



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

OZIEL BRILHANTE DE SOUZA JUNIOR

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2015

OZIEL BRILHANTE DE SOUZA JUNIOR

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*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Orientador:
Prof. Dr. Edgar Roosevelt Braga Filho

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2015

OZIEL BRILHANTE DE SOUZA JUNIOR

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Trabalho de conclusão de curso
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*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Aprovado em / /

Prof. Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Prof. Dr. Edgar Roosevelt Braga Filho
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Aos meus pais Oziel Brilhante de Souza e Maria Lúcia Bezerra da Silva, e a meu irmão Jedson Eduardo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à meus pais Oziel Brillhante de Souza e Maria Lúcia Bezerra da Silva, por terem se esforçados tanto para me dar uma boa educação, por terem sempre me alimentado com força, coragem e esperança, as quais foram essências para superação de todas adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço também à Instituição, pela minha acolhida e pelas condições oferecidas, que me permitiram concluir este estágio.

Ao meu supervisor Engenheiro Jonas Agápito de Medeiros e ao meu professor orientador Edgar Roosevelt Braga Filho, pela paciência, atenção e pelos ensinamentos que contribuíram muito para minha formação profissional.

Aos engenheiros eletricitas Camila Guedes e João Helder Gonzaga, da Prefeitura universitária da UFCG, por me auxiliar durante as atividades do estágio.

À Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, por ter sempre procurado o melhor para os alunos e por ter nos tratado com carinho e respeito.

“Vencer sem riscos é triunfar sem glória.”

Pierre Corneille

RESUMO

Neste relatório serão apresentados os trabalhos que foram executados no âmbito do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde desta Universidade, tendo como objetivo principal o projeto da rede de distribuição de energia daquele Centro, baseado em documentação normalizada e referente a instalações elétricas de baixa e média tensão, padrões e especificação de materiais de distribuição, bem como, iluminação de ambientes de trabalho, tal projeto foi efetivamente desenvolvido para aquela Unidade de Ensino, incluindo ainda a utilização de softwares dedicados a sua consecução, como AutoCAD, DIALux e demais referências bibliográficas da área de concentração.

Palavras-chave: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, instalações elétricas prediais, Autocad, DIALux.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-32000 e sua curva de isolux.....	25
Figura 2. Luminária Philips SPP186 GB 1xSON-TPP250W SGR e sua curva de isolux..	25
Figura 3. Níveis de Iluminamento do Posto de Medição.	26
Figura 4. Representação de cores falsas do Posto de Medição.	26
Figura 5. Níveis de Iluminamento da Iluminamento do CCBS.....	27
Figura 6. Representação de cores falsas do Iluminamento no CCBS.	28

LISTA DE TABELAS.

Tabela 1. Vão Máximo para Média Tensão (Nua/Compacta).	11
Tabela 2. Valores da potência dos transformadores em kVA.....	19
Tabela 3. Valores de disjuntores 127/230 V.....	38
Tabela 4. Especificação dos condutores utilizados no projeto.	42
Tabela 5. Especificação dos eletrodutos utilizados no projeto.	42
Tabela 6. Área externa dos condutores.....	43
Tabela 7. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação. .	43
Tabela 8. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação. .	44
Tabela 9. Disjuntores a serem utilizados.	45

SUMÁRIO.

Capítulo 1: Introdução	1
Capítulo 2: Prefeitura universitária UFCG	2
Capítulo 3: Fundamentação	3
1) Transformadores	4
1. a) Transformador de Potencial (tp)	4
1. b) Transformador de Corrente. (tc)	5
2) Disjuntor	5
3) Chave Seccionadora	6
4) Para-Raios	6
5) Isoladores	7
6) Buchas	7
Capítulo 4: Projeto da rede de distribuição	8
4.1 Levantamento da Carga	8
4.2 Determinação de Demanda das Unidades Consumidoras já Ligadas	8
4.2.1 Rede primária	9
4.2.2 Rede secundária	9
4.3 Determinação de Demanda de Novas Unidades Consumidoras.	9
4.3.1 Rede primária	9
4.4 Locação dos Postes	10
4.4.1 Localização	10
4.4.2 Vão	11
4.5 Rede Primária	12
4.5.1 Tipos de Redes	12
4.5.2 Aplicação	12
4.5.3 Condutores utilizados na rede primária	13
4.6 Seccionamento	13
4.7 Proteção contra Sobrecorrentes	14
a) Tipo e Seção	14
b) Escolha das Chaves Fusíveis	15
c) Dimensionamento e Ajustes	15
4.8 Proteção contra Sobretensões	17
4.9 Aterramento	17
4.10 Transformadores de Distribuição	18

4.11	Posto de Medição e Proteção Primária	19
4.12	Rede Secundária	20
4.12.1	Condutores Utilizados para Rede Secundária	21
4.12.2	Condutores Utilizados para Rede Subterrânea	21
4.13	Dimensionamento dos Eletrodutos	21
4.14	Dimensionamentos dos Disjuntores	22
4.15	Cálculo Luminotécnico	23
4.15.1	Luminárias Utilizadas no DIALux	25
4.15.2	Iluminamento do Posto de Medição	26
4.15.3	Iluminação em Rede Secundária	27
Capítulo 5: Conclusão		29
Bibliografia.....		31
ANEXO A - Memorial Descritivo		32
1	Normas Técnicas de Referência	32
2	Descrição do Projeto Elétrico do Posto de Medição	33
2.1	Assunto	33
2.1.2	Finalidade	33
2.1.3	Condições Gerais.....	33
2.1.4	Previsão de Cargas.....	33
2.1.5	Eletrodutos.....	34
2.1.6	Iluminação	34
2.1.7	Iluminação de Emergência	34
2.1.8	Ramal de ligação	34
2.1.9	Ramal de Entrada.....	35
2.1.10	Cubículos de Medição e Proteção.	35
A.	Cubículos de Medição.....	36
B.	Cubículos de Proteção.....	36
2.1.11	Ramal de Saída.	37
2.1.12	Barramento de Média Tensão.	37
2.1.13	Malha de Aterramento.	37
2.1.14	Disjuntores.....	38
2.1.15	Detalhes Construtivos.....	38
ANEXO B - Memorial de Cálculo		40
1.	Dimensionamento dos Transformadores.	40
2.	Dimensionamento dos Condutores	41
3.	Dimensionamento dos Eletrodutos	42
4.	Dimensionamento dos Disjuntores	45

ANEXO C –Luminotécnica no Dialux.....	48
1. Dialux.	48
2. Tool Boxes de Aplicação Elétrica.	48
3. Ambientes utilizados para projeto luminotécnico.	49
ANEXO D – Projeto Elétrico no Autocad.....	50
1. AutoCAD.....	50
2. Tool Boxes de Aplicação Elétrica.....	50
3. Macros existentes.	51
4. Desenhos e Alterações.....	52
Pranchas do PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD	53

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Será apresentado sob a forma de relatório, e descrito de maneira sequencial, as principais atividades desenvolvidas pelo graduando junto à Prefeitura Universitária da Universidade Federal de Campina Grande, correspondente a estágio discente prestado durante os meses de fevereiro e março (04/02-26/03) do ano em curso, ao qual, fui inserido em uma equipe formada por engenheiros eletricitas, civis e arquitetos.

Neste sentido, além de uma revisão da conceituação básica referente aos sistemas de energia elétrica, efetivou-se o projeto da rede de distribuição de energia de uma das Unidades de Ensino e Pesquisa desta Universidade, como forma de atender a demanda da Prefeitura Universitária do Campus I desta Instituição.

Para tal, foram efetivadas várias visitas técnicas àquela Unidade, com vistas à coleta de dados preliminares dos pontos de consumo existentes, bem como, a atualização de diagramas unifilares dos setores de baixa e média tensão, como forma de adequação dos serviços à normalização em vigor.

Na sequência, foi realizado um levantamento expedito dos quadros de comando e proteção de baixa e média tensão da instalação como um todo, bem como da subestação principal da Unidade, conforme anteriormente citado.

Por outro lado efetivou-se o projeto propriamente dito da rede de distribuição, segundo referenciado, levando em conta não apenas as cargas pré-existentes, mais também a demanda potencial, relativa à expansão daquela Unidade de Ensino de Pesquisa.

CAPÍTULO 2: PREFEITURA UNIVERSITÁRIA UFCG

A Prefeitura Universitária, do Campus I desta Universidade, passou a ter esse *status* após o desmembramento da UFPB pela Lei 10.419/2002 e criação da UFCG. Ela pertence à estrutura da Reitoria da UFCG e tem suas atribuições definidas pela resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário [1].

Suas competências estão dispostas no artigo 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG, que são as seguintes:

- I – colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento, no planejamento e desenvolvimento físico dos campi da Universidade;
- II – elaborar estudos e projetos de edificações e infraestruturas nos campi ou fora deles quando do interesse da Universidade;
- III – solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia;
- VI – manter e conservar bens móveis e imóveis da universidade;
- V – gerenciar o setor de transportes;
- VI – planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações;
- VII – determinar o setor de exercício dos servidores lotados na Secretaria;
- VIII – zelar pela segurança da comunidade acadêmica, no âmbito dos campi, bem como pelo patrimônio da Universidade;
- IX – gerir os créditos provisionados e os recursos repassados, que se destinem à execução de suas atividades.

De modo geral e além das competências listadas, este órgão tem por objetivo promover ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura do Campus, implementando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia em todo o Campus.

CAPÍTULO 3: FUNDAMENTAÇÃO

A energia elétrica é indispensável para o desenvolvimento de um país e para o conforto das pessoas. Uma das formas de saber o quão desenvolvido é um país é através da análise do consumo de energia elétrica. Dessa forma, todo país deve investir na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica para garantir o suprimento de suas cargas e assegurar o desenvolvimento industrial e conseqüentemente, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social.

No nosso país a geração elétrica é fortemente baseada no aproveitamento hidráulico, podendo, em algumas situações, haver transformação de outros tipos de energia. De forma complementar através de fontes renováveis (a força das águas, dos ventos, o sol e a biomassa), ou não renováveis (combustíveis fósseis, e nucleares).

Após a geração, a energia é conduzida a subestação elevadora, onde transformadores elevam o valor da tensão elétrica. Assim, nesse nível de tensão, a energia ser transmitida até às proximidades de onde serão consumidas.

Antes do consumo propriamente dito, esse nível de tensão deve ser reduzido na subestação abaixadora, para em seguida ser transmitida às linhas de distribuição, que podem ser subterrâneas ou, como é mais comum, aéreas. Finalmente, a energia elétrica é transformada novamente para os padrões de consumo local e chega às residências e a outros estabelecimentos.

Já a transmissão de energia elétrica é o processo de levar energia a dois pontos distantes. Isso é realizado por meio de linhas de transmissão de alta tensão geralmente usando corrente alternada, conectando assim uma usina ao consumidor. Esse processo é dividido em duas faixas, a transmissão propriamente dita, para potências mais elevadas e ligando grandes centros, e a distribuição, usada dentro de centros urbanos.

Pode-se afirmar que é necessário elevar o nível de tensão para diminuir a corrente a ser transmitida, buscando reduzir perdas e custo com cabos. Conseqüentemente, torna-se indispensável o uso de subestações elevadoras e abaixadoras que utilizam transformadores para as conversões dos níveis de tensão.

Cada linha de transmissão possui um nível de tensão nominal. Encontram-se linhas de até 750 kV, com diversos estudos e protótipos em 1 a 1,2 MV. As linhas de distribuição são usualmente na faixa de 13,8 kV. Para a conversão entre níveis de tensão usam-se transformadores.

Neste sentido, faz-se a seguir um descritivo dos principais elementos de redes de distribuição, salientando o papel imprescindível do transformador de potência, dos transformadores utilizados em circuito de medição (TP e TC), dos elementos de interrupção de circuitos, como disjuntores e chaves seccionadoras, bem como, dos elementos passivos de proteção e isolamento do sistema de distribuição.

1) TRANSFORMADORES

O transformador é um conversor de energia, cuja operação pode ser explicada em termos do comportamento de um circuito magnético excitado por uma corrente alternada. Consiste de duas ou mais bobinas de múltiplas espiras enroladas no mesmo núcleo magnético e isoladas deste. Uma tensão alternada aplicada à bobina de entrada (primário) estabelece um fluxo magnético variável no núcleo, o qual induz uma tensão na bobina de saída (ou secundário). Não existe conexão elétrica entre a entrada e a saída do transformador.

Com relação ao número de fases, os transformadores de potência podem ser classificados em monofásicos ou trifásicos. Já quanto ao número de enrolamentos eles se classificam em:

Transformadores de um ou dois enrolamentos: possuem dois ou mais enrolamentos isolados eletricamente uns dos outros (primário, secundário e terciário);

Autotransformadores: possui apenas um enrolamento, com ramificações para obter outros níveis de tensão.

1. A) TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)

Normalmente em sistemas acima de 600 V, as medições de tensão não são feitas diretamente da rede primária e sim através de equipamentos denominados transformadores de potencial ou TP. Estes equipamentos têm como finalidades isolar o

circuito de baixa tensão (secundário) do circuito de alta tensão (primário) e de reproduzir os efeitos transitórios e de regime permanente aplicado ao circuito de alta-tensão, o mais fielmente possível, no circuito de baixa tensão.

1. B) TRANSFORMADOR DE CORRENTE. (TC)

Os medidores e relés de proteção do tipo corrente alternada são atuados por correntes e tensões supridas por transformadores de corrente e de potencial. Estes transformadores proporcionam isolamento contra a alta tensão do circuito de potência. Eles são chamados de transformadores para instrumentos e suprem os relés e medidores com quantidades proporcionais aos circuitos de potência, mas suficientemente reduzidas, de forma que estes instrumentos podem ser fabricados relativamente pequenos, do ponto de vista de isolamento.

Os transformadores de corrente, também chamados de TC, têm seu enrolamento primário ligado em série com o circuito de alta tensão. A impedância do transformador de corrente, vista do lado do enrolamento primário é desprezível, comparada com a do sistema ao qual estará instalado, mesmo que se leve em conta a carga que se coloca em seu secundário. Desta forma, a corrente que circulará no primário dos transformadores de corrente é ditada pelo circuito de potência, chamado de circuito primário.

2) DISJUNTOR

O disjuntor é um dispositivo que pode interromper um circuito mesmo em condições anormais de tensão ou corrente. É um equipamento complexo, sendo ele a alma da proteção dos sistemas elétricos, pois sobre o mesmo atua todo o esquema de relés de proteção assegurando assim a continuidade do fornecimento de energia.

A principal função dos disjuntores é a interrupção de correntes de falta tão rapidamente quanto possível, de forma a limitar a um mínimo os possíveis danos aos equipamentos pelos curtos-circuitos. Além das correntes de falta, o disjuntor deve ser capaz de interromper correntes normais de carga, correntes de magnetização de transformadores e reatores e as correntes capacitivas de bancos de capacitores e linhas em vazio.

O disjuntor deve ser capaz também de fechar circuitos elétricos, não só durante condições normais de carga, como na presença de curtos-circuitos. Algumas falhas podem ser temporárias, como por exemplo, um galho de árvore que cai sobre a linha de distribuição, fecha curto-circuito e cai no chão retirando o curto e por este motivo são feitas algumas tentativas de religar o sistema, caso o defeito persista é feito o desligamento definitivamente.

As funções mais frequentemente desempenhadas pelos disjuntores são, em primeiro lugar, a condução de correntes de carga na posição fechada, seguindo-se o isolamento entre duas partes de um sistema elétrico. Em geral, os disjuntores são solicitados a mudar de uma condição para outra ocasionalmente e a desempenhar a função de abrir faltas ou fechar circuitos sob falta apenas muito raramente.

3) CHAVE SECCIONADORA

As chaves desempenham diversas funções nas subestações. A mais comum é a de seccionamento de circuitos por necessidade operativa ou por necessidade de isolar componentes do sistema (equipamentos ou linhas) para realizar manutenção nos mesmos. Neste último caso, as chaves abertas, que isolam o componente em manutenção, devem ter uma suportabilidade entre terminais às solicitações dielétricas de forma que o pessoal de campo possa executar o serviço de manutenção em condições adequadas de segurança.

4) PARA-RAIOS

Os para-raios são equipamentos responsáveis por funções de grande importância nos sistemas elétricos de potência, contribuindo decisivamente para a sua finalidade, economia e continuidade de operação.

Os equipamentos de uma subestação podem ser solicitados por sobretensões provenientes de ocorrências no sistema ou de descargas atmosféricas. Com o objetivo de impedir que estes equipamentos sejam danificados, é necessária a instalação de dispositivos de proteção contra sobretensões, sendo os para-raios os equipamentos mais adequados para esta finalidade. Atuam como limitadores de tensão, impedindo que

valores acima de um determinado nível pré-estabelecido possam alcançar os equipamentos para os quais fornecem proteção.

De uma forma geral, pode-se afirmar que se trata de um equipamento bastante simples do ponto de vista construtivo. Um para-raios é constituído de um elemento resistivo não-linear associado ou não a um centelhador em série. Em operação normal, o para-raios é semelhante a um circuito aberto. Quando ocorre uma sobretensão, o centelhador dispara e uma corrente circula pelo resistor não-linear impedindo que a tensão nos seus terminais ultrapasse um determinado valor.

É possível a eliminação do centelhador, utilizando-se somente o resistor não-linear se o material não-linear apresentar uma característica suficientemente adequada para esta finalidade. Os elementos utilizados no componente não-linear são o carboneto de silício (SiC) e o óxido de zinco (ZnO).

5) ISOLADORES

Instalados em conjuntos, estes elementos formam uma cadeia de isoladores, as quais servem para fixar os condutores nas estruturas, mantendo-se o isolamento necessário entre eles. Em geral os isoladores são discos de vidro, porcelana ou poliméricos. As ferragens são dimensionadas para suportarem as cargas mecânicas transmitidas pelos cabos condutores e às solicitações elétricas pelas sobretensões que ocorrem numa linha de transmissão.

6) BUCHAS.

As buchas são empregadas para a passagem de um condutor de alta tensão através de uma superfície aterrada, como o tanque de um transformador ou de um reator.

Elas devem ser capazes de transportar as correntes dos equipamentos em regime normal de operação e de sobrecarga, de manter o isolamento, tanto para a tensão nominal quanto para as sobretensões, e de resistir a esforços mecânicos. De acordo com suas funções, classificam-se em: buchas de terminais de linha, buchas de terminais de neutro e buchas de terciário.

CAPÍTULO 4: PROJETO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O projeto de um sistema de distribuição tem como propriedade característica sua dedicação à funcionalidade do ramal de energia ao qual venha a ser interligado e às cargas de consumo a serem alimentadas.

Desse modo seu desenvolvimento é condicionado de forma mais ou menos sequencial, a etapas ou fases do processo de concepção, visando atender plenamente a energização de cargas pré-existentes e outras de caráter potencialmente perspectivas.

Neste sentido, as obtenções de dados preliminares, o levantamento de cargas atuais, bem como, a determinação da demanda existente e de potenciais unidades de consumo a serem interligadas ao sistema, configuram-se como tarefas essenciais a esse propósito.

Por outro lado a compatibilidade com a carga, por meio da especificação de transformadores e disjuntores, o estudo da esparsidade do sistema, por meio do cálculo da rede primária, bem como, a locação do posteamento e proteção do sistema, tornam-se elementos sequenciais imprescindíveis ao desenvolvimento do projeto.

Desse modo e de maneira descritiva são apresentadas a seguir, as principais diretrizes dessa abordagem, levando em consideração o estudo de caso tratado e relativo a Unidade de ensino em questão.

4.1 LEVANTAMENTO DA CARGA

Consiste no levantamento da carga quando necessário, dos consumidores primários e secundários, medições necessárias de carga, verificação das condições locais para estimativa de crescimento (histórico e perspectivas), e determinação de demandas atuais e projetos de demandas futuras de todos os outros consumidores existentes e potenciais. Para o projeto o estagiário foi designado a fazer o levantamento das cargas a partir da corrente nominal dos disjuntores existentes no local.

4.2 DETERMINAÇÃO DE DEMANDA DAS UNIDADES

CONSUMIDORAS JÁ LIGADAS

4.2.1 REDE PRIMÁRIA.

A demanda da rede primária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos de Média Tensão existentes, levantados em campo. O estudo da demanda do local, foi feito levando em consideração o fator de demanda máxima para Universidades, conforme *tabela 14 da NDU-002*

4.2.2 REDE SECUNDÁRIA

A demanda da rede secundária será determinada de acordo com os dados elétricos dos circuitos de Baixa Tensão existentes, levantados em campo.

4.3 DETERMINAÇÃO DE DEMANDA DE NOVAS UNIDADES CONSUMIDORAS.

4.3.1 REDE PRIMÁRIA

A determinação das cargas para dimensionamento da rede primária será feita basicamente do seguinte modo:

a) Cargas concentradas.

Consumidores acima de 75 kVA, ou edificações de uso coletivo com carga instalada acima de 300 kVA para Energisa Paraíba e Energisa Borborema.

Pode-se determinar a demanda das seguintes formas:

- Através dados de faturamento de consumidores do mesmo ramo de atividade
- Estimativa a partir da carga instalada

$$D_{\text{máx.}} = C_{\text{inst}} \times FD_{\text{máx.}}$$

Em que, C_{inst} define a carga instalada, e $FD_{\text{máx}}$ define o fator de demanda máxima.

4.4 LOCAÇÃO DOS POSTES

4.4.1 LOCALIZAÇÃO.

A localização dos postes, ao longo das ruas e avenidas, deve ser escolhida levando-se em conta os seguintes aspectos:

- a) O projetista deve sempre avaliar o efeito da rede proposta no meio ambiente onde será construída, procurando sempre minimizar ou eliminar os aspectos que possam interferir diretamente no desempenho do fornecimento de energia elétrica e evitando desmate de árvores e demais formas de vegetação.
- b) Procurar local prevendo-se futuras extensões, para evitar remoções desnecessárias.
- c) Os postes deverão ser locados de tal forma que se garanta o comprimento do ramal de ligação de no máximo 40 (quarenta) metros nas redes urbanas e no meio rural.
- d) Procurar local, sempre que possível, na divisa do lotes.
- e) Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, garagens, marquises, anúncios luminosos, etc.
- f) Evitar que a posteação passe do mesmo lado de praças, jardins, igrejas e templos que ocupam grande parte da quadra.
- g) Verificar junto aos órgãos municipais, planos futuros de urbanização, em especial a possibilidade de plantio de árvores.
- h) Verificar a possibilidade de arranchamento na estrutura, função do esforço dos cabos em relação ao perfil da rua.
- i) Tomar cuidado com as possíveis tubulações subterrâneas de água, esgoto, rede telefônica, galerias de águas pluviais, gás, etc.
- j) Quando não for possível a instalação de um único poste na esquina, por razões de segurança, desalinhamento pronunciado na posteação e impossibilidade de manter o menor espaçamento entre postes, devem ser previstos os cruzamentos ou derivações conforme desenhos 001 e 002.
- k) Existindo desnível acentuado no terreno em cruzamento de ruas/avenidas, os postes devem ser locados preferencialmente nas esquinas. Não sendo possível, a distância máxima entre o eixo do poste e o ponto de cruzamento da rede não

deve ser superior a 5m.

- l) A distância do eixo do poste ao meio fio é definida no desenho 005 da NDU-004.
- m) Evita, quando possível, posteação em rotatórias e em curvas de ruas e avenidas.

4.4.2 VÃO

O vão entre os postes irá variar de acordo com a configuração da rede e do perfil do terreno, sendo tomada como base a tabela 1 mostrada a seguir:

Tabela 1. Vão Máximo para Média Tensão (Nua/Compacta).

Sem BT	80m
Com BT 3Ø	40m
Com BT: 2Ø ou 1Ø	60m

Durante a locação são anotados, na planta, detalhes necessários ao projeto, tais como:

- a) Estrutura primária e ou secundária a ser usada.
- b) Afastamento mínimo da rede primária, secundária e comunicação.
- c) Desnível para conexões aéreas.
- d) Concretagem de poste.
- e) Saídas de ramais aéreos e subterrâneos.
- f) Derivações para consumidores a serem ligados no primário.
- g) Instalação de equipamentos em postes perto de janelas, sacadas, etc.
- h) Levantamento de travessias.
- i) Altura de linhas de comunicação nos cruzamentos com a rede.
- j) Localização do padrão de entrada de energia.

- k) Estado físico do arruamento.
- l) Pedidos de serviço/ligação.
- m) Interferência com arborização.
- n) Reparo de calçadas pavimentadas.
- o) Braço de iluminação pública.

No projeto do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, os postes foram locados a uma distância de 1,5 m do muro, já a norma determina uma distância mínima de 1 m, esta diferença se dá para termos um aumento na margem de segurança, e a distância entre os postes pela norma deverão ser de até no máximo de 40 m, porém foram locados em 28 m, já que com os mesmo postes utilizaremos para fazer a iluminação com a rede secundária, então para uma melhor distribuição do iluminamento, foi escolhida essa distância entre os postes.

4.5 REDE PRIMÁRIA

A rede primária será trifásica a 4 fios ou monofásica a 2 fios, com o neutro multiterrado e conectado a malha de terra na Subestação.

4.5.1 TIPOS DE REDES

- a) Rede com condutores nus (convencional), na área de concessão da Energisa Paraíba.
- b) Rede com condutores protegidos (rede compacta), na área de concessão da Energisa Paraíba.

4.5.2 APLICAÇÃO

As redes compactas aplicam-se a sistemas de distribuição urbanos ou rurais, onde são verificados os seguintes problemas:

- a) Desligamentos provocados por interferência da arborização com a rede
- b) Desligamentos provocados por descargas atmosféricas.
- c) Locais de frequentes ocorrências de objetos lançados à rede.
- d) Congestionamentos de estruturas.
- e) Podas drásticas de árvores.

f) Saída de alimentadores das Subestações (alternativa técnica-econômica).

4.5.3 CONDUTORES UTILIZADOS NA REDE PRIMÁRIA.

a) Tipo e Seção

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede primária serão de alumínio (CA), cujas características básicas estão indicadas na tabela 26 – NDU 006. Deverão ser utilizadas as seguintes seções: 2 AWG, 1/0 AWG, 4/0 AWG e 336,4 MCM para rede convencional e cabos protegidos de 50, 120 e 185 mm² para redes compactas.

b) Carregamento

O dimensionamento dos condutores de uma rede primária deve ser feito observando-se os seguintes pontos básicos:

- Máxima queda de tensão admissível, em condições normais e de emergência.
- Capacidade térmica dos condutores, considerando-se o carregamento em condições normais (corrente admissível a 30°C ambiente + 40°C de elevação) e de emergência (corrente admissível a 30°C ambiente + 70°C de elevação).

De acordo com os critérios de seccionamento e manobra, o carregamento máximo de tronco de alimentadores interligáveis deverá ser de 60% em relação à sua capacidade térmica, para localidades com mais de 2 alimentadores, e 50% para localidades com 2 alimentadores.

4.6 SECCIONAMENTO

O seccionamento projetado deve prever a complementação dos recursos operativos necessários após a conclusão do projeto de proteção, Deve-se proceder a uma análise criteriosa da localização e dos tipos de chaves a serem utilizados, de modo a assegurar maior eficiência na continuidade e segurança no fornecimento de energia.

Serão utilizadas as chaves seccionadoras unipolares de 400 A, para 15 kV com gancho para abertura em carga tipo “loadbuster”, chaves a óleo e chaves de transferência automática comandadas à distância. As chaves com isolamento para 15 kV só poderão ser utilizadas após o limite de 0,5 km da orla marítima. A localização das chaves deve ser definida usando a minimização do tempo e das áreas afetadas pela interrupção,

durante os serviços de manutenção ou situações de emergência, bem como nos casos de transferência de carga de um alimentador para outro, nas interligações.

As chaves seccionadoras devem ser previstas onde não for possível a instalação de dispositivo de proteção (seja por problema de nível de curto-circuito ou de coordenação), nos troncos de alimentadores, nos pontos de interligação e ao longo dos mesmos, de tal forma a dividi-los, normalmente, em quatro ou seis trechos, de cargas aproximadamente iguais. Devem-se instalar as chaves em locais de fácil acesso e identificação.

4.7 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES

As diretrizes detalhadas de proteção, incluindo critérios de instalação, dimensionamento, ajustes e coordenação de equipamentos de proteção, constam na Norma de Proteção da Distribuição. As principais diretrizes estão resumidas a seguir:

A) TIPO E SEÇÃO

Os critérios orientativos a seguir descritos estão indicados na **tabela 4 da NDU-006**:

- Na saída de alimentadores nas Subestações de distribuição:
 - Religadores ou equipamentos com proteção de terra, nos circuitos alimentadores onde se deseja coordenação ou seletividade com os demais equipamentos de proteção instalados na rede.
- Nos ramais e sub-ramais:
 - Seccionalizador: em redes de distribuição onde se deseja suprir áreas sujeitas a falhas transitórias, cuja probabilidade elevada de interrupção tenha sido constatada através de dados estatísticos.
 - Chave fusível: em ramais, observando que o número máximo de elos instalados em série não exceder 3, sem considerar a chave de proteção do transformador; desde que exista visualização do ponto de transformação a partir do ponto de derivação.

Recomenda-se instalar chave-fusível nos seguintes pontos:

- No início dos ramais com extensões até 300 m, que possuem apenas um transformador, dispensando a instalação da chave no ponto de transformação, desde que exista visualização do ponto de transformação a partir do ponto de derivação.
- Em locais de grande arborização ou grande incidência de pipas, etc..
- Após cargas, cuja importância recomende maior continuidade de serviço.
- Em alguns sub-ramais derivados de ramais longos, ou de ramais protegidos por religadores ou seccionalizadores ou quando tenham, em sua derivação, chaves faca.
- Para proteger transformadores de distribuição, deslocando a proteção quando viável.
- Em derivações monofásicas de redes trifásicas.
- Como proteção de bancos de capacitores.
- Para proteger os ramais de ligação em MT, conforme *NDU-002*.

B) ESCOLHA DAS CHAVES FUSÍVEIS

As chaves fusíveis projetadas deverão estar de acordo com as chaves padronizadas pelas ENERGISA na norma de Padrões de Materiais *NDU-010*, observando-se o seguinte aspecto:

- Deve ser seguido o mesmo critério na escolha da tensão nominal de isolamento que o utilizado para as chaves seccionalizadoras.

Como o projeto da subestação terá uma potência máxima de 600 kVA, serão escolhidas chaves fusíveis de 300 A, que são determinadas para subestações de até 750 kVA.

C) DIMENSIONAMENTO E AJUSTES

- Para proteção de ramais com chaves fusíveis devem ser utilizados elos fusíveis, de acordo com a *tabela 5 da NDU006* desta norma.

O elo fusível será determinado conforme indicado a seguir:

- Para ramais exclusivamente com transformadores de distribuição e/ou prédios residenciais ligados em MT, os elos serão determinados de acordo com a demanda (kW).

- Ramal com transformadores trifásicos: conforme a **tabela 7 da NDU-006**, considerando:

1. Carga: I_N (elo-fusível) > I_{carga} , considerar sempre que possível a evolução do sistema para 3 anos.

2. Coordenação: Os elos-fusíveis deverão estar coordenados entre si e para o valor da máxima corrente de curto circuito no ponto de instalação do elo fusível protetor.

3. Sensibilidade: A corrente nominal do elo fusível deve ser menor ou igual à quarta parte da corrente curto-circuito fase-terra mínimo no fim do trecho protegido pelo fusível.

4. O elo-fusível deverá suportar a corrente transitória de magnetização durante, pelo menos 0,1 s.

- Nas derivações para atendimento à consumidores em MT os elos são dimensionados a partir da demanda do consumidor, de acordo com a **tabela 5 da NDU006**, exceto quando se tratar de alimentador exclusivo para um consumidor.

- Nos transformadores de distribuição os elos são dimensionados a partir da capacidade do transformador, de acordo com as **tabelas 6 e 7 da NDU 006**.

- Nos bancos de capacitores, os elos deverão ser dimensionados de acordo com a **tabela 8 da NDU-006**.

4.8 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Os pára-raios de média tensão devem ser instalados próximos das buchas primárias do equipamento a ser protegido.

Deverão ser projetados nos seguintes pontos:

- Em estruturas que contenham reguladores, religadores, seccionadores e chaves facas normalmente abertas, nos lados fonte e carga.
- Transição de rede aérea para subterrânea ou vice-versa.
- Transformadores que atendem cargas especiais, em qualquer caso (hospitais, escolas, estações de água, quartéis, prédios públicos, etc.).
- Em áreas de predominância de edificações verticais não devem ser instalados pára-raios em transformadores localizados entre pára-raios adjacentes, cuja distância seja inferior a 500 m, em qualquer direção linear da rede.
- Em transformadores de distribuição em final de linha ou atendidos por Rede Compacta.
- Em transição de rede convencional para rede protegida ou vice-versa.
- Em todas as três fases de um fim de rede trifásica mesmo quando segue uma das fases.
- Em transição de RDU para RDR ou vice-versa.
- Em todo final de rede.

Os para-raios de baixa tensão devem ser instalados no cabo, logo após a bucha secundária do equipamento transformador.

4.9 ATERRAMENTO

O aterramento da rede de distribuição obedecerá aos seguintes critérios: Na área de concessão da Energisa Sergipe e Energisa Paraíba (município com orla marítima) serão utilizados hastes de terra de aço cobreado de 2400mm x 5/8" com cabo de aço cobreado de 3 x 9 AWG e na área de concessão da Energisa Borborema, e Energisa Paraíba (demais municípios) serão utilizados hastes de terra tipo cantoneira de aço galvanizado de 2400mm x 25mm e cabo de aço de 1/4".

Todos os para-raios e carcaças dos religadores, seccionalizadores, reguladores, capacitores, chaves a óleo e dos transformadores terão o condutor do aterramento interligado ao neutro da rede, com uma malha de no mínimo 3 (três) hastes e conforme **desenho 108 e 109 da NDU-004**.

A ligação do condutor neutro, dos para-raios e das carcaças dos equipamentos a serem protegidos à terra, deverá ser comum e estar conectada ao condutor de aterramento.

O condutor neutro deverá ser contínuo, multiaterrado e conectado à malha da Subestação.

Em redes de distribuição, o neutro deve ser aterrado em intervalo de aproximadamente 300m, com 3 (três) hastes de terra, conforme **desenho 107 e 108 da NDU-004** de modo que nenhum ponto da rede se distancie mais de 200 m de um ponto de aterramento.

Todo fim de rede, MT e BT, terá o seu neutro aterrado com uma malha de 3 (três) hastes.

É necessária a conexão do estai ao condutor neutro.

Quando houver BT, o neutro da mesma servirá como neutro da rede. Não havendo BT, o neutro, para redes de MT será de no mínimo 2 AWG para condutores fase de bitola 1/0, 1/0 para condutores fase de bitola 4/0 AWG e 336 MCM. Nas redes compactas o cabo mensageiro servirá como neutro e deverá estar interligado ao neutro da BT.

4.10 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

Serão utilizados transformadores trifásicos e monofásicos conforme padronização da norma **NDU-008**.

As potências nominais, padronizadas para transformadores de distribuição para postes a serem utilizados em redes aéreas urbanas, são as seguintes:

- Transformadores trifásicos: 15; 30; 45; 75; 112,5; 150; 225 e 300 kVA, sendo este último somente para Energisa Paraíba e Energisa Borborema
- Transformadores monofásicos: 5; 10 e 15 KVA.

- Os transformadores trifásicos de 112,5, 150, 225 e 300 KVA devem ser utilizados em áreas tipicamente comerciais, industriais ou nos casos de atendimento a múltiplas unidades.

Serão utilizados três transformadores de distribuição, configuração essa que facilita as manobras para manutenções e também para uma melhor distribuição, aproveitando-se ao máximo o modelo da rede de distribuição de forma anelar. As potências dos transformadores são mostradas na tabela 2:

Tabela 2. Valores da potência dos transformadores em kVA.

Transformador-1	225 kVA
Transformador-2	150 kVA
Transformador-3	225 kVA

4.11 POSTO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO PRIMÁRIA

É aquele destinado à localização dos equipamentos auxiliares da medição, tais como transformadores de corrente e de potencial. Esse posto é de uso exclusivo da concessionária, sendo o seu acesso devidamente lacrado, de modo a não permitir a entrada de pessoas estranhas à companhia fornecedora. A sua construção é obrigatória nos seguintes casos:

- Quando a potência de transformação for superior a 225 kVA;
- Quando existir mais de um transformador na subestação;
- Quando a tensão secundária do transformador for diferente da tensão padronizada pela concessionária.

Quando a capacidade de transformação for igual ou inferior a 225 kVA, caso de pequenas indústrias, a medição é feita em tensão secundária, sendo dispensada a construção do posto de medição. Porém, se há perspectiva de crescimento da carga, é conveniente prever o local reservado ao posto de medição, evitando futuros transtornos.

A maneira de instalar os equipamentos auxiliares de medição varia para cada concessionária, que se obriga apenas a fornecer gratuitamente os transformadores de corrente, de potência e medidores. As normas de fornecimento dessas concessionárias geralmente estabelecem os padrões dos suportes necessários à fixação desses equipamentos.

Já para a proteção é destinado à instalação de chaves seccionadoras, fusíveis ou disjuntores responsáveis pela proteção geral e seccionamento da instalação. A NBR 14039 estabelece que, para subestações com capacidade de transformação trifásica superior a 300 kVA, a proteção geral na média tensão deve ser realizada por meio de um disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51, proteções de fase e neutro, 64 /6r 0e56 de chave seccionadora e fusível; neste caso, adicionalmente, a proteção geral, na baixa tensão, deve ser realizada através de disjuntor.

4.12 REDE SECUNDÁRIA

A rede secundária poderá ser alimentada por transformadores trifásicos ou monofásicos, obedecendo-se os critérios básicos estabelecidos neste item.

No primeiro caso, o secundário será a 4 fios, com neutro multiterrado e comum ao primário. No segundo caso, o secundário será a 3 ou 2 fios com o neutro multiterrado e comum ao primário.

A tensão nominal da rede secundária será de 380/220V e 230V nas áreas de concessão da Energisa Borborema e Energisa Paraíba, quando alimentada por transformadores trifásicos e monofásicos, respectivamente.

As faixas de tensão favorável e tensão tolerável permitida estão definidas nas **tabelas 10 e 11 da NDU-006**.

A configuração da rede secundária dependerá basicamente das condições de projeto em virtude do traçado das ruas e densidade de carga, buscando-se sempre a otimização técnico-econômica.

4.12.1 CONDUTORES UTILIZADOS PARA REDE SECUNDÁRIA

Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede secundária serão cabos de alumínio multiplexados, com condutores fase em alumínio isolados em polietileno (XLPE- 90°C) para 0,6/ 1 kV e condutor mensageiro (neutro) nu em liga de alumínio, nas seguintes formações, cujas características básicas estão indicadas nas **tabelas 28 e 29 da NDU-006**.

4.12.2 CONDUTORES UTILIZADOS PARA REDE SUBTERRÂNEA

O dimensionamento técnico de um circuito nada mais é do que a aplicação das prescrições da NBR 5410/2004 relativas à escolha da bitola dos condutores e seus respectivos dispositivos de proteção..

Os critérios técnicos mais utilizados no dimensionamento dos condutores, são o critério da Capacidade de Condução de Corrente e o critério da Queda de Tensão. Estes critérios quando utilizados conduzem a menor seção possível do condutor que não venha comprometer a segurança, a qualidade e a durabilidade das instalações elétricas.

4.13 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

As prescrições para a instalação de eletrodutos estão contidas na NBR 5410/2004. Conforme essa norma, nas instalações elétricas que a mesma abrange somente são permitidos eletrodutos não-propagantes de chama e, se as instalações forem embutidas, estes devem suportar os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada. Além disso, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação. Nos mesmos, somente podem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e multipolares.

Com relação as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões, estas devem permitir que os condutores possam ser instalados e retirados facilmente. Para tanto, a taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das

seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 metros de comprimento para linhas internas às edificações e 30 metros para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 metros e o de 30 metros deve ser reduzido em 3 metros para cada curva de 90°.

Todos os cálculos do dimensionamento dos eletrodutos podem ser localizados no ANEXO B.

4.14 DIMENSIONAMENTOS DOS DISJUNTORES

O disjuntor é um dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito. Este dispositivo abre o circuito quando a corrente do circuito é superior a sua corrente nominal, evitando que os equipamentos conectados ao circuito se danifiquem.

Conforme a NBR 5410/2004, para assegurar a proteção dos condutores contra sobrecargas, as características de atuação do disjuntor devem ser tais que:

1. $I_B \leq I_n \leq I_Z$;
2. $I_2 \leq 1,45I_Z$;

Em que:

I_B é a corrente de projeto do circuito;

I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação;

I_n é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação;

I_2 é a corrente convencional de atuação.

A condição 2 é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores (ver Tabela 35 da NBR 5410/2004) não venha a ser mantida por um tempo superior a 100 h durante 12 meses consecutivos, ou por 500 h ao longo da vida útil do condutor. Quando isso não ocorrer, essa condição deve ser substituída por: $I_2 \leq I_z$.

Portanto para este projeto, o dimensionamento dos disjuntores foi feito de outra forma, já que, por falta de equipamentos específicos, como analisador de rede, ou de uma disponibilidade de tempo maior para que fosse feito um estudo de monitoramento das cargas durante determinados horários do dia com instrumentos de medição mais simples, utilizamos a corrente nominal dos disjuntores, daí determinamos a carga máxima, e demos um aumento em 50% dessa carga para dimensionar os novos disjuntores.

4.15 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Para determinar a quantidade de luminárias e a distribuição destas no ambiente, de forma a garantir o nível de iluminação adequado, que é indicado pela NBR ISO/CIE 8995-1/2013 para diversos tipos de ambientes, pode ser utilizado um dos seguintes métodos:

- Métodos dos lúmens;
- Método ponto por ponto;
- Método das cavidades zonais.

A comissão Internacional de Iluminação (CIE) definiu que os métodos mais utilizados para cálculo luminotécnico são o método dos lúmens e o método ponto a ponto. O método ponto a ponto é baseado na lei de Lambert, que define que a

iluminância é inversamente proporcional ao quadrado da distância do ponto iluminado ao foco luminoso.

O método dos lúmens, também conhecido como método do fluxo luminoso, passa por diversas etapas até chegar na determinação do número de luminárias e sua distribuição no ambiente, tais como: determinação da iluminância desejada, escolha da luminária e lâmpada, determinação do fator local, da eficiência do recinto e da luminária, do fator de utilização e do fator de depreciação. Durante essas etapas, é necessária a consulta a norma NBR ISO/CIE 8995-1/2013, que trata da iluminação de ambientes de trabalho e, a consulta a catálogos de fabricantes, com todas as informações técnicas das luminárias.

Na prática, durante a elaboração de um projeto elétrico, é inviável que o cálculo luminotécnico seja feito manualmente, pois demandará muito tempo e esforço. Geralmente os projetos luminotécnicos são feitos utilizando *softwares*, como o DIALux e o LUMISOFT.

Para fazer o cálculo luminotécnico utilizando o DIALux, inicialmente o usuário importa a planta arquitetônica do AutoCAD (software de elaboração de projetos), depois arrasta o delimitador para área desejada, informa o pé direito dessa área, escolhe o tipo de distribuição das luminárias no ambiente (distribuição de campo, circular, linear, entre outras), escolhe o tipo de luminária, as cores do piso, teto e paredes, a iluminância mantida de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1/2013, a altura do plano de trabalho e finalmente se inicia o cálculo. Para visualizar os dados, o DIALux gera um relatório contendo todas as informações necessárias para que seja possível analisar se esse cálculo está realmente adequado para o ambiente especificado. Se o valor da iluminância média estiver de acordo com a norma, o último passo é exportar o *ficheiro.dwg* para o AutoCAD.

4.15.1 LUMINÁRIAS UTILIZADAS NO DIALUX

A luminária utilizada para o projeto luminotécnico do posto de medição, pode ser vista na Figura 1.

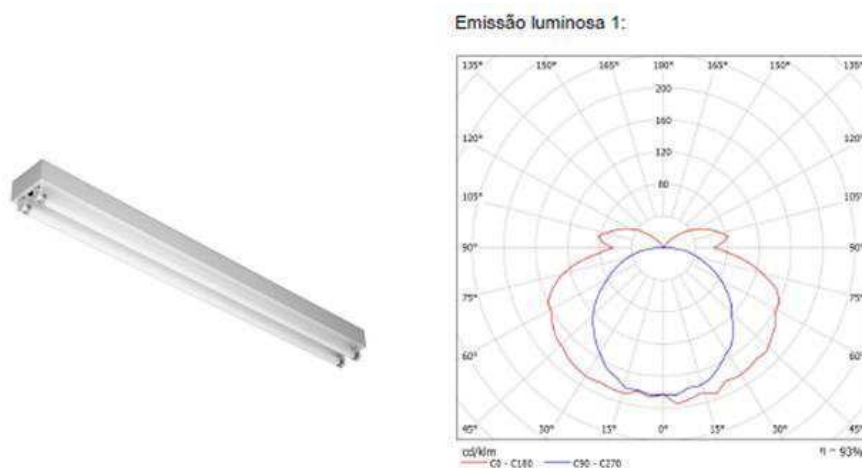


Figura 1. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-32000 e sua curva de isolux.

A escolha por este tipo de luminária se deu por meio da utilização da mesma de modo geral em obras realizadas pela prefeitura universitária da Universidade Federal de Campina Grande, além do seu alto rendimento com relação ao projeto luminotécnico, que será visualizado posteriormente.

A luminária utilizada para o projeto luminotécnico da rede de distribuição, pode ser mostrada a seguir na Figura 2.



Figura 2. Luminária Philips SPP186 GB 1xSON-TPP250W SGR e sua curva de isolux.

De forma análoga a luminária anterior, a escolha deste tipo de luminária se deu pelo fato de ser utilizada nas obras da Universidade, e rendimento satisfatório.

4.15.2 ILUMINAMENTO DO POSTO DE MEDIÇÃO

Os níveis de iluminamentos obtidos no projeto luminotécnico do posto de medição, fica evidenciado abaixo na Figura 3.

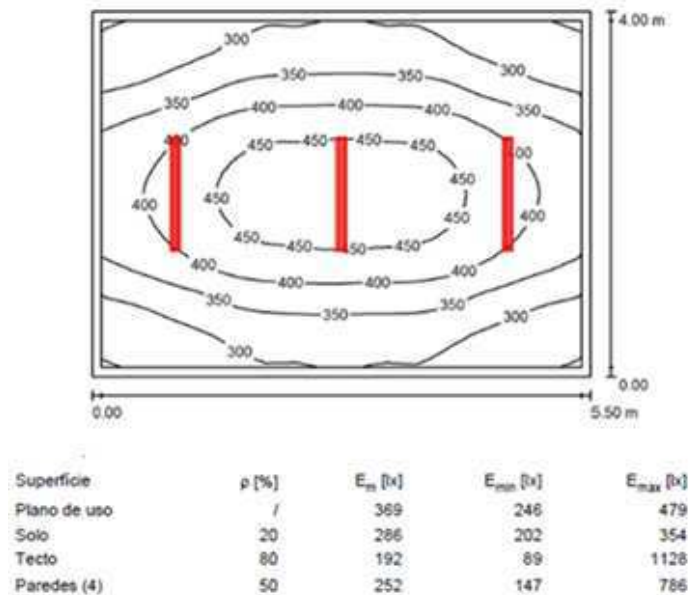


Figura 3. Níveis de Iluminamento do Posto de Medição.

A disposição das luminárias atende as normas luminotécnicas, com este resultado obtemos um nível satisfatório de iluminação, já que para plano de uso determinado pela norma o ideal para este tipo de edificação seria de 250 lux, e atingimos um iluminamento médio de 369 lux, superando as expectativas.

A representação de cores falsas obtida no projeto luminotécnico do posto de medição, é representado abaixo na Figura 4.

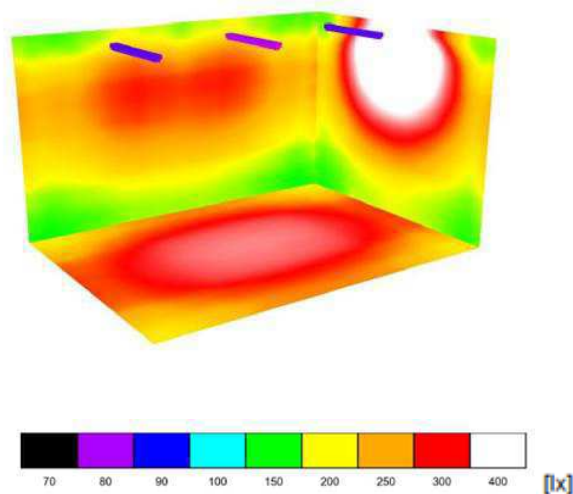
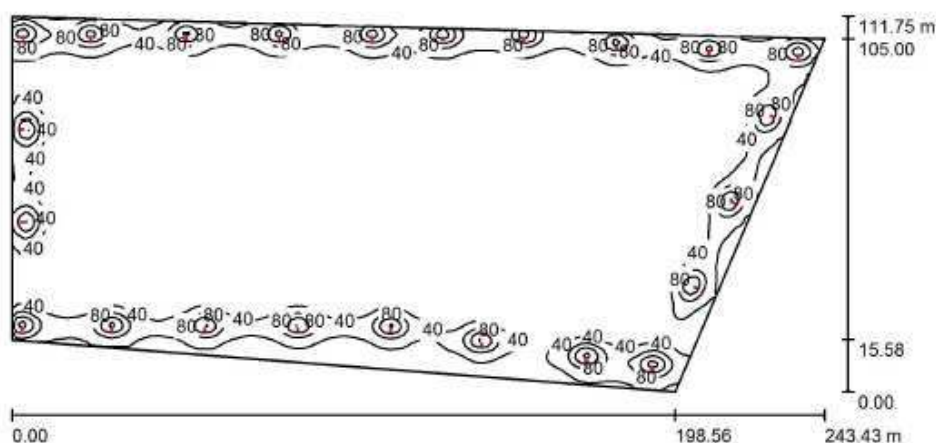


Figura 4. Representação de cores falsas do Posto de Medição.

Esta figura representa como é feita a distribuição de iluminação com estas luminárias, então podemos ver que nos locais onde os equipamentos vão ser localizados, será de maior nível de iluminação, assim facilitando qualquer tipo de manutenção ou reposição de equipamentos

4.15.3 ILUMINAÇÃO EM REDE SECUNDÁRIA

Os níveis de iluminamentos obtidos no projeto luminotécnico da rede de distribuição, fica evidenciado abaixo na Figura 5.



Altura da sala: 2.800 m, Altura de montagem: 9.000 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:1741

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	22	0.24	188	0.011
Solo	20	22	0.29	158	0.013
Tecto	80	4.62	0.11	31	0.024
Paredes (4)	50	32	11	105	/

Figura 5. Níveis de Iluminamento da Iluminamento do CCBS.

A disposição das luminárias segue as normas luminotécnicas, nesta figura temos a localização dos postes juntamente com as luminárias que serão utilizadas na rede secundária, o cálculo foi feito utilizando toda área do CCBS, por isso que o iluminamento médio ficou em torno de 22 lux, porém o projeto foi direcionado a atingir apenas as extremidades do CCBS, a figura 6 mostrará melhor este detalhamento.

A representação de cores falsas obtida no projeto luminotécnico da rede de distribuição, é representado abaixo na Figura 6.

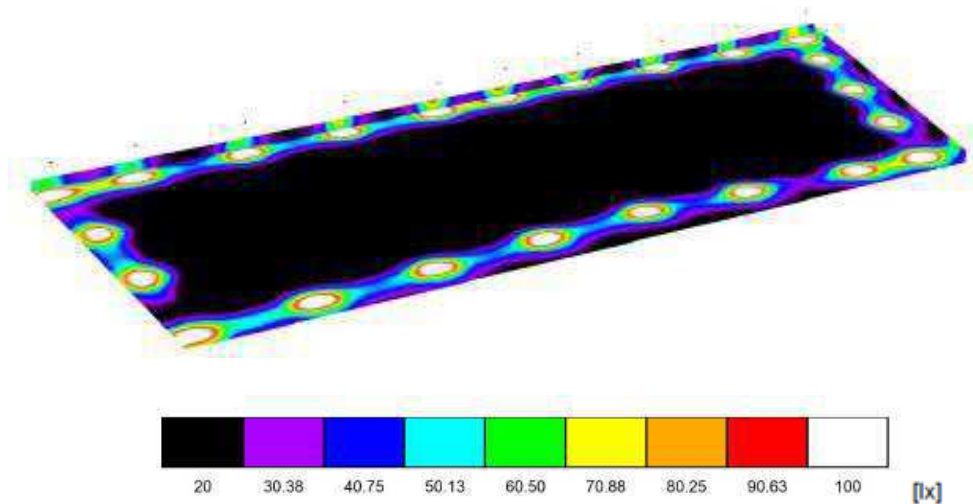


Figura 6. Representação de cores falsas do Iluminamento no CCBS.

Com esta figura podemos ver como o iluminamento das extremidades do campus, foi feito de maneira satisfatória, já que evitamos pontos cegos, e tentamos deixar ao máximo o iluminamento de forma contínua, esse iluminamento médio considerando apenas as extremidades seria em torno de 85 lux, ou seja, um nível bem mais satisfatório do que o representado na figura anterior, que englobou toda a área do campus nesse cálculo.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO

Este capítulo tem o propósito de descrever sequencialmente e de modo conclusivo as principais atividades desenvolvidas no decorrer do estágio curricular do graduando, prestado sob a forma supervisionada, na Prefeitura Universitária do Campus I da Universidade Federal de Campina Grande, assim como abordar aspectos conclusivos do referido trabalho.

No período correspondente foi adquirida uma visão geral de ordem prática na área de sistemas elétricos, particularmente no tocante a instalações elétricas prediais e industriais de baixa e média potência, evidenciando a importância da experiência junto ao setor elétrico na formação acadêmica de engenharia.

Pode-se destacar que através do convívio e trabalho conjunto com engenheiros e técnicos do setor, consolidou-se fortemente o conhecimento teórico adquirido no curso de graduação, além do contato e sociabilidade oportuna com profissionais de outras áreas.

Destaca-se ainda que o conjunto de atividades foi desenvolvido de modo suficientemente satisfatório no que concerne aos objetivos estabelecidos, com ênfase em trabalhos de inspeção, levantamento de cargas, adequação à demanda de energia e de projeto de redes de distribuição, os quais justificaram plenamente o investimento no estágio curricular.

Sob o aspecto prático e em face da normalização em vigência, evidenciou-se a não uniformização do prontuário das instalações elétricas existentes, em alguns setores da Unidade, razão pela qual se procedeu à devida atualização de diagramas unifilares, principalmente no tocante à locação dos pontos de consumo, posteamento, quadros de comando e subestação em utilização.

Tais procedimentos, além de possibilitar a aquisição de informações sobre a organização e potenciais manutenções das instalações existentes, garantiriam a implementação de medidas de prevenção de faltas e controle operacional sobre o subsistema elétrico existente da Unidade, bem como, a estimativa de cargas a serem potencialmente interligadas, consoante com futuras reformas e expansão das

instalações.

Relativamente a demais atividades realizadas, constatou-se a real necessidade do acompanhamento efetivo dos principais elementos do circuito de potência da instalação, sobretudo levando em consideração o projeto da rede de distribuição daquela Unidade de Ensino e Pesquisa desta Instituição.

Sob o ponto de vista do embasamento acadêmico, ficou evidenciada a importância de disciplinas como sistemas e equipamentos elétricos de potência, as quais fundamentaram sobremaneira a realização das atividades desenvolvidas.

BIBLIOGRAFIA

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico e Científico, 2010.

NISKIER, Julio & MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

Norma de Distribuição Unificada NDU-002– Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária.

Norma de Distribuição Unificada NDU-006– Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas.

Prefeitura Universitária – *UFCG*. Disponível em:
<<http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/sobre>> Acesso em 19/02/2015.

ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande

Localidade: Campina grande

Título do projeto: Projeto elétrico da rede de distribuição e do posto de medição para o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), pertencente à UFCG.

1 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 5410/2004–Instalações elétricas de baixa Tensão;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013– Iluminação de Ambientes de Trabalho
Parte 1: Interior
- Norma de Distribuição Unificada NDU-002– Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária.
- Norma de Distribuição Unificada NDU-004– Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Urbana.
- Norma de Distribuição Unificada NDU-006– Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas.
- Norma de Distribuição Unificada NDU-010 – Padrões e Especificações de Material da Distribuição.
- NR-10– Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade;
- NR-12– Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

2 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO DO POSTO DE MEDIÇÃO

2.1 ASSUNTO

Projeto de uma rede de distribuição de média e baixa tensão, assim como o posto de medição em média tensão.

2.1.2 FINALIDADE

Este projeto visa atender às adequações para o fornecimento de energia elétrica do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

2.1.3 CONDIÇÕES GERAIS

O projeto foi elaborado de acordo com normas da concessionária local e em conformidade com a ABNT. Neste caso, utilizou-se a Norma de Distribuição Unificada número 02 da Energisa – PB que trata sobre o fornecimento de energia elétrica em tensão primária. Portanto, o projeto da instalação contempla os seguintes itens abaixo:

- Diagrama unifilar da instalação indicando equipamentos e condutores usados;
- Planta de situação localizando os vários ramais e as edificações referentes à subestação dentro dos limites da propriedade;
- Plantas e elevações dos cubículos de medição e proteção abrigados;
- Planta com detalhes construtivos diversos.

2.1.4 PREVISÃO DE CARGAS.

Os cálculos serão feitos levando-se em consideração todos os disjuntores, incluindo os reservas, ou seja, disjuntores que poderão ser colocados em caso de futuras

ampliações.

Serão utilizados três transformadores em subestações aéreas, sendo dois 225 kVA e um de 150 kVA, para facilitar a distribuição e a manutenção.

2.1.5 ELETRODUTOS

Os eletrodutos utilizados devem ser do tipo embutidos de PVC rígido, antichama e de seções iguais a 3/4", 1" e 1 1/2", 2", 3" e 4"

2.1.6 ILUMINAÇÃO

Para os circuitos de iluminação devem ser utilizados:

- Lâmpadas fluorescentes tubulares de 16 e 32 W;
- Luminárias fluorescentes de sobrepôr 2x40 W, que suporta 2 lâmpadas de 32 W (lâmpada + reator = 40 W);
- Lâmpadas fluorescentes para postes de 250W;

2.1.7 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para a iluminação de emergência devem ser utilizadas unidades autônomas de iluminação de emergência (com bateria interna selada) com autonomia mínima de uma hora. O equipamento é ligado manualmente logo após a ocorrência de uma falta de energia. A recarga das baterias será feita internamente ao equipamento.

2.1.8 RAMAL DE LIGAÇÃO

Será usada estrutura aérea em cabo protegido XLPE, 179A 4.279 AWG (ver tabela 1 da NDU-02), derivando da rede da concessionária. No ponto de ligação será

instalada uma cruzeta em concreto do tipo N3-2 permitindo a redução de bitola. O ramal de ligação atenderá aos requisitos estabelecidos nos itens 7.1 e 7.2 da NDU-02.

Para efeito de proteção e manobra, serão instalados junto ao poste da concessionária os seguintes equipamentos:

- 03 (três) chaves faca unipolar, classe 15 kV, 400 A (ver Tabela 12 da NDU-02),
- 03 (três) para-raios polimérico de óxido de zinco, classe 15 kV, conectados por um cabo de cobre nu de 50 mm² à 03 (três) hastes de aterramento cobreadas de 5/8" x 2,40 m dispostas em linha e distantes 3 m uma da outra.

2.1.9 RAMAL DE ENTRADA

Serão utilizados vergalhões de cobre eletrolítico, redondos, bitola 6,3 mm² (ver tabela 4 da NDU-02), pintados nas cores vermelho, branco e marrom para identificar as fases **A**, **B** e **C** respectivamente. Eles serão assentados sobre isoladores de coluna, em porcelana, classe 15 kV adotando espaçamento entre fases de 45 cm.

As conexões entre os vergalhões serão feitas usando ligadores em latão, para condutor redondo (\varnothing 6,3 mm²), dos tipos: simples, em **T** e olhal. Já as conexões aos equipamentos de medição e proteção serão feitas por meio de terminais angulares e concêntricos de 6,3 mm².

2.1.10 CUBÍCULOS DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO.

O item 10.5 da NDU-02, estabelece que em subestações com capacidade acima de 300 kVA a medição deve ser realizada em média tensão e os equipamentos deverão ser abrigados em cubículo próprio numa edificação exclusiva.

A mesma norma estabelece que o disjuntor geral de proteção deve ficar, no máximo, a 50 m do último poste da concessionária. Porém, o posto de transformação será feito nos postes da área localizada. Portanto, optou-se por construir o cubículo de proteção junto ao de medição numa edificação separada localizada próxima ao ponto de entrega. Estes cubículos serão construídos em alvenaria.

A. CUBÍCULOS DE MEDIÇÃO.

A medição será feita em média tensão e o consumidor contratará junto à concessionária local a tarifa em regime horossazonal verde. Na parte interna do cubículo deve haver um suporte metálico para instalação dos seguintes equipamentos:

- 03 (três) transformadores de potencial, relação $13.800/\sqrt{3} - 115$ V (70:1), classe 15 kV (ver Tabela 10 da NDU-02), uso interno, ligação fase e neutro;
- 03 (três) transformadores de corrente, relação 25 – 5 A (25:5), classe de isolamento 15 kV, para uso interno (ver Tabela 9 da NDU-02).

Na parte externa, será instalada uma caixa de medição, tipo CM-4, ligada ao cubículo através de eletroduto aparente em aço galvanizado (\varnothing 32 mm²), contendo:

- 01 (um) medidor de energia ativa (kWh) e de demanda, trifásico, 120 V, a três elementos;
- 01 (um) medidor de energia reativa (kvarh) equipado com catraca, trifásico, 120 V, a três elementos;
- 01 (uma) chave de aferição.

O cubículo deverá ser isolado da área de circulação por meio de tela metálica em cantoneira *L* (1.1/2" x 1.1/2" x 3/16") e arame galvanizado 12 BWG, com malha de 10 mm, até a altura do teto sendo provida de porta para acesso (0,6 x 2,0 m) e dispositivo de selagem.

B. CUBÍCULOS DE PROTEÇÃO.

A proteção geral será em média tensão realizada exclusivamente por meio de disjuntor acionado por relé secundário. O cubículo será construído conforme indicado, sendo isolado da área de circulação através de tela metálica em cantoneira *L* (1.1/2" x 1.1/2" x 3/16") e arame galvanizado 12 BWG, com malha de 10 mm, até a altura de 2,0 m provida de porta para acesso (0,6 x 2,0 m). Na parte interior do cubículo serão instalados:

- 01 (um) disjuntor tripolar a pequeno volume de óleo (PVO), classe 15 kV, capacidade de interrupção de 350 MVA, uso interno, abertura automática,

comando frontal, operação manual.

- 01 (um) transformador de potencial, relação 13,8 kV/ 220 V, classe 15 kV, 1000 VA para serviço de iluminação;
- 01(uma) chave seccionadora tripolar, classe 15 kV, 400 A, acionamento simultâneo e operação à distância.

2.1.11 RAMAL DE SAÍDA.

Utilizaremos a estrutura de postes e cruzetas que atendem a subestações aérea de 300 kVA.

2.1.12 BARRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO.

De forma semelhante ao ramal de entrada, para confecção do barramento de alta tensão também serão utilizados vergalhões de cobre eletrolítico, redondos, bitola 6,3 mm² (ver tabela 4 da NDU-02), pintados nas cores vermelho, branco e marrom para identificar as fases **A**, **B** e **C** respectivamente.

Eles serão assentados sobre isoladores de coluna, em porcelana, classe 15 kV com espaçamento entre fases de 45 cm. As conexões entre os vergalhões serão feitas usando ligadores em latão, específicos para condutor redondo (Ø 6,3 mm²), dos tipos simples, em **T** e em olhal ao passo que as conexões aos equipamentos serão feitas usando terminais angulares e concêntricos de 6,3 mm².

2.1.13 MALHA DE ATERRAMENTO.

Nos cubículos de medição e proteção a malha de terra é composta por 04 (quatro) hastes de aterramento cobreadas de 5/8" x 3,0 m, localizadas nas extremidades da malha e interligadas através de cabo de cobre nu de 50 mm² de modo a formar um reticulado de aproximadamente 2.4 x 2.4 m.

Em ambos os casos, nos pontos de cruzamento da malha serão feitas soldas exotérmicas. Todos os equipamentos e partes metálicas não energizadas serão

interligados à malha através de cabo de cobre nu de 50 mm² e solda exotérmica ou por meio de cordoalha em cobre conectada através de terminais de compressão.

2.1.14 DISJUNTORES.

Os disjuntores utilizados devem ser do tipo termomagnético (disparo para sobrecarga e curto-circuito), com curva característica tipo “C” (5 a 10 x I_n), tensão nominal máxima de 440 V, corrente máxima de interrupção de pelo menos 10 kA, corrente nominal de acordo com os quadros de carga.

Tabela 3. Valores de disjuntores 127/230 V.

Corrente nominal (A)
20
30
50
60
70
75
100
150
225
350

2.1.15 DETALHES CONSTRUTIVOS.

Conforme fora mencionado anteriormente, os cubículos de medição e proteção são construídos sem o cubículo de transformação. Entretanto, vale salientar que os aspectos construtivos das instalações atendem às exigências normativas do item 10.8 da NDU-002, dentre as quais se destacam:

- Ambas as edificações (medição/ proteção) terão paredes e pisos em alvenaria e tetos em laje pré-moldada com espessura de 15 cm;
- A laje será impermeabilizada e terá caimento de 2% orientado de modo que o escoamento das águas pluviais não recaia sobre os condutores de alta tensão;

- O acesso principal às edificações é feito através de portão metálico, abrindo para fora de modo a permitir a passagem folgada do maior equipamento da subestação.
- Os acessos aos cubículos serão isolados da área de circulação por meio de tela metálica em cantoneira *L* (1.1/2" x 1.1/2" x 3/16") e arame galvanizado 12 BWG, com malha de 10 mm;
- Os corredores para acesso e manobra de equipamentos têm espaço livre com 1,50 m de largura (pelo menos) e neles serão instalados carpetes de borracha;
- As edificações possuem ventilação natural, sendo instaladas nos cubículos aberturas em combogós de concreto e protegidas por tela metálica localizadas 30 cm acima do piso e 15 cm abaixo do teto;
- Junto às hastes de terra localizadas nas extremidades das malhas serão construídas caixas de inspeção de modo a permitir verificar as condições gerais do sistema de aterramento;

ANEXO B - MEMORIAL DE CÁLCULO

1. DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES.

1- Transformador:

Disjuntores: 3 x 150A

1 x 60A

Disjuntores reservas: 1 x 150A

2 x 60A

1 x 30A

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 810 \times \sqrt{3} \times 380 = 533,125 \text{ kVA}$$

Como todas as cargas não estarão sendo utilizadas ao mesmo tempo utiliza-se um fator de demanda, o qual é fornecido na norma **tabela 3 NDU-006**, então em caso de estabelecimento de ensino superior o fator de demanda é 42%.

$$D_{\text{máx}} = 533,125 \text{ kVA} \times 0,42 = 223,913 \text{ kVA}$$

Então utilizaremos um transformador de 225 kVA.

2- Transformador:

Disjuntores: 1 x 150A

2 x 70A

1 x 60A

Disjuntores reservas: 2 x 70A

1 x 30A

1 x 20A

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 540 \times \sqrt{3} \times 380 = 355,417 \text{ kVA}$$

Como todas as cargas não estarão sendo utilizadas ao mesmo tempo utiliza-se um fator de demanda, o qual é fornecido na norma **tabela 3 NDU-006**, então em caso de estabelecimento de ensino superior o fator de demanda é 42%.

$$D_{\text{máx}} = 355,417 \text{ kVA} \times 0,42 = 149,275 \text{ kVA}$$

Então utilizaremos um transformador de 150 kVA.

3- Transformador:

Disjuntores: 1 x 225A

2 x 150A

1 x 100A

Disjuntores reservas: 3 x 50A

1 x 30A

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 805 \times \sqrt{3} \times 380 = 529,834 \text{ kVA}$$

Como todas as cargas não estarão sendo utilizadas ao mesmo tempo utiliza-se um fator de demanda, o qual é fornecido na norma **tabela 3 NDU-006**, então em caso de estabelecimento de ensino superior o fator de demanda é 42%.

$$D_{\text{máx}} = 529,834 \text{ kVA} \times 0,42 = 222,530 \text{ kVA}$$

Então utilizaremos um transformador de 225 kVA.

2. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Para dimensionamento dos condutores usaremos a corrente nominal dos disjuntores, e então pela capacidade de condução de corrente, utilizaremos os condutores que

suportem esta corrente nominal. Com uma folga necessária para eventuais modificações.

Tabela 4. Especificação dos condutores utilizados no projeto.

Corrente nominal (A)	Condutor (mm²)
20	2,5
30	4
50	10
60	16
70	16
75	16
100	25
150	50
225	95
350	185

3. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Tabela 5. Especificação dos eletrodutos utilizados no projeto.

Diâmetro interno	Diâmetro interno(mm)	Área interna (mm²)
3/4"	19,05 mm	285,02
1"	25,4 mm	506,71
1 1/2"	38,1 mm	1140,1
2"	50,8 mm	2026,83
3"	76,2 mm	4560,37
4"	101,6 mm	8107,32

Tabela 6. Área externa dos condutores.

Seção nominal (mm²)	Diâmetro externo nominal (mm)	Área (mm²)
2,5	3,5	9,62
4	4	12,57
16	7,5	44,18
25	8,6	66,48
35	13,2	136,85
50	14,3	160,6
70	16,0	201,06
95	17,7	246,06
120	19,2	289,53
240	24,6	475,29

Tabela 7. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.

Diâmetro externo	3/4"	1"	1 1/2"
Área livre de ocupação-2 condutores (40%)	114	202,08	456,04
Nº máx. de condutores de 2,5 mm	11	21	47

suportáveis			
Nº máx. de condutores de 4 mm suportáveis	9	16	36
Nº máx. de condutores de 16 mm suportáveis	2	4	10
Nº máx. de condutores de 25 mm suportáveis	1	3	6

Tabela 8. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.

Diâmetro externo	2"	3"	4"
Área livre de ocupação-2 condutores (40%)	810,73	1824,15	3242,93
Nº máx. de condutores de 35 mm suportáveis	5	13	23
Nº máx. de condutores de 50 mm suportáveis	5	11	20
Nº máx. de condutores de 70 mm suportáveis	4	9	16

Nº máx. de condutores de 95 mm suportáveis	3	7	13
Nº máx. de condutores de 120 mm suportáveis	2	6	11
Nº máx. de condutores de 240 mm suportáveis	1	3	6

4. DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

Tabela 9. Disjuntores a serem utilizados.

Corrente nominal (A)
20
30
50
60
70
75
100
150
225
350

Tendo como base as adversidades mencionadas no tópico de previsão de cargas, os novos disjuntores que deverão ser instalados nos quadros gerais e de distribuição.

Para o bloco DF: (100A)

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 100 \times \sqrt{3} \times 380 = 65.8 \text{ kVA}$$

$$\text{Aumento em } 50 \% = 98.7 \text{ kVA}$$

Novo disjuntor:

$$I_p = \frac{98.7 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_p = 150A$$

Como nos blocos DL e DG os disjuntores existentes são de 100A, estes serão substituídos por de 150A, por meio do cálculo de dimensionamento mostrado acima.

Para os blocos DJ, DN e DO:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 40 \times \sqrt{3} \times 380 = 26.3 \text{ kVA}$$

$$\text{Aumento em } 50 \% = 39,5 \text{ kVA}$$

Novo disjuntor em cada bloco:

$$I_p = \frac{39.5 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_p = 60A$$

Para o bloco DH e DI:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 50 \times \sqrt{3} \times 380 = 32.9 \text{ kVA}$$

$$\text{Aumento em } 50 \% = 49,4 \text{ kVA}$$

Novo disjuntor em cada bloco:

$$I_p = \frac{49.4 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_p = 75A$$

Para o bloco Clínicas de Integradas:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$P_n = 150 \times \sqrt{3} \times 380 = 98.7 \text{ kVA}$$

$$\text{Aumento em } 50 \% = 149,1 \text{ kVA}$$

Novo disjuntor:

$$I_p = \frac{149.1 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_p = 225A$$

Para iluminação serão utilizados disjuntores de 20A, os disjuntores gerais dos quadros gerais serão de 350A para os transformadores de 225 kVA, e 225A para o transformadores de 150 kVA, conforme *NDU 002*, outros valores utilizados como disjuntores reservas nos quadros, para futuras ampliações.

ANEXO C –LUMINOTÉCNICA NO DIALUX.

1. DIALUX.

O Dialux é uma poderosa ferramenta para simulação de projetos luminotécnicos e, para que o usuário possa explorar as inúmeras funções do software, destinado ao cálculo de iluminação, desde os mais simples até os mais avançados.

O projeto de iluminação de um ambiente deve estar intimamente ligado ao projeto arquitetônico, pois o aproveitamento da iluminação natural e a distribuição dos pontos de luz devem ser levados em consideração quando de sua construção.

A capacidade de emissão de luz das fontes deve ser avaliada no projeto, pois fontes de luz com maior capacidade de emissão, possibilitam um projeto com economia, sendo necessário com isso, um menor número de pontos de luz para iluminação do ambiente.

2. TOOL BOXES DE APLICAÇÃO ELÉTRICA.

Existem várias versões do software Dialux. A versão utilizada para realização deste projeto foi uma versão gratuita do programa, a qual é composta por ferramentas de auxílio ao projeto luminotécnico.

As principais ferramentas utilizadas no projeto foram:

- * Toolbar visualizar: O menu VIEW é dedicado à visualização do desenho
- * Toolbar inserir: Localiza-se neste menu a importação de arquivos DWG, ou de qualquer outro tipo CAD.
- * Toolbar visão 3D: Possibilita a visualização de projeto em 3D.
- * Toolbar Representação de cores falsas: Designada para visualizar o nível de

luminosidade do ambiente.

* Toolbar Lumericenter: Possibilita a verificação dos catálogos de lâmpadas.

* Toolbar Distribuir: Com este menu podemos fazer a escolha do posicionamento das luminárias.

* Toolbar Superfície de cálculo: Com este menu podemos colocar a superfície, na qual incidirá a luminosidade das lâmpadas.

3. AMBIENTES UTILIZADOS PARA PROJETO LUMINOTÉCNICO.

No programa foram gerados dois projetos luminotécnicos para o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, no qual um foi direcionado para o posto de medição e o outro para a área externa do mesmo.

ANEXO D – PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD.

1. AUTOCAD.

É um software tipo CAD (Computer Aided Design - Desenho auxiliado por computador), o qual é definido como uma sub-área da Computação Gráfica voltada para a criação e manipulação de desenhos técnicos e projetos. Devemos pensar no AutoCAD como um meio de modelar o espaço através do computador, com possibilidades infinitas de criação e verificação, em tempo e tamanhas reais. Os sistemas CAD foram desenvolvidos para integrar as áreas de desenho e engenharia, permitindo flexibilidade na criação.

Contudo neste projeto foi utilizado especificamente para o setor de engenharia elétrica, no qual foram desenvolvidos três desenhos no modo clássico do AutoCAD, sendo eles: rede de distribuição, posto de medição e quadro de distribuição para atender o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Campina Grande.

2. TOOL BOXES DE APLICAÇÃO ELÉTRICA.

Existem várias versões do AutoCAD sendo algumas mais específicas para determinada área de trabalho, a versão utilizada para realização deste projeto, foi uma versão geral do programa, o qual, não é provido de um tool box específico para o setor de engenharia elétrica.

Entretanto algumas ferramentas são de uso geral, dentre elas, destacam-se:

- * Toolbar view: O menu VIEW é dedicado à visualização do desenho. Nele localizam-se os comandos de visualização mais utilizados no AutoCAD.

- * Toolbar insert: Localiza-se neste menu os comandos de importação de referências do autocad.

- * Toolbar draw Localiza-se neste menu os recursos referentes à ferramentas de

criação, como linha de construção, linha, círculo, arco, elipse, polígono entre outros.

* Toolbar modify: estão agrupados neste item do menu os comandos de construção, isto é, comandos que constroem uma nova entidade a partir de uma já existente.

* Tools: Localiza-se neste menu as ferramentas de auxílio do autocad.

3. MACROS EXISTENTES.

Como o AutoCAD, é um programa bastante completo, existem muitas macros, dentre as quais se destacaram algumas para execução deste projeto, as principais macros utilizadas foram:

Polyline (PL): Desenha linhas contíguas.

Poligon (POL): Desenha polígonos, que são polilinhas fechadas.

Circle (C): Desenha círculos pelo centro e raio.

Erase (E): Apaga uma entidade ou um grupo de entidades selecionadas.

Copy (CP): Copia uma entidade ou um grupo de entidades selecionadas.

Move (M): Altera a localização das entidades selecionadas.

Offset (O): Faz a cópia para o lado (paralela) de linhas, polilinhas, arcos e círculos.

Rotaste (RO): Rotaciona uma entidade ou um grupo de entidades em torno de um ponto base.

Array (AR): Cria uma matriz, copias múltiplas, com uma entidades ou um grupo de entidades selecionadas.

Scale (SC): Modifica a escala de uma entidade ou um grupo de entidades selecionadas.

Trim (TR): Corta linhas, polilinhas e arcos em relação à outra entidade.

Fillet (F): Faz a concordância de linhas através de um arco.

Chamfer (CHA): Permite fazer a concordância de linhas através de um chamfro.

Explode (X): Explode (desagrupa) as entidades.

Join (J): É um comando que facilita a união de polilinhas e o fechamento de arco e elipses.

4. DESENHOS E ALTERAÇÕES.

Foram desenvolvidos três desenhos para o projeto do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, o qual foi investido de uma carga horário de 210 horas, tanto para realização dos desenhos, como para todos os estudos, pesquisas, cálculos e alterações, decorrentes durante sua finalização.

PRANCHAS DO PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD