



UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Autarquia Municipal de Regime Especial
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP
CNPJ 45.176.153/0001-22

Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi
Taubaté-Sp 12060-440
Tel.: (12) 3625-4190
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

HEITOR MOTA DA SILVA GOMES
LUCAS CARVALHO DE PAULA

CENTRO DE MEDIÇÃO AGRUPADA

Taubaté - SP
2021

**HEITOR MOTA DA SILVA GOMES
LUCAS CARVALHO DE PAULA**

CENTRO DE MEDIÇÃO AGRUPADA

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador (a): Prof. Rubens Castilho Júnior

Taubaté
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

**Grupo Especial de
Tratamento da Informação
- GETISistema Integrado
de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté -
Unitau**

P324c Paula, Lucas Carvalho de
Centro de Medição agrupada / Lucas Carvalho de Paula;
Heitor Mota daSilva Gomes. -- 2021.
65 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté,
Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2021.
Orientação: Prof. Rubens Castilho Junior, Departamento
de EngenhariaElétrica.

1. Medição agrupada. 2. Concessionária. 3. Medidores. 4.
Disjuntores.
5. Cabos. I. Gomes, Heitor Mota da Silva. II. Universidade
de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e
Elétrica. Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.



UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Autarquia Municipal de Regime Especial
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP
CNPJ 45.176.153/0001-22

Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi
Taubaté-Sp 12060-440
Tel.: (12) 3625-4190
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

CENTRO DE MEDIÇÃO AGRUPADA

HEITOR MOTA DA SILVA GOMES
LUCAS CARVALHO DE PAULA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM**
ENGENHARIA ELÉTRICA”

BANCA EXAMINADORA:

Prof. RUBENS CASTILHO JUNIOR
Orientador/UNITAU-DEE

Mestre SANDRO BOTOSSI DOS SANTOS
UNITAU-DEE

Prof. Thomaz Barone Júnior
UNITAU-DEE

Novembro 2021

DEDICATÓRIA

Em especial dedicamos a todos aqueles que acreditam no nosso trabalho e nos nossos sonhos e estão ao nosso lado para ensinar, ceder e solidarizar, a nossa família, aos nossos amigos e aos companheiros de trabalho não qual nos incentivam e nos fazem seguir em frente e repassam valores que devem ser mantidos para o sucesso pessoal e profissional

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, que nos possibilitou a chegarmos até aqui, com saúde e inteligência para passarmos por cada desafio.

Aos nossos pais Rivanil Fernando de Faria e Ana Paula Carvalho de Faria (Lucas); José Claudio Gomes e Isabel Cristina da Silva (Heitor), que nos educaram e nos transmitiram valores inegociáveis na criação e formação de seres humanos honestos e batalhadores.

Aos nossos irmãos, Kauã e Luana (Lucas); Camila e Marcela (Heitor) e as nossas noivas Ana Flávia (Lucas); Mariana (Heitor), pessoas que nos apoiam e acreditam nas nossas metas e objetivos.

A todos os nossos amigos que sempre nos incentivaram, acreditaram nos nossos sonhos e nos levaram a sério, impossível seria mencionar todos, porém sempre agradecemos pessoalmente cada um deles, aos colegas de trabalho que sempre estiveram dispostos a nos ajudar e ensinar todo o conhecimento por eles adquiridos.

EPÍGRAFE

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

Centro de medição agrupada é o método facilitado e exigido pelas concessionárias de atender um padrão de entrada em locais como shoppings, apartamentos, kitnets, pontos comerciais localizados no mesmo terreno, etc. Com a finalidade de fazer a medição elétrica de forma independente, através de medidores individuais, seja de um shopping, de um apartamento, de uma kitnet ou mesmo de um ponto comercial. Facilitando a medição e a divisão de forma correta e justa das contas de energia consumida no local.

Centro de medição agrupada trouxe além da facilidade no serviço, trouxe também a transparência no que cada cliente consumiu, evitando “roubos”, discussões entre clientes e até mesmo entre clientes e concessionárias. Trouxe também o auxílio na identificação de clientes, facilitando para a concessionária as cobranças devidas e cabíveis para cada cliente.

PALAVRAS-CHAVES: Centro de medição agrupada, concessionária, medidores, disjuntores, cabos, barramentos.

ABSTRACT

The grouped Medication Center is the facilitated method and required by service providers a standard entry in places such as shopping, apartments, kitnets, commercial points without the same land, and so on. individual meters, whether from a mall, an apartment, a kitnet or even a commercial point. So that there is impartiality and the correct and fair division of energy bills consumed on site.

In addition to the ease of service, it also brought transparency to what each customer consumed, avoiding “thefts”, involving customers and even between customers and dealerships. It also brought assistance in identifying customers, making it easier for the concessionaire to charge due and appropriate for each customer.

KEYWORDS: Clustered center clustered, utility, meters, circuit breakers, cables, busbars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem ilustrativa centro de medição agrupada	19
Figura 2 – Imagem ilustrativa disjuntores	21
Figura 3 – Disjuntor unipolar	21
Figura 4 – Disjuntor bipolar	22
Figura 5 – Disjuntor tripolar	22
Figura 6 – Curva de ruptura.....	24
Figura 7 – Condutor elétrico.....	25
Figura 8 – Tabela de dimensionamento do condutor.....	26
Figura 9 – Tabela de dimensionamento condutor/disjuntor	27
Figura 10 – Eletroduto flexível corrugado.....	28
Figura 11 – Eletroduto flexível plano.....	28
Figura 12 - Eletroduto rígido	28
Figura 13 – Barramento terra.....	29
Figura 14 – Barramento neutro.....	29
Figura 15 – Barramento fase	30
Figura 16 – Tabela 05 – ND 10	45
Figura 17 – Tabela 07 – ND 10	45
Figura 18 – Tabela 19 – ND 10	46
Figura 19 – Tabela 01 – ND 26	47
Figura 20 – Tabela 03 – ND 26	48
Figura 21 – Tabela 04 – ND 26	48
Figura 22 – Tabela 06 – ND 26	49
Figura 23 – Tabela 12 – ND 26	50
Figura 24 – Visão Geral dos Centros de Medições Agrupadas.....	51
Figura 25 – Visão Ampliada da Proteção geral e seus barramentos / Distribuição dos Centros de Medições.....	52
Figura 26 – Visão Ampliada CM1 – Restaurante.....	53
Figura 27 – Visão Ampliada CM2 – 7 unidades Péeres + 1 Bombeiro + 1 Reserva	54
Figura 28 – Visão Ampliada CM3 – 6 unidades Péeres + 3 Reservas	55
Figura 29 – Visão Ampliada Equivalência de Eletrodutos.....	56
Figura 30 – Visão Ampliada Dados de Entrada de Energia	57
Figura 31 – Diagrama Unifilar	58
Figura 32 – Tabela de Dimensionamento Individual	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de Cargas do Restaurante.....	32
Tabela 2 – Relação de Cargas do Píer Tipo 1.....	32
Tabela 3 – Relação de Cargas do Píer Tipo 2.....	32
Tabela 4 – Relação de Cargas do Píer Tipo 3.....	33
Tabela 5 – Relação Total de Cargas	33
Tabela 6 – Iluminação e Tomadas no Restaurante	35
Tabela 7 – Aparelhos Resistivos no Restaurante.....	36
Tabela 8 – Forno Microondas e Elétrico no Restaurante.....	36
Tabela 9 – Máquina de lavar no Restaurante.....	36
Tabela 10 – Aparelhos Resistivos – CM2	39
Tabela 11. – Aparelhos Resistivos – CM3	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Amperes
EPR	Borracha Etileno-Propileno
KVA	Quilo Volt Ampere
V	Volts
W	Watts
XLPE	Polietileno Reticulado
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico
F.D.	Fator de Demanda
D.Ilum.tom.	Demanda Iluminação e Tomada
D.A.R.	Demanda Aparelhos Resistivos
D.F.M	Demanda Forno Microondas
DTotal	Demanda Total
D.M.L.	Demanda Máquina de Lavar
DTotal Ap.	Demanda Total de Aparelhos
I	Corrente
CB	Caixa de Barramento
CMA	Centro de Medição Agrupada

LISTA DE SÍMBOLOS

m^2 metros cuadrados
 mm^2 milímetros cuadrados
“ plegada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	RELEVÂNCIA.....	17
1.2	OBJETIVO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	CENTRO DE MEDIÇÃO AGRUPADA	19
2.2	CÁLCULO DO FATOR DE DEMANDA	20
2.3	ESTUDO DE CARGAS	20
2.4	DISJUNTORES	20
2.4.1	DISJUNTOR UNIPOLAR	21
2.4.2	DISJUNTOR BIPOLAR	22
2.4.3	DISJUNTOR TRIPOLAR.....	22
2.4.4	FUNCIONAMENTO DO DISJUNTOR.....	23
2.4.5	CURVA DE RUPTURA	24
2.5	CONDUTORES ELÉTRICOS	25
2.5.1	TIPOS DE CONDUTORES	26
2.6	ELETRODUTOS.....	27
2.6.1	TIPOS DE ELETRODUTOS	27
2.7	BARRAMENTOS	28
2.7.1	TIPOS DE BARRAMENTOS ELÉTRICOS.....	28
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	MEMORIAL DESCRITIVO.....	31
3.1.1	ESTUDO DE CARGAS – DADOS PARA CÁLCULO	31
3.1.1.1	RELAÇÃO DAS CARGAS RESTAURANTE	32
3.1.1.2	RELAÇÃO DAS CARGAS PÍER (TIPO 1) – 4 UNIDADES.....	32
3.1.1.3	RELAÇÃO DAS CARGAS PÍER (TIPO 2) – 7 UNIDADES.....	32
3.1.1.4	RELAÇÃO DAS CARGAS PÍER (TIPO 3) – 2 UNIDADES.....	33
3.1.1.5	RELAÇÃO TOTAL DE CARGA INSTALADA	33
3.1.2	DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES CONSUMIDORAS	33
3.1.2.1	DIMENSIONAMENTO DO RESTAURANTE (01 UNIDADE)	33
3.1.2.2	DIMENSIONAMENTO DO PÍER TIPO 1 (04 UNIDADES)	33
3.1.2.3	DIMENSIONAMENTO DO PÍER TIPO 2 (7 UNIDADES)	34
3.1.2.4	DIMENSIONAMENTO DO PÍER TIPO 3 (02 UNIDADES)	34

3.1.3	CÁLCULO DE DEMANDA DO RESTAURANTE	34
3.1.3.1	ILUMINAÇÃO E TOMADAS (TÁB.19 ND10)	34
3.1.3.2	APARELHOS RESISTIVOS (TÁB.05 ND10) – 5 aparelhos (Estufa, Resistência, Salamandra, Máquina de Café)	34
3.1.3.3	FORNO MICROONDAS, FORNO ELÉTRICO, MÁQ.LAVAR LOUÇA (TÁB.07 ND10) – 6 aparelhos	34
3.1.3.4	DEMANDA TOTAL DO RESTAURANTE	35
3.1.4	CÁLCULO DE DEMANDA DO PÍER TIPO 3 (2 UNIDADES)	35
3.1.4.1	APARELHOS (TÁB.05 ND10)	35
3.1.4.2	DEMANDA TOTAL DO PÍER TIPO 3.....	35
3.1.5	CÁLCULO DE DEMANDA GERAL	35
3.1.5.1	ILUMINAÇÃO E TOMADAS RESTAURANTE, PÍER (TÁB.04 ND26)	35
3.1.5.2	APARELHOS RESISTIVOS	36
3.1.5.3	FORNO MICROONDAS E FORNO ELÉTRICO (TÁB.6 ND26) – 4 UNIDADES.....	36
3.1.5.4	MÁQUINA DE LAVAR (TÁB.6 ND26)	36
3.1.5.5	DEMANDA TOTAL DE APARELHOS.....	37
3.1.5.6	DEMANDA TOTAL DO EMPREENDIMENTO.....	37
3.1.6	CORRENTE TOTAL (I).....	37
3.1.7	DIMENSIONAMENTO GERAL DO EMPREENDIMENTO.....	37
3.1.8	CAIXA DE BARRAMENTOS 1 – CB1	37
3.1.9	CÁLCULO DE DEMANDA CM1 – RESTAURANTE (1 UNIDADE).....	38
3.1.9.1	CORRENTE TOTAL (I).....	38
3.1.9.2	DIMENSIONAMENTO GERAL CM1	38
3.1.10	CÁLCULO DE DEMANDA CM2 – 09 UNIDADES (7 PÍERES + 01 BOMBEIRO + 01 RESERVA)	38
3.1.10.1	APARELHOS RESISTIVOS CM2 (TÁB.6 ND26) – 7 UNIDADES	39
3.1.10.2	DEMANDA TOTAL CM2.....	39
3.1.10.3	CORRENTE TOTAL (I).....	39
3.1.10.4	DIMENSIONAMENTO GERAL CM2	39
3.1.11	CÁLCULO DE DEMANDA CM3 – 9 UNIDADES (06 PÍERES + 03 RESERVAS)	40
3.1.11.1	APARELHOS RESISTIVOS (TÁB.6 ND26) – 6 UNIDADES	40
3.1.11.2	DEMANDA TOTAL CM3.....	40

3.1.11.3	CORRENTE TOTAL (I).....	40
3.1.11.4	DIMENSIONAMENTO GERAL DO CM3	40
4	RESULTADOS	42
5	CONCLUSÃO.....	43

1 INTRODUÇÃO

Na grande expansão de lugares coletivos, como shoppings, kitnets, pontos comerciais e principalmente de apartamentos, onde pessoas tem voltado seus investimentos para essas áreas, é fundamental a presença do centro de medição agrupada.

No intuito de facilitar e trazer transparência tanto para o cliente quanto para a concessionária, o centro de medição agrupada tem sido há anos o melhor método a ser utilizado. Tendo em base todas as vantagens que é oferecido pelo centro de medição agrupada, as concessionárias mais conhecidas do Vale do Paraíba, como EDP, ELEKTRO, CPFL, entre outras, atualmente exigem, em lugares onde há mais de um cliente com consumos diferentes a implementação de um centro de medição agrupada.

E acompanhando esse crescimento de investidores em apartamentos, pontos comerciais coletivos, cresce também os projetos a serem realizados. Trazendo para o mercado, vagas para profissionais capacitados na área, para a realização desse tipo de projeto e conseqüentemente vagas para profissionais capacitados na área da execução.

Focando apenas no setor de projeto, exige-se profissional qualificado, formado e credenciado pelo CREA, entendendo então, a importância e a responsabilidade que o mesmo está carregando. O engenheiro que projeta um centro de medição agrupada, tem o papel fundamental de facilitar a execução da obra, identificando cada etapa e processo a ser realizado de forma clara e objetiva, apresentando os devidos cálculos e expondo suas escolhas e conclusões.

1.1 RELEVÂNCIA

Visando todo este crescimento, a importância de se ter um projeto bem elaborado, com clareza e explicativo, se torna fundamental, para facilitação de entendimento dos profissionais que irão executar a obra. Trazendo respostas e clarezas para o prestador da obra e também para o cliente final. Facilitando a identificação de cada item calculado e dimensionado, fazendo assim, que o prestador de serviço da obra, poupe tempo, esforço e execute de forma correta aquilo que foi projetado.

1.2 OBJETIVO

O projeto elétrico de um centro de medição agrupada, consiste em obter controle de todo um sistema, tendo dados básicos e reais do consumo inicial do estabelecimento, e assim fazer

os cálculos e dimensionamentos necessários de acordo com as normas estabelecidas por cada concessionária, para o encaminhamento de quem irá executar a obra, e assim, evitando qualquer tipo de mal dimensionamento, materiais comprados de forma desnecessária, que poderá gerar percas e danos altíssimos ao cliente ou ao prestador de serviço.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CENTRO DE MEDIÇÃO AGRUPADA

“O centro de medição agrupada (CMA), também conhecido como caixa de entrada de energia, utiliza modernas caixas de policarbonato (Caixas tipo P) e trata-se de um dos padrões que a concessionária dispõe para atender a algumas das diversas particularidades de cada instalação, principalmente em relação aos espaços físicos que muitas vezes são limitados nos edifícios.” – (Exclusiva Engenharia, 2021).

Sendo o método mais eficaz e facilitado de distribuição para cada ponto de consumo, tem sido bastante utilizado em áreas onde há mais de um cliente no mesmo terreno.



Figura 1: Imagem ilustrativa centro de medição agrupada

Fonte: Site DocPlayer

2.2 CÁLCULO DO FATOR DE DEMANDA

“Fator de Demanda é uma relação de razão entre a demanda máxima medida ou estimada atingida na instalação em um intervalo de tempo especificado e a carga instalada. O fator de demanda é um índice adimensional que varia entre os valores 0 e 1.

O fator de demanda indica o quanto dos aparelhos existentes são usados ao mesmo tempo. Se o seu valor for próximo de 1, significa que o cliente consegue utilizar simultaneamente toda a potência instalada.

Se uma instalação elétrica de 100 kW, por exemplo, tiver uma demanda máxima de 80 kW, o fator de demanda será de 0,8, ou seja, de 80%. E é justamente esse valor que é usado para o dimensionamento elétrico da instalação!” – (Henrique Mattede, 2019).

2.3 ESTUDO DE CARGAS

O estudo de cargas ou levantamento de cargas instaladas ou a serem instaladas é fundamental para que se possa fazer os cálculos de demandas e dimensionamentos finais. É com este estudo, que é possível ter em mãos todas as potências que são ou serão instaladas no seu projeto. O estudo de cargas, contém informações, como: Qual é o equipamento consumidor, a quantidade desse equipamento, o tipo desse equipamento, a sua potência unitária e a sua potência total.

2.4 DISJUTORES

“Os disjuntores são dispositivos de proteção que atuam contra curto-circuito e sobrecargas. Dessa forma, quando ocorre um curto-circuito ou um excesso de corrente elétrica o disjuntor tem a função de cortar a passagem de corrente no circuito.

O disjuntor, além de ser um dispositivo de proteção, pode ser usado para ligar e desligar circuitos, funcionando também como um dispositivo de manobra. Por isso, muitas pessoas os conhecem como as “chaves” dos painéis elétricos uma instalação elétrica.

Todo disjuntor possui uma corrente máxima suportada, que, quando é ultrapassada, faz com que o componente interrompa a passagem de corrente elétrica no circuito.



Figura 2: Imagem ilustrativa disjuntores

Fonte: Site BHS Eletrônica

Os disjuntores se classificam quanto a seu funcionamento, tempo de resposta e corrente de trabalho. Eles também se diferenciam quanto ao número de fases que podem proteger, podendo ser unipolares, bipolares ou tripolares. Assim, disjuntores podem ser utilizados em circuitos monofásicos, bifásicos ou trifásicos.” – (Athos Electronics, 2018)

2.4.1 DISJUNTOR UNIPOLAR

“São utilizados em circuitos elétricos de apenas uma fase, como os de iluminação e tomadas de sistema monofásico de 127 ou 220V.” – (Decorlux, 2021).



Figura 3: Disjuntor unipolar

Fonte: Site Steck

2.4.2 DISJUNTOR BIPOLAR

“Para circuitos de duas fases, como chuveiros e torneiras, com sistemas bifásicos de 220V. Geralmente utilizado também para proteger sistemas com aquecedores, fornos elétricos e lâmpadas incandescentes”. – (Decorlux, 2021).



Figura 4: Disjuntor bipolar

Fonte: Site Steck

2.4.3 DISJUNTOR TRIPOLAR

“Para circuitos de três fases, como aparelhos elétricos de 220V ou 380V”. – (Decorlux, 2021).



Figura 5: Disjuntor tripolar

Fonte: Site Steck

2.4.4 FUNCIONAMENTO DO DISJUNTOR

"Os disjuntores tem um funcionamento que se baseia em bobinas que atraem contatos e contatos que se dilatam com o calor. Assim, existem 3 principais tipos de disjuntores, com funcionamentos semelhantes. Os principais tipos de disjuntores são o disjuntor térmico, magnético e o termomagnético, uma união dos dois primeiros.

O disjuntor térmico funciona a partir de um contato em uma lâmina, que possui um determinado coeficiente de dilatação. Quando uma corrente mais alta do que o limite flui por esse contato, a lâmina aquece e começa a se deformar, até abrir o contato e interromper a corrente do circuito.

O problema desse tipo de disjuntor, é que ele protege somente contra sobrecarga, não sendo possível usar um disjuntor térmico para proteção contra curto-circuito, já que a deformação da lâmina não é instantânea. Portanto, a atuação do disjuntor térmico demora um certo tempo até acontecer, não sendo rápida o suficiente para proporcionar segurança em casos de curtos-circuitos. Esse componente é utilizado para proteger um circuito contra sobrecargas prolongadas, que poderiam causar um superaquecimento e assim danos irreversíveis aos componentes.

Diferente do disjuntor térmico, a versão magnética do componente consegue sim atuar contra curtos-circuitos com um bom tempo de resposta.

A corrente elétrica nesse disjuntor, passa por uma bobina elétrica, gerando um campo eletromagnético em torno da bobina. Dessa forma, o campo eletromagnético aumenta a sua intensidade à medida que a corrente aumenta. Assim, quando o campo eletromagnético atinge uma determinada intensidade, ele é capaz de atrair magneticamente um contato que interrompe o circuito. Portanto, quando a corrente elétrica ultrapassa o limite máximo do disjuntor, a bobina cria um campo eletromagnético que desarma o disjuntor. Isso ocorre em uma velocidade muito alta, evitando que o curto-circuito cause maiores danos ou até incêndios. A grande vantagem desse sistema é a velocidade de interrupção quase instantânea, que permite esse disjuntor proteger tanto de curto circuitos, quanto de sobrecarga. Na proteção de sobrecarga, ele não terá tanta precisão como o disjuntor térmico, já que a carga terá que exceder muito o limite. Sua aplicação é para proteção contra curtos-circuitos, apesar deste ter um custo mais elevado que o primeiro.

O disjuntor termomagnético é a união das funcionalidades dos modelos térmicos e magnéticos em um único componente. Assim, esse é o dispositivo mais seguro e mais usado hoje em dia, sendo o melhor e o mais indicado entre os três para instalações elétricas. Ele

proporciona diversas funcionalidades para o circuito, como manobra dos circuitos, proteção contra curtos-circuitos e contra sobrecargas. Assim, o disjuntor termomagnético é usado para proteção contra curto-circuito e sobreaquecimento dos condutores.” – (Athos Electronics, 2018)

2.4.5 CURVA DE RUPTURA

“A curva de ruptura mostra a corrente em relação ao tempo no componente após ele ultrapassar a sua corrente nominal. Assim, a curva mostra como o disjuntor se comporta após ultrapassar a sua corrente nominal, mostrando quando ele vai atuar. Dessa forma, o componente se divide em categorias com diferentes curvas, que são usadas em diferentes aplicações. A corrente de ruptura é a corrente que causa a atuação do disjuntor, isto é, faz com que ele abra o circuito.

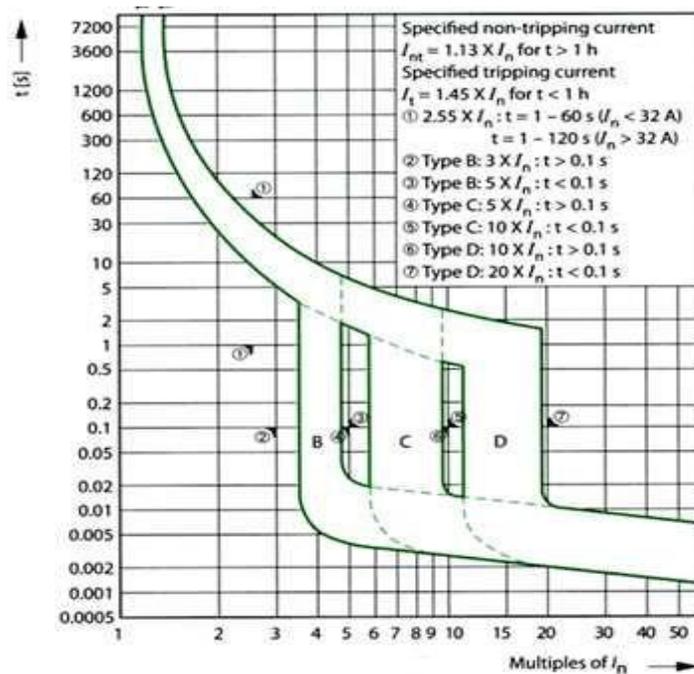


Figura 6: Curva de ruptura

Fonte: Site Murr Elektronik

Disjuntor de curva B atua em uma corrente de ruptura 3 a 5 vezes maior que a corrente nominal do disjuntor. Portanto, um disjuntor de 20A de corrente nominal e curva B vai atuar quando a corrente estiver entre 60A e 100A. São utilizados em locais que serão conectadas cargas resistivas, e que podem gerar um curto-circuito de baixas proporções. Assim, disjuntores de curva B são utilizados em tomadas de uso geral, em que geralmente não são conectados

aparelhos com grandes correntes de partida.

Disjuntor de curva C atua para correntes de ruptura 5 a 10 vezes maiores que a corrente nominal do disjuntor. Portanto, um disjuntor com uma corrente nominal de 20A e curva C atuará quando a corrente for de 100A a 200A. São utilizados em locais que se espera cargas indutivas. Assim, acabam sendo utilizados em tomadas de uso específico, para atuar em ar condicionados, motores elétricos de pequeno porte, sistemas de comando e circuitos de iluminação.

Disjuntor de curva D atua quando a corrente de ruptura for de 10 a 20 vezes maior que a corrente nominal do componente. Assim, um disjuntor com 20A de corrente nominal e curva D atuará quando a corrente que passa por ele for de 200A a 400A. São utilizados em circuitos industriais, como motores de potência que se espera ter uma alta corrente de partida, ou transformadores e máquinas de solda.” – (Athos Electronics, 2018)

2.5 CONDUTORES ELÉTRICOS

“Condutores elétricos são componentes que possuem baixa resistência elétrica, sendo que essa característica permite a passagem da corrente elétrica por eles com facilidade. Isso acontece porque os elétrons livres têm uma ligação bem fraca com o núcleo atômico na sua estrutura.

Dessa maneira, se torna fácil para os elétrons se espalharem e se moverem de modo desordenado. Além disso, ao aplicar uma diferença de potencial, ou seja, uma tensão elétrica, o movimento dos elétrons é impulsionado, tornando o seu movimento ordenado. O resultado é uma corrente elétrica que se move ao longo do condutor.” – (Sparflex, 2021).

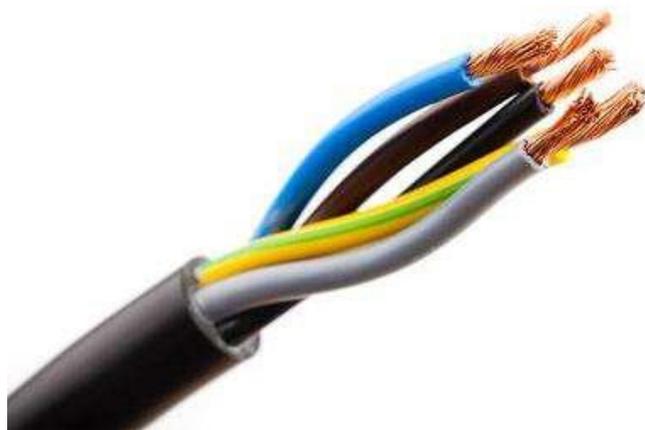


Figura 7: Condutor elétrico

Fonte: Site Brasil Escola

2.5.1 TIPOS DE CONDUTORES

“Os materiais condutores elétricos possuem três tipos, os condutores sólidos, os condutores líquidos e os condutores gasosos.

Condutores sólidos, também conhecidos como condutores metálicos, possuem em suas estruturas os elétrons livres, e por esses elétrons não terem uma conexão forte com o núcleo, o resultado é uma condução de energia veloz porque os metais doam elétrons facilmente.

Condutores líquidos, também conhecidos como condutores eletrolíticos, geram corrente elétrica quando os íons positivos que são tecnicamente conhecidos como cátions e os íons negativos que são tecnicamente conhecidos como ânions percorrem sentidos discordantes, ou seja, criam nesse movimento uma dissolução iônica.

Condutores gasosos, também conhecidos como condutores de terceira classe ou de terceira categoria, têm como portadores de cargas os íons positivos que são tecnicamente conhecidos como cátion, e os íons negativos que são tecnicamente conhecidos como ânions. A produção de energia ocorre quando os cátions e os ânions se colidem.” – (Henrique Mattede, 2020).

Existem vários tamanhos de condutor, e é por meio de uma tabela normalizada que é dimensionado o condutor correto para o circuito, conforme a figura abaixo:

Dimensionamento de condutores pelo critério da máxima queda de tensão - Seção em mm². Sistema monofásico 220V / Queda de tensão admissível 3%

Corrente em A	Distância do quadro de cargas até a carga em metros.												
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250
1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4
3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	6
4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4	6	6	6
5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10
7,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10	10	16
10	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10	16	16	16
12,5	1,5	1,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	16	25
15	1,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	16	25	25	25
17,5	1,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	25	25	25	25
20	1,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25	25	35
25	1,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25	35	35	35
30	2,5	4	6	10	10	16	25	25	25	35	35	50	50
35	2,5	4	6	10	10	16	25	25	35	35	50	50	50
40	2,5	6	10	10	16	25	25	35	35	50	50	50	70
45	2,5	6	10	10	16	25	25	35	50	50	50	70	70
50	4	6	10	16	16	25	35	35	50	50	70	70	70
60	4	10	10	16	25	25	35	50	50	70	70	95	95
70	4	10	16	16	25	35	50	50	70	70	95	95	95
80	6	10	16	25	25	35	50	70	70	95	95	120	120
100	6	16	25	25	35	50	70	70	95	95	120	150	150

Figura 8: Tabela de dimensionamento do condutor

Fonte: Site Mundo da Elétrica

Com o condutor dimensionado, é possível e é facilitado o dimensionamento de um sistema de proteção (disjuntor), através de uma tabela normalizada, conforme a figura a seguir:

Seção em mm ²	Corrente máxima suportada por cada condutor elétrico
1,5 mm ²	15,5 Amperes
2,5 mm ²	21 Amperes
4 mm ²	28 Ampères
6 mm ²	36 Ampères
10 mm ²	50 Ampères
16 mm ²	68 Amperes
25 mm ²	89 Amperes
35 mm ²	111 Ampères
70 mm ²	171 Ampères
95 mm ²	237 Amperes

Figura 9: Tabela de dimensionamento condutor/disjuntor

Fonte: Site Mundo da Elétrica

2.6 ELETRODUTOS

“Os eletrodutos, também conhecidos como conduítes, são aqueles tubos que ficam dentro das paredes, lajes e pisos, e tem como principal função proteger a fiação elétrica contra fatores externos que podem danificar e expor a segurança de uma residência, empresa, indústria ou condomínio.

Os eletrodutos também possuem em sua composição a característica antichamas, evitando a propagação de incêndios causados por curto-circuito.” – (Decorwatts, 2017).

2.6.1 TIPOS DE ELETRODUTOS

“Existem três tipos de eletrodutos, flexível corrugado, flexível plano e rígido: Eletroduto flexível corrugado, talvez o modelo mais popular de eletroduto, comumente divulgado em propagandas, é normalmente feito com PVC, que é um material que possui propriedades e características de isolamento térmica, isolamento elétrica e isolamento contra umidade. Normalmente utilizado em paredes e locais que possuem instalação mais fáceis, os eletrodutos flexíveis corrugados são importantes em todo projeto elétrico.



Figura 10: Eletroduto flexível corrugado

Fonte: Site Decorwatts

Eletroduto flexível plano, também comum de se encontrar, porém menos divulgado do que os eletrodutos flexíveis corrugados, o eletroduto flexível plano também possui as mesmas características que o seu irmão corrugado.



Figura 11: Eletroduto flexível plano

Fonte: Site Decorwatts

Eletroduto rígido, é normalmente mais utilizado em pisos, lajes e superfícies concretadas, pois são mais resistentes à choques externos. Também são mais difíceis de manusear do que o conduíte flexível, porém por ser mais rígido é mais resistente.” – (Decorwatts, 2017).



Figura 12: Eletroduto rígido

Fonte: Site Decorwatts

2.7 BARRAMENTOS ELÉTRICOS

“O barramento elétrico é responsável pela distribuição de tensão e corrente elétrica dentro de um sistema, sendo uma peça essencial para a instalação. É um distribuidor de fase, de aterramento ou carga neutra. Sua utilização ocorre em painéis elétricos, quadros de luz, de distribuição, disjuntores e tomadas. Os barramentos elétricos são, geralmente, fabricados em cobre, metal excelente para condução de eletricidade. Já as conexões são feitas por parafusos.” – (Brum, 2019).

2.7.1 TIPOS DE BARRAMENTOS ELÉTRICOS

“São três tipos de barramentos elétricos, barramento terra, barramento neutro e barramento fase.

Barramento terra tem como função a proteção das pessoas, garantindo mais segurança na instalação. Ele “leva” possíveis fugas de descargas elétricas para o solo, eliminando os riscos de acidentes.



Figura 13: Barramento terra

Fonte: Site Decorwatts

Barramento neutro é responsável pela ligação dos circuitos. Ele faz a ligação, através de fios e terminais, entre o ponto zero de cada circuito, ou seja, nos pontos de diferença de potência entre as fases de um quadro. A distribuição elétrica fica mais funcional e segura.



Figura 14: Barramento neutro

Fonte: Site Decorwatts

Barramento fase faz a distribuição da corrente elétrica para os circuitos.” – (Decorwatts, 2018).

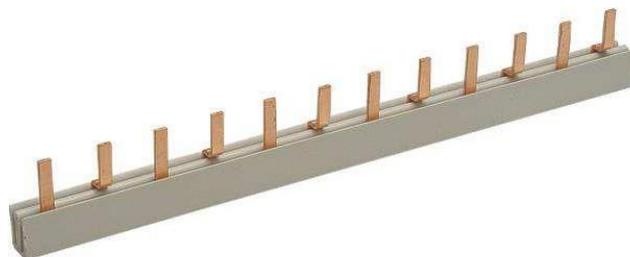


Figura 15: Barramento fase

Fonte: Site Decorwatts

3 METODOLOGIA

Este projeto foi elaborado para dimensionamento e planejamento das instalações elétricas da entrada de serviço de atendimento de energia elétrica. Sendo a entrada de energia em média tensão (13.800 volts) de distribuição, de forma a atender a carga instalada, bem como, prover reserva técnica para futuro crescimento. A medição será feita em baixa tensão – Medição Coletiva, conforme norma ND26. Na elaboração do projeto foram seguidas as prescrições e recomendações quanto a padrões de materiais, de dimensionamento e de execução, das seguintes normas:

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- ND.26 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição – Medição Coletiva
- ND.10 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição Individual

A metodologia utilizada foi através de um levantamento das cargas de cada área/setor que irá constar no centro de medição agrupada, esse levantamento foi feito através do Excel, de forma separada por setor, ou seja, uma tabela para as cargas do restaurante, uma tabela para os píeres de 10m², uma tabela para os píeres de 20m² e uma tabela para os píeres de 30m². Em seguida, foi feita uma unificação de tabela, constando a totalização de cargas levantadas em todos os setores. Após isso, foi dimensionado a categoria de entrada, proteção, condutor e eletroduto de cada píer. Os setores que resultaram em uma categoria trifásica, foram feitos os seus cálculos de demanda.

Foi dimensionado a proteção, condutor e eletroduto do empreendimento geral, e por fim, foram feitos os cálculos dos centros de medições agrupadas, nesse empreendimento, foram projetados três centros de medições agrupadas: CM1 (Restaurante); CM2 (5 unidades de píeres 20m² + 2 unidades de píeres 30m² + 1 reserva + 1 bombeiro) e CM3 (4 unidades de píeres 10m² + 2 unidades de píeres 20m² + 3 reservas).

3.1 MEMORIAL DESCRITIVO

3.1.1 ESTUDO DE CARGAS - DADOS PARA CÁLCULO:

- 1 Restaurante com 204,4 m²
- 4 Píer tipo 1 com 10 m²
- 7 Píer tipo 2 com 20 m²
- 2 Píer tipo 3 com 30 m²

3.1.1.1 RELAÇÃO DAS CARGAS RESTAURANTES - 1 unidade:

- Restaurante – 204,40 m²

RESTAURANTE - 1 UNIDADE			
APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Lâmpadas LED	100	25	2500
TUG	125	100	12500
TUE	9	600	5400
Máquina de Lavar Louça	2	10000	20000
Forno Elétrico	1	15000	15000
Forno Elétrico	1	3000	3000
Forno Microondas	2	1500	3000
Estufa	2	1500	3000
Resistência	1	1500	1500
Salamandra	1	4000	4000
Máquina de café	1	5000	5000
	0	SUB-TOTAL	74900
		TOTAL(x1)	74900

Tabela 1: Relação de Cargas do Restaurante

3.1.1.2 RELAÇÃO DAS CARGAS PIER (TIPO 1) - 4 unidades:

- Píer tipo 1 – 10 m² - Píer 10,11, EM1 e EM2:

PIER TIPO 1 - 4 UNIDADES			
APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Carregador de Baterias	4	3500	3500
		SUB-TOTAL	3500
		TOTAL(x4)	14000

Tabela 2: Relação de Cargas do Píer Tipo 1

3.1.1.3 RELAÇÃO DAS CARGAS PIER (TIPO 2) - 7 unidades:

- Píer tipo 2 – 20 m² - Píer 3 a 9

PIER TIPO 2 - 7 UNIDADES			
APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Carregador de Baterias	7	13500	13500
		SUB-TOTAL	13500
		TOTAL(x7)	94500

Tabela 3: Relação de Cargas do Píer Tipo 2

3.1.1.4 RELAÇÃO DAS CARGAS PIER (TIPO 3) - 2 unidades:

- Píer tipo 3 – 30 m² - Píer 1 e 2

PIER TIPO 3 - 2 UNIDADE			
APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Carregador de Baterias	2	20000	20000
		SUB-TOTAL	20000
		TOTAL(x2)	40000

Tabela 4: Relação de Cargas do Píer Tipo 3

3.1.1.5 RELAÇÃO TOTAL DE CARGA INSTALADA:

Total carga instalada PIER				
Unidade	Área	Potência Instalada(W)	Quantidade	Subtotal
Píer Tipo 1	10	3500	4	14000
Píer Tipo 2	20	13500	7	94500
Píer Tipo 3	30	20000	2	40000
Restaurante	205	74900	1	74900
Total				223400

Tabela 5: Relação Total de Cargas

3.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

3.1.2.1 DIMENSIONAMENTO DO RESTAURANTE (01 UNIDADE):

CATEGORIA = T4

CONDUTOR = 3x95(95) mm² - EPR/XLPE

PROTEÇÃO = 200 A

ELETRODUTO = 4”

3.1.2.2 DIMENSIONAMENTO DO PIER TIPO 1 (04 UNIDADES):

CATEGORIA = B1

CONDUTOR = 2x16(16) mm²

PROTEÇÃO = 63A

ELETRODUTO = 1 ¼”

3.1.2.3 DIMENSIONAMENTO DO PIER TIPO 2 (7 UNIDADES):

CATEGORIA = B1

CONDUTOR = 2x16(16) mm²

PROTEÇÃO = 63A

ELETRODUTO = 1 ¼"

3.1.2.4 DIMENSIONAMENTO DO PIER TIPO 3 (02 UNIDADES):

CATEGORIA = T2

CONDUTOR = 3x25(25) mm²

PROTEÇÃO = 100A

ELETRODUTO = 1 ¼"

3.1.3 CÁLCULO DE DEMANDA DO RESTAURANTE:

3.1.3.1 ILUMINAÇÃO E TOMADAS (TÁB.19 ND10):

D.Ilum.tom. = (Iluminação + Tomadas) x F.D.

D.Ilum.tom. = (20.400 W) x 1 (F.D.)

D.Ilum.tom. = 20,40 kva

3.1.3.2 – APARELHOS RESISTIVOS (TÁB.05 ND10) – 5 aparelhos (Estufa, Resistência, Salamandra, Máquina de Café):

D.A.R. = (total em W dos aparelhos) x F.D.

D.A.R. = (13.500 W) x 0,70

D.A.R. = 9,45 kva

3.1.3.3 – FORNO MICROONDAS, FORNO ELÉTRICO, MÁQ.LAVAR LOUÇA (TÁB.07 ND10) – 6 aparelhos

D.F.M. = (total em W dos aparelhos) x F.D.

D.F.M. = (41.000 W) x 0,60

D.F.M = 24,60 kva

3.1.3.4 – DEMANDA TOTAL DO RESTAURANTE:

$$D_{\text{Total}} = D_{\text{Ilum.tom}} + D_{\text{A.R.}} + D_{\text{F.M.}}$$

$$D_{\text{Total}} = 20,40\text{Kva} + 9,45\text{Kva} + 24,60\text{Kva}$$

$$\mathbf{D_{\text{Total}} = 54,45 \text{ kva}}$$

3.1.4 CÁLCULO DE DEMANDA DO PIER TIPO 3 (2 unidades):

3.1.4.1 – APARELHOS (TÁB.05 ND10)

$$D_{\text{A.R.}} = (\text{carga}) \times F.D.$$

$$D_{\text{A.R.}} = (20.000\text{W} \times 1) / 1 * 2$$

$$\mathbf{D_{\text{A.R.}} = 40,00 \text{ kva}}$$

3.1.4.2 – DEMANDA TOTAL DO PIER TIPO 3:

$$D_{\text{Total}} = D_{\text{A.R.}}$$

$$D_{\text{Total}} = 40,00 \text{ Kva}$$

$$\mathbf{D_{\text{Total}} = 40,00 \text{ kva}}$$

3.1.5 CÁLCULO DE DEMANDA GERAL:

3.1.5.1 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS RESTAURANTES, PIER (TÁB.4 ND26)

Total carga instalada PIER				
Unidade	Área	Potência Instalada(W)	Quantidade	Subtotal
Restaurante	205	20400	1	20400
Total				20400

Tabela 6: Iluminação e Tomadas no Restaurante

$$D_{\text{Ilum.Tom.}} = (P.I. \times F.D.) / F.P.$$

$$D_{\text{Ilum.Tom.}} = (20400 \text{ W} \times 1) / 1$$

$$\mathbf{D_{\text{Ilum.Tom.}} = 20,4 \text{ Kva}}$$

3.1.5.2 – APARELHOS RESISTIVOS (TÁB.6 ND26) – 14 aparelhos

Aparelhos Resistivos (14 aparelhos)			
Loja	Quantidade	aparelhos Resistivos	Subtotal
Píer – tipo 1	4	3500	14000
Píer – tipo 2	7	13500	94500
Píer – tipo 3	2	20000	40000
Restaurante	1	13500	13500
Total			162000

Tabela 7: Aparelhos Resistivos no Restaurante

$$D.A.R. = POT.AP. \times F.D. / 1$$

$$D.A.R. = (162000 \times 0,47) / 1$$

$$D.A.R. = 76,14 \text{ kva}$$

3.1.5.3 – FORNO MICROONDAS e FORNO ELÉTRICO (TÁB. 6 ND26) – 4 UNIDADES

APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Forno Elétrico - Rest.	1	15000	15000
Forno Elétrico - Rest.	1	3000	3000
Forno Microondas - Rest.	2	1500	3000
		SUB-TOTAL	21000

Tabela 8: Forno Microondas e elétrico no Restaurante

$$D.F.M. = POT.AP. \times F.D. / 1$$

$$D.F.M. = (21000w \times 0,40) / 1$$

$$D.F.M. = 8,4 \text{ kva}$$

3.1.5.4 – MÁQUINA DE LAVAR (TÁB. 6 ND26) – 02 UNIDADES

APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Máquina de Lavar Louça	2	10000	20000
		SUB-TOTAL	20000

Tabela 9: Máquina de lavar no Restaurante

$$D.M.L. = POT.AP. \times F.D. / 1$$

$$D.M.L. = (20.000W \times 0,72) / 1$$

$$D.M.L. = 14,4 \text{ kva}$$

3.1.5.5 – DEMANDA TOTAL DE APARELHOS:

$$D_{\text{Total Ap.}} = D.A.R. + D.F.M. + D.M.L$$

$$D_{\text{Total Ap.}} = 76,14 \text{ kva} + 8,4 \text{ kva} + 14,4 \text{ kva}$$

$$\mathbf{D_{\text{Total Ap.}} = 98,94 \text{ kva}}$$

3.1.5.6 – DEMANDA TOTAL DO EMPREENDIMENTO:

$$\text{Demanda Total} = D.\text{Illum.tom.} + D_{\text{Total Aparelhos}}$$

$$\text{Demanda Total} = 20,4 \text{ Kva} + 98,94 \text{ Kva}$$

$$\mathbf{\text{Demanda Total} = 119,34 \text{ kva}}$$

3.1.6 - CORRENTE TOTAL (I):

$$I = 119,34 \text{ kva} / 0,381$$

$$I = 313,23 \text{ A}$$

3.1.7 – DIMENSIONAMENTO GERAL DO EMPREENDIMENTO:

PROTEÇÃO: 1X350A

CABO: 3X185(185) mm²

ELETRODUTO: 100mm

DIMENSIONAMENTO CONFORME ND.26

3.1.8 - CAIXA DE BARRAMENTOS 1 – CB1:

DIMENSIONAMENTO CONFORME TABELA 1 - ND.26

FAIXA DE DEMANDA: $115 < D \leq 131$ - 350A - 3x185(185) – 100

BARRAMENTOS: 38,1 x 3,2 (1 1/2" x 1/8")

3.1.9 CÁLCULO DE DEMANDA CM1 – RESTAURANTE (1 UNIDADE)

QTDE	TIPO
1	Restaurante – 204,4 m ²

Baseado nos levantamentos e cálculos já feitos, abordados no tópico “3.1.3.4 DEMANDA TOTAL DO RESTAURANTE”.

$$D_{Total} = D_{Illum.tom} + D_{A.R.} + D_{F.M.}$$

$$D_{Total} = 20,40Kva + 9,45Kva + 24,60Kva$$

$$D_{Total} = 54,45 kva$$

3.1.9.1 CORRENTE TOTAL (I):

$$I = 54,45 kva / 0,381$$

$$I = 142,91 A$$

3.1.9.2 DIMENSIONAMENTO GERAL CM1:

DIMENSIONAMENTO CONFORME TABELA 1 - ND.26

FAIXA DE DEMANDA: $67 < D \leq 76$ – 200A – 3X95(95) - 75

PROTEÇÃO: DISJUNTOR CAIXA MOLDADA 200A

CONDUTOR: 3x95(95) – EPR/XLPE 90° - 1KV

ELETRODUTO: 75mm

3.1.10 CÁLCULO DE DEMANDA CM2 – 09 UNIDADES (7 PÍERES + 01 BOMBEIRO + 01 RESERVAS):

QTDE	TIPO
5	Píer tipo 2 - 20 m ²
2	Píer tipo 3 – 30 m ²
1	Bombeiro
1	Reservas

3.1.10.1 APARELHOS RESISTIVOS CM2 (TÁB. 6 ND26) – 7 UNIDADES:

Aparelhos Resistivos (7 aparelhos)			
Loja	Quantidade	aparelhos Resistivos	Subtotal
Píer – tipo 2	5	13500	67500
Píer – tipo 3	2	20000	40000
Total			107500

Tabela 10: Aparelhos Resistivos – CM2

$$D.A.R. CM2 = POT.AP. \times F.D. / 1$$

$$D.A.R CM2 = (107500 W \times 0,51) / 1$$

$$D.A.R. CM2 = 54,83 kva$$

3.1.10.2 – DEMANDA TOTAL CM2:

$$Demanda Total CM2 = D.A.R$$

$$Demanda Total CM2 = 54,83 Kva$$

$$Demanda Total CM2 = 54,83 kva$$

3.1.10.3 - CORRENTE TOTAL (I):

$$I = 54,83 kva / 0,381$$

$$I = 143,91 A$$

3.1.10.4 – DIMENSIONAMENTO GERAL CM2:

DIMENSIONAMENTO CONFORME TABELA 1 - ND.26

FAIXA DE DEMANDA: $48 < D \leq 67$ – 175A – 3X70(70) - 60

PROTEÇÃO: DISJUNTOR CAIXA MOLDADA 175A

CONDUTOR: 3x70(70) – EPR/XLPE 90° - 1KV

ELETRODUTO: 60mm

BARRAMENTOS: 25,4 x 3,2 (1" x 1/8")

3.1.11 CÁLCULO DE DEMANDA CM3 – 9 UNIDADES (06 PÍERES + 03 RESERVAS):

QTDE	TIPO
4	Píer – tipo 1: 10 m ²
2	Píer – tipo 2: 20 m ²
3	Reservas

3.1.11.1 – APARELHOS RESISTIVOS (TÁB.6 ND26) – 6 UNIDADE:

APARELHOS	QTDE	POTENCIA (W)	SUBTOTAL(W)
Píer - tipo 1	4	3500	14000
Píer - tipo 2	2	13500	27000
		SUB-TOTAL	41000

Tabela 11: Aparelhos Resistivos – CM3

$$D.A.R. CM3 = POT.AP. \times F.D. / 1$$

$$D.A.R. CM3 = (41000 \times 0,53) / 1$$

$$D.A.R. CM3 = 21,73 \text{ kva}$$

3.1.11.2 – DEMANDA TOTAL CM3:

$$\text{Demanda Total CM3} = D_{\text{Total Aparelhos}}$$

$$\text{Demanda Total CM3} = 21,73 \text{ Kva}$$

$$\text{Demanda Total CM3} = 21,73 \text{ kva}$$

3.1.11.3 - CORRENTE TOTAL (I):

$$I = 21,73 \text{ kva} / 0,381$$

$$I = 57,03 \text{ A}$$

3.1.11.4 - DIMENSIONAMENTO GERAL DO CM3:

DIMENSIONAMENTO CONFORME TABELA 1 - ND.26

FAIXA DE DEMANDA: $D \leq 52 - 80 \text{ A} - 3 \times 25(25) - 40''$

PROTEÇÃO: DISJUNTOR CAIXA MOLDADA 80A

CONDUTOR: $3 \times 25(25) - \text{EPR/XLPE } 90^\circ - 1\text{KV}$

ELETRODUTO: 40mm

BARRAMENTOS: 12,7 x 3,2 (1/2" x 1/8")

4 RESULTADOS

Após feito todo levantamento de cargas e todos os cálculos necessários e demonstrados acima, projetou-se a demanda geral do empreendimento, a proteção geral, o cabo, o eletroduto e o barramento a ser utilizado. Posteriormente, se deu início a projeção dos centros de medições agrupadas (CM1, CM2 e CM3). Onde resultou em suas divisões, conforme a facilidade e a proximidade entre os estabelecimentos. CM1 foi feita uma medição única para o restaurante, por questões de carga e o ramo do estabelecimento destoar dos demais tipos de estabelecimentos, foi dimensionado a demanda de CM1, a proteção, o cabo e o eletroduto. CM2 foi separado em nove unidades, sendo sete delas, para os píeres, uma para uso especial de bombeiros, que não entra no cálculo de estudo de cargas, pois é ligado antes da entrada e uma caixa de medição reserva, caso precise fazer uma nova ligação ou danificar uma existente, foi dimensionado a demanda de CM2, a proteção, o cabo, o eletroduto e o barramento a ser utilizado. CM3 foi dividido em nove unidades também, contendo, seis unidades para uso dos píeres e três unidades reservas, caso precise fazer novas ligações ou danificar uma ou mais caixa existente, foi dimensionado a demanda de CM3, a proteção, o cabo, o eletroduto e o barramento a ser utilizado.

5 CONCLUSÃO

O projeto de centro de medição agrupada, envolveu uma série de componentes apresentados durante todo o curso de Engenharia Elétrica, eletricidade aplicada em CC e CA, expressão gráfica CAD, instalações elétricas, proteção de sistemas elétricos. O entendimento de dimensionamento e cálculo de tal projeto abriu um leque de conhecimentos, aprendido na teoria sendo testado na prática, problemas que só puderam ser vistos a prática que complementou o aprendizado teórico visto em salas de aula.

Ampliando o conhecimento e presenciando todo esse processo de perto, esse projeto mostrou o tamanho da responsabilidade que um profissional de Engenharia Elétrica carrega, onde todo dimensionamento está sob a sua supervisão e acompanhamento.

Trazendo então, clarezas de processos que um projeto carrega, desde o seu entendimento inicial até o seu término, fazendo com que haja transparência entre o projetista e o cliente, frisando a importância de normas que foram obedecidas pela concessionária.

REFERÊNCIAS

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

ND.10 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária a Edificações Individuais.

ND.26 - Fornecimento de Energia Elétrica a Edifícios de Uso Coletivo e Medição Agrupada.

Centro de medição agrupada - <https://www.exclusivaengenharia.com.br/centro-medicao-agrupada>

Cálculo de fator de demanda - <https://www.mundodaeletrica.com.br/fator-de-demanda-o-que-e-como-calcular/>

Disjuntores - <https://athoselectronics.com/disjuntores/>

Condutores elétricos - <https://www.sparflex.com.br/condutores-eletricos-tipos-e-caracteristicas/>

Eletrodutos - <http://blogdecorwatts.com/seguranca/para-que-servem-eletrodutos-conduites/#:~:text=Os%20eletrodutos%2C%20tamb%C3%A9m%20conhecidos%20como,%20empresa%2C%20industria%20ou%20condom%C3%ADnio.>

Barramentos -

<http://www.brum.com.br/blog/2020/4/20/221qfz02gkn8yndge77nu0fg27rkgi>

ANEXOS

Tabela 5
Fatores de demanda de chuveiros, torneiras, aquecedores de água de passagem e ferros elétricos

Nº de aparelhos	Fator de demanda	Nº de aparelhos	Fator de demanda
1	1,00	14	0,45
2	1,00	15	0,44
3	0,84	16	0,43
4	0,76	17	0,42
5	0,70	18	0,41
6	0,65	19	0,40
7	0,60	20	0,40
8	0,57	21	0,39
9	0,54	22	0,39
10	0,52	23	0,39
11	0,49	24	0,38
12	0,48	25	0,38
13	0,46	acima de 25	0,38

NOTA O número de aparelhos indicado na tabela refere-se a soma das quantidades dos mesmos. Exemplo: 4 chuveiros + 2 torneiras + 1 ferro elétrico = 7 aparelhos, portanto, FD = 0,60

Figura 16 – Tabela 05 – ND 10

Tabela 7
Fatores de demanda de secadora de roupa, forno elétrico, máquina de lavar louça e forno microondas

Nº de aparelhos	Fator de Demanda
1	1,00
2 a 4	0,70
5 a 6	0,60
7 a 8	0,50
acima de 8	0,50

Figura 17 – Tabela 07 – ND 10

Tabela 19

Carga mínima e fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral

Descrição	Carga mínima (W/m ²)	Fator de demanda
Auditório, salões para exposições e semelhantes	10	1,00
Bancos, lojas e semelhantes	30	1,00
Barbearia, salões de beleza e semelhantes	30	1,00
Clubes e semelhantes	20	1,00
Escolas e semelhantes	30	1,00 para os primeiros 12 kW 0,50 para o que exceder 12 kW
Escritórios (edifícios)	30	1,00 para os primeiros 20 kW 0,70 para o que exceder 20 kW
Administração de edifícios de uso coletivo	5	1,00 da carga de iluminação mais 0,50 da carga de tomadas
Garagens comerciais e semelhantes	5	1,00
Hospitais e semelhantes	20	0,40 para os primeiros 50 kW 0,20 para o que exceder 50 kW
Hotéis e semelhantes	20	0,50 para os primeiros 20 kW 0,40 para o que exceder 20 kW
Igrejas e semelhantes	10	1,00
Indústrias	Valor declarado pelo interessado	1,00
Restaurantes e semelhantes	20	1,00
<p>NOTA 1 A carga mínima indicada na tabela refere-se à carga recomendada para instalações de iluminação e tomadas, utilizando lâmpadas incandescentes. No caso de outros tipos de lâmpadas, consultar os catálogos de fabricantes;</p> <p>NOTA 2 No caso de lojas, deve-se considerar a carga adicional de 700 W/m de vitrine, medida horizontalmente ao longo de sua base;</p> <p>NOTA 3 Quando a unidade consumidora possuir cozinha, deve ser considerado exclusivamente para ela fator de demanda igual a 1,00, para as demais dependências da unidade consumidora, considerar os valores indicados na tabela.</p>		

Figura 18 – Tabela 19 – ND 10

Tabela 1

Dimensionamento do ramal de entrada e circuitos alimentadores 220/127 V - Cabo de cobre com isolamento EPR ou XLPE 90°C

Demanda Calculada (kVA)	Proteção Geral (disjuntor) (A)	Condutores Cabo de cobre (isolação EPR/XLPE 90°C) (mm ²)	Eletroduto (diâmetro) (mm)	Poste		Caixa Seccionadora Tipo Modular Indireta (Unidade)	
				Concreto Duplo T (m x daN)	Aço		
					Seção Circular		Seção Quadrada
D ≤ 30	80	3x16(16)	40	7,5 x 90	Ø EXT 101,6 mm PAREDE 4,75 mm	□ EXT 80 x 80mm PAREDE 3mm	1
30 < D ≤ 38	100	3x25(25)	40				
38 < D ≤ 48	125	3x35(35)	50	7,5 x 200			
48 < D ≤ 67	175	3x50(50)	60				
67 < D ≤ 76	200	3x70(70)	60				
76 < D ≤ 95	250	3x95(95)	75	7,5 x 300			
95 < D ≤ 114	300	3x120(120)	85				
114 < D ≤ 133	350	3x150(150)	85	Estrutura de concreto armado construída no local (resistência de ancoragem mínima 400 daN).			
133 < D ≤ 153	400	3x185(185)	100				
153 < D ≤ 172	450	3x240(240)	100				
172 < D ≤ 190	2x250	2x{3x95(95)}	2x75				2
190 < D ≤ 228	2x300	2x{3x120(120)}	2x75				
228 < D ≤ 266	2x350	2x{3x150(150)}	2x85				
266 < D ≤ 306	2x400	2x{3x185(185)}	2x100				
306 < D ≤ 344	2x450	2x{3x240(240)}	2x100				3
344 < D ≤ 399	3x350	3x{3x150(150)}	3x85				
399 < D ≤ 459	3x400	3x{3x185(185)}	3x100				4
459 < D ≤ 516	3x450	3x{3x240(240)}	3x100				
516 < D ≤ 532	4x350	4x{3x150(150)}	4x85				
532 < D ≤ 612	4x400	4x{3x185(185)}	4x100				
612 < D ≤ 684	4x450	4x{3x240(240)}	4x100				

Figura 19 – Tabela 01 – ND 26

Tabela 3
Dimensionamento de barramentos de cobre (seção retangular)

Seção transversal (mm x mm)	Corrente máxima (A)
12,7 x 3,2 (1/2" x 1/8")	150
25,4 x 3,2 (1" x 1/8")	250
38,1 x 3,2 (1 1/2" x 1/8")	370
38,1 x 4,8 (1 1/2" x 3/16")	455
50,8 x 4,8 (2" x 3/16")	595
50,8 x 6,4 (2" x 1/4")	685
63,5 x 6,4 (2 1/2" x 1/4")	850
76,2 x 6,4 (3" x 1/4")	1000
101,6 x 6,4 (4" x 1/4")	1250

Figura 20 – Tabela 03 – ND 26

Tabela 4
Fator de demanda para iluminação e tomadas em edificações de uso coletivo

Descrição	Fator de demanda
Auditórios, salões para exposição e semelhantes	1,00
Bancos, lojas e semelhantes	1,00
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	1,00
Clubes e semelhantes	1,00
Escolas e semelhantes	1,00 para os primeiros 12 kW 0,50 para o que exceder a 12 kW
Escritórios (Edifícios)	1,00 para os primeiros 20 kW 0,70 para o que exceder a 20 kW
Administração (área comum) de edifícios de uso coletivo	1,00 para carga de iluminação 0,50 para carga de tomadas
Garagens comerciais e semelhantes	1,00
Hospitais e semelhantes	0,40 para os primeiros 50 kW 0,20 para o que exceder a 50 kW
Igrejas e semelhantes	1,00
Indústrias	1,00
Restaurantes e semelhantes	1,00

Figura 21 – Tabela 04 – ND 26

Tabela 6
Fatores de demanda para aparelhos

Quant. de aparelhos	Fator de demanda					
	Chuveiro, torneira elétrica, aquec. indiv. de passagem	Máquinas lava louça, aquec. central de passagem	Aquec. central de acumul.	Fogão elétrico, forno de microondas	Máquina seca roupa, sauna, xerox, ferro elétrico indust.	Hidro-massagem
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,68	0,72	0,71	0,60	1,00	56
3	0,56	0,62	0,64	0,48	1,00	0,47
4	0,48	0,57	0,60	0,40	1,00	0,39
5	0,43	0,54	0,57	0,37	0,80	0,35
6	0,39	0,53	0,54	0,35	0,70	0,25
7	0,36	0,51	0,53	0,33	0,62	0,25
8	0,33	0,50	0,51	0,32	0,60	0,25
9	0,31	0,50	0,50	0,31	0,54	0,25
10 a 11	0,30	0,50	0,50	0,30	0,50	0,25
12 a 15	0,29	0,47	0,50	0,28	0,46	0,20
16 a 20	0,28	0,46	0,47	0,28	0,40	0,20
21 a 25	0,27	0,45	0,46	0,26	0,36	0,18
26 a 35	0,26	0,45	0,45	0,25	0,32	0,18
36 a 40	0,26	0,45	0,45	0,25	0,26	0,15
41 a 45	0,25	0,45	0,45	0,24	0,25	0,15
46 a 55	0,25	0,45	0,45	0,24	0,25	0,15
56 a 65	0,24	0,45	0,45	0,24	0,25	0,15
66 a 75	0,24	0,45	0,45	0,24	0,25	0,15
76 a 80	0,24	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
81 a 90	0,23	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
91 a 100	0,23	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
101 a 120	0,22	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
121 a 150	0,22	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
151 a 200	0,21	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
201 a 250	0,21	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
251 a 350	0,20	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
351 a 450	0,20	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
451 a 800	0,20	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15
801 a 1 000	0,20	0,45	0,45	0,23	0,25	0,15

Figura 22 – Tabela 06 – ND 26

Tabela 12**Dimensionamento do dispositivo de proteção individual**

Tensão de fornecimento	Categoria de atendimento	Carga instalada (kW)	Demanda (kVA)	Proteção Disjuntor (A)
220/127 V	M1	$0 \leq 11$	-	63
	B1	$0 \leq 23$		
	T1	$0 \leq 75$	$0 \leq 24$	100
	T2		$24 \leq 38$	
	T3		$38 \leq 57$	
	T4		$57 \leq 76$	
380/220 V	M2	$0 \leq 20$	-	63
	B2	$0 \leq 40$		
	T5	$0 \leq 75$	$0 \leq 40$	100
	T6		$40 < D \leq 65$	
	T7		$65 < D \leq 82$	

Figura 23– Tabela 12 – ND 26

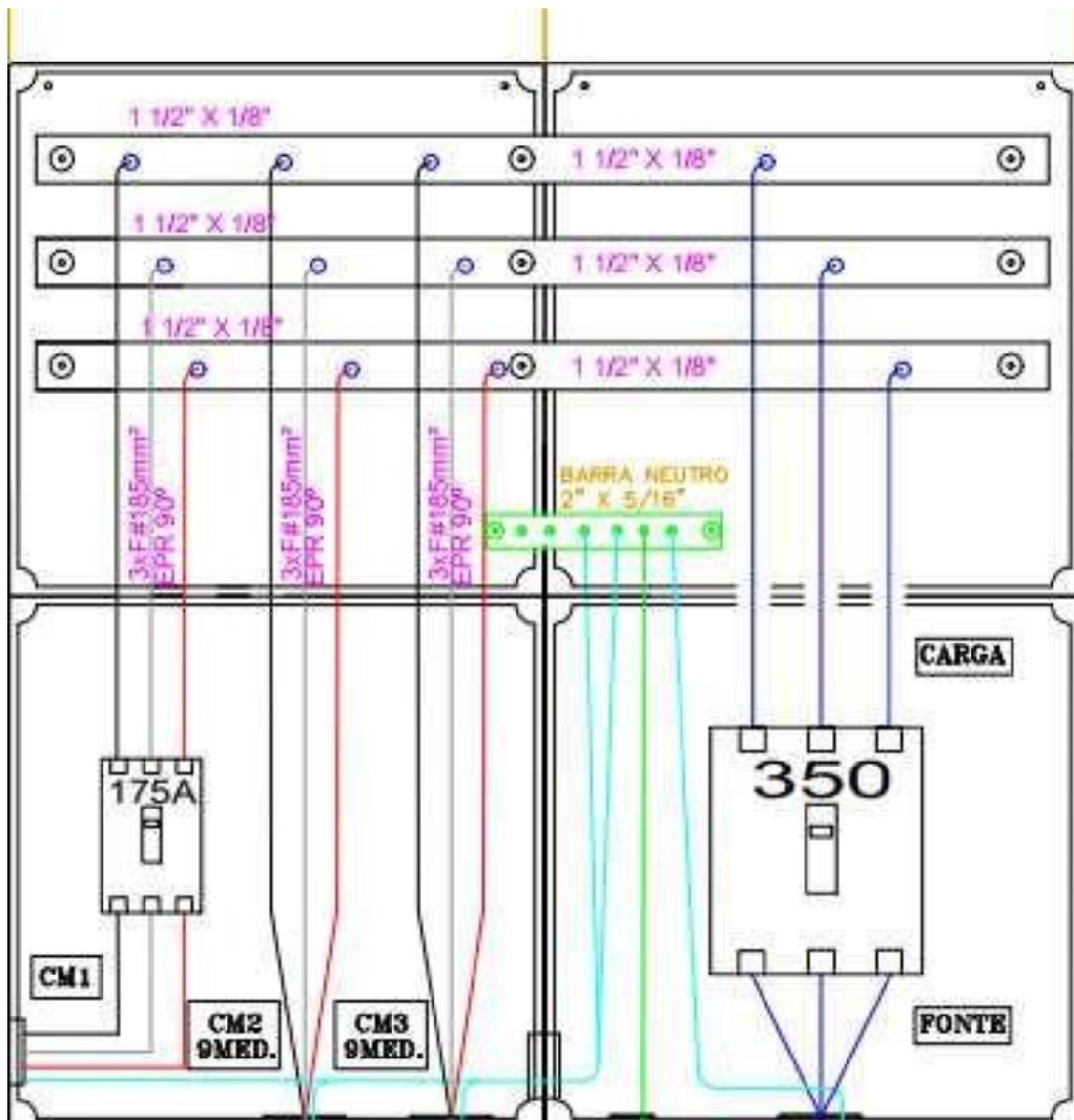


Figura 25 – Visão Ampliada da Proteção geral e seus barramentos
Distribuição dos Centros de Medições

CM1

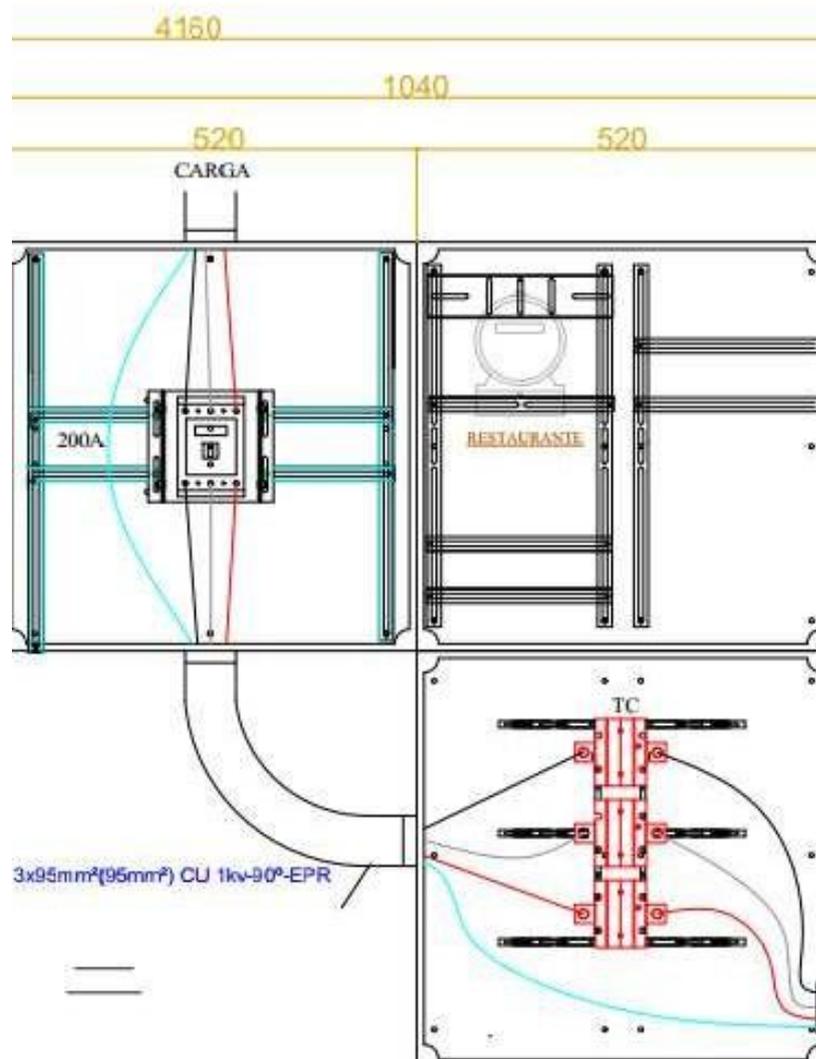


Figura 26 – Visão Ampliada CM1 – Restaurante

CM2

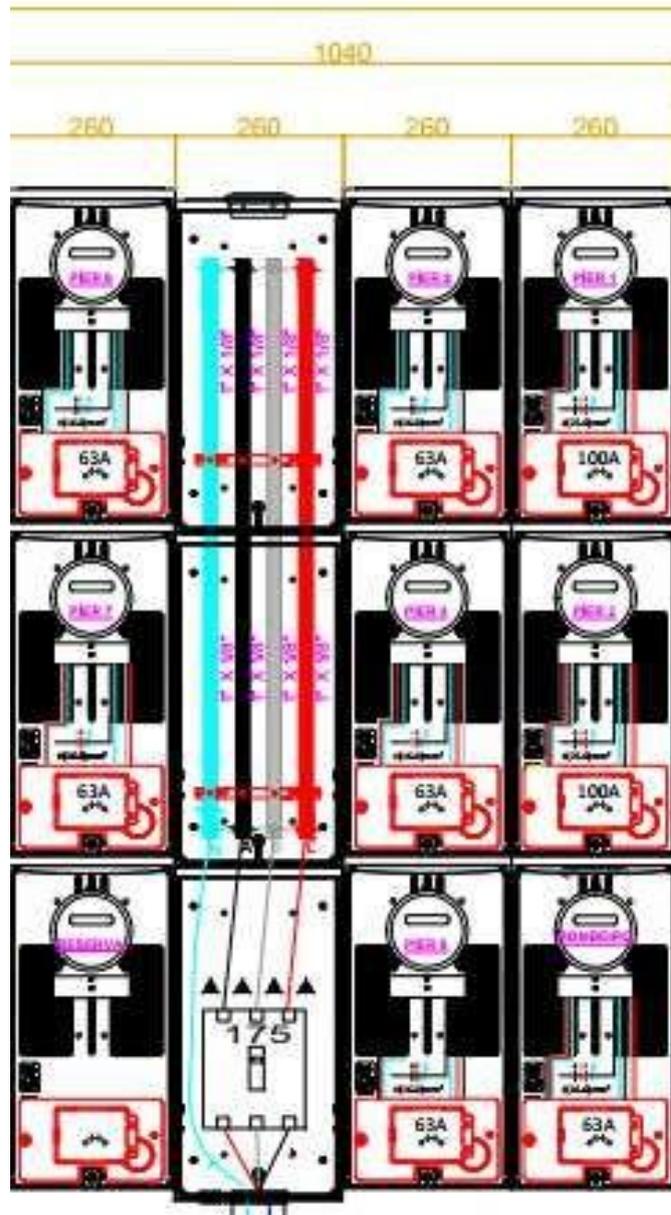


Figura 27 – Visão Ampliada CM2 – 7 unidades Píeres + 1 Bombeiro + 1 Reserva

CM3

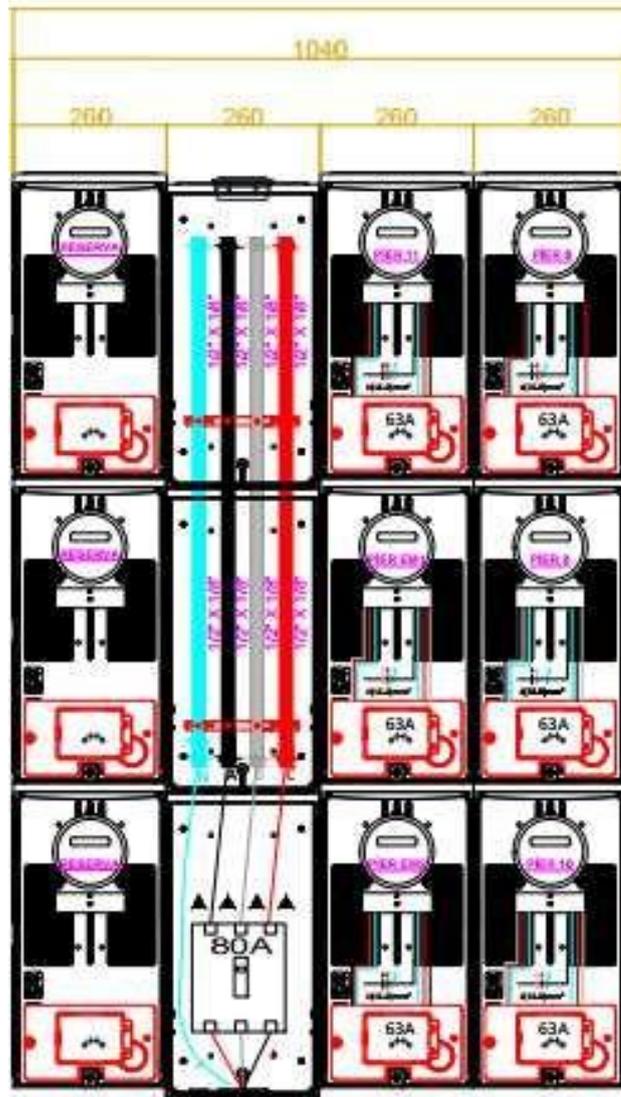


Figura 28 – Visão Ampliada CM3 – 6 unidades Pferes + 3 Reservas

EQUIVALENCIA DE ELETRODUTOS		
POL	PVC NBR6150 Ømm	AÇO CARBONO NBR5624 Ømm
1/2	20	15
3/4	25	20
1	32	25
1 1/4	40	32
1 1/2	50	40
2	60	50
2 1/2	75	65
3	85	80
4	100	100

Figura 29 – Visão Ampliada Equivalência de Eletrodutos

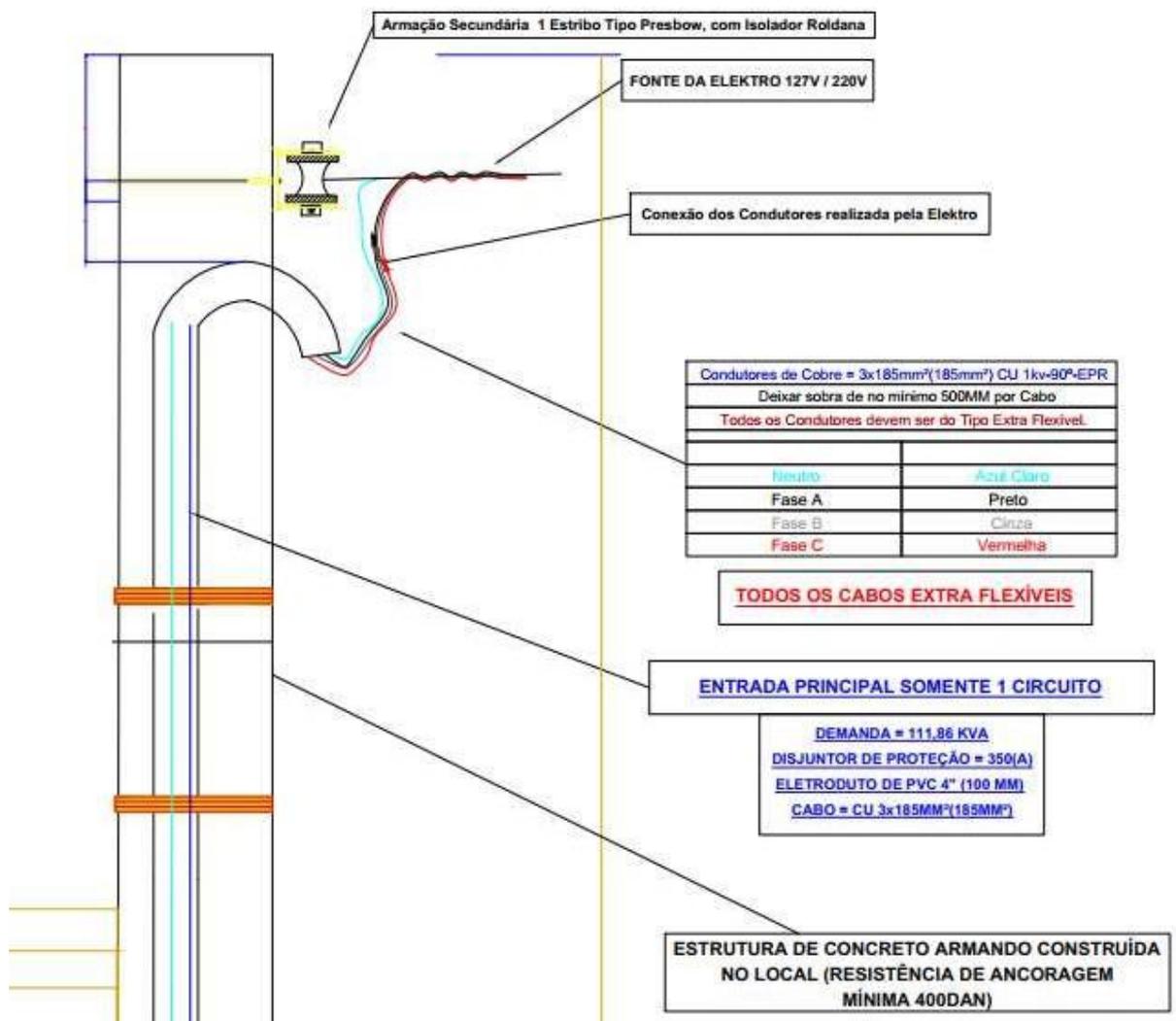


Figura 30 – Visão Ampliada Dados de Entrada de Energia

TABELA DE DIMENSIONAMENTO INDIVIDUAL										
Nº LOJAS	Faseamento	Circuito	Carga (W)	Corrente (A)	Proteção (A)	Categoria do Medidor	Condutor	Tipo de Cabo	Classe do Cabo	Eletroduto de Saida
RESTAURANTE	A B C N	1	54.450 W	142,91 A	200 A	T4	3 x (16mm ² /25mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	75MM
PIER 1 - TIPO 3	A B C N	2	20.000 W	52,49 A	100 A	T2	3 x (25mm ² /25mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 2 - TIPO 3	A B C N	3	20.000 W	52,49 A	100 A	T2	3 x (25mm ² /25mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 3 - TIPO 2	A B N	4	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 4 - TIPO 2	B C N	5	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 5 - TIPO 2	A C N	6	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 6 - TIPO 2	A B N	7	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 7 - TIPO 2	B C N	8	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 8 - TIPO 2	A C N	9	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 9 - TIPO 2	A B N	10	13.500 W	35,43 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 10 - TIPO 1	B C N	11	3.500 W	9,19 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER 11 - TIPO 1	A C N	12	3.500 W	9,19 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER EM1 - TIPO 1	B C N	13	3.500 W	9,19 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
PIER EM2 - TIPO 1	A C N	14	3.500 W	9,19 A	63 A	B1	2 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM
BOMBEIRO	A B C N	15	4.510 W	11,84 A	63 A	T2	3 x (16mm ² /16mm ² CU	Extra Flexível	5 ou 6	40MM

Figura 32 – Tabela de Dimensionamento Individual