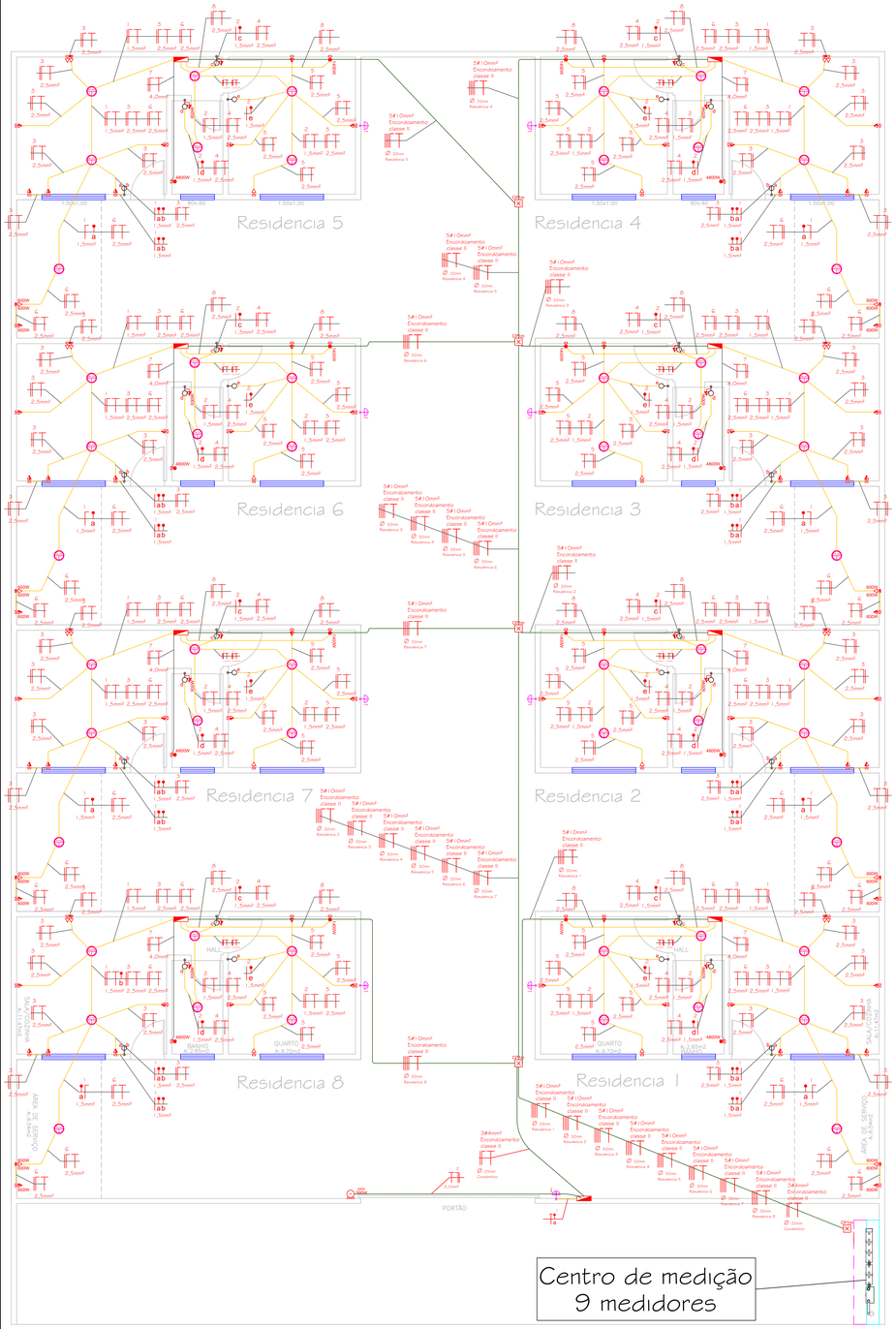
SIMÕES, Renato. Título: **Estudo sobre elaboração de projeto elétrico residencial predial**. 2008. 136 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espirito Santo, Vitoria, 2008. Disponível em: <https://xdocz.com.br/doc/apostila-instalaoes-eletricas-residencial-7loxz2237pnx>. Acesso: 20 de dez. 2022.

SCHNEIDER. **O que é DPS ou dispositivo de proteção contra surtos.** Dps, 2017. Disponível em: <https://abre.ai/huvT>. Acesso em: 26 de ago. 2022.

WEG. **Você sabe o que é um dispositivo diferencial residual.** Arquitetura, 2018. Disponível em: <https://abre.ai/huvS>. Acesso em: 26 de ago. 2022.

APÊNDICE

APÊNDICE A – PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM AUTOCAD;
APÊNDICE B – PROJETO AGRUPAMENTO EM AUTOCAD;
APÊNDICE C – DIAGRAMA UNIFILAR DA EDIFICAÇÃO EM AUTOCAD;
APÊNDICE D – PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS EM REVIT;
APÊNDICE E – PROJETO IMPLEMENTAÇÃO EM REVIT;
APÊNDICE F – PROJETO AGRUPAMENTO EM REVIT;
APÊNDICE G – PROJETO TABELAS EM REVIT.



Planta baixa
Esc: 1/50

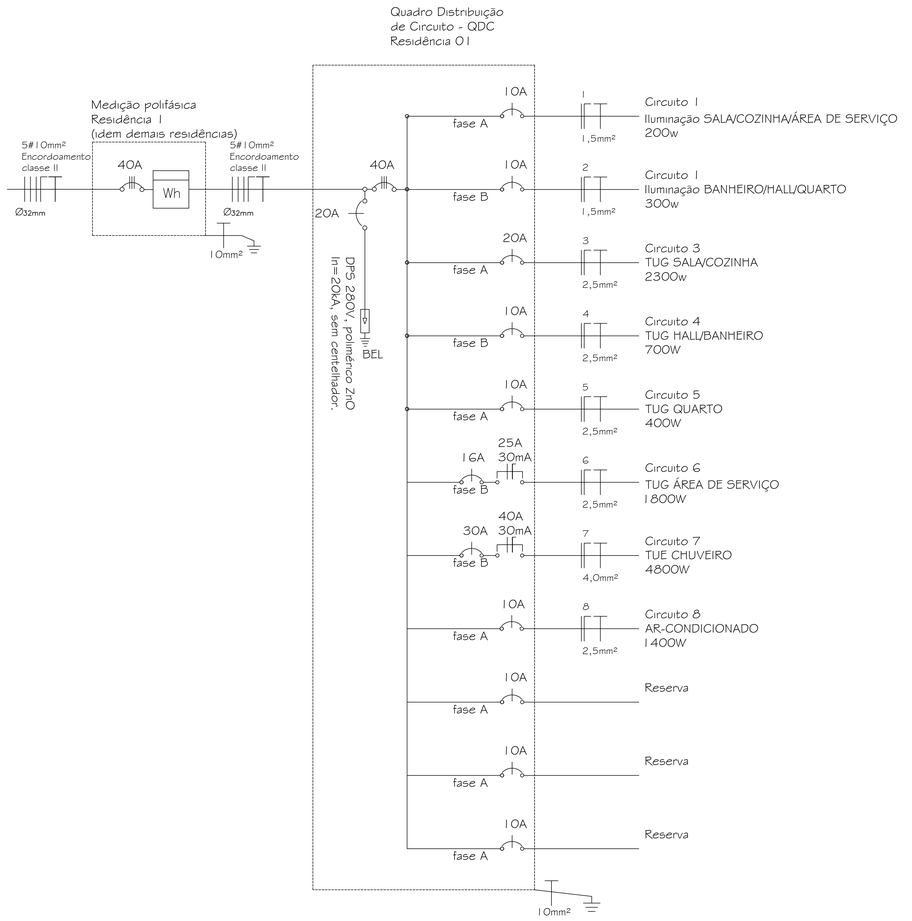


Diagrama CASA 1 (IDEM DEMAIS CASAS)
Sem/Escal.

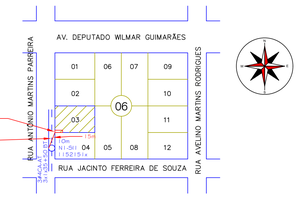
QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 9)		POTÊNCIA	TENSÃO (V)	FATOR. POT.	POTÊNCIA	BALANC. DE FASES(KVA)			BITOLA DO CABO CALCULADA				CAPACIDADE DE CORRENTE						Resultados				
									CORRENTE (A)	COMP. (m)	%V	CABO	CORRENTE (A)	CABO (PRE)	MÉTODO INST.	CORRENTE(A)	FATOR AGRUP.	FATOR TEMP.	CAP. COND. CORR	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)	DR	ELET.	MATERIAL
		KW	V	COS @	KVA	A	B	C	I	Lc		mm²	Ib	TABELAS	TABELAS	Cond. Cabo			(A)				
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,20	0,22										0,99		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	0,30	0,22										1,48		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C3	SALA/COZINHA	2,30	0,22										13,07		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	20		25mm	PVC
C4	HALL/BANHEIRO	0,70	0,22										3,98		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C5	QUARTO	0,40	0,22										2,27		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C6	ÁREA DE SERVIÇO	1,8	0,22										10,23		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	16	25-30mA	25mm	PVC
C7	CHUVEIRO	4,8	0,22										21,82		B1					1F#4(4) 4	30	40A-30mA	25mm	PVC
C8	AR-CONDICIONADO	1,4	0,22										6,36		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C9	RESERVA	1	0,22										5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C10	RESERVA	1	0,22										5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C11	RESERVA	1	0,22										5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 9)	14,90	0,35										28,33		D					3F#10(10) 10-EPR/XLPE	40		32mm	PEAD
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 3#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm																								

QDC-CONDOMÍNIO		POTÊNCIA	TENSÃO (V)	FATOR. POT.	POTÊNCIA	BALANCEAMENTO DAS FASES(KVA)			BITOLA DO CABO CALCULADA				CAPACIDADE DE CORRENTE						Resultados				
									CORRENTE (A)	COMP. (m)	%V	CABO	CORRENTE (A)	CABO (PRE)	MÉTODO INST.	CORRENTE(A)	FATOR AGRUP.	FATOR TEMP.	CAP. COND. CORR	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)	DR	ELET.	MATERIAL
		KW	V	COS @	KVA	A	B	C	I	Lc		mm²	Ib	TABELAS	TABELAS	Cond. Cabo			(A)				
C1	ILUM. CONDOMÍNIO	0,90	0,22										4,45		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	TUE - MOTOR NO PORTÃO	0,39	0,22										1,77		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QDC-CONDOMÍNIO	1,29	0,20										8,06		D					1F#4(4) 4-EPR/XLPE	25		25mm	PEAD
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria M1 DISJ. 25A, Condutor fase+neutro 1#4(4)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#4mm² Eletroduto de 25mm																								

QUADRO DE CARGA
Sem/Escal.



Detalhe coaterramento
Sem escala.



Planta de situação
Sem escala.

LEGENDA

- Um Interruptor simples e um paralelo h=1,10m
- Interruptor paralelo h=1,10m
- Interruptor simples de uma tecla h=1,10m
- Interruptor simples de duas teclas h=1,10m
- Interruptor simples de três teclas h=1,10m
- Interruptor simples 1 seção+TUG M. Simples 10A h=1,10m
- Arabdela h=2,0m
- Tomada comandada p/ abajur 2P+T 10A - h=30cm
- Tomada Aquatic IP44 2P+T 10A - h=80cm
- Tomada Baixa Dupla 2P+T 10A - h=30cm
- Tomada Media Dupla 2P+T 10A - h=130cm
- Tomada Alta Dupla 2P+T 20A - h=225cm
- Tomada Baixa Simples 2P+T 10A - h=30cm
- Tomada Media Simples 2P+T 10A - h=80cm
- Tomada Alta Simples 2P+T 10A - h=80cm
- Ponto de força não plugável - h=220cm
- Motor elétrico
- Cx. passagem 100x100x100cm
- Cx. metálica em alumínio no piso 20x20x10cm
- Cx. temoplástica 4x2x2 c/ placa cega - h=indicada
- Cx. termoplástica octogonal 4x4x4 embutida no teto
- Luminária p/ lâmp.eletronica-teto
- Quadro de distrib. geral de luz e força - h=130cm
- Eletroduto Polietileno Flexível no piso - Ø25" quando não indicado
- Eletroduto Polietileno Flexível no teto - Ø25" quando não indicado
- Cabeamento de área seção transversal:
  - A: indicação de circuito
  - b: indicação de retorno
  - xx: fiação (2,5mm² quando não indicado)
  - C: diametro do eletroduto que leva a fiação (Ø25" quando não indicado)

RESERVADO A EQUATORIAL:

REVISÃO Nº	DESCRIÇÃO	DATA
01	EMISSÃO ORIGINAL	-

APÊNDICE A

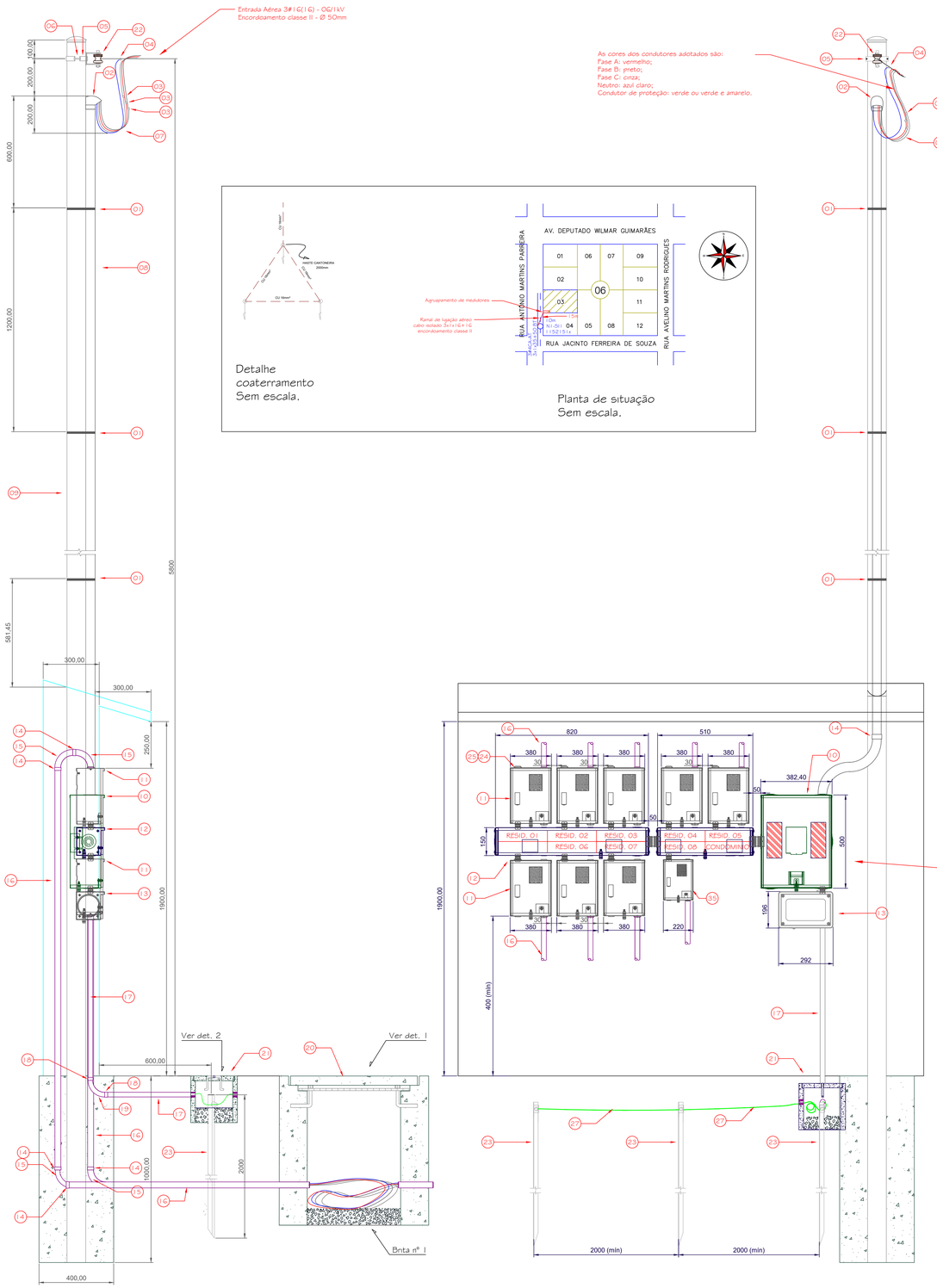
PROJETO DE INSTALAÇÕES INTERNAS

NUMERO DO PROJETO: RV--02 SETOR DA OBRA: --
ENDEREÇO DA OBRA: --
ASSINATURAS:
AUTOR DO PROJETO: Uesley Ribeiro Silva CREA/CFT: --
PROPRIETÁRIO: -- CNPJ/CPF: --

CONTEÚDO:
01--PLANTA BAIXA;
02--QUADRO DE CARGAS;
03--DETALHE ATERRAMENTO;
04--DIAGRAMA UNIFILAR RESIDENCIAL;
05--PLANTA DE SITUAÇÃO.

ESCALA: INDICADA

PRANCHA: 01/03

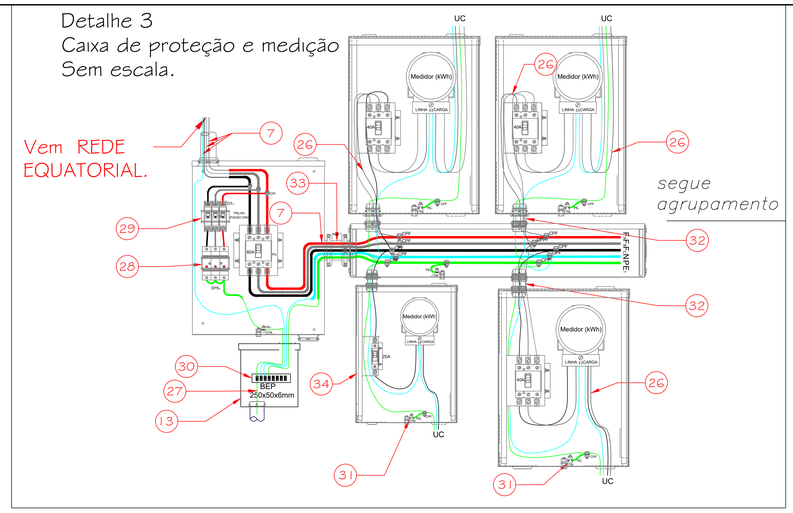


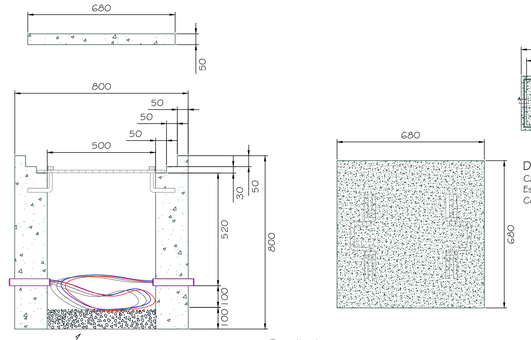
Vista lateral
Escala 1:10

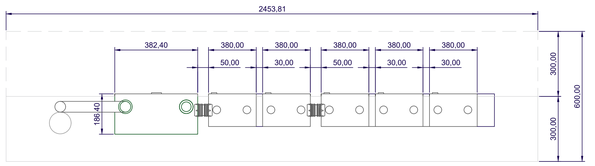
Vista frontal
Escala 1:10

Detalhe
coaterramento
Sem escala.

Planta de situação
Sem escala.







Vista superior
Escala 1:10.

Legenda

01- Arame galvanizado 12 AWG.
02- Cabeçote de alumínio eletroduto 50mm.
03- Conector cunha ou perfuração.
04- Conector cunha.
05- Cinta de aço zincado.
06- Parafuso 12mm comprimento adequado.
07- Condutor de cobre XRPE 16mm² 0G/1kV- encordoamento classe II.
08- Eletroduto Aço galvanizado pesado Ø 50mm.
09- Poste de aço galvanizado Ø 76mm ou Ø 3" X 2,25mm X 7m.
10- Caixa proteção geral até 175A - 382,4x500mm.
11- Caixa para medidor polifásico, aço carbono, 500x380x166mm.
12- Caixa derivação.
13- Caixa bep 292 x196 x 110mm.
14- Luva eletroduto PVC rígido 50mm.
15- Curva eletroduto PVC rígido 32mm.
16- Eletroduto PVC rígido 32mm.
17- Eletroduto PVC rígido 25mm.
18- Luva eletroduto PVC rígido 25mm.
19- Curva eletroduto PVC rígido 25mm.
20- Caixa de passagem.
21- Caixa de aterramento.
22- Isolador roldana, porcelana, 72 x 72 ou 75 x 80 mm.
23- Haste de aterramento de aço carbono zincada à imersão quente.
24- Anuela para eletroduto.
25- Bucha para eletroduto.
26- Condutor de cobre XRPE 10mm² 0G/1kV- encordoamento classe II.
27- Cordalha de cobre nú 16mm².
28- Para-raio de baixa tensão in de descarga mínima de 40kA.
29- Disyntor termomagnético 20A.
30- Barramento de cobre 250x50x6mm.
31- Conector terminal reto.
32- Nyple 32mm diametro interno.
33- Nyple 50mm diametro interno.
34- Condutor de cobre XRPE 4mm² 0G/1kV- encordoamento classe II.
35- Caixa para medidor monofásico, aço carbono, 300x220x151mm.

Notas

1) As medidas do centro de medição estão em mm.
2) A resistencia de aterramento deverá ser inferior à 10 Ohms em qualquer epoca do ano.
3) O D.P.S. deverá ser aterrado diretamente ao B.E.P.
4) Deverão ser acrescentados quantas hastes forem necessárias caso a resistencia de aterramento seja superior a 10 Ohms.
5) A medição está localizada em local de livre acesso e protegida por gingadeira.
6) Quanto a medição de serviço, a Equatorial poderá atender à unidade consumidora em tensão secundária de distribuição com ligação monofásica ou trifásica, ainda que a mesma não apresente carga suficiente para tanto, desde que o consumidor responsabilize-se pelo pagamento da diferença de preço do medidor e ramal de ligação a serem instalados, bem como eventuais custos de adaptação da rede, conforme previsto na resolução 456 da ANEEL.
7) Todos os cabos que passam pela medição deverão ter encordoamento classe 2.
8) É obrigatória a identificação dos condutores do ramal de entrada e dentro do quadro de medição por intermédio de codificação de cores, podendo ser utilizados cabos coloridos ou aplicação de fita isolantye colorida sobre os mesmos, nas seguintes cores:
fase A: preta
fase B: cinza
fase C: vermelha
neutro: azul claro ou abraçadeira metálica
proteção: verde ou verde-amarela.
9) Disjuntores termomagnéticos com corrente nominal até 100A deverão ter capacidade de interrupção simétrica mínima 6KA.
10) Nas medições agrupadas, optando-se pela identificação dos condutores do ramal de entrada, embutido, ou subterrâneo, através de fita isolante colorida, torna-se necessário contornar cada um dos condutores com um número mínimo de 4 voltas completas, conforme indica abaixo:
- A 100mm da extremidade inicial dos condutores do ramal de entrada, abaixo da conecção deste com o ramal de ligação;
- A 50mm da extremidade dos condutores que entram e saem dos bornes da proteção geral;
- A cada intervalo de 500mm ao longo do comprimento de todos os condutores instalados dentro das caixas de derivação em aço carbono;
- A 20mm da extremidade dos condutores que saem dos terminais de carga dos medidores de energia monofásicos ou polifásicos.
11) a identificação das unidades consumidoras, nas tampas das caixas, de derivação, deverá ser feita com letras sempre maiusculas. Os números a serem utilizados na marcação devem ser os mesmos utilizados na marcação abaixo do medidor, na parte superior da tampa para os medidores instalados acima da referida caixa e na inferior para os abaixos, não sendo permitido pintura a mão livre.
12) Deverá ser instalada em local visível preferencialmente no padrão de entrada, placa de material resistente as intemperines (aço galvanizado, alumino ou policarbonato) com dimensões mínimas de 30 x 20cm contendo o indereço completo e legível da unidade consumidora, inclusive quadra e lote.
13) Nota importante:
O condutor neutro não deve ser aterrado no parafuso existente no fundo das caixas metálicas. Ao condutor de proteção instalado na caixa de derivação, deve ser devidamente ligada uma das extremidades de todos os condutores de proteção PE das unidades consumidoras, através de conectores parafuso-fendido com espassador: a partir dos quais serão derivados outros condutores de proteção PE, utilizando o mesmo tipo de conector, ligando-os cada qual ao parafuso de aterramento que fica interno ao corpo das caixas de medição monofásicas ou polifásicas, mediante o uso de conector terminal reto.

CALCULO DA DEMANDA						
Demanda das Residências						
Torres	**QTD DE CASAS**	**Area Útil (m²)**	**QTD de pavimentos**			
-	8	25,3	-			
AREA MEDIA UTIL - Am = ((8 * 67,43) / 8) =	**25,3**					
Tabela 14 NTC-04	**Tabela 13 (KVA) NTC-04**					
7,72	**1**					
Demanda das Residências			**Dr=**	**7,72**	**KVA**	
Dr=	**8,00**	**KVA**				
NOTA: A medição foi dimensionado conforme carga instalada, seguindo o quadro de cargas de cada casa.						
NOTA: Olhar QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8), para obter as demais informações de dimensionamento.						
Demanda Condomínio - QDC Condomínio						
(a) Iluminação						
%	**Potencia (W)**	**-**	**FP**	**FD**	**Total (VA)**	
1	900	-	0,92	1	**978,3**	
0,25		-	0,92	0,25	**0,0**	
(b) Tomada						
%	**Potencia (W)**	**-**	**FP**	**FD**	**Total (VA)**	
0,2		-	0,8	0,2	**0,0**	
Demanda(Dab) =(a) Iluminação + (b) Tomada					**978,3**	
(c) MOTORES	**QTD**	**Tabela 15 e 16(VA)**	**FP**	**FD**	**Total (VA)**	
MOTOR 1CV-1F-220V	1	1340	0,8	1	**1675,0**	
-	-		-	-	-	
Demanda total motores (c)=					**1675**	
Demanda Condomínio - QDC Condomínio					**Dc = a + b + c**	
Dc=	**2653,3**	**VA**				
Dc	**2,7**	**KVA**				
NOTA: A medição foi dimensionado conforme carga instalada, seguindo o quadro de cargas do condomínio.						
NOTA: Olhar QDC-CONDOMÍNIO, para obter as demais informações de dimensionamento.						
DEMANDA TORAL DA EDIFICAÇÃO/PROTEÇÃO GERAL - Dt= (Dr + Dc) * 1,2						
Dt	**12,8**	**KVA**				
NOTA:						
Conforme NT. 04 - REV. 6 Tabela 25A - categoria de fonecimento T1, mas pelo criterio de seletividade T3:						
Disjuntor Proteção Geral	60A - Conforme o criterio de seletividade, proximo disjuntor acima.					
Condutor fase+neutro	3#16(16)mm² - EPR/XLPE 90°C 0,6/1KV					
Eletroduto	50mm - PVC RIGIDO					
Observação: Foi considerado um fator de crecimento vegetativo de 20%						

CALCULO DA QUEDA DE TENSÃO		
REDE EQUATORIAL a MEDIÇÃO:		
Cabo utilizado(C)		16mm
Comprimento(L) em Km		0,02
Queda de tensão (Vakm)		2,03
Corrente(I)		60
Tensão(V)		380
FORMULA:	VI=	(100*L*Vakm*I)/V
	V1=	0,64
MEDIÇÃO CASA 1 ao QDC-CASA 5		
Cabo utilizado(C)		10mm
Comprimento(L) em Km		0,043
Queda de tensão (Vakm)		3,17
Corrente(I)		28,33
Tensão(V)		380
FORMULA:	VI=	(100*L*Vakm*I)/V
	V2=	1,02
QDC-CASA 5 ao C7-CHUVEIRO		
Cabo utilizado(C)		4mm
Comprimento(L) em Km		0,006
Queda de tensão (Vakm)		7,79
Corrente(I)		21,82
Tensão(V)		220
FORMULA:	VI=	(100*L*Vakm*I)/V
	V3=	0,46
QUEDA DE TENSÃO TOTAL		
Vt=		V1+V2+V3
Vt=		2,12
Vt<4%		
Portanto Vt é aceitável.		

DISTRIBUIÇÃO ENTRE FASES MEDIDORES DE CASA E CONDOMINIO				
DESCRIÇÃO	**DEMANDA(KVA)**	**FASE A**	**FASE B**	**FASE C**
MEDIÇÃO CASA 1	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 2	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 3	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 4	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 5	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 6	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 7	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CASA 8	8,00	2,7	2,7	2,7
MEDIÇÃO CONDOMINIO	2,7			2,7
	TOTAL	21,3	21,3	24,0
		32%	32%	36%

RESERVADO A EQUATORIAL:

REVISÃO Nº	DESCRIÇÃO	DATA
01	EMISSÃO ORIGINAL	--

APÊNDICE B

EMPREENDIMENTO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS

NUMERO DO PROJETO: RV--02 SETOR DA OBRA: --

ENDEREÇO DA OBRA: --

ASSINATURAS:

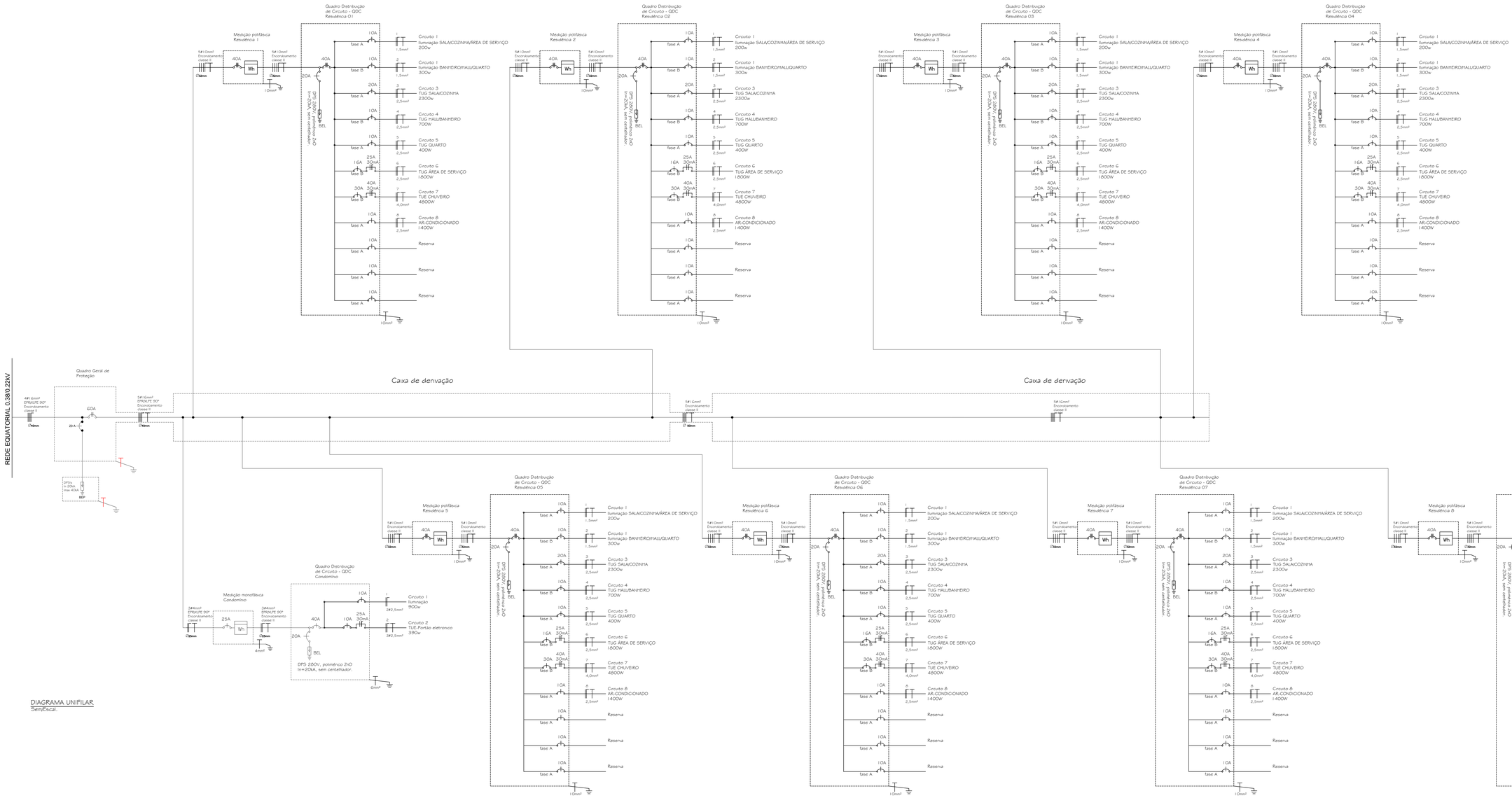
AUTOR DO PROJETO: Uesley Ribeiro Silva CREA/CFT: --

PROPRIETÁRIO: -- CNPJ/CPF: --

CONTEÚDO:
01--VISTAS ENVC;
02--CAIXA DE PASSAGEM;
03--CAIXA DE ATERRAMENTO;
04--ESQUEMA DE LIGAÇÃO;
05--CALCULO DA DEMANDA.

PRANCHA: 02/03

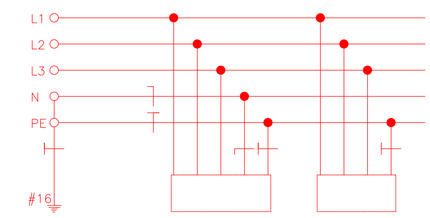
ESCALA: INDICADA



QDC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)		POTÊNCIA	TENSÃO(KV)	FATOR. POT.	POTÊNCIA	BALANC. DE FASES(KVA)			BITOLA DO CABO CALCULADA					CAPACIDADE DE CORRENTE						Resultados		DR	ELET.	MATERIAL
									CORRENTE (A)	COMP. (m)	%V	CABO		CORRENTE (A)	CABO (PRÉ)	MÉTODO INST.	CORRENTE(A)	FATOR AGRUP.	FATOR TEMP.	CAP. COND. CORR	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)			
		KW	V	COS @	KVA	A	B	C	I	Lc			mm²	Ib	TABELAS	TABELAS	Cond. Cabo				(A)				
C1	ILUM. SALA/COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO	0,20	0,22											0,99		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	ILUM. BANHEIRO/HALL/QUARTO	0,30	0,22											1,48		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C3	SALA/COZINHA	2,30	0,22											13,07		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	20		25mm	PVC
C4	HALL/BANHEIRO	0,70	0,22											3,98		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C5	QUARTO	0,40	0,22											2,27		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C6	ÁREA DE SERVIÇO	1,8	0,22											10,23		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	16	25-30mA	25mm	PVC
C7	CHUVEIRO	4,8	0,22											21,82		B1					1F#4(4) 4	30	40A-30mA	25mm	PVC
C8	AR-CONDICIONADO	1,4	0,22											6,36		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C9	RESERVA	1	0,22											5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
C10	RESERVA	1	0,22											5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,6	10		25mm	PVC
C11	RESERVA	1	0,22											5,68		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QGC-CASA 1(IDEM CASA 2 a CASA 8)	**14,90**	**0,38**											**28,33**		**D**					**3F#10(10) 10-EPR/XLPE**	**40**		**32mm**	**PEAD**
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 3#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm																									

QDC-CONDOMÍNIO		POTÊNCIA	TENSÃO(KV)	FATOR. POT.	POTÊNCIA	BALANCEAMENTO DAS FASES(KVA)			BITOLA DO CABO CALCULADA					CAPACIDADE DE CORRENTE						Resultados		DR	ELET.	MATERIAL
									CORRENTE (A)	COMP. (m)	%V	CABO		CORRENTE (A)	CABO (PRÉ)	MÉTODO INST.	CORRENTE(A)	FATOR AGRUP.	FATOR TEMP.	CAP. COND. CORR	CABO (mm²)	DISJUNTOR(A)			
		KW	V	COS @	KVA	A	B	C	I	Lc			mm²	Ib	TABELAS	TABELAS	Cond. Cabo				(A)				
C1	ILUM. CONDOMÍNIO	0,90	0,22											4,45		B1					1F#1,5(1,5) 1,5	10		25mm	PVC
C2	TUE - MOTOR NO PORTÃO	0,39	0,22											1,77		B1					1F#2,5(2,5) 2,5	10		25mm	PVC
	QDC-CONDOMÍNIO	**1,29**	**0,20**											**8,06**		**D**					**1F#4(4) 4-EPR/XLPE**	**25**		**25mm**	**PEAD**
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria M1 DISJ. 25A, Condutor fase+neutro 1#4(4)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#4mm² Eletroduto de 25mm																									

QUADRO DE CARGA
SemEscal.



LEGENDA:
L1, L2, L3 – FASE – FONTE
N – NEUTRO
PE – CONDUTOR DE PROTEÇÃO

Esquema de aterramento
SemEscal.

O ESQUEMA DE ATERRAMENTO SERÁ ESQUEMA TN–S.
O ESQUEMA TN–S POSSUI UM PONTO DA ALIMENTAÇÃO DIRETAMENTE ATERRADO, SENDO AS MASSAS LIGADAS A ESSE PONTO ATRAVÉS DE CONDUTORES DE PROTEÇÃO. NESTE ESQUEMA O CONDUTOR NEUTRO E O CONDUTOR DE PROTEÇÃO SÃO DISTINTOS.

NESTE ESQUEMA O CONDUTOR NEUTRO É ATERRADO EM UM ÚNICO PONTO; NO BEP, OU SEJA, ANTES DOS PONTOS DE INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DR.

RESERVADO A EQUATORIAL:

REVISÃO Nº	DESCRIÇÃO	DATA
01	EMISSÃO ORIGINAL	–

APÊNDICE C

EMPREENDIMENTO DE MÚLTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORAS

NUMERO DO PROJETO: 6V–02 SETOR DA OBRA: –

ENDEREÇO DA OBRA: –

ASSINATURAS:

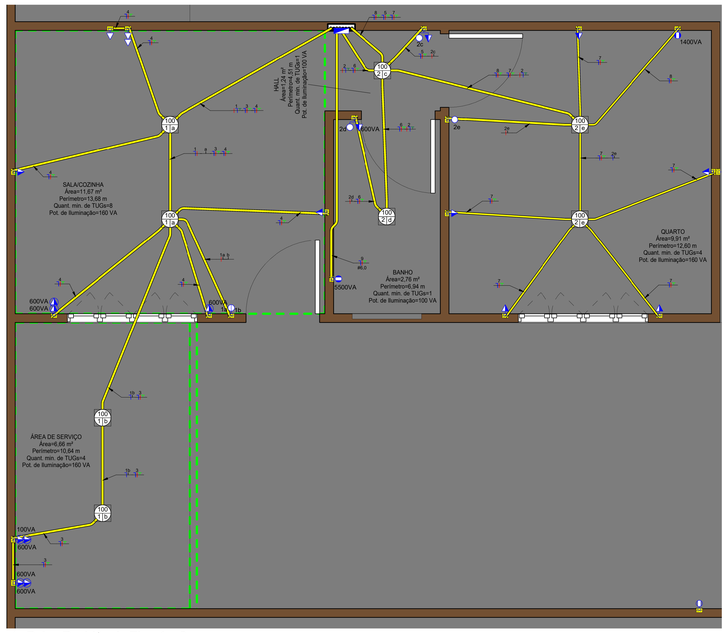
AUTOR DO PROJETO: Uesley Ribeiro Silva CREA/CFT: –

PROPRIETÁRIO: – CNPJ/CPF: –

CONTEÚDO:
01–DIAGRAMA UNIFILAR DE TODA EDIFICAÇÃO;
02–QUADRO DE CARGA RESIDÊNCIA TIPO E CONDOMÍNIO;
03–ESQUEMA DE ATERRAMENTO.

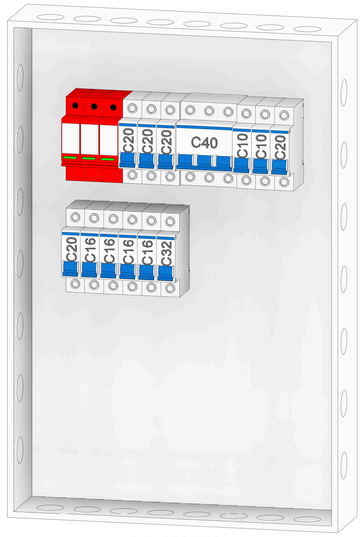
ESCALA: INDICADA

PRANCHA: 03/03

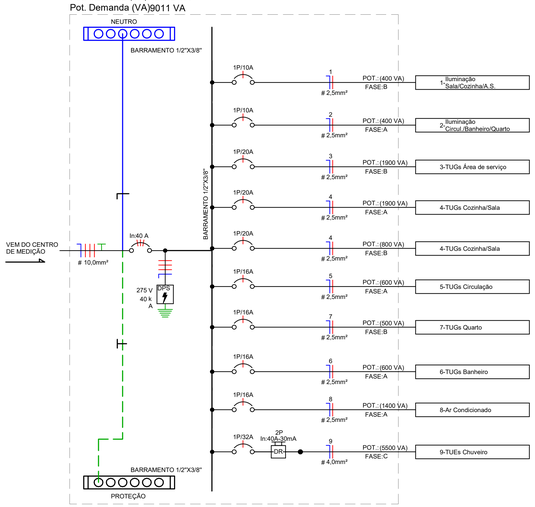


Planta Baixa Residência Tipo 1 a 8

1 - 25



3D do QDG TIPO



LEGENDA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 10A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 20A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 2 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b c	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 3 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor Paralelo de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor de Pulso, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Placa com Furo/Tomada de dados, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
D	Conjunto de Caixa 4x2 e Dimerizador, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 para Sensor de Presença, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase, Retorno e Terra , respectivamente vide NBR5410
120 60	Ponto de luz embutido no teto/forro com Potência,Circuito e Retorno indicados
100 1 a	Arandela na parede a 1200mm do piso acabado
	Eletroduto corrugado embutido no teto ou na parede
	Eletroduto corrugado sob o piso
	Quadro de Distribuição tipo Embutir em Parede FAB: Pial Legrand/Tigre/Siemens ou similar
MED	Medidor de Energia (instalação pela concessionária)
	Caixa de passagem embutida no piso
	Painel Fotovoltaico 330W FAB: Phb Solar ou similar
INV	Inversor de Frequência CC/CA Pot: 5.000W FAB: Soliens ou similar
	Subida de Eletroduto
	Descida de Eletroduto
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

LEGENDA PARA DIAGRAMA UNIFILAR	
	Disjuntor Termomagnético Monopolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar Fab: Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase,Retorno e Terra, respectivamente vide NBR5410
DPS	*DPS-Dispositivo de proteção contra surtos Fab:Siemens ou similar*
DR	*IDR-Interruptor Diferencial Residual In=35mA Fab:Siemens ou similar*
kW h	*Medidor de Energia (instalação pela Concessionária)*
	Delimitação do Painel

Unifilar - Residência Tipo

Painel: QDG tipo-Residência 1

Localização:
Alimentado por: M-01
Montagem: Embutido
Alimentação: 220/380V Trifásico (3F+N+T)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C
1	Iluminação Sala/Cozinha/A.S.	220,00	Erro	400 VA	1	400 W	1,82 A	1	0,92	1,98 A	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1,5	16,57	17	0,33	400 VA		
2	Iluminação...	220,00	Erro	400 VA	1	400 W	1,82 A	1	0,92	1,98 A	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1,5	13,18	14	0,27		400 VA	
3	TUGs Área de serviço	220,00	Erro	1900 VA	0,8	1520 W	8,64 A	1	0,92	9,39 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	14,51	15	0,84			1900 VA
4	TUGs Cozinha/Sala	220,00	Erro	2700 VA	0,8	2160 W	12,27 A	1	0,92	13,34 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	10,95	1	0,08	2700 VA		
5	TUGs Circulação	220,00	Erro	600 VA	0,8	480 W	2,73 A	1	0,92	2,96 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,37	6	0,11		600 VA	
6	TUGs Banheiro	220,00	Erro	600 VA	0,8	480 W	2,73 A	1	0,92	2,96 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,60	6	0,11			600 VA
7	TUGs Quarto	220,00	Erro	500 VA	0,8	400 W	2,27 A	1	0,92	2,47 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	11,33	12	0,18	500 VA		
8	Ar Condicionado	220,00	Erro	1400 VA	1	1400 W	6,36 A	1	0,92	6,92 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	7,04	8	0,33		1400 VA	
9	TUEs Chuveiro	220,00	Erro	5500 VA	1	5500 W	25,00 A	1	0,92	27,17 A	32,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#4,0(32A), 1-#4,0(32A), 1-#4,0	4	6,08	7	0,71			5500 VA
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
																Totais:	3528 VA	2308 VA	7649 VA	

Legenda:

FP: Fator de Potência
FCA:Fator de Correção por Agrupamento
FCT:Fator de Correção por Temperatura
Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Resumo do Projeto para Cálculo da Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	800 VA	1,00	800 VA		
FD TUG NT.04	6300 VA	0,20	1260 VA	**Potência Instalada:**	13289 VA
FD AR.COND. NT.04	1400 VA	1,00	1400 VA	**Potência Demandada:**	8741 VA
FD CHUVEIRO NT.04	5500 VA	1,00	5500 VA	**Corrente Total:**	20,19 A
				Corrente Total Demandada:	13,28 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 1#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm

Planilha de Quantitativo de Cabos

Quantitativo de Cabos -- Separados por Tipo e Cor

CABOS DO TIPO ISOLADOS 750V PVC

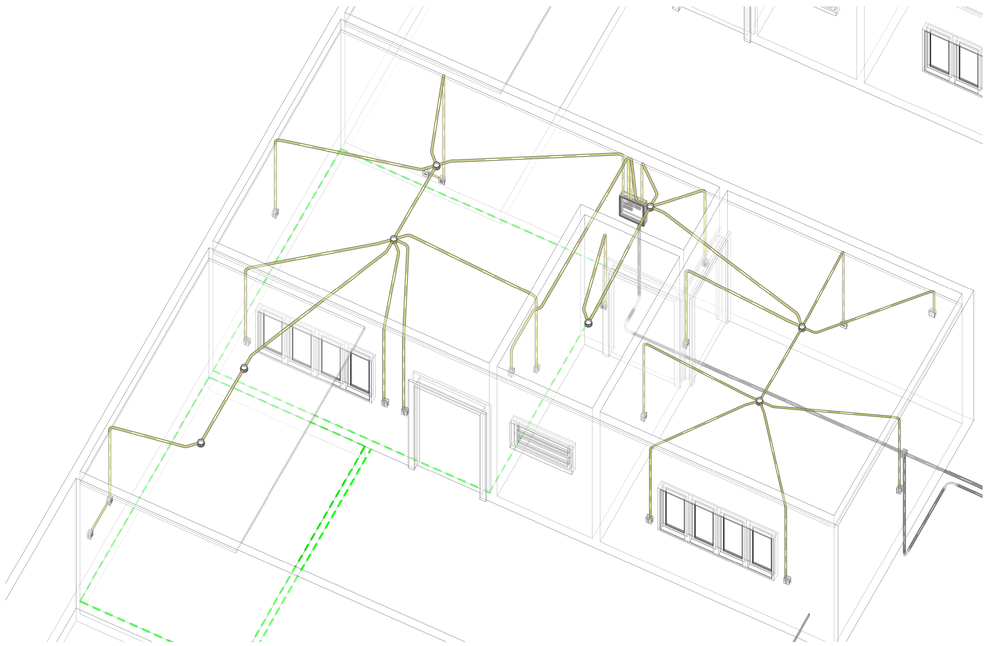
Length	Comprimento (m)	FA-1,5mm²	FA-2,5mm²	FB-1,5mm²	FB-2,5mm²	FC-2,5mm²	FC-4,0mm²	N-1,5mm²	N-2,5mm²	N-4,0mm²	PE-1,5mm²	PE-2,5mm²	PE-4,0mm²	Re-1,5mm²	Re-2,5mm²	Tipo de Condutor
54,03	70,24	8,4	49,9	32,9	33,3	19,6	4,0	11,5	81,5	4,0	6,2	81,5	4,0	16,3	8,9	PVC

Lista de Eletrodutos

Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Descrição do Material
DN32mm (1")	348,89 m	PVC Roscável Preto
DN25mm (3/4")	64,71 m	PVC Roscável Preto
DN20mm (1/2")	9,92 m	PVC Roscável Preto
DN 25mm	62,80 m	PVC Amarelo Corrugado
DN 20mm	23,65 m	PVC Amarelo Corrugado

Levantamento de Carga conforme NBR5410

Ambiente	Área (m²)	Perímetro (m)	Cálculo da Potência de Iluminação (VA)	Pot. de Iluminação Considerada (VA)	Distância Máxima entre TUGs (m)	Cálculo da Quantidade de TUGs	Quantidade Mínima de TUGs
ÁREA DE SERVIÇO	6,66 m²	10,64	100	160 VA	3,5	4	4
SALA/COZINHA	11,67 m²	13,68	160	160 VA	3,5	4	8
QUARTO	9,91 m²	12,6	100	160 VA	5	3	4
HALL	1,24 m²	4,50723	100	100 VA	5	1	1
CONDOMÍNIO	279,63 m²	163,919461	4180	900 VA	5	33	0
BANHO	2,76 m²	6,94	100	100 VA	5	2	1
	311,87 m²	212,286691	4740				



VISTA PANORÂMICA RESIDÊNCIA 1

ESCALA 1/25

Lista de Componentes

Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Fabricante
		68	
Caixa 4x2 para Arandela		9	Amanco ou similar
Caixa Octogonal Reforçada para ponto de Iluminação		8	Amanco ou similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN20mm, rosca Ø1/2" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN20mm (1/2")	4	Amanco ou Similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN25mm, rosca Ø3/4" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN25mm (3/4")	52	Amanco ou Similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN32mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN32mm (1")	92	Amanco ou Similar
Caixas de Embutir			
Caixa 4x2 tipo embutir	4"x2"	57	Amanco ou similar
Caixa Octogonal Para Concreto		8	Amanco ou similar
Curvas para Eletrodutos de PVC Rígido			
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN20mm, rosca Ø1/2" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN20mm (1/2")	2	Amanco ou similar
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN25mm, rosca Ø3/4" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN25mm (3/4")	26	Amanco ou similar
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN32mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN32mm (1")	46	Amanco ou similar
Disjuntores e Proteções			
Dispositivo de proteção contra surtos	275V 25mA	3	Clamper ou equivalente
Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 10A	2	
Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 16A	4	
Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 20A	5	
Mini Disjuntor Monopolar 32A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 32A	1	
Mini Disjuntor Tripolar 40A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 40A	1	Steck ou equivalente
Interruptores			
Conjunto 4x2 para Interruptor 1 Tecla		1	Siemens ou similar
Conjunto 4x2 para Interruptor 2 Teclas		1	Siemens ou similar
Interruptores + Tomadas			
Conjunto montado de 1 Interruptor Bipolar Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S Bipolar+1Tom.10A, 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Padrão de Entrada			
Ramal de Entrada Individual		1	
Placa saída de fio			
Conjunto 1 Placa para Saída de Fio 4"x2"		31	Siemens ou similar
Quadros			
Quadro de Distribuição 27/36 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 355,4x525x78,7mm.	27/36 Disjuntores	9	Tigre ou equivalente
Tomadas			
Conjunto 1 Tomada 2P+T, 10A 4"x2"	10A, 4"x2"	8	Siemens ou similar
Conjunto 1 Tomada 2P+T, 20A, 4"x2"	20A, 4"x2"	1	Siemens ou similar
Conjunto 2 Tomadas 2P+T, 10A, 4"x2"		1	Siemens ou similar
Conjunto 2 Tomadas 2P+T, 20A, 4"x2"		3	Siemens ou similar

Notas Gerais
1- Eletrodutos embutidos no solo serão do tipo PEAD.
2- Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolação em EPR, temperatura 90°C.
6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolação em PVC, temperatura 70°C.
7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
8-O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contêm dois números.
12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
15-A indicação de potência no pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme precrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lampadas a serem instaladas.
16-Para As tomadas sem indicação de potência foi considera 100 VA.
17-Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

RESERVADO A ENEL:

REVISÃO Nº	DESCRIÇÃO	DATA

APÊNDICE D

Projeto de Instações Internas

Número do Projeto: RV.00

Autor: UESLEY RIBEIRO SILVA CREA/CFT:

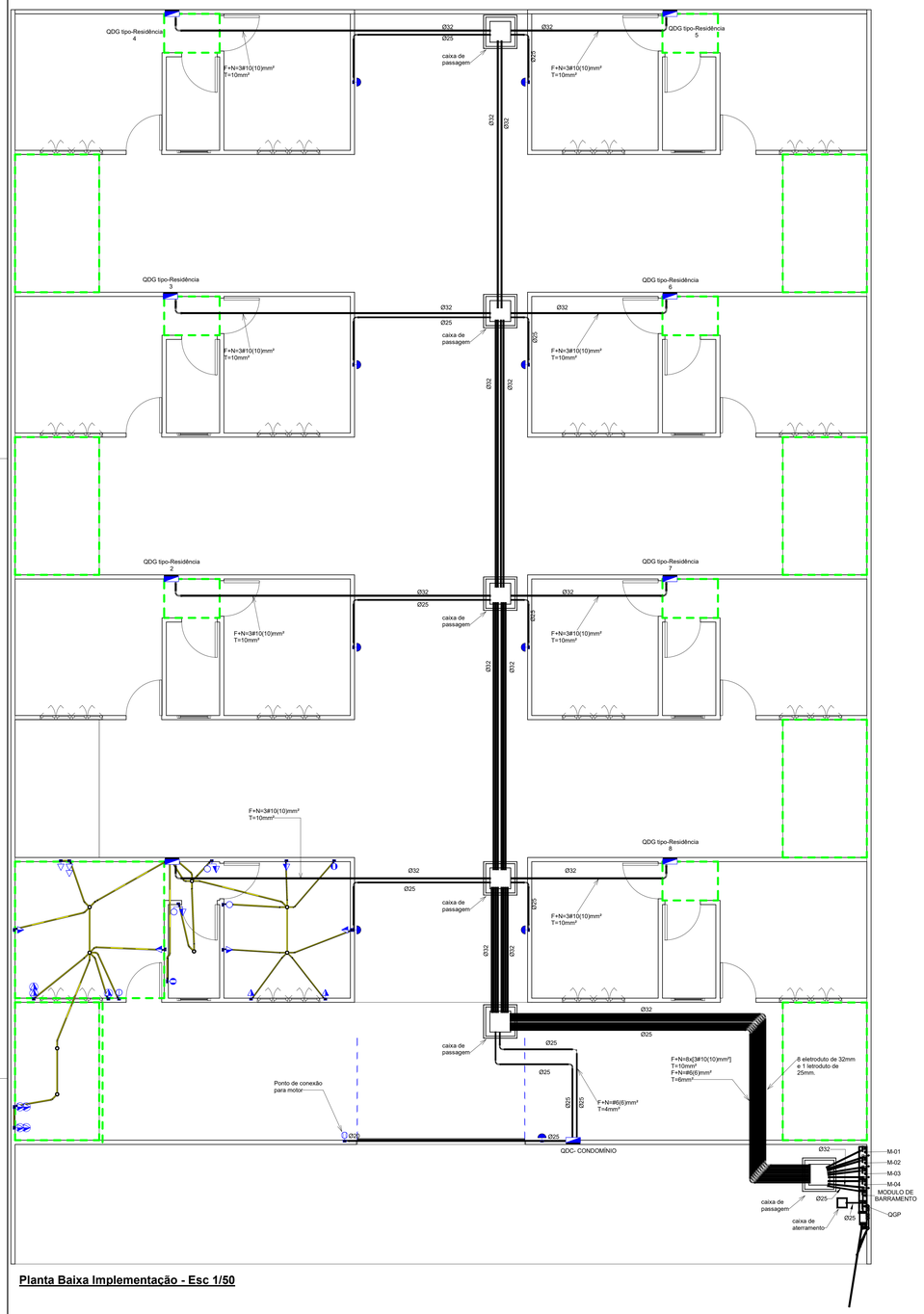
Proprietário: CPF/CNJP:

Conteúdo:

1-Planta baixa residencia tipo;
2-Diagram Unifilar;
3- Vista panorâmica;
4- Quadro de cargas;
5-Tabelas de quantitativos.

Escala: INDICADA

Prancha: 01/04



Planta Baixa Implementação - Esc 1/50

Painel: QDC- CONDOMÍNIO

Localização: **Alimentação:** 220V/380V Monofásico (F+N+T)
Alimentado por: M-Cond.
Montagem: Embutido

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Ic: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A
1	ILUMINAÇÃO	220,00	Erro	900 VA	1	900 W	4,09 A	1	0,92	4,45 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	34,06	35	0,93	900 VA
2	MOTOR - PORTÃO	220,00	Erro	620 VA	1	620 W	2,82 A	1	0,92	3,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	10,63	11	0,20	620 VA
3																		
																	Totais:	1520 VA

Legenda:
FP: Fator de Potência — Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
FCA:Fator de Correção por Agrupamento — In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
FCT:Fator de Correção por Temperatura — Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Resumo do Projeto para Cálculo da Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	900 VA	1,00	900 VA		
FD MOTOR NT.04	620 VA	1,00	620 VA	**Potência Instalada:**	1520 VA
				Potência Demandada:	1520 VA
				Corrente Total:	6,91 A
				Corrente Total Demandada:	6,91 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria M1 DISJ. 25A, Condutor fase+neutro 1#4(4)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#4mm² Eletroduto de 25mm

Painel: QGP

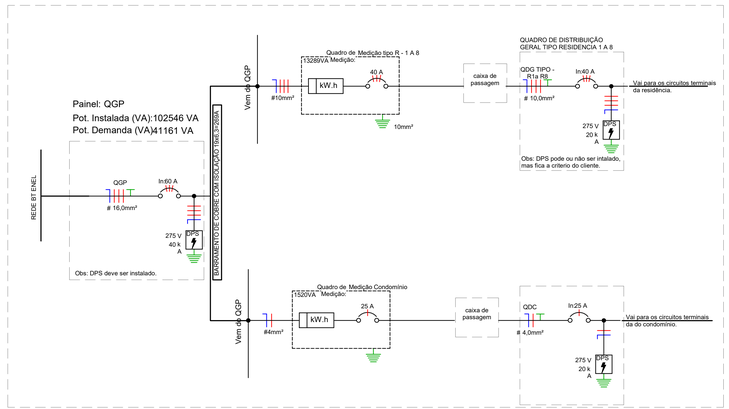
Descrição: Proteção... **Alimentação:** 220/380V Trifásico (3F+N+T)
Alimentado por: REDE...
Montagem: APARENTE

Circuito	Quadro	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	Corrente Nominal (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Ic: Capacidade de condução de Corrente)	A	B	C
1									3528 VA		
2	M-01	380,00	3FNT	13289 VA	20,19 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		2308 VA	
3											7649 VA
4									2200 VA		
5	M-02	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
6											5500 VA
7									2200 VA		
8	M-03	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
9											5500 VA
10									2200 VA		
11	M-04	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
12											5500 VA
13									2200 VA		
14	M-05	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
15											5500 VA
16									2200 VA		
17	M-06	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
18											5500 VA
19									2200 VA		
20	M-07	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
21											5500 VA
22									2200 VA		
23	M-08	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
24											5500 VA
25	M-Cond.	220,00	FNT	1520 VA	6,91 A	30,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#4,0(32A), 1-#4,0(32A), 1-#4,0	1520 VA		
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
								Total:	19973 VA	38825 VA	44196 VA

Resumo do Projeto Para Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	7300 VA	1,00	7300 VA		
FD TUG NT.04	44800 VA	0,20	8960 VA	**Potência Instalada:**	102546 VA
FD AR COND. NT.04	11200 VA	1,00	11200 VA	**Potência Demandada:**	41161 VA
FD CHUVEIRO NT.04	44000 VA	0,33	14520 VA	**Corrente Total:**	155,80 A
FD MOTOR NT.04	620 VA	1,00	620 VA	**Corrente Total Demandada:**	62,54 A

Notas:
Categoria T2 - Disjuntor Proteção Geral 60A, condutor 3FNT 16mm² XPR/XLPE 90°C, Eletroduto de 40mm.



Unifilar COMPACTO - EMUC Esc S/E

Lista de Eletrodutos

Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Descrição do Material
DN32mm (1")	348,89 m	PVC Roscável Preto
DN25mm (3/4")	64,71 m	PVC Roscável Preto
DN20mm (1/2")	9,92 m	PVC Roscável Preto
DN 25mm	62,80 m	PVC Amarelo Corrugado
DN 20mm	23,65 m	PVC Amarelo Corrugado

LEGENDA PARA DIAGRAMA UNIFILAR	
	Disjuntor Termomagnético Monopolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar Fab: Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase,Retorno e Terra, respectivamente vide NBR5410
DPS	*DPS-Dispositivo de proteção contra surtos Fab:Siemens ou similar*
DR	*IDR-Interruptor Diferencial Residual In=35mA Fab:Siemens ou similar*
kW.h	*Medidor de Energia (instalação pela Concessionária)*
	Delimitação do Painel

LEGENDA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 10A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 20A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 2 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
A B C	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 3 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor Paralelo de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor de Pulso, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Placa com Furo/Tomada de dados, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
D	Conjunto de Caixa 4x2 e Dimerizador, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 para Sensor de Presença, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase, Retorno e Terra , respectivamente vide NBR5410
100 1,5	Ponto de luz embutido no teto/forro com Potência,Circuito e Retorno indicados
100 1,5	Arandela na parede a 1200mm do piso acabado
	Eletroduto corrugado embutido no teto ou na parede
	Eletroduto corrugado sob o piso
	Quadro de Distribuição tipo Embutir em Parede FAB: Pial Legrand/Tigre/Siemens ou similar
MED	Medidor de Energia (instalação pela concessionária)
	Caixa de passagem embutida no piso
	Painel Fotovoltaico 330W FAB: Phb Solar ou similar
INV	Inversor de Frequência CC/CA Pot: 5.000W FAB: Soliens ou similar
	Subida de Eletroduto
	Descida de Eletroduto
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

Notas Gerais
1- Eletrodutos embutidos no solo serão do tipo PEAD.
2- Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolação em EPR, temperatura 90°C.
6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolação em PVC, temperatura 70°C.
7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
8-O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contém dois números.
12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
15-A indicação de potência no pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme precrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lampadas a serem instaladas.
16-Para As tomadas sem indicação de potência foi considera 100 VA.
17-Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

RESERVADO A ENEL:

REVISÃO Nº	DESCRIÇÃO	DATA

APÊNDICE E
Projeto de Agrupamento

Número do Projeto: RV.00

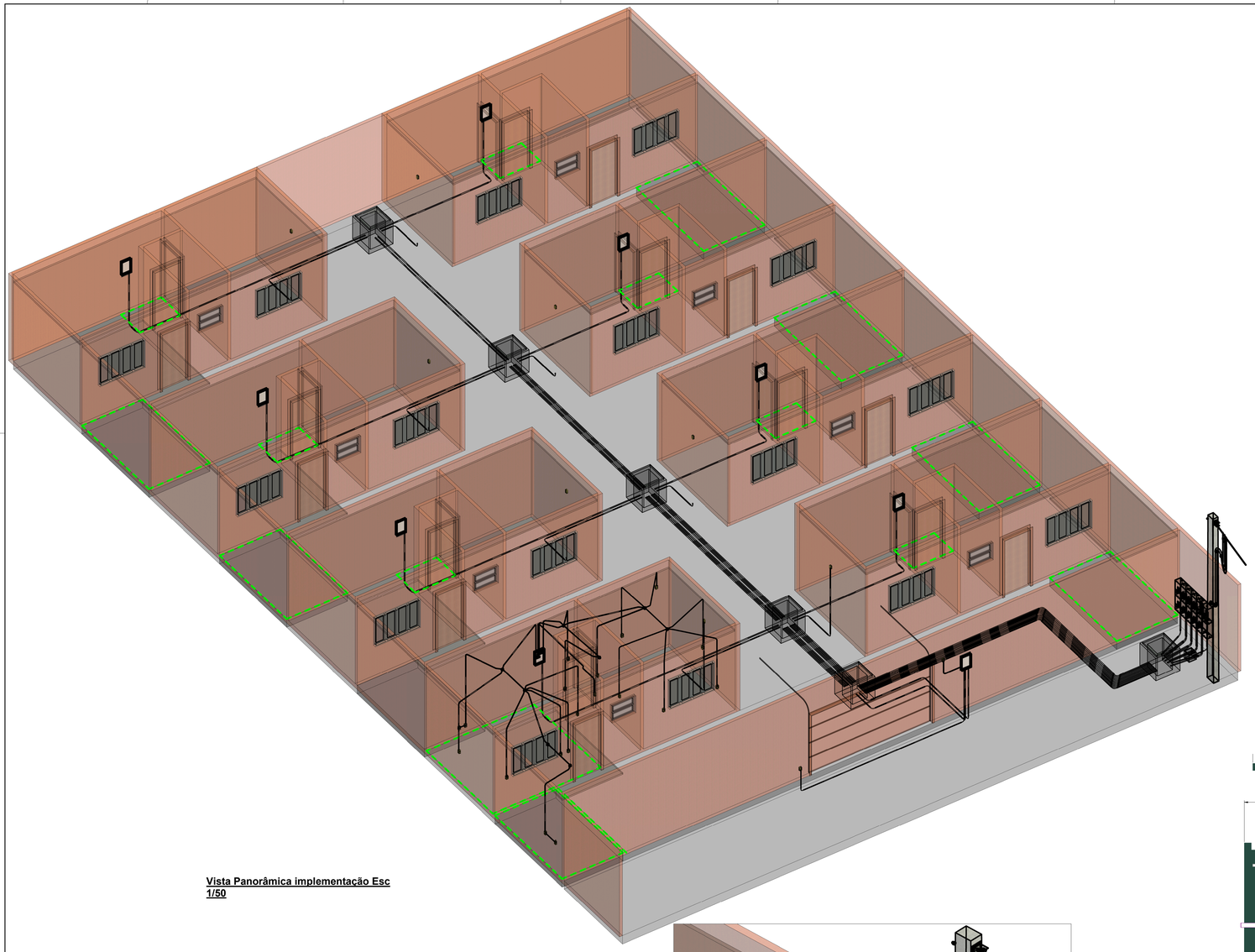
Autor: UESLEY RIBEIRO SILVA CREA/CFT:

Proprietário: CPF/CNJP:

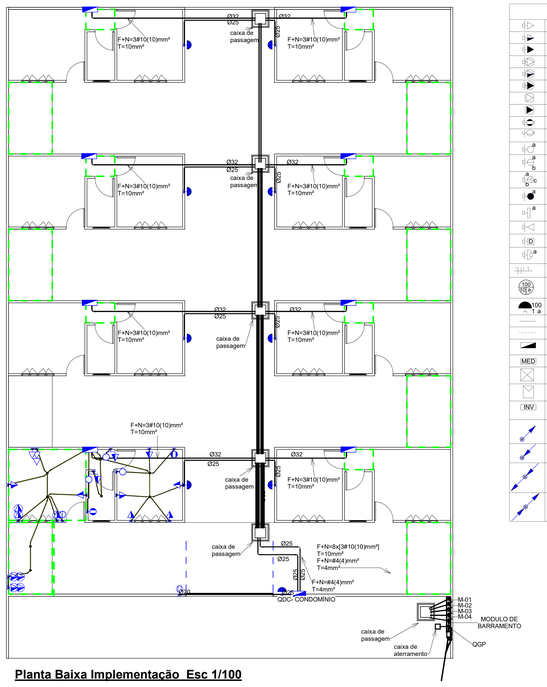
Conteúdo:
1-Planta baixa emuc;
2-Diagram Unifilar;
3- Quadro de cargas;
4-Tabelas de quantitativos.

Escala: INDICADA

Prancha: 02/04

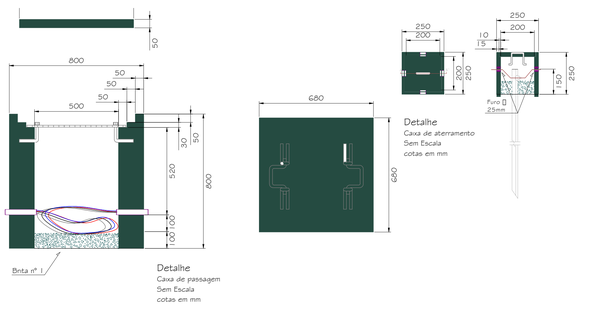


Vista Panorâmica implementação Esc 1/50



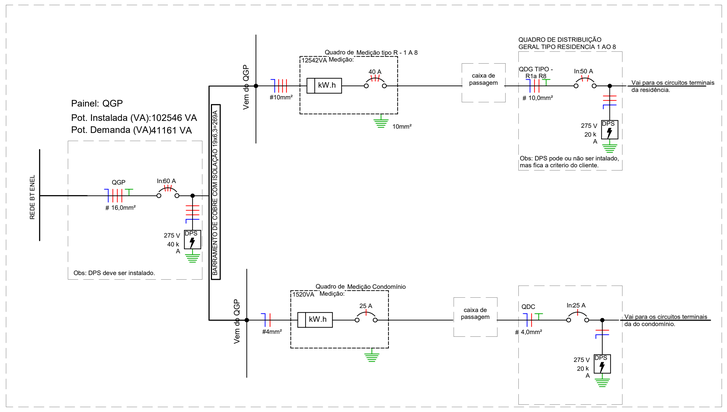
Planta Baixa Implementação Esc 1/100

LEGENDA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 10A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto com Caixa e tampa para Tomada de Piso 2P+T, 20A FAB:Dutotec ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e placa com furo central, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 2 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a b c	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor simples de 3 seções, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor Paralelo de 1 seção, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 e Interruptor de Pulso, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Conjunto de Caixa 4x2 e Placa com Furo/Tomada de dados, a 300mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
D	Conjunto de Caixa 4x2 e Dimerizador, a 1200mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
a	Conjunto de Caixa 4x2 para Sensor de Presença, a 2100mm do piso acabado FAB:Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase, Retorno e Terra , respectivamente vide NBR5410
100 VA	Ponto de luz embutido no teto/forro com Potência,Circuito e Retorno indicados
100 1 a	Arandela na parede a 1200mm do piso acabado
	Eletroduto corrugado embutido no teto ou na parede
	Eletroduto corrugado sob o piso
	Quadro de Distribuição tipo Embutir em Parede FAB: Pial Legrand/Tigre/Siemens ou similar
MED	Medidor de Energia (instalação pela concessionária)
	Caixa de passagem embutida no piso
	Painel Fotovoltaico 330W FAB: Phb Solar ou similar
INV	Inversor de Frequência CC/CA Pot: 5.000W FAB: Soliens ou similar
	Subida de Eletroduto
	Descida de Eletroduto
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

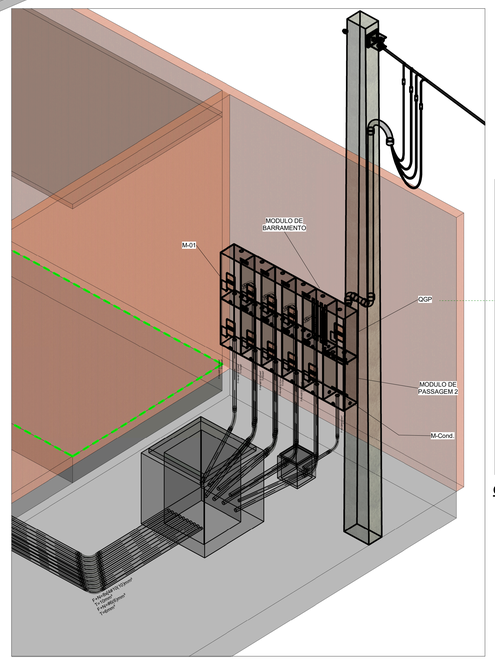


Detalhe caixas

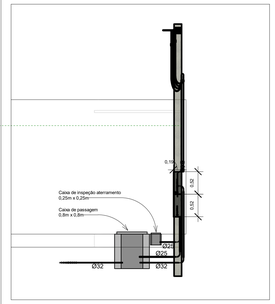
LEGENDA PARA DIAGRAMA UNIFILAR	
	Disjuntor Termomagnético Monopolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar Fab:Siemens ou similar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar Fab: Siemens ou similar
	Condutores Neutro, Fase,Retorno e Terra, respectivamente vide NBR5410
DPS	*DPS-Dispositivo de proteção contra surtos Fab:Siemens ou similar*
DR	*IDR-Interruptor Diferencial Residual In=35mA Fab:Siemens ou similar*
kW h	*Medidor de Energia (instalação pela Concessionária)*
	Delimitação do Painel



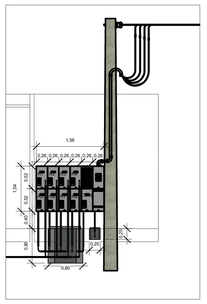
Unifilar COMPACTO - EMUC



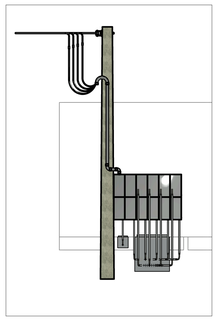
Vista Panorâmica 3D EMUC Esc 1/20



Corte 1 Vista lateram EMUC



Corte 2 Vista Frontal EMUC



Corte 3 Vista Atrás EMUC

Notas Gerais

1- Eletrodutos embutidos no solo serão do tipo PEAD.
2- Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolação em EPR, temperatura 90°C.
6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolação em PVC, temperatura 70°C.
7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
8-O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contém dois números.
12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
15-A indicação de potência no pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme precrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lampadas a serem instaladas.
16-Para As tomadas sem indicação de potência foi considera 100 VA.
17-Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

RESERVADO A ENEL:

APÊNDICE F

Projeto de Agrupamento

Número do Projeto: RV.00

Autor: UESLEY RIBEIRO SILVA CREA/CFT:

Proprietário: CPF/CNJP:

Conteúdo:
1-Planta baixa emuc;
2-Diagram Unifilar;
3- Vista panorâmica;
4- Quadro de cargas;

Escala: INDICADA Prancha: 03/04

Painel: M-01

Localização:
Alimentado por: QGP
Montagem:

Alimentação: 220/380V Trifásico (3F+N+T)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C
1																		3528 VA		
2	QDG tipo-Residência 1	380,00	Erro	13289 VA	0,958692	12740 W	20,19 A	1	0,89	22,69 A	40,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#6,0(41A), 1-#6,0(41A), 1-#6,0	10	26,69	30	0,57		2308 VA	
3																				7649 VA
																	Totais:	3528 VA	2308 VA	7649 VA

Legenda:

FP: Fator de Potência — Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
FCA:Fator de Correção por Agrupamento — In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
FCT:Fator de Correção por Temperatura — Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Resumo do Projeto para Cálculo da Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	800 VA	1,00	800 VA		
FD TUG NT.04	6300 VA	0,20	1260 VA	**Potência Instalada:**	13289 VA
FD AR COND. NT.04	1400 VA	1,00	1400 VA	**Potência Demandada:**	8741 VA
FD CHUVEIRO NT.04	5500 VA	1,00	5500 VA	**Corrente Total:**	20,19 A
				Corrente Total Demandada:	13,28 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 1#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm
IDEM MEDIÇÕES: M02 A M08.

Painel: QDG tipo-Residência 1

Localização:
Alimentado por: M-01
Montagem: Embutido

Alimentação: 220/380V Trifásico (3F+N+T)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C
1	Iluminação Sala/Cozinha/A.S.	220,00	Erro	400 VA	1	400 W	1,82 A	1	0,92	1,98 A	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1,5	16,57	17	0,33	400 VA		
2	Iluminação...	220,00	Erro	400 VA	1	400 W	1,82 A	1	0,92	1,98 A	10,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	1,5	13,18	14	0,27		400 VA	
3	TUGs Área de serviço	220,00	Erro	1900 VA	0,8	1520 W	8,64 A	1	0,92	9,39 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	14,51	15	0,84			1900 VA
4	TUGs Cozinha/Sala	220,00	Erro	2700 VA	0,8	2160 W	12,27 A	1	0,92	13,34 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	10,95	1	0,08	2700 VA		
5	TUGs Circulação	220,00	Erro	600 VA	0,8	480 W	2,73 A	1	0,92	2,96 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,37	6	0,11		600 VA	
6	TUGs Banheiro	220,00	Erro	600 VA	0,8	480 W	2,73 A	1	0,92	2,96 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	5,60	6	0,11			600 VA
7	TUGs Quarto	220,00	Erro	500 VA	0,8	400 W	2,27 A	1	0,92	2,47 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	11,33	12	0,18	500 VA		
8	Ar Condicionado	220,00	Erro	1400 VA	1	1400 W	6,36 A	1	0,92	6,92 A	16,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	7,04	8	0,33		1400 VA	
9	TUEs Chuveiro	220,00	Erro	5500 VA	1	5500 W	25,00 A	1	0,92	27,17 A	32,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#4,0(32A), 1-#4,0(32A), 1-#4,0	4	6,08	7	0,71			5500 VA
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
																	Totais:	3528 VA	2308 VA	7649 VA

Legenda:

FP: Fator de Potência — Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
FCA:Fator de Correção por Agrupamento — In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
FCT:Fator de Correção por Temperatura — Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Resumo do Projeto para Cálculo da Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	800 VA	1,00	800 VA		
FD TUG NT.04	6300 VA	0,20	1260 VA	**Potência Instalada:**	13289 VA
FD AR COND. NT.04	1400 VA	1,00	1400 VA	**Potência Demandada:**	8741 VA
FD CHUVEIRO NT.04	5500 VA	1,00	5500 VA	**Corrente Total:**	20,19 A
				Corrente Total Demandada:	13,28 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria T1 DISJ. 40A, Condutor fase+neutro 1#10(10)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#10mm² Eletroduto de 32mm

Painel: QDC- CONDOMÍNIO

Localização:
Alimentado por: M-Cond.
Montagem: Embutido

Alimentação: 220V/380V Monofásico (F+N+T)

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	Tipo de Instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	L Aprox. (m)	L Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A
1	ILUMINAÇÃO	220,00	Erro	900 VA	1	900 W	4,09 A	1	0,92	4,45 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	34,06	35	0,93	900 VA
2	MOTOR - PORTÃO	220,00	Erro	620 VA	1	620 W	2,82 A	1	0,92	3,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5	2,5	10,63	11	0,20	620 VA
3																		
																	Totais:	1520 VA

Legenda:

FP: Fator de Potência — Ib: Corrente de Projeto Corrigida(A)
FCA:Fator de Correção por Agrupamento — In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
FCT:Fator de Correção por Temperatura — Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

Resumo do Projeto para Cálculo da Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	900 VA	1,00	900 VA		
FD MOTOR NT.04	620 VA	1,00	620 VA	**Potência Instalada:**	1520 VA
				Potência Demandada:	1520 VA
				Corrente Total:	6,91 A
				Corrente Total Demandada:	6,91 A

Notas:
Conforme NT. 04-rev.6 Adotamos categoria M1 DISJ. 25A, Condutor fase+neutro 1#4(4)mm² EPR/XLPE 90°C, proteção 1#4mm² Eletroduto de 25mm

Planilha de Quantitativo de Cabos

Quantitativo de Cabos – Separados por Tipo e Cor

CABOS DO TIPO ISOLADOS 750V PVC

Length	Comprimento (m)	FA-1,5mm²	FA-2,5mm²	FB-1,5mm²	FB-2,5mm²	FC-2,5mm²	FC-4,0mm²	N-1,5mm²	N-2,5mm²	N-4,0mm²	PE-1,5mm²	PE-2,5mm²	PE-4,0mm²	Re-1,5mm²	Re-2,5mm²	Tipo de Condutor
54,03	70,24	8,4	49,9	32,9	33,3	19,6	4,0	11,5	81,5	4,0	6,2	81,5	4,0	16,3	8,9	PVC

Lista de Eletrodutos

Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Descrição do Material
DN32mm (1")	348,89 m	PVC Roscável Preto
DN25mm (3/4")	64,71 m	PVC Roscável Preto
DN20mm (1/2")	9,02 m	PVC Roscável Preto
DN 25mm	62,80 m	PVC Amarelo Corrugado
DN 20mm	23,65 m	PVC Amarelo Corrugado

Levantamento de Carga conforme NBR5410

Ambiente	Área (m²)	Perimetro (m)	Cálculo da Potência de Iluminação (VA)	Pot. de Iluminação Considerada (VA)	Distância Máxima entre TUGs (m)	Cálculo da Quantidade de TUGs	Quantidade Mínima de TUGs
ÁREA DE SERVIÇO	6,66 m²	10,64	100	160 VA	3,5	4	4
SALA/COZINHA	11,67 m²	13,68	160	160 VA	3,5	4	8
QUARTO	9,91 m²	12,6	100	160 VA	5	3	4
HALL	1,24 m²	4,50723	100	100 VA	5	1	1
CONDOMÍNIO	279,63 m²	163,919461	4180	900 VA	5	33	0
BANHO	2,76 m²	6,94	100	100 VA	5	2	1
	311,87 m²	212,286691	4740				

Levantamento de Carga conforme NBR5410

Ambiente	Área (m²)	Perimetro (m)	Cálculo da Potência de Iluminação (VA)	Pot. de Iluminação Considerada (VA)	Distância Máxima entre TUGs (m)	Cálculo da Quantidade de TUGs	Quantidade Mínima de TUGs
ÁREA DE SERVIÇO	6,66 m²	10,64	100	160 VA	3,5	4	4
SALA/COZINHA	11,67 m²	13,68	160	160 VA	3,5	4	8
QUARTO	9,91 m²	12,6	100	160 VA	5	3	4
HALL	1,24 m²	4,50723	100	100 VA	5	1	1
CONDOMÍNIO	279,63 m²	163,919461	4180	900 VA	5	33	0
BANHO	2,76 m²	6,94	100	100 VA	5	2	1
	311,87 m²	212,286691	4740				

Lista de Componentes

Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Fabricante
		68	
Caixa 4x2 para Arandela		9	Amanco ou similar
Caixa Octogonal Reforçada para ponto de Iluminação		8	Amanco ou similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN20mm, rosca Ø1/2" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN20mm (1/2")	4	Amanco ou Similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN25mm, rosca Ø3/4" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN25mm (3/4")	52	Amanco ou Similar
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN32mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN32mm (1")	92	Amanco ou Similar
Caixas de Embutir			
Caixa 4x2 tipo embutir	4"x2"	57	Amanco ou similar
Caixa Octogonal Para Concreto		8	Amanco ou similar
Curvas para Eletrodutos de PVC Rígido			
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN20mm, rosca Ø1/2" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN20mm (1/2")	2	Amanco ou similar
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN25mm, rosca Ø3/4" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN25mm (3/4")	26	Amanco ou similar
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN32mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	DN32mm (1")	46	Amanco ou similar
Disjuntores e Proteções			
Dispositivo de proteção contra surtos	275V 25mA	3	Clamper ou equivalente
Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 10A	2	
Mini Disjuntor Monopolar 16A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 16A	4	
Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 20A	5	
Mini Disjuntor Monopolar 32A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 32A	1	
Mini Disjuntor Tripolar 40A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 40A	1	Steck ou equivalente
Interruptores			
Conjunto 4x2 para Interruptor 1 Tecla		1	Siemens ou similar
Conjunto 4x2 para Interruptor 2 Teclas		1	Siemens ou similar
Interruptores + Tomadas			
Conjunto montado de 1 Interruptor Bipolar Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S Bipolar+1Tom.10A, 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Padrão de Entrada			
Ramal de Entrada Individual		1	
Placa saída de fio			
Conjunto 1 Placa para Saída de Fio 4"x2"		31	Siemens ou similar
Quadros			
Quadro de Distribuição 27/36 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 355,4x525x78,7mm.	27/36 Disjuntores	9	Tigre ou equivalente
Tomadas			
Conjunto 1 Tomada 2P+T, 10A 4"x2"	10A, 4"x2"	8	Siemens ou similar
Conjunto 1 Tomada 2P+T, 20A, 4"x2"	20A, 4"x2"	1	Siemens ou similar
Conjunto 2 Tomadas 2P+T, 10A, 4"x2"		1	Siemens ou similar
Conjunto 2 Tomadas 2P+T, 20A, 4"x2"		3	Siemens ou similar

Painel: QGP

Descrição: Proteção...
Alimentado por: REDE...
Montagem: APARENTE

Alimentação: 220/380V Trifásico (3F+N+T)

Circuito	Quadro	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	Corrente Nominal (A)	Int. Disjuntor (A)	Tipo de instalação	Condutor Pré-Dimensionado (Seção e Iz: Capacidade de condução de Corrente)	A	B	C
1									3528 VA		
2	M-01	380,00	3FNT	13289 VA	20,19 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		2308 VA	
3											7649 VA
4									2200 VA		
5	M-02	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
6											5500 VA
7									2200 VA		
8	M-03	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
9											5500 VA
10									2200 VA		
11	M-04	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
12											5500 VA
13									2200 VA		
14	M-05	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
15											5500 VA
16									2200 VA		
17	M-06	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
18											5500 VA
19									2200 VA		
20	M-07	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
21											5500 VA
22									2200 VA		
23	M-08	380,00	3FNT	12542 VA	19,06 A	20,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	3-#2,5(24A), 1-#2,5(24A), 1-#2,5		5500 VA	
24											5500 VA
25	M-Cond.	220,00	FNT	1520 VA	6,91 A	30,00 A	[Cu/PVC/750V/70°]-Un-B1-2Cc	1-#4,0(32A), 1-#4,0(32A), 1-#4,0	1520 VA		
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
									Total: 19973 VA	38825 VA	44196 VA

Resumo do Projeto Para Demanda Total

Tipo de Carga	Potência Instalada (VA)	Fator de Demanda	Potência Demandada (VA)	Totais do Painel	
FD ILUMINAÇÃO NT.04	7300 VA	1,00	7300 VA		
FD TUG NT.04	44800 VA	0,20	8960 VA	**Potência Instalada:**	102546 VA
FD AR COND. NT.04	11200 VA	1,00	11200 VA	**Potência Demandada:**	41161 VA
FD CHUVEIRO NT.04	44000 VA	0,33	14520 VA	**Corrente Total:**	155,80 A
FD MOTOR NT.04	620 VA	1,00	620 VA	**Corrente Total Demandada:**	62,54 A

Notas:
Categoria T2 - Disjuntor Proteção Geral 60A, condutor 3FNT 16mm² XPR/XLPE 90°C, Eletroduto de 40mm.

Notas Gerais
1- Eletrodutos embutidos no solo serão do tipo PEAD.
2- Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
3- Os condutores não cotados serão de #2,5mm², os condutores de retorno serão de #1,5mm².
4- Os eletrodutos não cotados serão de Ø25mm.
5- Em todo eletroduto subterrâneo, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolação em EPR, temperatura 90°C.
6- Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolação em PVC, temperatura 70°C.
7- A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
8-O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
9- O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
10- Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
11- Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contém dois números.
12- Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
13- As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
14- Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
15-A indicação de potência no pontos de luz são os valores calculados para dimensionamento dos circuitos conforme prescrições da NBR 5410, não necessariamente correspondem ao valor exato das lampadas a serem instaladas.
16-Para As tomadas sem indicação de potência foi considera 100 VA.
17-Todos os eletrodutos de eletricidade deverão estar afastados 0,50m das tubulações de gás.

Notas Gerais

RESERVADO A ENEL:

APÊNDICE G

Projeto de Agrupamento

Número do Projeto: RV.00

Autor: UESLEY RIBEIRO SILVA — CREA/CFT:

Proprietário: — CPF/CNJP:

Conteúdo:
1-Quadro de cargas:;
2-Detalhes.

Escala: INDICADA — Prancha: 04/04