



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

CLÁUDIO MOREIRA DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014

CLÁUDIO MOREIRA DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido
à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Professor Luís Reyes Rosales Montero

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014

CLÁUDIO MOREIRA DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Aprovado em 27 / 11 / 2014

Professor. Leimar de Oliveira, M.Sc
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Luís Reyes Rosales Montero
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Agradecimentos

Agradeço a Deus por todas as graças concedidas ao longo de minha vida, por ter me concedido saúde, força e coragem, que foi fundamental para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada. Aos meus pais, irmãos e toda família que, com muito carinho e apoio, dedicaram sua confiança para essa conquista da etapa da minha vida. A toda a equipe da Genus Engenharia em especial ao Eng. Paulo Filho e ao Eng. Aristófanés Bernardino de Araújo pela parceria no aprendizado e qualificação para assumir minha vida profissional. Dedico essa conquista a todos os professores do curso, em especial ao professor Dr. Luís Reyes Rosales Montero, que se colocou a disposição no desenvolvimento e participação da minha formação profissional, dando-me suporte no que foi necessário e sempre disposto a ajudar-me. E finalmente aos amigos e colegas pelo incentivo e pelo apoio constante contribuindo de forma direta ou indireta na minha vida.

Resumo

Este relatório tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio Supervisionado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica realizado na empresa Genus Engenharia, no setor de projetos, no período de 28 julho a 19 de setembro de 2014, com o total de 220 horas. Na primeira parte do estágio acompanhei a rotina de trabalho dos setores administrativos de toda a empresa. Foi realizado o estudo das Normas Brasileiras da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 5410, NBR 5413, NBR 5419 e NBR 14039 e Normas de Distribuição Unificada da concessionária CELPE, que fixam as condições a que as instalações elétricas devem satisfazer, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos, e a conservação dos bens. Na parte de projetos é apresentado um projeto de um quadro de acionamento de motores bombas de um Hospital, assim com. um quadro de acionamento de aquecedores. Ainda na parte de projetos é apresentado um projeto de uma subestação do tipo abrigada de um edifício empresarial.

Palavras-chave: Normas Técnicas – NBR 5410, NBR 5413, NBR 5419 e NBR 14039, Normas de Distribuição Unificada da CELPE, quadro de acionamento subestação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Sede da empresa Genus Engenharia	8
Figura 2.1 – Diagrama Unifilar do Quadro de comando	12
Figura 2.3: Quadro de comando	14
Figura 2.4: Quadro de comando aquecedores	15
Figura 2.5 – Diagrama Unifilar do Quadro de comando	15
Figura 2.6 - Vistas do painel de acionamento.	16
Figura 2.7 – Planta do subsolo	19
Figura 2.8 –Centro de medição para 18 medidores	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de cargas dos CDMs	22
Tabela 2: Carga instalada no CDM 1	24
Tabela 3: Carga instalada no CDM 2	25
Tabela 4: Carga instalada no CDM 3	26
Tabela 5: Carga instalada no CDM 4	27
Tabela 6: Carga instalada no CDM 5	28
Tabela 7: Carga instalada no CDM 6	29
Tabela 8: Carga instalada no CDM 7	30
Tabela 9: Carga instalada do QGBT do condomínio	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CELPE – Companhia Elétrica de Pernambuco

kA- QuiloAmpere

kWh - Quilowatt-hora

km – quilômetros

km² – quilômetros quadrados

kV – quilovolt

kVA – quilovoltampere

kW – quilowatt

SUMÁRIO

1. Introdução	7
1.1 Empresa	7
2.1 Missão	7
2.2 Visão	8
2.3 Valores	8
2.4 Principais clientes.....	8
2. Atividades desenvolvidas no estágio	9
2.1 Apresentação à Empresa	9
2.2 Estudo das Normas.....	9
2.3 Projeto de Quadro de acionamento	10
3.3.1 Quadro de Acionamento de motores bomba	10
3.3.2 Quadro de Acionamento de aquecedores	12
2.4 Projeto de uma Subestação.....	14
2.4.1 Memorial Descritivo	14
3. Conclusões	37
4. Referências Bibliográficas	38
5. Anexos	39

1. INTRODUÇÃO

1.1 Empresa

A GENUS ENGENHARIA é uma empresa pernambucana, com a matriz sede na cidade de Jaboatão dos Guararapes – PE. Atuante no setor da engenharia elétrica e construção civil desde 2002. Com o quadro de aproximadamente 50 funcionários, trabalha de forma a prestar um serviço de qualidade e pontualidade com uma equipe de profissionais qualificados, levando em consideração as necessidades de cada cliente, trabalhando com ética e seriedade atendendo-os as expectativas, seja na área industrial, comercial ou residencial.

A cada dia a empresa busca continuamente melhorias para satisfação de seus clientes com a redução de custos e tempo de execução dos serviços, priorizando rigorosamente os padrões de gerenciamento de segurança e a saúde do trabalho, consolidando seu espaço em destaque no mercado nacional.



Figura 1.1: Sede da empresa Genus Engenharia

1.2 Missão

Atuar no setor da engenharia elétrica e civil com padrões de excelência no serviço aos clientes, valorizando os colaboradores e exercendo a responsabilidade social corporativa.

1.3 Visão

Oferecer um serviço inovador na área de engenharia, visando ser uma das empresas líderes do setor no Brasil, com foco na criação de valor e na sustentabilidade.

1.4 Valores

Ética, Transparência, Efetividade e Competência.

1.5 Principais clientes

A Genus é responsável por contratos nos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Pará, trabalhando continuamente com o objetivo de atender em um horizonte próximo aos estados do norte e nordeste do país.

Dentre seus clientes estão:

- ✓ Odebredcht
- ✓ Força Aérea Brasileira - FAB
- ✓ IFPE / PE
- ✓ Sert Engenharia Ltda
- ✓ Arena Pernambuco
- ✓ Moura Dubeux
- ✓ Parque Eólico João Câmara
- ✓ Rede D'Or

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

Neste capítulo as atividades realizadas durante o período de estágio serão descritas.

2.1 Apresentação a empresa

As atividades iniciaram dia 28 de julho de 2014 e é designando aos estagiários o acompanhamento da rotina de trabalho dos setores administrativos de toda a empresa.

Iniciando pelo almoxarifado, em seguida passando pelo setor financeiro, posteriormente foi abordando os termos técnicos da área de segurança do trabalho, nos próximos quatro dias foi acompanhado o setor departamento de pessoal e finalmente concluindo esta etapa inicial foi visto as atividades do setor operacional.

Foram reservados os cinco primeiros dias de estágio para esse acompanhamento, familiarizando-se com os procedimentos da empresa.

Após esta primeira etapa e até o término do estágio foi acompanhado a rotina de projetos de quadros de acionamentos e subestação.

2.2 Estudo das normas

Primeiramente, foi realizado o estudos das Normas Brasileiras da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 5410, NBR 5413, NBR 5419 e NBR 14039 que fixam as condições a que as instalações elétricas devem satisfazer, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos, e a conservação dos bens. Depois, algumas Normas de Distribuição Unificada da concessionária Celpe também foram estudadas, estas fixam os procedimentos a serem seguidos em projetos de execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras em toda a área de concessão da Celpe.

Para o desenvolvimento dos projetos foram estudadas as seguintes normas da Celpe:

- SM01.00-00.002– Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Uso Coletivo.
- SM01.00-00.004– Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição Classe 15 KV.

Para a realização dos projetos, usou-se as seguintes definições retiradas das normas da concessionária local

- **Aterramento:** Ligação elétrica intencional e de baixa impedância com a terra.
- **Carga Instalada:** Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).
- **Demanda:** Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (KW) e quilovolt-ampere-reactivo (Kvar), respectivamente.
- **Entrada de Serviço:** Conjunto de componentes elétricos, compreendidos entre o ponto de derivação da rede de distribuição e o quadro de distribuição geral, constituído, portanto, pelo ramal de ligação e o ramal de entrada.
- **Quadro de Distribuição Geral:** Módulo de proteção geral e barramento de distribuição para os circuitos alimentadores dos centros de
- distribuição e medição.
- **Subestação:** Parte do sistema de potência que compreende os dispositivos de manobra, controle, proteção, transformação e demais equipamentos, condutores e acessórios, abrangentes as obras civis e estruturas de montagem.
- **Terminais Desconectáveis:** Dispositivos de conexão em média tensão tipo “plug-in”, isolados, que permitem fácil conexão ou desconexão, possuem contatos inacessíveis a animais, poeira e umidade, instaláveis em áreas submersas.

2.3 Projeto de Quadro de acionamento

2.3.1 Quadro de acionamento de motores bombas

O projeto apresentado nessa seção refere-se ao projeto de um quadro de acionamento de motores bombas de um Hospital, para levar o combustível de um

reservatório a outro. Neste projeto no qual me dediquei por uma semana fui designado para fazer a lógica e o diagrama unifilar

O funcionamento do quadro é e baseado no sistema de partida direta para motores trifásicos onde os motores das bombas irão receber a alimentação diretamente da fonte trifásica da rede com a interferência de um dispositivo de seccionamento do tipo Disjuntor-motor.

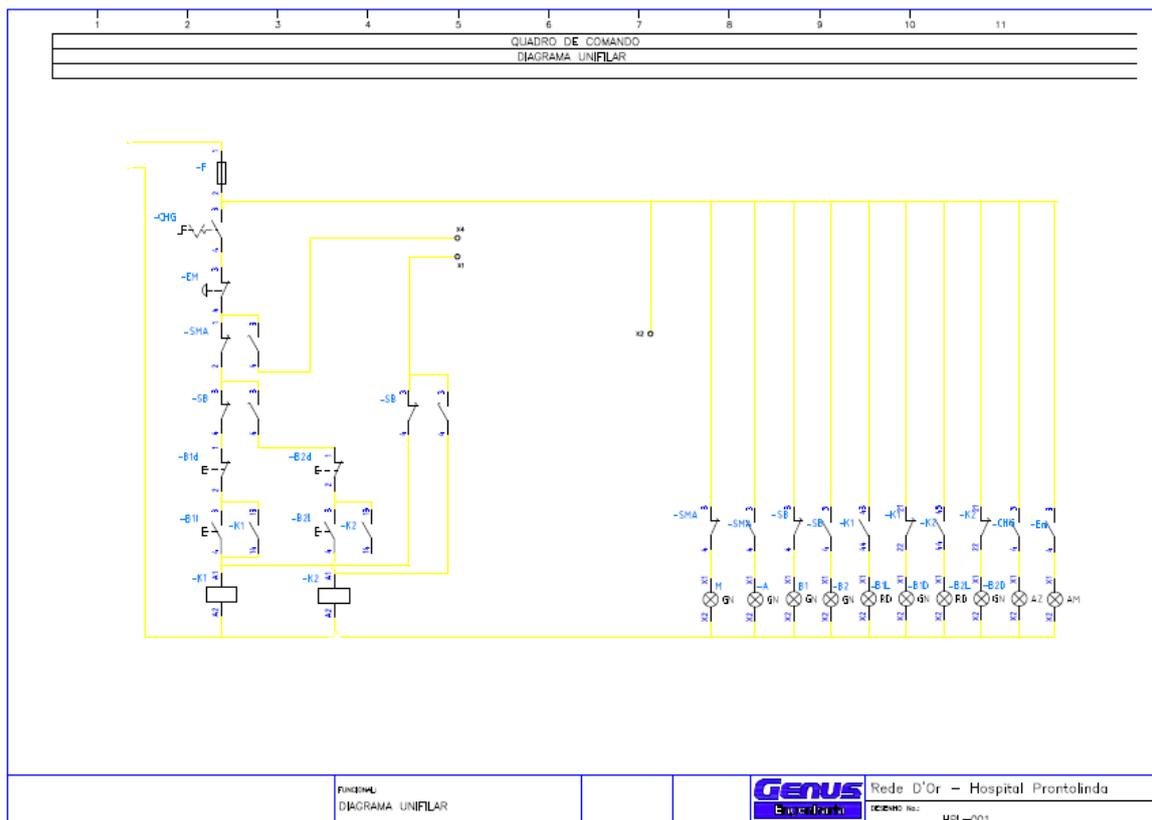


Figura 2.1 – Diagrama Unifilar do Quadro de comando

A alimentação do sistema de comando será protegida por um fusível do tipo DIAZED. No esquema existe uma chave geral para ligar e desligar o sistema, um botão de emergência para desligar o sistema rapidamente em um funcionamento não esperado. Como vemos na figura 2 existem chaves com 2 posições para seleção de partida Manual ou Automática, chaves com 3 posições para seleção de qual bomba se deseja utilizar (Bomba 1 ou Bomba 2) com uma posição 0 (zero) que desativa a partida de qualquer uma das bombas e botões para ligar e desligar as bombas. Ao ser pressionado, o botão de impulso b1l energiza a bobina do contator K1 que fecha o contato auxiliar 13-14, realizando o selo (retenção) do contator. A lâmpada B1l irá acender indicando o que a bomba B1 está ligada. Ao ser pressionado o botão de impulso B1d, o circuito da bobina do contator K1 é desligado e desenergizado, fazendo com que a lâmpada B1l se

desligue e a lâmpada B1d se ligue indicando que a bomba B1 está desligada. O mesmo acontece quando a bomba 2 está acionada.

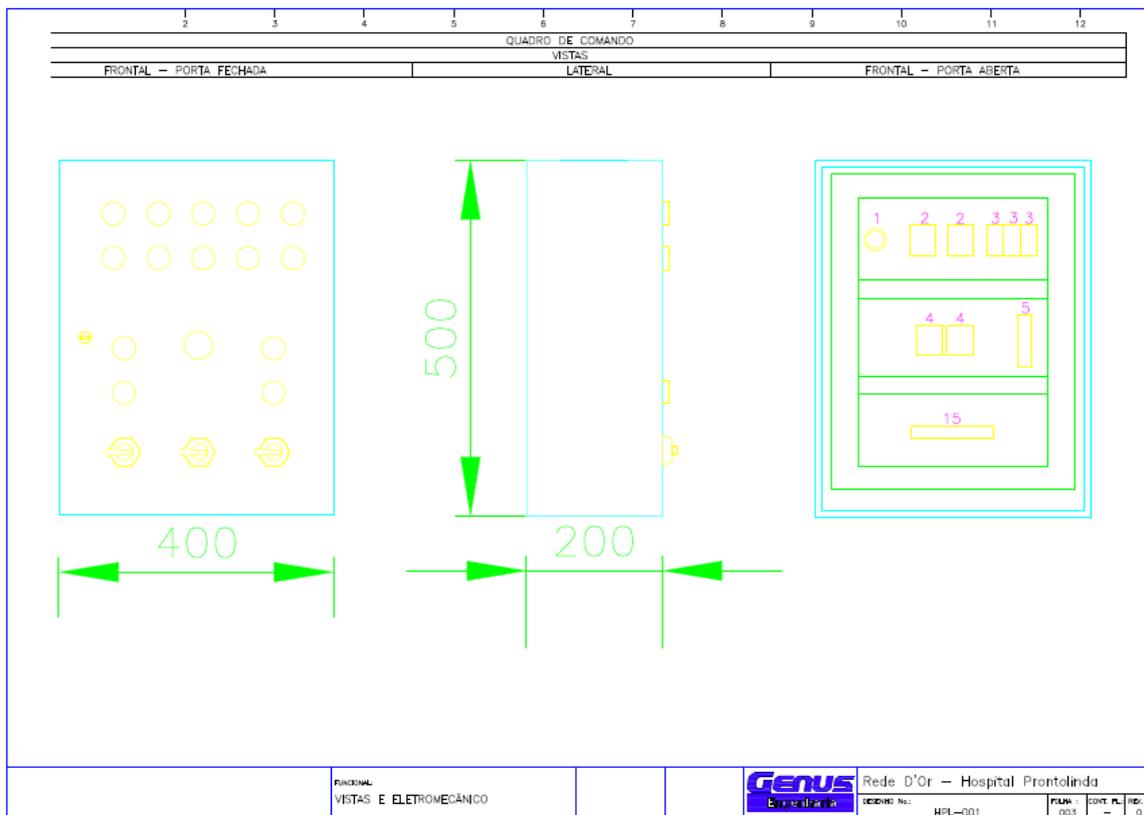


Figura 2.2- Vistas dos painel de acionamento.

Para indicação dos estados selecionados e do funcionamento dos motores, foram incluídos no painel, sinalizadores independentes para as seguintes situações (manual, automático, bomba 1 selecionada, bomba 2 selecionada, bomba 1 ligada, bomba 1 desligada, bomba 2 ligada, bomba 2 desligada). Para o funcionamento automático, serão recebidos sinais de níveis dos tanques dos grupos geradores.



Figura 2.3: Quadro de comando

2.3.2 Quadro de acionamento de aquecedores

O projeto apresentado nessa seção refere-se ao projeto de um quadro de acionamento para controlar o acionamento de dois aquecedores, juntamente com a bomba de recirculação.

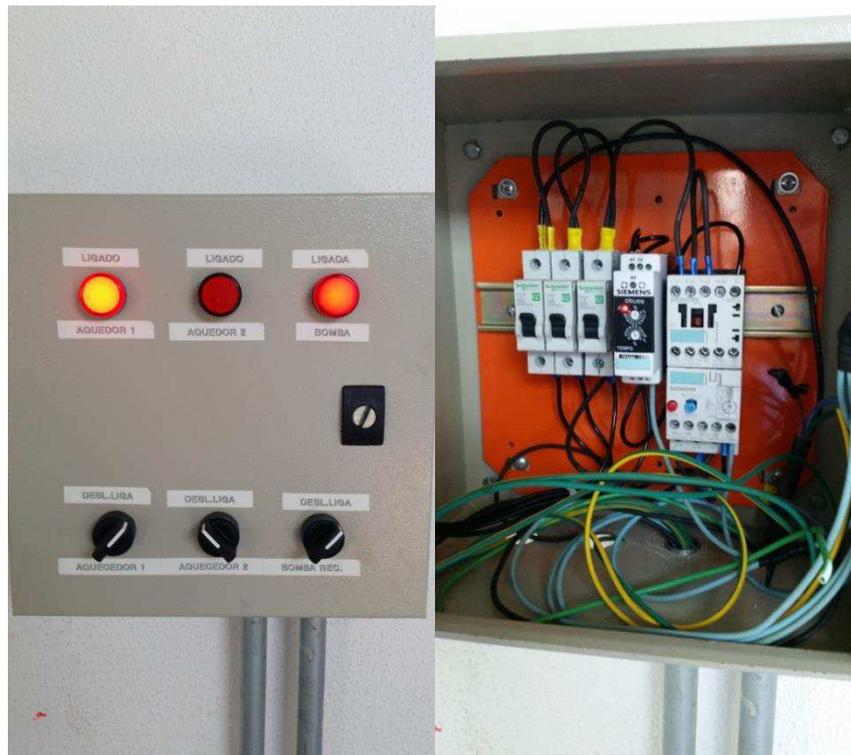


Figura 2.4: Quadro de comando aquecedores

O funcionamento do mesmo é baseado no acionamento direto dos aquecedores onde os mesmos irão receber a alimentação diretamente da fonte monofásica da rede com a interferência de um dispositivo de seccionamento do tipo Disjuntor.

O sistemas de recirculação de água será através do acionamento de uma bomba, através de um rele temporizado.

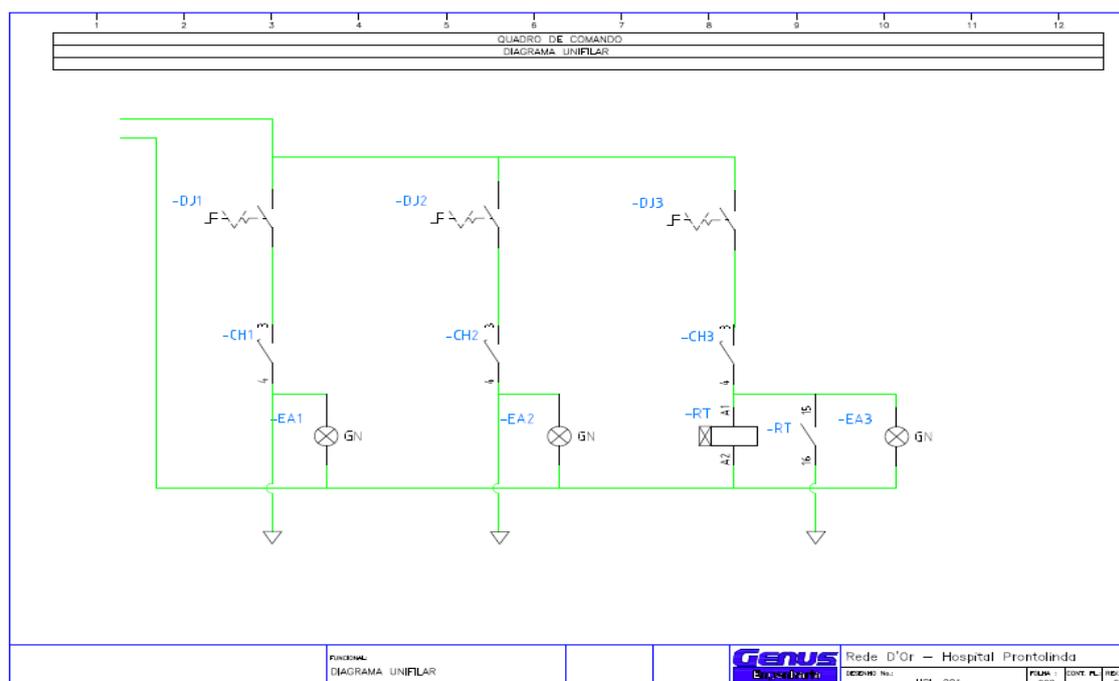


Figura 2.5 – Diagrama Unifilar do Quadro de comando

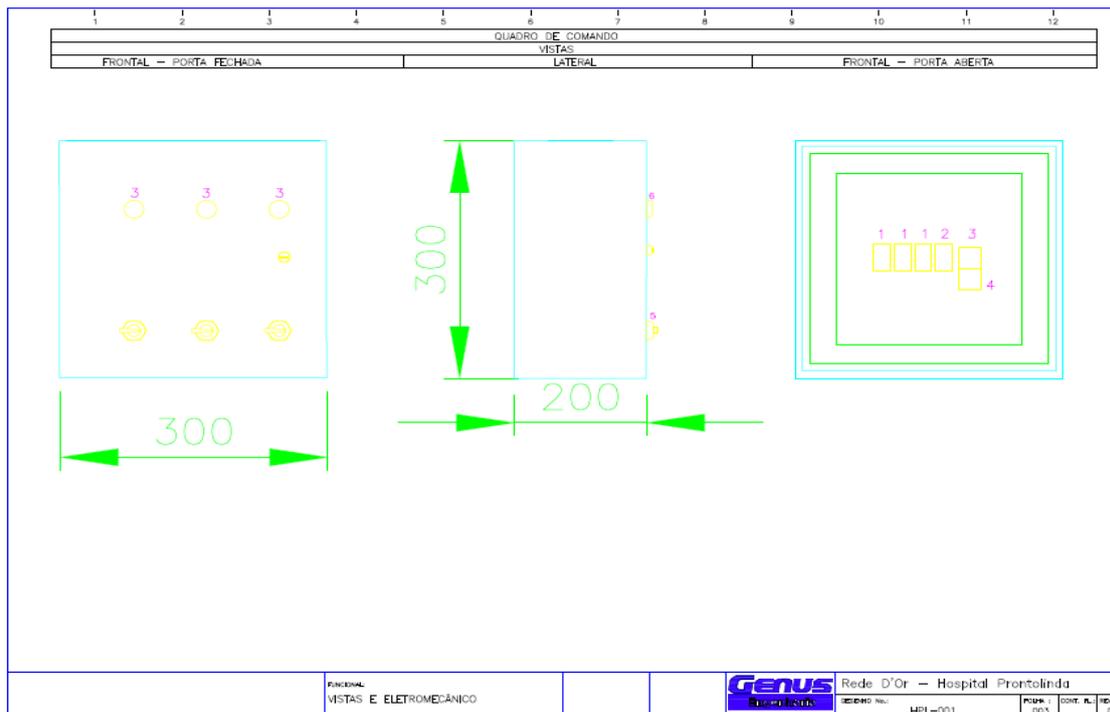


Figura 2.6 - Vistas dos painel de acionamento.

2.4 Projeto de uma Subestação

O projeto apresentado nessa seção refere-se ao projeto de uma subestação de um edifício comercial situado em Recife -PE

O projeto foi elaborado em conformidade com as Normas 5410, 5413, 5419 e 14039 da ABNT e Padrão e Normas da CELPE. Foram projetadas as seguintes instalações:

- Entrada e Medição de Energia;
- Quadro de Cargas;
- Diagrama Unifilar;
- Memorial Descritivo.

2.4.1 Memorial Descritivo

1. Condições gerais

INTERESSADO: Ruy Medeiros

Localidade: Graça – Recife – PE.

Título do Projeto: *Projeto* de uma subestação de energia elétrica do tipo abrigada em edícula própria para atender a um edifício empresarial situada na rua av. Rui Barbosa

FINALIDADE:

O presente projeto tem por finalidade a construção de uma subestação elétrica do tipo abrigada em edícula própria, conforme norma técnica SM01.00-00.002 de 12/12/2013 da CELPE, visando o fornecimento de energia elétrica para as instalações elétricas em alta tensão do Empresarial Ruy Braga, para 122 unidades consumidoras trifásicas comerciais com carga instalada variável mais o condomínio, totalizando uma demanda máxima de 933.32kVA

1.1 - Entrada /Derivação

A entrada de energia será em cabos de cobre nu 25mm² com classe de encordoamento tipo2, em sistemas trifásico, partindo do ponto de derivação da rede chegando as muflas terminais localizada no poste destinado ao ponto de entrega. Podendo a derivação ser efetuada a partir da rede de distribuição de média tensão, 13,8kV, a partir do poste determinado pela concessionaria.

A distância do ramal de entrada até o cubículo é de 10,0m Sendo os alimentadores da instalação, que interligara o ramal de entrada a edícula abrigada da Subestação, serão de cobre singelo / unipolar, duplo isolamento, seção nominal transversal, um condutor por fase e um condutor reserva, cada condutor será de 50mm², classe de tensão mínima de 12/20 kV, isolado em (EPR/ XLPE), atendendo a todas as exigências da norma NBR 6215.

Os alimentadores de media tensão, que interligara as células de seccionamento aos respectivos plug-in primários dos transformadores, serão de cobre singelo / unipolar, duplo isolamento, seção nominal transversal, um condutor por fase, cada condutor será de 25mm², classe de tensão mínima de 12/ 15 kV, isolado em EPR/ XLPE, atendendo a todas as exigências da norma NBR 6215.

Sendo os condutores de alta e baixa tensão dentro da subestação e nos terminais, identificados através de fita colorida, conforme o seguinte código de cores:

Fase A – cor vermelha;

Fase B- cor branca;

Fase C – cor marrom;

Neutro – cor azul claro (existente apenas na baixa tensão)

O quadro condomínio será alimentado por condutor de BT 1x240mm por fase +
1 x 240mm² neutro EPR – Classe de encordoamento tipo II - 1kv.

1.2 Prédio da subestação

O pé direito da subestação é de 2,78m, tem área de 32,8m² e está localizada no pavimento semienterrado, sendo refrigerada por ventilação natural.

Deverá ser previsto para os transformadores, um recipiente de coleta de óleo, dreno e tanque de contenção, com o objetivo fundamental a limitação da quantidade de óleo a ser queimado, no caso de incêndio eventual.

Ainda será previsto cubículos modulares, com dimensões para proteção e seccionamento de cada unidade transformadora, sendo que na frente existirá espaço mínimo de 1,20m para operação das chaves e manuseio das terminações.

1.3 Medição

A medição será feita em baixa tensão trifásica indireta, tendo os medidores da múltipla unidades localizados no Pavimento Térreo, por detalhes e argumentos arquitetônicos em relação a área., segundo padrão da Celpe, sendo instalada no pavimento térreo distribuídos em 7 centros de medição.

1.4 Calculo da demanda

Todas as instalações deverão ser executadas de acordo com os projetos elaborados e com aplicação de mão-de-obra de alto padrão técnico, caracterizando-se o sistema de boa apresentação e eficiência.

1.4.1 Carga instalada das unidades consumidoras comerciais

As 122 salas do condomínio terão alimentação trifásica para garantir ao usuário do condomínio a opção de usar condicionadores de ar trifásico ou monofásico.

Tabela 1: Tabela de cargas dos CDMs

CDM1	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	19.109	57.326	54.205	130.640
CDM2	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	17.492	52.475	55.840	125.807
CDM3	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	19.012	57.035	62.045	138.092
CDM4	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	16.983	50.949	54.6350	122.567
CDM5	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	16.679	50.036	53.530	120.245
CDM6	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	17.359	52.076	54.900	124.335
CDM7	ILUMINAÇÃO (W)	TOMADAS (W)	AR COND (W)	POTENCIA TOTAL (W)
	22.185	65.556	70.140	158.882
Total	128.817	386.452	405.255	

1.4.2 Cálculo da demanda total

A demanda dos edifícios comerciais (D_c) é calculada pelo método da potência instalada, portanto utilizando a mesma fórmula e mesmas tabelas utilizadas no cálculo da demanda da área de serviço.

$$D_c = a + b + c + d + e + f$$

As parcelas a, b, c e d correspondem às mesmas parcelas do cálculo da demanda da área de serviço (D_s), supra. Neste caso, para determinação do fator (a), devem ser utilizados os fatores de demanda constantes na tabela 15 da norma da CELPE **SM01.00-00.002**.

Dentro da parcela “d”, quando o projeto da edificação contemplar aparelhos de ar condicionado individuais, deve-se aplicar a tabela 18 da norma da CELPE **SM01.00-00.002**, para determinação da demanda dessas cargas.

A partir da tabela 1 temos a previsão de carga total instalada das unidades comerciais.

- Total da carga instalada de iluminação = 128,817kW
- Total da carga instalada de Tomadas = 386,452kW
- Total da carga instalada de Ar Condicionado = 405,255kW

Cálculo da demanda total:

$$De=Dc=a+b+c+d$$

Cálculo da parcela de demanda referente as cargas de iluminação/tomadas

$$a = \text{iluminação} + \text{tomadas} = 515,27\text{kW}/0,92(\text{Fator de potência}) = 560,00\text{kVA}$$

Logo de acordo com a Tabela 15 da CELPE teremos:

$$100\% \times 20\text{kVA} + 70\% \times 540\text{kVA} = 398,00\text{kVA}$$

Cálculo da parcela de demanda referente as cargas de Ar condicionados:

$$d = \text{Ar condicionado} = 405,25\text{kW} \times 0,7(\text{Tabela 18 da Norma da Celpe}) = 283,67\text{kW}/0,92(\text{Fator de potência}) = 308,34\text{kVA}$$

$$\text{Logo } Dc = 398,00\text{kVA} + 308,34\text{kVA} = 706,34\text{kVA}$$

1.4.3 Cálculo da demanda dos CDMs

Para o cálculo da demanda dos CDMs utiliza-se o cálculo da demanda dos edifícios comerciais (D_c), e é calculada pelo método da potência instalada, portanto utilizando a mesma fórmula e mesmas tabelas utilizadas no cálculo da demanda da área de serviço.

$$D_c = a + b + c + d + e + f$$

As parcelas a, b, c e d correspondem às mesmas parcelas do cálculo da demanda da área de serviço (D_s), supra. Neste caso, para determinação do fator (a), devem ser utilizados os fatores de demanda constantes na tabela 15 da norma da CELPE **SM01.00-00.002**.

Dentro da parcela “d”, quando o projeto da edificação contemplar aparelhos de ar condicionado individuais, deve-se aplicar a tabela 18 da norma da CELPE **SM01.00-00.002**, para determinação da demanda dessas cargas.

Para o dimensionamento do ramal de entrada e do ramal de distribuição de cada unidade consumidora, que deve considerar a queda de tensão máxima admissível a partir do barramento do CDM. A tabela 17 da norma da CELPE **SM01.00-00.002** apresenta a seção mínima do ramal de entrada da unidade consumidora e a corrente nominal do disjuntor de proteção por faixa de carga instalada (unidade consumidora monofásica) ou demanda (unidade consumidora trifásica). O dimensionamento estão apresentados nos quadros 1 a 7.

1.4.3.1 CDM1

Da Tabela 2 temos:

Número de salas: 18

Carga de iluminação: 19,10kW

Carga de tomadas: 57,32kW

Carga de Ar-condicionador: 54,20kW

Tabela 2: Carga instalada no CDM 1

DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	CDM1						
				POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM ²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 001	1.288	3.863	2.545	8.365	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 002	1.321	3.964	2.545	8.511	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 002	1.503	4.508	3.710	10.566	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 007	1.271	3.812	2.545	8.291	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 008	911	2.734	1.890	6.016	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 101	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 102	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 103	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 104	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 201	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 202	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 203	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 204	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 301	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 302	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 303	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 304	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 401	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	19.110	57.330	54.205							

• **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação = 19.109 W

Tomadas = 57.326W

Tomadas + iluminação=19.109 +57.326 = 76.435 W

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100%x20.000 +70%x56.435 = 59,5 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = 54.2x1(Fator de diversidade – Tabela 18 da SM01.00-00.002)=54,2kW

Logo a demanda total é igual a $D_c = a+d=(59,5+54,2)/0,92= 123,58 \text{ kVA}$

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM1:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.3.2 CDM2

Da tabela 3 temos:

Número de salas: 18

Carga de iluminação: 17,492kW

Carga de tomadas: 52,475kW

Carga de Ar-condicionador: 55,84kW

Tabela 3: Carga instalada no CDM 2

CDM2										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 402	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 403	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 404	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 501	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 502	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 503	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 504	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 601	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 602	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 603	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 604	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 701	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 702	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 703	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 704	911	2.732	2.500	6.677	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 801	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 802	1.050	3.151	3.710	8.599	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 803	754	2.263	2.500	5.997	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	17.492	52.478	55.890							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

Iluminação e tomadas em geral

Tomadas + iluminação=17.492+52.475 = 69.967 W

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100% \times 20.000 +70% \times 49.967= 54,97 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = 55.84 \times 1(Fator de diversidade – Tabela 18 da SM01.00-00.002)=55,84kW

Logo a demanda total é igual a Dc= a+d=(54,97+55,84)/0,92= **120,44 kVA**

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM2:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.3.3 CDM3

Tabela 4 temos:

Número de salas: 18

Carga de iluminação: 19.012kW

Carga de tomadas: 57.035kW

Carga de Ar-condicionador: 62,045kW

Tabela 4: Carga instalada no CDM 5

CDM3										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM ²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 804	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 901	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 902	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 903	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 904	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1001	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1002	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1003	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1004	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1101	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1102	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1103	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1104	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1201	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1202	1.007	3.020	3.210	7.866	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1203	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1204	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1301	2.472	7.415	8.960	20.486	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	19.015	57.036	62.045							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

• Iluminação e tomadas em geral

Tomadas + iluminação=17.492+52.475 = 69.967 W

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100% \times 20.000 +70% \times 56= 59,23 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = 62.05 \times 1(Fator de diversidade –

Tabela 18 da SM01.00-00.002)=62.05kW

Logo a demanda total é igual a Dc= a+d=(59,23+62,05)/0,92= **132,00 kVA**

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM3:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

1.4.3.4 CDM4

Da tabela 5 temos:

Número de salas: 14

Carga de iluminação: 16,99kW

Carga de tomadas: 50,95kW

Carga de Ar-condicionador: 54,64kW

Tabela 5: Carga instalada no CDM 4

CDM4										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM ²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 1302	2.472	7.415	8.960	20.486	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
SALA 1303	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1304	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1401	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1402	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1501	2.119	6.357	6.090	15.833	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
SALA 1502	1.866	5.598	6.090	14.733	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 105	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 106	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 107	994	2.981	3.045	7.630	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 108	994	2.981	3.045	7.630	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 205	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 206	943	2.829	3.045	7.410	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 207	994	2.981	3.045	7.630	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	16.983	50.945	54.635							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

• Iluminação e tomadas em geral

Tomadas + iluminação=16.983+50.949 = 67.932 W

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100%x20.000 +70%x47.932= 53,55 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = 54.64x1(Fator de diversidade – Tabela 18 da SM01.00-00.002)=54,64kW

Logo a demanda total é igual a $D_c = a+d=(53,55+54,64)/0,92= 117,60 \text{ kVA}$

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM4:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.3.5 CDM5

Da tabela 6 temos:

Número de salas: 18

Carga de iluminação: 16,68kW

Carga de tomadas: 50,03kW

Carga de Ar-condicionador: 53,53kW

Tabela 6: Carga instalada no CDM 5

CDM5										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 208	828	2.483	3.710	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 305	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 306	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 307	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 308	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 405	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 406	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 407	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 408	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 505	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 506	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 507	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 508	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 004	1.007	3.100	3.710	8.497	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 005	874	2.623	3.050	7.116	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 006	827	2.480	1.540	5.268	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 009	607	1.822	1.540	4.314	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 010	903	2.710	3.380	7.601	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	16.656	50.042	53.530							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

• Iluminação e tomadas em geral

Tomadas + iluminação=16.679+50.036 = 66.71 W

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100%x20.000 +70%x46,71= 52,69 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = 53,53x1(Fator de diversidade –

Tabela 18 da SM01.00-00.002)=53,53kW

Logo a demanda total é igual a $D_c = a+d=(52,69+53,53)/0,92= 115,460 \text{ kVA}$

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM5 temos:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo

II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.3.6 CDM6

Da tabela 7 temos:

Número de salas: 18

Carga de iluminação: 17,359kW

Carga de tomadas: 52,076kW

Carga de Ar-condicionador: 54,900kW

Tabela 7: Carga instalada no CDM 6

CDM6										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM ²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 605	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 606	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 607	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 608	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 705	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 706	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 707	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 708	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 805	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 806	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 807	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 808	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 905	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 906	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 907	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 908	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1005	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1006	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	17.364	52.084	54.900							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

• Iluminação e tomadas em geral

Tomadas + iluminação=17.359+52.076 = 69,43 kW

a- Demanda da iluminação e tomadas = 100% \times 20.000 +70% \times 49,43= 54,60 kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = $54,90 \times 1$ (Fator de diversidade – Tabela 18 da SM01.00-00.002) = 54,90kW

Logo a demanda total é igual a $D_c = a + d = (54,60 + 54,90) / 0,92 = 119,0 \text{ kVA}$

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM6 temos:

Alimentador: 3#95mm²F + 95mm²N + 50mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 200A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.3.7 CDM7

Da tabela 8 temos:

Número de salas: 14

Carga de iluminação: 22,18kW

Carga de tomadas: 66,55kW

Carga de Ar-condicionador: 70,140kW

Tabela 8: Carga instalada no CDM 7

CDM7										
DESCRIÇÃO	ILUMINAÇÃO (w)	TOMADAS (w)	AR COND (W)	POTÊNCIA TOTAL (VA)	DISJUNTOR		CONDUTOR EM MM ²			
					In(A)	Nº POLOS	F	N	PE	TIPO ISOLAÇÃO
SALA 1007	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1008	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA1105	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA1106	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA1107	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA1108	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1205	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1206	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1207	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1208	993	2.978	3.050	7.632	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1305	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1306	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1307	2.355	7.065	7.630	18.533	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
SALA 1308	2.355	7.065	7.630	18.533	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
SALA 1403	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1404	942	2.826	3.050	7.411	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1503	1.866	5.598	6.090	14.733	25	3	6	6	6	EPR - 0,6/1KV
SALA 1504	2.119	6.357	6.090	15.833	40	3	10	10	10	EPR - 0,6/1KV
TOTAL	22.189	66.561	70.140							

De acordo com a tabela 15 da Norma da CELPE temos o calculo da demanda das salas:

• **Iluminação e tomadas em geral**

Tomadas + iluminação=22.185+66.556 = 88,73 kW

a- Demanda da iluminação e tomadas = $100\% \times 20.000 + 70\% \times 68,73 = 68,11$ kW

d- Referente a cargas de Ar-condicionador = $70,14 \times 1$ (Fator de diversidade – Tabela 18 da SM01.00-00.002)=70,14kW

Logo a demanda total é igual a $D_c = a+d=(68,11+70,14)/0,92=$ **150,27 kVA**

De acordo com a tabela 1 da Norma da CELPE para alimentação do CDM7 temos:

Alimentador: 3#120mm²F + 120mm²N + 70mm²T XLPE – Classe de encordoamento tipo II - 1kV

Disjuntor: 250A-10kA

Barramento de cobre Nu: 30x5mm

1.4.4 Quadro de distribuição Geral

Os centros de medições estão alimentados pelos Quadros de Distribuição Geral(QDG), o QDG1 alimenta os CDMs: 01,02,03,04 e 05, já o QDG2 alimenta os CDMs 06 e 07.

1.4.4.1 Calculo da demanda de QDG1.

Carga instalada em QDG1:

Carga de iluminação: 89,27kW

Carga de tomadas: 267,82kW

Carga de ar condicionado: 280,25kW

Assim a demanda do QDG1 será:

$D_e = D_c = a+b+c+d$

Onde:

a-Cálculo da parcela de demanda referente as cargas de iluminação/tomadas= $(100\% \times 20kW + 70\% \times 337,09) = 255,44kW$

d-Referente as cargas de Ar= $(280,25 \times 0,8$ (fator de diversidade tabela 18 da Norma da CELPE))= $224,44kW$

logo,

Demanda total= $D_c=a+d=(255,96+224,44)/0,92$ (Fator de potência)=**522,17 kVA**

De acordo com a tabela 03 da Norma da CELPE para alimentação do QDG1:

Alimentador: Condutor de BT 3x240mm² por fase + 2x240mm² neutro

Disjuntor: 800A – 10kA

Barramento de cobre nu: 50X10mm, conforme tabela 10 do anexo I da Norma SM01.00-00,002

1.4.4.2 Calculo da demanda de QDG2.

Carga instalada em QDG2:

Carga de iluminação: 39,54kW

Carga de tomadas: 118,63kW

Carga de ar condicionado: 125,04kW

Assim a demanda do QDG2 será:

$D_e = D_c = a + b + c + d$

Onde:

a-Cálculo da parcela de demanda referente as cargas de iluminação/tomadas= (100% x 20kW + 70% x 138,17,09) =116,37kW

d-Referente as cargas de Ar=(125,04x0,8(fator de diversidade tabela 18 da Norma da CELPE))=100,00kW

logo:

Demanda total= $D_c=a+d=(116,37+100,00)/0,92$ (Fator de potência)=**235,21 kVA**

De acordo com a tabela 03 da Norma da CELPE para alimentação do QDG2:

Alimentador: Condutor de BT 3x240mm² por fase + 2x240mm² neutro

Disjuntor: 400A – 10kA

Barramento de cobre nu: 40X5mm, conforme tabela 10 do anexo I da Norma SM01.00-00,002

1.4.5 Cálculo da demanda do condomínio

O condomínio possui uma carga total instalada de 389,54kW como mostra a tabela 9, possuindo uma demanda de 226,97kVA como mostrado a seguir:

Tabela 9: Carga instalada do QGBT do condomínio

QGBT				
Nº	ORIGEM	DESTINO	POTÊNCIA (kW)	DESCRIÇÃO
A1	QGBT	QFB-INC	28,00	QUADRO DE FORÇA DE BOMBA DE INCÊNDIO
A2	QGBT	QF-ELEV1	38,00	QUADRO DE FORÇA ELEVADOR 1
A3	QGBT	QF-ELEV2	38,00	QUADRO DE FORÇA ELEVADOR 2
A4	QGBT	QF-ELEV3	38,00	QUADRO DE FORÇA ELEVADOR 3
A5	QGBT	QF-ELEV4	38,00	QUADRO DE FORÇA ELEVADOR 4
A6	QGBT	QFB-REC	5,00	QUADRO DE FOÇA DE BOMBA DE RECALQUE
A7	QGBT	QL-1	75,94	QUADRO DE LUZ 1
A8	QGBT	QF-2	63,70	QUADRO DE FORÇA 2
A9	QGBT	QF-3	35,00	QUADRO DE FORÇA 3
A10	QGBT	QFB-PRE1	3,50	QUADRO DE FORÇA DE BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO 1
A11	QGBT	QFB-PRE2	4,70	QUADRO DE FORÇA DE BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO 2
A12	QGBT	QFB-DRE	4,70	QUADRO DE FORÇA DE BOMBA DE DRENAGEM
A13	QGBT	PORTÃO ELÉ	1,00	PORTÃO ELÉTRICO
A14	QGBT	AR CONDICIONADO	16,00	AR CONDICIONADO
A15	QGBT	RESERVA		RESERVA
A16	QGBT	RESERVA		RESERVA
A17	QGBT	RESERVA		RESERVA
CARGA INSTALADA TOTAL (kVA)			389,54	QUADRO GERAL DE LUZ E FORÇA

A demanda da área de serviço (Ds) deve ser calculada pelo critério da potência instalada.

A demanda do condomínio é determinada considerando-se, individualmente, as seguintes cargas:

Cargas de iluminação;

Cargas de tomadas;

Motores de elevadores e bombas d'água;

Outras cargas, tais como saunas, equipamentos de piscina, portões automáticos etc.

A potência instalada, em kW, é calculada com base na potência nominal dos equipamentos declarados pelo consumidor ou, na falta desta, conforme tabela 06 do ANEXO I da norma da Celpe

A potência em kVA é calculada com base nos fatores de potência típicos apresentados na tabela 14 do ANEXO I.

O cálculo da demanda pelo critério da potência instalada utiliza a seguinte fórmula:

$$D_s = a + b + c + d$$

A primeira parcela (a) representa a soma das demandas referentes à iluminação e tomadas das áreas não residenciais (serviço) da edificação.

Cálculo da parcela de demanda referente às cargas de iluminação:

- ✓ 100% para os primeiros 10 kW;
- ✓ 25% para o que exceder a 10 kW.

Ao valor encontrado em kW, deve ser aplicado o fator de potência específico apresentado na tabela 14 do ANEXO I.

Cálculo da parcela de demanda referente às cargas de tomadas de uso geral:

- ✓ 20% aplicado sobre a carga total em kW;

Ao valor encontrado em kW, deve ser aplicado o fator de potência igual a 1,0 (um).

A segunda parcela (b) representa a parcela de demanda referente a elevadores e bombas d'água, devendo ser utilizados os fatores da tabela 16 do ANEXO I da norma SM01.00-00,002 separadamente, para os grupos de motores de elevadores e de bombas d'água, adotando-se o fator de diversidade 1,0 para este grupo;

A terceira parcela (c) representa a parcela referente a outras cargas motrizes, monofásicas ou trifásicas, tais como portões automáticos, equipamentos de piscina etc., devendo ser utilizados os fatores da tabela 16 do ANEXO I da norma SM01.00-00,002 para cada tipo de carga, adotando-se o fator de diversidade 1,0 para este grupo;

A parcela (d) representa a demanda de outros tipos de cargas, tais como saunas, aquecedores, centrais de ar condicionado, banheiras de hidromassagem etc. Estas cargas devem ser analisadas em particular, aplicando-se às mesmas, fatores de diversidade que são função de suas características particulares de utilização, definidas no projeto. Para estas cargas devem ser aplicados fatores de potência específicos, conforme definido no projeto.

Calculo da parcela de demanda referente as cargas de iluminação e tomadas de uso geral(a):

Carga referente a iluminação = 75,94, logo:

$$10 + (25\% \times 65,94) = 26,94 \text{ kW} \times 0,85 (\text{FP apresentado na tabela 14 do anexo 1 na norma da Celpe.}) = 31,16 \text{ kVA}$$

Para o calculo da parcela da demanda referente as cargas de tomadas de uso geral temos

- ✓ 20% aplicado sobre a carga total em kW

Carga referente a tomadas = 98,70kW, logo:

$(20\% \times 98,7) = 19,74 \text{ kW} \times 0,92$ (FP apresentado na tabela 14 do anexo 1 na norma da Celpe) = 21,45 kVA.

Logo a parcela $a = 31,16 + 21,45 = 52,61 \text{ kVA}$

Referente a demanda de elevadores e bombas (b) foram utilizados os fatores de demanda da tabela 16 do anexo 1 na norma da Celpe, adotando o fator de diversidade 1,0.

Bomba de incêndio de 25 CV = 25,83 kVA

Bomba de recalque de 4 CV = 5,03 kVA

2 Bomba pressurizada 4 CV = 7,55 kVA

4 elevadores de 50 CV = 112,04 kVA

Bomba de drenagem 4 CV = 5,03 kVA

Logo $25,83 + 5,03 + 7,55 + 112,03 + 5,03 = 155,47 \text{ kVA}$

Referente ao portão (c).

$1 \text{ kW} / 0,67 = 1,5 \text{ kVA}$,

Referente a carga, como ar condicionado (d).

Condicionadores de ar = $16,00 \text{ kW} \times 1$ (Fator de diversidade da tabela 18 da norma da celpe) $\times 0,92 = 17,39 \text{ kVA}$

Logo

$D_s = a + b + c + d$

$D_s = 226,97 \text{ kVA}$

2. Transformadores

Como a demandas calculada total é 933,32 kVA sendo 706,34 kVA para os dois QDGs, sendo o QDG1 alimentado por 1(um) transformador trifásico de 500 kVA e o QDG2 alimentado por 1(um) transformador de 300 kVA e um transformador particular de 225 kVA para alimentação do condomínio.

TRANSFORMADOR DE POTENCIA:

Os transformador utilizados será um de 225 kVA e possui as seguintes características elétricas:

- Classe de tensão - 15 kV

- Plug-in de media tensão – 25 kV
- Material do tanque – Liga de Alumínio
- Tensão Primaria Nominal – 13,8 kV
- Tensão Secundaria Nominal – 380/220 V
- Transformador a óleo.

Os transformador utilizados será um de 300 kVA e possui as seguintes características elétricas:

- Classe de tensão - 15 kV
- Plug-in de media tensão – 25 kV
- Material do tanque – Liga de Alumínio
- Tensão Primaria Nominal – 13,8 kV
- Tensão Secundaria Nominal – 380/220 V
- Transformador a óleo.

O transformador utilizado de 500 kVA e possui as seguintes características elétricas:

- Classe de tensão - 15 kV
- Plug-in de media tensão – 25 kV
- Material do tanque – Liga de Alumínio
- Tensão Primaria Nominal – 13,8 kV
- Tensão Secundaria Nominal – 380/220 V
- Transformador a óleo.

3. Dimensionamento dos condutores e das proteções

O dimensionamento dos condutores dos circuitos é feita a partir da carga que está ligada no mesmo e das seções dos condutores que tem disponibilizado no mercado. A proteção é dimensionada a partir do critério da capacidade de condução de corrente dos condutores sem que haja aumento de temperaturas significativas que danifiquem o isolamento dos condutores.

A distância do ramal de entrada até o cubículo é de 10,0m Sendo os alimentadores da instalação, que interligara o ramal de entrada a cubículo da Subestação, serão de cobre singelo / unipolar, duplo isolamento, seção nominal

transversal, um condutor por fase e um condutor reserva, cada condutor será de 50mm², classe de tensão mínima de 12/20 kV, isolado em (EPR/ XLPE), atendendo a todas as exigências da norma NBR 6215.

Os alimentadores de media tensão, que interligara as células de seccionamento aos respectivos plug-in primários dos transformadores, serão de cobre singelo / unipolar, duplo isolamento, secção nominal transversal, um condutor por fase, cada condutor será de 25mm², classe de tensão mínima de 12/ 15 kV, isolado em EPR/ XLPE, atendendo a todas as exigências da norma NBR 6215.

Os alimentadores dos Centros de medições(CDMs) foi dimensionado a partir da tabela 01 da **SM01.00-00.002**, que esta de acordo com a parte referente a capacidade de corrente da NBR-5410, com isso, o condutor fase dos CDMs(01-06) são do tipo XLPE com seção de 95mm², três condutores por fase e condutor neutro do tipo XLPE com seção de 95 mm e o condutor Terra é do tipo XLPE com seção de 50mm², o condutor fase dos CDMs 07 é do tipo XLPE com seção de 120mm², três condutores por fase e condutor neutro do tipo XLPE com seção de 120 mm² e o condutor Terra é do tipo XLPE com seção de 70mm² A proteção dos CDMs(01-06) são feitas por disjuntores termomagnético com sensibilidade de 200 'A , já o CDM 07 é feito por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 250 'A que protege a instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos.

O quadro de distribuição geral(QDG), alimenta os CDMs, e o dimensionamento dos alimentadores do QDG foram feitos a partir da tabela 03 da **SM01.00-00.002**, O QDG1 alimenta os CDMs(01-05) por tanto os condutores de BT 3x240mm² por fase + 2x240mm² neutro do tipo EPR. , O QDG2 alimenta os CDMs(06-07) por tanto o condutores de BT 1x240mm² por fase + 1x240mm² neutro do tipo EPR. A proteção do QDG1 é feita por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 800A e a do QDG2 por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 400A, que protege a instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos.

4. Aterramento

A malha de terra possui seis hastes de terra do tipo Copperweld de 5/8" x 2,40 m, dispostas verticalmente e distanciadas entre si de 3 m em disposição retangular. A interligação das hastes e feita com cabo de cobre nu de 50mm². O condutor de aterramento que liga o terminal ou barra de aterramento principal a malha de terra será

feita por meio de cabo de cobre nu de 50 mm². Para interligação das ferragens e para-raios será utilizado o cabo de cobre nu de 25mm². A resistência máxima da malha de terra será menor que 10 ohms durante todo o ano.

5. Dimensionamento e disposição da medição

A medição das unidades consumidoras está de acordo com as prescrições da norma SM01.00-00.002 conforme quantidade de unidades consumidoras e arranjos padronizados segundo o desenho 8.

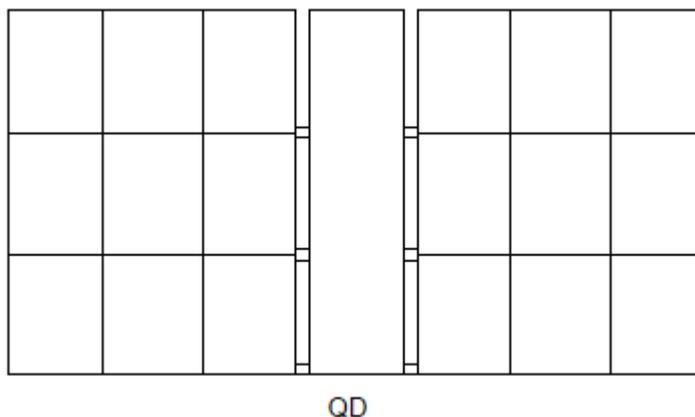


Figura 2.8 –Centro de medição para 18 medidores. (Fonte: SM01.00-00.002)

Foram projetados 5(Cinco) centros de medição com arranjo individuais para 9 medidores, onde serão alimentados pelo QDG1, sendo assim:

CDM-01: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

CDM-02: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

CDM-03: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

CDM-04: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

CDM-05: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

Foram projetados 25(Dois) centros de medição com arranjo individuais para 9 medidores, onde serão alimentados pelo QDG2, sendo assim:

CDM-06: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

CDM-07: com 18(dezoito) medidores trifásicos para as salas.

A medição do condomínio estará localizada na sala de quadros ao lado da subestação, onde levarão os cabos de baixa tensão do transformador particular até 01 caixa de medição padrão CELPE.

3 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado se mostrou bastante importante para a formação profissional de um futuro engenheiro eletricista, tanto do ponto de vista técnico, como pessoal, por proporcionar um convívio com profissionais de diversas áreas e com grande experiência, consistindo em um processo de vivência prático-pedagógico, que aproxima o acadêmico para a realidade da sua área de atuação, permitindo que o mesmo possa adquirir e aprimorar conhecimentos e habilidades obtidos na universidade, formalizando assim um marco para aplicações das necessidades do mercado profissional.

A empresa Genus Engenharia possibilitou a introdução em um ambiente empresarial, permitindo tomar conhecimento da realidade do mercado de trabalho e da rotina de uma empresa. O conhecimento adquirido junto aos profissionais que atuam no setor de projetos e manutenção elétrica proporcionou um ganho positivo, resultando no desenvolvimento de habilidades e obtenção de conhecimentos em algumas áreas da engenharia elétrica.

O conhecimento do setor elétrico e do mercado de energia é relevante para alargar a cultura do profissional e melhorar sua capacidade não apenas de entender o setor, como de situar-se criticamente.

O curso de graduação de engenharia elétrica da UFCG através das disciplinas Instalações Elétricas e Laboratório de Instalações Elétricas foram de fundamental importância, fornecendo a base necessária para a realização do estágio.

Outro fator de grande importância foi a convivência com profissionais de diversas áreas e de diversas classes sociais, alguns com uma vasta experiência, resultando em uma contribuição valiosa para a formação profissional e pessoal.

Uma das principais dificuldades encontradas ao longo do estágio foi com a utilização do Software AUTOCAD®, amplamente utilizado em empresas que realizam projetos.

O conhecimento da NR-10 é fundamental para a segurança das pessoas e portanto deveria ser melhor explorada durante o curso,

Por fim conclui-se que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, na medida em que foi uma experiência exitosa, que permitiu a obtenção de conhecimentos práticos e da consolidação de sala de aula de laboratório e do convívio universitário.

4 REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro de 1997.

ABNT. **NBR 5419 – Proteção de estruturas contra Descargas Atmosféricas.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fevereiro de 2001.

ABNT. **NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Junho de 2005.

CELPE. **SM01.00-00.002– Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Uso Coletivo.** EDIÇÃO: 11°. de 12/12/2013

CELPE. **SM01.00-00.004– Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição Classe 15 KV.** EDIÇÃO: 10°. de 27/11/2013

CAVALIN, G. e CERVELIN, S. Instalações Elétricas Prediais. 14ª ed., São Paulo: Érica, 2006.

FILHO, D. L. L. Projetos de Instalações Elétricas Prediais. 6ª ed., São Paulo: Érica, 2001.

FILHO, J.M., Instalações Elétricas Industriais, 6ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2002

BARROS, B F.e GEDRA, R. Cabine Primária: subestações de alta tensão de consumidor. 2ª. ed., São Paulo: Érica, 2011.

5 ANEXOS

ANEXO A – TABELAS DA SM01.00-00.002 da Celpe

Tabela 01 – Dimensionamento da Entrada de Serviço

DIMENSIONAMENTO DA ENTRADA DE SERVIÇO DE EDIFICAÇÕES DE USO COLETIVO							
Demanda Máxima da Edificação (De) (kVA) Tensão 380/220 V	Condutores de cobre					Corrente Máxima (A)	Disjuntor (A)
	Ramal de ligação Aéreo Seção (mm ²)	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido					
		Seção (mm ²)		Duto PVC Ø (mm)	Duto Aço Ø (mm)		
		XLPE	PVC				
De ≤ 26	10	16	16	40	32	60	60 ou 63
26 < De ≤ 44	16	16	25	40	32	68	70
44 < De ≤ 58	25	25	35	50	40	89	80
58 < De ≤ 73	25	35	50	60	50	111	100
73 < De ≤ 88	35	50	70	60	50	134	125
88 < De ≤ 112	70	70	95	85	80	171	150
112 < De ≤ 136	70	95	150	85	80	207	200
136 < De ≤ 157	95	120	150	100	100	239	250
157 < De ≤ 170	95	150	240	100	100	258	250
170 < De ≤ 242	120	240	300	100	100	369	350

Tabela 03 – Dimensionamento de cabos

Dimensionamento dos Cabos de Saída dos Transformadores				
Potência do Transformador	Tensão Secundária	Condutor de BT	Código	Conector
75 kVA	380/220 V	1 x 95 mm ² por fase + 1 x 95 mm ² neutro	2223029	-
112,5 kVA	380/220 V	1 x 150 mm ² por fase + 1 x 150 mm ² neutro	2223036	2420167
150 kVA	380/220 V	1 x 150 mm ² por fase + 1 x 150 mm ² neutro		
225 kVA	380/220 V	1 x 240 mm ² por fase + 1 x 240 mm ² neutro	2223009	2425149
300 kVA(*)	380/220 V	2 x 150 mm ² por fase + 2 x 150 mm ² neutro	2223036	2420167
500 kVA	380/220 V	3 x 240 mm ² por fase + 2 x 240 mm ² neutro	2223009	2425149

TABELA 07 – ELOS FUSÍVEIS

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (kVA)	ELO FUSÍVEL (A)
75	5H
112,5	6K
150	8K
225	10K
300	15K

TABELA 10 – BARRAMENTO DE COBRE PARA O QDG

DEMANDA MÁXIMA CALCULADA (kVA)	BARRA RETANGULAR (DIMENSÕES)		CORRENTE (A)
	(MM)	(POL)	
Até 40	19 x 3 mm	$\frac{3}{4}$ x 1/8	208
41 a 74	25 x 3 mm	1 x 1/8	250
75 a 104	25 x 5 mm	1 x 3/16	340
105 a 207	30 x 5 mm	1 $\frac{1}{4}$ x 3/16	449
208 a 259	40 x 5 mm	1 $\frac{1}{2}$ x 3/16	460
260 a 346	50 x 5 mm	2 x 3/16	595
347 a 432	40 x 10 mm	-	994
433 a 519	50 x 10 mm	-	1312
520 a 605	60 x 10 mm	-	1640
606 a 778	80 x 10 mm	-	1968
779 a 951	100 x 10 mm	-	2625
952 a 1211	120 x 10 mm	-	3281

TABELA 11 – CONDUTORES PARA ATERRAMENTO

SECÇÃO CONDUTOR FASE (mm ²)*	SECÇÃO CONDUTOR TERRA (mm ²)
25	25
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	95
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240
600	300
800	400
1000	500

TABELA 14 – FATORES DE POTÊNCIA TÍPICOS

TIPO DE EQUIPAMENTO	FATOR DE POTÊNCIA
Lâmpadas incandescentes	1,00
Chuveiro, torneira, aquecedor, ferro, fogão e outros com resistência de aquecimento	1,00
Lâmpadas fluorescentes, néon, vapor de sódio ou mercúrio e outros através de descargas de gases	Sem comp. de fator 0,50 Com comp. de fator 0,85
Motores de Indução de 1 CV	0,67
Motores de Indução de 2 CV	0,73
Motores de Indução de 3 CV	0,80
Motores de Indução de 5 CV	0,83
Motores de Indução de 7,5 CV	0,85
Motores de Indução de 25 CV	0,86
Motores de Indução de 30 CV	0,87
Motores de Indução de 40 CV	0,89
Motores de Indução de 50 CV	0,91
Motores de Indução de 60 a 125CV	0,92
Motores de Indução de 150 CV	0,93
Motores de Indução de 200CV	0,94
Máquina de Solda a arco	0,50
Máquina de Solda a resistência	0,80
Aparelhos Eletrodomésticos a motor (1 CV)	0,67

Nota: Os valores de fator de potência para motores são médios para 75% da carga nominal.

TABELA 15 – FATORES DE DEMANDA PARA ILUMINAÇÃO E TOMADAS

DESCRIÇÃO	FATOR DE DEMANDA (%)
Auditório, salões e semelhantes	100
Bancos, lojas e semelhantes	100
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	100
Clubes e semelhantes	100
Escolas e semelhantes	100 para os primeiros 12 kVA 50 para o que exceder de 12 kVA
Escritórios	100 para os primeiros 20 kVA 70 para o que exceder de 20 kVA
Garagens comerciais e semelhantes	100
Hospitais e semelhantes	0,40 para os primeiros 50 kVA 0,20 para o que exceder de 50 kVA
Hotéis e semelhantes	50 para os primeiros 20 kVA 40 para os seguintes 80 kVA 30 para o que exceder de 100 kVA
Igrejas e semelhantes	100
Restaurantes e semelhantes	100

TABELA 17 – DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE ENTRADA PARA A UNIDADE CONSUMIDORA

RAMAL DE ENTRADA MONOFÁSICO				
Carga Instalada (kW)	Ramal de Entrada	Eletroduto (D)		Disjuntor (A) (Corrente Nominal)
	Condutor cobre (mm ²)	PVC (mm)	Aço carbono (mm)	
0 - 3	6	25	25	15 ou 16
3,1 - 8	6	25	25	40
8,1 - 10	10	25	25	50
10,1 - 15	16	25	25	70
RAMAL DE ENTRADA TRIFÁSICO				
Demanda (kVA)	Ramal de Entrada	Eletroduto (D)		Disjuntor (A) (Corrente Nominal)
	Condutor cobre (mm ²)	PVC (mm)	Aço carbono (mm)	
0 - 15	6	25	20	25
15,1 - 25	10	40	32	40
25,1 - 35	16	40	32	60 ou 63
35,1 - 45	25	40	32	70
45,1 - 60	35	50	40	100
60,1 - 75	50	50	40	125

TABELA 18 – FATORES DE DIVERSIDADE PARA CONDICIONADORES DE AR (EDIFÍCIOS COMERCIAIS)

NÚMERO DE UNIDADES	FATOR DE DIVERSIDADE
01 a 30	1,00
31 a 100	0,80
Acima de 100	0,70

TABELA 19 - FUSÍVEIS EM MÉDIA TENSÃO PARA CUBÍCULO MODULAR

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR (KVA)	FUSÍVEL (A)	DESCRIÇÃO	CÓDIGO
75	10	FUSIVEL HH 17KV 10A 508MM INT	2623002
112,5	10	FUSIVEL HH 17KV 10A 508MM INT	2623002
150	16	FUSIVEL HH 17KV 16A 508MM INT	2623003
225	25	FUSIVEL HH 17KV 25A 508MM INT	2623006
500	40	FUSIVEL HH 17KV 40A 508MM INT	2623041