



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

ROGER LÉLIS GONDIM SILVA

**USO DE METODOLOGIA BIM APLICADO PARA PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA
TENSÃO USANDO *SOFTWARE* REVIT ®**

FORTALEZA

2023

ROGER LÉLIS GONDIM SILVA

USO DE METODOLGIA BIM APLICADO PARA PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA
TENSÃO USANDO *SOFTWARE* REVIT ®

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S583u Silva, Roger Lélis Gondim.
Uso de Metodologia BIM Aplicado para Projeto Elétrico de Baixa Tensão usando Software Revit /
Roger Lélis Gondim Silva. – 2023.
67 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.
1. Modelagem da informação da construção. 2. Compatibilização. 3. Instalações elétricas. I. Título.
CDD 621.3
-

ROGER LÉLIS GONDIM SILVA

USO DE METODOLGIA BIM APLICADO PARA PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA
TENSÃO USANDO *SOFTWARE* REVIT ®

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 07/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Dalton de Araújo Honório
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Bruno Wendell Bandeira de Sousa
Grid Consulting (Grid Co.)

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial aos meus pais Francimédia Chaves e Francisco Ivanildo, e meus irmãos, Renan Alysson e Thayanne Lara, que sempre me deram suporte e força para todas as fases da minha vida. Além de acreditarem no meu potencial e terem se sacrificado tanto para que eu chegasse a esse momento.

Aos meus avós Luís Sabino, Maria do Socorro, Mamede Chaves e Francisca Ecimar, minha educação também teve uma grande participação de vocês. Todo apoio que vocês me deram, desde a infância, foram primordiais para alcançar meus objetivos.

Aos meus amigos de graduação, Gabriel Costa, Gabriel Sampaio, Helena Norões, Igor Correia, João Luiz, Lenyslara de Sousa, Letícia Carvalho, Mário Anderson, Pedro Higor, Sarah Magna e Wesley Gonçalves, que sempre estiveram presentes nos momentos felizes e difíceis da graduação, sendo um ponto de apoio.

À advogada Talita Lucena, minha namorada, por todo auxílio, paciência e carinho, não só durante os ensinamentos jurídicos necessários para desenvolvimento do tema proposto, mas também por todo apoio durante os momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara, por me orientar neste trabalho, juntamente com os ensinamentos e conselhos durante o período da graduação.

A banca examinadora composta pelo Prof. Dr. Dalton de Araújo Honório e Eng. Bruno Wendell Bandeira de Sousa, por aceitarem o convite e contribuírem com suas análises técnicas que, por sua vez, fortaleceram o conteúdo deste trabalho.

À Prof.^a Dr. Laurinda Lúcia Nogueira dos Reis, por ter confiado a monitoria da disciplina de Circuitos I, foi um momento de crescimento pessoal e acadêmico de extrema importância.

Ao Prof. Dr. Demercil de Souza Oliveira Júnior, pela bolsa de Iniciação Científica, com o projeto de pesquisa intitulado de “Conversor Estático para Carregamento de Baterias”, foi uma experiência que engrandeceu meu conhecimento prático durante a graduação.

À JCA Engenharia e Arquitetura, principalmente ao Eder Correia, ao Mayarte Campos, ao Otávio Sousa, ao Sávio Lemos e ao Valdery Rodrigues, por acreditarem no meu potencial e passarem seus ensinamentos durante o meu período como estagiário. A escolha do tema desse trabalho tem influência direta com os ensinamentos que obtive enquanto estagiário.

À Grid Consulting, por todo acolhimento, compreensão e ensinamentos. A elaboração desse trabalho passa, também, pelos ensinamentos durante o meu período como estagiário.

RESUMO

A metodologia BIM surgiu como uma solução para otimizar a elaboração de processos no desenvolvimento de um empreendimento que será construído, pois, nos moldes tradicionais da elaboração de projetos, diversos erros surgem, com destaque para a compatibilização de disciplinas, além do detalhamento de estruturas para auxílio no momento da construção. Dessa forma, o uso do BIM, no Brasil, faz parte do plano de disseminação da tecnologia em âmbito nacional, através do decreto nº 10.306 de 02 de abril 2020, uma vez que a metodologia consiste na integração de diferentes disciplinas em um único espaço de trabalho, isto é, modificações em qualquer parte do projeto são automaticamente alteradas em todas as instâncias e vista do arquivo. Ademais, com a modelagem em 3D, é possível a elaboração de diversos detalhes que facilitam o entendimento da ligação, como nas mudanças de nível da infraestrutura elétrica, por exemplo. Assim, este trabalho tem como objetivo de apresentar o dimensionamento de um projeto elétrico em baixa tensão de um empreendimento comercial, evidenciando-se as vantagens da metodologia BIM, por intermédio do *software* Revit ®. Tal empreendimento corresponde a uma instituição acadêmica denominada de Escola X, estando localizada no interior do Estado da Bahia, recebendo alunos do 1º ao 9º ano do ensino fundamental. O projeto elétrico foi dimensionado seguindo os critérios mínimos descritos na norma ABNT NBR 5410, porém, adotou-se valores de seção do condutor superiores as mínimas, em alguns circuitos, com o intuito de atender as previsões atuais e futuras do empreendimento escolar. Além disso, utilizou-se como base a norma técnica da Companhia Neoenergia, a DIS-NOR-030-REV3, para determinar o grupo de fornecimento por meio do cálculo de demanda. Tendo isso em vista, é possível verificar as vantagens que essa metodologia pode fornecer, já que foi possível realizar a compatibilização com as demais disciplinas do projeto, além do quantitativo dos materiais adotados na elaboração do projeto de forma automática. Outrossim, com a modelagem paramétrica do *software*, foi possível a elaboração de detalhes precisos da instalação elétrica, uma vez que ela possibilita o realce do modelo 3D, auxiliando no momento da construção do empreendimento.

Palavras chaves: Modelagem da Informação da Construção; Compatibilização; Instalações elétricas.

ABSTRACT

The BIM methodology emerged as a solution to optimize the elaboration of processes in the development of an enterprise that will be built, because, in the traditional way of the elaboration of projects, several errors arise, with emphasis on the compatibility of disciplines, in addition to the detailing of structures for assistance during construction. In this way, the use of BIM in Brazil is part of the plan to disseminate the technology nationwide, through decree No. 10,306 of April 2, 2020, since the methodology consists of integrating different disciplines into a single space of work, that is, modifications to any part of the project are automatically changed in all instances and views of the file. In addition, with 3D modeling, it is possible to elaborate various details that facilitate the understanding of the connection, such as changes in the level of electrical infrastructure, for example. Thus, this work aims to present the dimensioning of a low-voltage electrical project for a commercial enterprise, highlighting the advantages of the BIM methodology, through the Revit ® software. This enterprise corresponds to an academic institution called School X, located in the interior of the State of Bahia, receiving students from the 1st to the 9th grade of elementary school. The electrical project was dimensioned following the minimum criteria described in the ABNT NBR 5410 standard, however, values of conductor section higher than the minimum were adopted, in some circuits, in order to meet the current and future forecasts of the school enterprise. In addition, the technical standard of Companhia Neoenergia, DIS-NOR-030-REV3, was used as a basis to determine the supply group by calculating demand. With this in mind, it is possible to verify the advantages that this methodology can provide, since it was possible to make the compatibility with the other disciplines of the project possible, in addition to the quantity of materials adopted in the elaboration of the project automatically. Furthermore, with the parametric modeling of the software, it was possible to elaborate precise details of the electrical installation, since it allows the enhancement of the 3D model, helping at the time of construction of the project.

Keywords: Building Information Modeling; Compatibility; Electrical installations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de esforço <i>versus</i> tempo entre metodologia BIM e Tradicional	13
Figura 2 - Criação de vínculo	16
Figura 3 - Vínculos carregados no projeto	16
Figura 4 - Ambiente para criação de famílias no Revit ®	17
Figura 5 - Vista da modelagem da sala da diretoria	18
Figura 6 - Vista da planta baixa da sala da diretoria.....	18
Figura 7 - Caracterização de modelo 3D (a) e 2D (b)	19
Figura 8 - Vista isométrica do empreendimento escolar	20
Figura 9 - Planta baixa da instituição acadêmica	20
Figura 10 - Divisão setorial do empreendimento escolar	21
Figura 11 - Planta baixa com alocação das luminárias.....	24
Figura 12 - Vista isométrica de alocação das luminárias.....	24
Figura 13 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor administrativo	27
Figura 14 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor de serviço e apoio.....	27
Figura 15 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor pedagógico	28
Figura 16 - Vista isométrica das tomadas do setor administrativo	28
Figura 17 - Vista isométrica das tomadas do setor de serviço e apoio	29
Figura 18 - Vista isométrica das tomadas do setor pedagógico.....	29
Figura 19 - Esquemas de ligação do DPS.....	40
Figura 20 - Vista do corte frontal em planta baixa	47
Figura 21 - Vista do corte frontal usando textura	48
Figura 22 - Vista do corte frontal sem textura	48
Figura 23 - Vista isométrica da sala de secretaria e coordenação com textura.....	49
Figura 24 - Vista isométrica da sala de secretaria e coordenação sem textura	49
Figura 25 - Vista frontal da sala da direção	50
Figura 26 - Vista isométrica da sala da direção	50
Figura 27 - Planta baixa da vista de modelagem	51
Figura 28 - Vista isométrica da compatibilização de mudança de nível	51
Figura 29 - Vista isométrica com detalhamento dos circuitos.....	52
Figura 30 - Vista isométrica com detalhamento dos circuitos do QGBT	53
Figura 31 - Corte para quantitativo de materiais	54

Figura 32 - Tabelas de levantamento de materiais do Revit ®.....	55
Figura 33 - Vista isométrica da instalação.....	55
Figura 34 - Quantitativo total de eletrodutos.....	56
Figura 35 - Quantitativo total de interruptores.....	56
Figura 36 - Quantitativo total de tomadas elétricas.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos dados obtidos no projeto luminotécnico	23
Tabela 2 - Descrição das cargas de TUG	25
Tabela 3 - Descrição das cargas de TUE e dos condicionadores de Ar	26
Tabela 4 - Corrente nominal dos circuitos terminais	30
Tabela 5 - Valores da seção dos condutores pelo critério de condução de corrente	32
Tabela 6 - Valores da seção dos condutores pelo critério da queda de tensão	34
Tabela 7 - Valores das correntes nominais do DTM dos circuitos	37
Tabela 8 - Valores dos IDRs por quadro de distribuição	38
Tabela 9 - Valores adotados para os DPS da instalação.....	40
Tabela 10 - Demanda das cargas de iluminação e tomadas.....	42
Tabela 11 - Demanda do equipamento de aquecimento	43
Tabela 12 - Demanda das cargas dos condicionadores de ar.....	44
Tabela 13 - Demanda das bombas de recalque e incêndio	45

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A	Ampère
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CAD	<i>Computer Aided Desing</i>
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
DAC	Desenho Assistido por Computador
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
DTM	Disjuntor Termomagnético
IDR	Interruptor Diferencial Residual
kA	Quiloampère
kVA	Quilovolt-ampère
kV	Quilovolt
m	Metro
mA	Miliampere
MIC	Modelagem da Informação da Construção
mm ²	Milímetros quadrados
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PCB	Placa de Circuito Impresso
PMUC	Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras
®	Símbolo de marca registrada
QDC	Quadro de Distribuição de Circuitos
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
V	Volt
VA	Volt-ampère
W	Watt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	UMA BREVE VISÃO DO <i>SOFTWARE</i> REVIT ®.....	15
3	PREMISSAS E CRITÉRIOS DE PROJETO.....	22
3.1	Divisão de circuitos.....	22
3.2	Levantamento das cargas de iluminação.....	22
3.3	Levantamento das cargas de tomadas.....	24
3.4	Dimensionamento dos condutores.....	29
3.4.1	<i>Critério da capacidade de corrente</i>	31
3.4.2	<i>Critério da queda de tensão</i>	33
3.5	Dimensionamento das proteções.....	36
3.5.1	<i>Disjuntores termomagnéticos (DTM)</i>	36
3.5.2	<i>Interruptor diferencial-residual (IDR)</i>	38
3.5.3	<i>Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)</i>	39
3.6	Cálculo de demanda.....	41
3.6.1	<i>Demanda referente a iluminação e tomadas (a)</i>	42
3.6.2	<i>Demanda referente a equipamentos de aquecimento 1 (b)</i>	42
3.6.3	<i>Demanda referente a aquecedor central ou de acumulação (c)</i>	43
3.6.4	<i>Demanda referente a equipamentos de aquecimento 2 (d)</i>	43
3.6.5	<i>Demanda referente a fogões elétricos (e)</i>	44
3.6.6	<i>Demanda referente a condicionador de ar (f)</i>	44
3.6.7	<i>Demanda referente a motores e máquinas de solda a motor (g)</i>	44
3.6.8	<i>Demanda referente a equipamentos especiais (h)</i>	45
3.6.9	<i>Demanda referente a hidromassagem (i)</i>	45
4	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROJETO ELÉTRICO.....	47
5	CONCLUSÃO.....	58

REFERÊNCIAS.....	60
ANEXOS.....	62

1 INTRODUÇÃO

Projeto elétrico corresponde a previsão escrita da instalação, isto é, o levantamento de toda a carga que o empreendimento a ser executado necessita para seu funcionamento, além da localização dos pontos elétricos, dimensionamento das proteções e dos condutores elétricos, bem como a infraestrutura elétrica e seu percurso (CREDER, 2016).

O desenvolvimento de projetos elétricos, atualmente, se baseia no uso de *softwares* que auxiliam na elaboração do mesmo, tornando-se imprescindíveis para os projetistas com o uso da tecnologia *Computer Aided Desing* (CAD), em português, Desenho Assistido por Computador (DAC) (PEREIRA, 2017).

Apesar dos *softwares* de instalações elétricas facilitarem na elaboração de projetos, no momento de execução, o principal problema se dá não só na interpretação do projeto, mas também na compatibilização com outras disciplinas que estão presentes em um empreendimento, como o projeto de estruturas, projeto de climatização, projeto de cabeamento estruturado e projeto hidrossanitário.

As adversidades de interpretação se dão, principalmente, pela difícil elaboração de detalhes específicos, da instalação de dispositivos ou de mudanças de nível, por exemplo. Em programas que oferecem modelagem apenas em duas dimensões (2D), os projetistas costumam apresentar detalhes genéricos que abordam a maior parte da instalação, porém, por muitas vezes, faz-se necessário o uso de detalhes mais claros e particular daquela instalação.

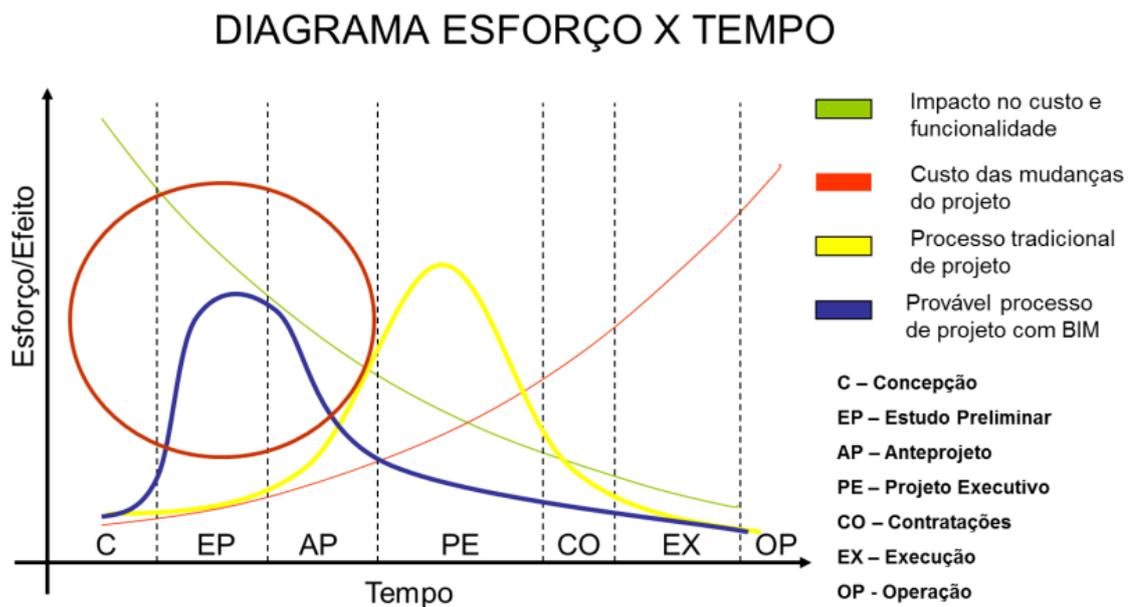
Outrossim, o segundo problema que afeta o período de execução de obra acontece na falta de compatibilização entre os projetos de disciplinas distintas, uma vez que em vários casos existem a sobreposição de diferentes equipamentos ou infraestruturas, ou seja, um eletroduto ou eletrocalha cruzando uma infraestrutura do projeto de climatização ou hidrossanitário, por exemplo, e o posicionamento de tomadas ou interruptores elétricos sobrepondo os dispositivos do cabeamento estruturado ou até mesmo, em casos extremos, de equipamentos que estão em desacordo com a arquitetura do empreendimento.

Diante dessa realidade, desenvolveu-se novas tecnologias que buscam diminuir a influência dessas adversidades, visto que, em muitos casos, atrasam na execução de obra, gerando diversos prejuízos. Assim, uma das tecnologias desenvolvidas é o *Building Information Modeling* (BIM) ou, em português, Modelagem da Informação da Construção (MIC) que, segundo Menegaro e Piccinini (2017), a tecnologia permite o desenvolvimento mais detalhado do projeto, atuando na compatibilização de disciplinas, como também na elaboração de um detalhamento próximo do que será executado, visto que a metodologia permite o

desenvolvimento tridimensional (3D) do projeto. Além disso, o uso de metodologia BIM permite a apresentação de uma linguagem mais clara e específica dos diferentes setores que compõe toda a construção, sejam eles os engenheiros das diferentes áreas, arquitetos e o próprio contratante (EASTMAN *et al.*, 2011).

Conforme abordado por Teles e Rocha (2013), o uso da metodologia BIM consiste em um empenho significativo nas etapas iniciais de projeto. Essas etapas são de suma importância, visto que é nela que é verificada a viabilidade da construção, além de procurar atender as expectativas do contratante. Os meios tradicionais têm seu empenho voltado mais para a elaboração dos projetos executivos, atrelados com a construção, isto é, alguns ajustes, desenhos e necessidades, são alocadas na etapa pré-obra e, muitas vezes, até durante a construção (TELES; ROCHA, 2013). A Figura 1 aborda o diagrama de esforço em função do tempo.

Figura 1 - Diagrama de esforço *versus* tempo entre metodologia BIM e Tradicional



Fonte: TELES, Dário Júnior Xavier; ROCHA, José Nelson Vieira da Rocha. (2013, p. 16).

A curva de esforço *versus* tempo da Figura 1 elucidada as vantagens do processo usando o BIM, uma vez que nota-se um deslocamento do pico de esforço para etapas iniciais de projeto, no qual o esforço para viabilizar o empreendimento já é elevado, como pode ser observado na curva Impacto no custo e Funcionalidade e qualquer mudança terá um baixo impacto no custo do projeto. Já no método tradicional, tem-se não só pico de esforço maior do que no projeto usando o BIM, mas também tem seu pico na etapa de projeto executivo, etapa essa em que já

está sendo elaborado o projeto que será usado na construção. Além disso, tem-se que eventuais alterações no método tradicional, irá impactar no custo do projeto.

Desse modo, o poder público resolveu estabelecer o uso da metodologia BIM para elaboração de projetos, o que se deu por meio do decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que instituiu que, para execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, sejam elas feitas pelos órgãos ou pelas entidades da administração pública federal, juntamente com empresas privadas que participam de licitações de obras ou qualquer serviço de engenharia, devem ser usados *softwares* que apliquem a metodologia BIM, a fim de se obter maior precisão, transparência e eliminar o desperdício nas ações (SODRÉ, 2021).

O decreto presidencial nº 10.306 (BRASIL, 2020) está baseado no plano de disseminação da tecnologia em âmbito nacional. Em seu art. 4º, o decreto prevê que a implementação do BIM ocorrerá de forma gradual, alicerçada em três fases sucessivas de implementação. A primeira fase teve seu início no dia 1 de janeiro de 2021, dispondo da aplicação do BIM em todos os projetos de arquitetura e engenharia, tendo como foco a realização de novas construções ou ampliações e reformas das obras existentes, consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10 do decreto, sendo ainda uma etapa de adaptação.

Já segunda fase tem data de início no dia 1 de janeiro de 2024 e, além de contemplar os critérios definidos na primeira fase, acrescenta a orçamentação e o planejamento da obra, juntamente com o controle da execução da obra, além de todas as modificações realizadas durante o processo, ou seja, deve ser gerado um *as built* do projeto. Por fim, conforme previsto na terceira fase do decreto 10.306, que deve entrar em vigor dia 1 de janeiro de 2028, é necessária a aplicação da metodologia BIM durante todo o ciclo de vida da obra, incluindo-se as etapas de gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a finalização da construção (BRASIL, 2020).

Portanto, este trabalho busca apresentar aos projetistas que visam desenvolver seus novos projetos, o uso da metodologia BIM, que será a base para os projetos futuros, como observado nas etapas descritas do decreto nacional. Além disso, este trabalho visa apresentar as suas vantagens, através do dimensionamento de um projeto elétrico de baixa tensão utilizando o *software* Autodesk®, o Revit® 2022.

2 UMA BREVE VISÃO DO *SOFTWARE* REVIT ®

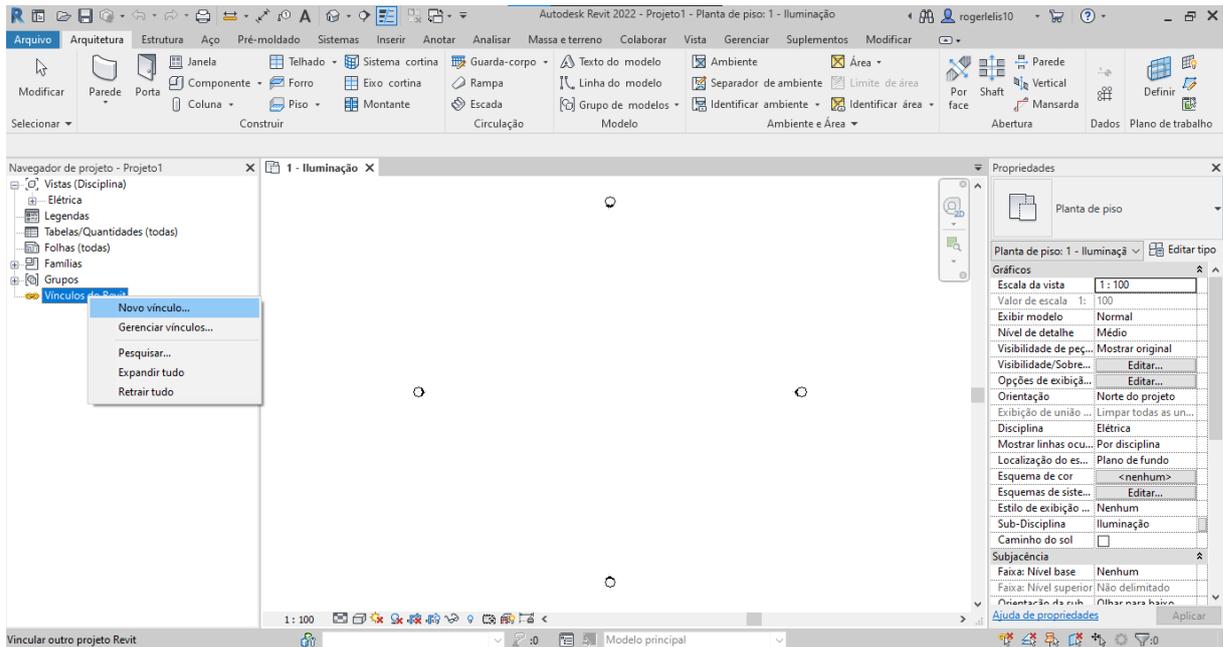
O *software* adotado para elaboração deste trabalho consiste no programa desenvolvido pela Autodesk ®, empresa especializada na elaboração de projetos. A Autodesk ® corresponde a uma instituição que possui diversos *softwares* para as mais diversas áreas do conhecimento que variam desde *softwares* para renderização de vídeos, *games* e animações 3D até *softwares* que elaboram placas de circuito impresso (PCB).

Tendo isso em vista, com a crescente e necessidade do uso da metodologia BIM, os desenvolvedores elaboraram um *software* que reúne todas as características para elaboração de um projeto em BIM, podendo ser usado por projetistas, construtores e desenvolvedores. O programa permite a elaboração de formas, estruturas, infraestruturas e sistemas de forma tridimensional, além de possibilitar a unificação de diversas disciplinas especializadas em um ambiente de trabalho único que pode, ou não, ser executado em um sistema de rede único, ou seja, em um servidor compartilhando o mesmo arquivo entre diversas pessoas (AUTODESK, 2023).

Dentre os setores que são unificados na elaboração do empreendimento se destacam o setor de arquitetura, setor de engenharia estrutural, setor de engenharia de MEP, isto é, mecânica, elétrica e tubulações, e, por fim, do setor de construção (AUTODESK, 2023).

Para o projeto em questão, utilizou-se de duas disciplinas para o desenvolvimento do projeto elétrico, sendo a disciplina de arquitetura e a disciplina de cabeamento estruturado. O Revit ® permite a criação de vínculos com os arquivos de cada disciplina, ou seja, quaisquer alterações em um desses arquivos serão evidenciadas no arquivo a qual está criado o vínculo e, com isso, é possível elaborar um projeto com grande riqueza de detalhes e já compatibilizado. A Figura 2 mostra o procedimento para criar um vínculo com o projeto.

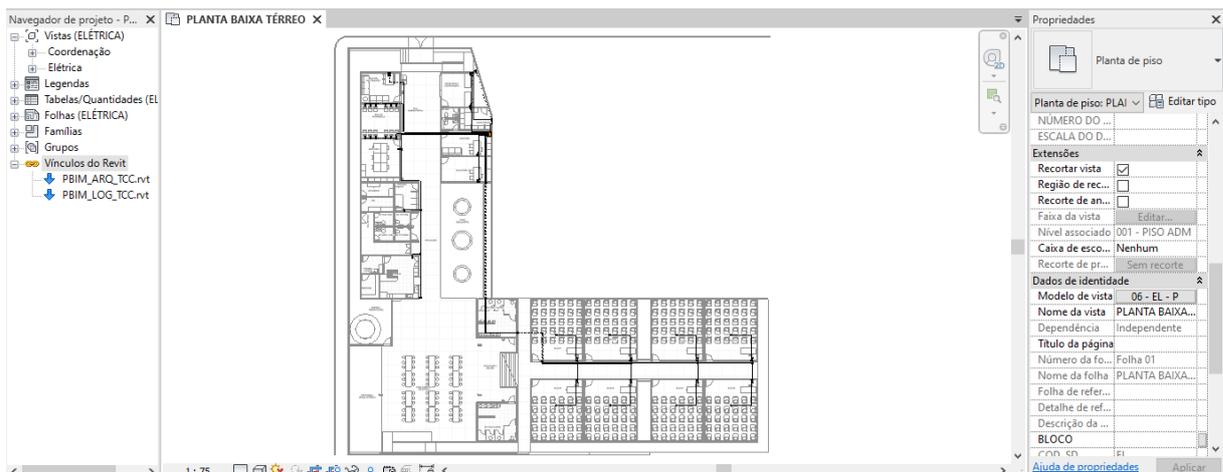
Figura 2 - Criação de vínculo



Fonte: O próprio autor (2023).

Dessa forma, com a aba inicial aberta, clica-se com o botão direito do *mouse* e, em seguida, clica em novo vínculo. Isso irá resultar em um *pop-up* para seleção do arquivo e, então, basta seguir até o arquivo de origem a qual se deseja criar o vínculo. Assim, a Figura 3 mostra os vínculos de arquitetura e cabeamento estruturado carregados no projeto.

Figura 3 - Vínculos carregados no projeto

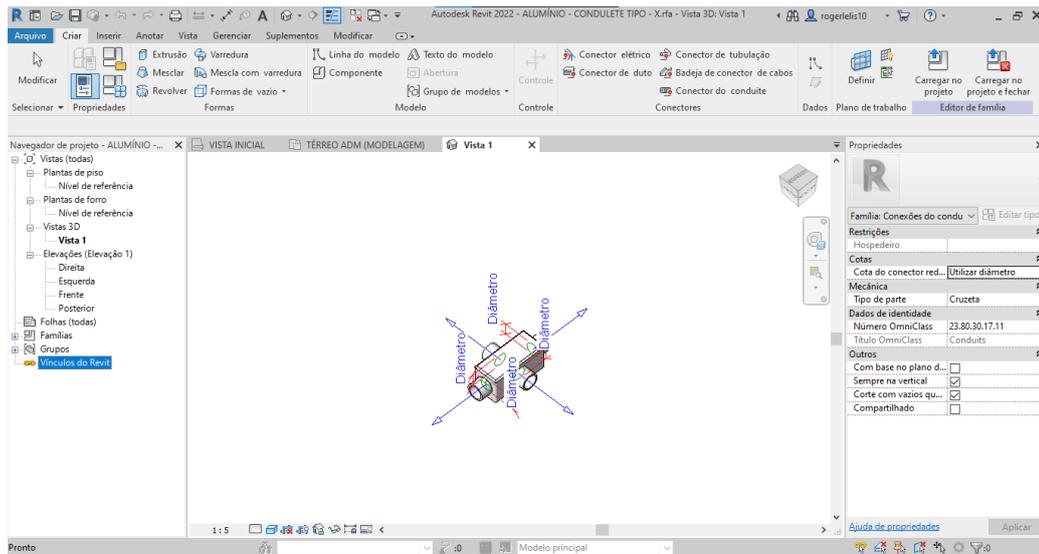


Fonte: O próprio autor (2023).

Vale salientar que os vínculos carregados não são passíveis de alteração dentro do projeto em questão. Para execução de alguma alteração, faz-se necessário ir até o arquivo original e, tal mudança, será refletida no arquivo no qual foi gerado o vínculo.

Além dos vínculos, o Revit ® também permite a modelagem de famílias, isto é, conjunto de objetos com diferentes visibilidades. A criação dessas famílias consiste no uso de catálogos de fabricantes, com o fito de obter as características e especificidades técnicas dos elementos modelados, e, dessa forma, serem reproduzidos de forma fiel na elaboração do projeto. A Figura 4 mostra a região para criação dessas famílias, sendo usado como exemplo o condutele tipo X.

Figura 4 - Ambiente para criação de famílias no Revit ®



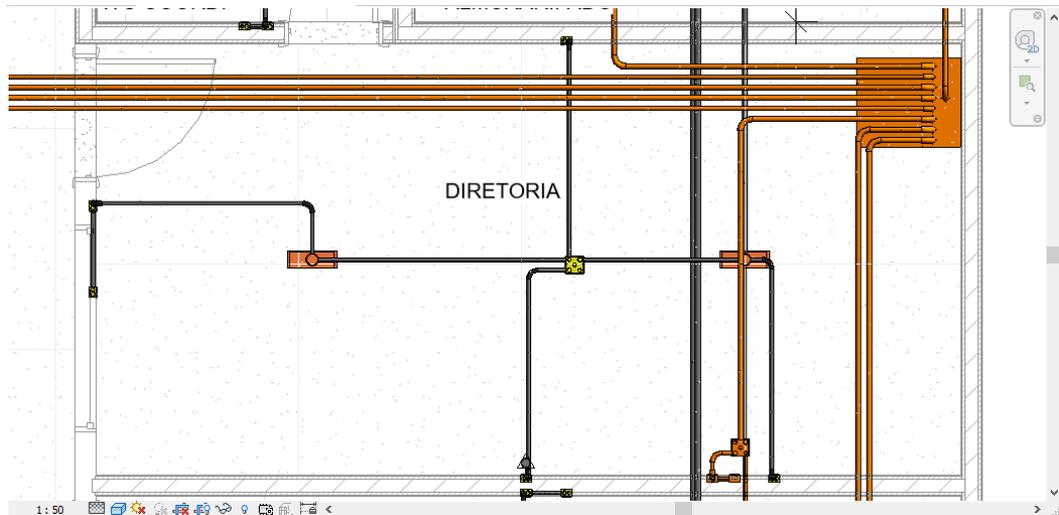
Fonte: O próprio autor (2023).

O desenvolvimento dessas famílias é de suma importância para a execução do projeto, uma vez que reproduzem com veracidade as características do equipamento, além de fornecer um detalhamento considerável, aproximando da realidade que será executado em obra.

Vale destacar que essas famílias não se restringem apenas para os condutes, elas podem ser usadas para criação de tomadas, isto é, tomadas simples, duplas e triplas, interruptores de seção única, dupla e tripla, além dos paralelos. Podem ser usadas para modelar infraestrutura elétrica como eletrodutos, eletrocalhas, perfilados e suas conexões para os diferentes tamanhos e, por fim, modelagem de equipamentos mais técnicos como câmeras com todas as suas especificidades de distância focal, raio de atuação, tamanho, renderização e envergadura de movimentação.

Outro ponto que o Revit ® possibilita para o usuário está na possibilidade de definir diferentes áreas de trabalhos, isto é, é possível a criação de diferentes vistas de trabalho, no qual são definidos critérios de visibilidades distintos. A Figura 5 apresenta o modelo de vista denominado de modelagem.

Figura 5 - Vista da modelagem da sala da diretoria

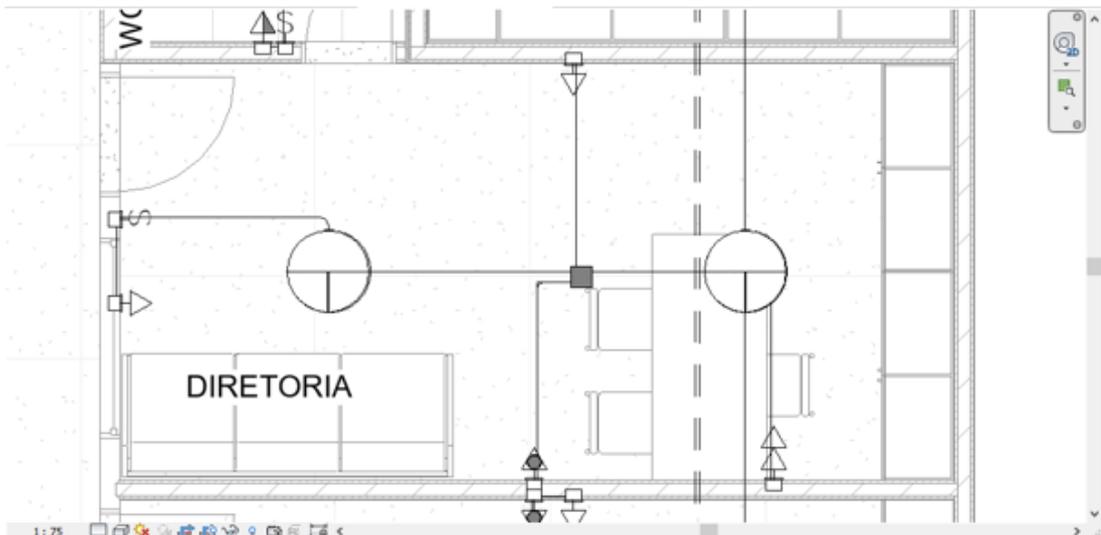


Fonte: O próprio autor (2023).

Nessa vista, são adotados os critérios de maior renderização da planta baixa, já que corresponde ao local onde a modelagem dos equipamentos e da infraestrutura é executada, com o objetivo de atender todas as necessidades da instalação.

Já a Figura 6 elucida a vista que será inserida em prancha, com uma renderização inferior, mas com os elementos comumente adotados pelo mercado e que garante total compreensão do projeto.

Figura 6 - Vista da planta baixa da sala da diretoria



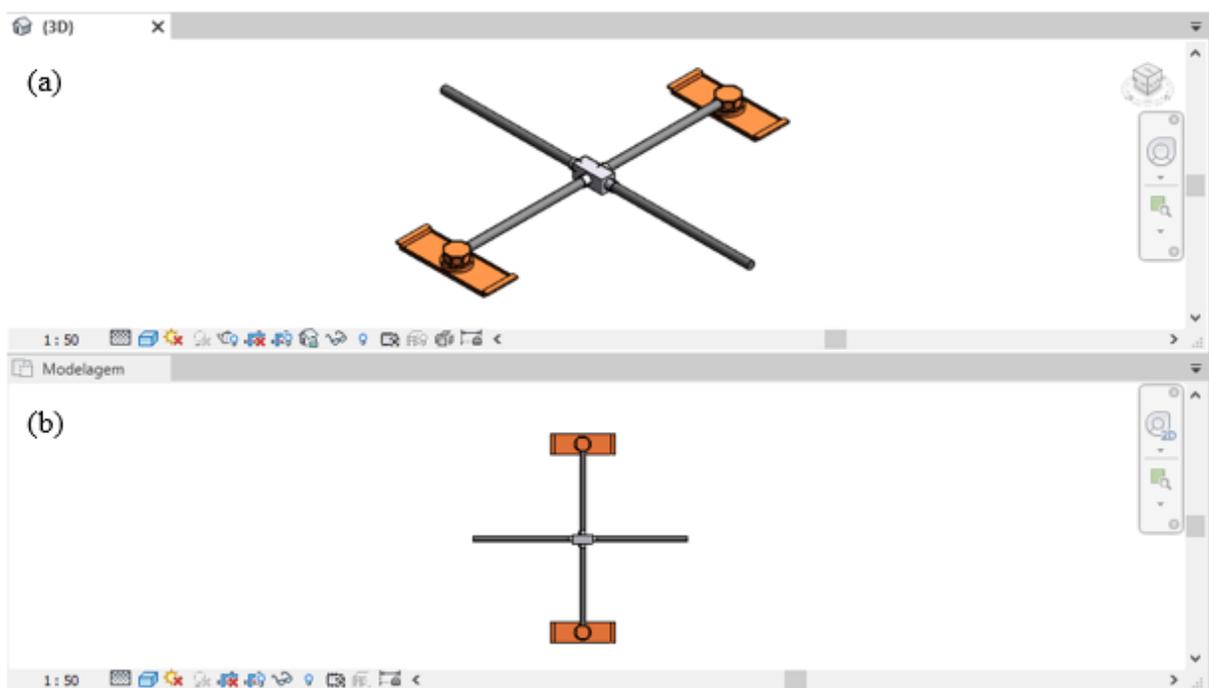
Fonte: O próprio autor (2023).

Vale salientar que nessa vista, ocultou-se o vínculo do projeto de cabeamento estruturado, uma vez que esse modelo visa destacar apenas o projeto elétrico.

Por fim, o processo de desenho no Revit ® é semelhante aos demais *softwares* de projetos, visto que em ambos os casos a modelagem se dá em 2D. Entretanto, apesar de elaborar as estruturas em duas dimensões, no Revit ®, é gerado automaticamente a estrutura no modelo tridimensional definido pela família.

A Figura 7 caracteriza esse poder e, com isso, nota-se que alocou duas luminárias, um condute tipo X e quatro segmentos de eletrodutos, podendo ser observado a vista em 3D (a) e a vista na planta baixa (b).

Figura 7 - Caracterização de modelo 3D (a) e 2D (b)



Fonte: O próprio autor (2023).

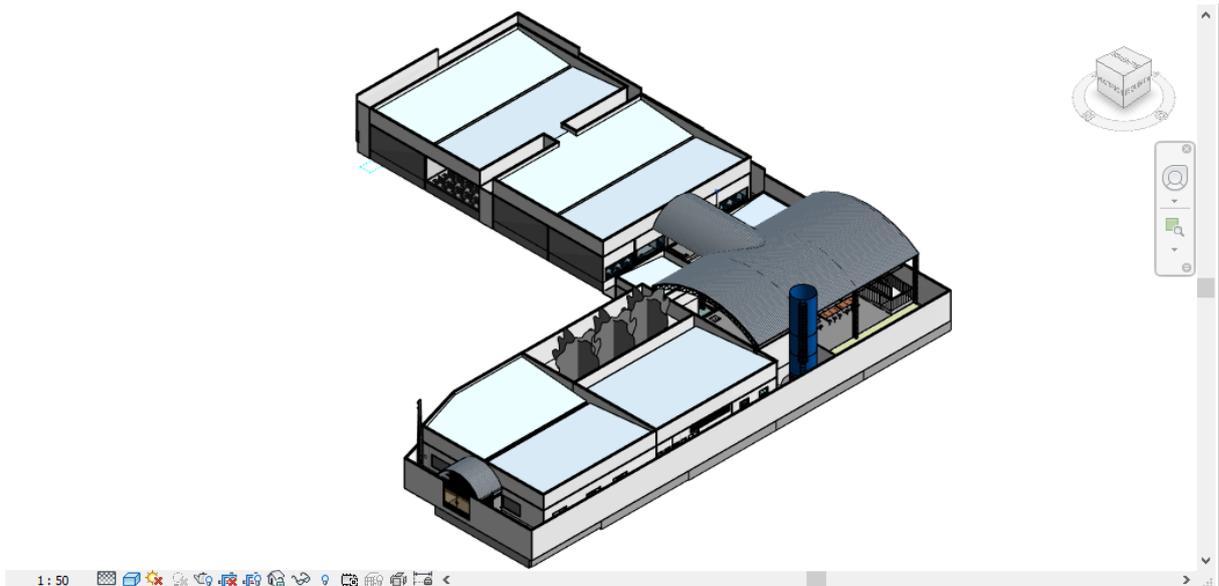
Diante dessa realidade, nota-se as várias utilidades que o *software* proporciona para desenvolvimento de um projeto para as mais diversas áreas de atuação, nesse caso, em especial, a elétrica.

A edificação usada para evidenciar o uso da metodologia BIM, em conjunto com o Revit ®, corresponde a um empreendimento escolar, localizado no interior do Estado da Bahia. Ele matricula alunos do fundamental anos iniciais, isto é, 1º ao 5º ano, além do fundamental anos finais, ou seja, do 6º ao 9º ano. Vale destacar que foi autorizado somente o uso da arquitetura, não sendo permitida, a identificação da escola. Dessa forma, para a instituição acadêmica será adotada o nome de Escola X.

Por estar localizada na Bahia, a distribuidora responsável pelo atendimento do fornecimento de energia elétrica, pertence a Companhia Neoenergia, na subsidiária da Bahia, comumente chamada de Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA.

A Figura 8 exibe a vista isométrica da instituição escolar, com a aplicação de texturas definidas e caracterizadas no *software* para dar ênfase no detalhamento da área de estudo.

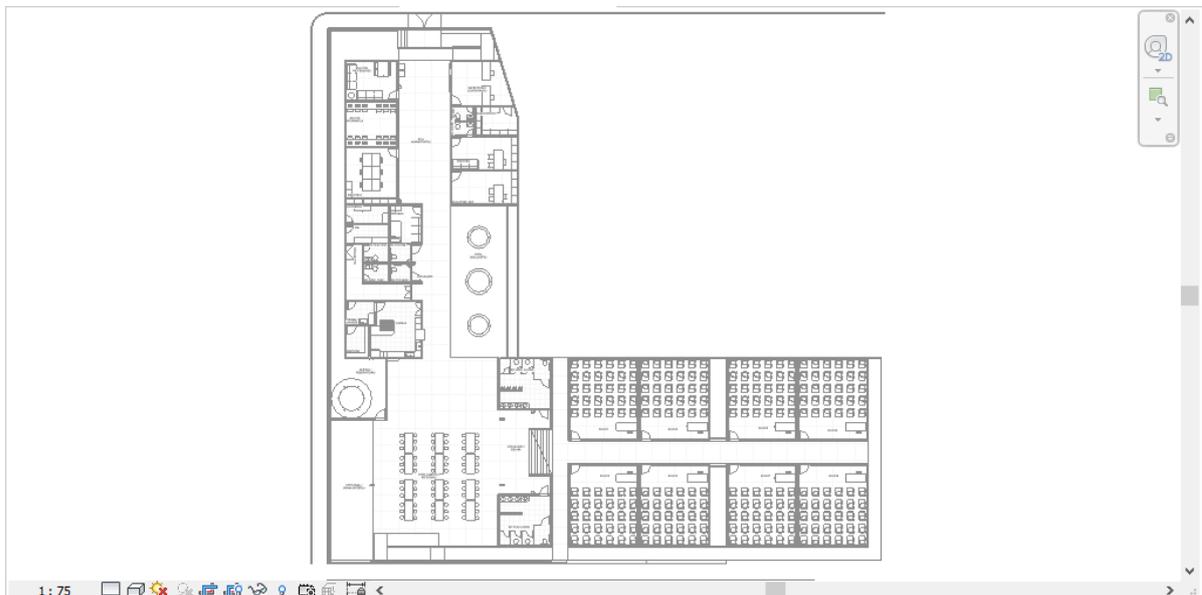
Figura 8 - Vista isométrica do empreendimento escolar



Fonte: O próprio autor (2023).

Já a Figura 9 revela a planta baixa com a alocação dos móveis.

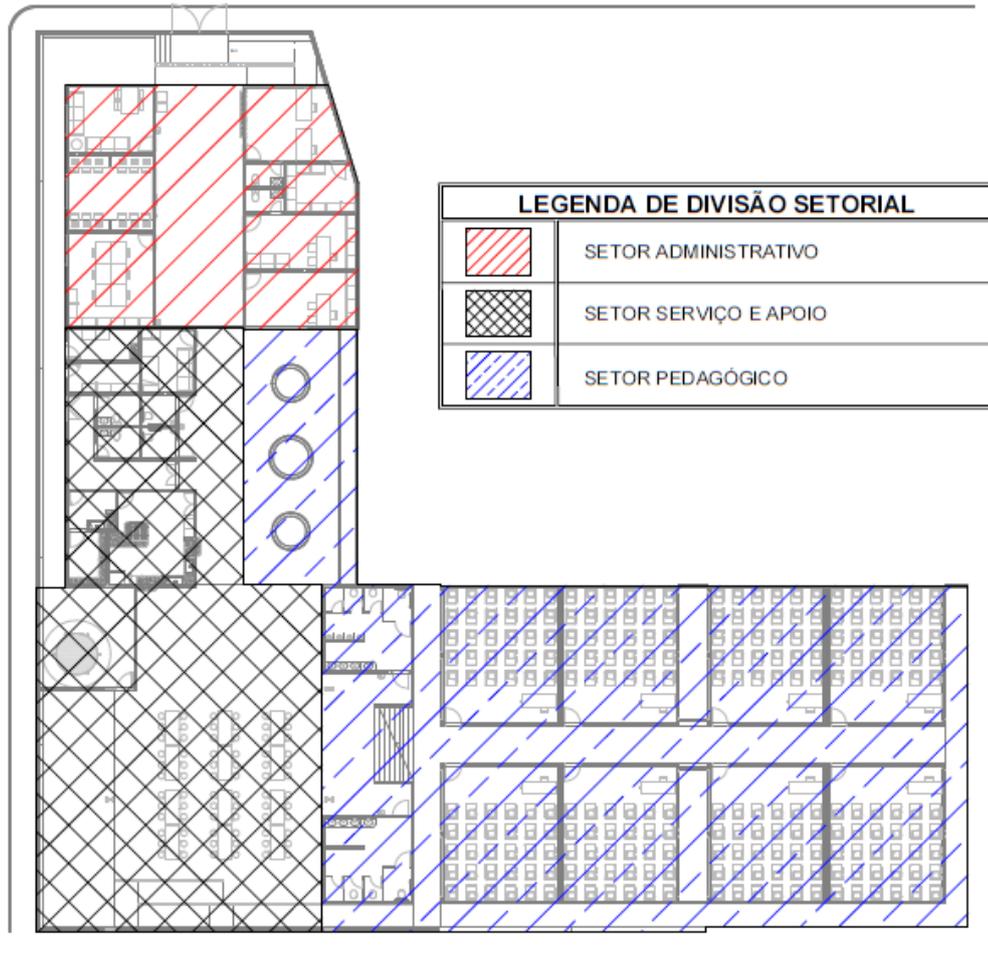
Figura 9 - Planta baixa da instituição acadêmica



Fonte: O próprio autor (2023).

Ademais, tem-se que a Escola X foi dividida em três setores, o Setor Administrativo, Setor de Serviço e Apoio e o Setor Pedagógico. A Figura 10 apresenta a divisão física dos setores na planta baixa da edificação.

Figura 10 - Divisão setorial do empreendimento escolar



Fonte: O próprio autor (2023).

Tal setorização deu-se com o objetivo de apresentar maior organização e funcionalidade da entidade acadêmica.

3 PREMISSAS E CRITÉRIOS DE PROJETO

Segundo Mamede (2017) esta etapa é de grande importância, visto que é nela que o projeto tomará forma pelo levantamento de necessidades, posicionamento das cargas e seu dimensionamento para, então, elaborar os cálculos com o intuito de determinar a seção dos condutores, proteção e infraestrutura elétrica.

3.1 Divisão de circuitos

Este tópico tem como finalidade evidenciar a divisão dos circuitos da instalação elétrica. Desse modo, a divisão dos quadros elétricos se deu mediante a alocação de três quadros de distribuição, tratando-se do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), o Quadro de Distribuição de Circuitos 2 (QDC2) e o Quadro de Distribuição de Circuitos 3 (QDC3).

Com isso, tem-se que o QGBT será responsável por alimentar a área destinada como setor Administrativo, o QDC2 fornecerá energia para o setor de Serviço e Apoio e, por fim, o QDC3 será o responsável pelo setor Pedagógico.

A divisão dos circuitos terminais da instalação levou em consideração a alocação dos quadros de distribuição além das necessidades apresentadas na arquitetura, bem como dos itens descritos no item 4.2.5.2 da norma técnica brasileira para instalações elétricas de baixa tensão, ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008), os quais são segurança, conservação de energia, função, produção e manutenção.

Além disso, também levou-se em consideração os requisitos previstos nos itens 4.2.5.3 a 4.2.5.6 desta norma, dentre as principais informações, destacam-se a necessidade da individualização dos circuitos mediante a função do equipamento, além dos que requerem uma necessidade de controle específico, sendo levado em consideração, ainda, eventuais ampliações futuras e, por fim, que os circuitos terminais sejam alocados entre as fases de alimentação de modo a apresentar o maior equilíbrio possível.

3.2 Levantamento das cargas de iluminação

De acordo com a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) a previsão de carga de iluminação deve ter seus critérios mínimos atendidos segundo os critérios previstos no item 9.5.2.1.2.

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

- b) 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 4 m² inteiros.

Outra forma de determinar a carga de iluminação é por meio da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) que corresponde a norma para iluminação de ambientes de trabalho, sendo comumente utilizada para projetos luminotécnicos, no qual é definido um número mínimo de iluminância para cada estação de trabalho.

Vale salientar que para o levantamento das cargas de iluminação adotou-se a utilização do projeto luminotécnico já fornecido pela contratante. Desse modo, a Tabela 1 apresenta o valor da potência e a quantidade de luminárias para os circuitos de iluminação de cada quadro.

Tabela 1 - Descrição dos dados obtidos no projeto luminotécnico

Iluminação do QGBT				
Circuito	Utilização	Iluminação (W)		
		1x12	1x30	1x50
I1	Iluminação ADM	2	1	21
Iluminação do QDC2				
Circuito	Utilização	Iluminação (W)		
		1x12	1x30	1x50
I1	Iluminação Serviço e Apoio + Pátio	9	7	16
Iluminação do QDC3				
Circuito	Utilização	Iluminação (W)		
		1x12	1x30	1x50
I1	Iluminação Externa	17	-	-
I2	Iluminação WC	12	-	-
I3	Iluminação Salas e Corredor	-	6	48

Fonte: O próprio autor (2023).

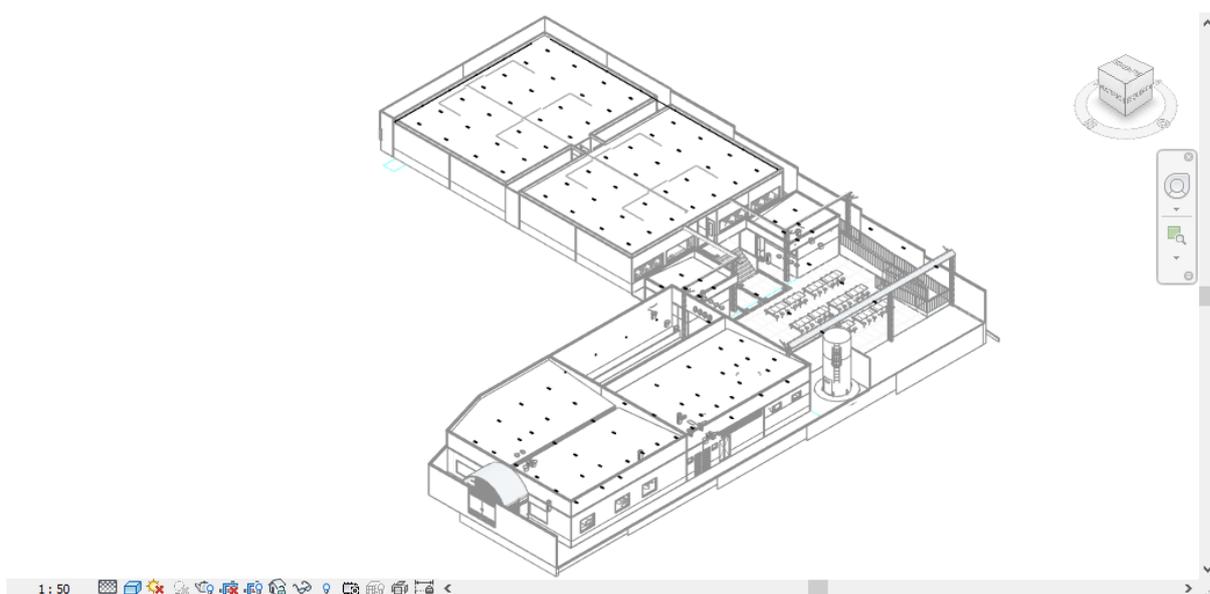
Dessa forma, a Figura 11 apresenta a planta baixa com a alocação das luminárias, enquanto a Figura 12 corresponde à vista isométrica das luminárias.

Figura 11 - Planta baixa com alocação das luminárias



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 12 - Vista isométrica de alocação das luminárias



Fonte: O próprio autor (2023).

Assim, é possível notar a alocação das luminárias para os três setores do empreendimento escolar, inclusive nas áreas não cobertas.

3.3 Levantamento das cargas de tomadas

Segundo ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) os pontos de tomadas para uso geral (TUG), devem variar de acordo com o ambiente em que se encontra, além dos equipamentos elétricos que serão utilizados no local de instalação. Atentando-se para os seguintes critérios mínimos:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próxima ao lavatório com potência 100 VA por ponto de tomada;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinha, áreas e serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 metros, ou fração de perímetro, cuja potência atotada para os três primeiros pontos de tomadas de 60 VA e os demais com 100 VA.

Além disso, para as demais áreas da instalação, levou-se em consideração o ambiente e a arquitetura local para atribuição do número de tomadas, bem como sua potência, com o fito de apresentar mais eficiência e usabilidade do empreendimento.

Já para as tomadas de uso específico (TUE), ou seja, aquelas tomadas cuja corrente nominal ultrapassa 10 A, faz-se a necessidade de apresentarem um circuito exclusivo para alimentação dessas cargas. Entretanto, como boa prática de projeto, recomenda-se o uso de circuitos exclusivos para alimentação de máquinas de condicionamento de ar, mesmo que elas não apresentem corrente nominal superior a 10 A.

Diante dessa realidade, a Tabela 2 elucida as cargas de tomadas para uso geral.

Tabela 2 - Descrição das cargas de TUG

Tomadas de uso geral do QGBT			
Circuito	Utilização	Força (VA)	
		100 VA	600 VA
C1	T.U.G. ADM 1	12	2
C2	T.U.G. ADM 2	10	-
C3	T.U.G Informática 1	-	6
C4	T.U.G Informática 2	-	6
Tomadas de uso geral do QDC2			
Circuito	Utilização	Força (VA)	
		100 VA	600 VA
C1	T.U.G. Lavanderia	-	2
C2	T.U.G. Repouso + WC	4	4
C3	T.U.G Cozinha	3	4
Tomadas de uso geral do QDC3			
Circuito	Utilização	Força (VA)	
		100 VA	600 VA
C1	T.U.G. WC Masc. e Fem.	-	4

C2	T.U.G Salas 01, 02, 05 e 06	12	-
C3	T.U.G Salas 03, 04, 07 e 08	12	-

Fonte: O próprio autor.

Já a Tabela 3 caracteriza as cargas para uso específico e as cargas dos condicionadores de ar, ambas as tabelas por quadro de distribuição. Nota-se que diferente das TUG, as *Splits* representam as principais cargas da edificação.

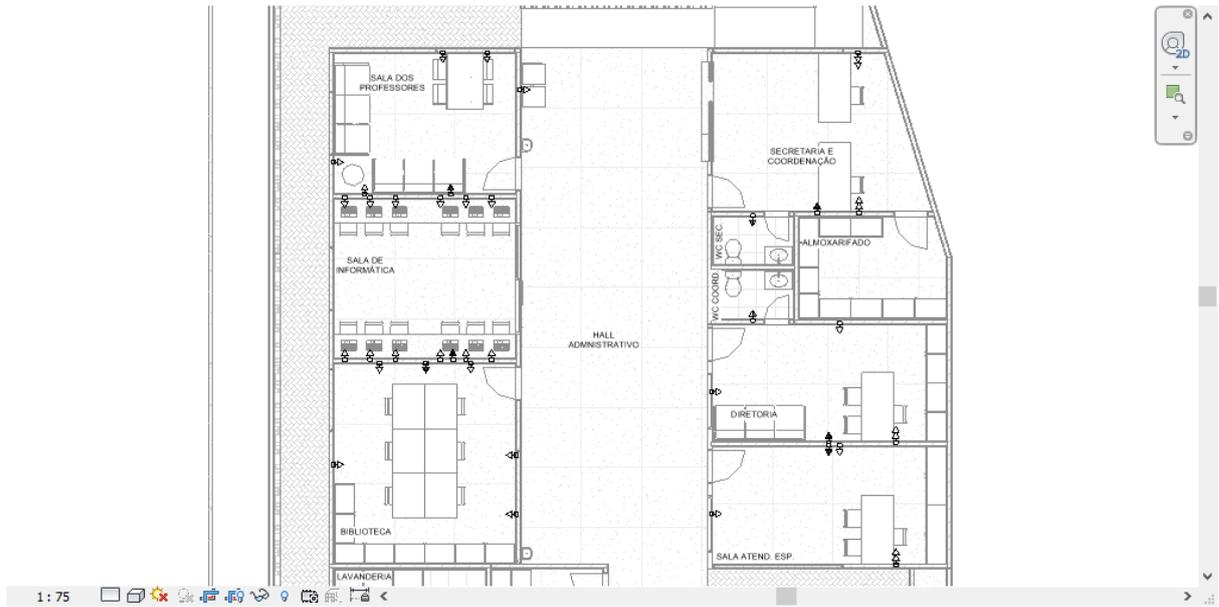
Tabela 3 - Descrição das cargas de TUE e dos condicionadores de Ar

Cargas específicas do QGBT			
Circuito	Utilização	Potência (W)	Potência (VA)
C5	Split Secretaria 12000 BTU	1080	1350
C6	Split Diretoria 12000 BTU	1080	1350
C7	Split Atendimento Especial 12000 BTU	1080	1350
C8	Split Sala dos Professores 12000 BTU	1080	1350
C9	Split Sala de Informática 12000 BTU	1080	1350
C10	Split Biblioteca 12000 BTU	1080	1350
Cargas específicas do QDC2			
Circuito	Utilização	Potência (W)	Potência (VA)
C4	T.U.E Cozinha	2500	3125
C5	Split Repouso 12000 BTU	1080	1350
Cargas específicas do QDC3			
Circuito	Utilização	Potência (W)	Potência (VA)
C4	Split Sala 01 24.000 BTUs	2150	2688
C5	Split Sala 02 24.000 BTUs	2150	2688
C6	Split Sala 03 24.000 BTUs	2150	2688
C7	Split Sala 04 24.000 BTUs	2150	2688
C8	Split Sala 05 24.000 BTUs	2150	2688
C9	Split Sala 06 24.000 BTUs	2150	2688
C10	Split Sala 07 24.000 BTUs	2150	2688
C11	Split Sala 08 24.000 BTUs	2150	2688
C12	Projeter Sala 01, 02, 05 e 06	1200	1500
C13	Projeter Sala 03, 04, 07 e 08	1200	1500

Fonte: O próprio autor (2023).

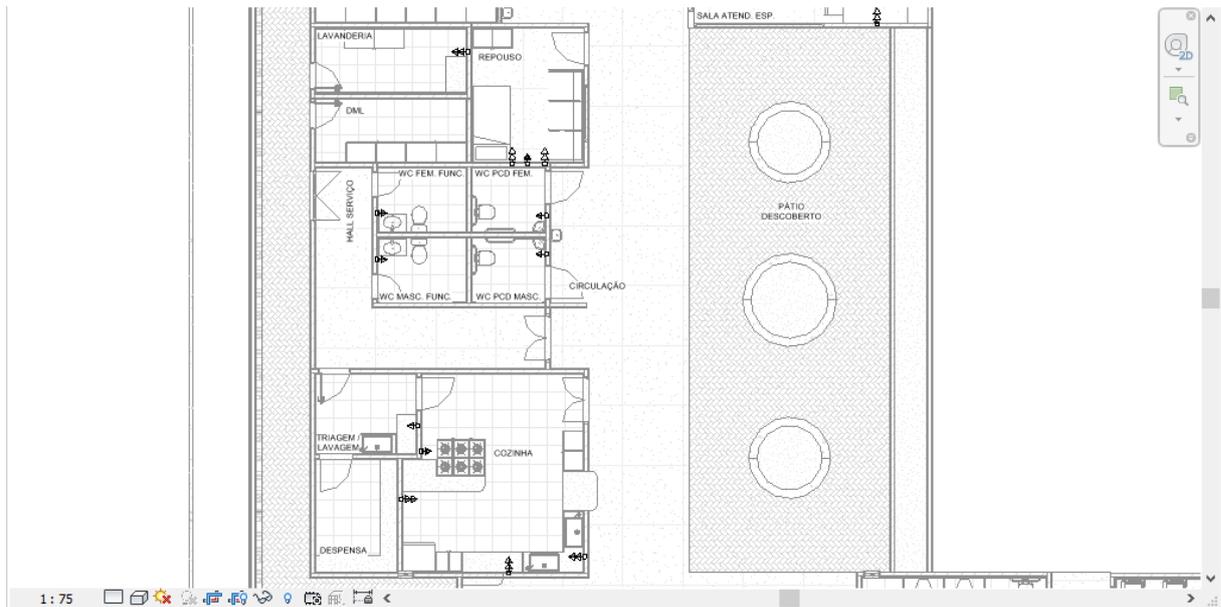
Outrossim, a Figura 13 apresenta o posicionamento dessas cargas na planta baixa da instalação para o setor administrativo, enquanto a Figura 14 a posição para o setor de serviço e apoio e a Figura 15 para as cargas do setor pedagógico.

Figura 13 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor administrativo



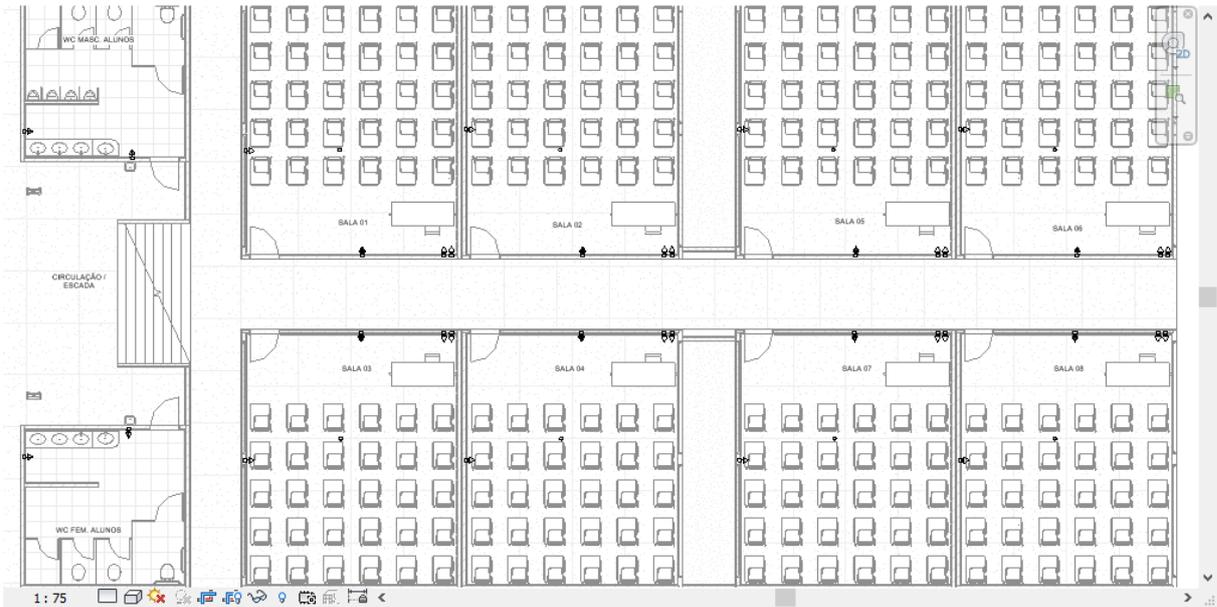
Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 14 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor de serviço e apoio



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 15 - Posicionamento das cargas de tomadas do setor pedagógico



Fonte: O próprio autor (2023).

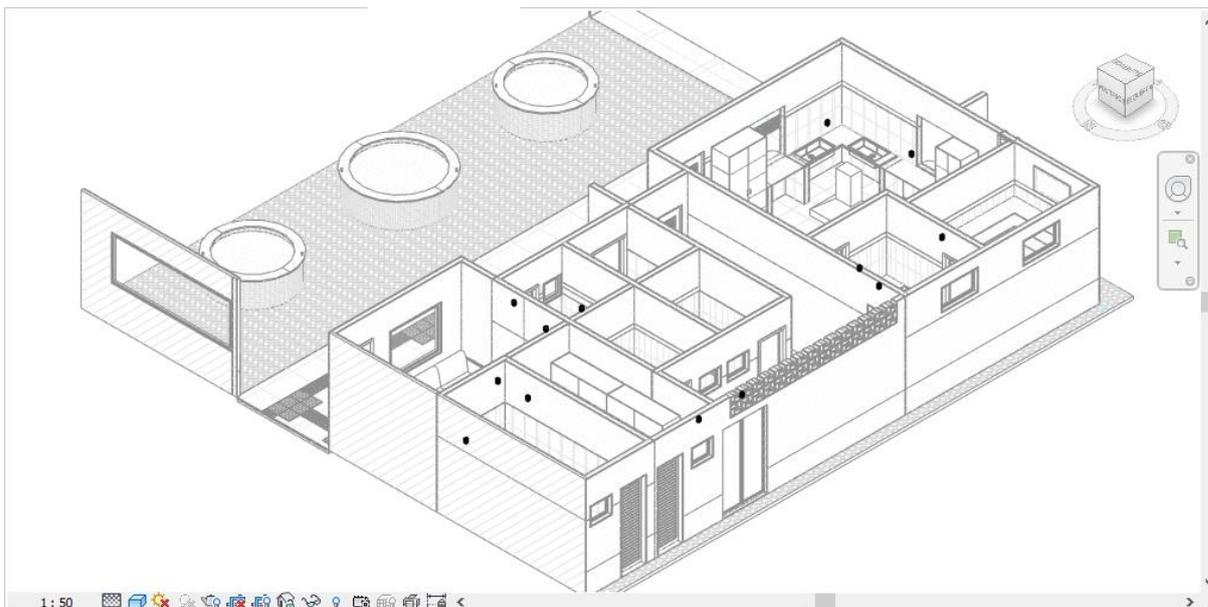
Em tempo, a Figura 16, Figura 17 e Figura 18 evidenciam as vistas isométricas das cargas de tomadas do setor administrativo, setor de serviço e apoio e do setor pedagógico, respectivamente.

Figura 16 - Vista isométrica das tomadas do setor administrativo



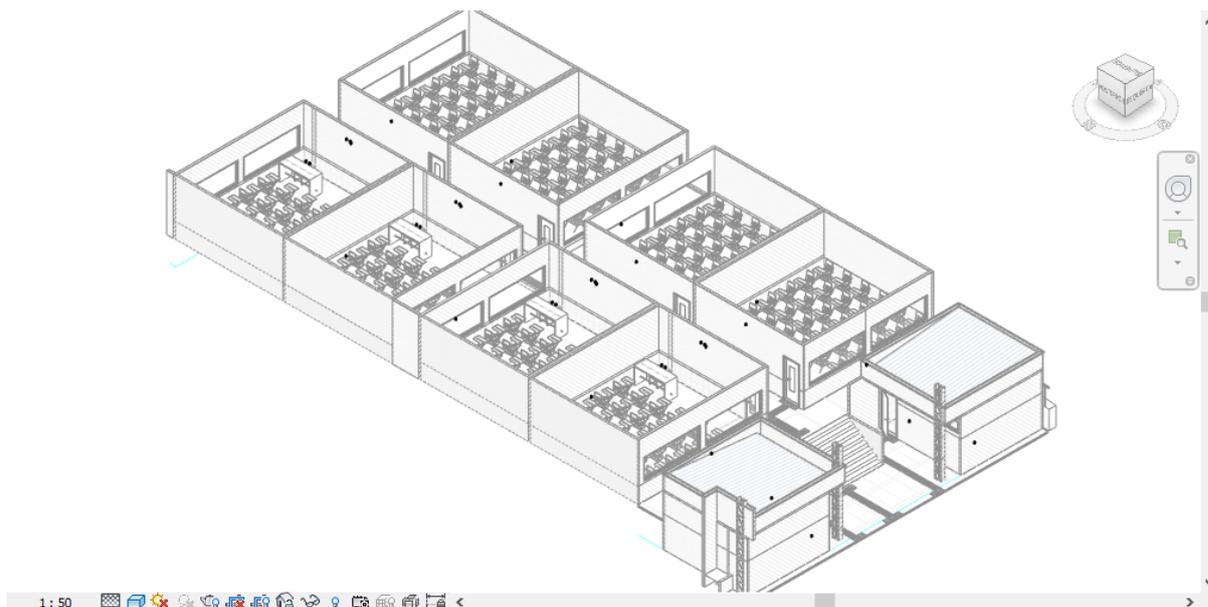
Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 17 - Vista isométrica das tomadas do setor de serviço e apoio



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 18 - Vista isométrica das tomadas do setor pedagógico



Fonte: O próprio autor (2023).

3.4 Dimensionamento dos condutores

Os condutores elétricos são parte essenciais de uma instalação elétrica, uma vez que eles são responsáveis por levar a corrente elétrica para os usuários finais. Desse modo, o dimensionamento dos condutores, também chamados de alimentadores, são com base no valor

da corrente do circuito a qual pertencem, sendo calculados mediante a Equação 1 para circuitos monofásicos e a Equação 2 para circuitos trifásicos. Os critérios adotados para o dimensionamento dos alimentadores foram o da Capacidade de Corrente e Queda de Tensão. Vale salientar que a seção dos condutores deve atender a todos os critérios de forma simultânea.

Ademais, o critério de mínimo de seção também foi levado em consideração, visto que segundo a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) o circuito de iluminação requer uma seção mínima de 1,5 mm² e os circuitos de tomadas de uso geral necessitam de uma seção mínima de 2,5 mm². Diante dessa realidade, com o fito de obter maior margem de expansão e eficiência da edificação, adotou-se o critério mínimo para ambos os tipos de circuito, isto é, uma seção de 2,5 mm².

$$I_C = \frac{S_C}{V_{FN}} \quad (1)$$

Onde,

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

S_C → Potência nominal do circuito, em VA;

V_{FN} → Tensão monofásica, em V.

$$I_C = \frac{S_C}{\sqrt{3} * V_{FF}} \quad (2)$$

Onde,

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

S_C → Potência nominal do circuito, em VA;

V_{FF} → Tensão trifásica, em V.

Desse modo, a Tabela 4 retrata os valores das correntes nominais dos circuitos terminais por quadro de distribuição.

Tabela 4 - Corrente nominal dos circuitos terminais

‘Corrente nominal dos circuitos do QGBT				
Circuito	Utilização	Potência (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
I1	Iluminação ADM	1104	220	5,02
C1	T.U.G. ADM 1	2400	220	10,91
C2	T.U.G. ADM 2	1000	220	4,55
C3	T.U.G Informática 1	3600	220	16,36
C4	T.U.G Informática 2	3600	220	16,36
C5	Split Secretaria	1350	220	6,14
C6	Split Diretoria	1350	220	6,14
C7	Split Atendimento Especial	1350	220	6,14

C8	Split Sala dos Professores	1350	220	6,14
C9	Split Sala de Informática	1350	220	6,14
C10	Split Biblioteca	1350	220	6,14
Q1	QDC2	19789	380	30,07
Q2	QDC3	32909	380	50,00
Corrente nominal dos circuitos do QDC2				
Circuito	Utilização	Potência (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
I1	Iluminação Serviço e Apoio + Pátio	1118	220	5,08
C1	T.U.G. Lavanderia	1200	220	5,45
C2	T.U.G. Repouso + WC	2800	220	12,73
C3	T.U.G Cozinha	2700	220	12,27
C4	T.U.E Cozinha	3125	220	14,20
C5	Split Repouso	1350	220	6,14
Q1	QB - 1	2800	380	4,25
Corrente nominal dos circuitos do QDC3				
Circuito	Utilização	Potência (VA)	Tensão (V)	Corrente (A)
I1	Ilum. Externa	204	220	0,93
I2	Iluminação WC	180	220	0,82
I3	Iluminação Sala 01 a 08 + Corredor	3225	220	14,66
C1	T.U.G. WC Masc. e Fem.	2400	220	10,91
C2	T.U.G Salas 01, 02, 05 e 06	1200	220	5,45
C3	T.U.G Salas 03, 04, 07 e 08	1200	220	5,45
C4	Split Sala 01 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C5	Split Sala 02 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C6	Split Sala 03 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C7	Split Sala 04 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C8	Split Sala 05 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C9	Split Sala 06 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C10	Split Sala 07 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C11	Split Sala 08 24.000 BTUs	2688	220	12,22
C12	Projeter Sala 01, 02, 05 e 06	1500	220	6,82
C13	Projeter Sala 03, 04, 07 e 08	1500	220	6,82

Fonte: O próprio autor (2023).

3.4.1 Critério da capacidade de corrente

O critério da capacidade de corrente consiste, de acordo com a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008), em determinar a seção mínima que garanta o funcionamento e longevidade dos condutores elétricos, uma vez que, durante o período de funcionamento, o condutor está diretamente ligado ao Efeito Joule produzido pela passagem da corrente elétrica.

Com isso, a seção dos condutores é tabelada na ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) e, nas tabelas, são levadas em considerações o método de referência, que consiste na forma que será instalado os condutores elétricos, o tipo de material do condutor, isolamento, temperatura no condutor e a quantidade de condutores carregados. Dessa forma, com o valor da corrente nominal do circuito dimensionado, o valor da seção do alimentador será aquele que apresente corrente nominal igual ou superior à corrente que foi calculada.

Tendo isso em vista, a Tabela 5 denota os valores das seções dos circuitos determinadas pelo critério da capacidade de condução de corrente.

Tabela 5 - Valores da seção dos condutores pelo critério de condução de corrente

Seção nominal dos circuitos do QGBT pelo critério de condução de corrente				
Circuito	Corrente (A)	Método de referência	Condutores Carregados	Seção (mm ²)
I1	5,02	B1	2	2,5
C1	10,91	B1	2	2,5
C2	4,55	B1	2	2,5
C3	16,36	B1	2	2,5
C4	16,36	B1	2	2,5
C5	6,14	B1	2	2,5
C6	6,14	B1	2	2,5
C7	6,14	B1	2	2,5
C8	6,14	B1	2	2,5
C9	6,14	B1	2	2,5
C10	6,14	B1	2	2,5
Q1	30,07	B1	3	6,0
Q2	50,00	B1	3	16,0
Seção nominal dos circuitos do QDC2 pelo critério de condução de corrente				
Circuito	Corrente (A)	Método de referência	Condutores Carregados	Seção (mm ²)
I1	5,08	B1	2	2,5
C1	5,45	B1	2	2,5
C2	12,73	B1	2	2,5
C3	12,27	B1	2	2,5
C4	14,20	B1	2	2,5
C5	6,14	B1	2	2,5
Q1	4,25	B1	3	2,5
Seção nominal dos circuitos do QDC3 pelo critério de condução de corrente				
Circuito	Corrente (A)	Método de referência	Condutores Carregados	Seção (mm ²)
I1	0,93	B1	2	2,5
I2	0,82	B1	2	2,5

I3	14,66	B1	2	2,5
C1	10,91	B1	2	2,5
C2	5,45	B1	2	2,5
C3	5,45	B1	2	2,5
C4	12,22	B1	2	2,5
C5	12,22	B1	2	2,5
C6	12,22	B1	2	2,5
C7	12,22	B1	2	2,5
C8	12,22	B1	2	2,5
C9	12,22	B1	2	2,5
C10	12,22	B1	2	2,5
C11	12,22	B1	2	2,5
C12	6,82	B1	2	2,5
C13	6,82	B1	2	2,5

Fonte: O próprio autor (2023).

3.4.2 Critério da queda de tensão

A ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) prevê que a queda de tensão do empreendimento não deve ser superior a 5% para o ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição e 7% para os demais casos.

De acordo com Mamede (2017), existem duas formas de determinar a seção mínima do condutor pelo critério da queda de tensão, sendo uma a forma simplificada e a outra a equação completa. A equação simplificada é representada pela Equação 3, para circuito monofásico, e pela Equação 4 para circuito trifásico, elas apresentam resultados muito próximos da equação completa, Equação 5, para as seções de 1,5 mm² até 25 mm², pois a influência da reatância do condutor é baixa.

$$S_C = \frac{200 * \rho * L_C * I_C}{\Delta V_C * V_{FN}} \quad (3)$$

Onde,

S_C → Seção mínima, em mm²;

ρ → Resistividade do material condutor (cobre): 1/56 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

L_C → Comprimento do circuito, em m;

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

ΔV_C → Queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

V_{FN} → Tensão monofásica, em V.

$$S_C = \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * L_C * I_C}{\Delta V_C * V_{FF}} \quad (4)$$

Onde,

S_C → Seção mínima, em mm²;

ρ → Resistividade do material condutor (cobre): 1/56 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

L_C → Comprimento do circuito, em m;

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

ΔV_C → Queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

V_{FF} → Tensão trifásica, em V.

Para seções superiores a 25 mm² a influência da reatância já é significativa para determinar a seção e, por isso, deve ser levada em consideração no cálculo (MAMEDE, 2017). A Equação 5 evidencia a queda de tensão para uma determinada seção, sendo levada em consideração a resistência e reatância do condutor que difere de fabricante para fabricante.

$$\Delta V_C = \frac{\sqrt{3} * L_C * I_C * [R * \cos(\phi) + X * \text{sen}(\phi)]}{10 * N_{CP} * V_{FF}} \quad (5)$$

Onde,

ΔV_C → Queda de tensão do circuito, em %;

L_C → Comprimento do circuito, em m;

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

R → Resistência do condutor, em m Ω/m ;

X → Reatância do condutor, em m Ω/m ;

ϕ → Ângulo do fator de potência;

N_{CP} → Número de condutores em paralelo por fase;

V_{FF} → Tensão trifásica, em V.

Com isso, dimensionou-se a seção dos condutores pelo critério da queda de tensão, sendo os valores encontrados descritos na Tabela 6. Vale destacar que, usou-se as equações 3 e 4 para calcular a seção mínima.

Tabela 6 - Valores da seção dos condutores pelo critério da queda de tensão

Seção nominal dos circuitos do QGBT pelo critério de queda de tensão					
Circuito	Tensão (V)	Corrente (A)	Comprimento (m)	Queda de tensão admitida em projeto (%)	Seção (mm ²)
I1	220	5,02	27,50	2,0	2,5
C1	220	10,91	22,00	2,0	2,5

C2	220	4,55	29,00	2,0	2,5
C3	220	16,36	21,00	2,0	2,5
C4	220	16,36	24,00	2,0	2,5
C5	220	6,14	7,00	2,0	2,5
C6	220	6,14	15,00	2,0	2,5
C7	220	6,14	19,00	2,0	2,5
C8	220	6,14	16,00	2,0	2,5
C9	220	6,14	22,00	2,0	2,5
C10	220	6,14	26,00	2,0	2,5
Q1	380	30,07	32,00	2,0	4,0
Q2	380	50,00	54,00	2,0	10,0

Seção nominal dos circuitos do QDC2 pelo critério de queda de tensão

Circuito	Tensão (V)	Corrente (A)	Comprimento (m)	Queda de tensão admitida em projeto (%)	Seção (mm ²)
I1	220	5,08	37,00	2,0	2,5
C1	220	5,45	14,70	2,0	2,5
C2	220	12,73	17,30	2,0	2,5
C3	220	12,27	10,00	2,0	2,5
C4	220	14,20	6,95	2,0	2,5
C5	220	6,14	14,90	2,0	2,5
Q1	380	4,25	13,20	2,0	2,5

Seção nominal dos circuitos do QDC3 pelo critério de queda de tensão

Circuito	Tensão (V)	Corrente (A)	Comprimento (m)	Queda de tensão admitida em projeto (%)	Seção (mm ²)
I1	220	0,93	66,00	2,0	2,5
I2	220	0,82	37,00	2,0	2,5
I3	220	14,66	32,00	2,0	2,5
C1	220	10,91	22,00	2,0	2,5
C2	220	5,45	43,00	2,0	2,5
C3	220	5,45	43,00	2,0	2,5
C4	220	12,22	13,00	2,0	2,5
C5	220	12,22	19,30	2,0	2,5
C6	220	12,22	32,40	2,0	2,5
C7	220	12,22	38,70	2,0	2,5
C8	220	12,22	18,00	2,0	2,5
C9	220	12,22	24,30	2,0	2,5
C10	220	12,22	32,40	2,0	2,5
C11	220	12,22	38,70	2,0	2,5
C12	220	6,82	37,00	2,0	2,5
C13	220	6,82	37,00	2,0	2,5

Fonte: O próprio autor (2023).

Ademais, vale destacar que para os circuitos referentes as *Splits*, isto é, os condicionadores de ar, adotou-se o valor de seção igual a 4,0 mm², uma vez que buscou-se garantir uma maior segurança para a instalação no momento da partida desses equipamentos. Tais valores estão representados no diagrama unifilar e no quadro de carga em anexo.

3.5 Dimensionamento das proteções

Os elementos que fazem parte de uma instalação elétrica, isto é, alimentadores e equipamentos elétricos, devem ser protegidos contra curto-circuito e contra sobrecarga (NISKIER; MACINTYRE, 2008). Os dispositivos de proteção que serão responsáveis pela proteção do empreendimento são os disjuntores termomagnéticos (DTM), os interruptores diferencial-residuais (IDR) e os dispositivos de proteção contra surtos (DPS), sendo cada equipamento responsável por proteger contra sinistros específicos que ocorram a instalação, protegendo as pessoas e os equipamentos.

3.5.1 Disjuntores termomagnéticos (DTM)

Os disjuntores termomagnéticos são dispositivos de proteção e manobra capazes de proteger contra curto-circuito e sobrecarga de corrente, isto é, se a intensidade de corrente encontrar-se acima do valor suportado pelo condutor, este poderá sofrer com danos na sua isolação e, conseqüentemente, causar acidentes no empreendimento (NISKIER; MACINTYRE, 2008). Assim, o disjuntor termomagnético deve interromper a passagem de corrente elétrica, protegendo o circuito e, por conseguinte, a instalação elétrica.

De acordo com a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) o dimensionamento do dispositivo de proteção deve seguir de acordo com a Equação 6, no qual a corrente do disjuntor deve ser superior a corrente nominal do circuito, com o fito de garantir o fornecimento de energia, mas inferior a capacidade de corrente do condutor, com o objetivo de proteger o alimentador na sobrecarga e, assim, evitando os danos na isolação dele.

$$I_C \leq I_B \leq I_Z \quad (6)$$

Onde,

I_C → Corrente nominal do circuito, em A;

I_B → Corrente nominal do disjuntor termomagnético, em A;

I_Z → Capacidade de corrente do condutor de acordo com seu método de instalação, em

A;

De posse desse entendimento, dimensionou-se os disjuntores termomagnéticos dos circuitos de alimentação e, desse modo, a Tabela 7 elucida os valores das correntes nominais dos disjuntores, bem como o valor da corrente suportada pelo condutor a sua dada seção.

Tabela 7 - Valores das correntes nominais do DTM dos circuitos

Corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos dos circuitos do QGBT					
Circuito	Corrente (A)	Disjuntor Termomagnético (A)	Corrente de curto-circuito máxima admitida do DTM (kA)	Seção (mm ²)	Corrente máxima admitida pelo condutor (A)
I1	5,02	16	3,0	2,5	24
C1	10,91	16	3,0	2,5	24
C2	4,55	16	3,0	2,5	24
C3	16,36	20	3,0	2,5	24
C4	16,36	20	3,0	2,5	24
C5	6,14	16	3,0	4,0	32
C6	6,14	16	3,0	4,0	32
C7	6,14	16	3,0	4,0	32
C8	6,14	16	3,0	4,0	32
C9	6,14	16	3,0	4,0	32
C10	6,14	16	3,0	4,0	32
Q1	30,07	40	3,0	6,0	48
Q2	50,00	63	3,0	16,0	88
Corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos dos circuitos do QDC2					
Circuito	Corrente (A)	Disjuntor Termomagnético (A)	Corrente de curto-circuito máxima admitida do DTM (kA)	Seção (mm ²)	Corrente máxima admitida pelo condutor (A)
I1	5,08	16	3,0	2,5	24
C1	5,45	16	3,0	2,5	24
C2	12,73	16	3,0	2,5	24
C3	12,27	16	3,0	2,5	24
C4	14,20	20	3,0	2,5	24
C5	6,14	16	3,0	4,0	32
Q1	4,25	16	3,0	4,0	37
Corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos dos circuitos do QDC3					
Circuito	Corrente (A)	Disjuntor Termomagnético (A)	Corrente de curto-circuito máxima admitida do DTM (kA)	Seção (mm ²)	Corrente máxima admitida pelo condutor (A)
I1	0,93	16	3,0	2,5	24
I2	0,82	16	3,0	2,5	24
I3	14,66	20	3,0	2,5	24
C1	10,91	16	3,0	2,5	24
C2	5,45	16	3,0	2,5	24
C3	5,45	16	3,0	2,5	24

C4	12,22	16	3,0	4,0	32
C5	12,22	16	3,0	4,0	32
C6	12,22	16	3,0	4,0	32
C7	12,22	16	3,0	4,0	32
C8	12,22	16	3,0	4,0	32
C9	12,22	16	3,0	4,0	32
C10	12,22	16	3,0	4,0	32
C11	12,22	16	3,0	4,0	32
C12	6,82	16	3,0	2,5	24
C13	6,82	16	3,0	2,5	24

Fonte: O próprio autor (2023).

3.5.2 Interruptor diferencial-residual (IDR)

Os IDR são os equipamentos de proteção responsáveis por proteger contra as correntes de fuga que, muitas vezes, são causadas devido a contatos indiretos. Desse modo, eles são geralmente previstos em circuitos que alimentam áreas molhadas, como cozinhas, copas-cozinhas, áreas de serviços e banheiros, visto que são áreas em que existem a maior possibilidade de correntes de fuga, juntamente com contatos indiretos (CREDER, 2016).

A Equação 7 evidencia o dimensionamento do IDR e, com isso, nota-se que o valor da corrente nominal do IDR deve ser igual ou superior a corrente nominal do disjuntor termomagnético ou de algum outro dispositivo de proteção.

$$I_{DR} \geq I_B \quad (7)$$

Onde,

I_{DR} → Corrente nominal do IDR, em A;

I_B → Corrente nominal do dispositivo de proteção, em A;

Vale ressaltar que segundo a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) os IDR com sensibilidade de 30 mA são considerados de alta sensibilidade e são utilizados com a função de evitar choques elétricos por meio do toque. Desse modo, serão adotados os interruptores diferenciais-residuais de alta sensibilidade para os circuitos que estão alocados e alimentam as áreas molhadas.

Assim, a Tabela 8 apresenta os valores da corrente nominal de cada dispositivo IDR, bem como sua sensibilidade para os circuitos a qual o dispositivo foi dimensionado.

Tabela 8 - Valores dos IDRs por quadro de distribuição

Corrente nominal do IDR do circuito do QGBT			
Circuito	Disjuntor Termomagnético (A)	Interruptor Diferencial-Residual (A)	Sensibilidade do IDR (mA)

C1	16	25	30
Corrente nominal dos IDRs dos circuitos do QDC2			
Circuito	Disjuntor Termomagnético (A)	Interruptor Diferencial-Residual (A)	Sensibilidade do IDR (mA)
I1	16	25	30
C1	16	25	30
C2	16	25	30
C3	16	25	30
Corrente nominal dos IDRs dos circuitos do QDC3			
Circuito	Disjuntor Termomagnético (A)	Interruptor Diferencial-Residual (A)	Sensibilidade do IDR (mA)
I1	16	25	30
I2	16	25	30
C1	16	25	30

Fonte: O próprio autor (2023).

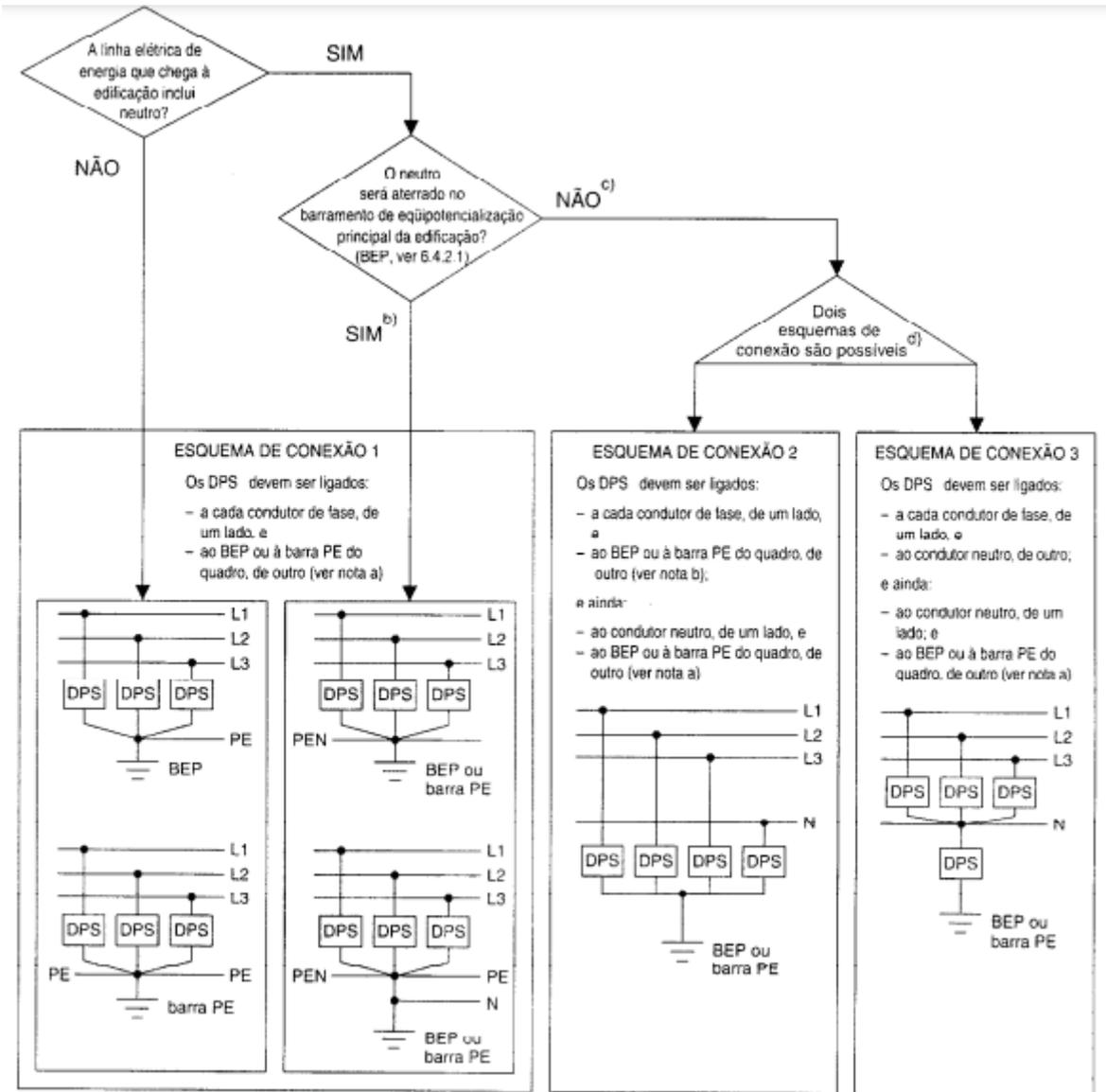
3.5.3 Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

O DPS corresponde a um equipamento de proteção que visa proteger a instalação contra surtos de sobretensão provisória, conforme previsto na ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008). Dessa forma, existem três classes de DPS, o DPS classe I, classe II e classe III.

Os DPS de classe I são aqueles que recebem a sobretensão causada por descargas atmosféricas diretas no ponto de conexão. Já os DPS de classe II são aqueles que a sobretensão, também causada por uma descarga atmosférica, é carregada por meio dos alimentadores e são instalados nos quadros elétricos. Por fim, os DPS de classe III são aqueles que visam proteger diretamente dispositivos elétricos e eletrônicos (AVILA, 2010). Cada classe de DPS representa uma barreira de proteção da instalação.

A escolha do DPS deve seguir as orientações descritas na ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) no item 6.3.5.2.4. Além disso, a ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008) elucida os esquemas de ligação do DPS mediante o sistema de aterramento do local da instalação, sendo evidenciado na Figura 19.

Figura 19 - Esquemas de ligação do DPS



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008, p. 131)

Tendo isso em vista, o esquema de ligação adotado para a instituição escolar foi o esquema de ligação 1, além do uso de DPS de classe II. Assim, a Tabela 9 evidencia o dimensionamento dos DPS usados na instalação.

Tabela 9 - Valores adotados para os DPS da instalação

Quadro	Tensão Máxima de operação contínua U_C (V)	Tensão nominal de operação U_N (V)	Corrente de descarga nominal $I_N (8/20) \mu s$ (kA)	Corrente de descarga máxima $I_{máx} (8/20) \mu s$ (kA)	Nível de proteção U_P (kV)
QGBT	275	240	20	45	1,5

QDC2	275	240	20	45	1,5
QDC3	275	240	20	45	1,5

Fonte: O próprio autor (2023).

3.6 Cálculo de demanda

O cálculo de demanda se baseia no critério normativo definido pela Companhia Neoenergia Bahia de acordo com a norma de fornecimento DIS-NOR-030-REV3, que corresponde a norma para fornecimento de energia no nível de tensão secundário de distribuição, ou seja, em baixa tensão para edificações individuais.

Outrossim, conforme descrito na norma da Companhia Neoenergia, a demanda calculada deve ser usada para definir o grupo de fornecimento a qual o empreendimento será alimentado, bem como o valor do disjuntor da proteção geral, mediante o quadro 1 descrito na norma (Neoenergia, 2023).

A Equação 8 determina a forma de como a demanda deve ser calculada.

$$D = a + b + c + d + e + f + g + h + i \quad (8)$$

Onde:

a → Demanda referente a iluminação e tomadas;

b → Demanda referente a chuveiros, torneiras, aquecedores de água de passagem e ferros elétricos;

c → Demanda referente a aquecedor central ou de acumulação;

d → Demanda de secadora de roupa, forno elétrico, máquina de lavar louça e forno de microondas;

e → Demanda referente a fogões elétricos;

f → Demanda referente a condicionador de ar;

g → Demanda referente a motores e máquinas de solda a motor;

h → Demanda referente a equipamentos especiais;

i → Hidromassagem.

Tendo isso em vista, tem-se que a demanda total da Escola Fundamental apresenta o valor de:

$$D = 23,96 + 0 + 0 + 2,5 + 0 + 27,86 + 2,2 + 0 + 0 \rightarrow D = 56,51 \text{ kVA}$$

Portanto, observa-se que por apresentar uma potência instalada entre 0 e 75 kW, juntamente com uma demanda de 42,1 a 60 kVA, a unidade consumidora deve ser atendida

dentro do grupo T7, conforme quadro 1 da DIS-NOR-030-REV3, ou seja, tensão de fornecimento trifásico de 380 V e tensão monofásica de 220 V, com disjuntor de 100 A e medição direta, além de apresentar o ramal de conexão aéreo em alumínio com seção de 25 mm² e ramal de entrada subterrâneo de 35 mm² para o condutor de cobre.

Vale destacar que os valores individuais do cálculo de demanda são descritos com maior detalhamento nos itens 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.6.5, 3.6.6, 3.6.7, 3.6.8, 3.6.9.

3.6.1 Demanda referente a iluminação e tomadas (a)

Segundo a DIS-NOR-030-REV3 para determinação da demanda referente as cargas de iluminação e tomadas dos empreendimentos de tensão de fornecimento trifásico que não são de caráter residencial, faz-se necessário separar as cargas de iluminação das cargas de tomadas. Além disso, a norma diz que, deve-se utilizar o fator de potência unitário para as cargas de tomadas, enquanto deve-se utilizar o fator de potência de 0,8 para luminárias de LED e, por fim, deve-se adotar o fator de demanda de acordo com a tabela 22 da DIS-NOR-030-REV3 (Neoenergia, 2023). Desse modo, a Tabela 10 evidencia os resultados.

Tabela 10 - Demanda das cargas de iluminação e tomadas

Demanda da carga de iluminação			
Potência (W)	Fator de Potência	Fator de demanda	Demanda (VA)
5150	0,8	1,0	6437,5
Demanda da carga de tomadas gerais			
Potência (W)	Fator de Potência	Fator de demanda	Demanda (VA)
12000	1,0	1,0	12000
320	1,0	0,5	160
Demanda da carga de tomadas em cozinhas			
Potência (W)	Fator de Potência	Fator de demanda	Demanda (VA)
5360	1,0	1,0	5360

Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, o índice de demanda “a” se dá pela soma total de cada demanda.

$$a = 6437,5 + 12000 + 160 + 5360 \rightarrow a = 23,96 \text{ kVA}$$

3.6.2 Demanda referente a equipamentos de aquecimento 1 (b)

Para determinar o fator de demanda dos aparelhos de aquecimento da edificação, a DIS-NOR-030-REV3 informa que deve ser adotado o valor da carga do eletrodoméstico, atrelado ao fator de demanda encontrado na tabela 7 da própria norma e com fator de potência igual a 1,0 para todos os casos.

Assim, os aparelhos de aquecimento que entram nessa categoria são os chuveiros elétricos, torneiras elétricas, aquecedores de água de passagem e ferros elétricos (Neoenergia, 2023). Tendo isso em vista, a escola não possui nenhuma carga referente aos equipamentos descritos e, portanto, o índice de demanda “b” é igual a zero.

3.6.3 *Demanda referente a aquecedor central ou de acumulação (c)*

Os aquecedores centrais ou de acumulação são responsáveis por manter a temperatura da água reservada. De forma análoga ao fator de demanda dos equipamentos de aquecimento, a demanda referente aos aquecedores centrais se dá pelo valor da carga instalada informada pelo fabricante, considerando um fator de potência de 1,0 e fator de demanda com valor determinado pela tabela 8 da norma (Neoenergia, 2023).

Contudo, o empreendimento escolar não apresenta nenhuma carga com essa característica e, com isso, o índice de demanda para esse tipo de carga é zero.

3.6.4 *Demanda referente a equipamentos de aquecimento 2 (d)*

Segundo a DIS-NOR-030-REV3 os equipamentos de aquecimento para o índice de demanda “d” são secadores de roupa, forno elétrico, máquina de lavar louça e forno microondas. O critério normativo para determinar a demanda desses equipamentos se dá pelo valor da potência do equipamento, juntamente com o fator de potência, considerado unitário, e o fator de demanda mediante a tabela 8 da DIS-NOR-030-REV3 (Neoenergia, 2023).

Com isso, a Tabela 11 apresenta o valor do índice de demanda.

Tabela 11 - Demanda do equipamento de aquecimento

Fator de demanda de aquecimento 2			
Potência (W)	Fator de Potência	Fator de Demanda	Demanda (VA)
2500	1,0	1,0	2500

Fonte: O próprio autor (2023).

Portanto, o índice de demanda “d” será a própria potência do equipamento de aquecimento.

$$d = 2,5 \text{ kVA}$$

3.6.5 Demanda referente a fogões elétricos (e)

De forma semelhante aos tópicos 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, a demanda dos fogões elétricos se baseia pela potência instalada de cada fogão associado com o fator de potência igual a 1,0 e com fator de demanda de acordo com o valor definido na tabela 9 da norma (Neoenergia, 2023).

Entretanto, o empreendimento escolar não possui nenhum fogão elétrico, sendo, então, a demanda para o índice “e” igual a zero.

3.6.6 Demanda referente a condicionador de ar (f)

Segundo a DIS-NOR-030-REV3, a demanda dos equipamentos condicionadores de ar é distinta para sua aplicação, uma vez que faz-se necessário saber qual a finalidade do empreendimento, isto é, o fator de demanda sofre alteração se a instalação é de caráter residencial ou de caráter comercial.

Diante dessa realidade, tem-se que a escola possui um caráter comercial e, com isso, o fator de demanda é determinado de acordo com a tabela 12. Ademais, além do fator de demanda, deve-se somar toda a carga instalada dos condicionadores de ar (Neoenergia, 2023). A Tabela 12 apresenta o quadro com a demanda desses aparelhos.

Tabela 12 - Demanda das cargas dos condicionadores de ar

Demanda dos condicionadores de ar			
Potência (W)	Potência (VA)	Fator de Demanda	Demanda (VA)
24760	30950	0,9	27855

Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, o índice de demanda “f” possui demanda de:

$$f = 27,86 \text{ kVA}$$

3.6.7 Demanda referente a motores e máquinas de solda a motor (g)

Os motores da instalação são utilizados para alimentação de bombas de recalque e bombas de incêndio. Desse modo, a DIS-NOR-030-REV3 informa que, de preferência, devem ser adotados os dados de placa para determinar o somatório da potência dos motores. Além disso, adotar o fator de demanda para motores de acordo com a tabela 14 da norma e, assim, a Tabela 13 explicita o valor de cada bomba para definir o índice de demanda “g”.

Tabela 13 - Demanda das bombas de recalque e incêndio

Demanda dos motores elétricos			
Potência (W)	Potência (VA)	Fator de Demanda	Demanda (VA)
1472	1600	1,0	1600
1104	1200	0,5	600

Fonte: O próprio autor (2023).

Assim, o índice de demanda se dá pela soma da demanda individual de cada bomba.

$$g = 1600 + 600 \rightarrow g = 2,20 \text{ kVA}$$

3.6.8 Demanda referente a equipamentos especiais (h)

Os equipamentos especiais são os equipamentos de raio-x, máquinas de solda a transformador, fornos elétricos a arco, fornos elétricos a indução, retificadores e equipamentos de eletrólise e a potência instalada deve ser determinado mediante aos dados de placa (Neoenergia 2023). Além disso, a DIS-NOR-030-REV3 informa que, deve-se considerar um fator de potência de 0,5 quando não se é informado nos dados de placa do equipamento, além de adotar o fator de demanda de acordo com a tabela 15 da norma de fornecimento.

Diante dessa realidade, a instituição de ensino não apresenta nenhum dos aparelhos descritos e, assim, tem-se que a demanda para esse índice é nulo.

3.6.9 Demanda referente a hidromassagem (i)

De forma semelhante ao item 3.6.7 a demanda referente a carga de hidromassagem se dá mediante a potência descrita no dado de placa do aparelho. Vale destacar que a DIS-NOR-030-REV3 descreve que deve ser adotado um fator de potência unitário, além do fator de demanda conforme a tabela 16.

Desse modo, o empreendimento de caráter acadêmico não possui nenhuma carga de hidromassagem. Portanto, tem-se que a demanda para esse índice apresenta o valor zero.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO PROJETO ELÉTRICO

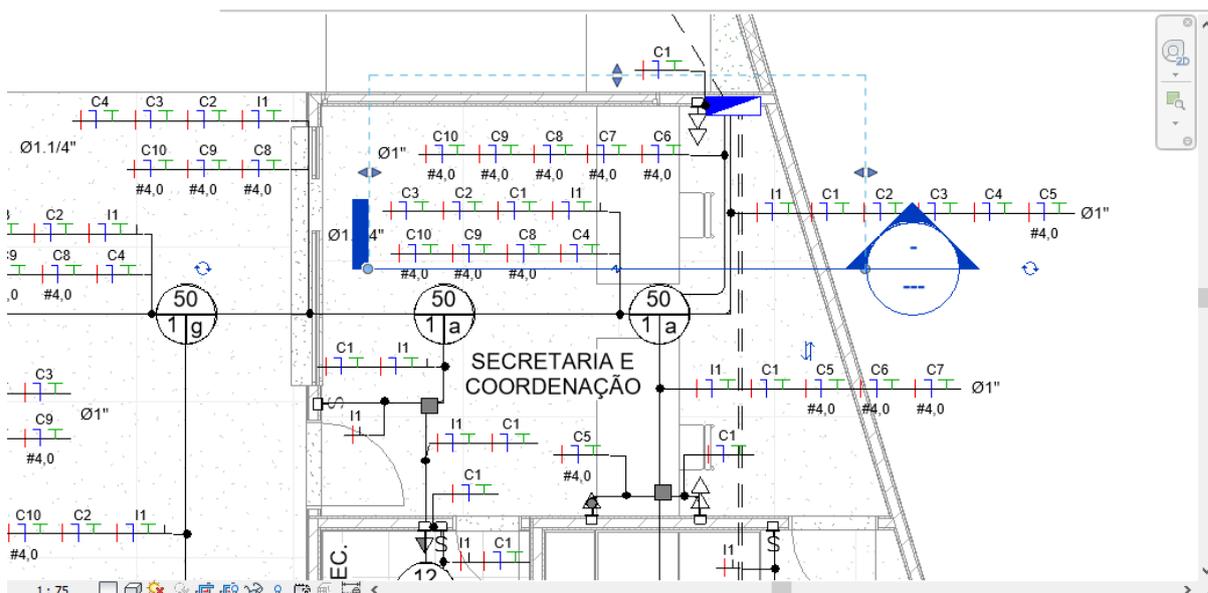
Este tópico tem como finalidade evidenciar o projeto elétrico de baixa tensão desenvolvido, apresentando a utilização da metodologia BIM na elaboração do mesmo.

Vale destacar que o *software* permite a elaboração de filtros para todo o projeto e, com isso, definiu-se que a cor laranja, e seus tons, representam todos os equipamentos e infraestrutura pertencentes ao projeto de cabeamento estruturado, enquanto os equipamentos e infraestrutura na cor cinza, e seus tons, estão atreladas ao projeto elétrico em questão.

Com a criação dos vínculos com as demais disciplinas, em questão a disciplina de arquitetura e a disciplina de cabeamento estruturado, pode-se observar que a alocação dos pontos de carga torna-se mais claros e assertivos, evidenciando a compatibilização de projetos.

Tendo isso em vista, com a disciplina de arquitetura, é possível alinhar corretamente os pontos de tomadas, interruptores e quadros elétricos com o acabamento da parede, além de possibilitar visualizar melhor o posicionamento dos móveis para determinar a alocação dos pontos de carga de modo a garantir maior eficiência e usabilidade. A Figura 20 destaca o posicionamento do corte paralelo, ou frontal, da sala de secretaria e coordenação na planta baixa do projeto.

Figura 20 - Vista do corte frontal em planta baixa

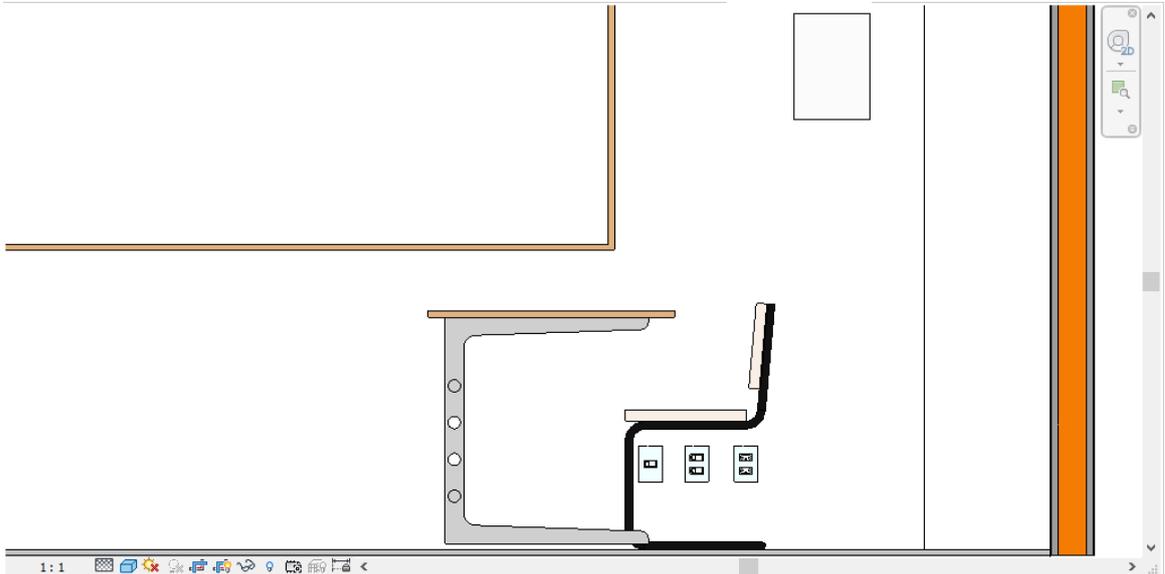


Fonte: O próprio autor (2023).

Já a Figura 21 evidencia o acesso a própria vista do corte, podendo ser analisado o uso de três tomadas RJ-45, uma simples e uma dupla, do projeto de cabeamento estruturado, uma

tomada dupla 2P+T de 10A e o QGBT com o uso de textura para evidenciar que todos os eletrodutos estão embutidos na alvenaria.

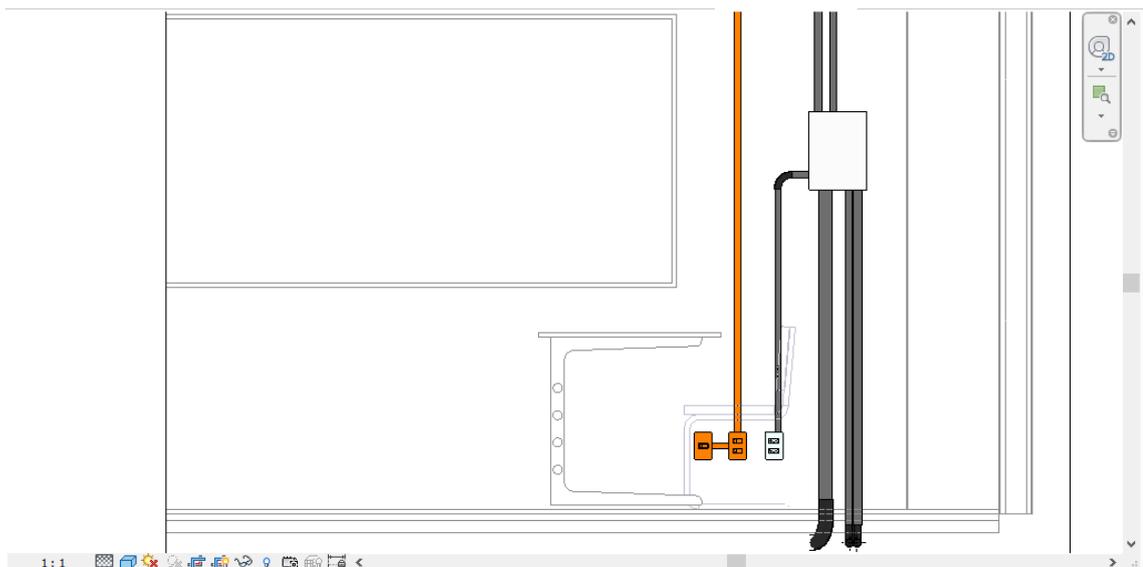
Figura 21 - Vista do corte frontal usando textura



Fonte: O próprio autor (2023).

Ademais, a Figura 22 corresponde a mesma vista do corte da sala de secretaria e coordenação sem o uso da textura indicando as ligações de cada infraestrutura e suas conexões.

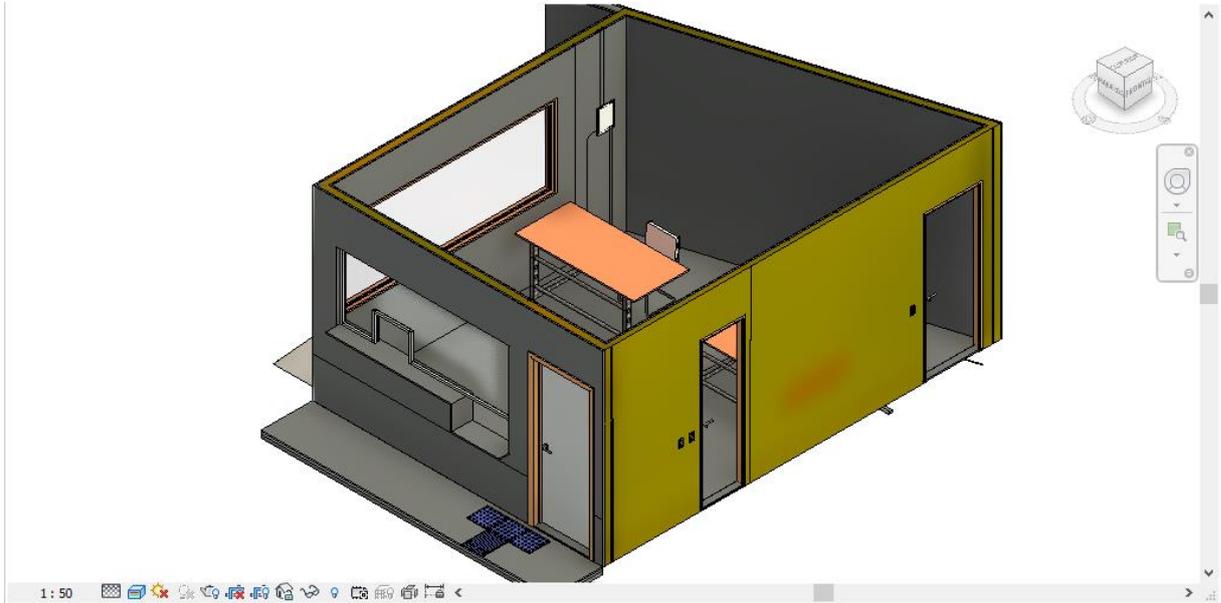
Figura 22 - Vista do corte frontal sem textura



Fonte: O próprio autor (2023)

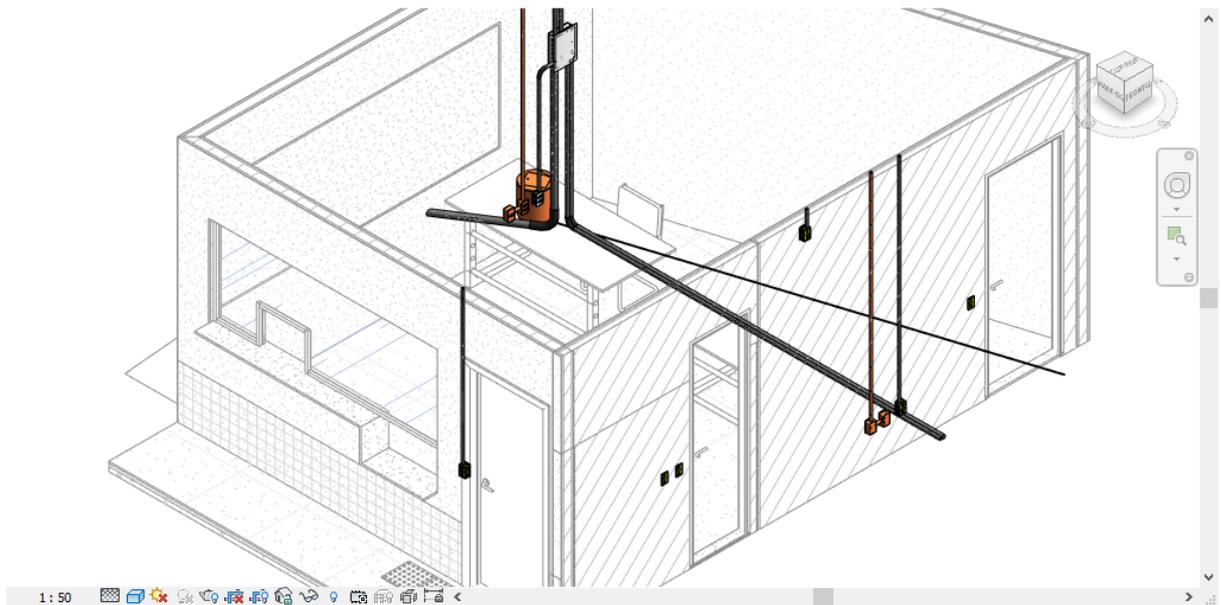
Além disso, a Figura 23 compartilha a vista isométrica de toda a sala com aplicação da textura do projeto de arquitetura e a Figura 24 evidencia a vista retirando o uso da textura.

Figura 23 - Vista isométrica da sala de secretaria e coordenação com textura



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 24 - Vista isométrica da sala de secretaria e coordenação sem textura

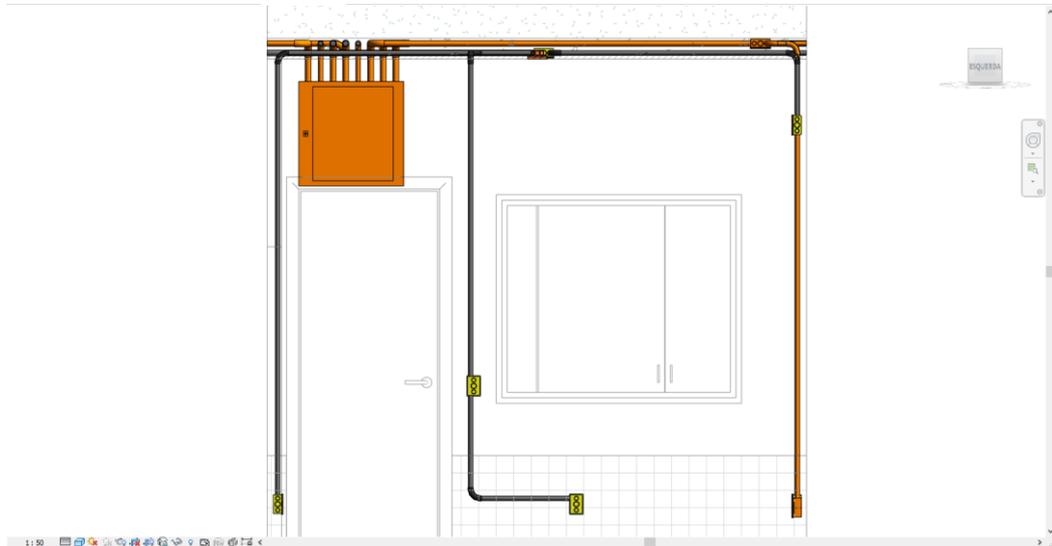


Fonte: O próprio autor (2023).

Outrossim, a compatibilização de projetos também permite uma melhor visualização da infraestrutura geral da instalação, uma vez que, por meio dela, é possível evitar o cruzamento

das diferentes infraestruturas. Com isso, a Figura 25 apresenta a vista da sala da direção, no qual é a sala onde o servidor do cabeamento estruturado foi alocado.

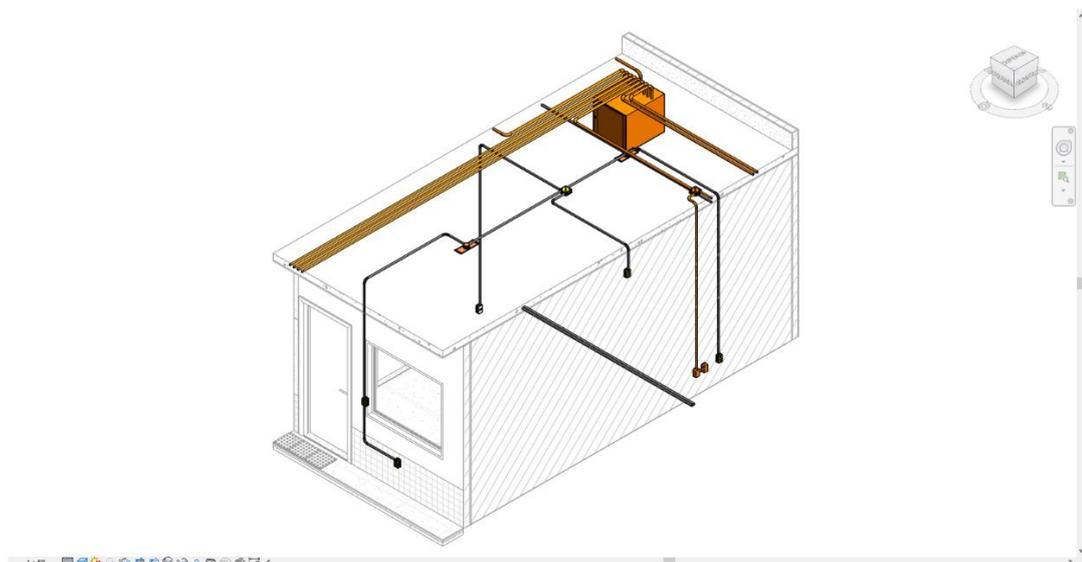
Figura 25 - Vista frontal da sala da direção



Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, é possível observar que não existe a interseção entre disciplinas, ou seja, nenhuma infraestrutura elétrica intercepta eletrodutos da disciplina de cabeamento estruturado. Nota-se ainda que os eletrodutos, em laranja, encontram-se no nível superior da laje, enquanto os eletrodutos em cinza, do projeto elétrico, estão no nível mais baixo da laje. Em tempo, a Figura 26 mostra a vista isométrica da sala da direção.

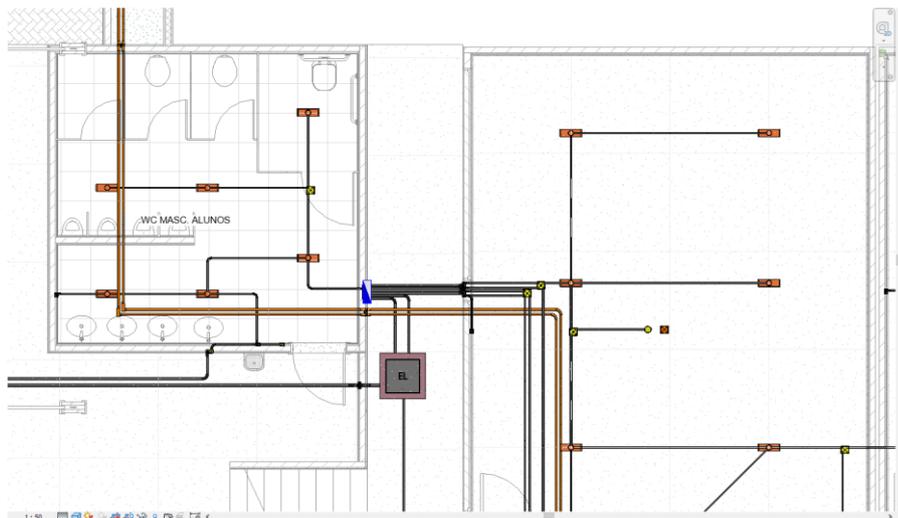
Figura 26 - Vista isométrica da sala da direção



Fonte: O próprio autor (2023).

Ademais, o Revit ® também permite apresentar detalhes para compatibilização e execução de serviços, como quando ocorre mudanças de nível devido a arquitetura da edificação, por exemplo. A Figura 27 mostra a planta baixa da vista de modelagem e a Figura 28 a vista isométrica.

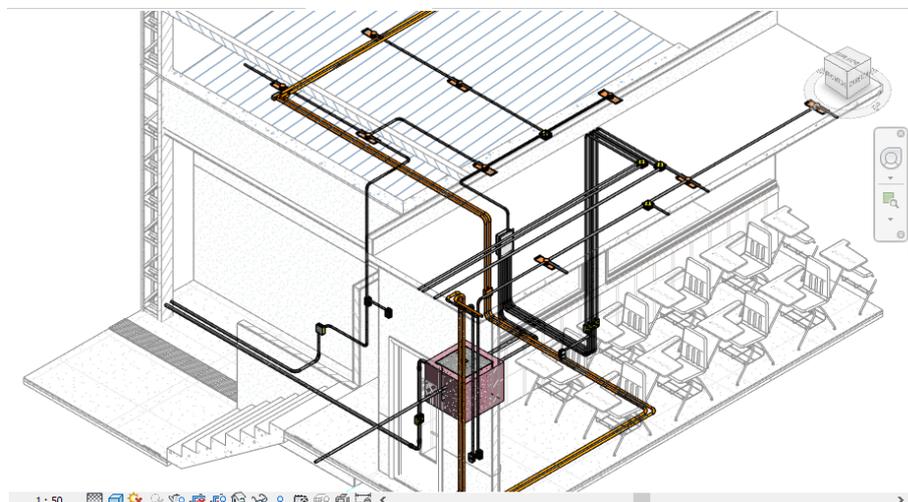
Figura 27 - Planta baixa da vista de modelagem



Fonte: O próprio autor (2023).

Assim, tem-se que não é possível verificar com detalhes a profundidade a qual se deve estar o eletroduto para as mudanças de nível. Além disso, a vista traz a sensação de que as luminárias, por exemplo, estão na mesma altura.

Figura 28 - Vista isométrica da compatibilização de mudança de nível

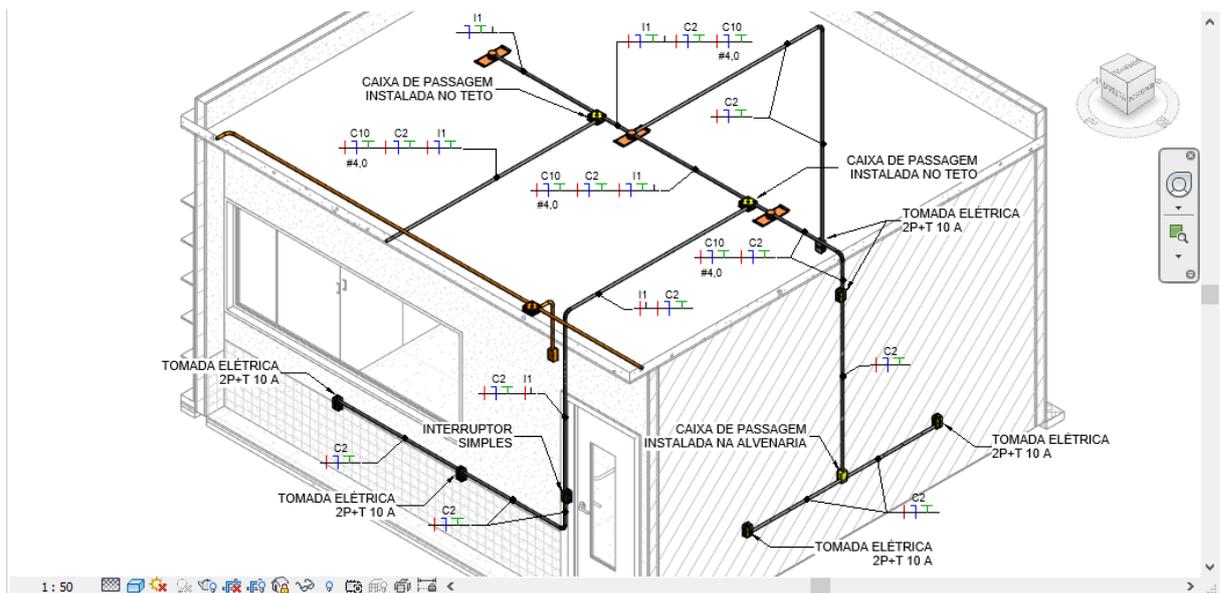


Fonte: O próprio autor (2023).

Já com o detalhamento 3D, percebe-se com maior clareza a mudança de nível a qual os eletrodutos estão submetidos, bem como as curvas que são necessárias para chegar até a carga que será alimentada.

Outrossim, ainda é possível realizar a identificação da passagem de circuitos, bem como o tamanho do eletroduto que, no período de obra, facilita a execução, visto que se tem o detalhamento vertical da instalação elétrica. Tal identificação de circuitos e equipamentos, da sala Biblioteca, podem ser verificadas na Figura 29.

Figura 29 - Vista isométrica com detalhamento dos circuitos

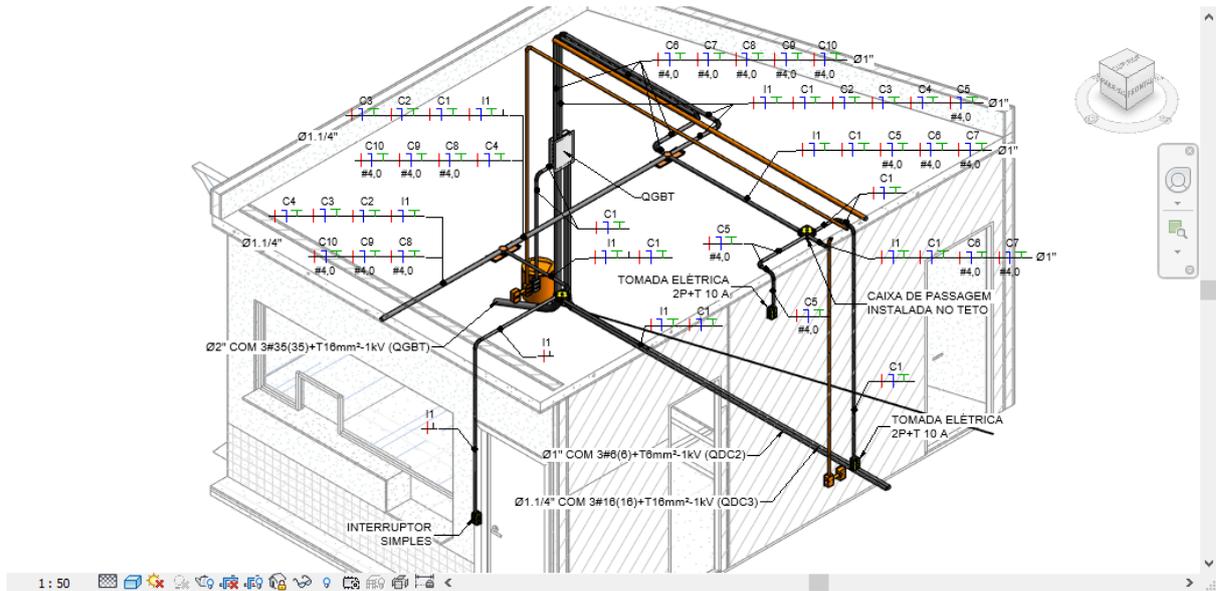


Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, observa-se que é possível a alocação dessas informações na vista isométrica, possibilitando a compreensão total da instalação, uma vez que são apresentados os esquemas verticais e, com isso, mudança de nível, compatibilização das disciplinas, além das informações elétricas.

Com o objetivo de exemplificar mais uma vez, a Figura 30 informa o detalhamento do QGBT.

Figura 30 - Vista isométrica com detalhamento dos circuitos do QGBT



Fonte: O próprio autor (2023).

Nessa vista, é possível notar a inserção das informações dos alimentadores dos outros quadros, além da seção dos eletrodutos e de suas conexões. Em processos construtivos, o uso desse detalhamento, principalmente nas saídas dos quadros elétricos, é de grande valia, uma vez que são nessas salas que existe uma quantidade significativa de eletrodutos e, conseqüentemente, circuitos elétricos, auxiliando na redução de erros.

Além disso, um processo de extrema importância para os projetos executivos e para construção é a etapa de levantamento de materiais que serão usados na obra. Atualmente, esse processo se dá, muitas vezes, por estimativa, já que a maioria dos *softwares* empregados apresentam apenas modelagem em duas dimensões. Com isso, é possível medir, com exatidão, apenas as infraestruturas elétricas que estão em laje e embutidos no piso, visto que são os eletrodutos ou eletrocalhas que estão alocados na posição perpendicular ao plano de vista.

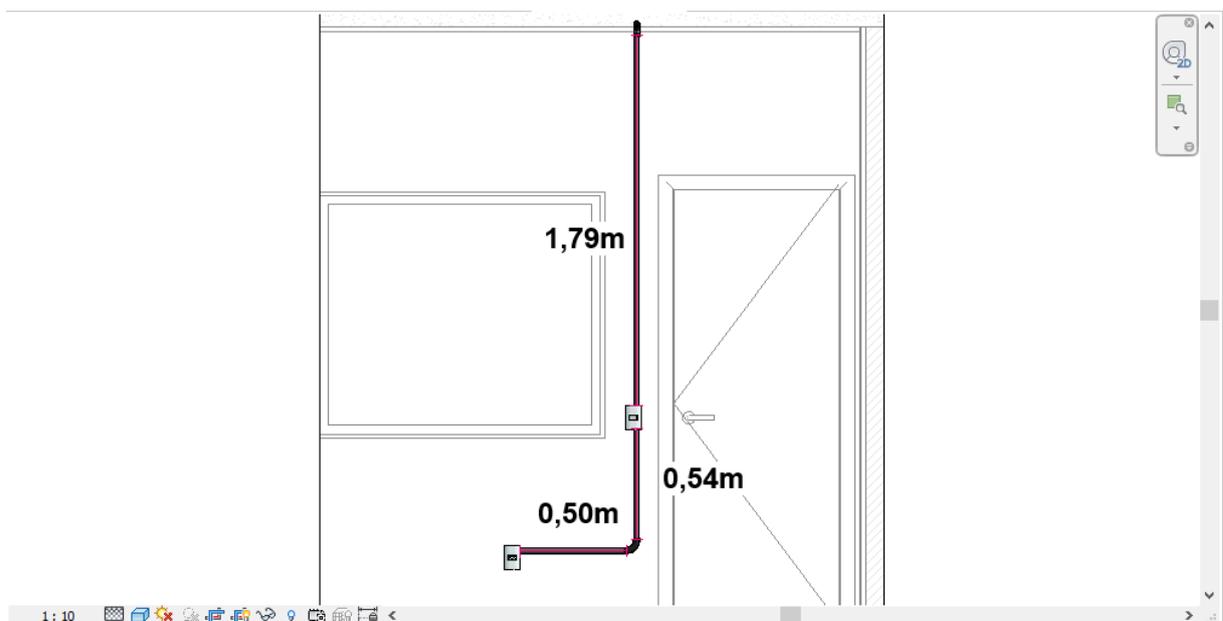
Dessa forma, tem-se que as estruturas elétricas que se encontram na vertical precisam ser quantificadas e, para isso, faz-se necessário realizar alguns cálculos simples para determinar com precisão o comprimento vertical. Assim, para exemplificar, as tomadas elétricas são diferenciadas mediante a sua altura de instalação, tomadas baixas são alocadas a 0,30 m, tomadas médias são instaladas a 1,00 m e tomadas altas situada a 2,40 m, ambas referências de altura são em relação ao piso acabado. Logo, para determinar o comprimento da infraestrutura que alimentam essas cargas, faz-se necessário subtrair a altura do pé direito do empreendimento escolar pela altura em que se encontra a tomada. Vale salientar que esse cálculo deve ser

realizado para cada tomada e interruptor da instalação, evidenciando a ineficiência desse método, gerando, muitas vezes, atrasos e prejuízos para o contratante.

Entretanto, com o uso da metodologia BIM e do Revit®, o levantamento dos materiais elétricos se dá de forma automática. De forma semelhante ao que foi abordado no tópico 2 (Uma breve visão do *Software Revit®*), na medida em que é realizada a modelagem das infraestruturas e dos equipamentos elétricos em planta, automaticamente o modelo 3D é elaborado e o comprimento da estrutura ou a unidade do equipamento é atualizado na tabela de levantamento de materiais.

A Figura 31 evidencia a modelagem da ligação vertical e horizontal de um interruptor e uma tomada elétrica.

Figura 31 - Corte para quantitativo de materiais



Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, nota-se que a vista em questão elucida o comprimento parcial dos trechos de eletrodutos de 25mm ou Ø3/4” de polegada, com valor total de 2,83m, além de um interruptor simples e uma tomada elétrica 2P+T de 10 A. Já a Figura 32 mostra as tabelas de quantitativo que o próprio *software* constrói.

Figura 32 - Tabelas de levantamento de materiais do Revit ®

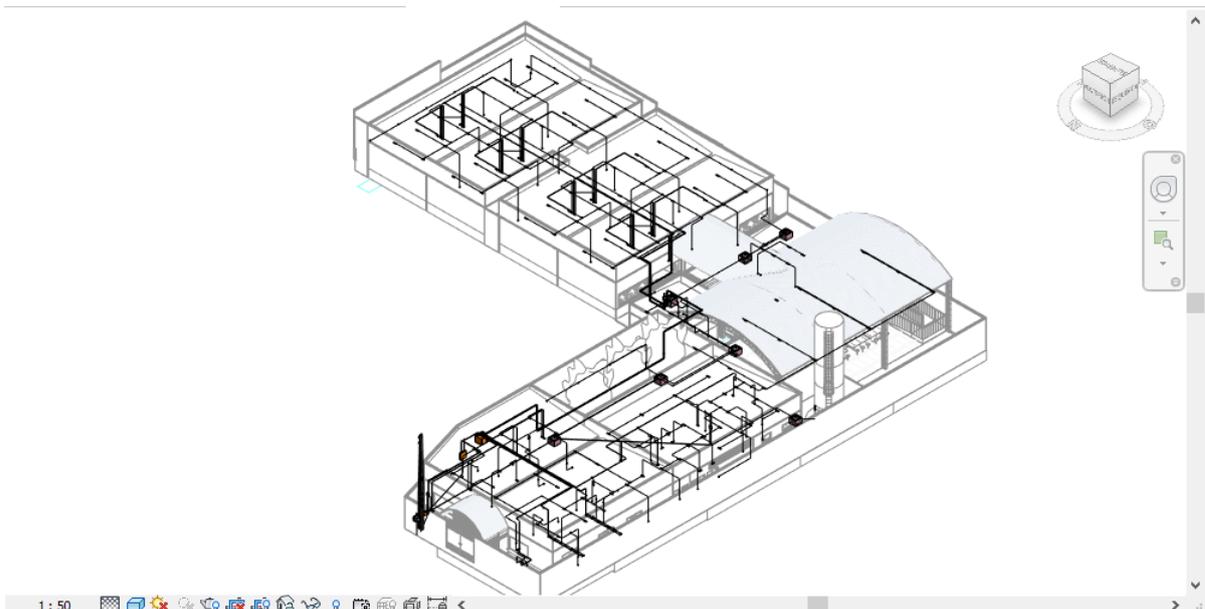
<EL - TOMADAS>	
A DESCRIÇÃO	B QUANT. (UN)
CONJUNTO MONTADO DE 1 TOMADA ELÉTRICA 2P+T-10A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA	1
EL - INTERRUPTOR	
<EL - INTERRUPTOR>	
A DESCRIÇÃO	B QUANT. (UN)
CONJUNTO MONTADO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES, INSTALADO EM CAIXA DE PVC DE 10x5x5cm.	1
EL - ELETRODUTO	
<EL - ELETRODUTO>	
A DESCRIÇÃO	B QUANT. (M)
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCAVEL, COM BITOLA Ø3/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO EM ALVENARIA	2,83

Fonte: O próprio autor (2023).

Vale destacar que essas tabelas podem sofrer edições para a forma que o usuário preferir, podendo ocultar e exibir propriedades dos itens modelados na família, aplicação de filtros para agrupar itens semelhantes, para separar por localidade e diversas outras funções, inclusive estéticas. Outrossim, o Revit ® ainda permite a comunicação com outros programas, dentre eles o Microsoft ® Excel ®, no qual essas tabelas de quantitativos podem ser convertidas em planilhas.

Em tempo, a Figura 33 traz toda a vista isométrica da instalação elétrica.

Figura 33 - Vista isométrica da instalação



Fonte: O próprio autor (2023).

Já a Figura 34 evidencia o quantitativo de eletrodutos do projeto elétrico.

Figura 34 - Quantitativo total de eletrodutos

<EL - ELETRODUTO>	
A	B
DESCRIÇÃO	QUANT. (M)
EMBTIDO EM ALVENARIA	
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø3/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO EM ALVENARIA	262,05
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO EM ALVENARIA	9,57
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1.1/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO EM ALVENARIA	2,52
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø2", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO EM ALVENARIA	1,39
EMBTIDO NA LAJE	
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø3/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO NA LAJE	338,48
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO NA LAJE	57,81
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1.1/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO NA LAJE	17,81
EMBTIDO PISO	
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO PISO	73,60
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø1.1/4", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO PISO	39,85
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA Ø2", FORMA DE INSTALAÇÃO: EMBUTIDO PISO	2,40

Fonte: O próprio autor (2023).

Desse modo, observa-se o valor, em metros, do comprimento de cada eletroduto, aplicando-se o filtro da forma de instalação. Vale destacar, ainda, que o agrupamento dos eletrodutos se deu mediante o valor do diâmetro. De forma análoga, a Figura 35 apresenta a quantidade de interruptores e a Figura 36 a quantidade de tomadas elétricas.

Figura 35 - Quantitativo total de interruptores

<EL - INTERRUPTOR>	
A	B
DESCRIÇÃO	QUANT. (UN)
CONJUNTO MONTADO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES, INSTALADO EM CAIXA DE PVC DE 10x5x5cm.	22
CONJUNTO MONTADO DE 1 INTERRUPTORES PARALELO, INSTALADO EM CAIXA DE PVC DE 10x5x5cm.	2
CONJUNTO MONTADO DE 3 INTERRUPTORES SIMPLES, INSTALADOS EM CAIXA DE PVC DE 10x5x5cm.	11

Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 36 - Quantitativo total de tomadas elétricas

<EL - TOMADAS>	
A	B
DESCRIÇÃO	QUANT. (UN)
ALTA	
CONJUNTO MONTADO DE 1 TOMADA ELÉTRICA 2P+T-20A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2", A	15
BAIXA	
CONJUNTO MONTADO DE 1 TOMADA ELÉTRICA 2P+T-10A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2", A	50
CONJUNTO MONTADO DE 1 TOMADA ELÉTRICA 2P+T-20A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2", A	1
CONJUNTO MONTADO DE 2 TOMADAS ELÉTRICAS 2P+T-10A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2"	6
MÉDIA	
CONJUNTO MONTADO DE 1 TOMADA ELÉTRICA 2P+T-10A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2", A	11
CONJUNTO MONTADO DE 2 TOMADAS ELÉTRICAS 2P+T-10A/250V (COM IDENTIFICADOR DE TENSÃO), PADRÃO BRASILEIRO, INSTALADA EM CAIXA DE PVC 4"x2"	4

Fonte: O próprio autor (2023).

Tendo isso em vista, nota-se a praticidade que o Revit ® entrega para determinar o levantamento de infraestrutura e materiais elétricos, com uma precisão exata do que foi alocado em projeto.

5 CONCLUSÃO

Diante dessa realidade, nota-se que é de extrema valia o uso de metodologia BIM para as diversas aplicações do setor de projetos, independente da área de atuação, isto é, arquitetura, estrutura ou MEP. É uma metodologia que já está criando o seu espaço e a tendência é que os projetos atuais e futuros venham a ser desenvolvidos usando metodologia BIM. Tal fato se faz presente na necessidade de que o governo brasileiro já está exigindo que os projetos públicos sejam realizados com base na metodologia BIM até 2028 que será o ano em que o decreto entrará, na sua totalidade, em vigor. Dessa forma, faz-se necessário que os projetistas das mais diversas disciplinas se capacitem para empregarem a metodologia ao longo de todas as fases da elaboração do projeto.

Além disso, é evidente que a utilização dessa forma de pensar projetos tem sua curva de erros reduzidas de forma significativa e deslocada para regiões de concepção de projeto ou projeto básico. Fases essas que o prejuízo, principalmente financeiro, é baixo, uma vez que é o momento em que os projetistas estão, em conversa com o contratante, desenvolvendo as premissas e necessidades individuais do projeto, buscando viabilizar o empreendimento.

Com isso, foi possível constatar que é possível a elaboração de um projeto elétrico em baixa tensão usando o Revit®, para as diferentes etapas do desenvolvimento, isto é, com o *software* usado, foi possível verificar as necessidades que a instituição acadêmica necessita para seu funcionamento elétrico, além de realizar a alocação não só de interruptores e tomadas, mas também da infraestrutura elétrica de forma compatibilizada com as demais disciplinas vinculadas no projeto base, para as diferentes visibilidades, tamanhos e características definidas na modelagem das famílias. De forma análoga, o programa adotado também possibilita o uso de vistas em cortes em duas dimensões e em três dimensões que auxilia nesse processo de compatibilização de projeto.

Outrossim, com o Revit® ainda é possível realizar detalhes que são primordiais na etapa de construção do empreendimento, facilitando o entendimento da instalação. Vale destacar que tais detalhes são gerados já no momento em que o projetista encontra-se desenhando, visto que o programa possui uma modelagem paramétrica, ou seja, na medida que o desenho é criado, o *software* já gera o seu modelo 3D e, com isso, cabe ao projetista apenas realizar as devidas indicações da vista.

Além dos detalhes, as tabelas do levantamento de materiais são geradas de forma automática na medida em que um eletroduto é modelado, no momento em que um interruptor é alocado e qualquer outro elemento que se faça presente na instalação elétrica.

Ademais, vale salientar que, apesar do Revit ® apresentar todas essas vantagens de mudanças que refletem em todas as vistas devido a integração que a metodologia BIM fornece, faz-se necessário sempre a atualização do projetista perante as normas vigentes, visto que o programa não possui capacidade de realizar *uploads* de normas técnicas e, conseqüentemente, de identificar erros que estão fora do critério normativo.

De posse do conhecimento para a aplicação da metodologia BIM, outros trabalhos podem ser desenvolvidos mediante o que foi apresentado. Dentre eles, a elaboração de um projeto elétrico para prédios de múltiplas unidades consumidoras (PMUC), realizando todo o dimensionamento e modelagem da infraestrutura para todos os pavimentos da edificação.

Pode-se desenvolver, também, projetos de subestações industriais, bem como outros edifícios comerciais. Além do mais, com a crescente do uso de geração solar fotovoltaica, pode-se realizar projetos fotovoltaicos, com toda a concepção da modelagem de placas, inversores e infraestrutura, com aplicação de um estudo de sombreamento da usina georreferenciada, para as diferentes posições do Sol ao longo do ano.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Moderna, 2008. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: Moderna, 2013. 54 p.

AUTODESK. **Autodesk Revit: software BIM para projetar e criar qualquer coisa**. 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 18 mar. 2023.

AVILA, Carlos Eduardo Silveira. **DPS – Dispositivo de proteção contra surtos e suas aplicações em CFTV e Telecomunicações**. 2010. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**; 199 da independência e 132º da república. Estabelece a utilização do *Building Information Modeling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* – Estratégia BIM BR. Brasília: Presidência da República, [2020].

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

EASTMAN, Chuck *et al.* **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

MAMEDE, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 9. ed. [S.l.]: LTC, 2017.

MENEGARO, Bruna Ferreira; PICCININI, Ângela Costa. **Aplicação de Metodologia BIM (*Building Information Modeling*) no processo de projeto, com foco em Compatibilização**. 2017. 17 f. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

NEOENERGIA. **DIS-NOR-030-REV-3**: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão secundária de Distribuição a Edificações Individuais. 2023. 129 p.

PEREIRA, Nilton de Jesus. **Utilização da tecnologia BIM no desenho arquitetônico: Um estudo de caso**. 2017. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. **Tecnologia BIM: A importância do decreto 10306 na democratização da metodologia no país**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 12, Vol. 07, pp. 66-85. Dezembro de 2021.

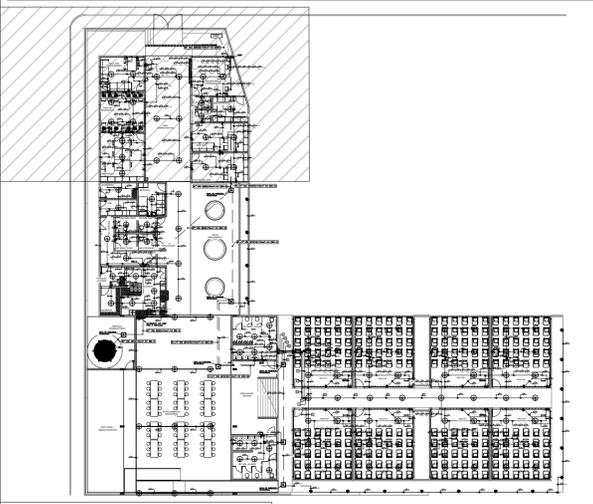
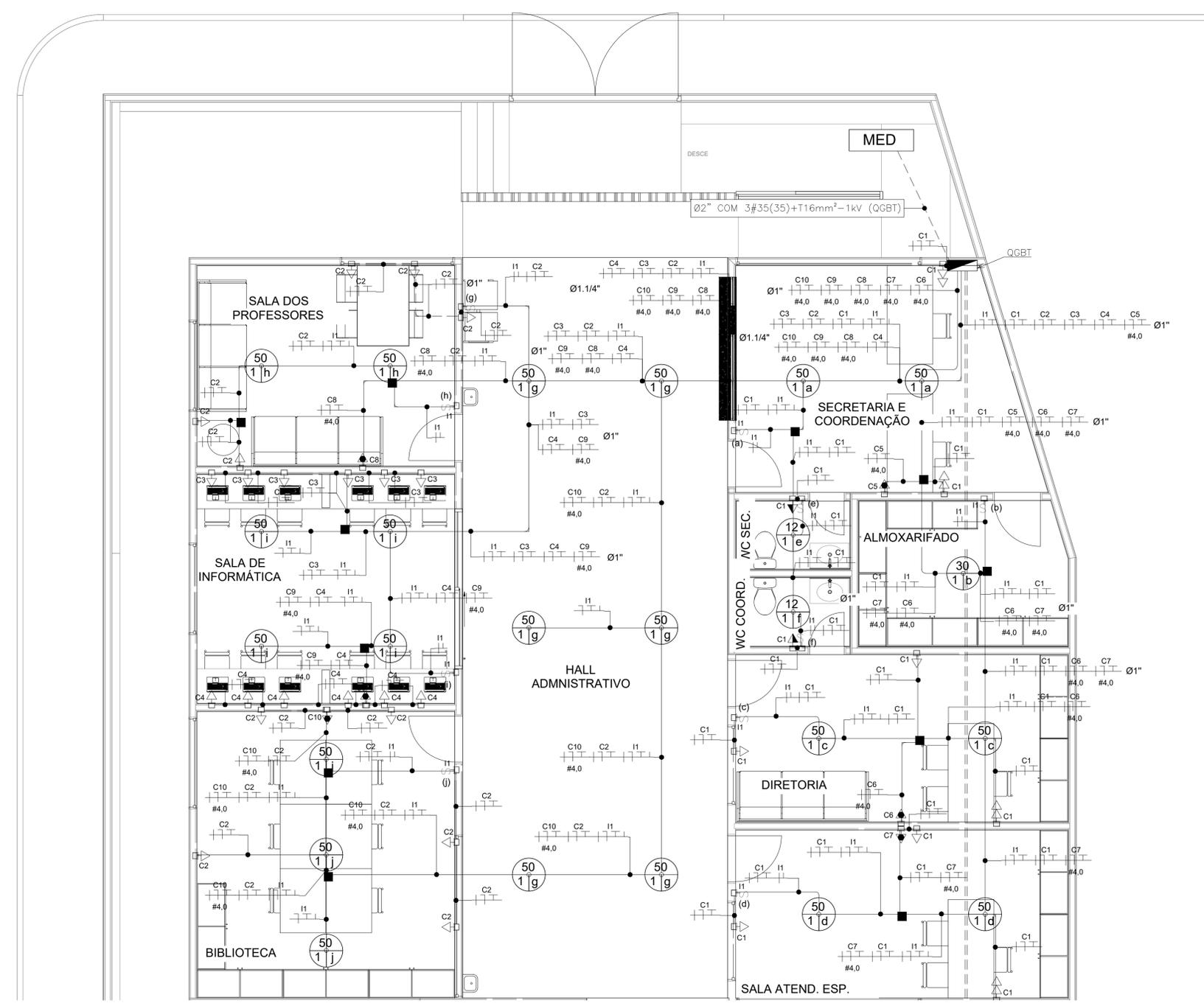
TELES, Dário Júnior Xavier; ROCHA, José Nelson Vieira da. **Utilização do BIM no desenvolvimento e Integração de projetos: Estudo de caso de um residencial multifamiliar**. 2013. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Tecnológico de Caratinga, Caratinga, 2013.

ANEXOS**Pranchas do projeto elétrico (1 a 5)**

- NOTAS:
1. PROJETO DESENVOLVIDO BASEANDO-SE NAS NORMAS BRASILEIRAS, NBR5410/08.
 2. ADOTAR SEÇÃO NOMINAL DOS CONDUTORES DE 2,5 mm², EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.

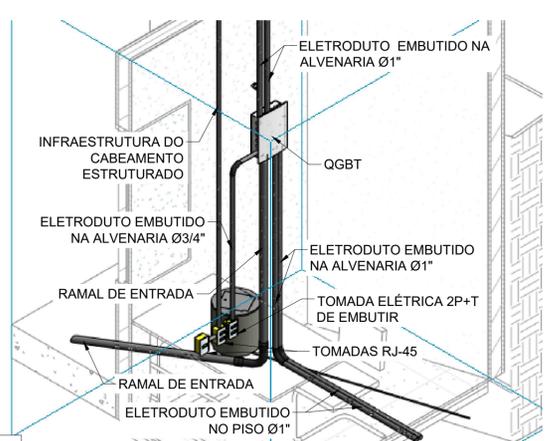
LEGENDA ELÉTRICA

	LUMINÁRIA QUADRADA LED DE SOBREPOR, ONDE "POT" INDICA POTÊNCIA DA LUMINÁRIA, "C" O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E "Y" INDICAÇÃO DO RETORNO.
	LUMINÁRIA TIPO ARANDELA, DE SOBREPOR, CORPO E GRADE DE PROTEÇÃO EM ALUMÍNIO INJETADO, DIFUSOR EM VIDRO PRENSADO, COM BORRACHA DE VEDAÇÃO, COM LUMINÁRIA LED 60 DE 12 WATTS, INSTALADA A 1,30m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 0,30m DO PISO ACABADO.
	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO ACABADO.
	TOMADA ALTA DE EMBUTIR ESPECÍFICA (1 MÓDULO), 2P+T 20A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 2,00m DO PISO ACABADO.
	DERIVAÇÃO LATERAL SIMPLES PARA ELETRODUTO EM CHAPA DE AÇO PARA ELETROCALHA OU PERFILADO.
	CONEXÕES PARA PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, TIPO: CURVA DE 90°, T, X E CONEXÃO DE BEECIDA, RESPECTIVAMENTE.
	PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, SEM TAMPA.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA A 0,30m DO PISO ACABADO, EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	CAIXA OCTOGONAL EM PVC, DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA EM ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA EM ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	INDICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA QUE SOBRE, DESCE E PASSA, RESPECTIVAMENTE.
	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TUJOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,4X0,4X0,4 M.
	CONDUTORES: NEUTRO, FASE, RETORNO, E TERRA RESPECTIVAMENTE.
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E FORÇA, DE EMBUTIR, COMPLETO COM DISJUNTORES E BARRAMENTOS, CONFECCIONADO EM CHAPA DE AÇO 1010/1020 COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ATENDENDO OBRIGATORIAMENTE NA ÍNTEGRA A NORMA ABNT NBR IEC 61439-1 E 61439-3 DE 2017, INSTALADO A 1,50m DO PISO ACABADO AO CENTRO DO MESMO.

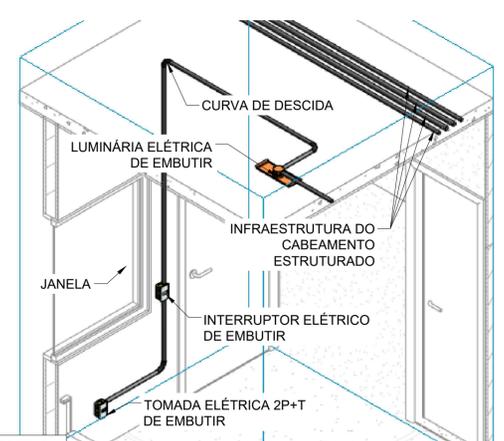


04 PLANTA DE SETORIZAÇÃO
ESCALA: SEM

01 PLANTA BAIXA ADM-1
ESCALA: 1/50

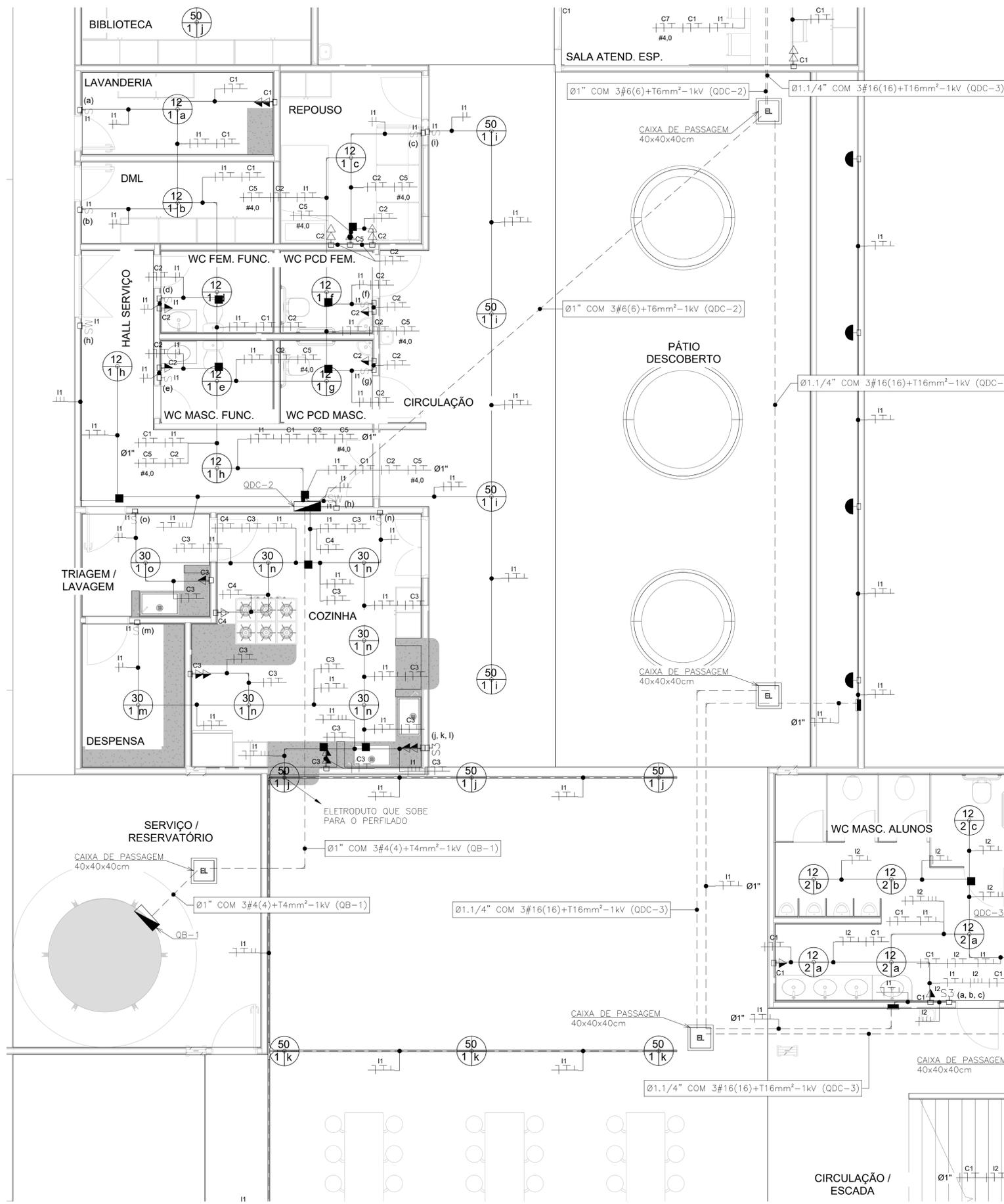


02 DETALHE DA LIGAÇÃO DO QGBT
ESCALA: SEM

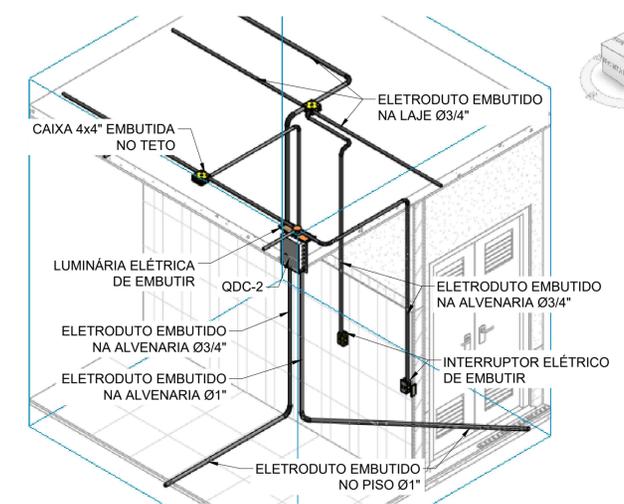


03 DETALHE DA LIGAÇÃO COM JANELA
ESCALA: SEM

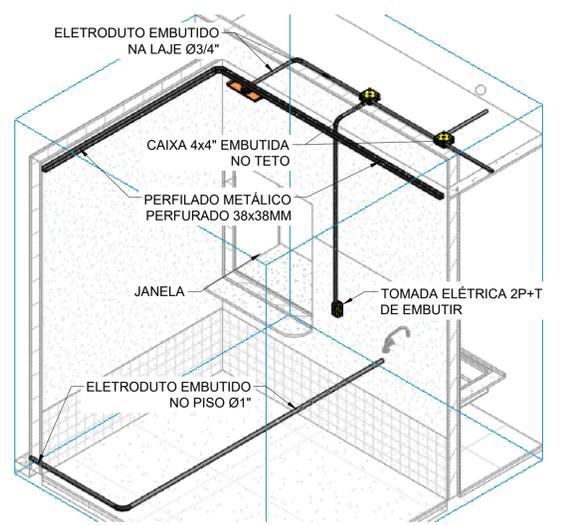
00	ABR/2023	ROGER	PRIMEIRA EMISSÃO
Nº	DATA	RESP.	DESCRIÇÃO
OBRA:			
		ESCOLA X	
		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC	
CONTEÚDO:		DESCRIÇÃO DO PROJETO:	
PLANTA BAIXA DO SETOR ADMINISTRATIVO		Projeto Elétrico de Baixa Tensão	
DETALHES ISOMÉTRICOS DA INSTALAÇÃO		DOCUMENTAÇÃO:	
		Roger Lélis	
		FOLHA:	
		A1	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:		ESCALA:	DATA:
Roger Lélis Gondim Silva		INDICADA	ABRIL/2023
422608			PRANCHA:
			01/05



01 PLANTA BAIXA
ESCALA: 1/50



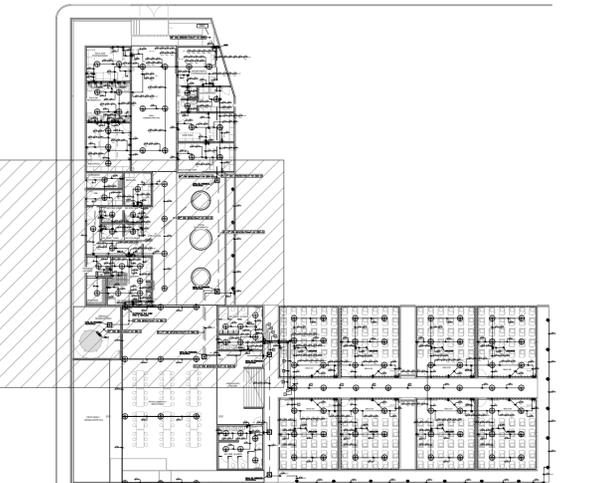
02 DETALHE DA LIGAÇÃO DO QDC-2
ESCALA: SEM



03 DETALHE DA LIGAÇÃO DO PERFILADO
ESCALA: SEM

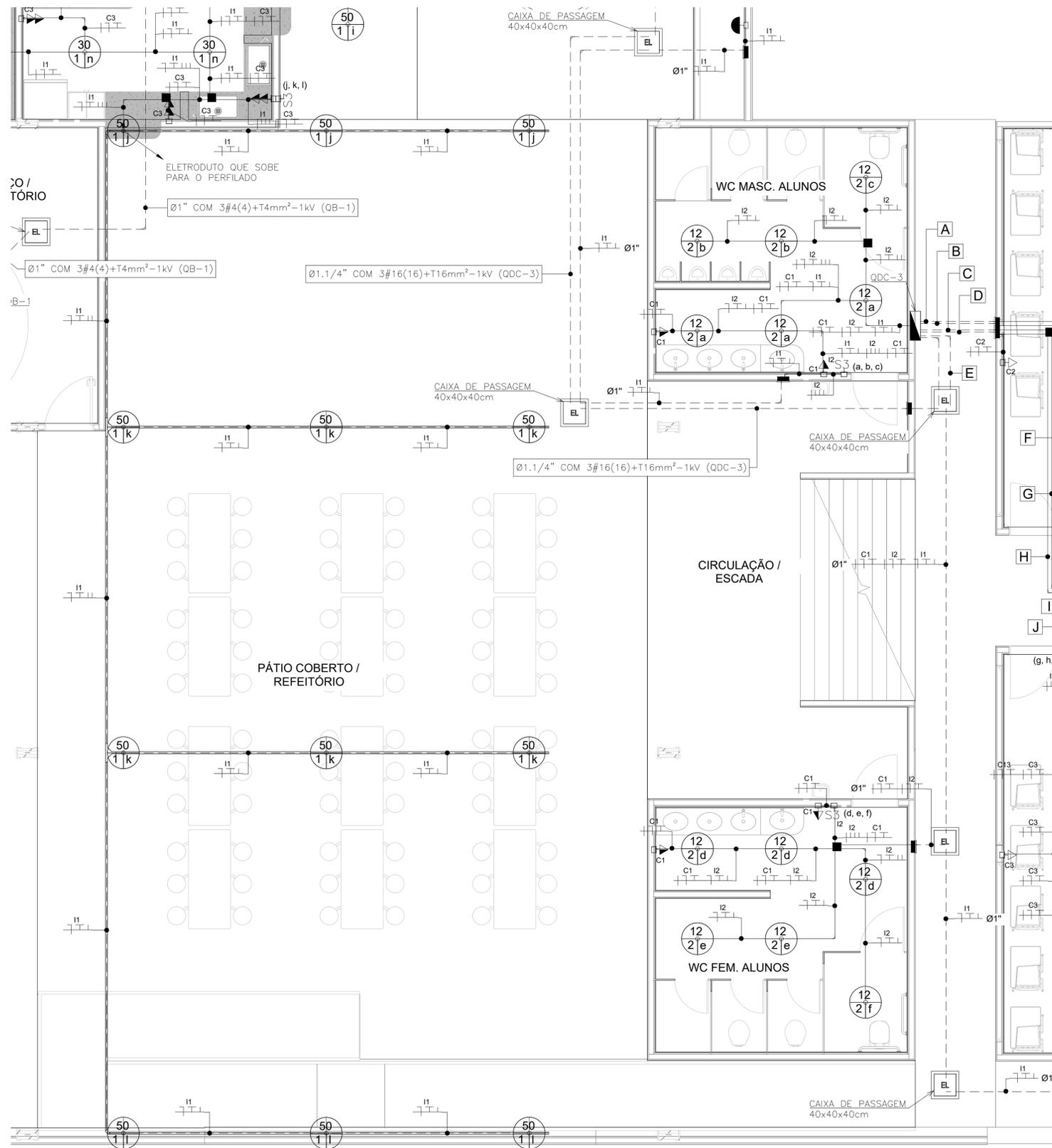
NOTAS:
1. PROJETO DESENVOLVIDO BASEANDO-SE NAS NORMAS BRASILEIRAS, NBR5410/08.
2. ADOTAR SEÇÃO NOMINAL DOS CONDUTORES DE 2,5 mm², EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.

LEGENDA ELÉTRICA	
	LUMINÁRIA QUADRADA LED DE SOBREPOR, ONDE "POT" INDICA POTÊNCIA DA LUMINÁRIA, "C" O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E "R" INDICAÇÃO DO RETORNO.
	LUMINÁRIA TIPO ARANDELA, DE SOBREPOR, CORPO E GRADE DE PROTEÇÃO EM ALUMÍNIO INJETADO, DIFUSOR EM VIDRO PRENSADO, COM BORRACHA DE VEDAÇÃO, COM LUMINÁRIA LED A60 DE 12 WATTS, INSTALADA A 1,30m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 0,30m DO PISO ACABADO.
	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO ACABADO.
	TOMADA ALTA DE EMBUTIR ESPECÍFICA (1 MÓDULO), 2P+T 20A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 2,00m DO PISO ACABADO.
	DERIVAÇÃO LATERAL SIMPLES PARA ELETRODUTO EM CHAPA DE AÇO PARA ELETROCALHA OU PERFILADO
	CONEXÕES PARA PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, TIPO: CURVA DE 90°, T, X E CONEXÃO DE DESGUA, RESPECTIVAMENTE.
	PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, SEM TAMPA.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA A 0,30m DO PISO ACABADO, EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	CAIXA OCTOGONAL EM PVC, DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	INDICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA QUE SOBRE, DESCE E PASSA, RESPECTIVAMENTE.
	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TUJOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,40x0,40x0,4 M.
	CONDUTORES: NEUTRO, FASE, RETORNO, E TERRA RESPECTIVAMENTE.
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E FORÇA, DE EMBUTIR, COMPLETO COM DISJUNTORES E BARRAMENTOS, CONFECCIONADO EM CHAPA DE AÇO 1010/1020 COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ATENDENDO OBRIGATORIAMENTE NA ÍNTEGRA A NORMA ABNT NBR IEC 61439-1 E 61439-3 DE 2017, INSTALADO A 1,50m DO PISO ACABADO AO CENTRO DO MESMO.

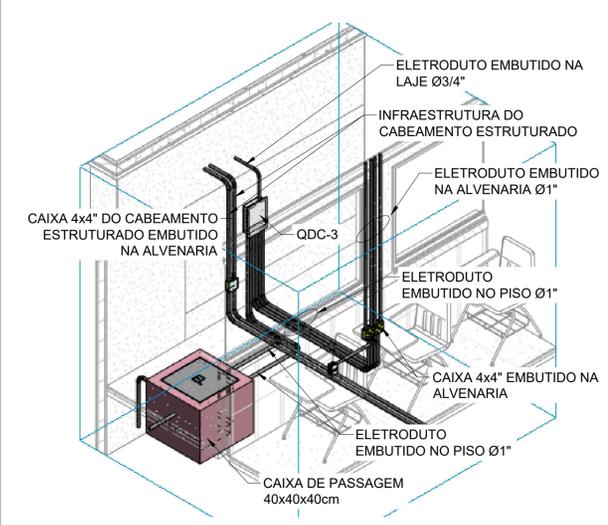


04 PLANTA DE SETORIZAÇÃO
ESCALA: SEM

00 ABR/2023		ROGER	PRIMEIRA EMISSÃO
Nº	DATA	RESP.	DESCRIÇÃO
OBRA:			
		ESCOLA X	
		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC	
CONTEÚDO:		DESCRIÇÃO DO PROJETO:	
PLANTA BAIXA DO SETOR SERVIÇO E APOIO		Projeto Elétrico de Baixa Tensão	
DETALHES ISOMÉTRICOS DA INSTALAÇÃO		DOCUMENTAÇÃO:	
		Roger Lélis	
		FOLHA:	
		A1	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:		ESCALA:	DATA:
Roger Lélis Gondim Silva		INDICADA	ABRIL/2023
422608		PRANCHA:	
		02/05	



01 PLANTA BAIXA
ESCALA: 1/50



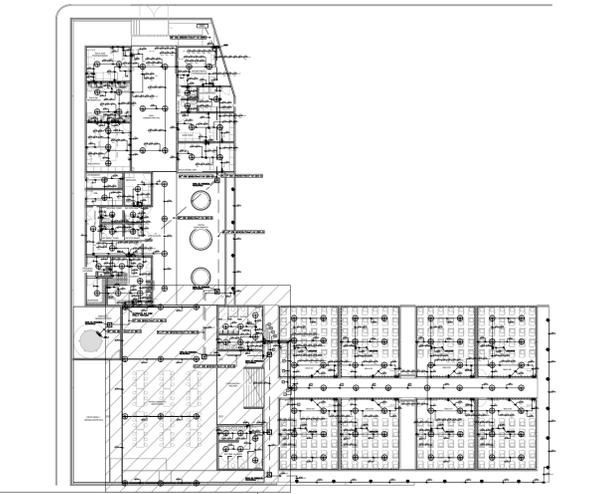
02 DETALHE DA LIGAÇÃO DO QDC-3
ESCALA: SEM

LEGENDA ELÉTRICA DE CONDUTORES - QDC-3	
A	● I3 C2 C4 C5 #4,0 #4,0 Ø1.1/4"
B	● C8 C9 C12 #4,0 #4,0 Ø1.1/4"
C	● C3 C6 C7 #4,0 #4,0 Ø1.1/4"
D	● C2 C10 C11 C13 #4,0 #4,0 Ø1.1/4"
E	● I1 I2 C1 Ø1"
F	● I3 C2 C8 C9 C12 #4,0 #4,0 Ø1"
G	● C3 C6 C7 #4,0 #4,0
H	● C10 C11 C13 #4,0 #4,0
I	● I3 C3 C6 C7 C8 #4,0 #4,0 #4,0 Ø1"
J	● C2 C9 C10 C11 C12 C13 #4,0 #4,0 #4,0 Ø1"
K	● I3 C2 C3 C8 C9 C10 C11 C12 C13 #4,0 #4,0 #4,0 #4,0 Ø1.1/4"
L	● I3 C3 C6 C7 C13 #4,0 #4,0 Ø1"

03 LEGENDA DE CONDUTORES - QDC-3
ESCALA: SEM

NOTAS:
1. PROJETO DESENVOLVIDO BASEANDO-SE NAS NORMAS BRASILEIRAS, NBR5410/08.
2. ADOTAR SEÇÃO NOMINAL DOS CONDUTORES DE 2,5 mm², EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.

LEGENDA ELÉTRICA	
	LUMINÁRIA QUADRADA LED DE SOBREPOR, ONDE "POT" INDICA POTÊNCIA DA LUMINÁRIA, "C" O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E "R" INDICAÇÃO DO RETORNO.
	LUMINÁRIA TIPO ARANDELA, DE SOBREPOR, CORPO E GRADE DE PROTEÇÃO EM ALUMÍNIO INJETADO, DIFUSOR EM VIDRO PRENSADO, COM BORRACHA DE VEDAÇÃO, COM LUMINÁRIA LED A60 DE 12 WATTS, INSTALADA A 1,30m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (3 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 0,30m DO PISO ACABADO.
	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO ACABADO.
	TOMADA ALTA DE EMBUTIR ESPECÍFICA (1 MÓDULO), 2P+T 20A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 2,00m DO PISO ACABADO.
	DERIVAÇÃO LATERAL SIMPLES PARA ELETRODUTO EM CHAPA DE AÇO PARA ELETROCALHA OU PERFILADO
	CONEXÕES PARA PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, TIPO: CURVA DE 90°, T, X E CONEXÃO DE DESCEIDA, RESPECTIVAMENTE.
	PERFILADO PERFURADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, SEM TAMPA.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA A 0,30m DO PISO ACABADO, EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	CAIXA OCTOGONAL EM PVC, DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	INDICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA QUE SOBRE, DESCE E PASSA, RESPECTIVAMENTE.
	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TUJOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,40x0,40x0,40 M.
	CONDUTORES: NEUTRO, FASE, RETORNO, E TERRA RESPECTIVAMENTE.
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E FORÇA, DE EMBUTIR, COMPLETO COM DISJUNTORES E BARRAMENTOS, CONFECCIONADO EM CHAPA DE AÇO 1010/1020 COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ATENDENDO OBRIGATORIAMENTE NA ÍNTEGRA A NORMA ABNT NBR IEC 61439-1 E 61439-3 DE 2017, INSTALADO A 1,50m DO PISO ACABADO AO CENTRO DO MESMO.



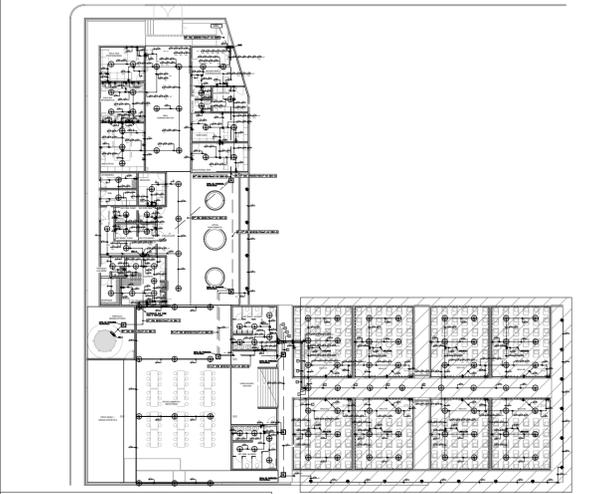
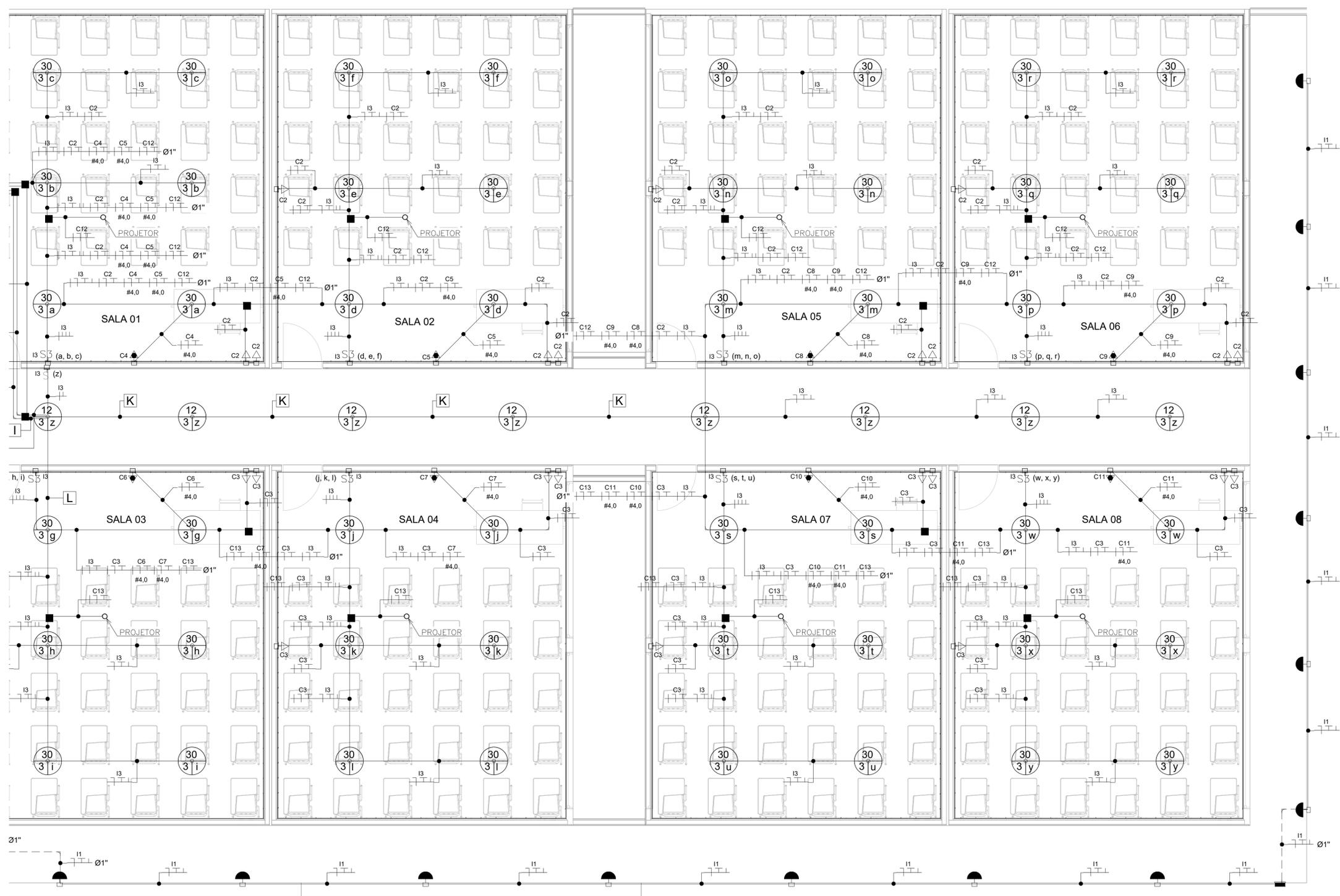
04 PLANTA DE SETORIZAÇÃO
ESCALA: SEM

OBRA:		ESCOLA X TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC	
CONTEÚDO:	PLANTA BAIXA DO SETOR SERVIÇO E APOIO	DESCRIÇÃO DO PROJETO:	Projeto Elétrico de Baixa Tensão
	DETALHES ISOMÉTRICOS DA INSTALAÇÃO	DOCUMENTAÇÃO:	Roger Lélis
		FOLHA:	A1
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Roger Lélis Gondim Silva 422608	ESCALA:	INDICADA
		DATA:	ABRIL/2023
		PRANCHA:	03/05

- NOTAS:
1. PROJETO DESENVOLVIDO BASEANDO-SE NAS NORMAS BRASILEIRAS, NBR5410/08.
 2. ADOTAR SEÇÃO NOMINAL DOS CONDUTORES DE 2,5 mm², EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.

LEGENDA ELÉTRICA

	LUMINÁRIA QUADRADA LED DE SOBREPOR, ONDE "POT" INDICA POTÊNCIA DA LUMINÁRIA, "C" O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E "Y" INDICAÇÃO DO RETORNO.
	LUMINÁRIA TIPO ARANDELA, DE SOBREPOR, CORPO E GRADE DE PROTEÇÃO EM ALUMÍNIO INJETADO, DIFUSOR EM VIDRO PRENSADO, COM BORRACHA DE VEDAÇÃO, COM LUMINÁRIA LED 60 DE 12 WATTS, INSTALADA A 1,30m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR SIMPLES (3 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO.
	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 0,30m DO PISO ACABADO.
	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 1,20m DO PISO ACABADO.
	TOMADA ALTA DE EMBUTIR ESPECÍFICA (1 MÓDULO), 2P+T 20A/250V, PADRÃO BRASILEIRO, CONFORME ABNT NBR 14136, INCLUINDO SUPORTE E PLACA, INSTALADA EM CAIXA DE PVC DE 4"x2" A 2,00m DO PISO ACABADO.
	DERIVAÇÃO LATERAL SIMPLES PARA ELETRODUTO EM CHAPA DE AÇO PARA ELETROCALHA OU PERFILADO
	CONEXÕES PARA PERFILADO PERFORADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, TIPO: CURVA DE 90°, T, X E CONEXÃO DE DESGICA, RESPECTIVAMENTE.
	PERFILADO PERFORADO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO 38x38mm, SEM TAMPA.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA A 0,30m DO PISO ACABADO, EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO.
	CAIXA EM PVC 4"x4", DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	CAIXA OCTOGONAL EM PVC, DE EMBUTIR, INSTALADA NO TETO.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, COM BITOLA DE 3/4", EXCETO QUANDO INDICADO EM PROJETO, COM CONEXÕES (CURVAS E LUVAS) APROPRIADAS E PRÉ-FABRICADAS, INSTALAÇÃO EMBUTIDA NA ALVENARIA E/OU NA LAJE.
	INDICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA QUE SOBRE, DESCE E PASSA, RESPECTIVAMENTE.
	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TUJOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,40X0,40X0,40 M.
	CONDUTORES: NEUTRO, FASE, RETORNO, E TERRA RESPECTIVAMENTE.
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E FORÇA, DE EMBUTIR, COMPLETO COM DISJUNTORES E BARRAMENTOS, CONFECCIONADO EM CHAPA DE AÇO 1010/1020 COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ATENDENDO OBRIGATORIAMENTE NA ÍNTEGRA A NORMA ABNT NBR IEC 61439-1 E 61439-3 DE 2017, INSTALADO A 1,50m DO PISO ACABADO AO CENTRO DO MESMO.



02 PLANTA DE SETORIZAÇÃO
ESCALA: SEM

00	ABR/2023	ROGER	PRIMEIRA EMISSÃO
Nº	DATA	RESP.	DESCRIÇÃO

OBRA:		ESCOLA X TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC	
CONTEÚDO:	PLANTA BAIXA DO SETOR PEDAGÓGICO	DESCRIÇÃO DO PROJETO:	Projeto Elétrico de Baixa Tensão
		DOCUMENTAÇÃO:	Roger Lélis
		FOLHA:	A1
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Roger Lélis Gondim Silva 422608	ESCALA:	INDICADA
		DATA:	ABRIL/2023
		PRANCHA:	04/05

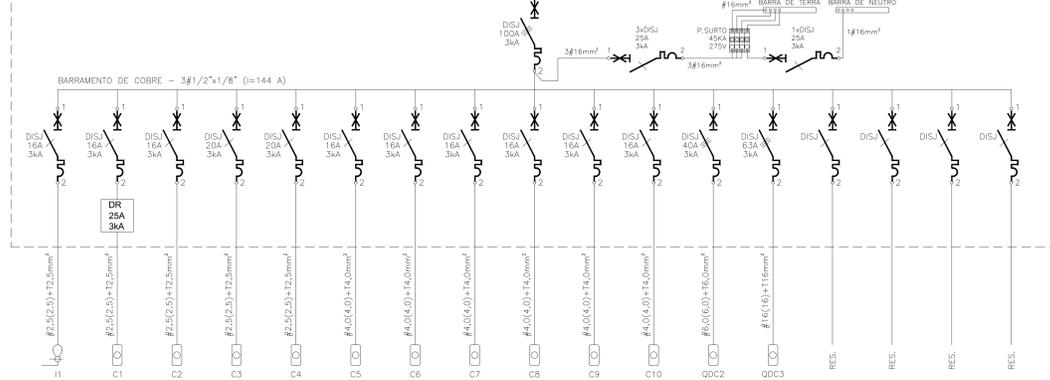
01 PLANTA BAIXA
ESCALA: 1/50

REDE DE ENERGIA BAHIA

3x25mm² AL XLPE-1kV
RAMAL DE CONEXÃO

3x35(35)+T16mm²-1kV
RAMAL DE ENTRADA

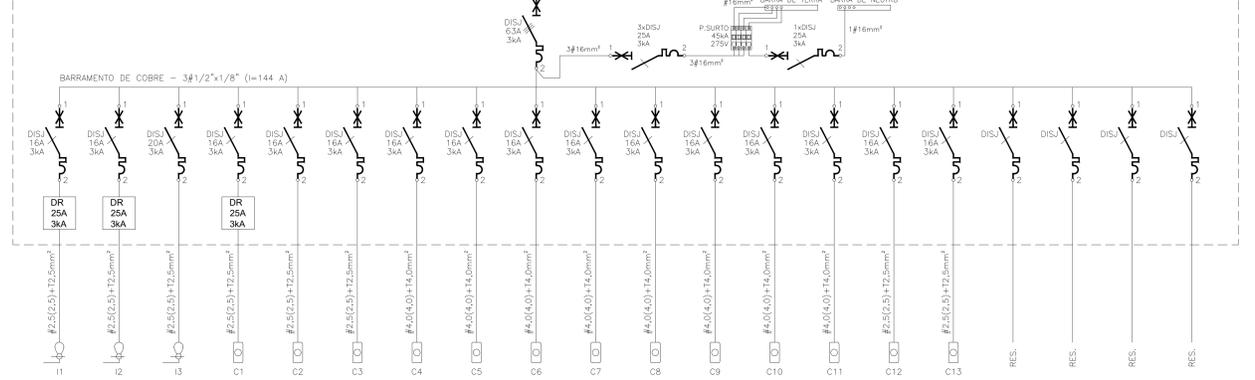
QGBT



VAI PARA O QGBT

3x16(16)+T16mm²-1kV

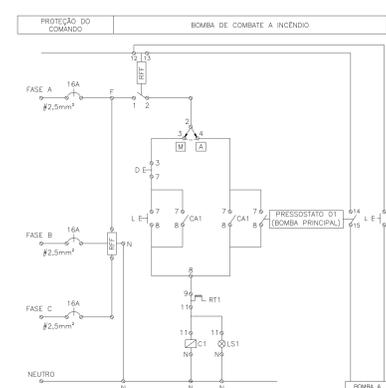
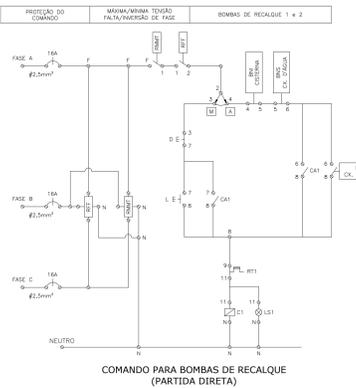
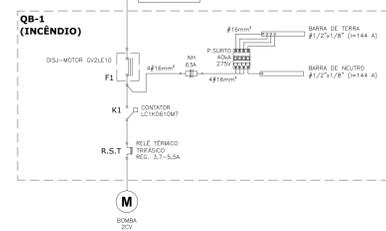
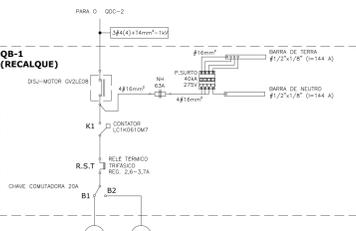
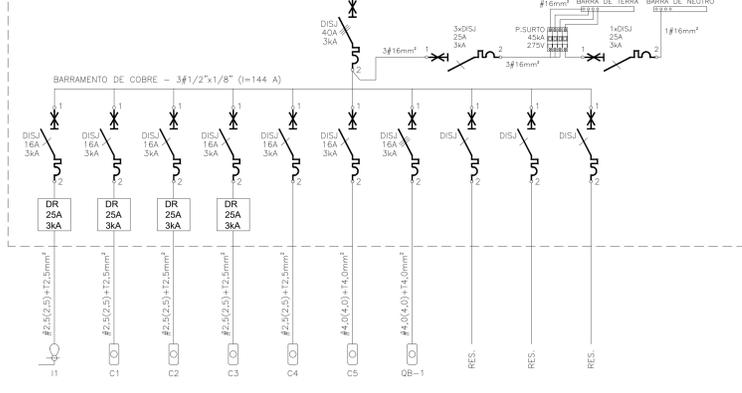
QDC3



CIRCUITO	UTILIZAÇÃO	ILUMINAÇÃO (W)		FORÇA (W)	CLIMATIZAÇÃO (Btu)			POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	ISOLAÇÃO	CONDUTOR (mm ²)	QUANTIDADE DE CONDUTORES CONSIDERADOS			CORRENTE (A)	MAX CONDUÇÃO DE CORRENTE (A)	PROJETO (A)	TEMPERATURA (°C)	F.C. TEMP.	CORRENTES AGRUPADAS	F.C. AGRUP.	CORREÇÃO	DISJUNTOR (A)	CORR. C.C. (A)	TIPO DO DISJUNTOR	INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (A)	BALANCEAMENTO DAS FASES			
		1	2		3	R	S						T																		
I1	Iluminação ADM	2	1	21	1.104	1.104	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.104,00	-	-	-
C1	T.U.G. ADM	12	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C2	T.U.G. FOM2	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C3	T.U.G. Cozinha	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C4	T.U.G. Hall	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C5	Spt Reposo	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C6	Spt Alvarinho	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C7	Spt Sala de Refeições	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C8	Spt Sala de Alvarinho	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C9	Spt Biblioteca	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
Q1	QGBT	1	1	1	19.789	19.789	380-30	B1	EPR/XLPE-1kV	3x40(40)+T4	2	48	30,07	35,00	0,96	1,00	3,35	40	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	8.587,33	8.587,33	8.587,33	
R1	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
R2	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
R3	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SOMA VERTICAL DOS TIENS	-	-	-	-	9	7	16	7	10	5	1	1	16,954	19,789	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SOMA VERTICAL DAS POTÊNCIAS	-	-	-	-	108	210	800	560	4800	5400	-	-	1104	1472	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL DEMANDADO (100%)	-	-	-	-	TOTAL	16.954	19.789	380-30	B1	EPR/XLPE-1kV	3x(6)xT6	3	48	30,07	35,00	0,96	2,00	0,80	39,15	40,00	3,00	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	8.456,67	8.638,67	8.496,67		

CIRCUITO	UTILIZAÇÃO	ILUMINAÇÃO (W)		FORÇA (W)	CLIMATIZAÇÃO (Btu)			POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	ISOLAÇÃO	CONDUTOR (mm ²)	QUANTIDADE DE CONDUTORES CONSIDERADOS			CORRENTE (A)	MAX CONDUÇÃO DE CORRENTE (A)	PROJETO (A)	TEMPERATURA (°C)	F.C. TEMP.	CORRENTES AGRUPADAS	F.C. AGRUP.	CORREÇÃO	DISJUNTOR (A)	CORR. C.C. (A)	TIPO DO DISJUNTOR	INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (A)	BALANCEAMENTO DAS FASES			
		1	2		3	R	S						T																		
I1	Iluminação ADM	2	1	21	1.104	1.104	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.104,00	-	-	-
C1	T.U.G. ADM	12	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C2	T.U.G. FOM2	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C3	T.U.G. Cozinha	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C4	T.U.G. Hall	10	2	6	1.800	1.800	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,07	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.800,00	-	-	-
C5	Spt Reposo	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C6	Spt Alvarinho	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C7	Spt Sala de Refeições	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C8	Spt Sala de Alvarinho	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
C9	Spt Biblioteca	1	1	1	1.080	1.080	220-10	B1	PVC-750 V	#4,0(4,0)+T4,0	2	32	6,14	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.080,00	-	-	-
Q1	QDC3	1	1	1	19.789	19.789	380-30	B1	EPR/XLPE-1kV	3x40(40)+T4	2	48	30,07	35,00	0,96	1,00	3,35	40	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	8.587,33	8.587,33	8.587,33	
R1	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
R2	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
R3	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SOMA VERTICAL DOS TIENS	-	-	-	-	9	7	16	7	10	5	1	1	16,954	19,789	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SOMA VERTICAL DAS POTÊNCIAS	-	-	-	-	108	210	800	560	4800	5400	-	-	1104	1472	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL DEMANDADO (100%)	-	-	-	-	TOTAL	16.954	19.789	380-30	B1	EPR/XLPE-1kV	3x(6)xT6	3	48	30,07	35,00	0,96	2,00	0,80	39,15	40,00	3,00	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	8.456,67	8.638,67	8.496,67		

QDC2



LEGENDA DIAGRAMA UNIFILAR

	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA BORTOS (DPS) - 3F + N
	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO MONOPOLAR
	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO TRIPOLAR
	INTERRUPTOR OPERACIONAL RESIDUAL - 2 POLOS (DR)
	CIRCUITO TERMINAL DE ILUMINAÇÃO
	CIRCUITO TERMINAL DE FORÇA
	CONTACTOR TRIFÁSICO
	RELE TÉRMICO TRIFÁSICO
	CHAVE COMUTADORA
	FUSÍVEL NH

CIRCUITO	UTILIZAÇÃO	ILUMINAÇÃO (W)		FORÇA (W)	CLIMATIZAÇÃO (Btu)			POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	ISOLAÇÃO	CONDUTOR (mm ²)	QUANTIDADE DE CONDUTORES CONSIDERADOS			CORRENTE (A)	MAX CONDUÇÃO DE CORRENTE (A)	PROJETO (A)	TEMPERATURA (°C)	F.C. TEMP.	CORRENTES AGRUPADAS	F.C. AGRUP.	CORREÇÃO	DISJUNTOR (A)	CORR. C.C. (A)	TIPO DO DISJUNTOR	INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (A)	BALANCEAMENTO DAS FASES			
		1	2		3	R	S						T																		
I1	Iluminação Serviço e Apoio + Pátio	9	7	16	1.118	1.118	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,08	35,00	0,94	4,00	0,65	10,04	16	3	TERMO-MAGNÉTICO	-	-	-	-	-	-	1.118,00	-	-	-
C1	T.U.G. Lavandaria	4	2	2	960	1.200	220-10	B1	PVC-750 V	#2,5(2,5)+T2,5	2	24	5,45																		