



FACULDADES  
**DOM BOSCO**

**JOÃO PEDRO ALVES DE PINHO AVELINO  
VICTOR HUGO FERNANDES DE FREITAS**

**METODOLOGIA BIM APLICADA EM PROJETOS ELÉTRICOS E  
LUMINOTÉCNICOS.**

Resende - RJ

2024

**ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE RESENDE**

**JOÃO PEDRO ALVES DE PINHO AVELINO  
VICTOR HUGO FERNANDES DE FREITAS**

**METODOLOGIA BIM APLICADA EM PROJETOS ELÉTRICOS E  
LUMINOTÉCNICOS.**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Associação Educacional Dom Bosco,  
Faculdade de Engenharia de Resende,  
Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em  
eletrônica, como requisito parcial para  
obtenção do diploma de Bacharel em  
Engenharia Elétrica.

Resende - RJ

2024

Catálogo na fonte  
Biblioteca Central da Associação Educacional Dom Bosco – Resende-RJ

A949 Avelino, João Pedro Alves de Pinho  
Metodologia BIM aplicada em projetos elétricos e luminotécnicos /  
João Pedro Alves de Pinho Avelino; Victor Hugo Fernandes de Freitas -  
2024.  
81f.

Orientador: Douglas Rosa Grillo  
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à  
finalização do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia  
de Resende da Associação Educacional Dom Bosco.

1. Engenharia elétrica. 2. Luminotécnica. 3. Building Information  
Modeling. 4. BIM. I. Freitas, Victor Hugo Fernandes de. II. Grillo,  
Douglas Rosa. III. Faculdade de Engenharia de Resende. IV. Associação  
Educacional Dom Bosco. V. Título.

CDU 628.9(043)



**JOÃO PEDRO ALVES DE PINHO AVELINO**  
**VICTOR HUGO FERNANDES DE FREITAS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM ELETRONICA

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. (a).: Prof. M. Sc. Douglas Rosa Grillo

**Orientador**

  
Prof. (a).: M. Sc. Luiz Fernando Ribas

Monteiro

Membro da Banca

  
Prof. (a).: M. Sc. Mônica Mara da Silva

Membro da Banca

Novembro 2024.

Dedicamos este trabalho, de modo especial, à memória de nossas avós, que estariam orgulhosas de ver seus netos se formando.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar com mais essa conquista, por me curar de todos os problemas de saúde já enfrentados e pela força para não perecer diante do caminho percorrido até aqui. Também quero agradecer a Nossa Senhora, Mãe de Deus, por sempre estar ao meu lado, me protegendo, abençoando e escutando as minhas orações.

Agradeço aos professores *M. Sc. Luiz Fernando Ribas Monteiro* e *M. Sc. Carlos Magno R. Vasques*, essenciais para minha formação, e especialmente ao *Prof. M. Sc. Douglas Rosa Grillo*, por seu apoio e dedicação na conclusão deste trabalho, sempre pronto para aprimorar e revisar nosso progresso.

À minha família, irmãs e primos, especialmente à minha mãe, a estimada *Regiana Alves*, que não permitiu que eu perdesse a fé e sempre me lembrou que, para o homem, é impossível, mas para Deus, tudo é possível. Ela sempre demonstrou força quando mais precisei. Nascido no dia do seu aniversário, Deus não deu um presente a ela, mas sim me presenteou com uma mãe digna deste substantivo. Também gostaria de agradecer à minha madrinha de batismo, *Ana Lúcia*, a “madrinha Bidu”, que, mesmo à distância, esteve presente em todos os momentos da minha vida e é uma referência para mim.

À minha noiva, *Vitória Maria*, que sempre esteve ao meu lado na saúde e na doença, nos momentos mais difíceis. Em especial, durante a pandemia, quando o futuro era incerto, ela se manteve firme e me apoiou para que eu não desistisse da graduação. A ela, agradeço por estar ao meu lado todos os dias.

Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo, me apoiando e me ajudando a chegar até aqui. Seja os de longa data, e aqueles que a faculdade me proporcionou a conhecer. Ao longo desses anos fiz amigos verdadeiros que levarei para a vida toda. Em especial, ao meu amigo e compadre, *Victor Hugo*, que esteve ao meu lado durante esses cinco anos. Também gostaria de agradecer, em memória, ao meu amigo e mestre *José de Moura*. Ele, que sempre esteve ao meu lado nos estudos, apoiando-me e ajudando em diversas disciplinas, mostrou-me que, sem estudo, nada se conquista. Hoje, estaria feliz em me ver formando.

Para coroar este agradecimento, gostaria de homenagear com muito entusiasmo aquele que me formou como profissional, demonstrando valores, princípios éticos e morais. Além de um chefe e amigo, para mim sempre será uma grande referência. A ele, *José Maria*, mais conhecido como Duda, que sempre terá minha admiração, respeito e lealdade.

João Pedro Alves de Pinho Avelino

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela oportunidade que me foi concedida, por ter me concedido saúde, aprendizados, inteligência e sabedoria. Agradeço, pelas forças que foram emanadas sobre mim, que não me permitiram jamais perder de vista meus objetivos;

Ao meu orientador, *Prof. M. Sc. Douglas Rosa Grillo*, que, com sua dedicação e generosidade, contribuiu imensamente para a conclusão deste trabalho. Agradeço por sua disposição em nos orientar, sempre atendendo prontamente para revisar e aprimorar o conteúdo, independentemente dos horários, e por nos apresentar sugestões valiosas que elevaram a qualidade do trabalho;

À minha família, especialmente *Vitória e Laura*, que compreenderam o tempo que dediquei a este projeto, mesmo durante feriados e finais de semana. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, ajudando-me a manter o foco e incentivando meus estudos;

Aos meus amigos *Arthur, Rômulo, Luan, Gabriel Rocha, Gabriel Santiago e Vitor Barbosa*, pela parceria e pelo apoio ao longo desta jornada acadêmica. Nos períodos de provas, trabalhos e atividades, sempre se dispuseram a nos reunirmos para compartilhar conhecimentos, incentivando uns aos outros até a conclusão da graduação. Mesmo aqueles que, por motivos pessoais, não puderam continuar na faculdade, mantiveram o espírito de amizade e companheirismo que sempre nos uniu;

Gostaria de entrar em concordância aos agradecimentos prestados pelo meu amigo *João*, aos professores, *M. Sc. Luiz Fernando Ribas Monteiro, M. Sc. Carlos Magno R. Vasques*, e presto meu agradecimento pelos demais professores que fizeram parte de minha formação.

Ao meu grande amigo *João Pedro*, que não só está presente comigo neste trabalho, mas também em vários outros, não deixando que as matérias mais difíceis nos desmotivassem, agradeço pelo companheirismo e por ser um ótimo amigo;

E, finalmente, aos meus pais, *Alessandro e Flávia*, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Agradeço por enfrentarem as dificuldades ao meu lado e por me incentivarem em todas as escolhas que fiz ao longo desta jornada;

Victor Hugo Fernandes de Freitas

“Muitos querem o conhecimento, poucos vão à luta por ele. E aqueles que lutam sempre terão a volúpia de conhecimento.”

Jose de Moura



## RESUMO

Este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de projetos de instalações elétricas e luminotécnico para uma edificação poliesportiva de alto padrão, localizada em Itatiaia-RJ, utilizando a metodologia BIM (*Building Information Modeling*). Através do *software* Autodesk Revit, será possível realizar a modelagem tridimensional, permitindo o dimensionamento preciso das etapas do projeto e a geração automática de tabelas com quantitativos de cargas e materiais. O *software* DiaLUX EVO também será utilizado para garantir a luminância adequada em cada ambiente da edificação. O uso da metodologia BIM proporciona uma visão integrada de todos os sistemas, facilitando a compatibilização dos projetos complementares e garantindo maior controle e eficiência na execução, com atualizações automáticas em caso de modificações no projeto. A adoção dessa abordagem visa evitar problemas como desperdícios e atrasos, otimizando o processo construtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projetos; Compatibilização; BIM; Elétrico; Luminotécnico

## **ABSTRACT**

*This work aims to present the development of electrical, lightning protection (SPDA), and lighting design projects for a high-end sports complex located in Itatiaia-RJ, using Building Information Modeling (BIM) methodology. Through the Autodesk Revit software, 3D modeling will allow for precise dimensioning of the project stages and automatic generation of material quantity tables. Additionally, DiaLUX EVO software will be employed to ensure proper lighting levels for each area of the building. The use of BIM methodology provides an integrated view of all systems, facilitating the coordination of complementary projects and ensuring greater control and efficiency in execution, with automatic updates in case of design changes. This approach aims to prevent issues such as waste and delays, optimizing the construction process.*

**KEYWORDS:** *Projects; Compatibility; BIM; Electric; Lighting technician.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama Unifilar .....	20
Figura 2 - Diagrama Multifilar .....	20
Figura 3 - Planta Baixa .....	20
Figura 4 - Diagrama Unifilar .....	21
Figura 5 - Diagrama Trifilar .....	21
Figura 6 – Curva Característica da Distribuição Luminosa .....	27
Figura 7 – Distribuição das Luminárias .....	29
Figura 8 – Representação do <i>Software</i> Dialux EVO .....	32
Figura 9 – Diagrama da classificação da pesquisa .....	37
Figura 10 – Gráfico número de publicações.....	38
Figura 11 – Determinação do tipo de trabalho ao qual foi inserido nos banheiros .....	42
Figura 12 – Localização das Lâmpadas de Emergência.....	44
Figura 13 – Projeto Elétrico 3D.....	45
Figura 14 – Figura 3D do Cômodo.....	46
Figura 15 – Corte A-A .....	46
Figura 16 – Planta Baixa .....	47
Figura 17 – Resultados Validados no Dialux.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Iluminância para Grupo de Tarefas Visuais .....	23
Tabela 2 – Iluminâncias Mínimas em Lux por Tipo de Atividade .....	24
Tabela 3 - Limite Máximo de UGRL .....	26
Tabela 4 - Fator de Depreciação do Serviço da Luminária - Fdl.....	28
Tabela 5 – Fator de Utilização da Luminária .....	29
Tabela 6 – Fatores de Correção Aplicáveis a Condutores Agrupados, em Feixe e a Condutores, no Mesmo Plano, em Camada Única.....	34
Tabela 7 – Representação do Fluxo Luminoso Máximo para Evitar Ofuscamento .....	36
Tabela 8 – Quantitativo de materiais do vestiário PNE.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	<i>Building Information Modeling</i> - Modelagem/Modelação da Informação da Construção
NBR	Norma Técnica Brasileira
CAD	<i>Computer Aided Design</i> - Projeto Assistido por Computador
MDICS	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
BIM BR	Modelagem/Modelação da Informação da Construção do Brasil
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
DR	Dispositivo Diferencial Residual
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i> - Instituto Alemão para Normatização
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade industrial
CE	Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
CB	Comitê Brasileiro de Eletricidade
FCA	Fator de Correção de Agrupamento
ISO	Organização Nacional de Padronização
QDL	Quadro de Distribuição
EPR	Material Composto por Isolação de Borracha de Etileno Propileno
XLPE	Material Composto por Isolação Extrudada de Polietileno Termofixo
IDR	Interruptor Diferencial Residual
PNE	Pessoas com Necessidades Especiais
3D	Plano tridimensional

## LISTA DE SÍMBOLOS

S	Área do local medido em m <sup>2</sup>
E	Iluminância em lux
O	Coefficiente de utilização
D	Fator de depreciação refletâncias do teto e paredes
L	Luminância total
I	Intensidade Luminosa
S	Área superficial em m <sup>2</sup>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVO.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	16
2.3 JUSTIFICATIVA .....	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 CONCEITO BIM.....	17
3.2 ESTRATÉGIA DE DISSEMINAÇÃO NO BRASIL .....	17
3.3 PROJETO ELÉTRICO .....	18
3.4 LUMINOTÉCNICO .....	22
3.3.1 Conceitos Luminotécnicos .....	23
3.3.2 Iluminância .....	23
3.3.3 Eficiência Luminosa.....	24
3.3.4 Intensidade Luminosa.....	25
3.3.5 Refletância.....	25
3.3.6 Emitância.....	25
3.3.5 Ofuscamento.....	25
3.3.5 Cálculo de Iluminação .....	27
3.3.5 Método de Lumens .....	27
3.5 <i>SOFTWARES</i> .....	30
3.5.1 Revit .....	30
3.5.2 Dialux EVO.....	31
3.6 NORMAS REGULAMENTADORES .....	32
3.6.1 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão .....	32
3.6.2 NBR 10898 – Sistema de Iluminação de Emergência.....	35
4. METODOLOGIA .....	37
4.1 PROJETO ELÉTRICO .....	38
4.1.1 Padrão de Entrada.....	39
4.1.2 Tabelas de Cargas .....	39
4.1.3 Eletrodutos.....	39
4.1.4 Cabos .....	40
4.1.5 Aterramento .....	40
4.1.6 Equipamentos de Proteção.....	40
4.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO .....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	45
6. CONCLUSÃO .....	51
7. REFERÊNCIAS.....	53

## 1. INTRODUÇÃO

A execução e concepção de projetos elétricos e luminotécnicos, são etapas essenciais no que tange projetos de engenharia em especial da área da construção civil e da elétrica. O dimensionamento correto desses sistemas é fundamental para garantir a segurança, eficiência e adequação às normas técnicas vigentes. Apesar disso, é muito comum encontrar projetos com falhas, e que por esses motivos, quando são executados, podem ocasionar problemas aos quais, causam principalmente retrabalho e custos financeiros.

A partir do exposto, este trabalho pretende explorar uma solução para realizar o aprimoramento do processo de elaboração de projetos, utilizando o *software* REVIT como uma ferramenta auxiliar no desenvolvimento, que fornece mapas, esquemas e maquetes tridimensionais em contraposição aos projetos tradicionais com tecnologia CAD. A ferramenta é capaz de fornecer a quantidade de materiais a serem utilizados nos projetos e pode realizar adaptações ao mundo real, utilizando características próprias e particulares.

A presente pesquisa classifica-se quanto sua natureza como aplicada, pois busca trazer uma solução a um problema real, quanto aos objetivos a mesma é classificada como exploratória devido a busca pelo conhecimento. Já em relação ao tipo a mesma pode ser classificada como estudo de caso pois utiliza um exemplo real de projeto para implementação da metodologia prática proposta, em relação a abordagem pode-se dizer que se trata de pesquisa mista, já que existem interpretações de cunho quantitativo e outras de cunho qualitativo.

Para realizar a simulação computacional do projeto de iluminação foi utilizado o Dialux que dentre outras funcionalidades, é capaz de calcular a iluminação ideal para os ambientes, facilitando o dimensionamento correto dos pontos de iluminação do projeto.

Através dos resultados é possível demonstrar como o uso do REVIT, em conjunto com a metodologia BIM, pode proporcionar resultados mais precisos e eficientes, garantindo um dimensionamento adequado dos sistemas elétricos. Isso não apenas otimiza os processos, mas vislumbra a redução de custo, a segurança, a qualidade do serviço e garante a satisfação do cliente.



## **2. OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar as contribuições da Modelagem da Informação da Construção (BIM) quando aplicada a projetos elétricos e luminotécnicos.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Para que se possa alcançar o objetivo geral do trabalho de conclusão de curso proposto, serão realizados os seguintes objetivos específicos:

- Justificar a importância do método Bim e comparar com método tradicional.
- Analisar as normas NBR 5410 e a NBR 10848.
- Validar os resultados do software por meio de cálculos.
- Elaborar detalhamentos e quantitativos de materiais.
- Analisar e concluir a partir dos resultados.

### **2.3 JUSTIFICATIVA**

Um dos grandes problemas encontrados em projetos é a falta de uma previsão mais ajustada em relação as interferências das disciplinas e das quantidades de materiais a serem adquiridos para execução do projeto. A metodologia BIM surge como uma solução para atender à demanda por projetos elétricos precisos e bem dimensionados. Além de fornecer quantificação e detalhamento, o BIM previne erros e fornece instrumentos precisos para acompanhamento e fiscalização. A metodologia pode ser aplicada a obras de qualquer porte sendo mais necessária em empreendimentos de grande porte, pois estes, são frequentemente mais suscetíveis a erros e problemas de interferências entre disciplinas.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 CONCEITO BIM

Com o aumento da complexidade dos projetos elétricos, o uso do BIM torna-se indispensável para atender às necessidades do setor. BIM tem revolucionado a metodologia de projetos na construção e na gestão do ciclo de vida, trazendo mais eficiência e integração. A definição de BIM evoluiu, visando melhorar a utilidade e eficiência dos projetos, permitindo uma abordagem centralizada e colaborativa (Latiffi et al., 2017).

Os principais aspectos do BIM incluem a modelagem paramétrica e a interoperabilidade. A modelagem paramétrica permite a criação de modelos 3D detalhados, enquanto a interoperabilidade garante a integração de informações entre diferentes aplicativos e disciplinas. Essas características possibilitam a descrição precisa das propriedades geométricas e funcionais dos componentes de construção, permitindo controle eficaz do progresso e do processo de construção (Xiaolei, 2018).

Entre as vantagens do BIM sobre os métodos tradicionais estão: a minimização de erros, maior precisão, otimização do cronograma, melhor integração de dados, e flexibilidade para mudanças no *design* (Martin et al., 2019). Além disso, o BIM permite uma gestão eficiente do projeto durante todo o seu ciclo de vida.

É fundamental que os processos digitais estejam integrados ao BIM para garantir o uso eficiente das informações ao longo de todo o ciclo de vida da construção. Contudo, é importante destacar que nem todo software que gera imagens 3D é BIM. O BIM envolve dados inteligentes e integração automática, o que não é oferecido por muitos programas CAD ou simuladores 3D. Assim, profissionais devem saber diferenciar essas soluções.

#### 3.2 ESTRATÉGIA DE DISSEMINAÇÃO NO BRASIL

Com intuito de incentivar o desenvolvimento dos setores da Indústria da Construção, buscando meios de moderar os gastos públicos e uma maior transparência nos processos licitatórios, e conseqüentemente contribuir para a otimização dos processos de manutenção e gerenciamento dos ativos do Governo, instituiu-se o Decreto nº 11.888 de 22 de janeiro de 2024 que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil.

Estratégia BIM BR possui a finalidade de promover o ambiente adequado para investimentos em BIM e sua disseminação pelo país. A seguir é apresentado os principais pontos da Estratégia BIM BR.

- I - Difundir o BIM e os seus benefícios;

- II - Coordenar e apoiar a estruturação da administração pública federal para a adoção do BIM;
- III - Apoiar as administrações públicas estaduais, distrital e municipais para a adoção do BIM;
- IV - Criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM;
- V - Estimular a capacitação e a formação profissional em BIM;
- VI - Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VII - Orientar o desenvolvimento de normas técnicas e apoiar a elaboração de guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VIII - Definir diretrizes para o aperfeiçoamento da Plataforma e da Biblioteca Nacional BIM e incentivar o seu uso;
- IX - Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;

### 3.3 PROJETO ELÉTRICO

Segundo Cavalin e Cervelin (2009), “todo projeto elétrico é elaborado a partir de um projeto de engenharia civil com suas plantas, cortes e detalhes, além disso deve seguir as recomendações da NBR 5410”.

Por sua vez, Creder (2016) divide o projeto elétrico em quatro partes e realça a importância da simbologia gráfica no mesmo, destacando que esta simbologia é de competência de cada projetista. Das partes do projeto citadas por Creder (2016), tem se:

- Memoriais: documento dedicado ao registro de justificativas, soluções e explicação de dimensionamentos;
- Conjunto de plantas, esquemas e detalhes: arquivos formados pelos diagramas funcionais, unifilar, multifilar e trifilar. Contém todos os detalhes necessários para execução do projeto;
- Especificações: onde é descrita as informações técnicas a respeito dos materiais a serem utilizados no projeto e as normas utilizadas;
- Orçamento: parte do projeto dedicada ao levantamento de custos gerais do serviço.

Nessas etapas, estão inseridos o levantamento de cargas, o dimensionamento dos condutores, dimensionamento dos eletrodutos, determinação dos dispositivos de proteção, cálculo de aterramento e o orçamento.

No levantamento de cargas é realizado a estimativa do quantitativo de cargas de acordo com cada ambiente. Este passo determina o quantitativo dos pontos de iluminação e pontos de tomadas, que ganham bases de cálculo diferenciado dependendo do tipo da instalação: residencial ou não residencial (Câmara, 2017).

Na etapa de dimensionamento dos condutores, as seções dos condutores são determinadas de acordo com a carga presente em cada circuito da instalação. Segundo Câmara (2017), é imprescindível que a divisão da instalação já exista e esteja em conformidade com os critérios dispostos na NBR 5410. Para o correto dimensionamento dos condutores é necessário levar em conta a forma de instalação, o material do condutor, cobre ou alumínio, o agrupamento dentro do eletroduto e as condições de temperatura onde a instalação será executada.

O dimensionamento dos eletrodutos é tão importante quanto a dos cabos, pois é por eles que irão passar os condutores. Logo, deve-se estar atento a taxa de ocupação, conforme as orientações da norma (Câmara, 2017).

Os dispositivos de proteção devem ser dimensionados de modo a proteger os condutores, as pessoas, os animais e os equipamentos disponíveis na instalação. Estes podem ser classificados com base em sua finalidade de proteção (Câmara, 2017), sendo elas:

- Proteção contra curto-circuito: disjuntores e fusíveis;
- Proteção contra sobrecargas: disjuntores térmicos e relés térmicos;
- Proteção contra surtos elétricos: DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos);
- Proteção contra fuga de corrente e choques elétricos: DR (Diferencial Residual).

O aterramento é uma ligação feita de forma intencional entre o condutor de proteção e a terra. Sobre ele, é enriquecedor cita Câmara (2017):

Essa ligação tem o objetivo de encaminhar uma corrente de fuga ou de falta para a terra sem perigo. Pode-se definir o aterramento em dois tipos: aterramento funcional, que consiste na ligação do aterramento ao neutro afim de garantir o funcionamento correto, seguro e confiável das instalações, e o aterramento de proteção, que tem por objetivo a proteção contra choques elétricos em contato direto, normalmente encontrados em motores, transformadores, quadros metálicos, comutadores etc. (Câmara, 2017, p.31).

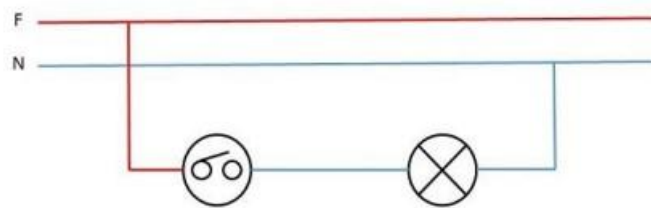
O orçamento faz parte de uma tríade de passos sequenciados que compõem uma metodologia de investigação criteriosa de custos. Tal investigação visa “reduzir desvios que impactam na lucratividade do empreendimento ou até mesmo desvios significantes, que poderiam inviabilizar a continuidade da execução de uma obra” (Azevedo Et.al 2011).

Todas as informações descritas devem estar presentes com suas respectivas justificativas no memorial descritivo. Enquanto os diagramas elétricos ficam em anexo nesse

documento. Os diagramas elétricos representam a distribuição do circuito elétrico ao longo da instalação. São exemplos de diagramas elétricos os esquemas funcionais, multifilares, unifilares e trifilares.

Segundo Mattede (2021) o diagrama funcional, conforme apresentado na Figura 1, é elaborado quando se tem interesse em representar apenas uma parte da instalação, possuindo todos os condutores e os componentes que estão arranjados em um circuito único.

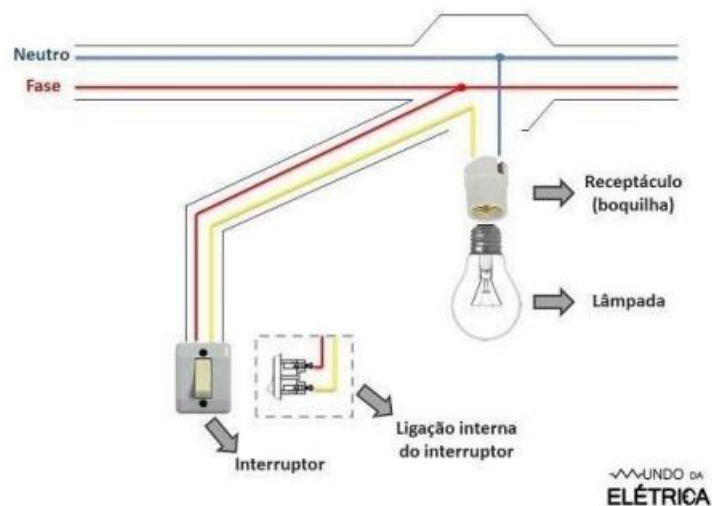
Figura 1 - Diagrama Unifilar



Fonte: Mattede (2021)

O diagrama multifilar, exemplificado pela Figura 2, é mais minucioso, diferindo-se do funcional por representar os condutores arranjados em sua posição correta (Mattede, 2021).

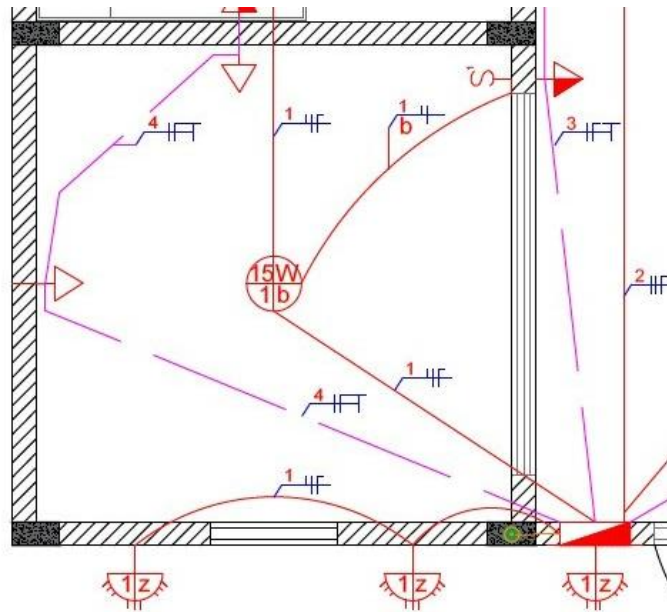
Figura 2 - Diagrama Multifilar



Fonte: Mattede (2021)

Mattede (2021) apresenta o diagrama unifilar, disposto na Figura 3, como o diagrama mais usado entre os eletricitistas. Ele é desenhado em cima da planta baixa do empreendimento e apresenta todos os pontos disponíveis na instalação, bem como a disposição dos cabos.

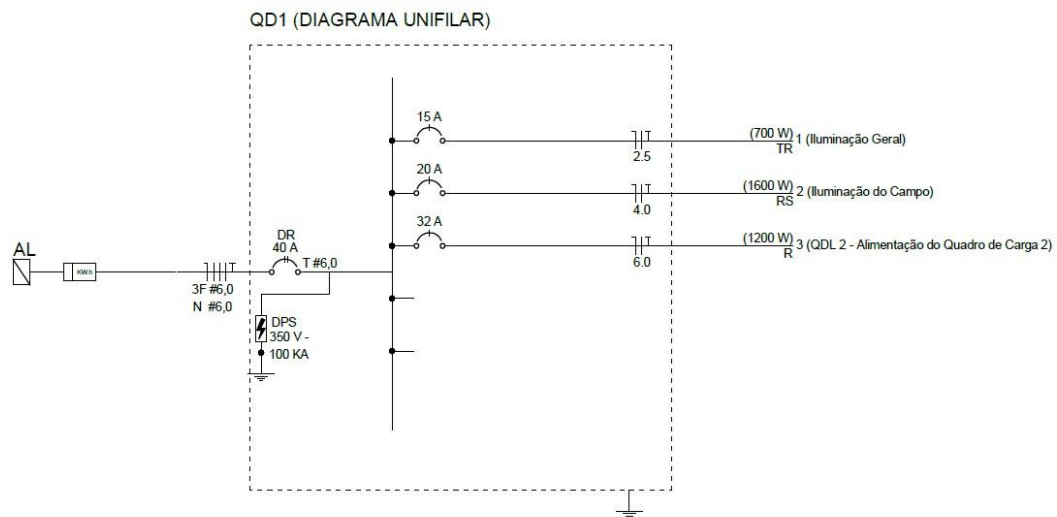
Figura 3 - Planta Baixa



Fonte: Mattede (2021)

Os diagramas unifilares e multifilares não estão restritos apenas a disposição dos cabos e pontos pela planta baixa. Eles descrevem também a montagem dos quadros de distribuição, como ilustrado na Figura 4, e apresentam de maneira sucinta a disposição desses componentes.

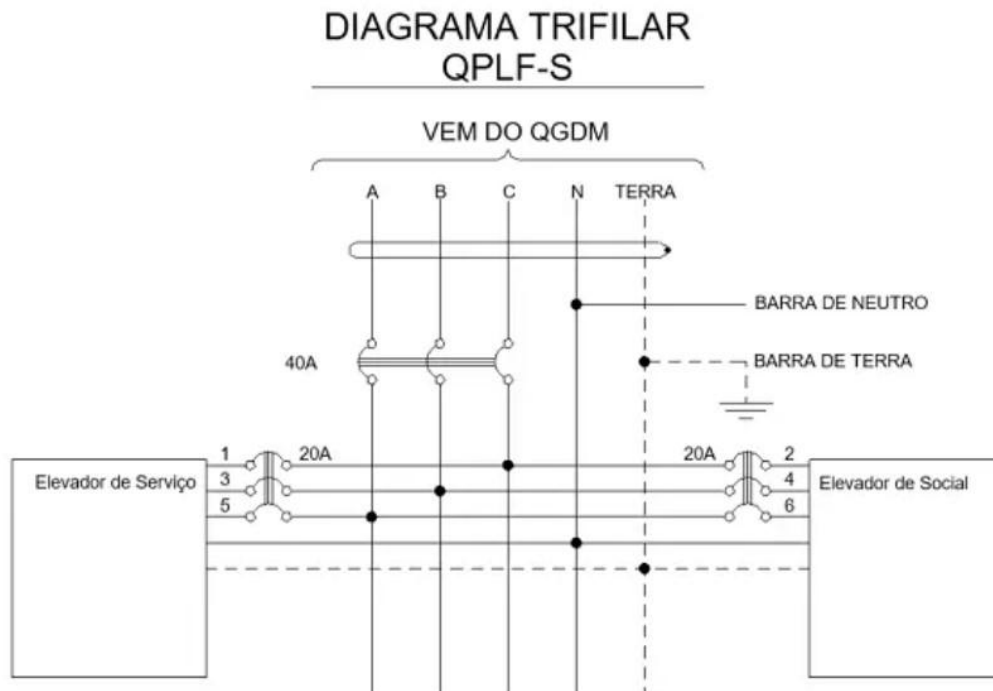
Figura 4 - Diagrama Unifilar



Fonte: Mattede (2021)

O Diagrama trifilar, apresentado na Figura 5, é apenas usado quando se trabalha com comandos elétricos (MATTEDE, 2021).

Figura 5 - Diagrama Trifilar



Fonte: Mattede (2021)

### 3.4 LUMINOTÉCNICO

O estudo luminotécnico é muitas das vezes crucial para um determinado local, pois o mesmo, determina as especificações de uma lâmpada, a taxa de lux e de iluminação no local, permanecendo a saúde de quem permanece no ambiente. (Braz, 2021).

Justamente porque existem tarefas as quais exigem um iluminamento adequado, para que tal atividade seja feita de modo no qual não prejudique o funcionário ou a pessoa presente no local.

Para determinar um bom projeto luminotécnico, é necessário realizar uma adoção de alguns pontos principais, como:

- Nível de iluminação para aplicabilidade da função desenvolvida no local. (Cada área de atividade tem uma quantidade mínima necessária).
- Realizar uma distribuição em todo o entorno do espaço, considerando curvas ou imperfeições no local (parede, piso ou teto);
- É necessário escolher a cor específica da luz no qual será estabelecida ao local;
- Execução em relação aos pisos e paredes;
- Verificar a iluminação de acesso no local.

Com a análise feita, é possível que seja exigido uma complementação de iluminação no recinto, utilizando assim aparelhos específicos, nos quais pode ser inserido nas paredes laterais, piso, maquinário ou até mesmo, enquanto dia, utilizar iluminação natural, porém enquanto a noite, é necessário calcular e inserir os complementos. (Mamede, 2010).

### 3.3.1 Conceitos Luminotécnicos

A luz é uma forma de energia irradiada que se propaga por meio de ondas eletromagnéticas, das quais apenas algumas são visíveis ao olho humano. As radiações com menores comprimentos de onda, como as cores violeta e azul, são responsáveis por intensificar a sensação luminosa, o que explica a percepção de menor iluminação ao entardecer. Já as radiações com maiores comprimentos de onda, como o vermelho e o amarelo, tendem a aparecer em ambientes mais iluminados. A cor branca resulta da obstrução da radiação amarela, enquanto o preto reflete pouca luz. (Mamede, 2010)

### 3.3.2 Iluminância

“É o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície, quando esta tende a zero”. (Mamede, 2010).

A iluminância é uma grandeza expressa em lux, no qual é correspondida a variação incidente do fluxo luminoso em uma determinada superfície, sendo assim, é necessário realizar a medição do fluxo para se calcular a iluminância total do local. (Mamede, 2010).

Sua fórmula é dada pela Equação 1:

$$E = \frac{F}{S} \text{ (LUX)} \quad (1)$$

- F → Fluxo luminoso, em lúmens;
- S → Área da superfície iluminada, em m<sup>2</sup>

De acordo com a norma NBR 5413 escrita em (Mamede, 2010), para determinar a iluminância, se deve seguir alguns procedimentos recomendados:

- Devemos verificar de acordo com a tabela abaixo, os valores ideais para os tipos de trabalhos exercidos;
- Somar os valores de modo algébrico, sem colocá-los em módulos;
- Quando tiver um valor entre negativo e positivo, utilizar a luminância mais baixa, e quando for valores positivos, somá-los e realizar a média.

Tabela 1 – Iluminância para Grupo de Tarefas Visuais



Faixas	Iluminâncias (lux)	Tipo de Atividade
B - Iluminação geral para áreas de trabalho	200	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
	300	
	500	
	500	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, auditórios
	750	
	1000	

Fonte – Adaptado de Mamede (2010).

Tabela 2 – Iluminâncias Mínimas em Lux por Tipo de Atividade

Tipo de ambiente	Lux
<b>Hotéis e Restaurantes</b>	
Cozinha	200
Restaurantes	150
Corredores e escadas	100
Banheiros	200
<b>Esporte</b>	
Futebol de salão	200
Voleibol	200
<b>Escritórios</b>	
Sala de trabalho	250

Fonte – Adaptado Mamede (2010).

A classificação das lâmpadas é feita com base na mudança de coloração, permitindo avaliar a sensação que diferentes tonalidades causam nos olhos humanos. Por exemplo, em ambientes mais relaxados, é comum o uso de lâmpadas com cores amareladas, enquanto em locais que exigem maior atenção, utiliza-se luzes frias. Essa graduação é determinada pela temperatura de cor, conforme a seguinte escala: 2.800 K corresponde à luz vermelha, de tonalidade quente e suave; 4.000 K e 5.000 K referem-se a luzes brancas, neutras; e 6.500 K corresponde à luz azulada, fria e clara. (Mamede, 2010).

### 3.3.3 Eficiência Luminosa

A eficiência luminosa é a razão entre as diferenças do fluxo emitido pela lâmpada e a potência no qual a lâmpada submete para sua ativação, sendo assim, a mesma pode ser

submetida a uma pequena ou grande variação de acordo com suas características construtivas. (Vidro difusor da luminária, acabamento interno, entre outros). (Mamede, 2010).

Sua fórmula é dada pela Equação 2:

$$n = \frac{\psi}{P_c} \left( \frac{\text{Lumens}}{W} \right) \quad (2)$$

- $\psi \rightarrow$  Fluxo luminoso emitido, em lumens;
- $P_c \rightarrow$  Potência consumida, em W.

### 3.3.4 Intensidade Luminosa

Unidade de medida dada em candela (cd), tendo como definição, o limite da razão entre o fluxo luminoso em torno de uma direção ao qual esse fluxo está submetido, como também pode ser aquele ao qual se submete somente a uma direção específica. Logo abaixo, estará a representação de uma demonstração gráfica, no qual submete os efeitos do fluxo luminoso localizado ao centro de uma esfera com raio igual a 1 m, no qual, é submetido a emissão de 1cd a cada metro quadrado da superfície da esfera, podemos calcular um fluxo luminoso de 1 lúmen. (Mamede, 2010).

### 3.3.5 Refletância

É toda a iluminação refletida sob uma superfície, tendo uma relação entre o fluxo luminoso incidente e a intensidade luminosa da lâmpada que está exercendo sobre o mesmo, sendo assim, é possível verificar luminâncias diferentes, nos objetos que refletem diferentes luminosidades. (Mamede, 2010).

### 3.3.6 Emitância

A emitância é a quantidade de fluxo emitido por uma fonte, seja luz natural ou luz manipulada (produzida pela lâmpada), sendo que sua unidade é lúmen/m<sup>2</sup>. (Mamede, 2010).

### 3.3.5 Ofuscamento

O fenômeno é produzido justamente pelo excesso de luminosidade no local, sendo assim, oferece uma porcentagem tão alta, que fornece desconforto visual ao observador. (Mamede, 2010).

De maneira geral, esse ofuscamento se dá pela adaptação dos olhos, no qual não se ocorre de maneira normal, mas sim, quando há uma taxa muito alta de luminosidade ou uma mudança rápida na iluminação podendo aderir a um efeito ofuscante a quem está presente. Um

exemplo bem simples, está relacionado a quando olhamos para o sol e notamos que além do desconforto, podemos enxergar uma luz direta, resultando em uma mancha meio branca ou amarelada, chamado assim de ofuscamento. (Braz, 2021).

Para realizar a medição desse efeito, usa-se a Equação 3:

$$tg\varphi = \frac{D}{Hno} \quad (3)$$

- D → distância horizontal do espectador à fonte luminosa, em m;
- Hno → altura da fonte luminosa no nível do olho, em m.

Para estabelecer o valor máximo para os limites de luminâncias estabelecidas a uma visualidade normal, é preciso considerar a tangente de  $\varphi$  com um ângulo de  $45^\circ$  (Mamede, 2010).

Este desconforto, é medido e é preciso seguir a tabela de orientação de acordo com a NBR 8995, no qual, existirá uma taxa mínima e máxima de lux que deverá existir no local, de acordo com o trabalho exercido. (Braz, 2021).

Tabela 3 - Limite Máximo de UGRL

Desenho técnico	≤ 16
leitura, escrita, salas de aula, computação, inspeções	≤ 19
Trabalho em indústria, exposições, recepção	≤ 22
Trabalho bruto, escadas	≤ 25
Corredores	≤ 28

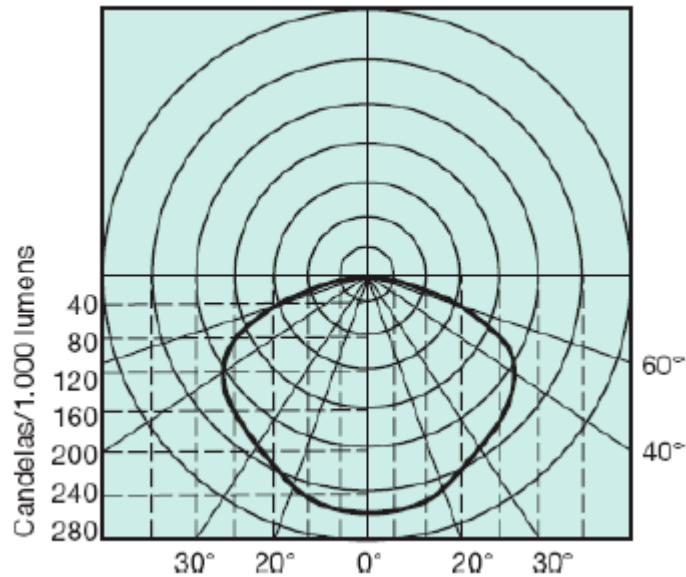
Fonte – NBR 8995-1/2013

Um dos principais pontos para evitar o ofuscamento é reduzir a quantidade de luz que incide diretamente nos olhos, equilibrando a luz natural e artificial para atingir um nível adequado. Esse equilíbrio deve evitar tanto o excesso de claridade, que pode causar ofuscamento, quanto a escuridão, que força a visão e prejudica a saúde visual. (Braz, 2021). Ter muita luz não significa necessariamente boa iluminação, e ainda pode resultar em desperdício de energia dependendo da potência da lâmpada, enquanto pouca luz gera fadiga e desconforto. (Trajano, 2023). Segundo as normas alemãs DIN 5035, o ofuscamento é classificado em três níveis (C1, C2 e C3), de acordo com o tipo de ambiente e a distribuição luminosa adequada. (Mamede, 2010)

A classificação do ofuscamento, segundo as normas, é dividida em três classes. A Classe C1 corresponde à melhor qualidade em relação ao efeito de ofuscamento, sendo ideal para ambientes que exigem alta precisão, como maquinários, desenhos técnicos, hospitais e salas de aula. A Classe C2 é adequada para ambientes onde um nível médio de ofuscamento é aceitável,

como salas de máquinas e outros locais onde as atividades são relativamente simples. Já a Classe C3 representa uma condição inadequada, devendo ser evitada em ambientes como hospitais e indústrias. (Mamede, 2010).

Figura 6 – Curva Característica da Distribuição Luminosa



Fonte – Mamede (2010).

### 3.3.5 Cálculo de Iluminação

Existem três métodos (Método dos lumens, método das cavidades zonais e Método do ponto por ponto). Porém só será utilizado um único método para comprovação dos cálculos. (Mamede, 2010).

### 3.3.5 Método de Lumens

Este método é baseado na determinação do fluxo luminoso, no qual consegue-se definir um valor médio para o plano de trabalho e por fim identificar quantas lâmpadas seriam necessárias para obter o mínimo necessário para o trabalho no local. Através da Equação 4 é possível entender como é feito esse cálculo: (Mamede, 2010).

$$\psi t = \frac{E \cdot S}{Fdl \cdot Fy} \quad (4)$$

- $\psi t$  → Fluxo total emitido pelas lâmpadas utilizadas;
- $E$  → Iluminação média para o ambiente;
- $S$  → Área de recinto;
- $Fdl$  → Fator de depreciação da luminária;

- $F_y \rightarrow$  Fator de utilização do recinto.

### 3.3.5.1 Fator A - Depreciação

Para verificar o fator de depreciação, é medido por base da relação entre o fluxo emitido e a luminária até o fim do período, no qual se inicia o processo de manutenção da mesma. Segue a tabela com o fator de depreciação: (Mamede, 2010).

Tabela 4 - Fator de Depreciação do Serviço da Luminária - Fdl

Tipo de aparelho	Fd
Aparelhos para embutir lâmpadas incandescentes	0,85
Aparelhos para embutir lâmpadas refletoras	
Calha aberta e chanfrada	0,8
Refletor industrial para lâmpadas incandescentes	
Luminária comercial	0,75
Luminária ampla utilizada em linhas contínuas	
Refletor parabólico para 2 lâmpadas incandescentes	0,7
Refletor industrial para lâmpada VM	
Aparelho para lâmpada incandescente para iluminação indireta	
Luminária industrial tipo Miler	
Luminária com difusor de acrílico	
Globo de vidro fechado para lâmpada incandescente	

Fonte – Adaptado de MAMEDE, 2010.

### 3.3.5.2 Fator B - Utilização

Para verificar o fator de utilização do recinto, depende das dimensões e das cores envolvidas no local de recinto, mas basicamente é a relação entre a utilização e fluxo luminoso. Tais fatores são considerados de acordo com os tópicos abaixo: (Mamede, 2010).

O índice de recinto é dado pela Equação 5:

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad (5)$$

- $K \rightarrow$  índice do recinto;
- $A \rightarrow$  comprimento do recinto;
- $B \rightarrow$  largura do recinto;

- H<sub>lp</sub> → Altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho.

Tabela 5 – Fator de Utilização da Luminária

Luminárias típicas	Teto	70%		50%		70%	50%	30%	
	Parede	50%	30%	50%	30%	10%	10%	30%	10%
Luminária com 1 Lâmpada	k	10% (valor de refletância percentual do piso)							
	0,6	0,32	0,25	0,29	0,22	0,2	0,18	0,2	0,17
	0,8	0,39	0,31	0,35	0,29	0,26	0,24	0,26	0,22
	1	0,45	0,37	0,4	0,34	0,32	0,29	0,31	0,27
	1,25	0,5	0,43	0,45	0,39	0,37	0,34	0,36	0,32
	1,5	0,55	0,48	0,49	0,44	0,42	0,39	0,4	0,36
	2	0,61	0,55	0,56	0,5	0,5	0,46	0,46	0,42
	2,5	0,66	0,6	0,6	0,55	0,55	0,51	0,51	0,47
	3	0,69	0,64	0,63	0,58	0,59	0,55	0,55	0,55
	4	0,73	0,69	0,67	0,63	0,65	0,6	0,6	0,55
5	0,76	0,72	0,69	0,66	0,69	0,63	0,63	0,58	

Fonte – Adaptado de MAMEDE, 2010.

### 3.3.5.3 Fator C – Cálculo do Número de Luminárias

Para o cálculo quantitativo de luminárias, utiliza-se a Equação 6: (Mamede, 2010).

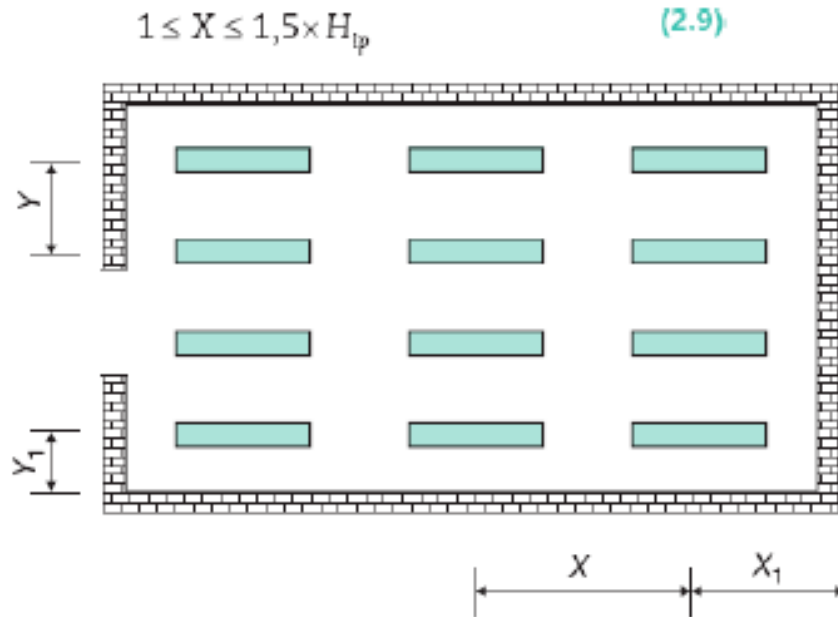
$$Nlu = \frac{\psi_t}{Nin \cdot \psi_l} \quad (6)$$

- $\psi_l$  → Fluxo luminoso emitido por uma lâmpada;
- $\psi_t$  → Fluxo luminoso total do local;
- $Nla$  → Número de lâmpadas por luminária;

### 3.3.5.4 Fator D – Distribuição das Luminárias

Existe uma distribuição mínima necessária para realizar o posicionamento adequado no recinto, desse modo a distância máxima deve ser entre 1 e 1,5m de acordo com sua altura útil. (Mamede, 2010).

Figura 7 – Distribuição das Luminárias



Fonte – Mamede (2010).

Para a distribuição de acordo com Mamede (2010), utiliza-se a Equação 7.

$$1 \leq Y \leq 1,5 \cdot H\varphi \quad (7)$$

$$X_1 = \frac{X}{2} \text{ e } Y_1 = \frac{Y}{2}$$

- $H\varphi \rightarrow$  altura útil da luminária;
- $X$  e  $Y \rightarrow$  Espaçamento entre luminárias;

### 3.5 SOFTWARES

#### 3.5.1 Revit

Existem diversos *softwares* que utilizam o BIM, a mais conhecida é o Revit Mep, fabricado pela Autodesk, também fabricante do AutoCAD, e começou a ser comercializada no ano 2000. O nome Revit é originado das palavras em inglês “*Revise Instantly*”, traduzido para o português “*Revise instantaneamente*”, o que significa que ao desenhar no Revit, as modificações de um objeto se dão instantaneamente em todos os objetos iguais de maneira concomitante e em todas as vistas do desenho em que ele aparece, de forma imediata (Netto, 2016).

A preferência pelo Revit para desenvolver um projeto tridimensional executivo deve-se principalmente à robustez do programa, suas características e as possibilidades que oferece. Além disso, a familiaridade com o software AutoCAD contribui para essa escolha. Essas qualidades fundamentais fizeram com que o Revit se tornasse amplamente aceito no mercado de arquitetura, engenharia civil e elétrica, auxiliando arquitetos, engenheiros e construtores na

execução de projetos, permitindo a elaboração, documentação e mensuração automatizada de toda a obra.

Ao criar um projeto em Revit, há a necessidade de carregar um *template*, que é um modelo padrão a ser seguido, com uma estrutura predefinida que facilita o desenvolvimento e elaboração do conteúdo, com base de algo já construído com elementos construtivos, otimizando o tempo do usuário. O *template* depois de criado possuirá em suas configurações os tipos de linha, blocos ou família, conformações de objetos e de visualização, conforme as especificações listadas nas NBRs.

A classe de *schedules* é uma ferramenta de cálculo e quantificação dentro do próprio programa. Nela, são criadas tabelas que podem ser feitas e programadas pelo usuário, permitindo a extração de quantificações de componentes do projeto. Nos *schedules*, há a opção de quantificar componentes em separado por tipo de material. Da mesma forma, pode-se ter uma representação gráfica, como por exemplo, dos pilares, obter lista de pranchas emitidas e uma listagem com os pontos de vista salvos. Cada uma destas opções pode ter uma formatação própria, que pode ser alterada pelo projetista a qualquer momento, incluindo ou excluindo itens, colunas e linhas. Por fim, pode-se exportar estes itens descritos. (Xavier, 2017)

Em ferramentas de modelagem como o Revit, é possível verificar a duplicidade e até mesmo a sobreposição de objetos, diferentemente do modelo tradicional, feito a olho nu. Esse processo, chamado de compatibilização de projetos, busca identificar interferências e erros durante a criação, antes que sejam percebidos apenas na fase de execução, evitando assim atrasos e custos imprevistos. (Xavier, 2017)

### 3.5.2 Dialux EVO

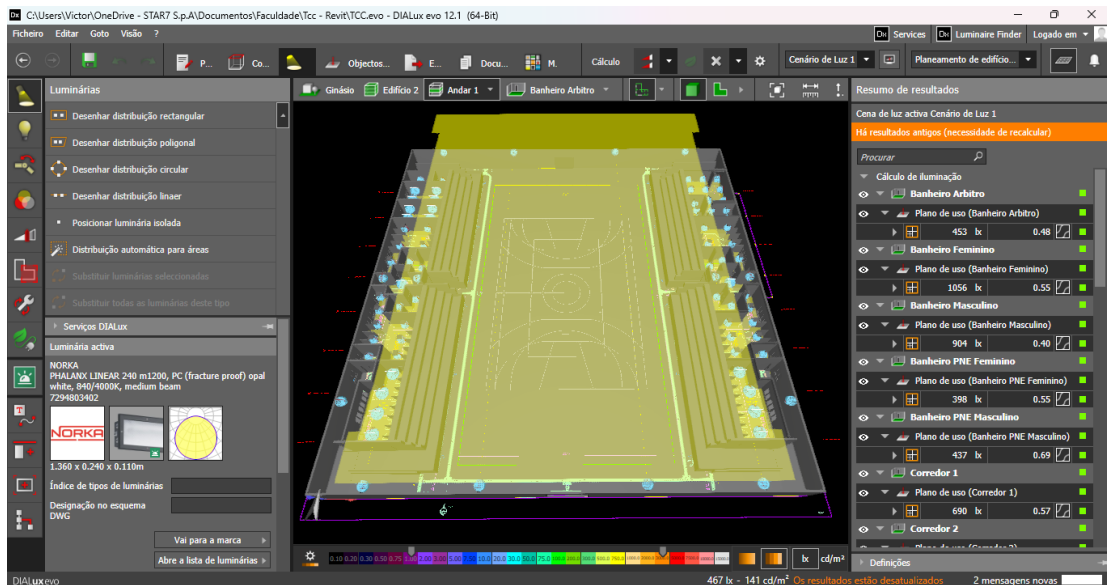
O projeto demanda a utilização de um *software* especializado para a realização dos cálculos de iluminância, após a simulação da disposição da luminosidade na planta. Um dos *softwares* mais relevantes nesse contexto é o Dialux EVO, que permite a modelagem tridimensional de um espaço com base na quantidade de lâmpadas e janelas, possibilitando o cálculo da iluminância necessária. Informações sobre o *software* no estudo de Jonathan (Zuleta, 2015).

As taxas de iluminância no *software* são determinadas pelas características funcionais do ambiente. Por exemplo, em ambientes de trabalho, é exigida uma iluminância mínima específica. Todas as informações obtidas pela simulação no *software* estão em conformidade com as normas técnicas ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, conforme escolha do usuário. (Alves, 2023).



Além da determinação das taxas de iluminância e do dimensionamento adequado das lâmpadas, o *software* também permite a avaliação do consumo energético do local, com base no potencial de consumo das lâmpadas utilizadas de acordo com Jonathan (Zuleta, 2015).

Figura 8 – Representação do *Software* Dialux EVO



Fonte – Captura de Tela – Autoria própria (2024).

Para calcular a quantidade de lâmpadas necessárias para cada ambiente, é necessário realizar os cálculos nos quais estão presentes os conceitos luminotécnicos, como o fluxo luminoso, intensidade luminosa, iluminância, luminância e refletância. (Alves 2023).

Dito isto, ressalto que a modelagem feita no DIALUX, foi basicamente, uma modelagem de simulação, justamente para comprovar que é possível utilizar a metodologia BIM para cálculos luminotécnicos, e verificando desse modo, com base nas formulas de cálculos para o valor total de lux, lúmens e fluxo luminoso, que os resultados encontrados no *software* está de acordo, e que, determinando o modelo de luminária implementada, conseguimos também, visualizar que o *software* apresenta a quantidade de luminárias mínimas requisitadas, de acordo com o resultado também encontrado no cálculo.

## 3.6 NORMAS REGULAMENTADORES

### 3.6.1 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A NBR 5410 estabelece de forma generalizada os requisitos necessários para satisfazer uma instalação elétrica em baixa tensão, garantindo segurança mínima, a pessoas e animais, e um bom funcionamento da mesma (Câmara, 2017).

A NBR 5410:2023 – Projeto de revisão, no item 4.1 (p.28), apresenta princípios fundamentais que orientam, objetivam e prescrevem instruções relacionadas a proteção contra

choques elétricos, efeitos térmicos, sobrecorrentes e sobretensões. Enfatiza o desligamento de emergência, o seccionamento automático, a independência da instalação elétrica, a acessibilidade e seleção dos componentes previsto em projeto. Destaca ainda a prevenção de efeitos danosos ou indesejados e cobra a qualificação profissional ao executar esse tipo de serviço.

Assim como todas as normas regulamentadoras existentes, a NBR 5410 foi elaborada pela ABNT (Associação de Normas Técnicas) e registrada pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade industrial). Existindo a mais de 60 anos, teve a sua primeira edição publicada em 1941, tendo sido revisada várias vezes ao longo dos anos. O projeto de revisão da norma, elaborado pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE-003:064.001) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), se iniciou em fevereiro de 2014 e terminou em agosto de 2023.

A NBR 5410 ressalta a necessidade de um profissional habilitado na área ser o responsável por qualquer atividade em uma instalação elétrica quando diz que “o projeto, a execução, a verificação e a manutenção das instalações elétricas devem ser confiados somente a pessoas qualificadas a conceber e executar os trabalhos em conformidade com esta Norma” (item 4.1.16 da NBR 5410:2023, p.30).

Outro ponto a considerar, tomando como garantia o cumprimento da NBR 5410, a verificação das instalações elétricas deve ser feita antes do seu funcionamento, onde a verificação deve ser realizada em todo o tipo de construção. No capítulo 7 da NBR 5410/2023 é apresentado os procedimentos necessários para se fazer uma verificação final das instalações elétricas, sendo que está verificação tem a finalidade de garantir que tudo o que foi executado estará de acordo com as exigências e prescrições contidas na norma (Capítulo 7 da NBR5410:2023, p. 233)

Dentro do projeto elétrico, a aplicação da NBR 5410 é fundamental para o correto dimensionamento das instalações. Entre os critérios de dimensionamento estabelecidos, destacam-se: a seção mínima dos condutores, a capacidade de condução de corrente, a proteção contra sobrecargas, a proteção contra curtos-circuitos, a queda de tensão e a proteção contra contatos indiretos, aplicável quando se utiliza seccionamento automático. Dentre esses critérios, adota-se o que resultar na maior seção dos condutores.

Para encontrar a corrente dos circuitos serão utilizadas:

- Equação 8 para circuitos monofásicos e bifásicos.

$$I = P/U \quad (8)$$

- Equação 9 para circuitos trifásicos.

$$I = P/(U*\sqrt{3}) \quad (9)$$

Onde:

- I = Corrente do projeto medida em Amperes (A)
- P = Potência do circuito medida em Watts (W) ou VA (Volt Ampère)
- U = Tensão do circuito em Volts (V)

Para encontrar a potência do circuito basta inverter a fórmula

- $P = I*U$ , e da mesma forma para encontrar a tensão  $U = P/I$ .

O primeiro critério abordado pela NBR 5410 é o da seção mínima dos condutores, cujos valores são apresentados no Anexo A, que especifica que as seções não devem ser inferiores aos valores mínimos estipulados.

Na escolha do tipo de cabo e instalação para edificações de alvenaria, o método mais comum é o B1, que utiliza condutores de cobre isolados em eletrodutos circulares embutidos na parede. No Anexo B, especifica os tipos de linhas elétricas.

Na maioria dos projetos elétricos, o tipo de cabo mais utilizado é o de cobre com Isolação em Borracha etileno propileno (EPR), Isolação extrudada de Polietileno Termofixo (XLPE), Isolação em Cloreto de Polivinila (PVC). O Anexo C apresenta as capacidades de condução de corrente para o método B1, diferenciando entre circuitos com dois condutores, fase-fase ou fase-neutro, e três condutores ou três fases.

Tabela 6 – Fatores de Correção Aplicáveis a Condutores Agrupados, em Feixe e a Condutores, no Mesmo Plano, em Camada Única

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥ 20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	11 a 14 (Métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				11 e 12 (Método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				

Fonte – NBR 5410

Ao passar mais de um circuito em um mesmo eletroduto, deve-se aplicar o fator de correção de agrupamento (FCA), conforme a Tabela 6. Quando há apenas um circuito, o FCA é 1, mas ao incluir três circuitos no mesmo eletroduto, o FCA passa a ser 0,70, pois o aumento de temperatura nos cabos reduz a sua eficiência.

A capacidade de condução de corrente dos cabos elétricos é influenciada por diversos fatores, como a temperatura ambiente, o número de circuitos que compartilham o mesmo eletroduto e a resistividade térmica do ambiente. Esses fatores devem ser considerados para ajustar a capacidade nominal de condução dos cabos, garantindo que eles suportem as condições reais da instalação e que a corrente dos circuitos não exceda esse valor corrigido, preservando a segurança e a eficiência.

A proteção contra sobrecargas é outro aspecto essencial para a segurança das instalações elétricas. A NBR 5410, no item 5.3.4, estabelece que a corrente do projeto não pode ultrapassar a capacidade de condução dos cabos. Dispositivos de proteção, como disjuntores, devem ser corretamente dimensionados para atuarem antes que os condutores sejam sobrecarregados, prevenindo aquecimentos excessivos e danos aos equipamentos.

Já a proteção contra curtos-circuitos deve ser adequada à corrente fornecida pela concessionária de energia. A norma orienta sobre o dimensionamento e ajuste dos dispositivos de proteção, garantindo que eles atuem rapidamente em caso de curtos-circuitos, minimizando riscos e danos tanto à instalação quanto às pessoas.

Por fim, a NBR 5410 também define limites para a queda de tensão, conforme o item 6.2.7, uma vez que quedas excessivas podem resultar em mau funcionamento dos aparelhos e redução de sua vida útil. É fundamental que os cabos sejam corretamente dimensionados para que a queda de tensão se mantenha dentro dos limites aceitáveis, assegurando um fornecimento de energia de qualidade.

### 3.6.2 NBR 10898 – Sistema de Iluminação de Emergência

Para projetos de grande porte, é fundamental seguir os requisitos da NBR 10898 (2023) no que se refere à iluminação de emergência. A norma define que o principal objetivo desse sistema é garantir visibilidade em pontos estratégicos e rotas de fuga, assegurando uma evacuação segura em emergências. São estabelecidos critérios técnicos como o nível mínimo de iluminância, a redução percentual permitida da iluminação e o tempo mínimo de operação do sistema.

A norma também especifica os tipos de sistemas de iluminação de emergência, incluindo blocos autônomos e sistemas centralizados com baterias recarregáveis, além de detalhar as restrições de uso de equipamentos portáteis, que não devem ser usados como iluminação de

rota de fuga. A escolha e instalação dos equipamentos devem seguir orientações quanto à localização e altura, visando evitar ofuscamento e garantindo que as sinalizações de saída sejam claramente visíveis.

Além disso, são definidos os símbolos e cores (verde e vermelho) de acordo com as normas ABNT NBR ISO 3864-1 e 3864-4, com o objetivo de padronizar a comunicação visual nos sistemas de emergência. A norma abrange todos os aspectos necessários para uma instalação adequada, assegurando a funcionalidade e segurança do sistema de iluminação em situações críticas. (NBR 10898, 2023).

Tabela 7 – Representação do Fluxo Luminoso Máximo para Evitar Ofuscamento

<b>Altura de montagem acima do nível do piso</b> H em m.	<b>Fluxo luminoso máximo do ponto de luz</b> Imáx em lúmens	<b>Fluxo luminoso máximo do ponto de luz na área de alto risco</b> Imáx em lúmens
H < 2,5	500	1000
2,5 ≤ H < 3,0	900	1800
3,0 ≤ H < 3,5	1600	3200
3,5 ≤ H < 4,0	2500	5000
4,0 ≤ H < 4,5	3500	7000
4,5 ≤ H	5000	10000
NOTA 1 Valores a serem comprados com os dados da(s) luminária(s).		
NOTA 2 Para outras grandezas, é necessário aplicar fator de conversão apropriado.		

Fonte – NBR 10898/2023

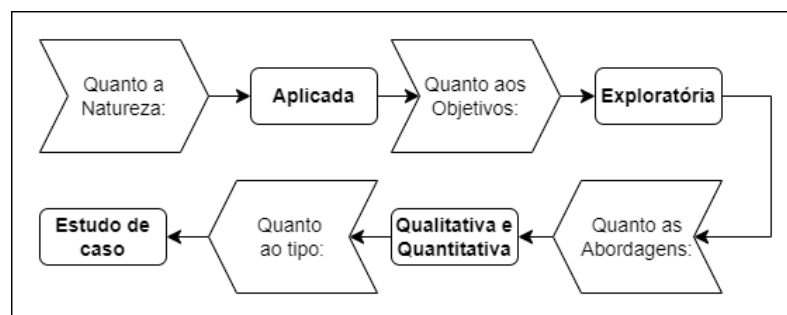
Ao projetar um sistema de iluminação de emergência, é crucial considerar a influência da fumaça, que pode prejudicar a visibilidade dos sinais de segurança instalados no teto ou acima das portas. Para mitigar esse problema, a NBR 10898 (2023) recomenda a instalação de identificadores próximos ao piso, como sinais e setas de direção com luminância inferior a 100 cd/m<sup>2</sup>. Além disso, os pontos de iluminação superiores devem ser posicionados a pelo menos 0,5 metros abaixo do teto, garantindo visibilidade adequada mesmo em caso de fumaça. (NBR 10898, 2023).

#### 4. METODOLOGIA

Neste tópicos serão detalhados os critérios de classificação da pesquisa e também materiais e métodos utilizados para a análise da implementação da metodologia BIM em obras públicas no Brasil.

De acordo com Gil (2017) a presente pesquisa se classifica quanto sua natureza como aplicada pois a mesma se trata de trabalho original que tem como finalidade propostas para solução de problemas reais, quanto aos objetivos se classifica como exploratória pois busca se aprofundar no tema sem esgotar as possibilidades, quanto ao tipo a mesma se caracteriza como estudo de caso pois estuda um objeto com finalidade de ampliar o conhecimento sobre o mesmo, já em relação a abordagem a mesma compreende características quantitativas e qualitativas. Para melhor compreensão da classificação observe a Figura 9.

Figura 9 – Diagrama da classificação da pesquisa

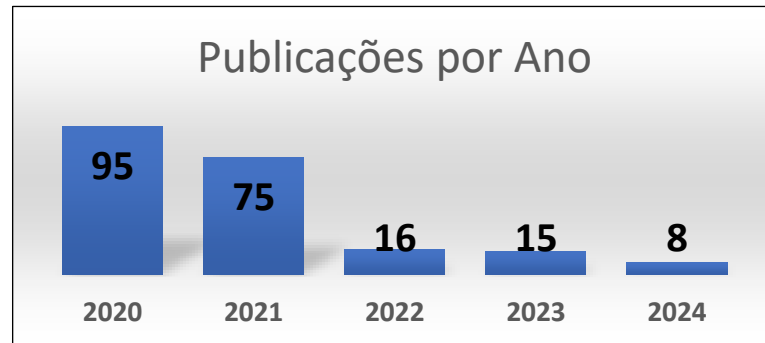


Fonte – Captura de Tela – Autoria própria (2024).

Com a finalidade de verificar a relevância da pesquisa para a comunidade científica foi realizada uma busca na base científica *Web of Science (WoS)* por artigos científicos sobre o tema. Esta base de estudo foi escolhida por ser mundialmente conhecida pela comunidade científica e responsável por indexar os mais relevantes periódicos do mundo. O algoritmo de busca utilizado para trazer os resultados foi o seguinte: ((ALL=(Building Information Modeling)) OR (ALL=(Modelagem da Informação da Construção))) AND ((ALL=(Brazil) OR (ALL=(Brasil)))). Esse Algoritmo booleano foi construído para buscar os termos “Modelagem da informação da construção” ou “*Building Information Modeling*” e “*Brazil*” ou “Brasil”. Os resultados foram artigos que continham os termos em português ou em inglês.

Além do algoritmo booleano utilizou-se durante a busca os filtros de *document type: Review article* e *publication Years : 2020 à 2024*, ou seja, últimos 5 anos incompletos. A figura 10 traz um gráfico com os resultados da busca.

Figura 10 – Gráfico número de publicações



Fonte – Autoria própria (2024).

Os resultados obtidos mostram que, de um total de 209 artigos encontrados na busca realizada na *WoS*, 170, foram escritos nos anos de 2020 e 2021. Em 2022 e 2023 houve uma expressiva queda de pesquisas realizadas sobre o tema. Já em 2024, a tendência é que esse número decline ainda mais.

O baixo número de pesquisas identificado durante a busca mostra que ainda há muito espaço para novas pesquisas e discussões sobre o tema e, portanto, justificam-se novas pesquisas que visem contribuir com a comunidade científica e com a sociedade brasileira a respeito do tema abordado neste trabalho.

#### 4.1 PROJETO ELÉTRICO

Como forma de demonstrar a metodologia BIM na prática foi desenvolvido um projeto arquitetônico de um ginásio poliesportivo público, cuja ênfase foi dada ao sistema elétrico e luminotécnico do prédio. Considerando a grandeza do empreendimento e o valor aplicado, uma vez que o ginásio é uma obra pública, desenvolveu-se o projeto de acordo com as normas técnicas vigentes, desde as normas da ABNT NBR 5410 até as complementares exigidas pela concessionária de energia elétrica.

Este prédio contará com uma grande quantidade de equipamentos de carga resistiva, devido à presença de vestiários e de um restaurante no local. Por isso, a utilização do *software* Revit foi crucial para consolidar as cargas instaladas, calcular a demanda elétrica e quantificar os materiais. Além disso, o Revit facilitou o cálculo dessas variáveis e a geração automática de listas de materiais, bem como a visualização 3D, proporcionando maior precisão e confiabilidade ao projeto.

#### 4.1.1 Padrão de Entrada

O dimensionamento do padrão de entrada foi realizado de acordo com as diretrizes da concessionária de energia local, utilizando a norma de especificação técnica nº 125 versão 2 de 2019. Após o cálculo da potência total instalada, que resultou em uma previsão de carga de 104280 VA, verificou-se a necessidade de uma ligação trifásica em 220/127V. Além disso, o projeto detalha as recomendações da concessionária, como a localização do quadro de medição em um ponto de fácil acesso para inspeções, bem como a instalação dos eletrodutos e sua fixação, seguindo os padrões estabelecidos pela norma.

No caso do ramal de entrada, optamos pela ligação aérea. A ligação entre o QDL geral, ponto de chegada, e o medidor será feita com cabo de cobre. De acordo com a norma da concessionária, o consumidor deverá fornecer o cabo de cobre até a ponta do poste, permitindo que a concessionária finalize a conexão utilizando conectores bimetálicos. Esse modelo de ligação visa prevenir o superaquecimento do medidor, problema comum em instalações com cabos de alumínio, garantindo maior segurança e longevidade à instalação.

#### 4.1.2 Tabelas de Cargas

Seguindo as recomendações da ABNT NBR-5410, em seu item 9.5.2, que determina a previsão de cargas em cada cômodo ou dependência, as potências necessárias para pontos de tomada e iluminação foram estabelecidas de acordo com as respectivas dimensões e finalidades dos ambientes. A norma recomenda critérios de valores mínimos de potência e máxima uniformidade na distribuição dos pontos de tomada ao longo do perímetro. Com base nisso, foi elaborada a previsão de cargas nos quadros de distribuição de força e luz (QDL), distribuída em 38 circuitos, divididos entre seus respectivos quadros e ambientes.

Pelo valor de potência instalada e demandada, conforme as normas da concessionária, foram definidos os circuitos e realizados os balanceamentos de cargas no sistema trifásico. Esse processo consiste em distribuir da forma mais homogênea possível a potência dos circuitos entre as três fases, com o objetivo de evitar sobrecarga e efeitos prejudiciais ao sistema. Com os valores de tensão e potência de cada circuito, a corrente foi obtida de acordo com a Equação 8 e 9.

#### 4.1.3 Eletrodutos

Para o cálculo do dimensionamento dos eletrodutos para os terminais de circuitos, foram seguidas as recomendações da ABNT NBR-5410, que estabelece uma taxa de ocupação limite dos eletrodutos quando há três ou mais condutores. Após a análise, foram identificados os eletrodutos mais carregados, ou seja, aqueles com maior número de circuitos. Os circuitos de



tomadas dedicadas e de chuveiros têm suas passagens individuais, com o eletroduto saindo diretamente do quadro de distribuição até o ponto de carga, devido à característica de serem circuitos resistivos ou de alta potência, acima de 20 A.

Os demais circuitos, como os de tomadas de uso geral e de iluminação, compartilham eletrodutos, respeitando o limite máximo de ocupação. São utilizados eletrodutos flexíveis corrugados na cor laranja, recomendados para instalação em lajes por sua rigidez e resistência ao processo de concretagem. Para os circuitos de chuveiros e tomadas dedicadas, com condutores de 6,00 mm<sup>2</sup> e 4,00 mm<sup>2</sup>, respectivamente, foi escolhido um eletroduto com diâmetro interno de 25 mm, atendendo à taxa de ocupação recomendada pela norma, levando-se em consideração o percurso dos cabos. Já para os circuitos de iluminação geral, iluminação de emergência, tomada alta e tomadas de uso geral, foram definidos cabos de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomadas e iluminação, com eletrodutos de 25 mm em trechos específicos entre caixas e de 20 mm nas descidas de ponto.

#### 4.1.4 Cabos

Para os cabos de alimentação do QDL 1 e 2, foram definidos os cabos com isolamento em borracha de etileno propileno (EPR). Esses cabos têm suas temperaturas máximas do condutor em regime permanente de 90°C e, em regime de curto-circuito, de 250°C. Por se tratar de cabos com alto índice de proteção, com uma capa e contracapa até o seu núcleo condutivo, também foi levada em conta a distância entre o quadro geral e os quadros de serviço.

Para os circuitos do QDL 1 e QDL 2 até a carga, foram selecionados os cabos com isolamento em PVC, que suportam as temperaturas máximas do condutor em regime permanente de 70°C e, em regime de curto-circuito, de 160°C. Esses cabos foram escolhidos por serem seguros, de alta qualidade, além de oferecerem durabilidade e um alto índice de resistência à temperatura

#### 4.1.5 Aterramento

Foram adotadas como sistema de aterramento as recomendações presentes na ABNT NBR-5410, onde a norma diz que, em edificações novas, o sistema de aterramento deverá ser na estrutura da fundação, seja ela de alvenaria, com a utilização de sapatas ou radier. A norma ainda cita que não se deve utilizar haste de cobre formando um triângulo.

#### 4.1.6 Equipamentos de Proteção

Foram definidos como equipamentos de proteção como disjuntores, dispositivos de diferencial residual (DR) nos circuitos do projeto, de acordo com a norma NBR 5410. Foram

levados em consideração os tipos de cargas e a área do ginásio poliesportivo que conta com áreas molhadas e áreas de livre circulação. Devido ao risco de choque o projeto especifica disjuntores de curva B para os chuveiros elétricos, esses dispositivos atuam de maneira rápida em caso de curto-circuito e são recomendados para cargas resistivas. Também foi especificado um DR em série com o disjuntor para prevenir casos de fuga de corrente.

Nos circuitos de tomadas dedicadas, foram definidos disjuntores de curva C; pode haver cargas resistivas, mas o uso dessas cargas não será contínuo. Nos demais circuitos, como tomadas de uso geral, tomadas para iluminação de emergência e iluminação, os disjuntores serão de curva C, sem o uso de DR em série.

Vale ressaltar que, além desses sistemas, foram especificados disjuntores modulares de alta capacidade de corrente e os DR para proteção geral dos quadros, além do Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) para casos de descargas elétricas e picos de tensão.

## 4.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO

A utilização da metodologia BIM é crucial para o sistema luminotécnico, pois ainda é comum encontrar projetos que não estabelecem uma iluminação adequada. Em tais casos, torna-se necessário investir, depois da finalização do projeto, para que a iluminação atenda às normas e não causar desconforto visual ou problemas de fotos sensibilidade.

Dito isso para o quesito luminotécnico, foi utilizado o *software* Dialux, pois ele atende às normas de iluminação de ambientes, possibilitando uma simulação dos parâmetros estabelecidos pelas luminárias. Contudo, antes de estabelecer os parâmetros do projeto, foi preciso construir os cômodos do ginásio, utilizando a modelagem tridimensional que o *software* propõe ao usuário, definindo assim, paredes, pisos, telhado e detalhes estruturais como escadas, arquibancada e corredores.

Uma observação importante é que, como o objetivo é comprovar que a metodologia BIM pode ser utilizada para essa finalidade, além da simulação por meio do sistema, fora realizada os cálculos a partir das equações sugeridas na literatura para validar os resultados. Foram considerados os seguintes parâmetros no *software* e nos cálculos:

- Para os cômodos, foi utilizado um pé direito de 3,3 m de altura, paredes, piso e teto na cor branca;
- Para a quadra, foi utilizado um pé direito de 9 m de altura, paredes, piso e teto na cor branca.

A área chamada de cômodos possui 22 espaços, sendo eles: banheiros masculino e feminino, banheiros PNE para cada gênero; cozinha; refeitório; vestiários de cada gênero;

lounge; banheiro do julgado; salas 1 e 2; corredores e quadra poliesportiva. Considerou-se a finalidade de cada um desses ambientes, levando em consideração a atividade exercida, para atender à luminosidade de acordo com a função exercida no local.

Figura 11 – Determinação do tipo de trabalho ao qual foi inserido nos banheiros

Selecionar um perfil de utilização

Configuração: Europa (EN 12464-1:2021)

Seleção de modelos: 10 Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitári...

10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes

Perfil de uso activo: 10.1 Cantinas, cozinhas do piso

Tipo de utilização: 10.2 Ambientes de descanso

Área: 10.3 Ambientes para exercícios físicos de compensação

10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes

Aplicação: 10.5 Iluminação facial à frente de espelhos

10.6 Enfermarias

10.7 Ambientes para acompanhamento médico

Potência: 10.8 Limpeza geral

**Valores de manutenção**

Tarefa visual (Em) 200.0 lx [Modificar]

Tarefa visual modificada (Em,mod) 300.0 lx

Arredor da área de trabalho (Em) 150.0 lx

Área de fundo (Em) 50.0 lx

Cilíndrico (Em,z) 75.0 lx

Parede (Em,wall) 75.0 lx

Teto (Em,ceiling) 50.0 lx

Uniformidade ( $E_{min}/E_m$ ) 0.400

**Limitação do ofuscamento**

Interior (RUGL) 25

**Tempos de utilização**

Partes do perfil incluem valores da norma EN 12464-1:2021, EN 12464-2:2014, EN 15193:2008, DIN V 18599:2007, CIE 97:2005, CIE 154:2003 [Resetar]

Fonte – Autoria própria (2024)

Ao determinar o tipo de atividade fim exercida em cada ambiente, nota-se que é possível verificar que os valores quantitativos de lux mínimo, recomendados para cada função nas tabelas de lux em Mamede, 9ª ed., p. 112, estão de acordo com os valores sugeridos no *software*.

Para este projeto, a validação dos resultados foi efetivada através do método de cálculo de lúmens, com uso desse método, é obrigatória a avaliação de luminárias com diferentes informações disponíveis no mercado e inserir suas respectivas potências luminosas para atender às especificações de cada cômodo.

Por exemplo, para um cômodo pequeno é necessário aplicar uma lâmpada com um nível de lux baixo, pois, caso se utilize um nível de lux alto, o cálculo quantitativo de luminárias resultará em um valor inferior a 1, devido ao tamanho da comodidade.

Para compor projeto, optou-se por baixar catálogos dos fabricantes Philips e Beguelli que é especializado em refletores para quadras e iluminações públicas

Considerando o método de cálculo utilizado, e as formulações encontradas no Mamede, 9ª ed, para realização do cálculo de recinto, utilizou-se a Equação (5), onde o valor de K, está relacionado diretamente com a Tabela 5, para encontrar o fator de utilização da luminária (Fu).

Caso, não encontre um valor fixo na tabela, é preciso realizar o cálculo de associação, onde, é possível entender que, os valores máximos e mínimos referentes ao fator de utilização, devem ser utilizados no cálculo. Logo abaixo encontra-se a formulação, onde se baseia principalmente em uma regra de três composta.

$$\frac{fd1 - fd2}{(K1 - K2)} = \frac{fd1 - K}{K1 - Fu} \quad (10)$$

- K1 → Valor mínimo de fator de utilização da tabela;
- K2 → Valor máximo de fator de utilização da tabela;
- K → Valor encontrado no cálculo de recinto;
- Fd1 → Valor de K mínimo da tabela;
- Fd2 → Valor de K máximo da tabela.

Após a realização do cálculo do recinto, utiliza-se, o Fu para calcular o fluxo total necessário, utilizando-se a Equação (4), para que o cômodo atenda aos requisitos mínimos de luminância de acordo com a norma.

Por fim, estabelecendo o fluxo total, e escolhido a luminária de acordo com o fluxo, é necessário realizar o cálculo do número de luminárias de acordo com a Equação (6), no qual, representará, quantas lâmpadas/luminárias serão anexadas no ambiente.

O fluxo da lâmpada é representado de acordo com a Figura (6), presente no datasheet de cada lâmpada, fornecida pelo fabricante.

Ao finalizar o cálculo, insere-se a lâmpada no *software* e verifica-se se ele apresenta uma luz verde no cálculo de lumens. Caso a luz verde esteja presente, é validado o cálculo resultante das formulações do método de lúmens, quanto ao cálculo do *software* Dialux.

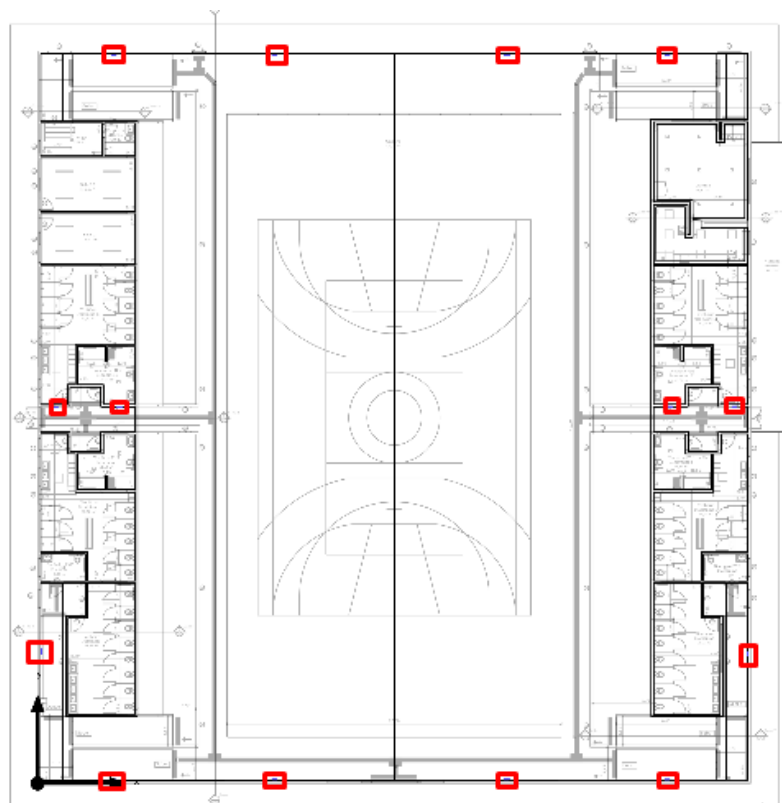
O *software* utiliza o método de distribuição automática das luminárias obedecendo o espaçamento conforme presente na Equação (7), representada conforme a Figura (7).

O valor obtido para o número de luminárias representa um valor mínimo; assim, é possível inserir até duas luminárias adicionais, caso necessário, dependendo do nível de lux por lâmpada, desde que o valor mínimo de lux não ultrapasse o limite normativo, evitando desconforto visual ou problemas de fotossensibilidade.

Para as lâmpadas de emergência, é necessário, com base na norma que sejam instaladas em locais de livre circulação, devido ao espaço ser público, de forma a garantir a segurança em caso de incidentes inesperados que possam representar risco à vida humana.

Dessa forma, as lâmpadas ficaram anexadas desta maneira:

Figura 12 – Localização das Lâmpadas de Emergência

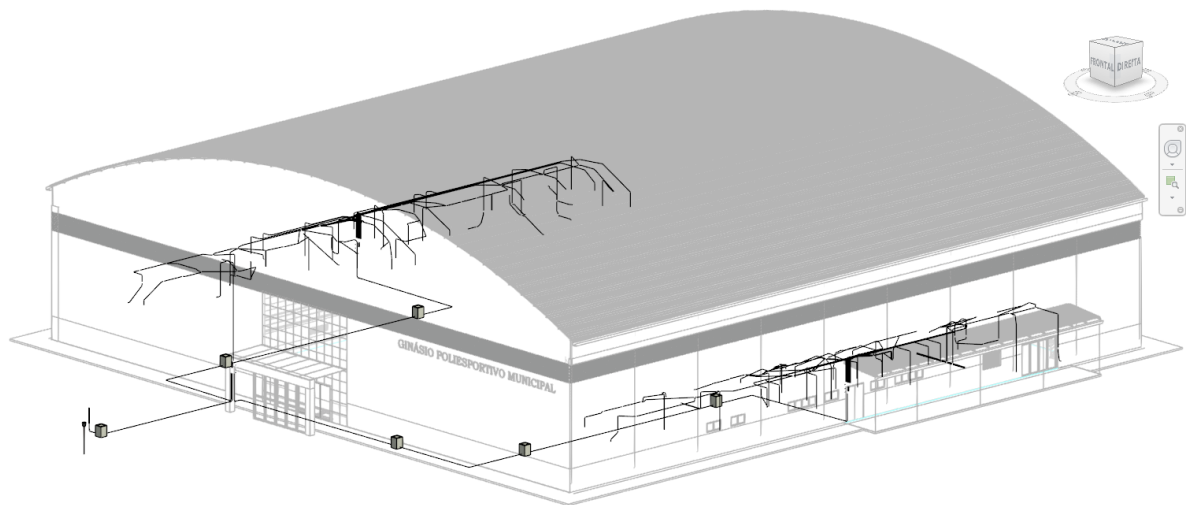


Fonte – Autoria própria (2024)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o desenvolvimento do projeto elétrico da quadra poliesportiva, utilizando a metodologia BIM para garantir precisão e compatibilidade entre as disciplinas envolvidas. O *software* empregado possui *template* específico que integra fórmulas de direcionamento elétrico, conforme a NBR 5410 e as normas da concessionária local, facilitando a compatibilidade do fator de demanda com as cargas especificadas no projeto.

Figura 13 – Projeto Elétrico 3D



Fonte – Autoria própria (2024)

A compatibilização de projetos proporciona uma visualização detalhada da infraestrutura elétrica, evitando o cruzamento entre sistemas e otimizando o uso do espaço disponível. O detalhamento em 3D facilita a visualização das mudanças de nível dos eletrodutos, bem como as curvas necessárias para alcançar os pontos de carga, contribuindo para a execução do projeto de maneira eficiente. A visualização vertical das passagens de circuito e o dimensionamento dos eletrodutos simplificam a montagem durante a fase de construção, oferecendo um mapeamento claro de toda a instalação elétrica.

Para ilustrar a metodologia BIM e a compatibilização do projeto, foi escolhido o circuito do vestiário PNE como exemplo. Na Figura 14, observa-se o posicionamento do chuveiro, do interruptor e da tomada alta para uso de iluminação de emergência.

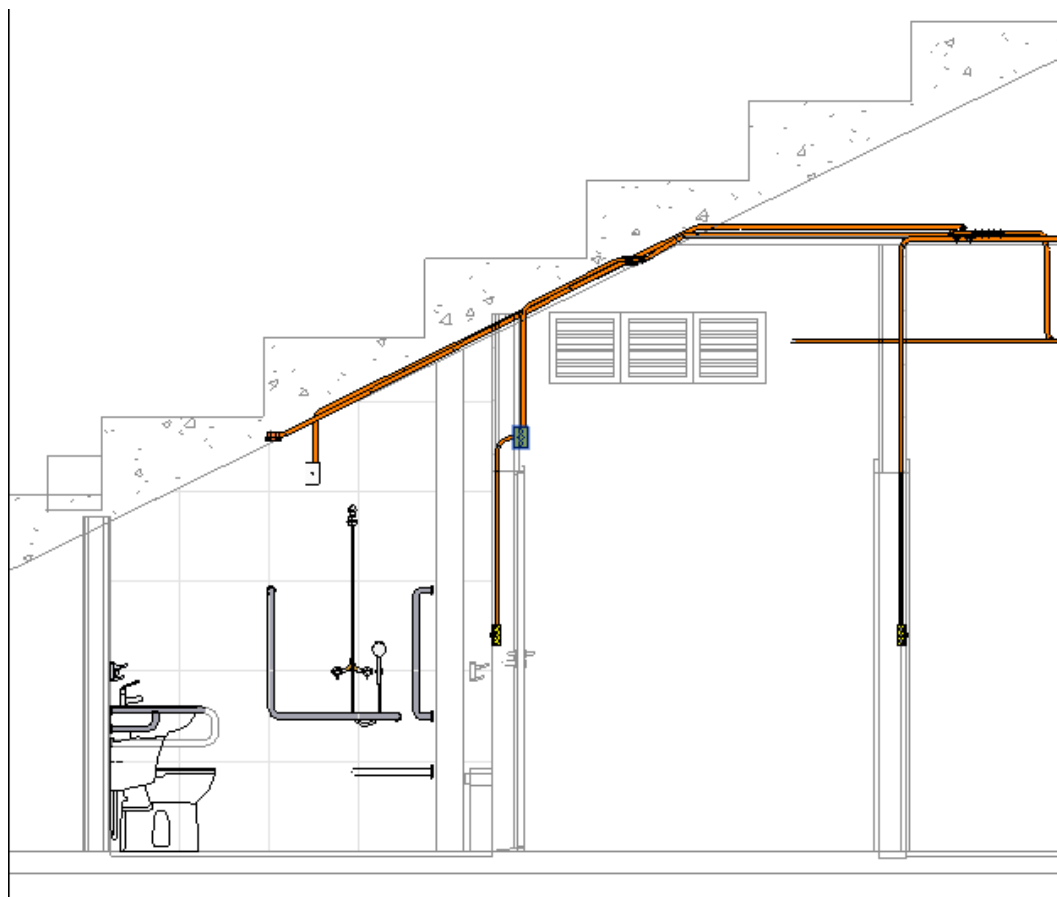
Figura 14 – Figura 3D do Cômodo



Fonte – Autoria própria (2024)

Na Figura 15, é possível visualizar a passagem dos eletrodutos pela arquitetura da arquibancada, mostrando a localização dos eletrodutos e das caixas de passagem no teto.

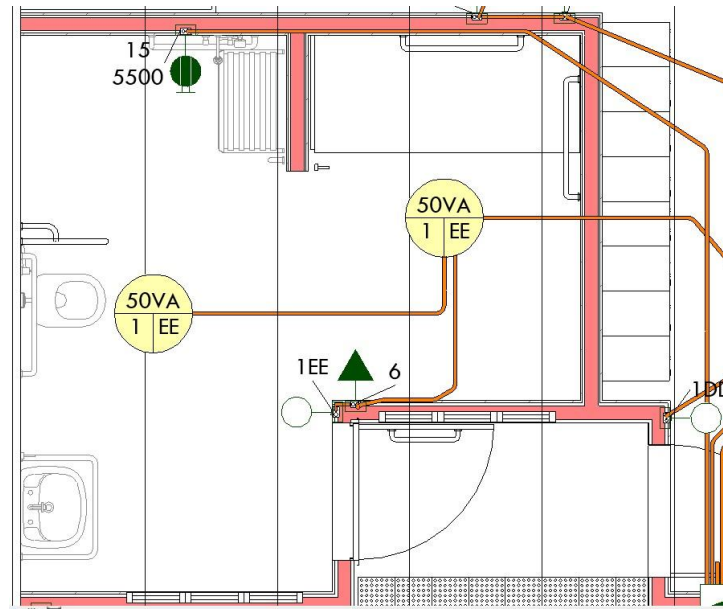
Figura 15 – Corte A-A



Fonte – Autoria própria (2024)

Por fim, na Figura 16, a vista em planta baixa revela as direções dos eletrodutos e as simbologias do chuveiro, do interruptor simples e da tomada alta para iluminação de emergência.

Figura 16 – Planta Baixa



Fonte – autoria própria (2024)

Desse modo, observa-se que é possível alocar todas as informações de maneira completa nas vistas, facilitando a compreensão integral da instalação elétrica, uma vez que são apresentados esquemas verticais, mudanças de nível, compatibilização entre disciplinas e informações detalhadas dos componentes elétricos.

Neste cômodo específico, a caixa 4x2 do interruptor é utilizada como passagem para alimentar o circuito das tomadas da iluminação de emergência. O circuito do chuveiro é composto por um eletroduto de 25mm<sup>2</sup> com passagem direta do quadro até a saída, utilizando cabo com seção de 6mm<sup>2</sup>. Os circuitos de iluminação e tomadas altas compartilham o mesmo eletroduto e, considerando que se trata de circuitos distintos, foi respeitada a norma para ocupação dos eletrodutos, utilizando-se também um eletroduto de 25mm<sup>2</sup> com cabos de 2,5mm<sup>2</sup> de seção.

Essa análise confirma mais uma vez a eficiência da metodologia BIM. O projeto elétrico completo, incluindo tabelas de carga e de materiais, encontra-se no Apêndice B, onde todos os cômodos da quadra estão detalhados nas pranchas do projeto.

No projeto, a infraestrutura do circuito elétrico da quadra é representada na cor laranja, enquanto os elementos de alimentação principal são destacados na cor preta. O vínculo entre as



disciplinas, como arquitetura e elétrica, permite o alinhamento preciso de tomadas, interruptores e quadros elétricos com a estrutura física da quadra, assegurando que esses pontos estejam localizados de forma prática e segura, além de otimizar a usabilidade e a eficiência.

Utilizando o vestiário PNE como exemplo, extraiu-se os dados do quantitativo de material, precisa e automática como mostrado na tabela 8 abaixo.

Tabela 8 – Quantitativo de materiais do vestiário PNE

Eletrodutos		
Diâmetro	20	25
Metros	1,03	8,9
Circuitos carregados	1	2
Taxa de ocupação (mm <sup>2</sup> )	78,37	112,71
Módulos		
Acabamento (espelho)	Iluminação(pontos)	Tomadas(pontos)
3	2	1
Disjuntores		
Corrente	Curva	N° de polos
25	B	2
6	C	2
6	C	1
Condutores		
Comprimento	Seção Transv.	
10,02	4	
7,25	2,5	
8,9	6	

Fonte – autoria própria (2024)

Fazendo uma análise da Tabela 8, pode-se confirmar que a metodologia BIM é eficiente e mostra que a taxa de erro é quase zero, além de reduzir tempo com a contagem manual, ajuda a reduzir gastos por conta do erro humano.

No projeto luminotécnico, após os cálculos que se encontra no Apêndice A, se estabelece assim os quantitativos mínimos para cada cômodo, e ao serem inseridos no *software*, verifica-se a representação de valores limites do perfil de utilização cumpridos. Desse modo, é comprovado, os resultados da simulação, reportando que todos os valores mínimos de luminária resultantes do cálculo, cumpriram os requisitos mínimos de utilização.

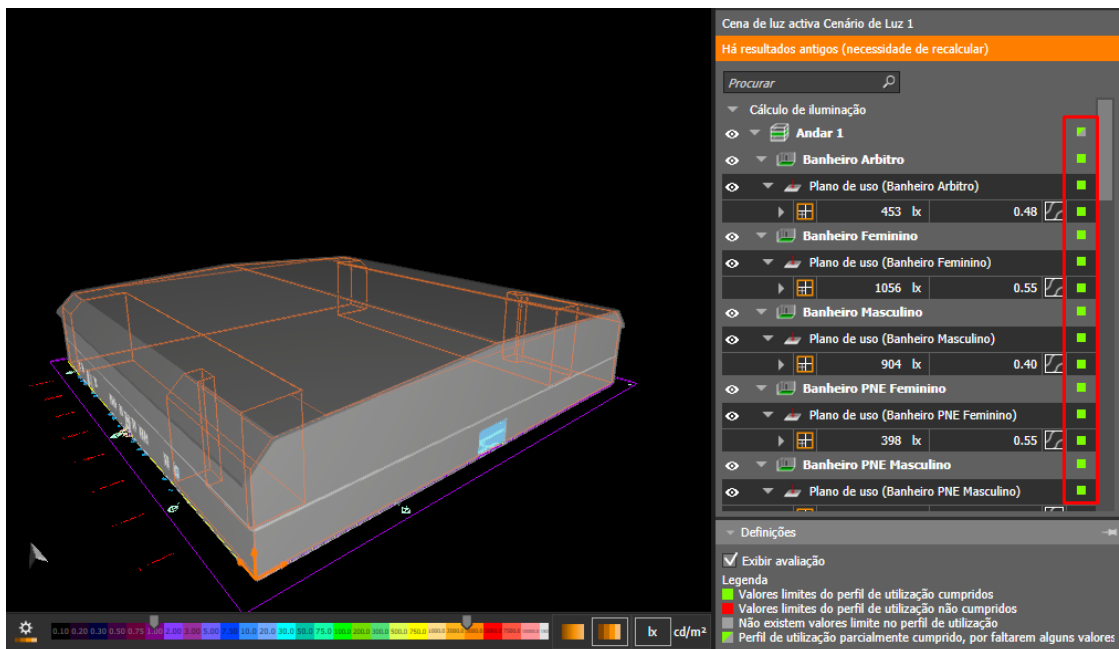
Esses resultados revelam que cada ambiente foi cuidadosamente analisado para garantir que a quantidade de luminárias e a distribuição do fluxo luminoso atendam às necessidades

específicas de cada espaço. Por exemplo, ambientes como os vestiários e banheiros, que são frequentemente utilizados, exigem níveis de iluminação que assegurem tanto o conforto visual quanto a segurança nas atividades ali realizadas. Além disso, espaços de maior dimensão, como a quadra e o refeitório, necessitam de uma quantidade significativamente maior de luminárias para distribuir a iluminação de maneira uniforme e eficiente, evitando áreas de sombra ou insuficiência luminosa.

A validação realizada pelo Dialux corrobora a precisão dos cálculos e a adequação das soluções propostas, reforçando a importância da análise luminotécnica para garantir que o projeto atenda às exigências normativas, proporcionando ambientes devidamente iluminados e confortáveis para os usuários. Assim, o processo de cálculo, seguido da simulação no *software*, permite confirmar que o projeto luminotécnico proposto está em conformidade com os padrões estabelecidos para cada tipo de ambiente, assegurando eficiência energética e bem-estar para os ocupantes.

Na Figura abaixo será possível verificar os resultados comprovando que os quantitativos das luminárias estão de acordo com as configurações do cômodo, e após a simulação, validando as taxas de luminância no local.

Figura 17 – Resultados Validados no Dialux



Fonte – autoria própria (2024)

A aplicação da metodologia BIM foi um grande diferencial no desenvolvimento do projeto luminotécnico, auxiliando em todas as etapas de planejamento e execução.

O uso do BIM facilitou a identificação de inconsistências e a realização de ajustes necessários antes do início das obras, o que contribuiu para a redução de retrabalhos e, conseqüentemente, para a economia de tempo e recursos.

Além disso, a metodologia BIM também foi fundamental para o acompanhamento do projeto. Ao integrar todas as disciplinas envolvidas, ela proporcionou uma visão completa e detalhada, permitindo que as informações fossem atualizadas em tempo real e que as equipes pudessem trabalhar de maneira mais colaborativa. A simulação realizada no *software* Dialux validou os cálculos luminotécnicos, comprovando que os valores de luminância atendem às normas técnicas e garantindo que o ambiente será adequado para o uso, tanto do ponto de vista de conforto visual quanto de eficiência energética

## 6. CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia BIM em projetos de engenharia tem se mostrado eficiente na redução de custos e erros, especialmente quando implementada nas fases iniciais. Nessas etapas, uma vez que as diretrizes do projeto ainda estão sendo discutidas, minimiza a ocorrência de erros. Isso permite que as metas e necessidades específicas do empreendimento sejam bem definidas antes da execução.

Além disso, a visualização tridimensional do projeto elétrico e luminotécnico que utiliza a metodologia BIM possibilita maiores descobertas e facilita ajustes durante a construção, aprimorando a compatibilidade entre as diversas disciplinas envolvidas. Com essa metodologia, é possível identificar interferências entre elementos estruturais, como vigas, que podem exigir ajustes no projeto elétrico, ou alterações nos núcleos das paredes, que impactam o fator luminotécnico.

A compatibilização dos subsistemas evita desperdícios e agiliza o planejamento, pois o *software* realiza automaticamente a contagem de materiais, eliminando a necessidade de inventários manuais e reduzindo problemas de excesso ou de escassez de recursos. Estima-se que o uso da metodologia BIM no Brasil ainda não ultrapassa 12%, o que indica um grande potencial de expansão.

Para este trabalho, foram empregados dois *softwares* que seguem a metodologia BIM e oferecem resultados superiores em relação a outros *softwares* presentes no mercado em termos de quantificação e simulação. Esses *softwares*, além de auxiliar na contagem de materiais, podem ser aplicados em outras áreas de projetos, como automação, subestações, energia solar.

Para obter o desempenho máximo desses *softwares*, é fundamental que os projetistas possuam conhecimentos sólidos sobre as normas vigentes ao projeto, garantindo que o modelo digital esteja em conformidade com os padrões vigentes.

Com o avanço da tecnologia, espera-se que a metodologia BIM se torne ainda mais utilizada, uma vez que já é possível monitorar o cronograma do projeto em tempo real e acompanhar o progresso da obra, permitindo correções imediatas e minimizando futuros problemas construtivos. Com a evolução da metodologia BIM, será possível acompanhar uma obra remotamente.

Sugere-se como tema para trabalhos futuros, pesquisas que sejam capazes de analisar como a metodologia BIM pode ajudar em projetos de construção, modernização e reforma de usinas nucleares, hidroelétricas, eólicas, estações e subestações de energia.

Um modelo que já está sendo adotado, é o uso de *templates* ou famílias, de sistemas fotovoltaicos, no qual o projetista, ao inserir uma placa fotovoltaica, consegue até mesmo verificar em qual ângulo de inclinação, a placa será mais eficiente.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10898**: Rio de Janeiro, 14 fev. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: Instalação Elétrica de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. (projeto de revisão)

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.

AZEVEDO, R. C. et al. **Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil**. *Ambiente construído*, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, mar. 2011.

BRASIL. **o Decreto nº 11.888 de 22 de janeiro de 2024**; 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, [2024].

CÂMARA, Andrew Augusto Santos da. **Projeto de instalações elétricas em baixa tensão**. Disponível em: < [monografia.ufrn.br/jspui/handle/123456789/4178](http://monografia.ufrn.br/jspui/handle/123456789/4178)>. Acesso em 26 de setembro 2017.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2009.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15a ed ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Enel Rio. **Norma Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão secundária de Distribuição a Edificações Individuais**. no.125 versão 005 de 2021

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6a ed. São Paulo: ATLAS, 2017.

Grupo Energisa. **Norma de Distribuição Unificada NDU-001: Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras**. 2020. Versão 6.3.

<https://doi.org/10.2495/BIM190121>

JONATHAN, Zuleta. G. **Metodología de diseño de sistemas residenciales de iluminación considerando aspectos técnico-económicos empleando el software especializado DIALUX evo**. 2015. Dissertação (Graduação em eletromecânica – tecnologia eletromecânica) – Alcaldía de Medellín – Medellín, 1944.

- Kim, J.-U., Kim, Y.-J., Ok, H., & Yang, S.-H. (2015). **A study on the status of infrastructure BIM and BIM library development**. *Proceedings – 2015 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2015*, 857–858. <https://doi.org/10.1109/CSCI.2015.52>
- Latiffi, A. A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2017). **Building information modelling (BIM) after ten years: Malaysian construction players' perception of BIM**. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 81(1), 7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/81/1/012147>
- LUCAS, Alves. T. **Projeto de iluminação interna de uma escola de ensino fundamental e médio utilizando a norma ABNT NBR ISSO / CIE 8995-1**. 2023. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.
- MAMEDE, J. F. **Instalações Elétricas Industriais** – 9ª ed. 2010.
- Martin, P., Beladjine, D., & Beddiar, K. (2019). **Evolution within the maturity concept of bim**. *WIT Transactions on the Built Environment*, 192, 131–142.
- MATTEDE, Henrique. **Diagramas Elétricos: Guia Completo**. Mundo da Elétrica, 2021. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diagramas-eletricos/>. Acesso em: 2 nov. 2024.
- NEOENERGIA. **DIS-NOR-030-REV-3: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão secundária de Distribuição a Edificações Individuais**. 2023. 129 p.
- NETTO, Cláudia Campos. **Autodesk Revit Architecture 2016 – Conceitos e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- RAFAEL, Braz F. **IMPLEMENTAÇÃO DE ILUMINAÇÃO LED EM GINÁSIO POLIESPORTIVO**. 2021. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário do Sul de Minas.
- XAVIER, M. B. **Quadro comparativo entre metodologias de projeto de construção: cad (computer aided design) e bim (building information modeling)**. 2017. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017. Disponível em: <http://engenharias.macaee.ufrrj.br/images/testetcc/2017/TCC---Murillo-Birchler.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2021.
- Xiaolei, W. (2018). **Research on the application of bim concept and bim software in architectural design**. *Proceedings - 2018 International Conference on Engineering Simulation and Intelligent Control, ESAIC 2018*, 218–220. <https://doi.org/10.1109/ESAIC.2018.00058>

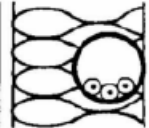
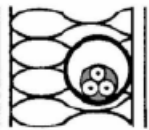
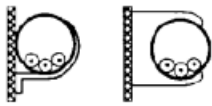
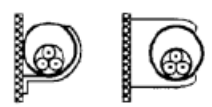
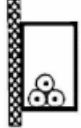
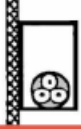
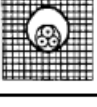
**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**



## ANEXO A – SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES

Instalação fixa		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor – material mm <sup>2</sup>
Linhas fixas ou flexíveis	Condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares	Circuitos de iluminação <sup>1)</sup>	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força <sup>2)</sup>	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização, controle e comando	0,5 Cu <sup>3)</sup>
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização, controle e comando	4 Cu
Ligação direta de equipamento a uma linha fixa ou através de linha móvel <sup>4)</sup>		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu <sup>4)</sup>
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu
<p>1) Os circuitos que atendem pontos de iluminação integrados com exaustores de pequena potência são considerados circuitos de iluminação, como por exemplo, micro exaustores utilizados em banheiros e lavabos.</p> <p>2) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.</p> <p>3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.</p> <p>4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.</p>			

## ANEXO B – TIPOS DE LINHAS ELÉTRICAS

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2

### ANEXO C – CAPACIDADES DE CONDUÇÃO

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 9													
	A1		A2		B1		B2		C		D1		D2	
	Número de condutores carregados													
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
<b>Cobre</b>														
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	33	28	35	30
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	43	36	46	39
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	53	44	58	49
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	71	58	77	65
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	91	75	100	84
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	116	96	129	107
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	139	115	155	129
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	164	135	183	153
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	203	167	225	188
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	239	197	270	226
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	271	223	306	257
150	318	285	290	259	393	342	334	300	441	371	306	251	343	287
185	362	324	329	295	449	384	384	340	506	424	343	281	387	324
240	424	380	386	346	528	450	459	398	599	500	395	324	448	375
300	486	435	442	396	603	514	532	455	693	576	446	365	502	419
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464		
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525		
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596		
800	885	792	805	721	1 158	1020	952	837	1 311	1 074	811	679		
1 000	1 014	908	923	826	1332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767		
<b>Alumínio</b>														
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76	71	59	76	64
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90	90	75	98	82
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112	108	90	117	98
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136	128	106	139	117
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174	158	130	170	144
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211	186	154	204	172

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 9													
	A1		A2		B1		B2		C		D1		D2	
	Número de condutores carregados													
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
<b>Alumínio</b>														
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245	211	174	233	197
150	253	226	230	206	307	267	261	240	324	283	238	197	261	220
185	288	256	262	233	351	300	300	272	371	323	267	220	296	250
240	338	300	307	273	412	351	358	318	439	382	307	253	343	290
300	387	344	352	313	471	402	415	364	508	440	346	286	386	326
400	462	409	421	372	597	536	500	448	612	529	426	361		
500	530	468	483	426	687	617	573	513	707	610	482	408		
630	611	538	556	490	794	714	658	590	821	707	547	464		
800	708	622	644	566	922	830	760	682	958	824	624	529		
1 000	812	712	739	648	1061	955	870	780	1108	950	706	598		
<p>Condutores: cobre e alumínio  Isolação: EPR ou XLPE  Temperatura no condutor: 90 °C  Temperaturas de referência do ambiente: 30 °C (ar), 20 °C (solo)</p>														

## APÊNDICE A – CÁLCULO, RESULTADOS E LÂMPADAS ESCOLHIDAS

### 1. Banheiro do Árbitro

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 4,31 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 4,31 m;
- Fdl → 0,75;

#### ➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad \therefore \frac{4,31}{2 \cdot 4,31} \quad \therefore K = 0,5$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

#### ➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \frac{200 \cdot 4,31}{0,5 \cdot 0,75} \quad \therefore \psi T = 2298,66$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

#### ➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \frac{2298,66}{1 \cdot 1900} \quad \therefore Nlu = 1,20$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

### 2. Banheiro Feminino

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 35,09 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 9,65 m;
- Fdl → 0,75;

#### ➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad \therefore \frac{35,09}{2 \cdot 9,65} \quad \therefore K = 1,81$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 05, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

- Cálculo de associação

$$\frac{1,50 - 2,00}{(0,55 - 0,61)} = \frac{1,50 - 1,81}{0,55 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,58$$

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.35,09}{0,58.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 16133,33$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla . \psi l} \quad \therefore \quad \frac{16133,33}{1.4848} \quad \therefore \quad Nlu = 3,32$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

**OBS:** Este valor encontrado do número de luminárias, é um valor mínimo, ou seja, pode-se inserir até duas luminárias a mais, caso necessidade, dependendo do seu fator de lux por lâmpada.

### 3. Banheiro PNE Feminino

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;
- Plano de uso  $\rightarrow$  1.000 m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow$  3.000 m;
- Área total construída  $\rightarrow$  5,21 m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow$  4,7 m;
- Fdl  $\rightarrow$  0,75;

- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{5,21}{2.4,7} \quad \therefore \quad K = 1,10$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 05, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

- Cálculo de associação

$$\frac{1,00 - 1,25}{(0,45 - 0,50)} = \frac{1,00 - 1,10}{0,45 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,47$$

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 5,21}{0,47 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 2956,02$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{2956,02}{1 \cdot 2200} \quad \therefore \quad Nlu = 1,34$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 4. Vestiário PNE Feminino II

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;
- Plano de uso  $\rightarrow$  1.000 m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow$  3.000 m;
- Área total construída  $\rightarrow$  12,07 m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow$  10,75 m;
- Fdl  $\rightarrow$  0,75;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{12,07}{2 \cdot 10,75} \quad \therefore \quad K = 0,56$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 12,07}{0,56 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 5747,61$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{5747,61}{1 \cdot 2200} \quad \therefore \quad Nlu = 2,61$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 5. Vestiário Feminino II

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;

- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 40,27 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 19,48 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{40,27}{2 \cdot 19,48} \quad \therefore \quad K = 1,044$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado diretamente com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado na tabela para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 40,27}{0,45 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 21477,33$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{21477,33}{1 \cdot 4000} \quad \therefore \quad Nlu = 5,14$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 6. Sala 01

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 20,62 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 9,55 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{20,62}{2 \cdot 9,55} \quad \therefore \quad K = 1,07$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado diretamente com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado na tabela para o cálculo.

- Cálculo de fluxo



$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{500.20,62}{0,45.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 30548,14$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla . \psi l} \quad \therefore \quad \frac{30548,14}{1.7170} \quad \therefore \quad Nlu = 4,26$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 7. Sala 02

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;
- Plano de uso  $\rightarrow$  1.000 m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow$  3.000 m;
- Área total construída  $\rightarrow$  22,00 m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow$  9,55 m;
- Fdl  $\rightarrow$  0,75;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{22,00}{2.9,55} \quad \therefore \quad K = 1,06$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado diretamente com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado na tabela para o cálculo.

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{500.22,00}{0,45.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 32592,59$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla . \psi l} \quad \therefore \quad \frac{32592,59}{1.7170} \quad \therefore \quad Nlu = 4,54$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 8. Lounge

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;

- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 8,77 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 6,25 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{8,77}{2 \cdot 6,25} \quad \therefore \quad K = 0,7$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{100 \cdot 8,77}{0,7 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 1670,4$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{1670,4}{1 \cdot 900} \quad \therefore \quad Nlu = 1,85$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 9. Vestiário Feminino I

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 38,49 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 22,86 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{38,49}{2 \cdot 22,86} \quad \therefore \quad K = 0,81$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 05, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

- Cálculo de associação

$$\frac{0,80 - 1,00}{(0,39 - 0,45)} = \frac{0,80 - 0,81}{0,39 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,393$$

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.38,49}{0,39.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 26317,94$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{26317,94}{1.3700} \quad \therefore \quad Nlu = 7,11$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 10. Vestiário PNE Feminino I

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;
- Plano de uso  $\rightarrow$  1.000 m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow$  3.000 m;
- Área total construída  $\rightarrow$  11,55 m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow$  10,61 m;
- Fdl  $\rightarrow$  0,75;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{11,55}{2.10,61} \quad \therefore \quad K = 0,54$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 05, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.11,55}{0,54.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 5703,70$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{5703,70}{1.2200} \quad \therefore \quad Nlu = 2,59$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 11. Corredor 2

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 15,68 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 16,5 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{15,68}{2 \cdot 16,5} \quad \therefore \quad K = 0,47$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 15,68}{0,47 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 8896,45$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{8896,45}{1 \cdot 4848} \quad \therefore \quad Nlu = 1,83$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 12. Banheiro Masculino

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 35,01 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 9,65 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{35,09}{2.18,35} \quad \therefore \quad K = 0,95$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 5, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

➤ Cálculo de associação

$$\frac{0,80 - 1,00}{(0,39 - 0,45)} = \frac{0,80 - 0,95}{0,39 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,43$$

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.35,09}{0,43.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 21711,62$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{16133,33}{1.4848} \quad \therefore \quad Nlu = 4,47$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

### 13. Vestiário Masculino I

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 38,27 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 22,86 m;
- Fdl → 0,75;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{38,27}{2.22,86} \quad \therefore \quad K = 0,83$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 5, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

➤ Cálculo de associação

$$\frac{0,80 - 1,00}{(0,39 - 0,45)} = \frac{0,80 - 0,83}{0,39 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,39$$

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.38,27}{0,39.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 26167,52$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{26167,52}{1.3700} \quad \therefore \quad Nlu = 7,07$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 14. Vestiário PNE Masculino I

- Pé direito  $\rightarrow 3.000$  m;
- Plano de uso  $\rightarrow 1.000$  m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow 3.000$  m;
- Área total construída  $\rightarrow 11,54$  m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow 10,61$  m;
- Fdl  $\rightarrow 0,75$ ;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{11,54}{2.10,61} \quad \therefore \quad K = 0,54$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.11,54}{0,54.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 5698,76$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{5698,76}{1.2200} \quad \therefore \quad Nlu = 2,59$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 15. Corredor 1

- Pé direito  $\rightarrow 3.000$  m;

- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 15,56 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 16,5 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{15,68}{2 \cdot 16,5} \quad \therefore \quad K = 0,47$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 15,68}{0,47 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 8828,36$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{8828,36}{1 \cdot 4848} \quad \therefore \quad Nlu = 1,82$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 16. Vestiário PNE Masculino II

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 12,06 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 10,75 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp. (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{12,06}{2 \cdot 10,75} \quad \therefore \quad K = 0,56$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200 \cdot 12,06}{0,54 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 5742,85$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{5742,85}{1 \cdot 2200} \quad \therefore \quad Nlu = 2,61$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 17. Cozinha

- Pé direito  $\rightarrow 3.000$  m;
- Plano de uso  $\rightarrow 1.000$  m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow 3.000$  m;
- Área total construída  $\rightarrow 18,46$  m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow 17,16$  m;
- Fdl  $\rightarrow 0,75$ ;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{18,46}{2 \cdot 17,16} \quad \therefore \quad K = 0,53$$

**OBS:** Como o valor de K, não está relacionado com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado para o cálculo.

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{500 \cdot 18,46}{0,53 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 23220,12$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{23220,12}{1 \cdot 3300} \quad \therefore \quad Nlu = 7,03$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 18. Refeitório

- Pé direito  $\rightarrow 3.000$  m;



- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 38,91 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{38,91}{2.16,86} \quad \therefore \quad K = 1,15$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 5, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

- Cálculo de associação

$$\frac{1,00 - 1,25}{(0,45 - 0,50)} = \frac{1,00 - 1,15}{0,45 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,48$$

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{150.38,91}{0,48.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 16212,50$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla.\psi l} \quad \therefore \quad \frac{16212,50}{1.1900} \quad \therefore \quad Nlu = 8,53$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

#### 19. Banheiro PNE Masculino

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 5,21 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 4,7 m;
- Fdl → 0,75;
- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{5,21}{2.4,7} \quad \therefore \quad K = 1,10$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 5, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

- Cálculo de associação

$$\frac{1,00 - 1,25}{(0,45 - 0,50)} = \frac{1,00 - 1,10}{0,45 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,47$$

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.5,21}{0,47.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 2956,02$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla . \psi l} \quad \therefore \quad \frac{2956,02}{1.2200} \quad \therefore \quad Nlu = 1,34$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 20. Vestiário Feminino II

- Pé direito  $\rightarrow$  3.000 m;
- Plano de uso  $\rightarrow$  1.000 m;
- Altura da montagem da luminária  $\rightarrow$  3.000 m;
- Área total construída  $\rightarrow$  40,27 m<sup>2</sup>;
- Perímetro  $\rightarrow$  19,48 m;
- Fdl  $\rightarrow$  0,75;

- Cálculo do recinto

$$K = \frac{A.B}{Hlp.(A+B)} \quad \therefore \quad \frac{40,27}{2.19,48} \quad \therefore \quad K = 1,044$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado diretamente com a Tabela 5, podemos utilizar o fator encontrado na tabela para o cálculo.

- Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E.S}{(Fu.Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{200.40,27}{0,45.0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 21477,33$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor  $> 0$ .

- Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{21477,33}{1.4000} \quad \therefore \quad Nlu = 5,14$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

## 21. Quadra

- Pé direito → 3.000 m;
- Plano de uso → 1.000 m;
- Altura da montagem da luminária → 3.000 m;
- Área total construída → 900,90 m<sup>2</sup>;
- Perímetro → 62,95 m;
- Fdl → 0,75;

➤ Cálculo do recinto

$$K = \frac{A \cdot B}{Hlp \cdot (A + B)} \quad \therefore \quad \frac{900,90}{2 \cdot 62,95} \quad \therefore \quad K = 2,86$$

**OBS:** Como o valor de K, está relacionado com a Tabela 5, devemos realizar o cálculo de associação, para encontrar o fator ideal.

➤ Cálculo de associação

$$\frac{2,50 - 3,00}{(0,80 - 0,82)} = \frac{2,50 - 2,86}{0,80 - Fu} \quad \therefore \quad Fu = 0,81$$

➤ Cálculo de fluxo

$$\psi T = \frac{E \cdot S}{(Fu \cdot Fdl)} \quad \therefore \quad \frac{300 \cdot 900,90}{0,81 \cdot 0,75} \quad \therefore \quad \psi T = 444888,88$$

Após o cálculo do fluxo total, é necessário, realizar a busca de lâmpadas as quais não passe deste valor, para que assim, quando for calcular o quantitativo de lâmpadas, seja representado um valor > 0.

➤ Cálculo do número de luminárias

$$Nlu = \frac{\psi t}{Nla \cdot \psi l} \quad \therefore \quad \frac{444888,88}{1.20000} \quad \therefore \quad Nlu = 22,24$$

Após o cálculo, ao inserir a lâmpada no *software*, é possível verificar que o mesmo acenderá luz verde ao cálculo de lumens.

**PAINEL : QDL GERAL**

LOCALIZAÇÃO: ENTRADA DA QUADRA ALIMENTAÇÃO: 127/220V TRIFASICO (3F+N+T)  
 ALIMENTADO POR: MEDIDOR  
 MONTAGEM: EMBUTIR  
 NOTAS: PAINEL METALICO

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	ESQUEMA	POTENCIA TOTAL(VA)	FP	POTENCIA TOTAL (W)	CORRENTE DE PROTEÇÃO Ib (A)	FCA	FCT	In: DISJUNTOR (A)	Nº DE POLOS	CURVA DO DIJUNTOR	Icn (CURTO CIRCUITO)	TIPO DE INSTALAÇÃO	TAXA DE OCUPAÇÃO	SEÇÃO DO CONDUTOR ADOTADO (mm²)	L. APROX. (m)	L CONSIDERADO (m)	QUEDA DE TENSÃO(%)	A	B	C			
1	ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA	220	FFT	1400	0,92	1288	6	1	1	6	2	C	5	[Cu/PVC/750/70°]-UnB1-2Cc	37,7	4	57,28	68	1,75	700					
2	ILUMINAÇÃO DA QUADRA	220	FFT	4800	0,98	4416	22	1	1	25	2	C	5	[Cu/PVC/750/70°]-UnB1-2Cc	49,86	6	63,7	68	3,9		2400	2400			
3	QDC 2 VESTIARIO MASCULINO	220	FFFT	47360	0,99	46691,2	124	1		125	3	C	5	[Cu/PVC/750/70°]-UnB1-2Cc	352,99	35	58,14	60	3,23		15700	15700			
4	QDC 1 VESTIARIO FEMININO	220	FFFT	50720	0,99	50222,4	133	1	1	150	3	C	5	[Cu/PVC/750/70°]-UnB1-2Cc	452,39	50	43,79	45	1,6	17000	16970	16750			
5	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10																									
11	TOTALS:																			33050	35770	34850			

TIPOS DE CARGA	POTÊNCIA INSTALADA	FATOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	TOTAIS DO PAINEL	LEGENDA
ENERGISA (ENEL)-NDU 001-ILUMINAÇÃO E TOMADAS	32780	0,24	7867 VA		FP: Fator de Potência
ENERGISA (ENEL)-NDU CHUVEIROS E AQUECEDORES	71500	0,43	30745 VA	POTENCIA INSTALADA	Icn: Capacidade de interrupção no curto-circuito
				POTENCIA DEMANDADA	FCA: Fator de Correção por Agrupamento
				CORRENTE TOTAL	FCT:Fator de Correção por Temperatura
				CORRENTE TOTAL DEMANDADA	Ib: Corrente de Projeto (A)
					In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
					Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

NOTAS:  
 CONSIDERANDO AS CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES, FORAM ADOTADOS OS FATORES DE DEMANDA PELA NORMA ENERGISA NDU 001 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA, E PROTEÇÃO POR DISJUNTOR ( NORMA ENEL NDU 01 SEGUE A MESMAS DIRETRIZES DA ENERGISA NDU 01)

ELETRODUTOS			
Eletroduto (pol)	Diâmetro (mm)	Área Total (mm²)	Área Ocupavel 40% (mm²)
3/4"	19,05	285,02	114,01
1"	25,4	506,71	202,68
1.1/4"	31,75	791,73	316,69
1.1/2"	38,1	1140,09	456,04
2"	50,8	2026,83	810,73
3"	76,2	4560,37	1824,15
4"	101,6	8107,32	3242,93

**PAINEL : QDL 1 VEST. FEMI**

LOCALIZAÇÃO: TUNEL ACESSO AO VEST. FEMININOS  
 ALIMENTADO POR: QDL GERAL  
 MONTAGEM: EMBUTIR  
 NOTAS: PAINEL METALICO

ALIMENTAÇÃO: 127/220V TRIFASICO (3F+N+T)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	ESQUEMA	POTENCIA TOTAL(VA)	FP	POTENCIA TOTAL (W)	CORRENTE DE PROTEÇÃO Ib (A)	FCA	FCT	In: DISJUNTOR (A)	Nº DE POLOS	CURVA DO DIJUNTOR	Icn (CURTO CIRCUITO)	TIPO DE INSTALAÇÃO	TAXA DE OCUPAÇÃO	SEÇÃO DO CONDUTOR ADOTADO (mm²)	L. APROX. (m)	L CONSIDERADO (m)	QUEDA DE TENSÃO(%)	A	B	C				
1	CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO 1	127	FNT	650	0,92	598	5	0,8	1	6	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	64,65	65	3,73	650						
2	CIRCUITO DE TOMADAS 1	127	FNT	720	0,92	662,4	6	0,8	1	10	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	25,82	26	1,72,65		720					
3	CHUVEIRO 1 VESTIARIO	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	10,71	11	0,74	2750		2750				
3	FEMININO CASA																									
4	CIRCUITO DE TOMADAS 2	127	FNT	800	0,92	736	6	0,8	1	10	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	21,31	22	1,62		800					
5	TOMADA DEDICADA VEST. VISIT	127	FNT	2000	1	2000	16	1	1	16	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	9,5	10	1,85			2000				
6	TOMADA DEDICADA ARBITRO	127	FNT	2000	1	2000	16	1	1	16	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	88,75	4	28,2	29	3,2	2000						
7	CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO 2	127	FNT	850	0,92	782	7	0,8	1	10	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	65,8	60	4,5		850					
8	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
9	CIRC. TOMADA P/ ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA	220	FFT	1200	0,92	1104	5	0,8	1	6	2	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	74,13	75	2,65	600						
10	CHVEIRO 2 VESTIARIO FEMININO	220	FFT	5500	1	5500	25	1		25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	11,73	12	0,81	2750		2750				
10	CASA																									
11	TOMADA 220V DEDICADA	220	FFT	2000	1	1840	9	1	1	10	2	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	10,16	11	0,65		1000					
11																						1000				
12	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
13	TOMADA DEDICADA VEST. CASA	127	FNT	2000	1	2000	16	1	1	16	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	8,38	9	1,59		2000					
14	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
15	CHUVEIRO VESTIARIO FEMININO	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	12,06	13	0,88	2750		2750				
15	PNE CASA																									
16	CHUVEIRO VESTIARIO ARBITRO	220	FFT	5500	1	5500	9	1	1	10	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	24,08	25	1,69		2750		2750			
17	CHUVEIRO VESTIARIO FEMININO	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	13,64	14	0,94	2750		2750				
17	PNE VISITANTE																									
18	CHUVEIRO 1 VESTIARIO	220	FFT	5500	1	5500	16	1	1	16	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	12	13	0,98	2750		2750				
18	FEMININO VISITANTE																									
19	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0			
20	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					
21	CHUVEIRO 2 VESTIARIO	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	13,02	14	0,94		2750		2750			
21	FEMININO VISITANTE																									
																				TOTAIS:	17000	16970	16750			

TIPOS DE CARGA	POTÊNCIA INSTALADA	FATOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	TOTAIS DO PAINEL	LEGENDA
ENERGISA (ENEL)-NDU 001-ILUMINAÇÃO E TOMADAS	122220 VA	0,24	2933 VA		FP: Fator de Potência
ENERGISA (ENEL)-NDU CHUVEIROS E AQUECEDORES	38500 VA	0,56	21560 VA		Icn: Capacidade de interrupção no curto-circuito
				POTENCIA INSTALADA	FCA: Fator de Correção por Agrupamento
				POTENCIA DEMANDADA	FCT: Fator de Correção por Temperatura
				CORRENTE TOTAL	Ib: Corrente de Projeto (A)
				CORRENTE TOTAL DEMANDADA	In: Corrente Nominal do Disjuntor (A)
					Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

NOTAS:  
 CONSIDERANDO AS CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES, FORAM ADOTADOS OS FATORES DE DEMANDA PELA NORMA ENERGISA NDU 001 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA, E PROTEÇÃO POR DISJUNTOR ( (NORMA ENEL NDU 01 SEGUE A MESMAS DIRETRIZES DA ENERGISA NDU 01)

**PAINEL : QDL 2 VEST. MASC**

LOCALIZAÇÃO: TUNEL DE ACESSOAOVEST. MASCULINO  
 ALIMENTADO POR: QDL GERAL  
 MONTAGEM: EMBUTIR  
 NOTAS: PAINEL METALICO

ALIMENTAÇÃO: 127/220V TRIFASICO (3F+N+T)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	ESQUEMA	POTENCIA TOTAL(VA)	FP	POTENCIA TOTAL (W)	CORRENTE DE PROTEÇÃO Ib (A)	FCA	FCT	In: DISJUNTOR (A)	Nº DE POLOS	CURVA DO DISJUNTOR	Icn (CURTO CIRCUITO)	TIPO DE INSTALAÇÃO	TAXA DE OCUPAÇÃO	SEÇÃO DO CONDUTOR ADOTADO (mm²)	L. APROX. (m)	L CONSIDERADO (m)	QUEDA DE TENSÃO(%)	A	B	C	
1	CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO 1	127	FNT	750	0,92	690	6	0,8	1	6	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	58,2	59	3,91	750			
2	CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO 2	127	FNT	750	0,92	690	6	0,8	1	6	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	59,4	60	3,97		750		
3	TOMADA USO GERAL BAR	127	FNT	960	0,92	883,2	8	0,8	1	10	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	24,35	25	2,12			960	
4	TOMADA DEDICADA BAR	127	FNT	2000	1	2000	16	0,8	1	16	1	C	10	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	28,86	2,5	15,34	15	2,65	2000			
5	TOMADAS GELADEIRA FREZER	220	FFT	2700	0,92	2484	12	0,8		16	2	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	23,45	24	1,91		1350		
5	MAQ. DE BEBIDAS																					1350	
6	CIRC. TOMADA P/ ILUMINAÇÃO EMERGENCIA	220	FFT	1200	0,92	1104	5	0,8	1	6	2	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	57,73	2,5	69,66	70	2,47	600			
6																					600		
7	TOMADA 220 DEDICADA	220	FFT	2000	0,92	1840	9	1		10	2	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	28,86	2,5	9,78	10	0,59			1000	
7																					1000		
8	CHUVEIRO 1 VESTIARIO MASCULINO VISITANTE	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	12,35	13	0,88		2750		
8																						2750	
9	CHUVEIRO 1 VESTIARIO MASCULINO CASA	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	10,9	11	0,74	2750			
9																						2750	
10	CHUVEIRO 2 VESTIARIO MASCULINO CASA	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	11,92	12	0,81			2750	
10																							2750
11	TOMADA DEDIC. VEST. CASA	127	FNT	2000	1	2000	16	1	1	16	1	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc		2,5	10,37	11	1,94		2000		
12	TOMADA DEDIC. VEST. VISIT.	127	FNT	2000	1	2000	16	1		16	1	C	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc		2,5	10,22	11	1,94			2000	
13	CHUVEIRO 2 VESTIARIO MASCULINO VISITANTE	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	13,49	14	0,94	2750			
13																						2750	
14	CHUVEIRO VESTIARIO MASCULINO PNE VISITANTE	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	13,32	14	0,94		2750		
14																							2750
15	CHUVEIRO VESTIARIO MASCULINO PNE CASA	220	FFT	5500	1	5500	25	1	1	25	2	B	5	[Cu/PVC/750/70*]-UnB1-2Cc	49,86	6	11,72	12	0,81		2750		
15																							2750
16	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
17	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	
18	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			0
19	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
20	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	

TOTAIS: 15350 15700 16310

TIPOS DE CARGA	POTÊNCIA INSTALADA	FATOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	TOTAIS DO PAINEL	LEGENDA
ENERGISA (ENEL)-NDU 001-ILUMINAÇÃO E TOMADAS	14360	0,24	3446 VA		FP: Fator de Potência Icn: Capacidade de interrupção no curto-circuito
ENERGISA (ENEL)-NDU CHUVEIROS E AQUECEDORES	33000	0,59	19470 VA	POTENCIA INSTALADA 47360 VA	FCA: Fator de Correção por Agrupamento
				POTENCIA DEMANDADA 22916 VA	FCT:Fator de Correção por Temperatura
				CORRENTE TOTAL 124 A	Ib: Corrente de Projeto (A)
				CORRENTE TOTAL DEMANDADA 60 A	In:Corrente Nominal do Disjuntor (A)
					Iz: Capacidade de condução de corrente do condutor(A)

NOTAS:  
 CONSIDERANDO AS CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES, FORAM ADOTADOS OS FATORES DE DEMANDA PELA NORMA ENERGISA NDU 001 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA, E PROTEÇÃO POR DISJUNTOR (( NORMA ENEL NDU 01 SEGUE A MESMAS DIRETRIZES DA ENERGISA NDU 01)

**CAIXAS DE LUZ**

Descrição	Qtd.
Caixa octogonal 3x3" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	2
Caixa octogonal 4x4" com fundo móvel reforçado, em PVC na cor laranja para eletroduto corrugado	60

**CAIXAS DE PASSAGEM e CPT**

Descrição	Qtd.
Caixa de passagem de concreto, 50x50x50 cm	5

**ELETRODUTOS FLEXÍVEIS**

Descrição	Diâmetro	Comprimento (m)
Eletroduto Flexível Corrugado Reforçado de PVC Laranja	20	59,63
Eletroduto Flexível Corrugado Reforçado de PVC Laranja	25	628,81
Eletroduto Flexível Corrugado Reforçado de PVC Laranja	32	6,57

**ELETRODUTOS RÍGIDOS**

Descrição	Diâmetro	Comprimento (m)
Eletroduto Rígido Roscável PVC	32	0,39
Eletroduto Rígido Roscável PVC	50	4,90
Eletroduto Rígido Roscável PVC	65	90,95

**ILUMINAÇÃO**

Descrição	Qtd.
Módulo de interruptor paralelo	4
Módulo de interruptor simples	26

**TOMADAS**

Descrição	Qtd.
Módulo de tomada 10A Branco	57
Módulo de tomada 20A Branco	8

**COMPONENTES QDC**

Descrição	Qtd.
Kit barramento trifásico 34 disjuntores	2
Kit barramento trifásico 44 disjuntores	1

**DISJUNTORES**

Comentários de tipos	Descrição	Qtd.
Disjuntor	"Disjuntor termomagnético tripolar caixa moldada, 125A, curva C, linha DWB250 WEG."	1
Disjuntor	"Disjuntor termomagnético tripolar caixa moldada, 125A, curva C, linha WB WEG."	1
Disjuntor	"Disjuntor termomagnético tripolar caixa moldada, 300A, curva C, linha DWB250 WEG."	1
Disjuntor	Disjuntor termomagnético tripolar caixa moldada, 160A, curva C, linha DWB250 WEG.	2
Disjuntor	DPS de tensão de operação Uc 175V, corrente de descarga In 20kA, corrente de descarga máxima Imáx 40kA, nível de proteção Up < 1,2kV, classe II	3
Disjuntor	DPS de tensão de operação Uc 175V, corrente de descarga In 20kA, corrente de descarga máxima Imáx 45kA, nível de proteção Up < 1,2kV, classe II	6
Disjuntor	IDR Interruptor Diferencial Residual Tetrapolar In=25A, 30mA	7
Disjuntor	Minidisjuntor Bipolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	2
Disjuntor	Minidisjuntor Bipolar 25A Curva B, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	7
Disjuntor	Minidisjuntor Monopolar 6A Curva C, conforme IEC 60947-28, encaixe perfil DIN 35mm	1
Disjuntor	Minidisjuntor Monopolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	3
Disjuntor	Minidisjuntor Monopolar 16A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	3

**QUADROS**

Descrição	Qtd.
Quadro de distribuição de embutir metálico para 44 disjuntores, trifásico até 150A modelo Cemar	2
Quadro de distribuição metálico para 44 disjuntores + 24 espaços extras, trifásico até 300A modelo Ellux	1

**ACABAMENTOS**

Descrição	Qtd.
Acabamento para caixa 4x2" com espaço para 1 módulo em PVC	79
Acabamento para caixa 4x2" com espaço para 2 módulos em PVC	8
Acabamento para caixa 4x2" com furo em PVC	13

**CABOS****CONDUTORES HEPR**

(FA- Condutor Fase A), (FB- Condutor Fase B), (FC- Condutor Fase C), (N - Condutor Neutro), (T - Condutor Terra), (R- Condutor de Retorno)

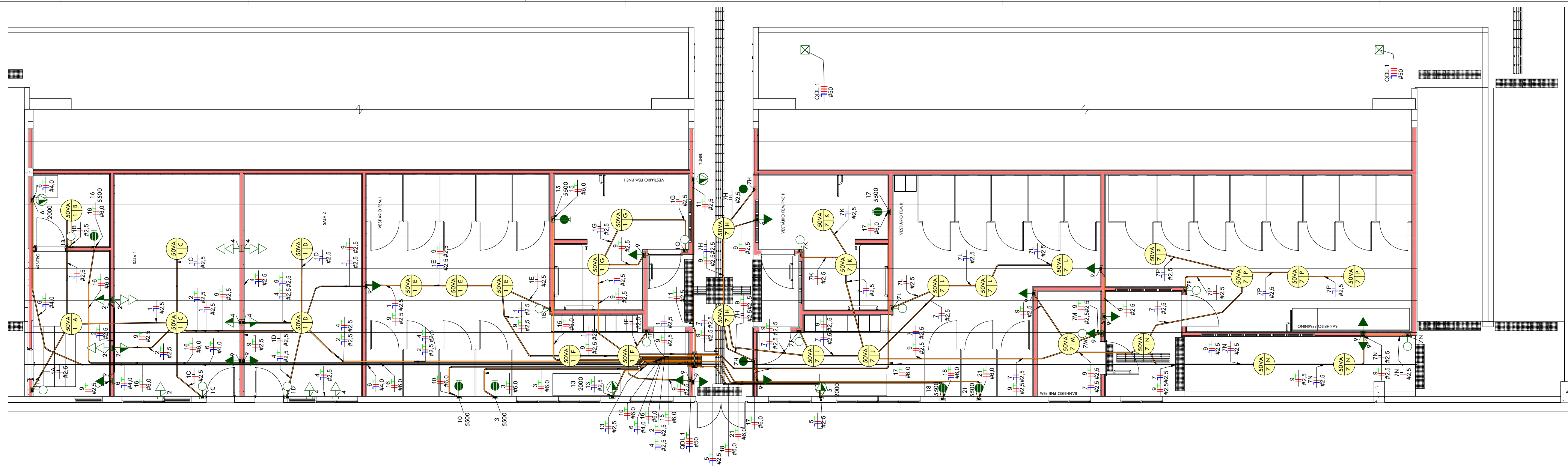
Seção	COMPRIMENTO (M)	Seção	COMPRIMENTO (M)	Seção	COMPRIMENTO (M)
35,0mm <sup>2</sup> _FA	60	50,0mm <sup>2</sup> _FA	45	185mm <sup>2</sup> _FA	10
35,0mm <sup>2</sup> _FB	60	50,0mm <sup>2</sup> _FB	45	185mm <sup>2</sup> _FB	10
35,0mm <sup>2</sup> _FC	60	50,0mm <sup>2</sup> _FC	45	185mm <sup>2</sup> _FC	10
35,0mm <sup>2</sup> _N	60	50,0mm <sup>2</sup> _N	45	185mm <sup>2</sup> _N	10
35,0mm <sup>2</sup> _PE	10	50,0mm <sup>2</sup> _PE	0	185mm <sup>2</sup> _PE	0

**CONDUTORES PVC**

(FA- Condutor Fase A), (FB- Condutor Fase B), (FC- Condutor Fase C), (N - Condutor Neutro), (T - Condutor Terra), (R- Condutor de Retorno)

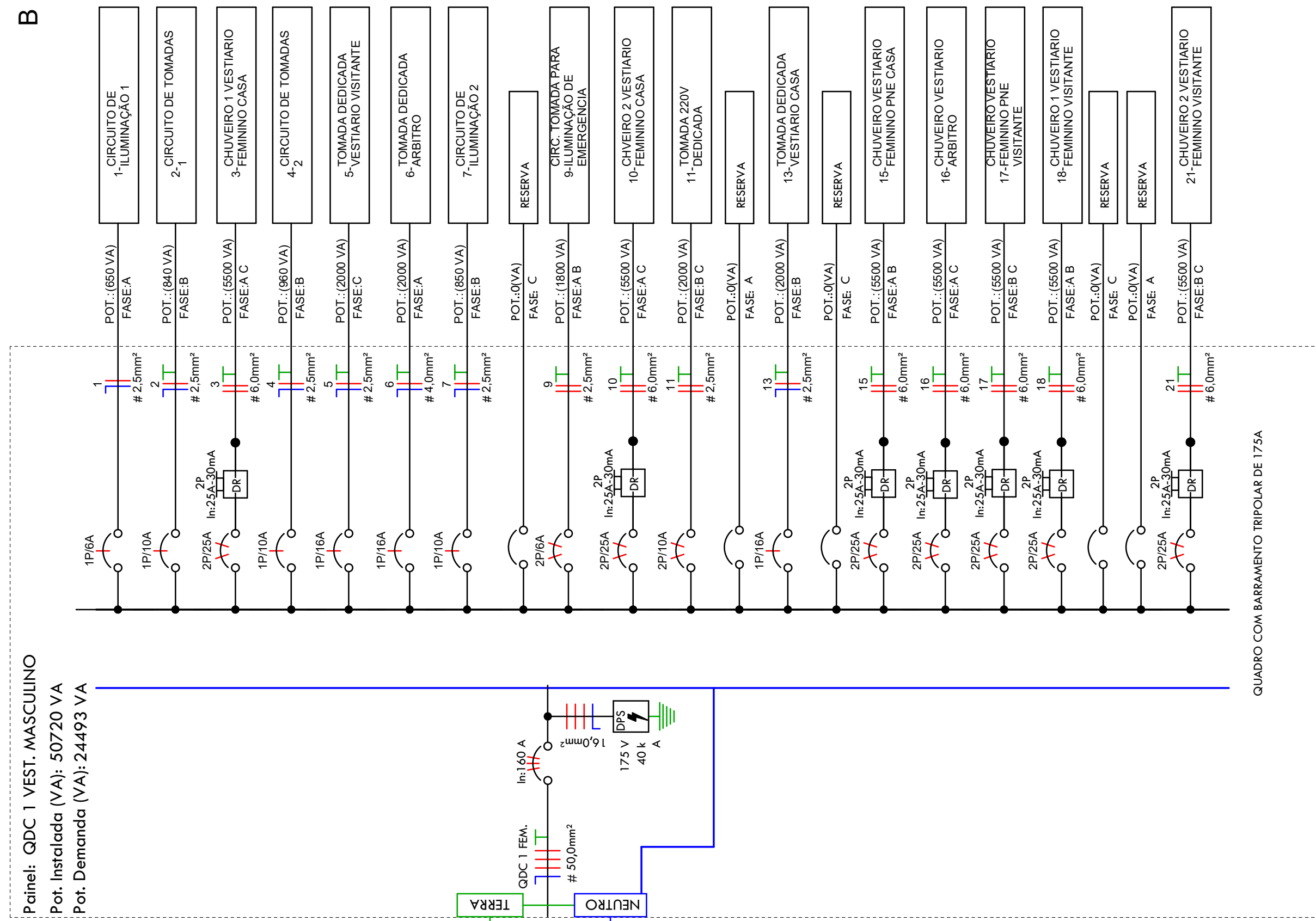
Seção	COMPRIMENTO (M)	Seção	COMPRIMENTO (M)	Seção	COMPRIMENTO (M)
2,5mm <sup>2</sup> _FA	563	4,0mm <sup>2</sup> _FA	145	6mm <sup>2</sup> _FA	246
2,5mm <sup>2</sup> _FB	563	4,0mm <sup>2</sup> _FB	145	6mm <sup>2</sup> _FB	246
2,5mm <sup>2</sup> _FC	563	4,0mm <sup>2</sup> _FC	0	6mm <sup>2</sup> _FC	246
2,5mm <sup>2</sup> _N	563	4,0mm <sup>2</sup> _N	97	6mm <sup>2</sup> _N	0
2,5mm <sup>2</sup> _PE	563	4,0mm <sup>2</sup> _PE	145	6mm <sup>2</sup> _PE	246



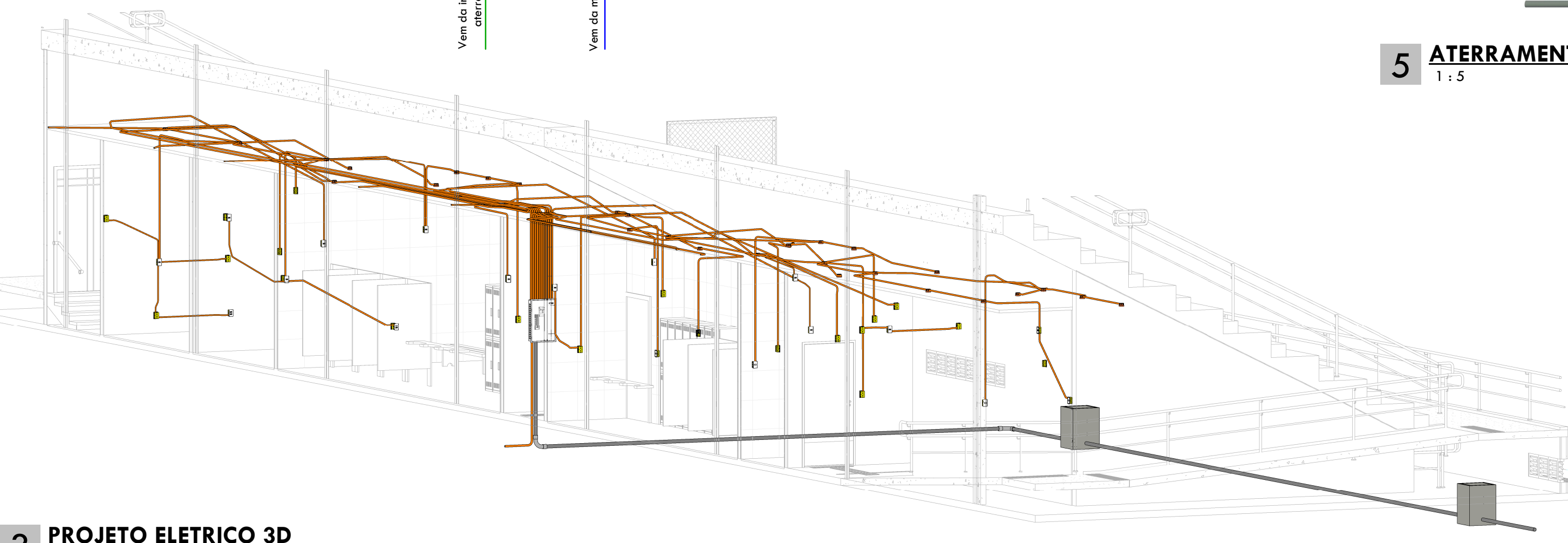


**1 PLANTA BAIXA ELÉTRICA QDL 1**  
1:80

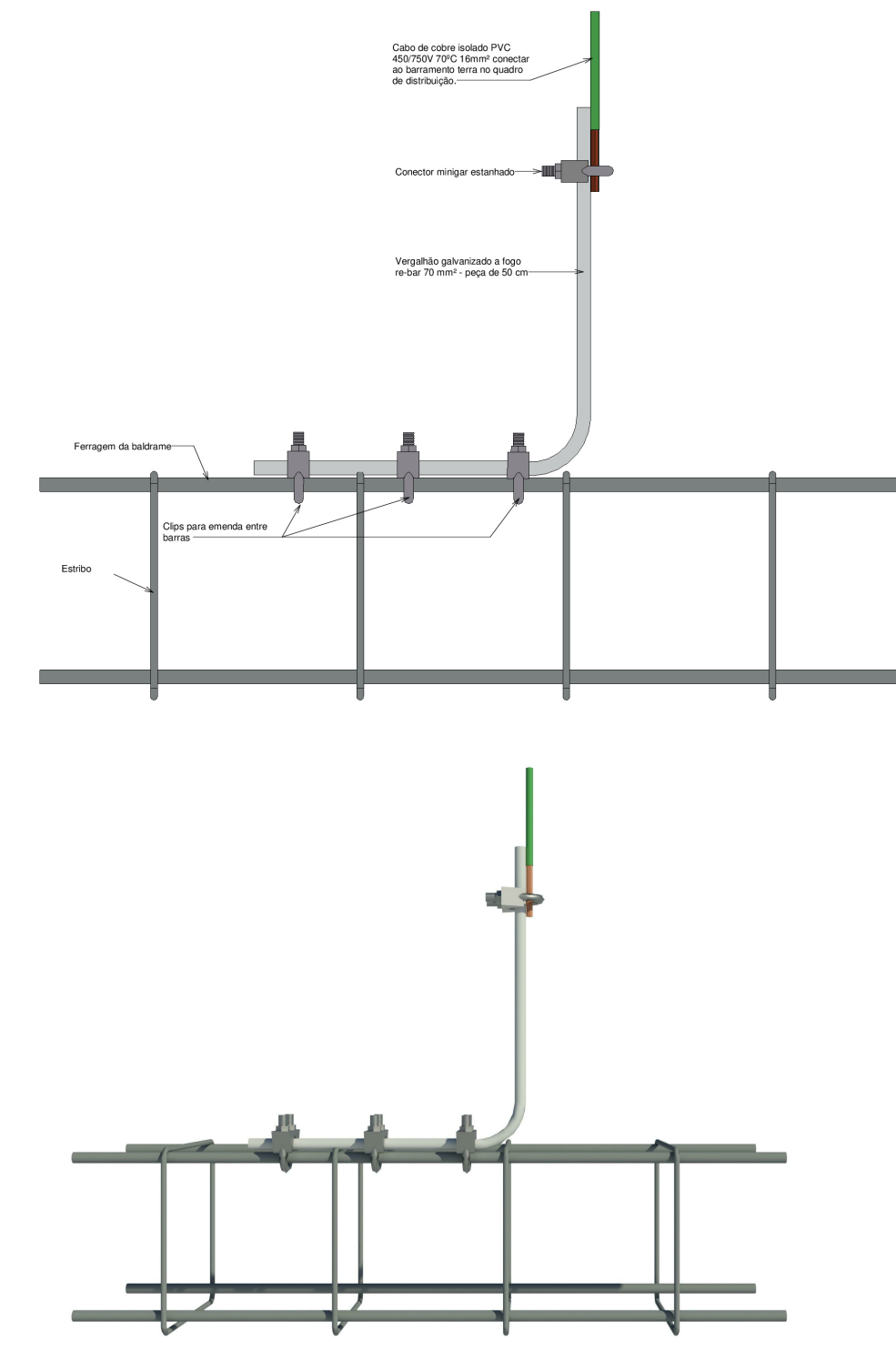
SIMBOLOGIA ELÉTRICA	
	Tomada 2P+T, 10A, a 0,30   1,10   2,10m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
	Tomada 2P+T, 20A, a 0,30   1,10   2,10m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
	Tomada de piso e tomada de teto 2P+T 10A, embutida em caixa 4x2"
	Módulo de tomada USB
	Ponto de força com placa saída de fio, a 0,30   1,10   2,20m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
	Ponto de força com placa saída de fio no teto com caixa 4x2"
	Interruptor simples   paralelo   intermediário de uma seção, embutido em caixa 4x2 a 1,10m do piso acabado
	Pulsador a 1,10m do piso
	Ponto para campainha
	Dimmer (Variador de Luminosidade)
	Sensor de presença, embutido em caixa 4x2
	Interruptor touch 1 canal   2 canais   3 canais smart   dimmer touch smart embutido em caixa 4x2 a 1,10m do piso acabado
	Ponto de luz embutido no teto
	Ponto de luz embutido no piso
	Ponto de luz na parede para arandela a 1,70m do piso
	Ponto de luz ou energia sem caixa, apenas eletroduto
	Relé fotocélula
	Eletroduto embutido no teto ou na parede
	Eletroduto embutido no piso
	Quadro geral de luz e força embutido a 1,50m do piso acabado
	Caixa para medidor
	Caixa de passagem no piso
	Caixa de passagem de passagem CPT de embutir na parede
	Caixa de passagem 4x2, de embutir na parede - 30   150   180cm
	Caixa de passagem 4x4, de embutir na parede - 30   150   180cm
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo
	Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno, respectivamente
	Simbologia de elevação



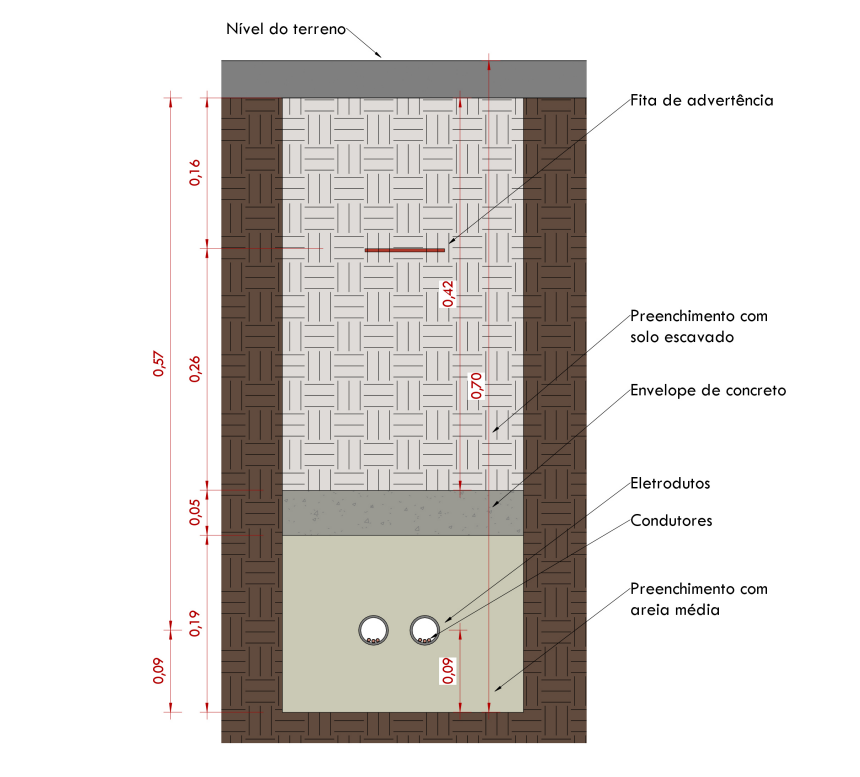
**2 DIAGRAMA UNIFILAR QDL 1**  
1:50



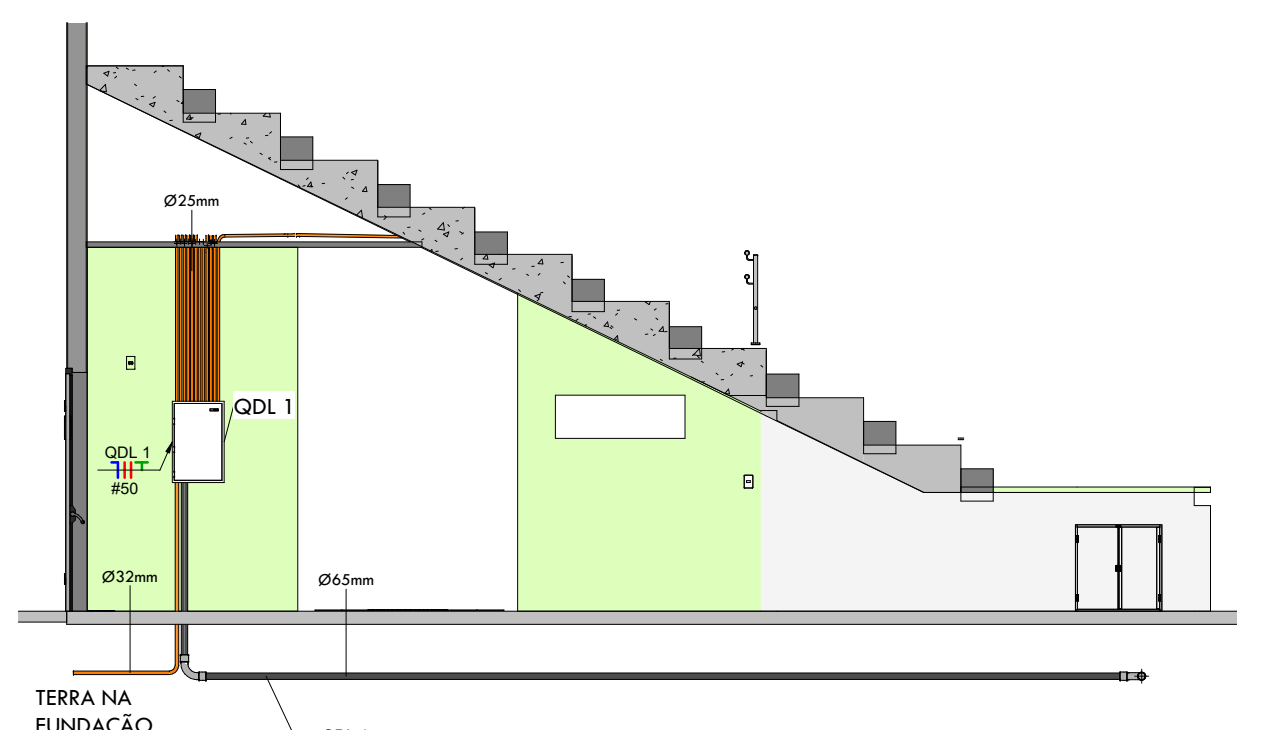
**3 PROJETO ELÉTRICO 3D**



**5 ATERRAMENTO ESTRUTURAL REBAR**  
1:5



**6 DETALHA VALA PARA ELETRODUTOS**  
1:10



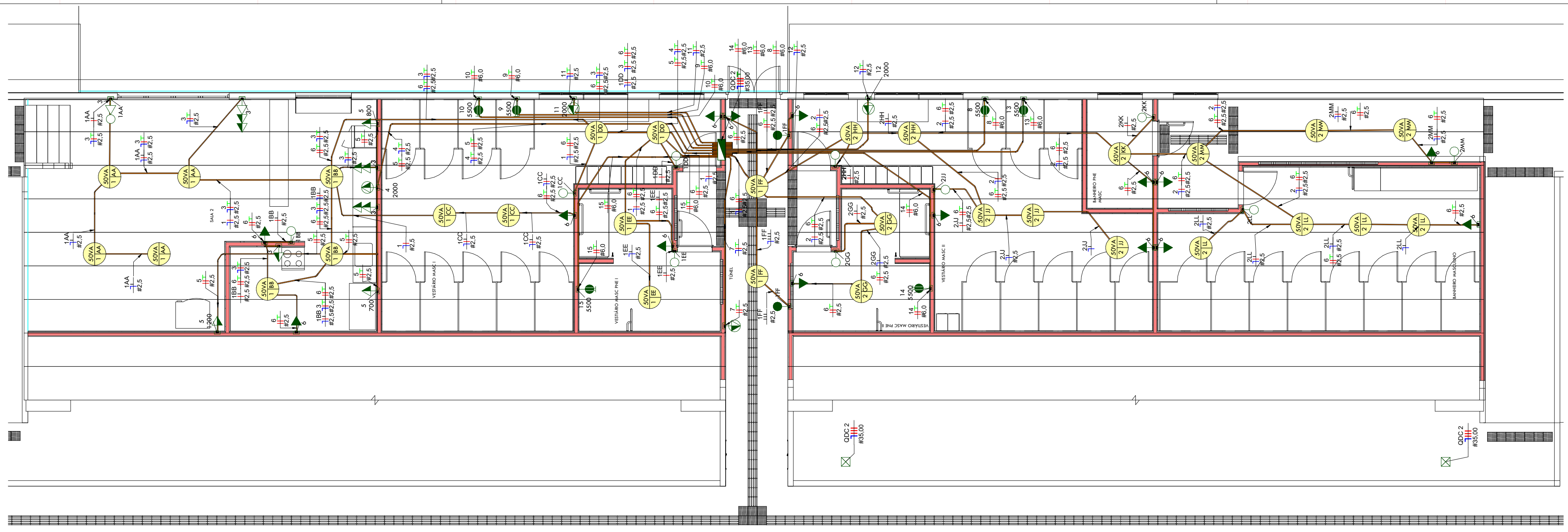
**4 CORTE QDL 1**  
1:70

- NOTAS DE PROJETO:**
- AS TOMADAS COM POTÊNCIAS NÃO INDICADAS SERÃO CONSIDERADAS DE 110W.
  - ELETRODUTOS NÃO INDICADOS TERÃO DIÂMETRO NOMINAL DE 3/4" (25 mm).
  - OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER INSTALADOS A 1,50M DO PISO ACABADO.
  - TENSAO SECUNDÁRIA DE SERVIÇO 127/220V - 60HZ FORNECIMENTO EM BAIXA TENSÃO.
  - POTÊNCIA DE CARGA PREVISTA NESTA INSTALAÇÃO: 104.3kW
  - PARA UTILIZAÇÃO DE CARGAS SUPERIORES AS NÃO PREVISTAS E QUE INFLUENCIEM NA DEMANDA DA EDIFICAÇÃO, O PROJETISTA DEVERÁ SER COMUNICADO PREVIAMENTE

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	PROJ.	REV.
REV.4	PROJETO ELÉTRICO - ALTERAÇÃO DA PRANCHA	*	*	*
REV.3	PROJETO ELÉTRICO - ALTERAÇÃO NAS CARGAS	*	*	*
REV.2	PROJETO ELÉTRICO - ALTERAÇÃO NOS PONTOS	*	*	*
REV.01	PROJETO ELÉTRICO.	**	**	**

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA PREFEITURA MUNICIPAL E NÃO PODE SER REPRODUZIDO OU USADO PARA QUALQUER FINALIDADE DIFERENTE DAQUELA PARA A QUAL ESTÁ SENDO FORNECIDO

CONFIDENCIAL Prefeitura do Município de Itatiaia		CONFIDENCIAL CRAE/CFE N° .....	
USUÁRIO <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE ITATIAIA</b>			
EMPREENHIMENTO <b>CONSTRUÇÃO DO GINÁSIO POLIESPORTIVO</b>			
ENDEREÇO <b>RUA TRINTA E OITO - J. ITATIAIA</b>			
TÍTULO <b>PROJETO ELÉTRICO</b>			
RESPONSÁVEL CONFIDENCIAL	ART/IRRT *	DESENHO JOÃO PEDRO ALVES	APROV. APR
ESCALA Como indicado	Nº DO PT *	VISTO JOÃO PEDRO ALVES	FOLHA <b>A101</b>
DATA	ARQUIVO GINASIO POLL.2023.ELETRICA.RVT	REV.	REV.5

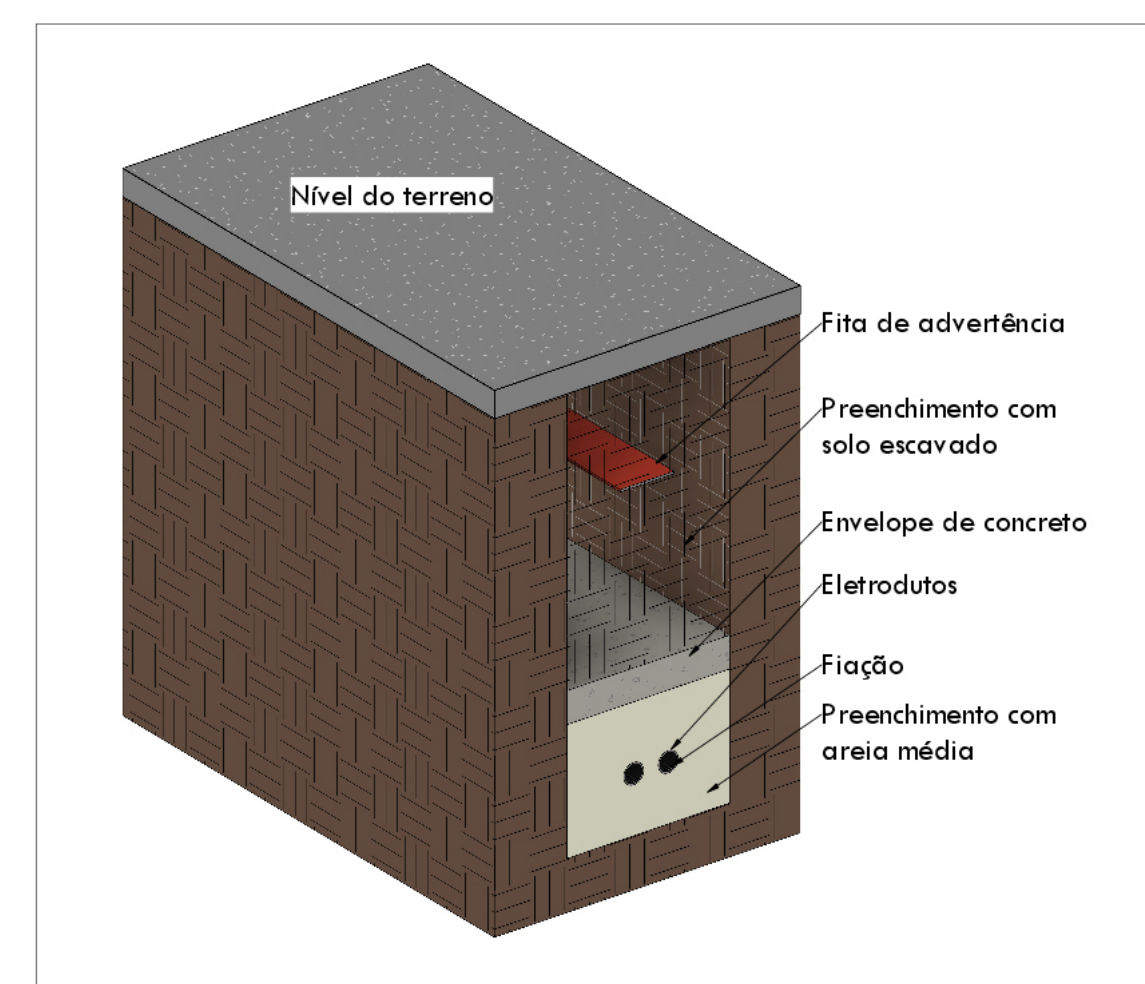


**1 PLANTA BAIXA ELETRICA QDL2**  
1: 80

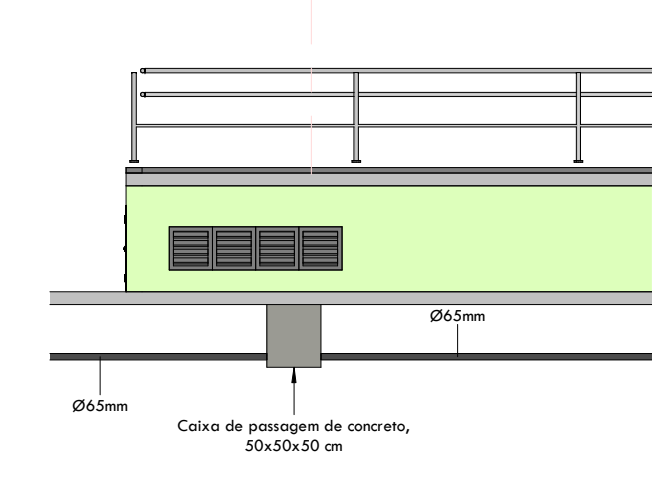
LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES	SIMBOLOGIA ELETRICA
Disjuntor Termomagnético Monopolar	Tomada 2P+T, 10A, a 0,30   1,10   2,10m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
Disjuntor Termomagnético Bipolar	Tomada 2P+T, 20A, a 0,30   1,10   2,10m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
Disjuntor Termomagnético Tripolar	Tomada de piso e tomada de teto 2P+T 10A, embutida em caixa 4x2"
Condutores Neutro, Fase, Terra, respectivamente	Módulo de tomada USB
DPS-Dispositivo de proteção contra surtos	Ponto de força com placa saída de fio, a 0,30   1,10   2,20m do piso acabado, embutido em caixa 4x2"
IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)	Ponto de força com placa saída de fio no teto com caixa 4x2"
	Interruptor simples   paralelo   Intermediário de uma seção, embutido em caixa 4x2 a 1,10m do piso acabado
	Pulsador a 1,10m do piso
	Ponto para campainha
	Dimmer (Variador de luminosidade)
	Sensor de presença, embutido em caixa 4x2
	Interruptor touch 1 canal   2 canais   3 canais smart   dimmer touch smart embutido em caixa 4x2" a 1,10m do piso acabado
	Ponto de luz embutido no teto
	Ponto de luz embutido no piso
	Ponto de luz na parede para arandela a 1,70m do piso
	Ponto de luz ou energia sem caixa, apenas eletroduto
	Relé fotocélula
	Eletroduto embutido no teto ou na parede
	Eletroduto embutido no piso
	Quadro geral de luz e força embutido a 1,50m do piso acabado
	Caixa para medidor
	Caixa de passagem no piso
	Caixa de passagem 4x2", de embutir na parede - 30   150   180cm
	Caixa de passagem 4x4", de embutir na parede - 30   150   180cm
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo
	Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno, respectivamente
	Simbologia de elevação

B

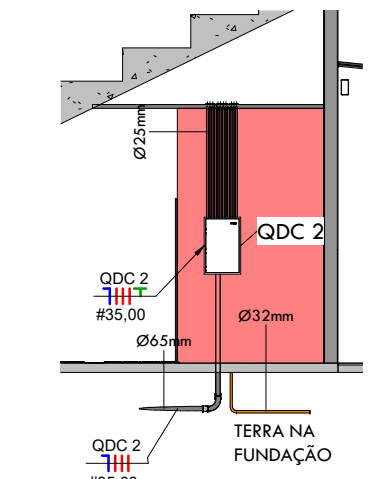
F



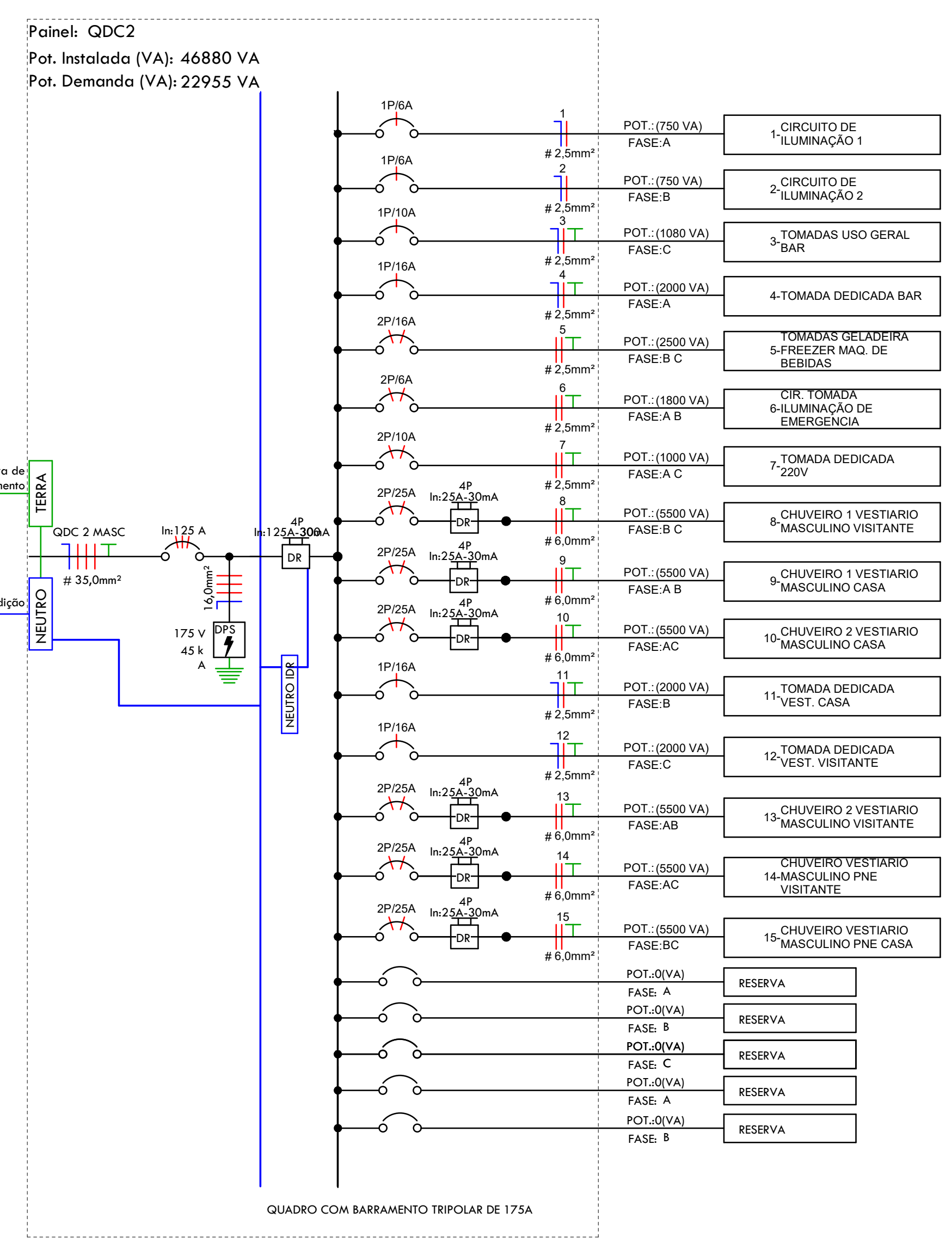
**6 ISO VALA PARA ELETRODUTOS**  
1: 20



**4 CORTE DA PASSAGEM QDL**  
1: 70



**3 CORTE QDL 2**  
1: 100



**2 DIAGRAMA UNIFILAR QDL 2**  
1: 50

**NOTAS DE PROJETO:**

1. AS TOMADAS COM POTÊNCIAS NÃO INDICADAS SERÃO CONSIDERADAS DE 110W.
2. ELETRODUTOS NÃO INDICADOS TERÃO DIÂMETRO NOMINAL DE 3/4" (25 mm).
3. OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER INSTALADOS A 1,50M DO PISO ACABADO.
4. TENSÃO SECUNDÁRIA DE SERVIÇO 127/220V - 60HZ FORNECIMENTO EM BAIXA TENSÃO.
5. POTÊNCIA DE CARGA PREVISTA NESTA INSTALAÇÃO: **104.3KW**
6. PARA UTILIZAÇÃO DE CARGAS SUPERIORES AS NÃO PREVISTAS E QUE INFLUENCIEM NA DEMANDA DA EDIFICAÇÃO, O PROJETISTA DEVERÁ SER COMUNICADO PREVIAMENTE

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	PROJ.	REV.
REV.4	PROJETO ELETRICO - ALTERAÇÃO DA PRANCHA		*	*
REV.3	PROJETO ELETRICO - ALTERAÇÃO NAS CARGAS		*	*
REV.2	PROJETO ELETRICO - ALTERAÇÃO NOS PONTOS		*	*
REV.01	PROJETO ELETRICO.		**	**

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA PREFEITURA MUNICIPAL E NÃO PODE SER REPRODUZIDO OU USADO PARA QUALQUER FINALIDADE DIFERENTE DAQUELA PARA A QUAL ESTÁ SENDO FORNECIDO

CONFIDENCIAL Prefeitura do Município de Itatiaia

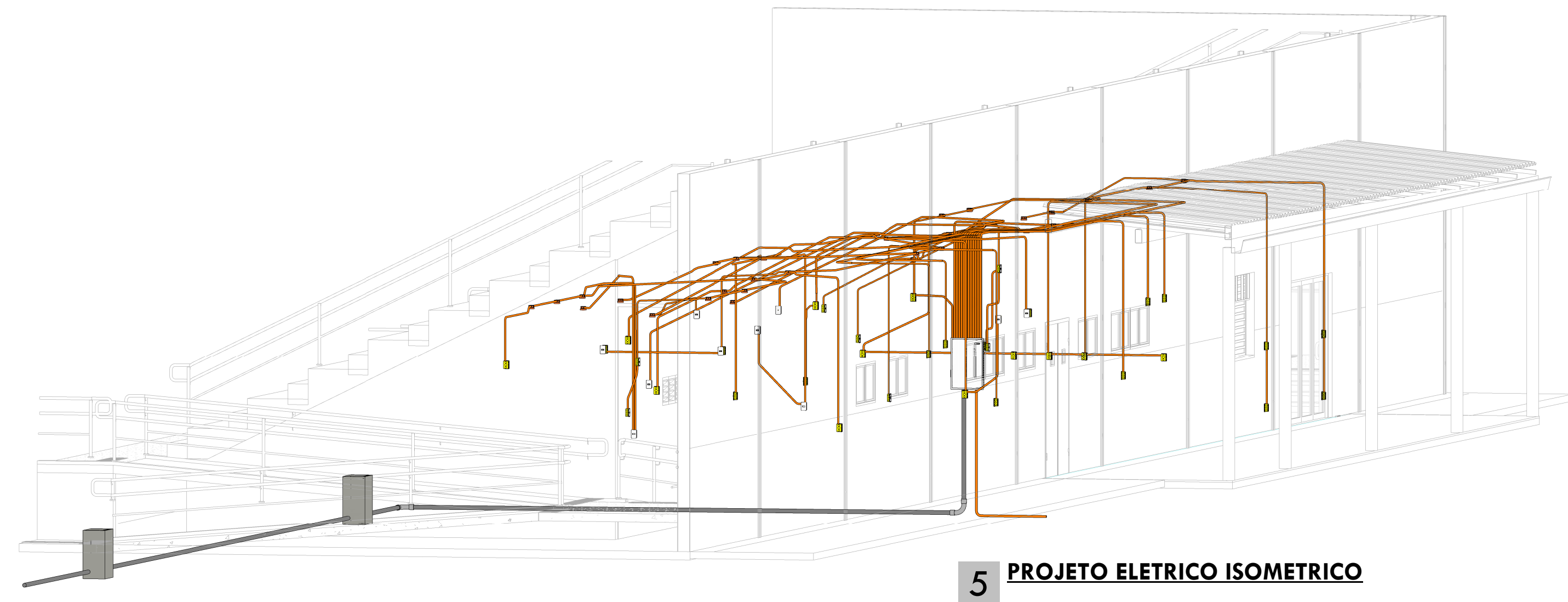
USUÁRIO: **PREFEITURA MUNICIPAL DE ITATIAIA**

EMPREENDIMENTO: **CONSTRUÇÃO DO GINASIO POLIESPORTIVO**

ENDEREÇO: **RUA TRINTA E OITO - J. ITATIAIA**

TÍTULO: **PROJETO ELETRICO**

RESPONSÁVEL	ART/RRT	DESENHO	APROV.
CONFIDENCIAL	*	JOÃO PEDRO ALVES	APR
ESCALA	Nº DO PT	VISTO	FOLHA
Como indicado	*	JOÃO PEDRO ALVES	A102
DATA	ARQUIVO	REV.	REV.
	GINASIO POLI.2023.ELETRICA.RVT		REV.5



**5 PROJETO ELETRICO ISOMETRICO**