



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

YASMIM DE MORAIS MENDONÇA

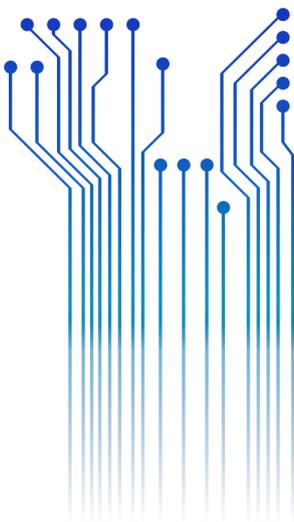


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA – UFCG



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
Outubro de 2016

YASMIM DE MORAIS MENDONÇA

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA – UFCG

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido
à Coordenação do Curso de Graduação 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:

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Campina Grande
Outubro de 2016

YASMIM DE MORAIS MENDONÇA

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA – UFCG

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido
à Coordenação do Curso de Graduação 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 / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha mãe Lúcia e ao meu padrasto Ronaldo (*in memóriam*), aos quais dedico todo meu amor e toda a minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por me fornecer saúde, forças e determinação para enfrentar cada obstáculo que surgiu ao longo dessa caminhada.

À minha mãe, Lúcia, e ao meu padrasto Ronaldo (*in memoriam*) pela compreensão em alguns momentos em que estive ausente durante essa jornada. Pelos ensinamentos, incentivos, confiança, pelo amor, enfim, por estarem presentes em minha vida a cada instante. Sem dúvida, sem o apoio de ambos, essa caminhada teria sido mais difícil.

Agradeço também a toda minha família, em especial ao meu irmão Rodrigo, meu primo Júnior e minha tia Aparecida, que com todo carinho e apoio, sempre estavam torcendo por mim para eu chegar a esta etapa da minha vida.

À minha amiga Milene, a qual tive o prazer de conhecê-la no curso, por ter me dado todo o apoio para que eu não desistisse ao longo dessa jornada, e por ter tido toda a paciência nos momentos mais difíceis do curso.

As minhas amigas de longos anos, Laíla e Ionik, pela compreensão nos momentos em que não estive presente. Mesmo nesses momentos distantes estavam torcendo por mim para que tudo desse certo. Por todo o amor, apoio e paciência que tiveram comigo durante esses anos de graduação.

Ao professor Edson e à supervisora do estágio Camila pela orientação, apoio e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

Dalai Lama.

RESUMO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado realizado na Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio se constitui na elaboração de um projeto de instalação elétrica do Laboratório de Biologia e Química, a ser localizado no campus de Cajazeiras -PB. O projeto elétrico foi realizado com base nas prescrições das normas ABNT NBR 5410:2004, ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2003 e a NDU-001 da Energisa. Como ferramentas metodológicas os softwares AutoCAD, DIALux e planilhas foram utilizadas para a elaboração do projeto, o qual atendeu satisfatoriamente aos objetivos propostos.

Palavras-chave: Estágio, Instalações Elétricas, NBR, Dimensionamento, AutoCAD, DIALux.

ABSTRACT

This report presents the activities of the supervised training held in University Hall (PU) of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The internship constitutes the preparation of a project of building electrical installation of Biology and Chemistry Laboratory, to be located on the campus of Cajazeiras -PB. The electrical design was based on the requirements of the NBR 5410:2004 standards, NBR ISO / CIE 8995-1:2003 and the NDU-001 Energisa. As methodological tools software AutoCAD, DIALux and spreadsheets were used for the preparation of the project, which satisfied the proposed objectives.

Keywords: Internship, Electrical Installations, NBR, Dimensioning, AutoCAD, DIALux.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de curvas de distribuição de intensidade luminosas em dois planos ortogonais.....	22
Figura 2 - Guia básico de iluminação	23
Figura 3 – Disposição dos DPS	39
Figura 4 - Central de Laboratório de Biologia e Química	40
Figura 5 – Instalação de iluminação do Laboratório de Química Orgânica	42
Figura 6 – Instalação de força das bancadas centrais do Laboratório de Química Orgânica.....	43
Figura 7 – Instalação elétrica da rede de alimentação dos quadros de distribuição.....	43
Figura B1 - Luminária LUMICENTER CAA01-E116 e curva fotométrica	65
Figura B2 – Luminária LUMICENTER CAA01-E132 e curva fotométrica.....	66
Figura B3 - Luminária LUMICENTER CAA01-E232 e curva fotométrica	66
Figura B4 – Disposição das luminárias	67
Figura B5 - Representação das superfícies de cálculo.....	67
Figura B6 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	68
Figura B7 – Níveis de iluminamento.....	68
Figura B8 – Disposição das luminárias	69
Figura B9 - Representação das superfícies de cálculo.....	69
Figura B10 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	69
Figura B11 - Níveis de iluminamento	70
Figura B12 - Disposição das luminárias.....	71
Figura B13 - Representação das superfícies de cálculo.....	71
Figura B14 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	72
Figura B15 - Níveis de iluminamento	73
Figura B16 - Disposição das luminárias.....	73
Figura B17 - Representação das superfícies de cálculo.....	74
Figura B18 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	74
Figura B19 - Níveis de iluminamento	74
Figura B20 - Disposição das luminárias.....	75
Figura B21 - Representação das superfícies de cálculo.....	75
Figura B22 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	76
Figura B23 - Níveis de iluminamento	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito	30
Tabela 2 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas	31
Tabela 3 - Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados	31
Tabela 4 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.....	32
Tabela 5 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.....	33
Tabela 6 - Seção reduzida do condutor neutro	34
Tabela 7 - Seção mínima do condutor de proteção.....	34
Tabela 8 – Fator de demanda para iluminação e pequenos aparelhos	35
Tabela 9 – Fatores de demanda para aparelhos de ar-condicionado tipo janela – não residencial	35
Tabela 10 - Espaço de reserva de quadros de distribuição	39
Tabela 11 – Descrição dos ambientes por pavimento da central de laboratório	41
Tabela B1 – Previsão de carga de iluminação por ambiente	55
Tabela B2 – Previsão de cargas de tomadas de uso geral e específico	56
Tabela B3 – Previsão de carga dos Condicionadores de Ar	56
Tabela B4 – Circuitos terminais do quadro de distribuição 1 (QD1)	57
Tabela B5 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de iluminação	57
Tabela B6 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (TUG)	58
Tabela B7 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (TUE) e ar condicionado	58
Tabela B8 - Dimensionamento do condutor do quadro de distribuição	59
Tabela B9 – Potência total dos quadros de distribuição da Central de Laboratório de Biologia e Química	60
Tabela B10 – Potências totais da edificação.....	60
Tabela B11 - Dimensionamento da rede de alimentação.....	61
Tabela B12 – Dimensão dos condutores	61
Tabela B13 – Dimensão dos eletrodutos	61
Tabela B14 - Dimensionamento dos eletrodutos para cabos do tipo PVC	62
Tabela B15 - Dimensionamento dos eletrodutos para cabos do tipo EPR/XLPE.....	62
Tabela B16 – Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de iluminação	63
Tabela B17 – Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de força (TUG).....	63
Tabela B18 - Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de força (TUE) e ar condicionado	63
Tabela B19 - Dimensionamento dos dispositivos de proteção para o quadro de distribuição 1 (QD1) e o quadro geral (QG)	64
Tabela B20 – Iluminância média dos ambientes	65
Tabela C1 - Composição de preços para ponto de luz com rede embutida e cabo de seção 2,5 mm ²	78
Tabela C2 – Composição de preços para ponto de tomada com rede embutida para TUG.....	79
Tabela C3 - Composição de preços para ponto de ar condicionado monofásico.....	80
Tabela C4 - Composição de preços para interruptor simples de embutir de uma seção	81
Tabela C5 – Composição de preços do quadro de distribuição QD1	81
Tabela C6 - Composição de preços para a rede de alimentação do QD1	82
Tabela C7 – Composição de preços do quadro de geral.....	83
Tabela C8 – Composição de preços para a rede de alimentação do quadro geral	84
Tabela C9 – Descrição da instalação elétrica por ponto	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Agência Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnicas
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
DR	Dispositivo Diferencial Residual
DPS	Dispositivo de proteção contra surtos
EPR	Borracha Etileno Propileno
FCA	Fator de Correção de Agrupamento
FCR	Fator de Correção de Resistividade
FCT	Fator de Correção de Temperatura
ISO	Organização Internacional de Normatização
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NDU	Norma de Distribuição Unificada
ORSE	Orçamento de Sergipe
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PU	Prefeitura Universitária
PVC	Policloreto de Vinila
QD	Quadro de Distribuição
QD1	Quadro de Distribuição 1
QG	Quadro Geral
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
XLPE	Polietileno Reticulado

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
cd	Candela
cd/m ²	Candela por metro quadrado
cm	Centímetro
D _T	Demanda total
I	Corrente do ramal de entrada
I _N	Corrente nominal do dispositivo de proteção
I _P	Corrente de projeto
I _{P'}	Corrente de projeto corrigida
I _Z	Capacidade de condução de corrente do condutor
I ₂	Corrente convencional de atuação para disjuntores
kA	Kiloampère
kW	Kilowatt
lm	Lúmen
lx	Lux
m	Metro
mA	Miliampere
m ²	Metro quadrado
mm ²	Milímetro quadrado
P _n	Potência nominal
S	Potência aparente
V	Volt
v	Tensão entre fase e neutro
VA	Volt-ampère
W	Watt
cos φ	Fator de potência
η	Rendimento
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
1.1	Objetivos do Estágio.....	16
1.2	Local do Estágio	16
1.3	Estrutura do Relatório	17
2	Referencial Técnico.....	18
2.1	Softwares	19
2.2	Normas.....	20
2.2.1	ABNT NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão	20
2.2.2	ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de Ambientes de Trabalho Parte 1: Interior 20	
2.2.3	ABNT NBR 5858:1983 – Condicionador de Ar Doméstico	20
2.2.4	NDU-001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras	21
2.3	Projeto Luminotécnico.....	21
2.4	Previsão de Cargas.....	24
2.4.1	Previsão de Cargas de Iluminação.....	24
2.4.2	Previsão dos Pontos de Tomadas.....	25
2.5	Carga Térmica.....	26
2.6	Divisão dos Circuitos Terminais.....	27
2.7	Dimensionamento dos Condutores	28
2.7.1	Corrente dos Circuitos Terminais	29
2.7.2	Condutores Carregados.....	30
2.7.3	Fatores de Correção	30
2.7.3.1	Fator de Correção de Temperatura (FCT).....	31
2.7.3.2	Fator de Correção de Agrupamento (FCA).....	31
2.7.4	Corrente Corrigida.....	31
2.7.5	Seção Nominal dos Condutores.....	32
2.7.5.1	Seção Mínima dos Condutores	33
2.8	Dimensionamento do Ramal de Ligação	34
2.9	Dimensionamento dos Eletrodutos	36
2.10	Dimensionamento dos Disjuntores	36
2.11	Dispositivo de Proteção a Corrente Diferencial Residual	37
2.12	Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS)	38
2.13	Quadro de Distribuição e Quadro Geral.....	39
3	Atividade Desenvolvida	40
4	Conclusão	45
	Referências	46
	APÊNDICE A – Memorial Descritivo	47

APÊNDICE B – Memorial de Cálculo	55
APÊNDICE C – Planilha Orçamentária	77
APÊNDICE D – Projeto Elétrico no AutoCAD	87
ANEXO A – Dimensionamento de Eletroduto	97
ANEXO B – Carga Térmica.....	99
ANEXO C – Dimensionamento do Barramento	102

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de estágio supervisionado pertencente a grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), torna-se um instrumento para a consolidação dos conhecimentos adquiridos durante o período de formação acadêmica. A disciplina de estágio é obrigatória para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

O estágio supervisionado foi realizado no período de 25 de Julho de 2016 a 26 de Agosto de 2016 na Prefeitura Universitária (PU), da Universidade Federal de Campina Grande no setor de projetos, cumprindo a carga horaria de 188 horas, sob a supervisão da Engenheira Eletricista Camila Pires Gouveia Guedes e auxílio do Engenheiro Eletricista Jonas Agápito de Medeiros.

O projeto elétrico realizado corresponde ao Laboratório de Biologia e Química a ser construído no campus da UFCG em Cajazeiras. Por conter dois pavimentos, térreo e primeiro andar, o projeto foi dividido entre quatro estagiários. Portanto, no estágio foram desenvolvidas atividades relacionadas à instalação elétrica de baixa tensão apenas na metade do térreo, o qual compreende o Laboratório de Química Orgânica, Laboratório de Química Analítica e Inorgânica, banheiro masculino e feminino, Laboratório de Informática, corredor de circulação e hall.

O projeto elétrico, desenvolvido pelo *software* AutoCAD, inclui a realização de um projeto luminotécnico utilizando o *software* DIALux 4.12, a previsão de cargas para cada ambiente, a divisão dos circuitos terminais, o projeto da carga térmica para cada ambiente, o dimensionamento dos condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção. A partir da demanda total do prédio foi possível projetar o quadro geral e dimensionar os condutores, eletrodutos e o dispositivo geral. Em seguida, com o projeto e dimensionamento elaborados, foi possível confeccionar a planilha orçamentária do Laboratório de Biologia e Química.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado realizado na Prefeitura Universitária da Universidade Federal de Campina Grande, teve como objetivo geral o cumprimento das exigências da disciplina Estágio Supervisionado e as obrigatoriedades para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

Durante o período de vigência do estágio supervisionado foi realizado as atividades solicitadas pela supervisora Camila Pires Gouveia Guedes, Engenheira Eletricista da PU, correspondendo ao projeto elétrico do Laboratório de Biologia e Química a ser construído no campus de Cajazeiras – PB. Assim, o estágio teve como objetivo, a elaboração do projeto luminotécnico e elétrico, o qual necessitou da realização de previsão de carga e dimensionamento elétrico do Laboratório de Química Orgânica, Laboratório de Química Analítica e Inorgânica, Laboratório de Informática, banheiros, hall de entrada e circulação. E por fim, o dimensionamento do quadro geral do prédio e a elaboração da planilha orçamentária.

1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

No organograma da UFCG, a Prefeitura Universitária está vinculada à estrutura da Reitoria, em conformidade o Regimento da Instituição. A PU está, situada no Campus de Campina Grande sob a responsabilidade do engenheiro e prefeito universitário da UFCG Mário de Sousa Araújo Neto.

Algumas das competências da Prefeitura Universitária são regidas pelo Art. 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG. Entre as competências pode-se citar: colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento, no planejamento e desenvolvimento físico dos campi da Universidade, elaborar estudos e projetos de edificações e infraestruturas nos campi ou fora deles quando do interesse da Universidade. Além das atribuições acima, cabe a PU: solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia, planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações.

A PU tem como missão promover ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura do campus, implementando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia.

As atividades relacionadas à infraestrutura da UFCG as quais são realizadas pela prefeitura universitária e estão voltadas a engenharia e arquitetura estão organizadas em três coordenações: projetos, fiscalização e manutenção. Em seu programa de estágio, o estagiário da PU, sob supervisão de engenheiros e arquitetos, desenvolve atividades na área de arquitetura, civil, comunicação e elétrica. Na área Engenharia Elétrica são desenvolvidos projetos de instalações elétricas prediais e industriais – laboratórios, projetos de iluminação pública, medição e distribuição em média tensão, e levantamento técnico de máquinas e equipamentos.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O Capítulo 1 é introdutório, apresenta as ferramentas metodológicas utilizadas para a elaboração do projeto elétrico do Laboratório de Biologia e Química, o objetivo geral do estágio supervisionado e uma apresentação do local realizado o estágio.

No Capítulo 2 aborda-se a fundamentação teórica apresentando os softwares e as normas técnicas vigentes utilizadas na elaboração do projeto elétrico, como também os dimensionamentos de condutores, eletrodutos, redes de alimentação e dispositivos de proteção.

O Capítulo 3 apresenta a etapa da elaboração do projeto elétrico do Laboratório de Biologia e Química a ser construído no campus de Cajazeiras – PB, durante a vigência do estágio supervisionado.

E por fim, no Capítulo 4 são apresentadas algumas conclusões obtidas a partir da realização do estágio.

2 REFERENCIAL TÉCNICO

O projeto de instalação elétrica deve garantir a transferência de energia elétrica desde uma fonte, geralmente a rede de distribuição da concessionária ou gerador particular, até os pontos de utilização de forma eficaz e segura. Para isso, faz-se necessário que os projetos sejam elaborados de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da concessionária de energia da região, os quais dispõem de um conjunto de critérios a serem seguidos durante a elaboração do projeto elétrico.

O projeto elétrico consiste em desenhos e documentos tais como: memorial descritivo; memorial de cálculo; plantas esquemas verticais (prumadas); quadros de distribuição de cargas e diagramas unifilares; lista de materiais e alguns detalhes como a entrada de serviço, para-raios e sistema de aterramento (LIMA FILHO, 2011).

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é uma documentação que descreve o objetivo do projeto, o qual, na forma de legislação em vigor, estará sob a responsabilidade do técnico. Uma carta de solicitação de aprovação à concessionária juntamente com o projeto se fazem necessárias para a aprovação e ligação (conexão) da obra elétrica ao sistema da concessionária, no caso de rede externa.

De acordo com Lima Filho (2011), para a elaboração do projeto elétrico o projetista deve estar atento a 3 critérios listados a seguir:

- **Acessibilidade:** os pontos de utilização projetados, dispositivos de manobra e proteção e os quadros devem estar em locais de fácil acesso, permitindo a manobra adequada e eventuais manutenções;
- **Flexibilidade e reserva de carga:** a instalação deve ser projetada de forma a permitir uma certa reserva para acréscimo de cargas futuras e alguma flexibilidade para algumas alterações;
- **Confiabilidade:** cumprir as normas técnicas, visando garantir o perfeito funcionamento dos componentes do sistema, a integridade física dos seus usuários e a preservação das condições locais e ambientais.

Para a elaboração de um projeto de instalações elétricas, o projetista deverá conhecer todas as informações necessárias para uma melhor conformidade da instalação elétrica. Entre as informações necessárias, o projeto arquitetônico, o qual possui a planta, os cortes, detalhes e fachadas e onde é possível extrair todas as dimensões do ambiente, bem como a sua respectiva utilização. Assim como, as informações a respeito do projeto estrutural, do projeto das instalações sanitárias, de águas pluviais e outras informações obtidas pelo proprietário, arquiteto ou responsável pela obra para que o projeto elétrico seja elaborado em harmonia com os demais projetos.

O projeto de instalações elétricas consiste em fazer o levantamento da previsão de cargas do projeto; a divisão das cargas em circuitos terminais; especificar a localização dos pontos de utilização, dos quadros de distribuição e geral, das caixas de passagem dos pavimentos e da prumada; o dimensionamento dos condutores, tubulações, dispositivos de proteção e quadros; o diagrama unifilar; o memorial descritivo e de cálculo e a elaboração da lista de material.

2.1 SOFTWARES

Para o desenvolvimento das atividades solicitadas durante a vigência do estágio supervisionado foram utilizados os seguintes *softwares*:

- *Microsoft Office Excel*: editor de planilhas que permite adicionar dados, classificá-los, filtrá-los, inserir tabelas, realizar cálculos, criar gráficos, dentre outras funções;
- *AutoCAD*: amplamente utilizado na área de arquitetura, engenharias, desenho industrial e outros, é um *software* de desenho utilizado na elaboração de projetos em duas ou três dimensões;
- *DIALux*: *software* utilizado para estudos luminotécnicos, o qual oferece recurso que automatizam o processo de dimensionamento de sistema de iluminação.

2.2 NORMAS

Na elaboração de projeto as normas determinam os critérios mínimos para que o ambiente projetado seja seguro e atenda as condições para a realização das atividades solicitadas. Durante a elaboração do projeto elétrico aplicou-se as normas ABNT NBR (Norma Brasileira) e Norma de Distribuição Unificada (NDU) da Energisa.

2.2.1 ABNT NBR 5410:2004 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A ABNT NBR 5410:2004 estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Aplica-se esta norma principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.) (ABNT NBR 5410, 2004). O dimensionamento de condutores, eletrodutos, dispositivos de proteção e de aterramentos são temas regidos pela NBR 5410.

2.2.2 ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO PARTE 1: INTERIOR

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho interno e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho. A norma não especifica como os sistemas ou técnicas de iluminação devem ser projetados a fim de aperfeiçoar as soluções para locais específicos de trabalho, contudo, aborda alguns assuntos como critérios do projeto de iluminação, distribuição da luminância, iluminância, ofuscamento e uniformidade.

2.2.3 ABNT NBR 5858:1983 – CONDICIONADOR DE AR DOMÉSTICO

A ABNT NBR 5858:1983 fixa as condições exigíveis para a determinação do desempenho do condicionador de ar doméstico e estabelece os padrões de qualidade e capacidade. Ela se encontra cancelada desde 02 de dezembro de 2010 por motivos de não ter sido revisada em tempo hábil. Porém pelo fato de não haver nenhuma norma

mais recente que aborde uma metodologia para previsão de carga térmica, mesmo cancelada neste estudo ela foi utilizada, considerando que o dimensionamento manual é complexo e despreza considerações relevantes.

2.2.4 NDU-001: FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA – EDIFICAÇÕES INDIVIDUAIS OU AGRUPADAS ATÉ 3 UNIDADES CONSUMIDORAS

A especificação NDU-001 fixa os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da Energisa, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW.

Com essa especificação, foi possível obter a potência média de alguns equipamentos fornecido no projeto arquitetônico do Laboratório de Biologia e Química. Assim como, foi possível extrair da NDU, alguns fatores de demanda para a realização do cálculo de demanda do prédio.

2.3 PROJETO LUMINOTÉCNICO

A elaboração do projeto luminotécnico consiste em determinar um nível de iluminação adequado em uma determinada área, a partir do número de luminárias e a sua disposição no ambiente.

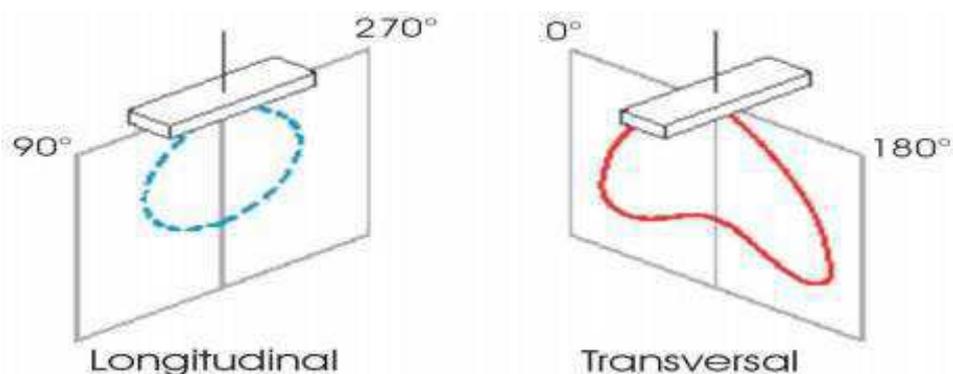
Para uma melhor compreensão a respeito do projeto luminotécnico faz-se necessário o conhecimento de algumas grandezas relacionadas, listadas a seguir:

- Intensidade luminosa: é a medida da percepção da potência emitida por uma fonte luminosa em uma dada direção, ou seja, é a intensidade em que a luz é radiada (por segundo), em uma dada direção. Sua unidade de medida é a candela [cd] (ALMEIDA, 2014);
- Fluxo luminoso: representa uma potência luminosa emitida ou observada, ou ainda, representa a energia emitida ou refletida, por segundo, em todas as direções, sob a forma de luz. Sua unidade de medida é o lúmen [lm] (PROCEL, 2011);
- Iluminância: quantidade de luz que incide em um plano de trabalho. Sua unidade de medida é o lux [lx]. O lux é entendido como a iluminância de

1 m² quando um fluxo luminoso de 1 lm incide perpendicular e uniformemente sobre a superfície (ALMEIDA, 2014);

- Luminância: se refere a uma intensidade luminosa que atinge o observador e que pode ser proveniente de reflexão de uma superfície ou de uma fonte de luz ou, simplesmente, de um feixe de luz no espaço. Em linguagem coloquial, é o brilho de um objeto que pode ser percebido pelo olho humano. Sua unidade é candela por metro quadrado [cd/m²] (PROCEL, 2011);
- Curva de distribuição de intensidade luminosa: curva, geralmente polar, que representa a variação da intensidade luminosa de uma fonte, segundo um plano passando pelo centro em função da direção (PROCEL, 2011). A partir da Figura 1 é possível verificar dois tipos de curvas: corte transversal e longitudinal.

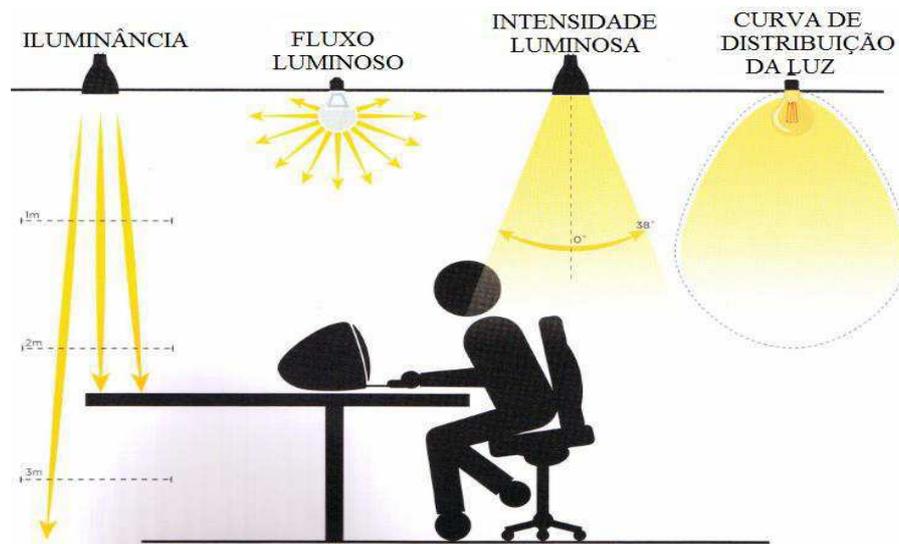
Figura 1 - Esquema de curvas de distribuição de intensidade luminosas em dois planos ortogonais



Fonte: (PROCEL, 2011)

Na Figura 2 é apresentada uma ilustração que evidencia alguns conceitos abordados anteriormente.

Figura 2 - Guia básico de iluminação



Fonte: adaptado de <http://www.drlux.com.br/blog/guia-basico-de-iluminacao/>

Conforme com a norma técnica NBR ISO/CIE 8995-1:2013, é possível determinar o número de luminárias para produzir um iluminamento adequado, a partir das seguintes maneiras:

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

No período de vigência do estágio foi utilizado o *software* DIALux, o qual se baseia pelo método dos lúmens, permitindo que o usuário importe a planta arquitetônica do AutoCAD e simule o ambiente em que deseja fazer o projeto luminotécnico. Dessa forma, é possível especificar o pé-direito do ambiente, levantar as paredes e determinar as posições de portas e janela assim como, escolher as cores das paredes, teto e piso. Caso o usuário deseje é possível colocar objetos no local e determinar sua localização. No *software*, o usuário dispõe de catálogos de luminárias que fornece características e curva fotométrica, a exemplo da LUMICENTER e PHILIPS, o quais fornecem vários tipos de luminária, sejam elas para ambientes externos ou internos, sendo possível assim, escolher qual o tipo que se deseja utilizar no ambiente e determinar a sua localização.

Após os procedimentos, o usuário solicita ao *software* o cálculo do iluminamento podendo assim, observar se o ambiente possui a quantidade de iluminamento adequado para determinado ambiente, conforme exigido pela norma NBR ISO/CIE 8995-1:2013, assim como, é possível verificar através das cores falsas a disposição da iluminância. Com o projeto luminotécnico finalizado é possível determinar os pontos de iluminação no projeto arquitetônico exportando o arquivo do DIALux para o AutoCAD. O DIALux gera um relatório contendo informações necessárias para que seja possível analisar se o ambiente está em conformidade com a norma técnica vigente.

2.4 PREVISÃO DE CARGAS

A previsão de cargas da instalação elétrica de um ambiente é um dos fatores para se iniciar um projeto elétrico. Essa previsão, consiste na determinação de todos os pontos de utilização de energia. Portanto, após a previsão de cargas é definido a quantidade, localização e potência de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação.

De acordo com a NBR 5410:2004, a carga de um equipamento é a potência nominal absorvida, fornecida na maioria das vezes pelo fabricante. Caso seja fornecida a potência nominal, devem ser considerados o fator de potência e o rendimento do equipamento.

Considera-se para a previsão das cargas de iluminação, o resultado da elaboração do projeto luminotécnico. Caso o cálculo luminotécnico não seja possível, a previsão de carga de iluminação poderá ser determinada a partir do critério da carga mínima prescrito pela NBR 5410:2004.

2.4.1 PREVISÃO DE CARGAS DE ILUMINAÇÃO

No que se refere a iluminação, a NBR 5410:2004 no item 9.5.2.1.1 determina que em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

De acordo com o item 9.5.2.1.2 da NBR 5410:2004, para a determinação das cargas de iluminação pode ser adotado o seguinte critério:

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

b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

2.4.2 PREVISÃO DOS PONTOS DE TOMADAS

Para determinar a quantidade de pontos de tomada é necessário que se conheça o local e os tipos de equipamentos que poderão ser instalados. O item 9.5.2.2.1 da NBR 5410:2004 estabelece os seguintes critérios:

a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1 da referida norma;

b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;

c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m²;

- um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

No que se refere a potência atribuíveis aos pontos de tomada é necessário obter conhecimento a respeito do equipamento a ser alimentado por um ponto de tomada pois,

de acordo com o item 9.5.2.2.2 da NBR 5410:2004, a potência atribuída ao ponto não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

No que se refere a ponto de tomada de uso específico (TUE), o item 4.2.1.2.3 da NBR 5410:2004 determina que:

c) quando um ponto de tomada for previsto para uso específico, deve ser a ele atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado ou à soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados. Quando valores precisos não forem conhecidos, a potência atribuída ao ponto de tomada deve seguir um dos dois seguintes critérios:

- potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto pode vir a alimentar, ou

- potência calculada com base na corrente de projeto e na tensão do circuito respectivo;

d) os pontos de tomada de uso específico devem ser localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado.

2.5 CARGA TÉRMICA

O cálculo da carga térmica deve ser realizado de maneira adequada para cada tipo de ambiente, para que se possa obter corretamente a potência dos ar condicionados.

Atualmente a norma NBR 5858:1983 encontra-se cancelada. Porém, por não existir nenhuma norma recente para o cálculo da carga térmica, esta norma ainda é utilizada para determinado fim já que, o dimensionamento manual despreza considerações relevantes.

A NBR 5858:1983 considera para o cálculo da carga térmica a posição e os tipos de janelas; as paredes internas e externas assim como, a orientação das mesmas; o tipo de teto; números de pessoas e conhecimentos de potências de aparelhos que irradiem calor.

Algumas planilhas baseadas na norma podem ser encontradas na internet gratuitamente para realizar o cálculo da carga térmica.

2.6 DIVISÃO DOS CIRCUITOS TERMINAIS

Dividir a instalação elétrica em circuitos terminais torna a operação e a manutenção da instalação mais fácil.

O item 4.2.5.1 da NBR 5410:2004 determina que a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

No item 4.2.5, a NBR 5410:2004 estabelece que a divisão da instalação em circuitos terminais deve atender às seguintes exigências:

- a) segurança — por exemplo, evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
- b) conservação de energia — por exemplo, possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
- c) funcionais — por exemplo, viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc.;
- d) de produção — por exemplo, minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
- e) de manutenção — por exemplo, facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo.

A norma estabelece de acordo com os itens 4.2.5.3, 4.2.5.4, 4.2.5.5 e 4.2.5.6, respectivamente, que:

1. Devem ser previstos circuitos distintos para partes da instalação que requeiram controle específico, de tal forma que estes circuitos não sejam afetados pelas falhas de outros (por exemplo, circuitos de supervisão predial).

2. Na divisão da instalação devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem se refletir não só na potência de alimentação, como tratado em 4.2.1 da referida norma, mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros de distribuição.
3. Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.
4. As cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível.

2.7 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Com base nas recomendações da NBR 5410:2004, o dimensionamento dos condutores de um circuito deve ser feito de modo a não comprometer a segurança das instalações elétricas.

Os critérios técnicos mais utilizados para o dimensionamento dos condutores são: capacidade de corrente e limite de queda de tensão. O relatório abordará apenas o critério da capacidade de corrente.

De acordo com Lima Filho (2001), o critério da capacidade de condução de corrente tem por objetivo garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação da corrente elétrica.

Para dimensionar o condutor pela capacidade de corrente é necessário seguir as seguintes etapas:

- i. Escolher o tipo de condutor, que pode ser de cobre ou alumínio, e o tipo de isolamento do condutor, seja ela de PVC, EPR e XLPE;
- ii. Maneira em que os condutores serão instalados. Por exemplo, em eletrodutos embutidos ou aparente, em canaletas, subterrâneos, dentre outros. Dessa forma, a partir da Tabela 33 da norma NBR 5410:2004 é possível obter o tipo de linha elétrica codificando a maneira de instalar

- conforme uma letra e um número obtendo assim, o método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de corrente;
- iii. Calcular a corrente de projeto (ou nominal) a partir dos valores de tensão, potência, fator de potência e rendimento;
 - iv. Determinar a quantidade de condutores carregados do circuito;
 - v. Aplicar fatores de correção, de forma a adequar a condição de instalação ao ambiente. São, basicamente, três as correções a fazer: fator de correção de temperatura (FCT), fator de correção de agrupamento (FCA) e fator de correção devido à resistividade térmica do solo (FCR);
 - vi. Calcular a corrente corrigida a partir dos fatores de correção obtidos;
 - vii. Por fim, determinar a seção nominal do condutor capaz de conduzir a corrente do circuito.

2.7.1 CORRENTE DOS CIRCUITOS TERMINAIS

A corrente nominal do circuito, ou corrente de projeto, é calculada de acordo com o tipo de circuito. A Equação (1) permite calcular a corrente para circuitos monofásicos e a Equação (2) e Equação (3), para circuitos trifásicos e trifásico equilibrado, respectivamente.

$$I_p = \frac{P_n}{v \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (1)$$

$$I_p = \frac{P_n}{3 \cdot v \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (2)$$

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (3)$$

em que I_p é a corrente de projeto do circuito [A]; P_n é a potência nominal do circuito [W]; v é a tensão entre fase e neutro [V]; $\cos \varphi$ é o fator de potência; η é o rendimento e V é a tensão entre fases [V].

Vale ressaltar que para circuitos monofásicos puramente resistivos compostos apenas de lâmpadas incandescentes e resistências, tem-se $\eta = 1$ e $\cos \varphi = 1$.

2.7.2 CONDUTORES CARREGADOS

Considera-se condutor carregado aquele que efetivamente é percorrido pela corrente elétrica no funcionamento normal do circuito (fase e neutro). O condutor de proteção (PE) não é considerado condutor carregado. De acordo com a Tabela 46 da NBR 5410:2004, o número de condutores carregados depende do tipo de circuito como pode-se verificar na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

Fonte: (NBR 5410, 2004).

2.7.3 FATORES DE CORREÇÃO

Para dimensionar a seção nominal do condutor considera-se, de acordo com a Tabela 36 da NBR 5410:2004, que para condutores e cabos isolados de PVC, cobre ou alumínio a temperatura no condutor seja de 70°C, a temperatura ambiente seja de 30°C para instalações não aterradas (ar) e 20°C para instalação enterrada (solo). A Tabela 37 da NBR 5410:2004 refere-se que, para condutores e cabos isolados de EPR, cobre ou alumínio a temperatura no condutor seja de 90°C, a temperatura ambiente seja de 30°C para instalações não aterradas (ar) e 20°C para instalação enterrada (solo).

Portanto, para os casos em que a temperatura ambiente difere das citadas acima, os circuitos estejam instalados em conjunto com outros circuitos em um mesmo eletroduto e a resistividade térmica do solo seja diferente de 2,5 k.m/W, é necessário aplicar os fatores de correção no cálculo da corrente de projeto.

Como não foi possível obter a resistividade elétrica do solo onde a central de Laboratórios de Biologia e Química será construída, não foi aplicado nos cálculos da corrente dos circuitos terminais o FCR (fator de resistividade térmica do solo).

2.7.3.1 FATOR DE CORREÇÃO DE TEMPERATURA (FCT)

Na Tabela 2 (Tabela 40 da NBR 5410:2004) é apresentada os valores para o FCT aplicáveis às diversas situações do projeto.

Tabela 2 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura °C	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		do Solo	
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1,00	1,00
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1,00	1,00	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,80

Fonte: adaptado de (NBR 5410,2004).

2.7.3.2 FATOR DE CORREÇÃO DE AGRUPAMENTO (FCA)

O FCA é aplicado nos casos em que os circuitos são instalados juntamente com outros circuitos, em um mesmo eletroduto, calha, bloco alveolado, etc. Na Tabela 3 é fornecido os valores para o FCA, considerando condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos.

Tabela 3 - Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados

Número de circuitos (grupos de dois ou três condutores)	FCA
2	0,80
3	0,70
4	0,65
5	0,60
6	0,60

Fonte: adaptado de (NBR 5410, 2004).

2.7.4 CORRENTE CORRIGIDA

A corrente corrigida corresponde a um valor fictício da corrente do circuito, a qual depende da corrente de projeto e dos fatores de correção, verificada na Equação (4).

$$I'_p = \frac{I_p}{FCT * FCA}, \quad (4)$$

em que I'_p é a corrente corrigida [A]; I_p é a corrente de projeto do circuito [A]; FCT é o fator de correção de temperatura e FCA é o fator de correção de temperatura.

2.7.5 SEÇÃO NOMINAL DOS CONDUTORES

Sabendo-se o método de referencia a ser utilizado na instalação, o número de condutores carregados e a corrente corrigida, recorre-se a uma das tabelas da norma para capacidade de condução de corrente (Tabela 36 a 39 da NBR 5410:2004) e determina-se a seção do condutor fase.

Para o projeto elétrico realizado durante o estágio foi utilizada a Tabela 36 e a Tabela 37 da NBR 5410:2004. As tabelas podem ser verificadas na Tabela 4 e Tabela 5, respectivamente. A Tabela 4 corresponde à isolação do condutor de PVC e a Tabela 5, à isolação de EPR/XLPE.

Tabela 4 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103

Fonte: (NBR 5410,2004).

Tabela 5 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351

Fonte: (NBR 5410,2004).

2.7.5.1 SEÇÃO MÍNIMA DOS CONDUTORES

A norma NBR 5410:2004 prescreve que os circuitos de iluminação e força não podem ter seção inferior aos valores mínimos permissíveis. No caso de instalações fixas em geral, para os condutores e cabos isolado os circuitos de iluminação e de força, devem possuir condutor de seção mínima de 1,5 mm² e 2,5 mm², respectivamente.

Na Tabela 6 e na Tabela 7 é definida as seções mínimas do condutor neutro e proteção, respectivamente, em função da seção do condutor fase. Os valores encontrados em ambas as tabelas só são válidos se o condutor neutro e de proteção forem constituídos do mesmo material que o condutor fase.

Tabela 6 - Seção reduzida do condutor neutro

Seção dos condutores de fase S mm²	Seção reduzida do condutor neutro mm²
$S \leq 25$	S
$35 \leq S \leq 50$	25
70	35
95	50
$120 \leq S \leq 150$	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: adaptada da (NBR 5410,2004).

Tabela 7 - Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase S mm²	Seção mínima do condutor de proteção mm²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: (NBR 5410,2004).

Para facilitar a realização de verificações, reparos e modificações nas instalações elétricas, a norma NBR5410:2004 determina que os condutores elétricos devam ser identificados por cores. Para isso, o condutor neutro deve possuir isolação na cor azul-claro, o condutor de proteção (PE) deve ser identificado pela isolação na cor dupla coloração verde-amarelo ou na cor verde, para o retorno na cor amarela e para o condutor fase nas demais cores encontradas no mercado.

2.8 DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE LIGAÇÃO

O dimensionamento do ramal de ligação só é possível após a realização do cálculo de demanda provável da instalação. Portanto, é necessário obter a potência total de cada ponto de utilização (ponto de luz, tomada, motores, etc.). Por ser improvável a utilização de todos esses pontos ao mesmo tempo, é imprescindível o uso do fator de demanda para o cálculo da demanda provável e consequentemente no cálculo da corrente do ramal de entrada. Para o estado da Paraíba, este cálculo deve ser feito em conformidade com a NDU-001 da Energisa.

Para realizar o dimensionamento dos condutores do ramal de ligação é necessário seguir os seguintes passos:

- i. Somar as potências dos circuitos de iluminação e tomadas de uso geral (TUG);
- ii. Multiplicar a parcela da soma desta potência pelo respectivo fator de demanda fornecido na Tabela 8;
- iii. Somar a potência das tomadas de uso específico (TUE) e multiplicar pelo fator de demanda correspondente, de acordo com o tipo de aparelho. “Instalações em que a carga será utilizada de maneira simultânea deverão ser consideradas com o fator de demanda de 100%.” (NDU-001, 2014);
- iv. Somar a potência de todos os ar condicionados existentes no local e multiplicar pelo respectivo fator de demanda fornecido na Tabela 9. Mesmo procedimento deve ser feito para outras TUE;
- v. Por fim, soma-se todas as potências obtidas nos itens acima, as quais já se encontram corrigidas, e calcula a corrente do ramal de entrada a partir da Equação (5).

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}.V}, \quad (5)$$

em que I é a corrente do ramal de entrada [A]; S é a potência aparente [VA] e V é a tensão entre fases [V].

Tabela 8 – Fator de demanda para iluminação e pequenos aparelhos

Escolas e Similares	Fator de demanda (%)
Para os primeiros 12 kVA	86
Para o que exceder de 12 kVA	50

Fonte: (NDU-001, 2014).

Tabela 9 – Fatores de demanda para aparelhos de ar-condicionado tipo janela – não residencial

Nº de aparelhos	Fator de demanda (%)
1 a 10	100
11 a 20	90
21 a 30	82
31 a 40	80
41 a 50	77
Acima de 50	75

Fonte: (NDU-001, 2014).

2.9 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Como prescrito nos itens 6.2.11.1.2, 6.2.11.1.3 e 6.2.11.1.4 da norma NBR 5410 (2004), só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama e que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada. Em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.

De acordo com o item 6.2.11.1.6 da norma NBR 5410 (2004), as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem a linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto:

a) 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;

Para projetos elétricos maiores, a exemplo de locais com mais de um pavimento, o dimensionamento de eletrodutos se torna complexo para ser determinado manualmente. Portanto, na maioria dos casos, esse dimensionamento é feito por meio de planilhas no *Excel*, a exemplo, a planilha disponível no Anexo A.

2.10 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

Dispositivo responsável por proteger a instalação, os disjuntores “são equipamentos elétricos capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação de um circuito, bem como estabelecer, conduzir e interromper automaticamente correntes em condições normais, de forma a, dentro das condições especificadas, limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração.” (LIMA FILHO, 2011).

Atualmente, os disjuntores termomagnéticos em caixa moldada são os dispositivos de proteção mais utilizados em instalações elétricas de baixa tensão.

Conforme prescrito no item 5.3.4.1 da norma NBR 5410 (2004), para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

a) $I_B \leq I_N \leq I_Z$; e

b) $I_2 \leq 1,45 I_Z$,

em que I_B é a corrente de projeto do circuito [A]; I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para instalação [A]; I_N é a corrente nominal do dispositivo de proteção, nas condições previstas para instalação [A] e I_2 é a corrente convencional de atuação para disjuntores.

“A condição da alínea b) é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores 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, a condição da alínea b) deve ser substituída por: $I_2 \leq I_Z$.” (NBR 5410, 2004).

2.11 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO A CORRENTE DIFERENCIAL

RESIDUAL

“Trata-se de um dispositivo de proteção reconhecidamente mais eficaz na proteção contra choques elétricos que, além de tornar mais seguras e confiáveis as instalações elétricas de baixa tensão, constitui-se também uma ‘garantia da qualidade’ da instalação, devido ao fato de que os dispositivos DRs não admitem correntes de fuga ou de faltas excessivas [...]” (CAVALIN, 1952).

O item 5.1.3.2.1.1 da norma NBR 5410 (2004), estabelece que o uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal I_n igual ou inferior a 30 mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos.

A corrente nominal do dispositivo DR deve ser maior ou igual a corrente nominal do disjuncto imediatamente após a montante.

2.12 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO (DPS)

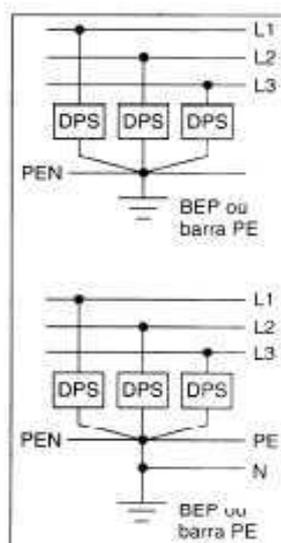
Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) são destinados à proteção das instalações elétricas e dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra os efeitos diretos e indiretos causados pelas descargas atmosféricas. São conhecidos por limitar e eliminar as descargas atmosféricas.

Para proteção da entrada da edificação, o DPS pode ser instalado no quadro geral que fica na entrada da edificação. De acordo com Cavalin (1953), geralmente, para proteger uma entrada de linha em 380/220 V, é utilizado um DPS pertencente a classe II. Os tipos de DPS e sua utilização são descritos a seguir:

- DPS 20 kA é recomendado para os casos em que as instalações estejam situadas em zonas de exposição a raios classificados como desprezíveis. Deve ser instalado no circuito elétrico no qual o equipamento está conectado;
- DPS 30 kA é recomendado para os casos em que as redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas urbanas e densamente edificadas, expostas a raios classificados como indiretos. Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede;
- DPS 45 kA é recomendado para os casos em que as redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, expostas a raios classificados como diretos. Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede elétrica.

De acordo com a NBR 5410:2004, caso a linha elétrica de energia que chega a edificação incluir neutro e este estiver conectado a malha de aterramento, a instalação dos DPS deverá ser instalada da seguinte maneira:

Figura 3 – Disposição dos DPS



Fonte: adaptado de (NBR 5410, 2004).

2.13 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E QUADRO GERAL

De acordo com o item 6.5.4.8 da norma NBR 5410 (2004), os quadros de distribuição, devem ser instalados em local de fácil acesso e ser providos de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível.

Devido a possibilidade de futuras ampliações nas instalações elétricas é necessário que os quadros possuam espaço reserva. A partir da Tabela 10 pode ser verificado que a quantidade de espaços reserva depende do número de circuitos com que o quadro será efetivamente equipado.

Tabela 10 - Espaço de reserva de quadros de distribuição

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N > 30$	$0,15N$

Fonte: (NBR 5410, 2004).

3 ATIVIDADE DESENVOLVIDA

A atividade desenvolvida durante a vigência do estágio supervisionado, constituiu na elaboração do projeto de instalação elétrica da Central de Laboratório de Biologia e Química, localizada no campus de Cajazeiras. Na Figura 4 é ilustrado o bloco a ser construído. O prédio cinza já se encontra construído e utilizado.

Figura 4 - Central de Laboratório de Biologia e Química



Fonte: Prefeitura Universitária da UFCG.

O prédio é composto por dois andares, térreo e primeiro pavimento, dividido da seguinte maneira:

Tabela 11 – Descrição dos ambientes por pavimento da central de laboratório

Térreo	Primeiro Pavimento
Lab. de Aulas Práticas e Química Geral	Lab. de Biologia Molecular
Coordenação de Química	Lab. de Ecologia
Sala de Equipamentos	Lab. de Zoologia
Sala de Reagentes	Curadoria
Lab. de Química Orgânica	Sala de Triagem
Lab. de Química Analítica e Inorgânica	Herbário
WC masculino	Sala de Aula
WC feminino	Sala de Equipamentos
Laboratório de Informática	Coordenação do Lab. de Biologia
Circulação	Copa
Hall de entrada	WC masculino
	WC feminino
	Lab. de Botânica
	Hall de Circulação
	Circulação

Fonte: próprio autor.

O projeto da instalação elétrica da Central de Laboratórios foi dividido entre quatro estagiários do curso de Engenharia Elétrica da UFCG. Neste relatório constará a descrição das atividades da estagiária Yasmim de Moraes Mendonça, as quais se referem à luminotécnica e às instalações elétricas dos seguintes ambientes:

- Laboratório de Química Orgânica;
- Laboratório de Química Analítica e Inorgânica;
- WC masculino;
- WC feminino;
- Laboratório de Informática;
- Circulação;
- Hall de entrada.

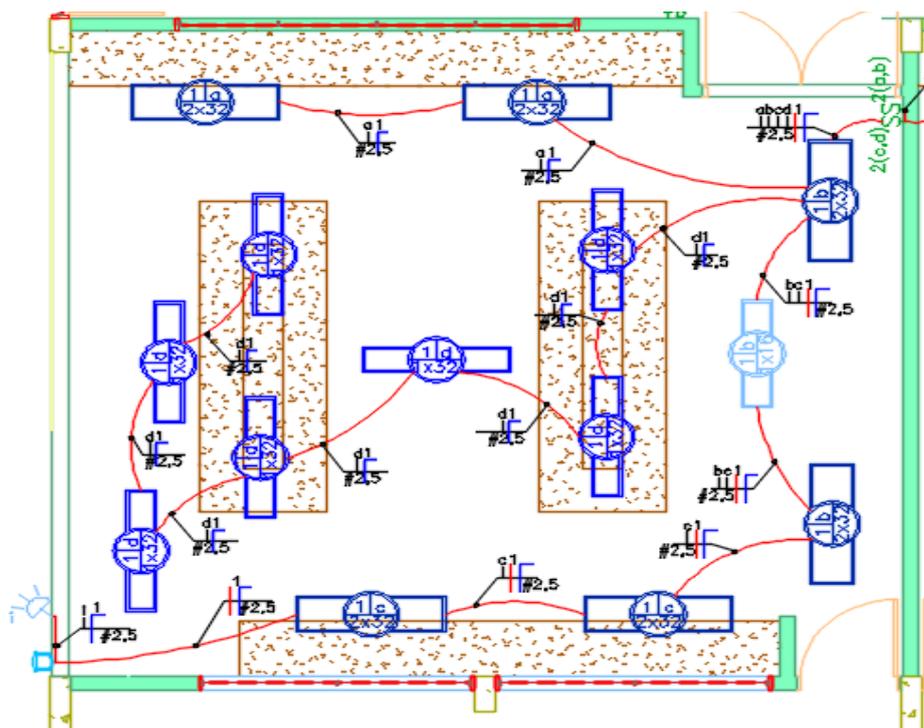
Todas as atividades foram realizadas com a participação efetiva dos engenheiros responsáveis, Camila Guedes e Jonas Ágápito, que indicaram as etapas de elaboração do projeto de acordo com os métodos de concepção estabelecidos por norma.

Para dar início ao projeto elétrico, foi necessário o estudo das normas técnicas a saber: a Norma de Distribuição Unificada, NDU 001, a NBR 5410:2004, a NBR 5858:1983 e a NBR ISSO/CIE 8995-1:2013, e o domínio dos *softwares* AutoCAD, DIALux e Excel.

Após o estudo das normas técnicas vigentes, foi elaborado o projeto luminotécnico dos ambientes, utilizando o *software* DIALux em conformidade com a NBR ISSO/CIE 8995-1:2013.

A partir dos resultados obtidos na simulação, o projeto foi exportado para o AutoCAD, como apresentado na Figura 5.

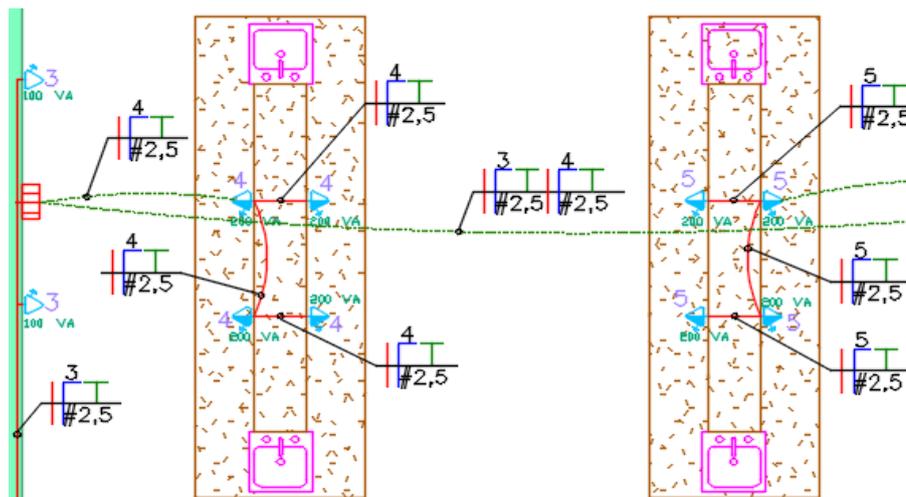
Figura 5 – Instalação de iluminação do Laboratório de Química Orgânica



Fonte: próprio autor.

Em seguida, foram definidos os pontos de tomadas de uso geral e específico de acordo com a norma NBR 5410:2004, como pode-se verificar na Figura 6. Além disso, foi imprescindível fazer um levantamento da potência dos equipamentos a serem utilizados em cada ambiente. Sendo possível assim, atribuir às tomadas as respectivas potências, contribuindo para um dimensionamento adequado do circuito.

Figura 6 – Instalação de força das bancadas centrais do Laboratório de Química Orgânica

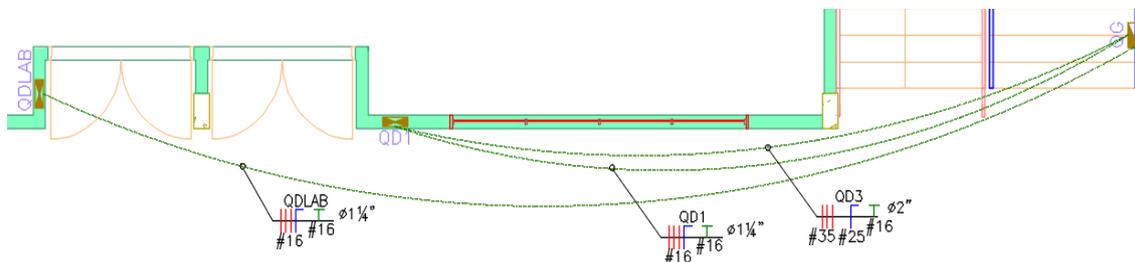


Fonte: próprio autor.

Posteriormente, através de uma planilha no *Excel*, disponível no Anexo B, foi feito o levantamento da carga térmica de cada ambiente, em conformidade com a norma NBR 5858:1983. Dessa forma, foi possível saber quantos aparelhos de ar condicionado seriam necessários para cada ambiente, e qual deveria ser a potência dos mesmos.

Após ter feito estas atividades, foram dimensionados os circuitos terminais (iluminação, força e ar condicionado), quadro de distribuição (QD), redes de alimentação, eletrodutos, dispositivos de proteção e o quadro geral (QG). Para dimensionar este último, foi necessário obter informações a respeito dos quadros de distribuição que foram dimensionados pelos demais estagiários. Na Figura 7 é ilustrada a rede de alimentação dos quadros de distribuição QDLAB e QD1 partindo do quadro geral.

Figura 7 – Instalação elétrica da rede de alimentação dos quadros de distribuição



Fonte: próprio autor.

A última atividade desenvolvida no estágio supervisionado foi a elaboração da planilha orçamentária do projeto elétrico. Para isto, foi preciso fazer pesquisas de preço no SINAPI e no ORSE. Alguns itens da planilha estão disponíveis no Apêndice C.

Para o dimensionamento dos eletrodutos, foi utilizada uma planilha no *Excel*, disponibilizada pelos engenheiros eletricitas da PU. A mesma está disponível no Anexo A.

O memorial descritivo e o memorial de cálculo estão disponíveis no apêndice A e Apêndice B, respectivamente. O primeiro tem como objetivo descrever de forma resumida o projeto. O segundo, deve conter o dimensionamento dos condutores, eletrodutos, dos condicionadores de ar, dos dispositivos de proteção e quadros elétricos.

Os resultados das simulações no DIALux de todos os ambientes encontram-se no final do Apêndice B.

O projeto elétrico desenvolvido durante a vigência do estágio, está disponível no Apêndice D. O projeto dispõe do projeto de iluminação, tomadas, ar condicionados e quadros. Assim como, informações a respeito do quadro de distribuição a ser projetado (QD1) e do quadro geral, diagramas unifilares e da prumada.

4 CONCLUSÃO

Como componente curricular obrigatório do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, a disciplina de Instalações Elétricas foi de suma importância para a elaboração do projeto elétrico, a partir dos conhecimentos adquiridos. O apoio dos engenheiros eletricitas da Prefeitura Universitária (PU) da UFCG foi de grande valia para a realização do cálculo da carga térmica e do orçamento elétrico do projeto, além dos conhecimentos adquiridos no que se refere às questões práticas da área de Engenharia Elétrica.

O estágio supervisionado possibilitou à estagiária adquirir novos conhecimentos dos softwares DIALux e AutoCAD, e uma melhor familiarização com as normas técnicas vigentes que foram utilizadas para a concepção do projeto.

Fica, portanto, evidente que todos os objetivos do estágio supervisionado foram realizados de forma satisfatória, pois todas as atividades propostas foram cumpridas.

Por fim, destaca-se a importância de se realizar o estágio juntamente com engenheiros da área, independente da sua natureza no mercado de trabalho pois, oferece novas perspectivas das aplicações da engenharia e os desdobramentos das teorias, que são repassadas durante o curso de graduação.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (1983). NBR 5858 - Condicionador de ar doméstico. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 15). ABNT.
- ABNT. (2004). NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 217). ABNT.
- ABNT. (2013). NBR ISO/CIE 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior . *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 54). ABNT.
- ALMEIDA, G. J. (2014). *Notas de Aula de Instalações Elétricas: Cap. 2 - Luminotécnica*.
- CAVALIN, G., & SEVERO, C. (2006). *Instalações Elétricas Prediais* (14 ed.). São Paulo: Érica.
- CREDER, H. (2007). *Instalações Elétricas* (15 ed.). Rio de Janeiro: LTC.
- DrLux. (2012). *Guia Básico de Iluminação*. Acesso em 01 de 08 de 2016, disponível em DrLux: <http://www.drlux.com.br/blog/guia-basico-de-iluminacao/>
- ENERGISA. (2014). Norma de Distribuição Unificada – NDU-001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão - Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras. *Energisa* (p. 96). ENERGISA.
- LIMA FILHO, D. L. (2011). *Projetos de Instalações Elétricas Prediais* (12 ed.). São Paulo: Erica.
- ORSE. (2016). *Orçamento de Obras de Sergipe*. Acesso em 19 de 09 de 2016, disponível em ORSE.
- Prefeitura Universitaria da UFCG. (2016). *Sobre a Prefeitura*. Acesso em 10 de 10 de 2016, disponível em Prefeitura Universitária da UFCG: <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/2015-04-27-17-54-31/sobre>
- PROCEL. (2011). Manual de Iluminação. *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica* (p. 54). PROCEL-EPP. Acesso em 01 de 08 de 2016, disponível em http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/MANUAL%20DE%20ILUMINACAO%20-%20PROCEL_EPP%20-AGOSTO%202011.pdf
- Schneider. (2011). Dispositivo de Proteção Contra Surtos. (p. 139). Schneider. Acesso em 15 de 08 de 2016, disponível em Schneider Eletric: <https://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual-residencial.pdf>
- SINAPI. (2016). *Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil*. Acesso em 19 de 09 de 2016, disponível em SINAPI: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_652

APÊNDICE A – MEMORIAL DESCRITIVO

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande – PB

Localidade: Cajazeiras – PB

Título do projeto: Projeto de instalação elétrica para atender a central de Laboratório de Biologia e Química situada no campus de Cajazeiras – PB.

Finalidade: Descrever o projeto de instalação elétrica dos seguintes ambientes da Central de Laboratórios de Biologia e Química do campus de Cajazeiras – PB:

- Lab. de Química Orgânica;
- Lab. de Química Analítica e Inorgânica;
- WC masculino;
- WC feminino;
- Laboratório de Informática;
- Circulação;
- Hall de entrada.

1 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as instruções aplicáveis da ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, ABNT NBR ISO/CIE 895-1/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior e a Norma de Distribuição Unificada 001 da Energisa.

Foram projetadas as seguintes instalações:

- Entrada de energia;
- Quadro de carga;
- Diagrama unifilar.

2 ESPECIFICAÇÕES DA EDIFICAÇÃO

A edificação é composta por dois andares, térreo e primeiro pavimento. Contém 26 ambientes com diferentes áreas, são elas: laboratórios, salas, coordenações, copa, banheiros, circulação e hall.

3 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

3.1 PRANCHAS

O projeto elétrico é composto pelas seguintes pranchas:

- Planta do sistema de iluminação, força e ar condicionado dos seguintes ambientes: Lab. de Química Orgânica, Lab. de Química Analítica e Inorgânica, WC masculino, WC feminino, Laboratório de Informática, Circulação e Hall de entrada;
- Planta da rede de alimentação do quadro de distribuição QD1;
- Planta do quadro geral (QG) e a prumada;
- Planta dos quadros de cargas e diagramas unifilares do QD1 e do QG.

3.2 NÍVEIS DE TENSÃO

Tensão para luminárias: 220 V (monofásico).

Tensão para tomadas de uso geral: 220 V (monofásico).

Tensão para tomadas de uso específico: 220 V (monofásico).

Tensão para ar condicionados: 220 V (monofásico) e 380 V (trifásico).

3.3 ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação interna foi projetado considerando todas as normas estabelecidas na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, que define os níveis de iluminamento necessário para cada ambiente.

As luminárias especificadas foram escolhidas de acordo com a necessidade do ambiente e escolha do engenheiro eletricista. As luminárias fluorescentes devem ser de embutir, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio de alto brilho, conexão para condutor de proteção, conjunto óptico composto por: refletor parabólico em alumínio alto brilho e aletas parabólicas em alumínio alto brilho. Deverão ser utilizadas luminárias de embutir 1x32 W, 2x32 W e 1x16 W.

Devem ser utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 16 W e 32 W.

Os refletores externos devem ser projetor retangular fechado para lâmpada vapor metálico 150 W a 500 W em alumínio fundido, corpo em alumínio anodizado, para lâmpada E40 fechamento em vidro temperado. Deve ser utilizado lâmpadas de vapor metálico 150 W, ignitor para lâmpada de vapor de sódio / vapor metálico até 400 W, tensão de pulso entre 580 a 750 V, reator para lâmpada vapor metálico de 150 W e relé fotoelétrico 1000 W / 220 V.

3.4 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para a iluminação de emergência devem ser utilizadas luminárias com 48 LEDs com bateria de Lítio de, no mínimo, 2.2 Ah. Com fluxo luminoso mínimo de 60 lm e temperatura de cor mínima de 6400 K.

As luminárias de emergência devem acender automaticamente logo após a falta de energia elétrica e devem desligar quando a energia for restabelecida. Assim como, devem ser mantidas conectadas a tomadas para garantir o funcionamento em casos de falta de energia elétrica.

3.5 INTERRUPTORES

Devem ser instalados interruptores de 10 A / 250 V, de embutir, em conformidade com a norma NBR 60669-2. Os tipos a serem utilizados são: interruptores de uma seção, duas seções, três seções, paralelo (three - way) e intermediário (four - way).

3.6 TOMADAS

Todas as tomadas monofásicas de uso geral deverão ser de embutir do tipo 2P+T 10 A / 250 V. As tomadas de uso específico para as capelas localizadas no Laboratório de Química Analítica e Inorgânica e Laboratório de Química Orgânica devem ser de embutir do tipo universal 2P+T de 10 A / 250 V de acordo com NBR 14136 - Padrão Brasileiro.

As tomadas localizadas nas bancadas centrais do Laboratório de Química Analítica e Inorgânica e Laboratório de Química Orgânica devem ser instaladas à uma altura de 1,25 m do piso. As tomadas pertencentes aos circuitos 6, 10, 14 e 18 devem ser instaladas à uma altura de 1,10 m do piso.

No circuito 10, correspondente ao destilador, deve ser instalado um ponto de força monofásico.

Para os ar condicionados devem ser instalados pontos de força monofásicos.

3.7 CONDUTORES

Para os circuitos terminais devem ser instalados cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, isolamento à base de composto de PVC, antichama, classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V e com seções de 2,5 mm², 4 mm² e 10 mm², conforme indicado no projeto elétrico.

Para a rede de alimentação do quadro de distribuição QD1 deve ser utilizado cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, isolamento à base de composto de EPR, anti-chama, classe térmica 90° C, tensão de isolamento 0,6/1 kV e seção circular de 10 mm² para os condutores fase, neutro e proteção.

Para a rede de alimentação do quadro geral deve ser utilizado cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, isolamento à base de composto de EPR/XLPE, anti-chama, classe térmica 90° C, tensão de isolamento 0,6/1 kV, com seção circular de 185 mm² para os condutores fase e de 95 mm² para os condutores neutro e de proteção.

Em conformidade com a norma NBR 5410, as linhas elétricas devem ser de fácil identificação. Sendo assim, a convenção das cores prevista nessa norma para a identificação dos cabos são:

- Condutor neutro: isolação azul-clara;
- Condutor terra: isolação verde ou verde e amarelo;
- Retorno: isolação amarelo;
- Condutor fase: qualquer cor, exceto as cores dos demais condutores citados acima.

Não deve ser empregado condutores com bitolas inferiores a 1,5 mm² para retorno dos interruptores.

Os cabos não devem ser seccionados exceto onde absolutamente necessário. Em cada circuito, os cabos devem ser contínuos desde o disjuntor até a última carga, sendo que, nas cargas intermediárias, são permitidas derivações. As emendas devem ser feitas com conectores apropriados e isoladas com fita tipo auto-fusão, anti-chama, uso até 750 V. As emendas só poderão ocorrer nas caixas de passagem.

3.8 ELETRODUTOS

Deve ser utilizados eletrodutos rígido, em pvc, anti-chama, com seções de 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" e 4", conforme indicado no projeto elétrico.

O corte dos eletrodutos deve ser executado perpendicularmente ao eixo longitudinal, sendo as novas extremidades conectada a luva em PVC rígido roscável de mesma seção.

3.9 CAIXAS

Deve ser utilizada as seguintes caixas a depender do ponto de utilização, são elas:

- Iluminação: caixa octogonal com fundo móvel, em PVC, 4"x4";
- Força: caixa de passagem, em pvc, 4" x 2", para eletroduto flexível corrugado;
- Caixas de passagem: caixas de embutir 20x20x15 cm, conforme indicado no projeto elétrico;
- Quadro geral: caixa para quadro elétrico em chapa metálica 90x50x12 cm.

3.10 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

O quadro de distribuição a ser instalado pertence ao Laboratório de Química Orgânica, Laboratório de Química Analítica e Inorgânica, sistema de iluminação da rampa, sistema de iluminação e parte do sistema de força de Circulação e Hall de entrada.

Portanto, este quadro compreende o sistema de iluminação, força e condicionadores de ar.

O quadro de distribuição 1 (QD1) deve ser de embutir, possuir barramento trifásico de 100 A, em chapa de aço galvanizado, dimensão para 36 disjuntores do tipo DIN. Além disso, deve conter disjuntor trifásico, disjuntores monofásicos e DR (dispositivo diferencial residual).

Deve ser instalado conforme diagrama unifilar apresentado no projeto elétrico e possuir identificação dos circuitos na parte interna da tampa de fechamento do quadro.

3.11 QUADRO GERAL

O quadro geral é responsável por alimentar todos os quadros de distribuição da Central de Laboratório de Biologia e Química. Os seguintes quadros são:

- Quadro de distribuição do Laboratório de Aulas Práticas e Química Geral (QDLAB);
- Quadro de distribuição 1 (QD1);
- Quadro de distribuição 2 (QD2);
- Quadro de distribuição 3 (QD3);
- Quadro de distribuição 4 (QD4);

O quadro geral deve ter tamanho igual a 90x50x12 cm, trilho suporte para fixação rápida DIN com capacidade para seis disjuntores trifásicos de correntes nominais de 63 A, 80 A e 100 A, sendo um deles reserva, sub tampa de proteção em acrílico transparente e possuir barramentos de cobre eletrolítico para as três fases, neutro e terra:

3.12 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

No que se refere ao quadro de distribuição 1 (QD1) e quadro geral (QG) deve utilizar disjuntor tipo DIN/IEC monopolar de 16 A, 25 A e 50 A; disjuntor termomagnético tripolar 63 A com caixa moldada com corrente máxima de interrupção de 10 kA; dispositivo DR de 4 polos com sensibilidade de 30 mA e corrente nominal de 63 A do tipo AC e disjuntor termomagnético tripolar com corrente nominal de 300 A para a proteção do quadro geral.

Além disso, deve ser utilizado Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) classe II de um polo e tensão máxima de 275 V.

Por fim, o quadro geral deve conter DPS classe II de um polo, tensão máxima de 275 V, corrente máxima de interrupção de 30 kA do tipo AC.

3.13 OUTRAS INFORMAÇÕES

No que se refere a instalação das caixas, suas alturas devem ser:

- 2,20 m para as tomadas altas;

- 1,30 m para as tomadas médias, exceto, para as bancadas centrais do Laboratório de Química Analítica e Inorgânica e Laboratório de Química Orgânica, as quais devem ser instaladas a 1,25 m do piso e a 1,10 m para os circuitos 6, 10, 14 e 18;
- 0,30 m do piso para as tomadas baixas;
- 1,10 m do piso para os interruptores;
- 2,20 m do piso para os pontos de força de ar condicionado;
- 0,30 m do piso para as caixas de passagem 20x20x15 cm;
- 1,30 m do piso para o quadro de distribuição QD1 e o quadro geral QG.

APÊNDICE B – MEMORIAL DE CÁLCULO

1 PREVISÃO DE CARGAS

1.1 PREVISÃO DE CARGAS DE ILUMINAÇÃO

A previsão de carga de iluminação foi obtida por meio do projeto luminotécnico, no qual pode-se obter quais e quantas luminárias a serem utilizadas em cada ambiente. Na

Tabela B1 é possível verificar a potência dos pontos de iluminação para cada ambiente.

Tabela B1 – Previsão de carga de iluminação por ambiente

Ambiente	Quantidade luminárias	Tipo de luminária	Potência (W)	Potência (VA)	Potência Total (VA)
Lab. de Química Orgânica	7	1x32	36	252	826
	6	2x32	67	402	
	1	1x16	22	22	
	1 (refletor)		150	150	
Lab. de Química Analítica e Inorgânica	6	1x32	36	216	640
	6	2x32	67	402	
	1	1x16	22	22	
Hall de entrada	4	1x16	22	88	88
Circulação	14	1x16	22	308	308
WC masculino	2	1x32	36	72	138
	3	1x16	22	66	
WC feminino	2	1x32	36	72	288
	3	1x16	22	66	
	1 (refletor)		150	150	
Laboratório de Informática	9	2x32	67	603	753
	1 (refletor)		150	150	

1.2 PREVISÃO DE CARGAS DE FORÇA

Tabela B2 – Previsão de cargas de tomadas de uso geral e específico

Ambiente	Quantidade TUGs	Quantidade TUEs	Potência Total (VA)
Lab. de Química Orgânica	21		2900
		3	9950
Lab. de Química Analítica e Inorgânica	20		2800
		3	2300
Hall de entrada / circulação	7		700
Circulação	4		400
Laboratório de Informática	10		12000

1.3 PREVISÃO DE CARGAS DOS CONDICIONADORES DE AR

A previsão de carga para os condicionadores de ar foi realizada com o auxílio da tabela de carga térmica no Anexo B, baseada na NBR 5858:1983. Os resultados obtidos podem ser verificados na Tabela B3.

Tabela B3 – Previsão de carga dos Condicionadores de Ar

Ambiente	Quantidade	BTUs	Potência (VA)	Potência Total (VA)
Lab. de Química Orgânica	2	12000	1900	3800
Lab. de Química Analítica e Inorgânica	2	1200	1900	3800
Laboratório de Informática	2	30000	4000	8000

2 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

O quadro de distribuição 1 (QD1) contém vinte e três circuitos terminais correspondendo aos circuitos de iluminação, tomadas de uso geral, tomadas de uso específico e condicionadores de ar, a saber:

Tabela B4 – Circuitos terminais do quadro de distribuição 1 (QD1)

Ambiente	Circuito de Iluminação	Circuitos de TUG	Circuitos de TUE	Circuitos de Ar Condicionado
Lab. de Química Orgânica	1	3 a 7	8 a 10	20 e 21
Lab. de Quím. Analít. e Inorg.	1	11 a 15	16 a 18	22 e 23
Hall / circulação		19		
Hall	2			
Circulação	2			
Rampa	2			

Para a realização do dimensionamento dos condutores dos circuitos terminais do quadro de distribuição 1 (QD1) foram considerados as seguintes condições:

- Condutores isolados de PVC;
- Método de referência: 7-B1;
- Circuito monofásico a três condutores (fase, neutro e proteção), com tensão de 220 V entre fase e neutro, com dois condutores carregados por circuito;
- Temperatura no condutor: 70°C;
- Temperaturas de referência do ambiente: 35°C (ar) e 25°C (solo).

Como as lâmpadas a serem utilizadas são fluorescentes, considerou-se um rendimento de 0,9 para o cálculo da corrente dos circuitos de iluminação.

Como o projeto luminotécnico da rampa foi realizado por outro estagiário, ficou acordado que o sistema de iluminação pertenceria ao quadro de distribuição 1 (QD1). Assim sendo, a potência total da iluminação deste ambiente é de 648 VA.

O dimensionamento dos circuitos de iluminação e a divisão entre as três fases é mostrado na Tabela B5.

Tabela B5 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de iluminação

Circuito	Potência (VA)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mínima (mm ²)	Fase
1	1466	7,40	0,8	0,94	9,85	0,75	R
2	1044	5,27	0,8	0,94	7,01	0,50	R

A maior seção mínima encontrada foi igual a 0,75 mm². Porém, para os circuitos de iluminação será utilizada no projeto elétrico uma bitola de **2,5 mm²**, cuja capacidade de corrente é de 24 A.

O dimensionamento dos circuitos de tomadas de uso geral e a divisão entre as três fases está mostrado na Tabela B6.

Tabela B6 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (TUG)

Circuito	Potência (VA)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mínima (mm ²)	Fase
3	600	2,73	0,65	0,94	4,46	0,50	R
4	800	3,64	0,65	0,94	5,95	0,50	R
5	800	3,64	0,65	0,94	5,95	0,50	R
6	400	1,82	0,65	0,94	2,98	0,50	R
7	300	1,36	0,70	0,94	2,07	0,50	R
11	600	2,73	0,65	0,94	4,46	0,50	S
12	800	3,64	0,65	0,94	5,95	0,50	R
13	800	3,64	0,65	0,94	5,95	0,50	R
14	300	1,36	0,65	0,94	2,23	0,50	R
15	300	1,36	0,65	0,94	2,23	0,50	S
19	700	3,18	1,00	0,94	3,38	0,50	T

A maior seção mínima encontrada foi igual a 0,5mm². Porém, para os circuitos de tomada de uso geral será utilizada no projeto elétrico uma bitola de **2,5 mm²**, cuja capacidade de corrente é de 24 A.

Para os circuitos 8, 9, 16 e 17, destinados a alimentar capela com exaustor, foi considerado no cálculo da corrente desses circuitos um rendimento de 0,88.

O dimensionamento dos circuitos de tomadas de uso específico e condicionadores de ar e a divisão entre as três fases está descrito na Tabela B7.

Tabela B7 - Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (TUE) e ar condicionado

Circuito	Potência (VA)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mínima (mm ²)	Fase
8	600	3,10	0,70	0,94	4,71	0,50	R
9	600	3,10	0,70	0,94	4,71	0,50	R
10	8750	39,77	1,00	0,94	42,31	10,0	S
16	600	3,10	0,65	0,94	5,07	0,50	R
17	600	3,10	0,65	0,94	5,07	0,50	R
18	1100	5,00	0,65	0,94	8,18	0,50	T
20	1900	8,64	1,00	0,94	9,19	0,75	T
21	1900	8,64	1,00	0,94	9,19	0,75	T
22	1900	8,64	1,00	0,94	9,19	0,75	T
23	1900	8,64	1,00	0,94	9,19	0,75	T

As maiores seções mínimas encontradas para as TUEs foram iguais a 0,5mm², exceto para o circuito 10. Porém, para esses circuitos será utilizada no projeto elétrico uma bitola de **2,5 mm²**, cuja capacidade de corrente é de 24 A. Para o circuito 10, que

corresponde a alimentação do destilador, será utilizada uma bitola de **10,0 mm²**, cuja capacidade de corrente é de 57 A. E para os condicionadores de ar, a seção mínima obtida foi de 0,75 mm². Porém, será utilizada uma bitola de **4 mm²**, cuja capacidade de corrente é igual a 32 A.

Todas as seções de condutores descrito acima corresponde aos condutores fase, neutro e terra.

De forma a equilibrar a potência total do QD1 entre as fases, foi necessário obter a potência total do quadro e dividir por três. Como o quadro geral possui uma demanda total de 28760 VA (somatório das potências dos vinte e três circuitos), a fase R ficou com uma demanda total de 9710 VA, a fase S com 9650 VA e a fase T com 9400 VA.

Para a realização do dimensionamento dos condutores do QD1 e do quadro geral (QG), foram considerados as seguintes condições:

- Condutores e cabos isolados de EPR ou XLPE;
- Método de referência: 61A-D;
- Circuito trifásico a cinco condutores (fases, neutro e proteção), com tensão de 380 V entre fases, com três condutores carregados;
- Temperatura no condutor: 90°C
- Temperaturas de referência do ambiente: 35°C (ar) e 25°C (solo).

De acordo com a Tabela B8 é possível verificar dimensionamento do condutor a ser utilizado no QD1.

Tabela B8 - Dimensionamento do condutor do quadro de distribuição

Quadro	Potência Total (VA)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente Corrigida (A)	Seção mínima (mm ²)
QD1	28760	43,70	1,00	0,96	45,52	6,0

Como o condutor de 6 mm² possui capacidade de corrente igual a 46 A, foi utilizado um condutor de 16 mm², cuja capacidade de corrente é igual a 79 A, para alimentar o quadro de distribuição 1. Isto porque, o dispositivo de proteção a ser utilizado será de 63 A.

Portanto, os condutores fase, neutro e terra possuem uma seção de **16 mm²**.

Para o dimensionamento dos condutores do quadro geral foi necessário obter a demanda total dos outros quadros de distribuição da edificação. Portanto, a partir da

Tabela B9 é possível observar a potência total de todos os quadros, de iluminação e TUGs, das TUEs e dos ar condicionados. Na Tabela B10, observa-se o somatório de todas as potências destes.

Tabela B9 – Potência total dos quadros de distribuição da Central de Laboratório de Biologia e Química

Quadro	Potência Total(VA)	Ilum. + TUGs (VA)	TUEs (VA)	Ar Condicionados (VA)
QDLAB	40163	6313	9950	24000
QD1	28760	8874	12250	7600
QD2	32227	16655	1200	14372
QD3	53242,74	14820,74	10950	27472
QD4	45088,57	10504,57	13150	21434

Tabela B10 – Potências totais da edificação

	Potência Total (VA)	Ilum. + TUGs (VA)	TUEs (VA)	Ar Condicionados (VA)
TOTAL	199481,31	57167,31	47500	94878

De acordo com a NDU-001 da Energisa, a demanda total da edificação é obtida aplicando fator de demanda para cada potência obtida na Tabela B10, a saber: considerando escolas e similares, para os primeiros 12 kVA deve ser aplicado um fator de demanda de 86% e, para o que exceder, um fator de demanda de 50%; para os aparelhos específicos do projeto foi aplicado um fator de demanda de 100%; e para os condicionadores de ar foi aplicado um fator de demanda de 82%, pois existem mais de 20 equipamentos.

Logo, a demanda total da edificação será:

$$D_T = 12000 * 0,86 + 45167,31 * 0,5 + 47500 + 94878 * 0,82 ,$$

$$D_T = 158203,62 \text{ VA.}$$

Dessa forma, será necessário instalar um transformador de 225 kVA para alimentar a Central de Laboratório de Biologia e Química.

Sendo assim, é possível observar na Tabela B11 o dimensionamento do condutor fase a ser utilizado para alimentar o quadro geral a partir do transformador.

Tabela B11 - Dimensionamento da rede de alimentação

Quadro	Demanda (VA)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente Corrigida (A)	Seção mínima (mm ²)
QG	158203,62	240,7	1,00	0,96	250,68	150,0

Como o condutor de 150 mm² possui capacidade de corrente igual a 271 A, foi utilizado um condutor de 185 mm², cuja capacidade de corrente é igual a 304 A, para alimentar o quadro a rede de alimentação. Isto porque, não existe no mercado um dispositivo de proteção entre 250,68 A e 271 A. Portanto, utilizando um condutor de seção 185 mm² é possível utilizar um dispositivo de proteção de 275 A.

Logo, os três condutores fases possuem uma seção de **185 mm²** e **95 mm²** para os condutores neutro e proteção.

3 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

O dimensionamento dos eletrodutos foi realizado através da planilha no *Excel* localizada no Anexo A, a qual possui as dimensões de condutores e eletrodutos para cada tipo de seção. Na Tabela B12 e Tabela B13 é possível verificar as dimensões dos condutores utilizados no projeto elétrico e dos eletrodutos de PVC, respectivamente.

Tabela B12 – Dimensão dos condutores

Isolação	Seção nominal (mm ²)	Diâmetro externo (mm)	Área Unitária (mm ²)
PVC	2,5	3,6	10,17
	4,0	4,2	13,85
	10,0	6,0	28,26
EPR/XLPE	16	9,3	67,89
	95	19,2	289,38
	185	25,8	522,53

Tabela B13 – Dimensão dos eletrodutos

Seção nominal (mm ²)	Diâmetro nominal (mm)	Área Total (mm ²)	Área Útil (mm ²) 40% de ocupação
3/4"	25	346,4	138,6
1"	32	564,4	225,6
1.1/4"	40	962,1	384,8
1.1/2"	50	1244,1	497,6
2"	60	1979,2	791,7
3"	85	4488,8	1795,5
4"	100	6518,2	2607,3

Para circuitos de seção 2,5 mm² o máximo de condutores a ocupar o mesmo eletroduto corresponde a uma quantidade 12 condutores.

Em um único eletroduto irá passar no máximo:

- 12 condutores de seção 2,5 mm² - isolação de PVC;
- 3 condutores de seção 4,0 mm² - isolação de PVC;
- 3 condutores de seção 10,0 mm² - isolação de PVC;
- 5 condutores de seção 16,0 mm² - isolação de EPR/XLPE;
- 3 condutores de seção 185 mm² e 2 condutores de 95 mm² - isolação EPR/XLPE.

Portanto, a Tabela B14 e Tabela B15 descreve qual o eletroduto a ser utilizado no projeto elétrico e sua ocupação máxima.

Tabela B14 - Dimensionamento dos eletrodutos para cabos do tipo PVC

Seção nominal (mm ²)	Quantidade	Área Total (mm ²)	Eletroduto	Ocupação (%)
2,5	12	122,08	3/4	38,11
4,0	3	41,54	3/4	12,97
10,0	3	84,78	3/4	26,47

Tabela B15 - Dimensionamento dos eletrodutos para cabos do tipo EPR/XLPE

Seção nominal (mm ²)	Quantidade	Área Total (mm ²)	Eletroduto	Ocupação (%)
16	5	226,71	1.1/4"	23,85
95	2	578,76		
185	3	1567,58		
2#95		2146,35	4"	26,75
3#185				

Logo, para os circuitos terminais de seção de 2,5 mm², 4,0 mm² e 10 mm² serão utilizados eletrodutos de **3/4" (25 mm)**. Para a alimentação do quadro de distribuição 1 (QD1) será utilizado eletroduto de **1.1/4" (40 mm)**. Por fim, para a rede de alimentação será utilizado eletroduto de **4" (100 mm)**.

4 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Para o dimensionamento dos disjuntores foram considerados os valores das correntes corrigida e da capacidade de condução de corrente do condutor a ser utilizado no projeto, como pode-se verificar nas Tabela B16 a Tabela B19.

Tabela B16 – Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de iluminação

Circuito	Corrente Corrigida (A)	Capacidade de corrente (A)	Disjuntor (A)
1	9,85	24	16
2	7,01	24	16

Tabela B17 – Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de força (TUG)

Circuito	Corrente Corrigida (A)	Capacidade de corrente (A)	Disjuntor (A)
3	4,46	24	16
4	5,95	24	16
5	5,95	24	16
6	2,98	24	16
7	2,07	24	16
11	4,46	24	16
12	5,95	24	16
13	5,95	24	16
14	2,23	24	16
15	2,23	24	16
19	3,38	24	16

Tabela B18 - Dimensionamento dos disjuntores para o circuito de força (TUE) e ar condicionado

Circuito	Corrente Corrigida (A)	Capacidade de corrente (A)	Disjuntor (A)
8	4,71	24	16
9	4,71	24	16
10	42,31	57	50
16	5,07	24	16
17	5,07	24	16
18	8,18	24	16
20	9,19	32	25
21	9,19	32	25
22	9,19	32	25
23	9,19	32	25

Tabela B19 - Dimensionamento dos dispositivos de proteção para o quadro de distribuição 1 (QD1) e o quadro geral (QG)

Quadro	Corrente Corrigida (A)	Capacidade de corrente (A)	Disjuntor (A)	DR (A)
QD1	45,52	79	63	63
QG	250,68	304	275	

5 DIMENSIONAMENTO DOS BARRAMENTOS DO QUADRO GERAL

Para o dimensionamento dos barramentos localizados no quadro geral, foi utilizado a tabela que se encontra no Anexo C.

Como o dimensionamento dos condutores fases da rede de alimentação foi de 185 mm², o qual possui capacidade de condução de corrente de 304 A, qualquer corrente um pouco superior a este valor poderia ser usada para o dimensionamento do barramento trifásico (vertical). Sendo assim, optou-se por um barramento de espessura de 6,35 mm (1/4") e uma largura de 22,22 mm (7/8"), que corresponde a uma corrente de 314 A.

De forma análoga, como a maior seção dos condutores que alimentam os quadros de distribuição foi de 35 mm² (QD3), o qual possui capacidade de condução de corrente de 122 A, optou-se por um barramento trifásico (horizontal) de espessura 4,76 mm (3/16") e uma largura de 15,87 mm (5/8") correspondendo a uma corrente de 175 A.

Por fim, como a dimensão dos condutores neutro e proteção foram de 95 mm², o qual possui capacidade de condução de corrente de 211A, optou-se por um barramento de espessura 4,76 mm (3/16") e uma largura de 19,05 mm (3/4") correspondendo a uma corrente de 211 A.

Logo, deverá ser utilizado um quadro com dimensão de 90x50x12 cm, sendo assim, utilizado um barramento trifásico vertical de **600x22,22x6,35 mm**, barramento trifásico horizontal: **15,87x4,76 mm** e para o neutro e proteção barramento de dimensão **200x19,05x4,76 mm**.

6 PROJETO LUMINOTÉCNICO

Para a elaboração do sistema de iluminação foi realizado o projeto luminotécnico, admitindo uma iluminância recomendada pela norma NBR ISO/CIE 8995-1:2003, como pode-se verificar na Tabela B20.

Tabela B20 – Iluminância média dos ambientes

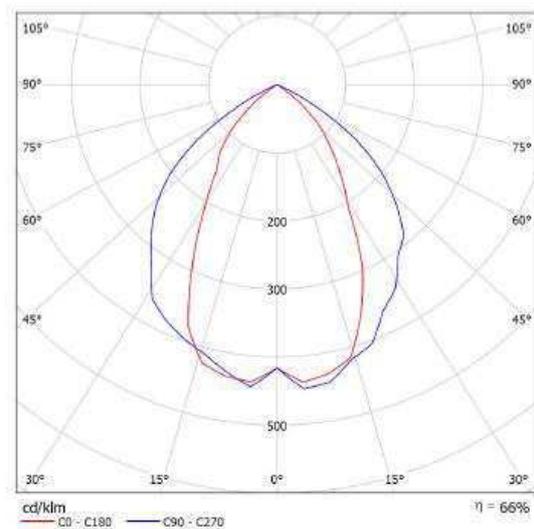
Ambiente	Iluminância Mantida (lux)	Iluminância Obtida (lux)
Laboratório de Química Orgânica	500	540
Laboratório de Quím. Analít. e Inorg.	500	522
Laboratório de Informática	500	502
Hall de entrada/ circulação	100	112
Banheiros	200	209

6.1 LUMINÁRIAS UTILIZADAS

Figura B1 - Luminária LUMICENTER CAA01-E116 e curva fotométrica



Emissão luminosa 1:



Classificação de luminárias conforme CIE: 100
Código de Fluxo (CIE): 73 97 100 100 66

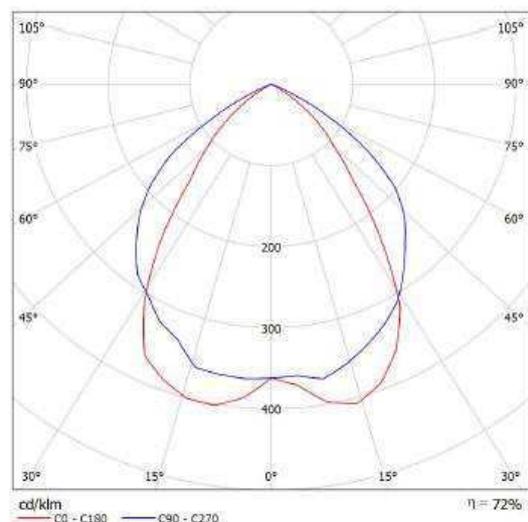
CAA01-E116
Body: steel sheet, white powder painting
Installation: Ceiling recessed
Optics: 99,85% pure anodized aluminum parabolic louver
Lamp: 1x16W/840 T8 Fluorescent
LOR: 73%
Total power (including ECG): 22W

Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

Figura B2 – Luminária LUMICENTER CAA01-E132 e curva fotométrica



Emissão luminosa 1:



Classificação de luminárias conforme CIE: 100
Código de Fluxo (CIE): 70 97 100 100 72

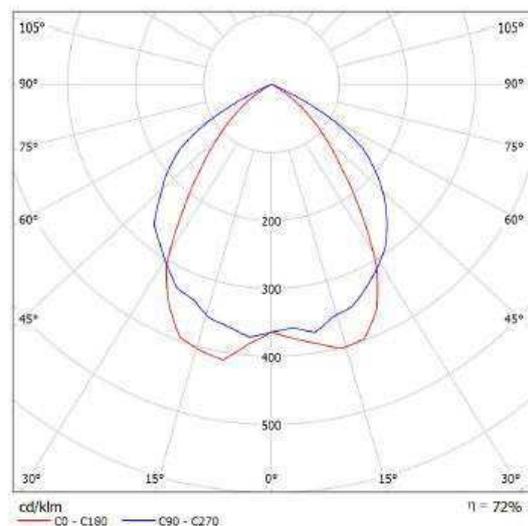
CAA01-E132
Body: steel sheet, white powder painting
Installation: Ceiling recessed
Optics: 99,85% pure anodized aluminum parabolic louver
Lamp: 1x32W/840 T8 Fluorescent
LOR: 73%
Total power (including ECG): 36W

Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

Figura B3 - Luminária LUMICENTER CAA01-E232 e curva fotométrica



Emissão luminosa 1:



Classificação de luminárias conforme CIE: 100
Código de Fluxo (CIE): 70 97 100 100 72

CAA01-E232
Body: steel sheet, white powder painting
Installation: Ceiling recessed
Optics: 99,85% pure anodized aluminum parabolic louver
Lamp: 2x32W/840 T8 Fluorescent
LOR: 73%
Total power (including ECG): 67W

Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

6.2 INFORMAÇÕES OBTIDAS

6.2.1 LABORATÓRIO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Figura B4 – Disposição das luminárias

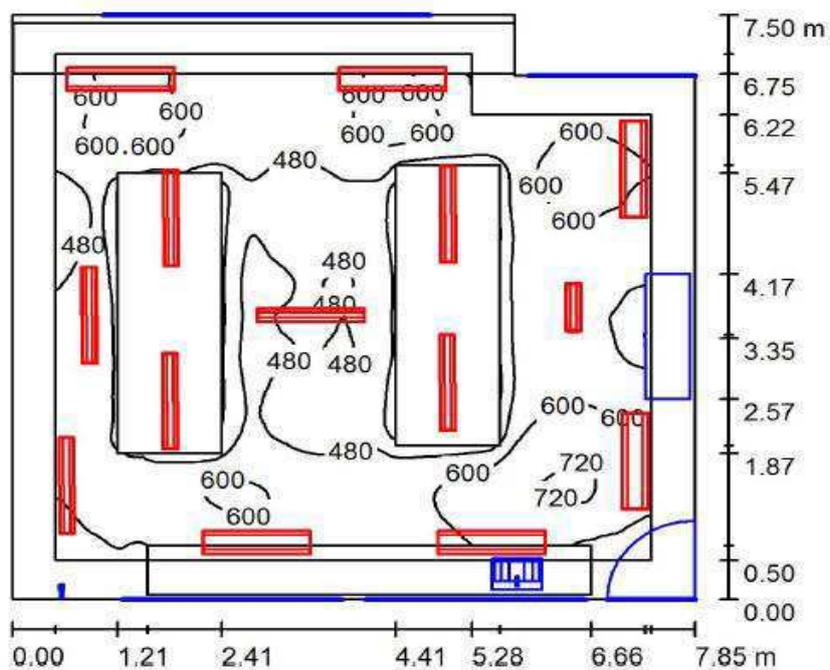


Figura B5 - Representação das superfícies de cálculo

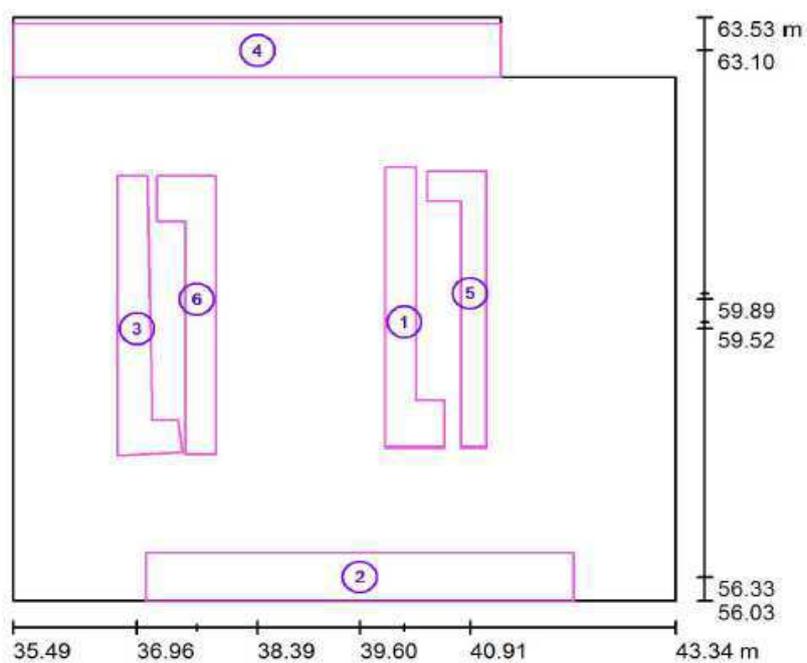


Figura B6 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

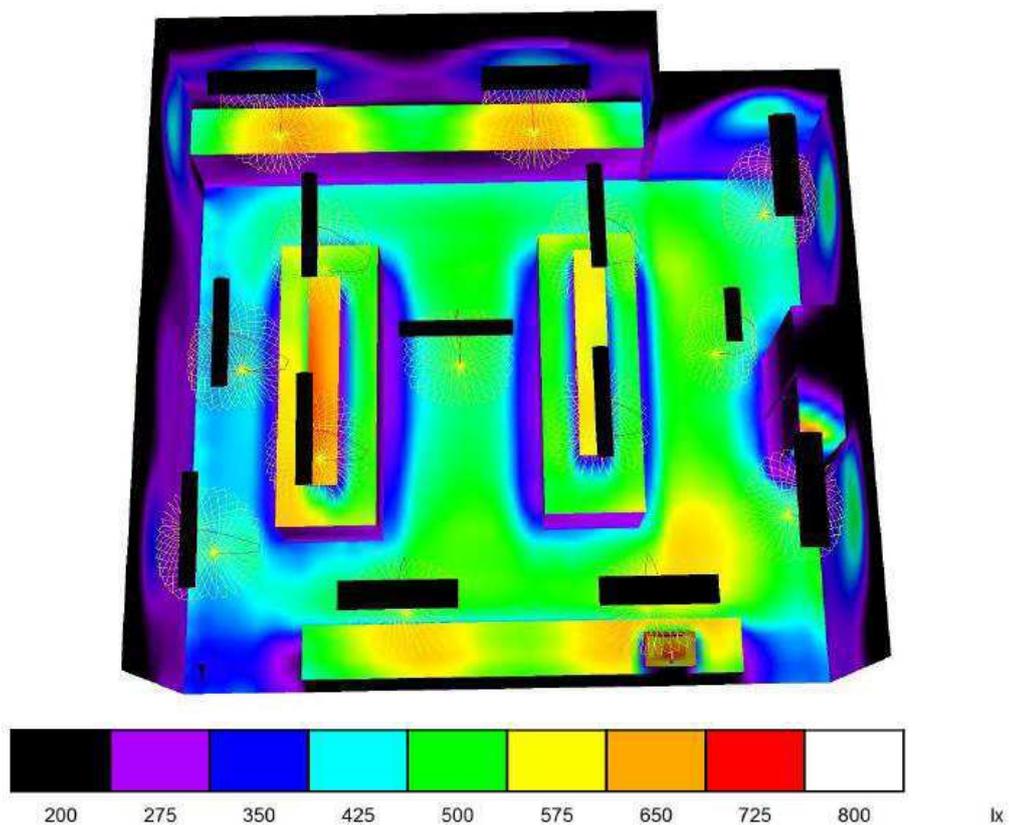
Lista de superfícies de cálculo

N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 5	vertical	64 x 128	504	384	568	0.762	0.676
2	Superfície de cálculo 6	vertical	64 x 8	556	388	664	0.697	0.584
3	Superfície de cálculo 5	vertical	64 x 128	559	381	638	0.682	0.597
4	Superfície de cálculo 6	vertical	64 x 8	559	388	674	0.693	0.575
5	Superfície de cálculo 5	vertical	64 x 128	504	385	581	0.764	0.664
6	Superfície de cálculo 5	vertical	64 x 128	507	377	565	0.745	0.668

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
vertical	6	540	377	674	0.70	0.56

Figura B7 – Níveis de iluminamento



6.2.2 LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA E INORGÂNICA

Figura B8 – Disposição das luminárias

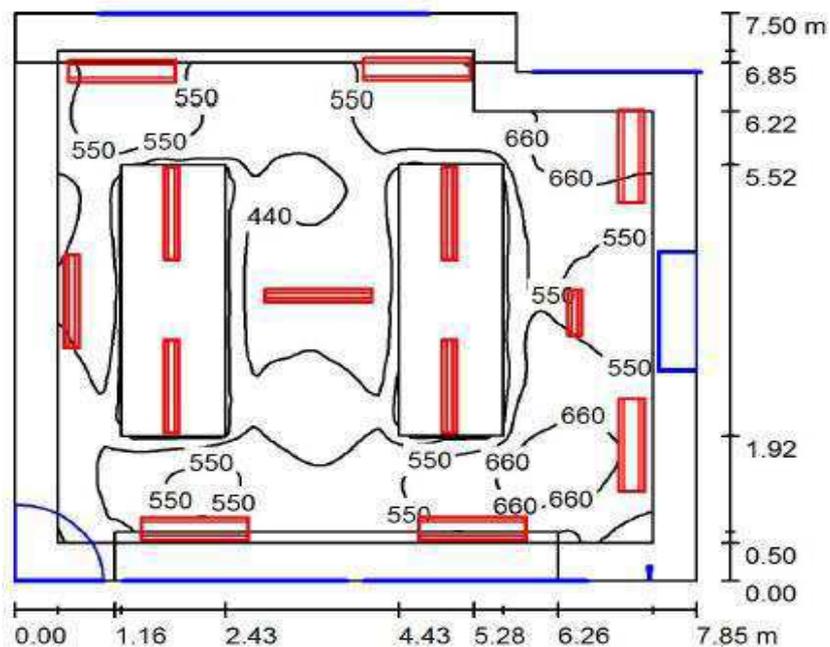


Figura B9 - Representação das superfícies de cálculo

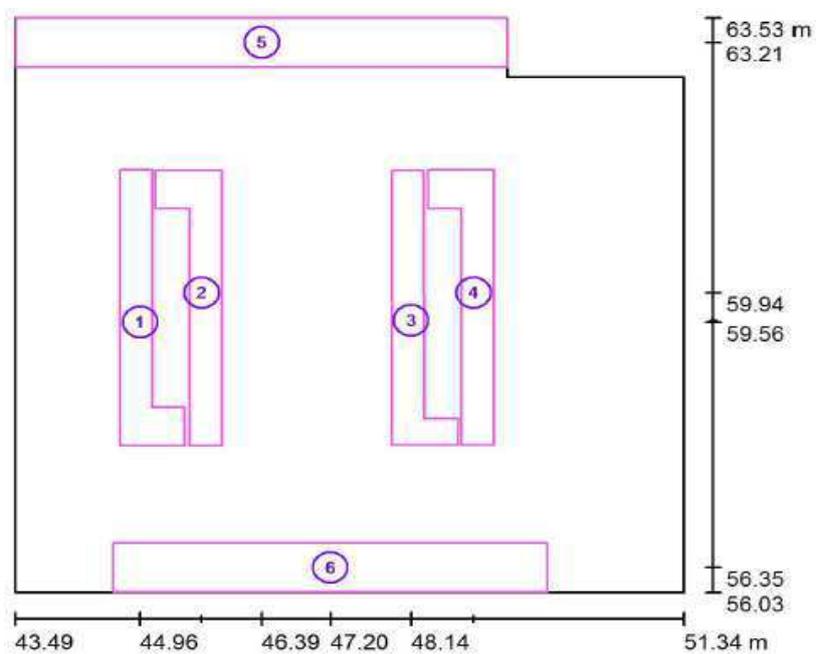


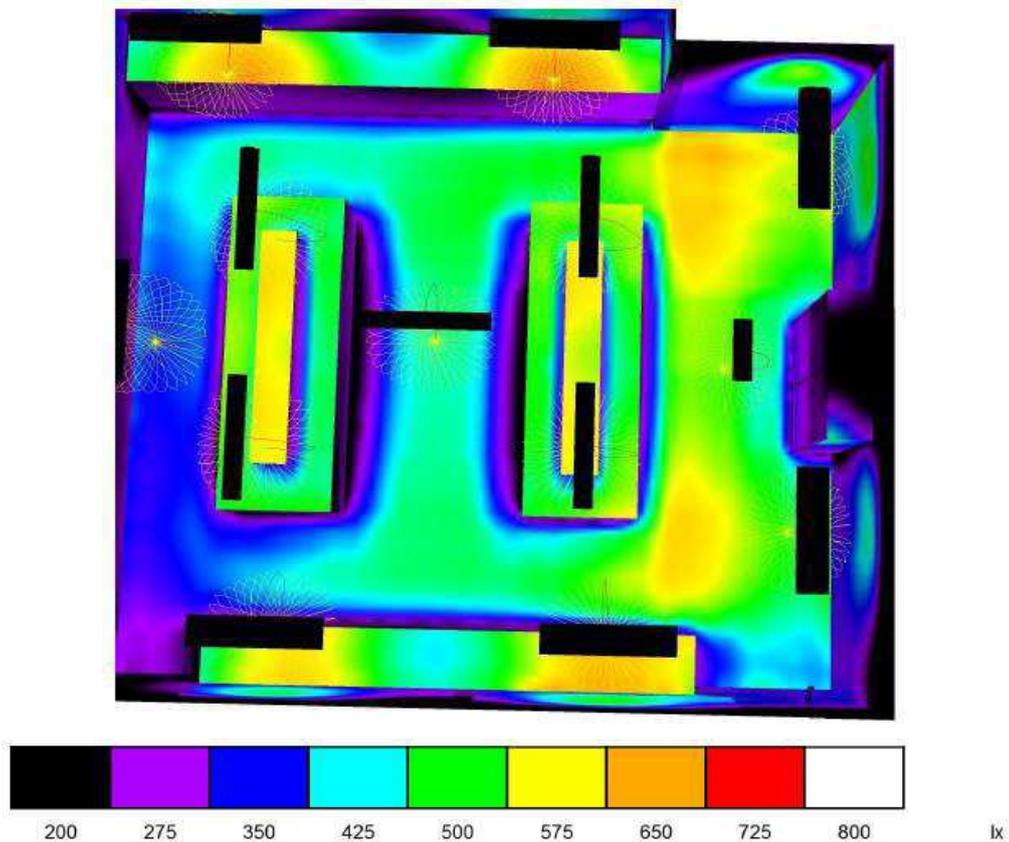
Figura B10 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 1	vertical	64 x 128	511	361	568	0.707	0.636
2	Superfície de cálculo 1	vertical	64 x 128	474	364	531	0.767	0.686
3	Superfície de cálculo 1	vertical	64 x 128	496	412	543	0.830	0.758
4	Superfície de cálculo 1	vertical	64 x 128	508	408	595	0.803	0.686
5	Superfície de cálculo 2	vertical	64 x 8	541	394	682	0.728	0.578
6	Superfície de cálculo 2	vertical	64 x 8	546	417	647	0.764	0.645

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
vertical	6	522	361	682	0.69	0.53

Figura B11 - Níveis de iluminamento



6.2.3 LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

Figura B12 - Disposição das luminárias

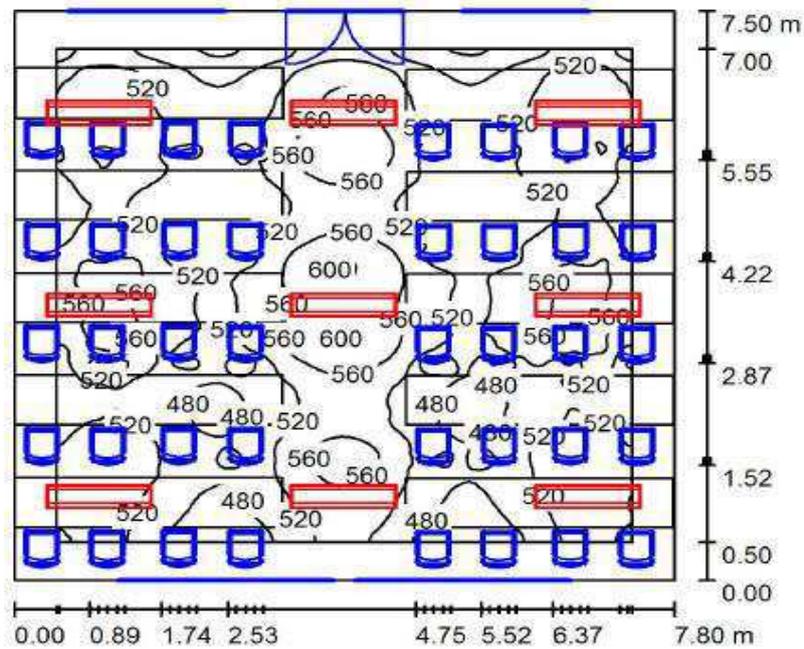


Figura B13 - Representação das superfícies de cálculo

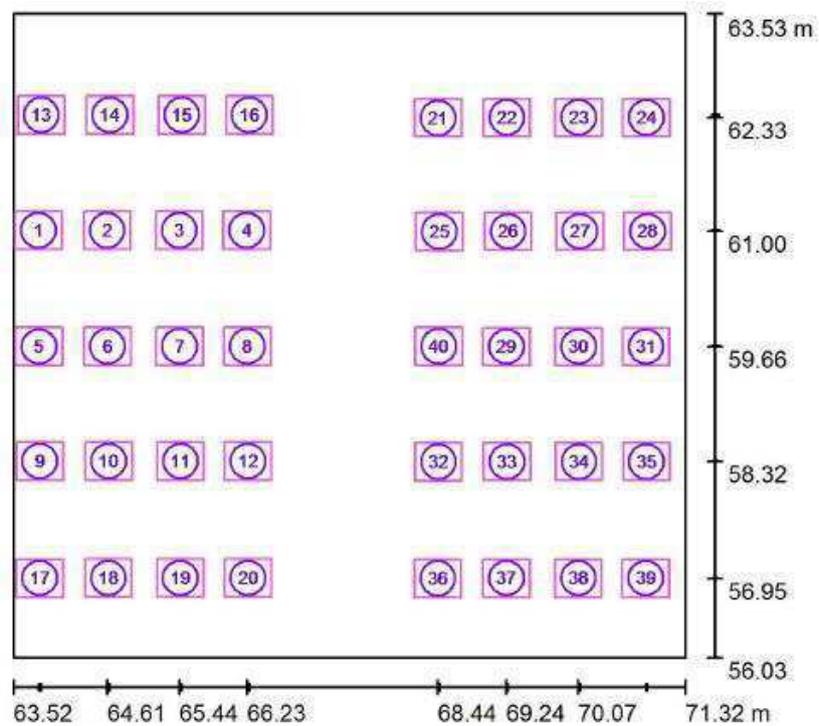


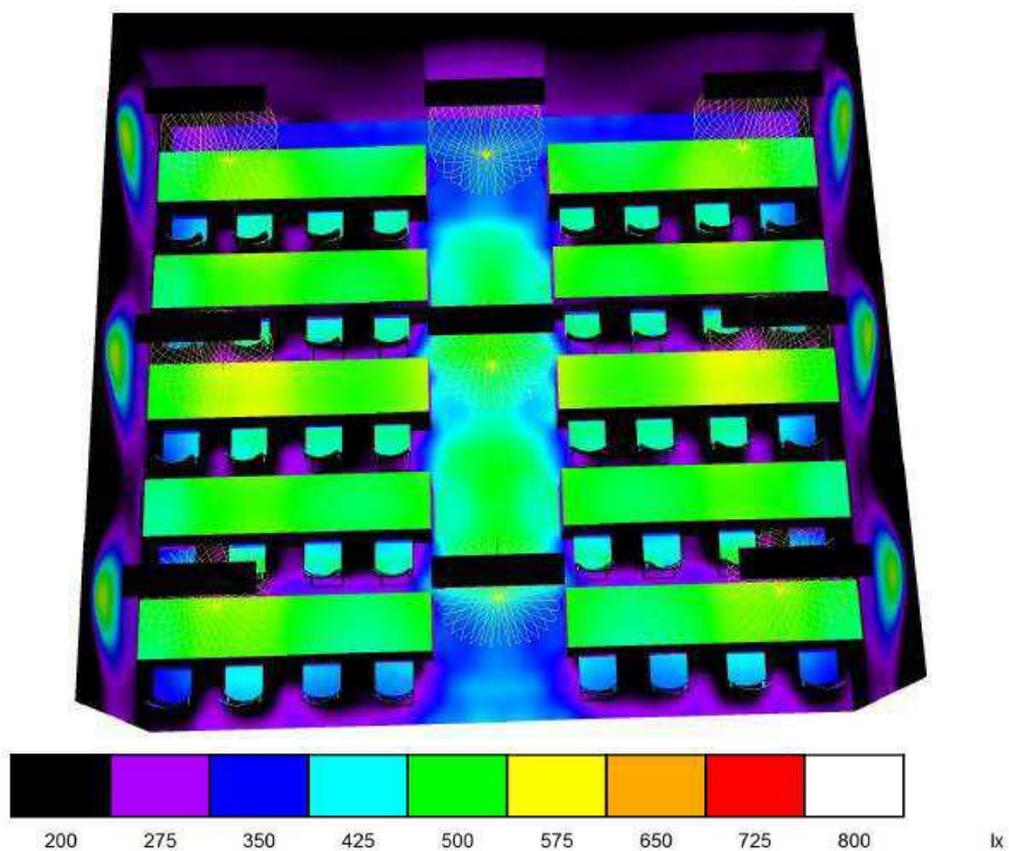
Figura B14 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	452	432	471	0.955	0.917
2	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	522	515	535	0.986	0.963
3	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	495	480	514	0.970	0.934
4	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	491	480	509	0.978	0.944
5	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	499	478	519	0.957	0.920
6	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	567	562	574	0.990	0.978
7	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	531	517	547	0.973	0.946
8	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	525	513	539	0.979	0.952
9	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	450	430	471	0.954	0.914
10	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	515	508	527	0.988	0.965
11	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	487	472	506	0.970	0.933
12	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	482	470	499	0.976	0.943
13	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	481	452	506	0.939	0.893
14	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	543	538	549	0.991	0.980
15	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	499	481	517	0.964	0.930
16	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	494	478	514	0.967	0.931
17	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	479	450	504	0.939	0.893
18	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	538	534	545	0.992	0.980
19	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	482	463	499	0.962	0.929
20	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	470	456	488	0.969	0.933
21	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	503	483	523	0.961	0.925
22	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	497	479	514	0.963	0.932
23	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	542	535	548	0.986	0.976
24	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	497	465	526	0.935	0.884
25	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	498	482	518	0.969	0.932
26	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	491	479	509	0.974	0.942
27	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	521	515	532	0.989	0.969
28	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	469	437	500	0.933	0.875
29	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	525	513	539	0.977	0.952
30	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	567	562	573	0.991	0.981
31	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	520	490	550	0.942	0.892
32	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	488	472	508	0.969	0.929
33	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	481	468	497	0.974	0.942
34	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	514	508	525	0.988	0.968
35	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	468	436	499	0.933	0.874
36	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	477	458	497	0.960	0.923
37	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	474	458	490	0.966	0.935
38	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	531	525	535	0.989	0.981
39	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	496	463	524	0.933	0.884
40	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	531	516	548	0.970	0.941

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
vertical	40	502	430	574	0.86	0.75

Figura B15 - Níveis de iluminação



6.2.4 HALL DE ENTRADA / CIRCULAÇÃO

Figura B16 - Disposição das luminárias

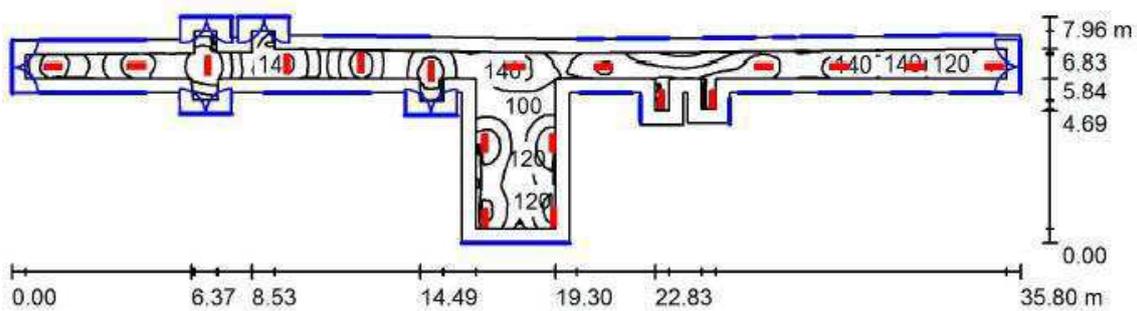


Figura B17 - Representação das superfícies de cálculo

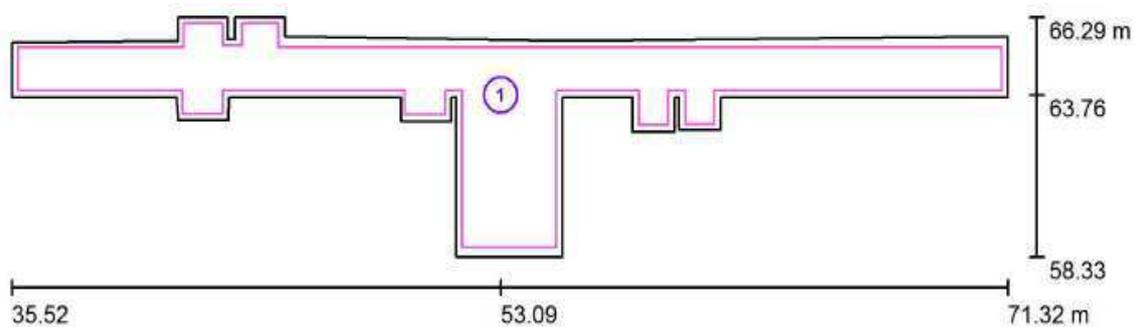
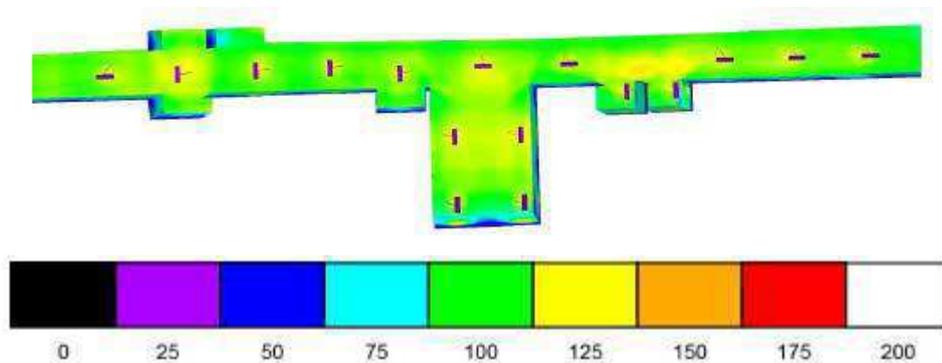


Figura B18 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 3	vertical	128 x 64	112	80	140	0.717	0.575

Figura B19 - Níveis de iluminamento



6.2.5 BANHEIRO

Figura B20 - Disposição das luminárias

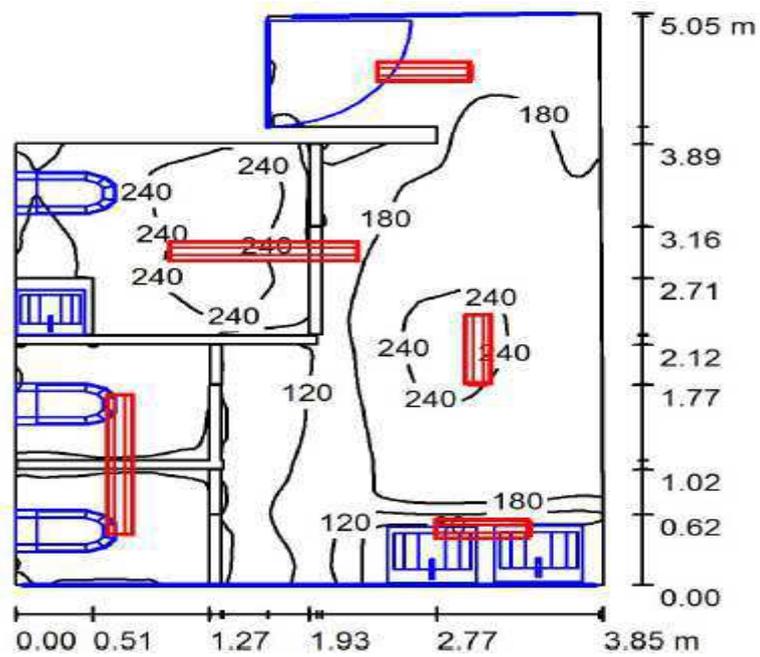


Figura B21 - Representação das superfícies de cálculo

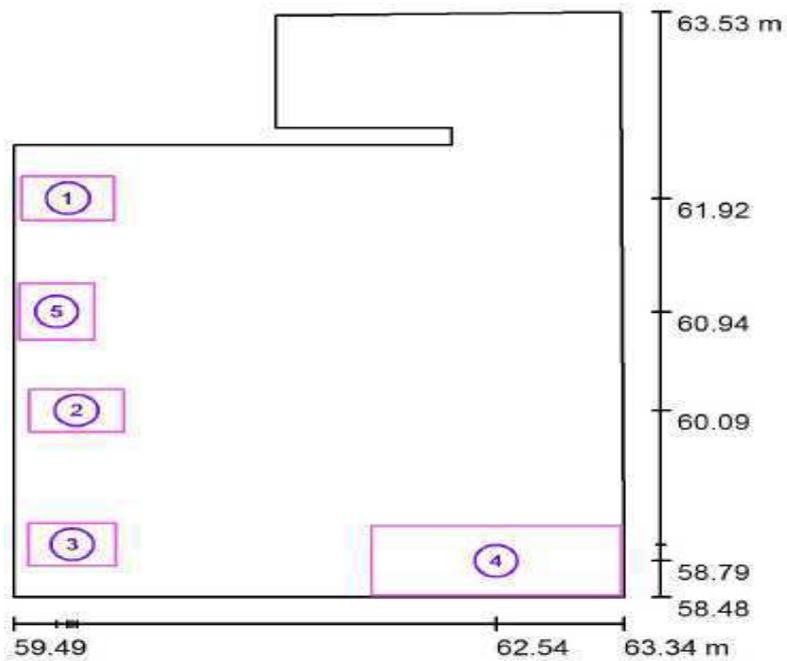


Figura B22 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

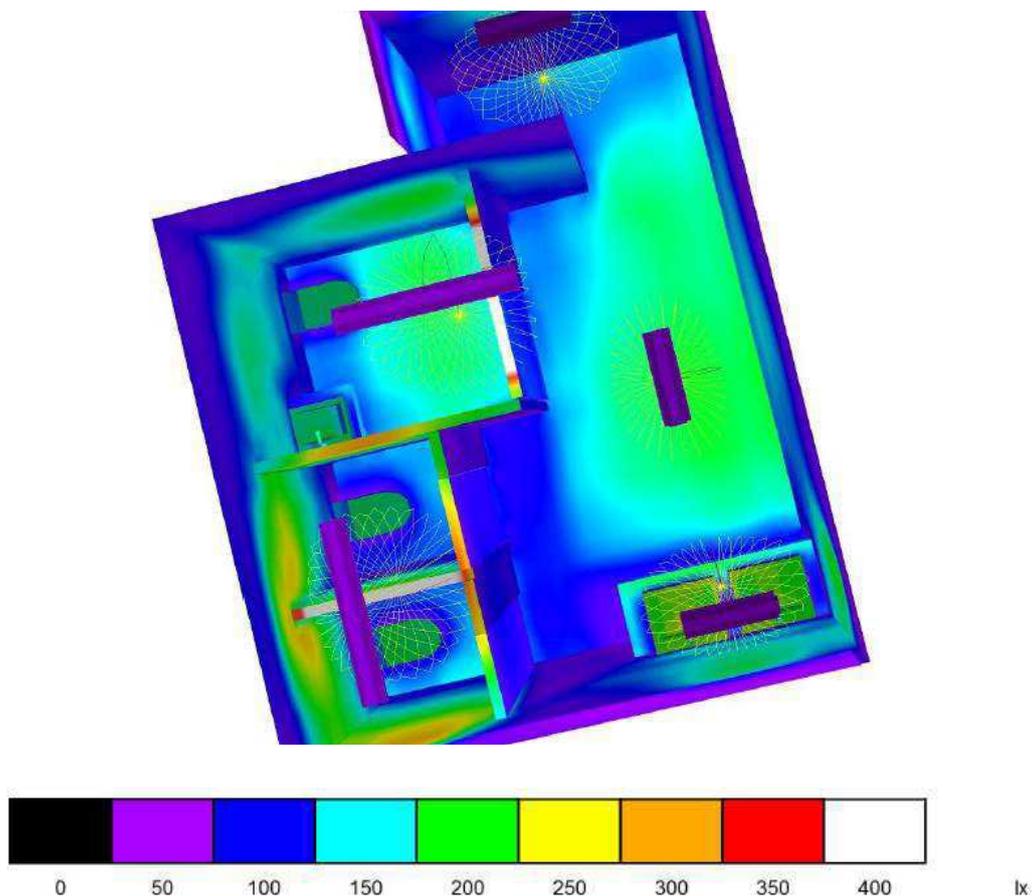
Lista de superfícies de cálculo

N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 1	vertical	4 x 4	187	174	202	0.928	0.859
2	Superfície de cálculo 2	vertical	4 x 4	193	182	202	0.946	0.903
3	Superfície de cálculo 3	vertical	4 x 4	201	192	211	0.955	0.909
4	Superfície de cálculo 4	vertical	16 x 8	227	179	260	0.786	0.688
5	Superfície de cálculo 5	vertical	4 x 4	179	142	202	0.793	0.703

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
vertical	5	209	142	260	0.68	0.55

Figura B23 - Níveis de iluminação



APÊNDICE C – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Para a elaboração da planilha orçamentaria foi feito inicialmente um levantamento de todo o material utilizado para a implementação do projeto elétrico da Central de Laboratório de Biologia e Química. A exemplos, interruptores, caixas octogonais 4x4”, caixas 4x2”, tomadas, condutores, eletrodutos, curvas de 90°, buchas e arruelas, parafusos, quadros de distribuição, quadro geral, dispositivos de proteção, entre outros.

Como a Prefeitura Universitária é uma empresa de iniciativa publica, faz-se necessário elaborar duas planilhas orçamentarias, a saber:

- Composição de preços unitários: nessa planilha é feito um levantamento do que é utilizada para a instalação de um ponto de luz, um ponto de tomada, de quadros, das redes que os alimentam, dentre outros. Nelas consta os preços individuais de cada material a ser instalado, assim como, o preço total do eletricista e do ajudante do eletricista para fazer tal instalação;
- Planilha elétrica: nessa planilha está descrito o tipo de instalação, material a ser comprado, a quantidade e o preço final de cada tipo de instalação a ser realizada. Após esse levantamento, é possível obter o preço total da instalação elétrica.

Para fazer todo esse levantamento foi necessário fazer uma pesquisa de preços individuais no SINAPI e no ORSE. Estes, dispõem de uma média de preço de cada produto por mês.

Como mencionado anteriormente, a planilha orçamentária foi elaborada por ponto. Por exemplo, para a instalação de um ponto de luz necessita dos seguintes materiais: cabos, eletrodutos, curva de 90°, luva, caixa octogonal 4x4”, bucha e arruela, eletricista e ajudante de eletricista.

De forma análoga, para os demais pontos foram necessárias pesquisas a respeito de cada material a ser utilizado para tal instalação.

Como a planilha orçamentária elaborada para o projeto da Central de Laboratório é extensa, são apresentadas a seguir, apenas algumas composições de preço unitário, como pode-se verificar na Tabela C1 a Tabela C8.

Tabela C1 - Composição de preços para ponto de luz com rede embutida e cabo de seção 2,5 mm²

1.01 - Ponto de luz com rede embutida e cabo de seção 2,5 mm ²		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de PVC (NBR NM 247-3), sem chumbo, antichama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V, peso nominal líquido mínimo de 30,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD). Os cabos deverão ter seção de 2,5 mm ² e serem na cor preta, vermelha ou branca para as fases, cor azul clara para o neutro, cor verde para o terra e cor amarela para o retorno. (0,03 - 1,19m)	m	8,51	1,25	10,64	00000984/SINAPI
ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4", SEM LUVA (0,2 - 1,05m)	m	2,36	2,08	4,91	00002674/SINAPI
CURVA 90 GRAUS, CURTA, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,239)	un	0,18	1,18	0,21	00039272/SINAPI
LUVA EM PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,11)	un	0,36	0,55	0,20	00001891/SINAPI
Caixa octogonal com fundo móvel, em PVC, 4"x4" (preta) (0,15)	un	1,00	3,00	3,00	02862/ORSE
FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 5 M	m	0,27	1,89	0,51	00021127/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	3,00	0,87	2,61	00039175/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	3,00	0,45	1,35	00039209/SINAPI
BUCHA DE NYLON, DIAMETRO DO FURO 8 MM, COMPRIMENTO 40 MM, COM PARAFUSO DE ROSCA SOBERBA, CABECA CHATA, FENDA SIMPLES, 4,8 X 50 MM	un	4,00	0,23	0,92	00004350/SINAPI
ABRAÇADEIRA EM AÇO PARA AMARRAÇÃO DE ELETRODUTOS, TIPO U SIMPLES, COM 3/4	un	4,00	0,44	1,76	39138/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,96	13,88	13,28	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,94	11,20	10,53	88247/SINAPI
Custo do material				26,11	
Mão de Obra				23,81	
SUBTOTAL (R\$)				49,91	

Tabela C2 – Composição de preços para ponto de tomada com rede embutida para TUG

1.02 - Ponto de Tomada monofásica 2P+T 10A/250V com rede embutida (TUG)		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de PVC (NBR NM 247-3), sem chumbo, antichama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V, peso nominal líquido mínimo de 30,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD). Os cabos deverão ter seção de 2,5 mm ² e serem na cor preta, vermelha ou branca para as fases, cor azul clara para o neutro e cor verde para o terra. (0,03 - 1,19)	m	14,08	1,25	17,60	00000984/SINAPI
ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4", SEM LUVA (0,2 - 1,05)	m	2,50	2,08	5,20	00002674/SINAPI
ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1", SEM LUVA (0,22 - 1,05)	m	0,04	3,25	0,13	00002685/SINAPI
CURVA 90 GRAUS, CURTA, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,239)	un	0,77	1,18	0,91	00039272/SINAPI
CURVA 90 GRAUS, CURTA, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 1", PARA ELETRODUTO (0,251)	un	0,05	1,64	0,08	00039273/SINAPI
TOMADA DE EMBUTIR, 2 P + T, UNIVERSAL, DE 10 A / 250 V, COM PLACA	un	1,00	6,00	6,00	00007528/SINAPI
CAIXA DE PASSAGEM, EM PVC, DE 4" X 2", PARA ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO	un	1,00	1,09	1,09	00001872/SINAPI
FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 5 M	m	0,15	1,51	0,23	00021127/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,87	1,74	00039175/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,45	0,90	00039209/SINAPI
LUVA EM PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,11)	un	1,54	0,55	0,85	00001891/SINAPI
LUVA EM PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 1", PARA ELETRODUTO (0,106)	un	0,10	0,76	0,08	00001892/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,70	1,40	00039210/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,94	1,88	00039176/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,30	13,88	17,99	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,30	11,20	14,56	88247/SINAPI
Custo do material				38,08	
Mão de Obra				32,55	
SUBTOTAL (R\$)				70,63	

Tabela C3 - Composição de preços para ponto de ar condicionado monofásico

1.06 - Ponto para ar condicionado (monofásico)		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de PVC (NBR NM 247-3), sem chumbo, antichama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V, peso nominal líquido mínimo de 30,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD). Os cabos deverão ter seção de 4 mm ² e serem na cor preta, vermelha ou branca para as fases, cor azul clara para o neutro e cor verde para o terra. (0,04 - 1,19)	m	41,50	1,79	74,29	00001003/SINAPI
ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4", SEM LUVA (0,2 - 1,05m)	m	13,42	2,08	27,91	00002674/SINAPI
CAIXA DE PASSAGEM, EM PVC, DE 4" X 2", PARA ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO (0,03)	un	1,00	1,09	1,09	00001872/SINAPI
TAMPA CEGA P/ CAIXA "4X2" (0,1)	un	1,00	1,63	1,63	00917/ORSE
FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 5 M	m	0,01	1,51	0,01	00021127/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,87	1,74	00039175/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	2,00	0,45	0,90	00039209/SINAPI
PARAFUSO ROSCA SOBERBA ZINCADO CABECA CHATA FENDA SIMPLES 3,2 X 20 MM (3/4")	un	2,00	0,02	0,04	00011054/SINAPI
CURVA 90 GRAUS, CURTA, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,239)	un	3,00	1,18	3,54	00039272/SINAPI
LUVA EM PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,11)	un	6,00	0,55	3,30	00001891/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	5,50	13,88	76,31	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	5,50	11,20	61,60	88247/SINAPI
Custo do material				114,45	
mão de Obra				137,91	
SUBTOTAL (R\$)				252,37	

Tabela C4 - Composição de preços para interruptor simples de embutir de uma seção

1.14 - Interruptor simples de embutir - 1 seção		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1,00	16,09	16,09	91953/SINAPI
CAIXA DE PASSAGEM, EM PVC, DE 4" X 2", PARA ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO (0,03)	un	1,00	1,09	1,09	00001872/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	1,00	0,87	0,87	00039175/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,01)	un	1,00	0,45	0,45	00039209/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,05	13,88	0,69	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,05	11,20	0,56	88247/SINAPI
Custo do material				18,50	
mão de Obra				1,25	
SUBTOTAL (R\$)				19,75	

Tabela C5 – Composição de preços do quadro de distribuição QD1

1.19 - Quadro de distribuição, capacidade para 36 circuitos (QD1)		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 36 DISJUNTORES DIN, 100 A (2h e 1h)	un	1,00	576,76	576,76	00039762/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 10 ATE 50A (0.5)	un	1,00	54,22	54,22	34709/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A (0,3)	un	23,00	7,72	177,56	00034653/SINAPI
Disjuntor termomagnético tripolar 63 A com caixa moldada 10 kA (0,6)	un	1,00	240,13	240,13	10063/ORSE
DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 mA, CORRENTE DE 63 A, TIPO AC (0,6)	un	1,00	147,77	147,77	00039457/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	10,60	13,88	147,13	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	10,60	11,20	118,72	88247/SINAPI
Custo do material				1.196,44	
mão de Obra				265,85	
SUBTOTAL (R\$)				1.462,29	

Tabela C6 - Composição de preços para a rede de alimentação do QD1

1.20 - Rede elétrica 16 mm ² para QD1 - 0,6/1 kV		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 10 mm ² (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de EPR (NBR NM 247-3), sem chumbo, anti-chama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 90° C, tensão de isolamento 0,6/1 kV, peso nominal líquido mínimo de 45,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD), as cores preta, vermelha e branca para as fases, cor azul clara para o neutro, cor verde ou verde e amarela para o terra. (Eprotenax-G7 ou similar) (0,15 - 1,02M)	m	5,00	7,50	37,50	06548/ORSE
Eletroduto rígido, em pvc, antichama, com rosca, linha pesada para sobrepor (cinza) em acordo com a NBR 15465 com 1 1/4" - sem luva (0,26 - 1,05M)	m	1,00	4,32	4,32	2684/SINAPI
Luva em PVC rigidoroscavel, de 1 1/4", para eletroduto (0,07)	un	0,30	1,19	0,36	1902/SINAPI
Curva 90° em pvc, antichama com rosca, para eletroduto linha pesada para embutir (preta) em acordo com a NBR 15465 com 1 1/4". - 0,336	un	0,15	2,16	0,32	1874/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/4", PARA ELETRODUTO (0.03)	un	0,15	1,25	0,19	39211/SINAPI
TERMINAL A COMPRESSAO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 16 MM2, 1 FURO E 1 COMPRESSAO, PARA PARAFUSO DE FIXACAO M6	un	0,23	0,71	0,16	1575/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/4", PARA ELETRODUTO (0.03)	un	0,15	1,43	0,21	39177/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,06	13,88	14,76	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,06	11,20	11,87	88247/SINAPI
Custo do material				43,07	
mão de Obra				26,63	
SUBTOTAL (R\$)				69,70	

Tabela C7 – Composição de preços do quadro de geral

1.33 - Quadro Geral - 90x50x12 cm		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Caixa p/ quadro elétrico em chapa metálica 90x50x12 cm (0,5)	un	1,00	542,25	542,25	8334/ORSE
Barramento em cobre eletrolítico trifásico, densidade mínima a 20 °C de 8,90 g/cm ³ , com 99,90 % de cobre. (1h)	kg	4,66	68,79	320,56	12329/SINAPI
Terminal tipo olhal para cabo 35 mm ²	un	10,00	1,10	11,00	1577/SINAPI
Terminal tipo olhal para cabo 25 mm ²	un	4,00	0,98	3,92	1576/SINAPI
Terminal tipo olhal para cabo 16 mm ²	un	5,00	0,71	3,55	1575/SINAPI
Disjuntor termomagnético em caixa moldada tripolar, com polos protegidos, curva de disparo magnético C, capacidade de corte Icu 10 kA, tensão de isolamento nominal 500 Vca / 60 Hz, montagem fixa em placa posterior, durabilidade mecânica de 20.000 ciclos, corrente nominal 80 A em acordo com a ABNT NBR IEC 60947-2:2013. (0,6)	un	2,00	320,12	640,24	09294/ORSE
Disjuntor termomagnético de distribuição tripolar, com polos protegidos, curva de disparo magnético C, capacidade de corte Icu 10 kA, tensão de isolamento nominal 500 Vca / 60 Hz, montagem de encaixe em calha DIN simétrica de 35 mm, durabilidade mecânica de 20.000 ciclos, corrente nominal 63 A em acordo com a ABNT NBR IEC 60947-2:2013. (0,6)	un	2,00	240,13	480,26	10063/ORSE
Disjuntor termomagnético de distribuição tripolar, com polos protegidos, curva de disparo magnético C, capacidade de corte Icu 10 kA, tensão de isolamento nominal 500 Vca / 60 Hz, montagem de encaixe em calha DIN simétrica de 35 mm, durabilidade mecânica de 20.000 ciclos, corrente nominal 100 A em acordo com a ABNT NBR IEC 60947-2:2013. (0,6)	un	1,00	294,41	294,41	08830/ORSE
Disjuntor termomagnético de distribuição tripolar, com polos protegidos, curva de disparo magnético C, capacidade de corte Icu 65 kA, tensão de isolamento nominal 600 Vca / 60 Hz, montagem de encaixe em calha DIN simétrica de 35 mm, durabilidade mecânica de 20.000 ciclos, corrente nominal 275 A em acordo com a ABNT NBR IEC 60947-2:2013. (0,6)	un	1,00	1.341,82	1.341,82	09224/ORSE
DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSÃO MÁXIMA DE 275 V, CORRENTE MÁXIMA DE *30* KA (TIPO AC) (0,3)	un	3,00	73,96	221,88	39470/SINAPI
Isolador em epoxi BT 30x30"	un	17,00	6,60	112,20	04945/ORSE
Canaleta plástica 50x35 mm, recorte aberto. (0,75)	m	2,80	8,16	22,85	8583/ORSE
Transformador de corrente (TC) 400/5 A	un	3,00	135,00	405,00	04497/ORSE
Voltímetro 0-600 V	un	1,00	138,07	138,07	11944/ORSE
Amperímetro de 0 - 400A/5A - 96x96 mm	un	1,00	187,08	187,08	04493/ORSE
Chave comutadora de amperímetro	un	1,00	91,90	91,90	04491/ORSE

Chave comutadora de voltímetro	un	1,00	78,10	78,10	04492/ORSE
Trilho suporte pra fixação rápida DIN	m	2,40	8,22	19,73	17410/SEINFRA
Bucha de nylon S-8 c/ parafuso	un	20,00	0,23	4,60	4350/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	11,76	13,88	163,23	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	12,10	11,20	135,52	88247/SINAPI
Custo do material				4.919,42	
Mão de Obra				298,75	
SUBTOTAL (R\$)				5.218,17	

Tabela C8 – Composição de preços para a rede de alimentação do quadro geral

1.34 - Rede elétrica 150 mm ² para QG - 0,6/1 kV		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 185 mm ² (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de EPR/XLPE (NBR NM 247-3), sem chumbo, anti-chama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 90° C, tensão de isolamento 0,6/1 kV, peso nominal líquido mínimo de 45,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD), as cores preta, vermelha ou branca para as fases. - (0.36 - 1.02m)	m	3,00	68,96	206,88	04124/ORSE
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 95 mm ² (NBR 5111), têmpera mole, classe 5 de encordoamento (NBR NM 280), isolamento à base de composto de EPR/XLPE (NBR NM 247-3), sem chumbo, anti-chama (NBR NM 60332-3-24), classe térmica 90° C, tensão de isolamento 0,6/1 kV, peso nominal líquido mínimo de 45,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD), cor azul claro para o neutro e cor verde ou verde e amarela para a proteção (terra). (0.31 - 1.02m)	m	2,00	22,00	44,00	4118/ORSE
Eletroduto rígido, em pvc, antichama, com rosca, linha pesada para sobrepor (cinza) em acordo com a NBR 15465 com 4" - sem luva (0.39 - 1.05m)	m	1,00	22,40	22,40	2683/SINAPI
Luva PVC roscavel p/ eletroduto 4" (0.2)	un		12,42	0,00	1895/SINAPI
Curva 90° em pvc, antichama com rosca, para eletroduto linha pesada para embutir (preta) em acordo com a NBR 15465 com 4". (0.463)	un		21,86	0,00	1878/SINAPI
Terminal a compressão p/cabo 95 mm ²	un		2,94	0,00	1580/SINAPI

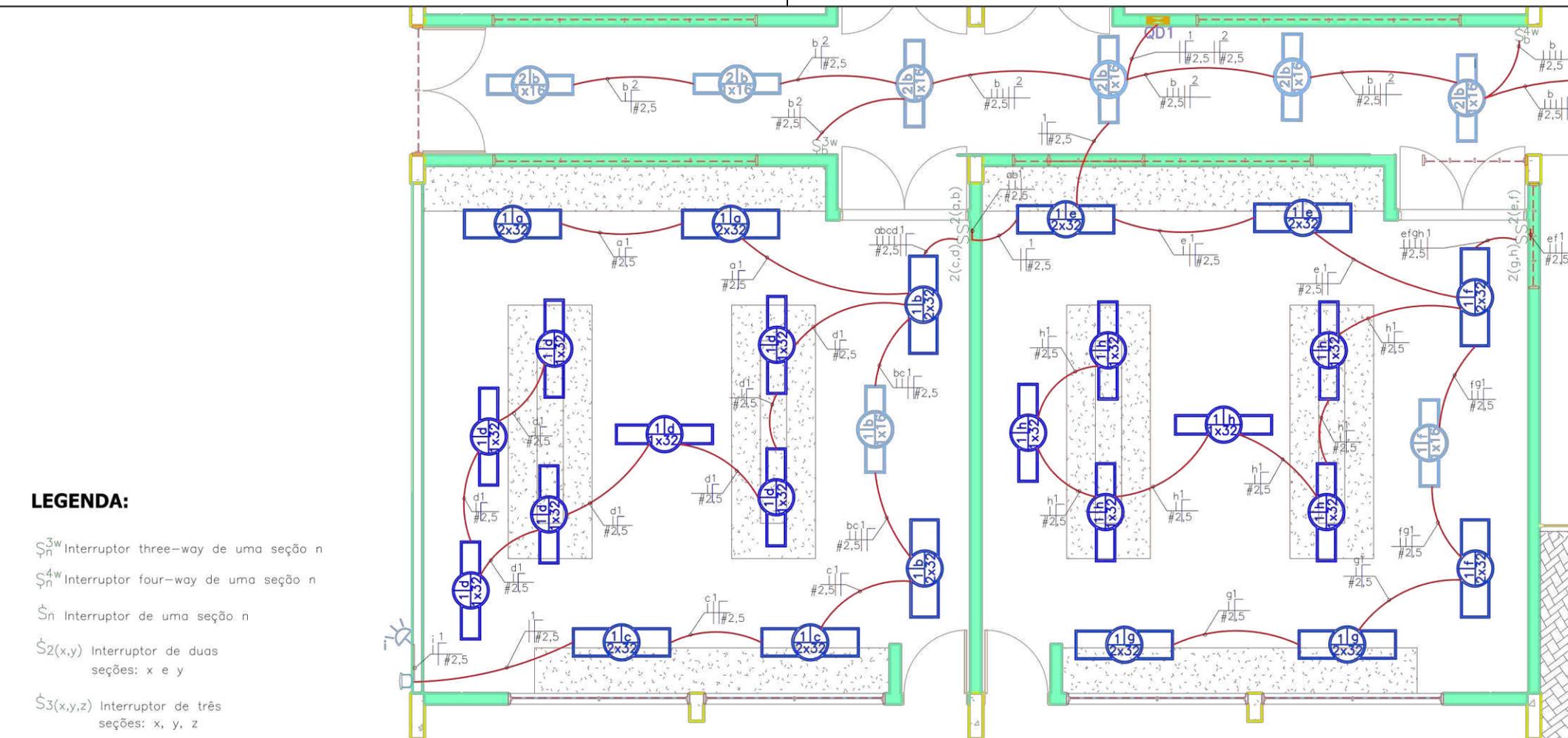
Terminal a compressão p/cabo 185 mm ²	un		15,80	0,00	03445/ORSE
ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 4", PARAFUSO PARA FIXAÇÃO	un		4,10	0,00	399/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 4", PARA ELETRODUTO (0,03)	un		6,56	0,00	39216/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 4", PARA ELETRODUTO (0.03)	un		8,12	0,00	39182/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,58	13,88	21,93	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,58	11,20	17,70	88247/SINAPI
Custo do material				273,28	
mão de Obra				39,63	
SUBTOTAL (R\$)				312,91	

Após o preenchimento de todas as composições do projeto elétrico da central de Laboratório, fez-se necessário descrever os itens que deverão ser comprados. Esta planilha deverá ser disponibilizada ao construtor. Caso haja discordância em relação ao preço, o construtor poderá solicitar a composição dos itens. Por exemplo, nesta planilha é feita a multiplicação da quantidade de pontos de luz da edificação pelo valor que deverá ser pago para a instalação de um ponto de luz. Dessa forma, é possível obter o valor total do projeto elétrico a partir da soma total de cada preço, como pode-se verificar na Tabela C9.

Tabela C9 – Descrição da instalação elétrica por ponto

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - PARTE ELÉTRICA						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANT.	UNID.	Preço		Fonte
				Unitário	Total	
1.00	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
1.01	Ponto de luz embutido com cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular, têmpera mole, classe 5 de encordoamento, isolamento à base de composto de PVC, sem chumbo, antichama, classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V, peso nominal líquido mínimo de 30,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD). Cabos de seção 2,5 mm ² nas cores preta, vermelha ou branca para as fases, azul clara para o neutro e verde para o terra. Eletroduto rígido roscável, em pvc, antichama, linha pesada para embutir (preta) de 3/4", inclusive curva e luva roscável 90° em pvc, bucha e arruela em alumínio com rosca de 3/4 e abraçadeira tipo U de 3/4. Caixa PVC octogonal 4x4".	232,00	un	49,91	11.579,99	CPU
1.02	Ponto de tomada monofásica 2P + T 10A/250V , com placa e caixa 4x2" em ferro ou PVC, de embutir. Com cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular, têmpera mole, classe 5 de encordoamento, isolamento à base de composto de PVC, sem chumbo, antichama, classe térmica 70° C, tensão de isolamento 750 V, peso nominal líquido mínimo de 30,0 kg/km, raio mínimo de curvatura de 8 (xD). Cabos de seção 2,5 mm² nas cores preta, vermelha ou branca para as fases, azul clara para o neutro e verde para o terra. Curva e luva 90° em pvc, antichama com rosca, para eletrodutos rígido roscável de 3/4" e 1", inclusive os próprios eletrodutos, de embutir, em pvc, antichama, linha pesada (preta) e , conforme NBR 15465. Referente as tomadas de uso geral .	245,00	un	70,63	17.304,37	CPU

APÊNDICE D – PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD



LEGENDA:

S_n^{3w} Interruptor three-way de uma seção n

S_n^{4w} Interruptor four-way de uma seção n

S_n Interruptor de uma seção n

$S_2(x,y)$ Interruptor de duas seções: x e y

$S_3(x,y,z)$ Interruptor de três seções: x, y, z



Luminária com fluorescente tubular 2x32W de SOBREPOR, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alta pureza (99,85%) e refletância, instalada no TETO.

— Eletroduto PVC embutido na parede/teto

Refletor de 150 W de LED

Fotocélula

Quadro de Distribuição QD1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE:

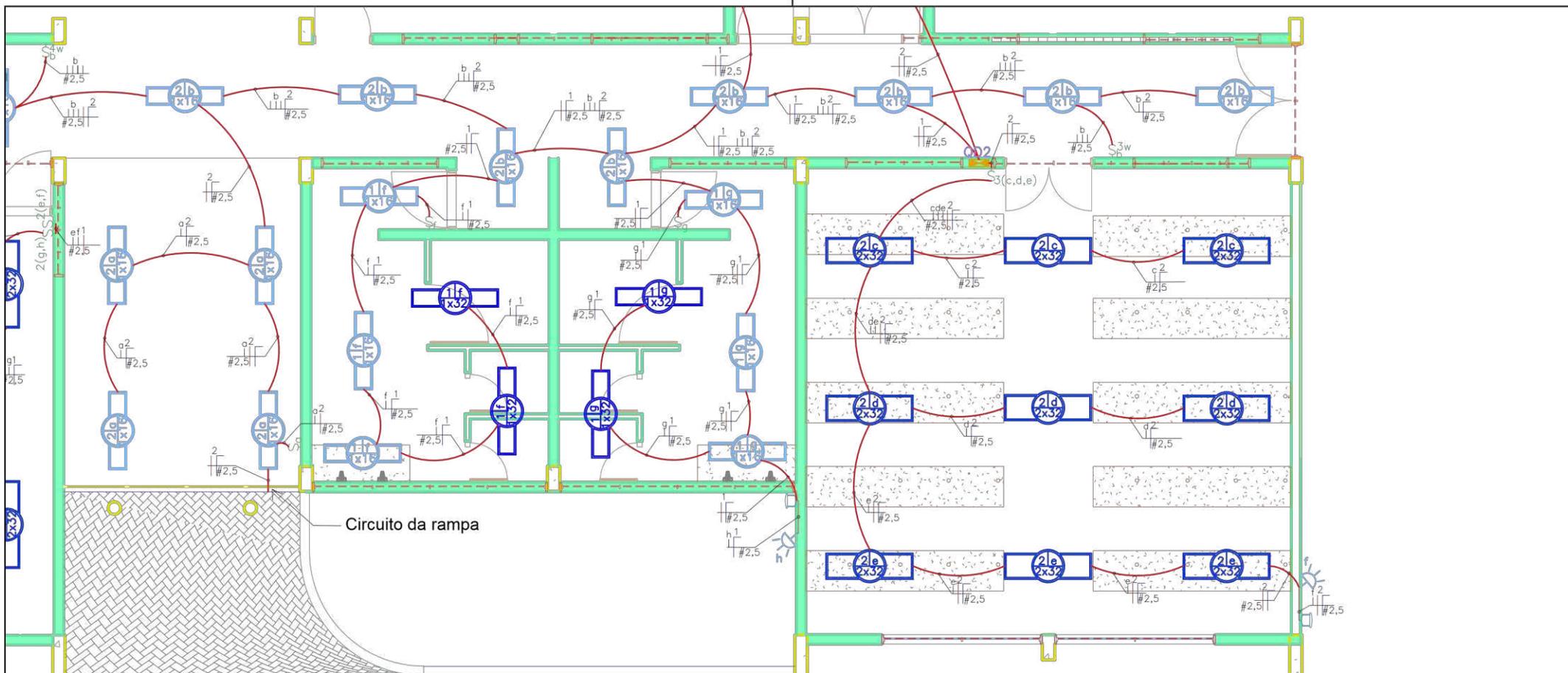
NOME DO DESENHO: Iluminação dos laboratórios e circulação

ESCALA: 1/80

DATA: 21/10/2016

PRANCHA:
01/09

OBSERVAÇÕES:



LEGENDA:

-  Luminária com fluorescente tubular 2x32W de SOBREPOR, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alta pureza (99,85%) e refletância, instalada no TETO.
-  Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- S_n^{3w} Interruptor three-way de uma seção n
- S_n^{4w} Interruptor four-way de uma seção n
- S_n Interruptor de uma seção n
- $S_2(x,y)$ Interruptor de duas seções: x e y
- $S_3(x,y,z)$ Interruptor de três seções: x, y e z
-  Refletor de 150 W de LED
-  Fococélula
-  Quadro de Distribuição QD2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
02/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

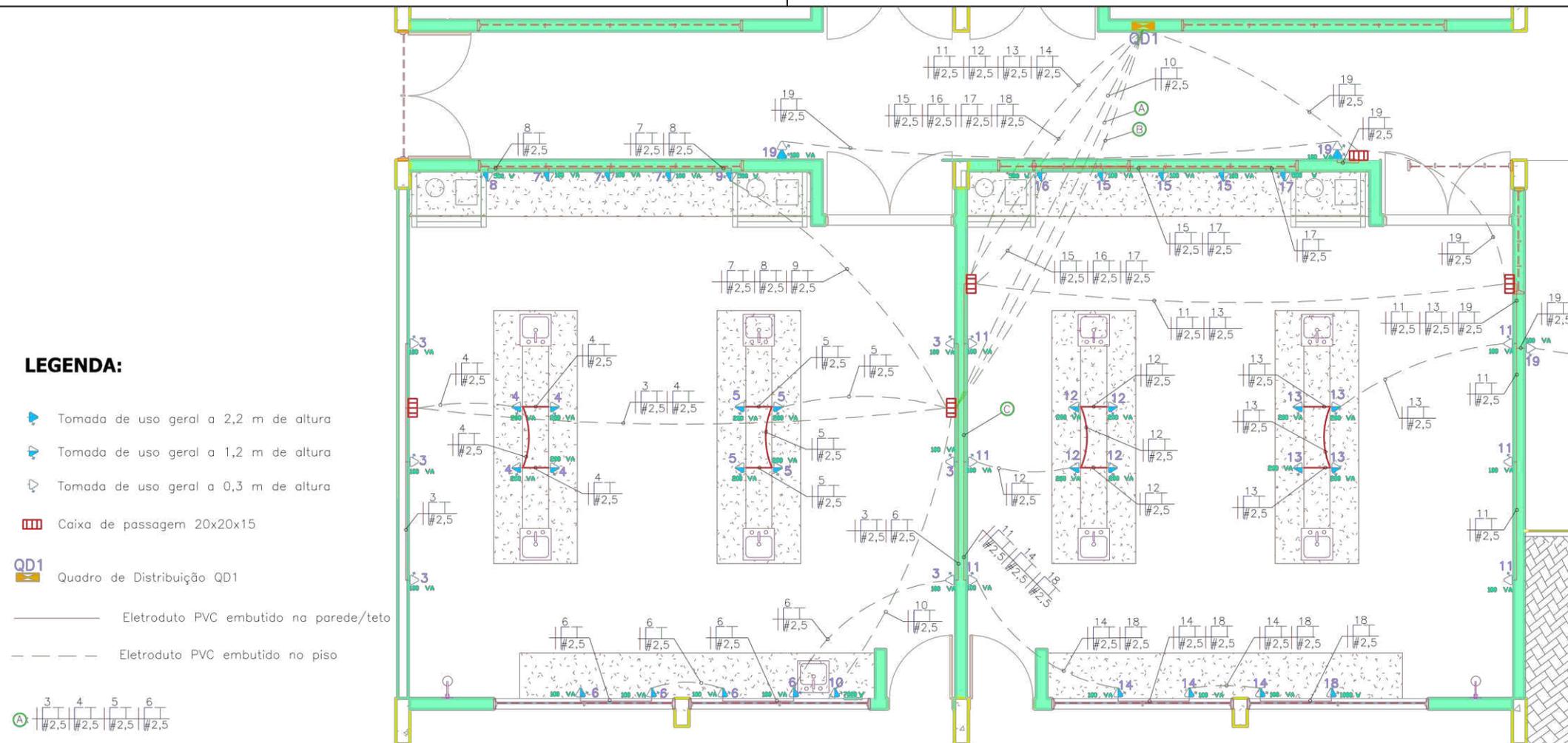
REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Iluminação: hall / circulação / banheiros / Lab. Informática

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: 1/90

DATA: 21/10/2016



LEGENDA:

- Tomada de uso geral a 2,2 m de altura
- Tomada de uso geral a 1,2 m de altura
- Tomada de uso geral a 0,3 m de altura
- Caixa de passagem 20x20x15

QD1
 Quadro de Distribuição QD1

———— Eletróduto PVC embutido na parede/teto

- - - - - Eletróduto PVC embutido no piso



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
03/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

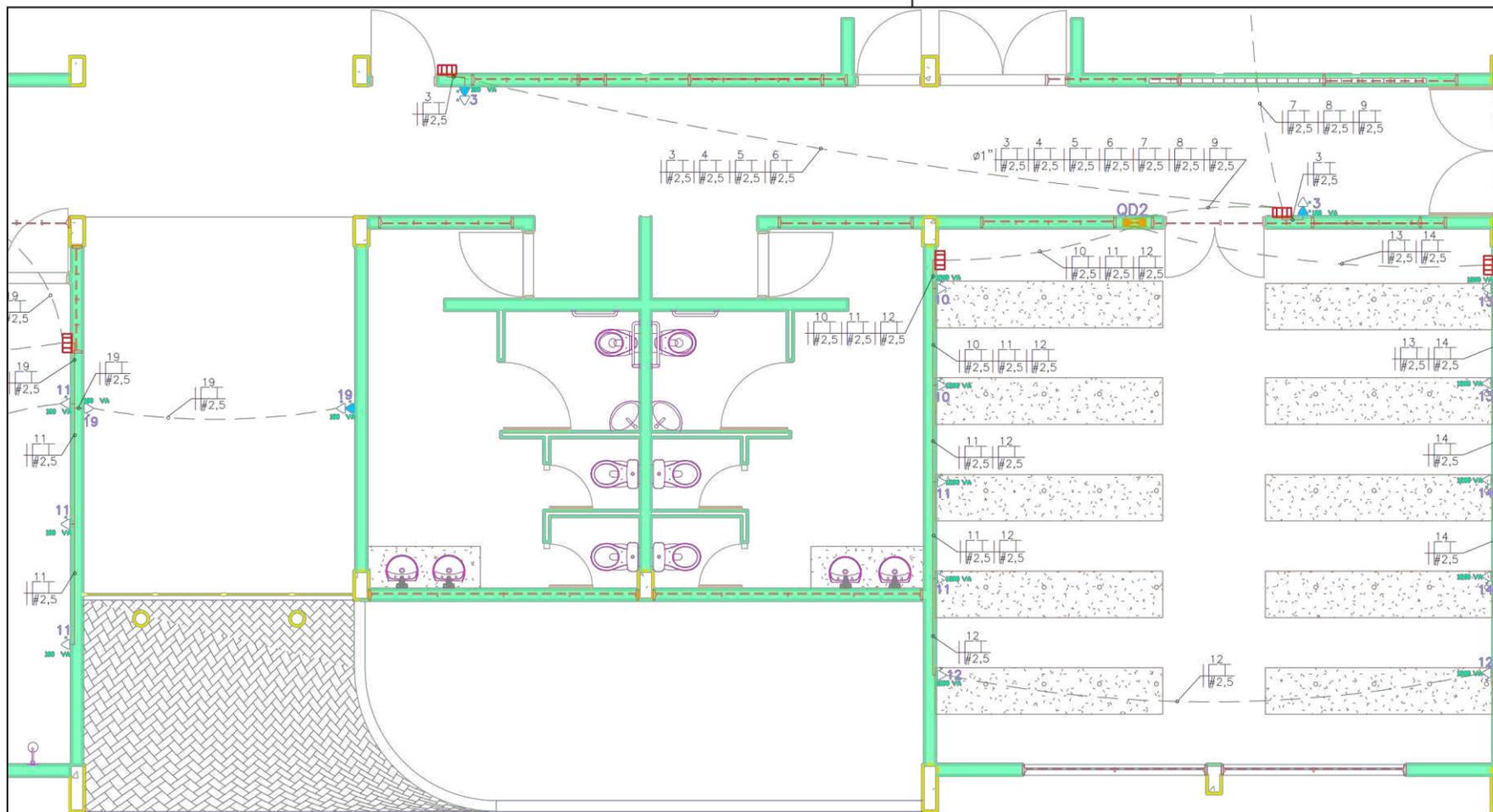
REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Sistema de força: laboratórios e circulação

OBSERVAÇÕES:

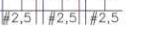
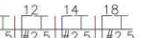
ESCALA: 1/80

DATA: 21/10/2016



LEGENDA:

-  Tomada de uso geral a 2,2 m de altura
 

-  Tomada de uso geral a 1,2 m de altura
 

-  Tomada de uso geral a 0,3 m de altura
 

-  Caixa de passagem 20x20x15
-  Quadro de Distribuição QD2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
04/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

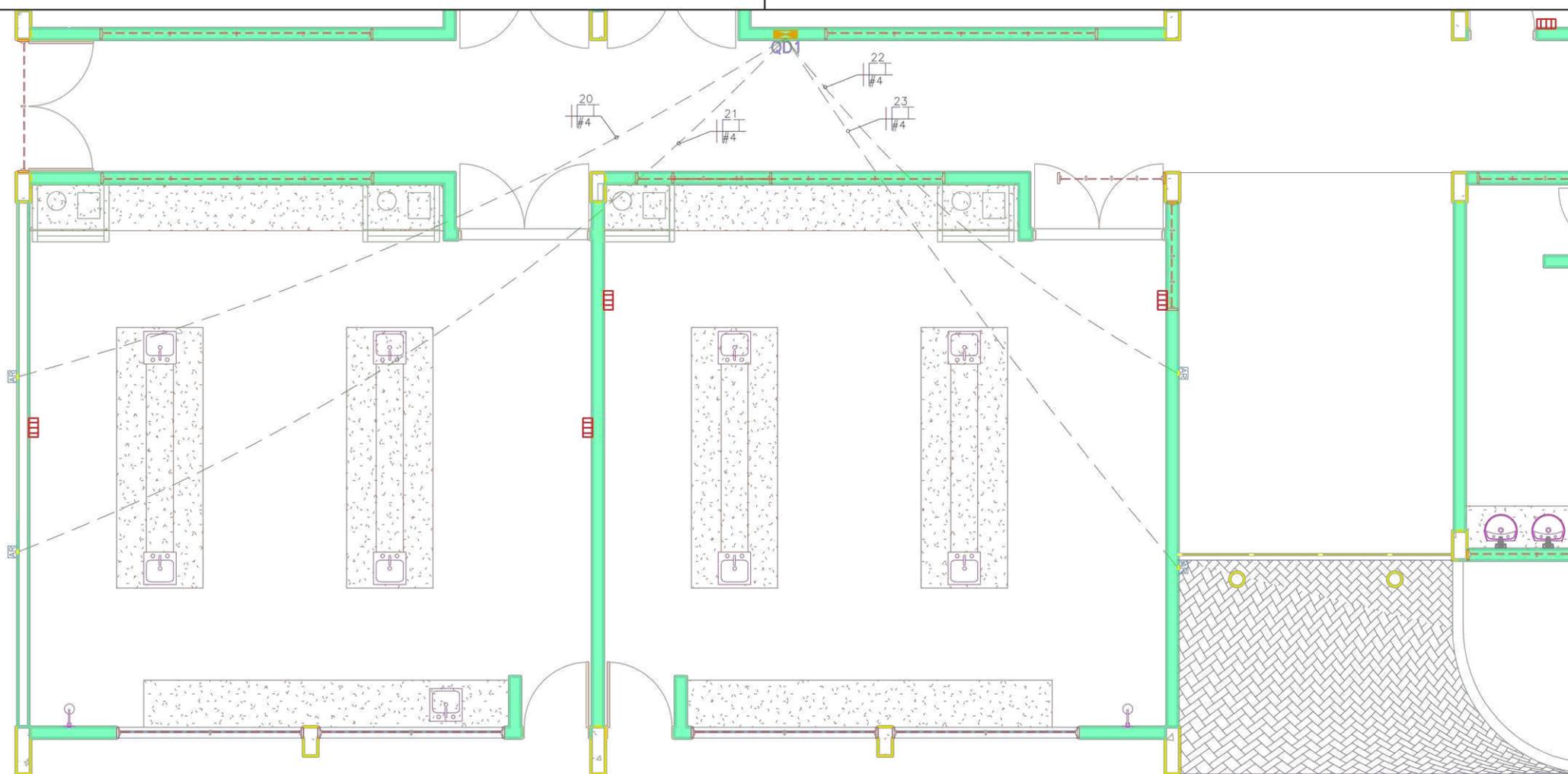
REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Força: hall / circulação / banheiros / Lab. Informática

ESCALA: 1/90

DATA: 21/10/2016

OBSERVAÇÕES:

**LEGENDA:**

- Eletroduto PVC embutido no piso
- Caixa de passagem 20x20x15
- AR Ponto para ar condicionado a 2,2 m do piso
- QD1 Quadro de Distribuição QD1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE:

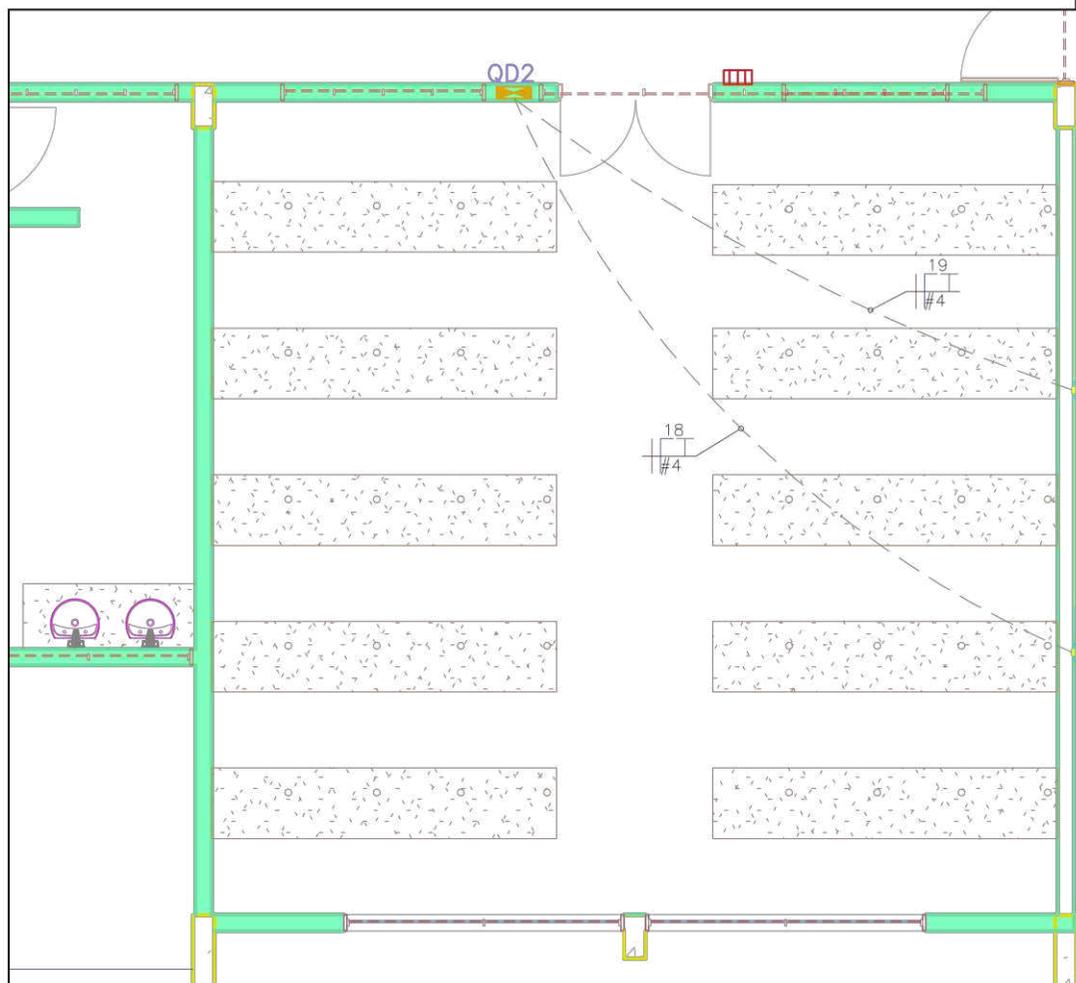
NOME DO DESENHO: Ar condicionado: laboratórios

ESCALA: 1/80

DATA: 21/10/2016

PRANCHA:
05/09

OBSERVAÇÕES:



LEGENDA:

— — — — — Eletroduto PVC embutido no piso

▣ Caixa de passagem 20x20x15

▣ Ponto para ar condicionado a 2,2 m do piso

QD1 Quadro de Distribuição QD1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
06/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

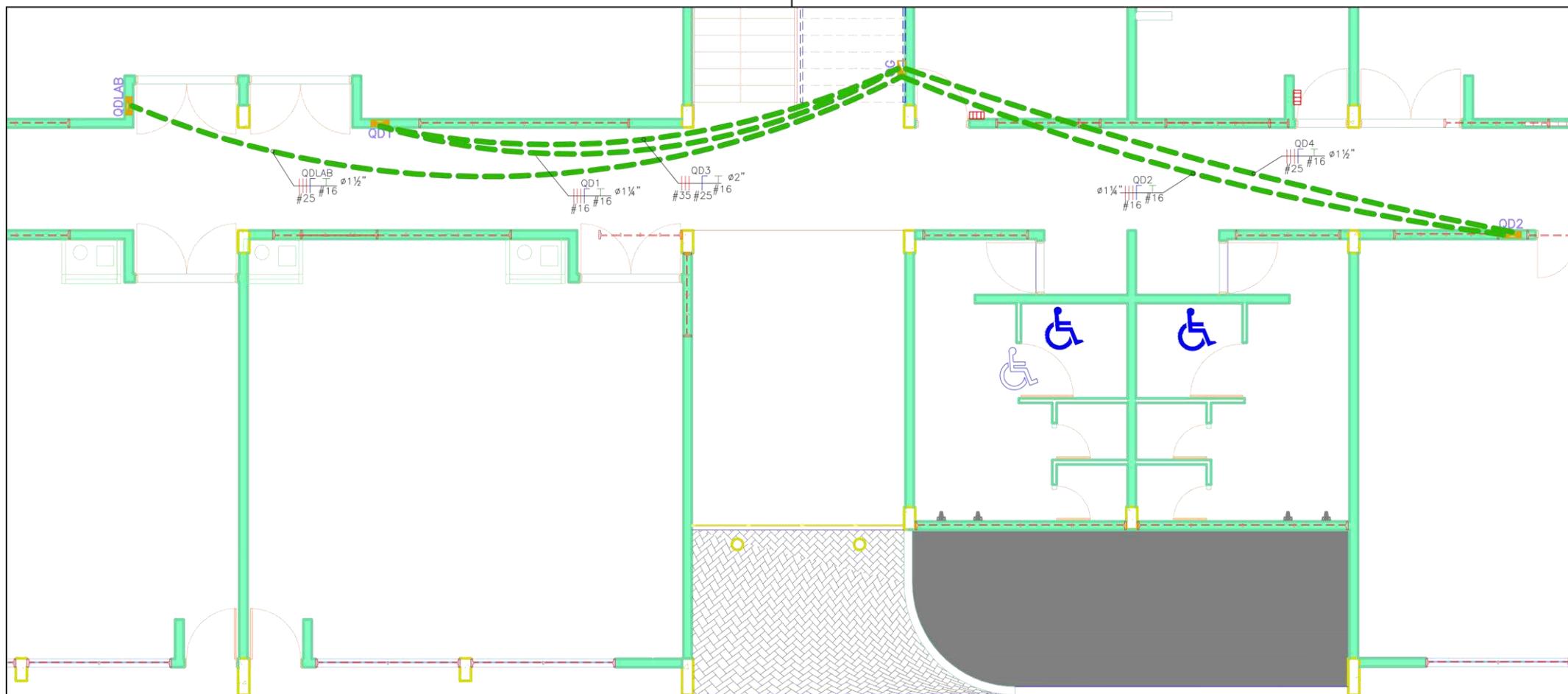
REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Ar condicionado: Laboratório de Informática

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: 1/70

DATA: 21/10/2016



LEGENDA:

-  Eletroduto PVC embutido no piso
-  Quadro de Distribuição QDX
-  Quadro Geral de energia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE:

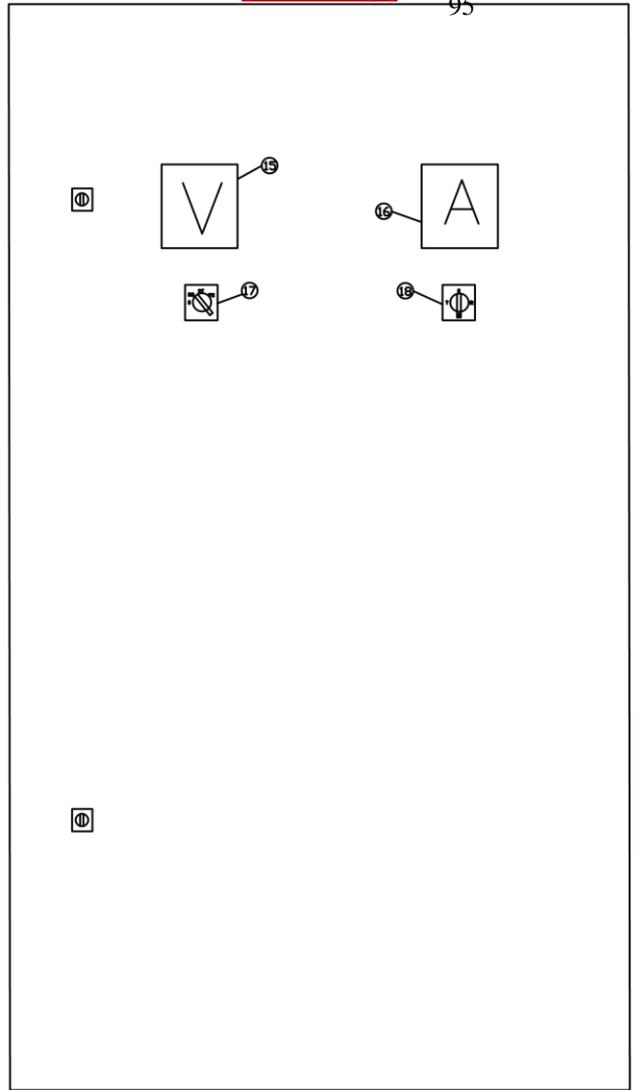
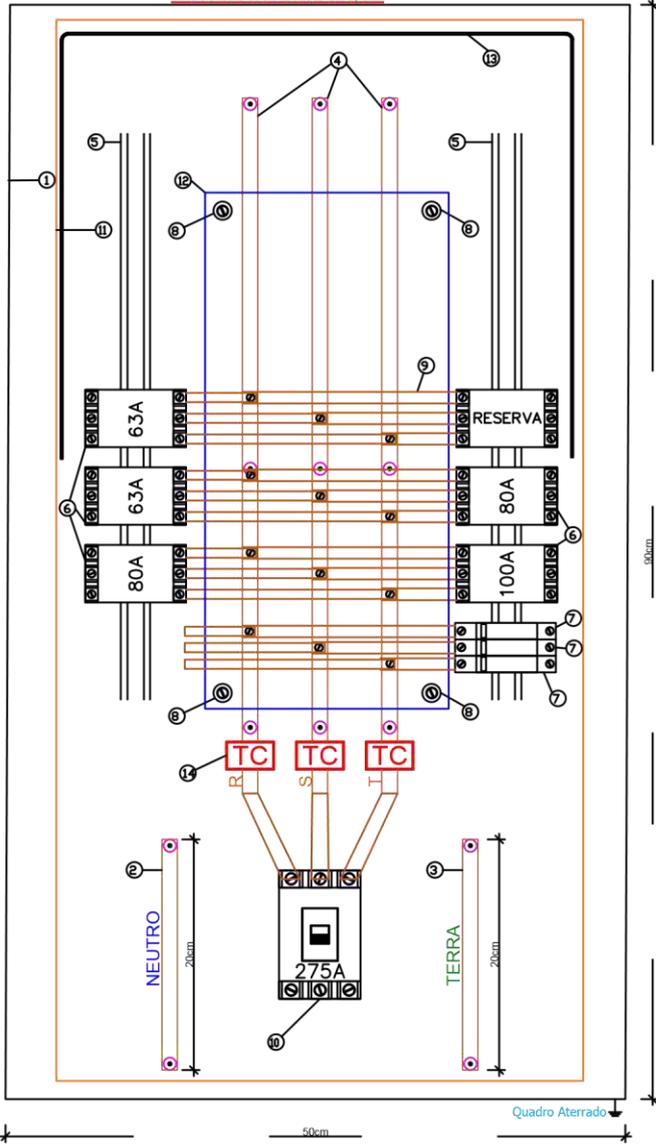
NOME DO DESENHO: Alimentação dos quadros de distribuição e quadro geral

ESCALA: 1/100

DATA: 21/10/2016

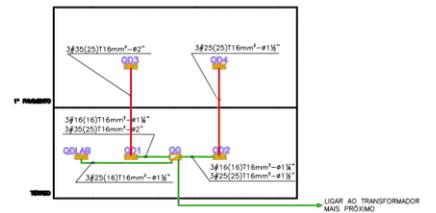
PRANCHA:
07/09

OBSERVAÇÕES:



LEGENDA:

- 1 Painel Modular 900x500x120 mm, devidamente aterrado.
- 2 Barramento de Neutro
- 3 Barramento de Terra
- 4 Barramento de Fases (R, S e T), cores: Fase R - Preto, Fase S - Vermelho, Fase T - Branco; Dimensões: 600x22,22x6,35 mm
- 5 Trilho de fixação dos disjuntores
- 6 Disjuntores Termomagnéticos trifásicos para alimentação dos quadros de distribuição
- 7 Dispositivo de proteção contra surtos (DPS) monofásico
- 8 Isolador de epóxi
- 9 Barramento de interligação dos disjuntores às fases R, S, T do barramento principal; cores: Fase R - Preto, Fase S - Vermelho, Fase T - Branco; Dimensões: 15,87x4,76 mm
- 10 Disjuntor Termomagnético Trifásico Geral
- 11 Placa de Montagem
- 12 Sub tampa de proteção em acrílico transparente
- 13 Espiroduto ou abraçadeira para arrumação dos condutores no interior do quadro
- 14 Transformador de Corrente com relação de transformação 400/5 A
- 15 Voltímetro com escala de 0-600 V
- 16 Amperímetro com escala de 0 - 400A/5A
- 17 Chave comutadora de voltmímetro
- 18 Chave comutadora de amperímetro



LEGENDA:

- QG Quadro de Distribuição QG
- QG Quadro Geral de energia
- Espiroduto PVC embutido no piso
- Espiroduto PVC embutido na parede/teto



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
08/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Quadro geral e prumada

OBSERVAÇÕES:

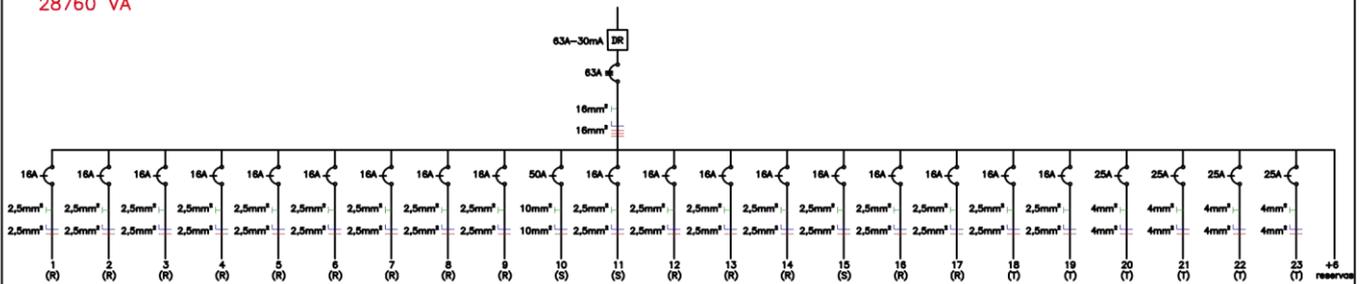
ESCALA: -

DATA: 21/10/2016

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO (mm ²)	DISJUNTOR (A)	FASE
1	ILUMINAÇÃO	1466	220	7,40	M	2,50	16	R
2	ILUMINAÇÃO	1044	220	5,27	M	2,50	16	R
3	TOMADAS	600	220	2,73	M	2,50	16	R
4	TOMADAS	800	220	3,64	M	2,50	16	R
5	TOMADAS	800	220	3,64	M	2,50	16	R
6	TOMADAS	400	220	1,82	M	2,50	16	R
7	TOMADAS	300	220	1,36	M	2,50	16	R
8	CAPELA	600	220	3,10	M	2,50	16	R
9	CAPELA	600	220	3,10	M	2,50	16	R
10	DESTILADOR	8750	220	39,77	M	10,00	50	S
11	TOMADAS	600	220	2,73	M	2,50	16	S
12	TOMADAS	800	220	3,64	M	2,50	16	R
13	TOMADAS	800	220	3,64	M	2,50	16	R
14	TOMADA	300	220	1,36	M	2,50	16	R
15	TOMADA	300	220	1,36	M	2,50	16	S
16	CAPELA	600	220	3,10	M	2,50	16	R
17	CAPELA	600	220	3,10	M	2,50	16	R
18	TUE	1100	220	5,00	M	2,50	16	T
19	TOMADAS	700	220	3,18	M	2,50	16	T
20	AR CONDICIONADO	1900	220	8,64	M	4,00	25	T
21	AR CONDICIONADO	1900	220	8,64	M	4,00	25	T
22	AR CONDICIONADO	1900	220	8,64	M	4,00	25	T
23	AR CONDICIONADO	1900	220	8,64	M	4,00	25	T
-	TOTAL	28760	380	43,70	T	16,00	63	

DIAGRAMA UNIFILAR

Quadro de Distribuição 1 – QD1
28760 VA



QUADRO DE CARGA

Quadro Geral – QG

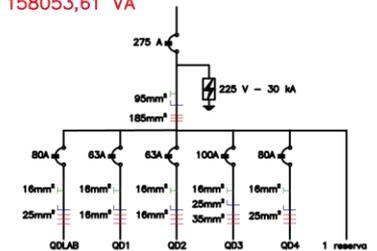
CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO (mm ²)	DISJUNTOR (A)
1	QDLAB	40163	380	61,00	T	16,00	80
2	QD1	28760	380	43,70	T	16,00	63
3	QD2	31927	380	49,00	T	16,00	63
4	QD3	53242,74	380	80,9	T	25,00	100
5	QD4	45088,57	380	68,5	T	16,00	80
	TOTAL	158053,61	380	240,40	T	185	275

OBS: Foi aplicado fator de demanda.

DIAGRAMA UNIFILAR

Quadro Geral – QG

158053,61 VA



OBS: Foi aplicado fator de demanda.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: CAMILA GUEDES (ENGENHEIRA ELETRICISTA) / YASMIM MORAIS (ESTAGIÁRIA)

TÍTULO DO PROJETO: LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E QUÍMICA

PRANCHA:
09/09

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE:

NOME DO DESENHO: Quadros de cargas e diagramas unifilares

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: -

DATA: 21/10/2016

ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTO

Para o dimensionamento de eletroduto foi utilizada a planilha no *Excel* disponível neste anexo, a qual foi fornecida pelo setor de Engenharia Elétrica da Prefeitura Universitária da UFCG.

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC					ELETRODUTOS PVC		
Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total	VER NBR 5410 pg.120		
2,5	3,6	10,17		0,00	Máximo:	40%	Polegadas
4	4,2	13,85		0,00			
6	4,7	17,34		0,00	0,00%	25mm	3/4"
10	5,9	27,33		0,00	0,00%	32mm	1"
16	6,9	37,37		0,00	0,00%	40mm	1 1/4"
25	8,5	56,72		0,00	0,00%	50mm	1 1/2"
35	9,5	70,85		0,00	0,00%	60mm	2"
50	11,0	94,99		0,00	0,00%	75mm	2 1/2"
70	13,0	132,67		0,00	0,00%	85mm	3"
95	15,0	176,63		0,00	0,00%	110mm	4"
120	16,5	213,72		0,00			
Área total instalada				0,00			
DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC FLEX					ELETRODUTOS AÇO CARBONO		
Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total	VER NBR 5410 pg.120		
2,5	3,6	10,17		0,00	Máximo:	40%	Polegadas
4	4,2	13,85		0,00			
6	4,7	17,34		0,00	0,00%	25mm	1"
10	6,0	28,26		0,00	0,00%	32mm	1 1/4"
16	7,6	45,34		0,00	0,00%	40mm	1 1/2"
25	9,4	69,36		0,00	0,00%	50mm	2"
35	10,8	91,56		0,00	0,00%	65mm	2 1/2"
50	12,8	128,61		0,00	0,00%	80mm	3"
70	14,6	167,33		0,00	0,00%	100mm	4"
95	16,8	221,56		0,00			
120	18,7	274,51		0,00			
Área total instalada				0,00			

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS EPROTENAX GSETTE 0,6/1kV					ELETROCALHAS		
Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total	VER NBR 5410 pg.120		
2,5	5,4	22,89		0,00	Máximo:	40%	
4	5,9	27,33		0,00			
6	6,5	33,17		0,00	0,00%	38x38	
10	7,7	46,54		0,00	0,00%	50x75	
16	9,3	67,89		0,00	0,00%	75x75	
25	11,4	102,02		0,00	0,00%	100x75	
35	12,7	126,61		0,00	0,00%	100x100	
50	14,7	169,63		0,00	0,00%	100x200	
70	16,8	221,56		0,00	0,00%	100x300	
95	19,2	289,38		0,00	0,00%	100x400	
120	21,3	356,15		0,00	0,00%	100x500	
150	23,7	440,93		0,00	0,00%	100x600	
185	25,8	522,53		0,00	0,00%	100x700	
240	29,2	669,32		0,00			
Área total instalada				0,00			
DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SINTENAX FLEX 0,6/1kV					ELETRODUTOS KANALEX		
Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total	VER NBR 5410 pg.120		
2,5	5,4	22,89		0,00	Máximo:	40%	Polegadas
4	6,5	33,17		0,00			
6	7,0	38,47		0,00	0,00%	30mm	1 1/4"
10	8,0	50,24		0,00	0,00%	40mm	1 1/2"
16	9,5	70,85		0,00	0,00%	50mm	2"
25	11,6	105,63		0,00	0,00%	75mm	3"
35	12,9	130,63		0,00	0,00%	100mm	4"
50	15,3	183,76		0,00	0,00%	125mm	5"
70	17,1	229,54		0,00	0,00%	150mm	6"
95	19,6	301,57		0,00			
120	21,5	362,87		0,00			
150	24,0	452,16		0,00			
185	26,2	538,86		0,00			
240	29,8	697,11		0,00			
Área total instalada				0,00			

ANEXO B – CARGA TÉRMICA

A planilha no *Excel* contida neste anexo foi elaborada tomando como base o cálculo da carga térmica prescrito na NBR 5858:1983, fornecida pelo setor de Engenharia Elétrica da Prefeitura Universitária da UFCG.

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA							
Segundo NBR - 5858/1983							
Local: LABORATÓRIO DE QUÍMICA ORGÂNICA							
1 Janelas: Insolação							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m ²)	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	Calor gerado (kcal/h)
C	Norte	1,85	240	115	70	240	444,00
C	Nordeste		240	95	70		-
C	Leste	-	270	130	85		-
C	Sudeste	-	200	85	70		-
C	Sul	9,01	0	0	0	0	-
C	Sudoeste	-	400	160	115		-
C	Oeste	-	500	220	150		-
C	Noroeste		350	150	95	350	-
2 Janelas: Condução (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)							
		Área (m ²)		Fator			
	Vidro Comum	9,01		50			450,50
	Tijolo de Vidro	-		25			-
3 Paredes:							
	paredes externas	Área (m ²)	Construção Leve	Construção Pesada	Fator		
	orientação Sul	13,76	13	10	13		178,82
	outra orientação	21,76	20	12	20		435,29
	paredes internas	Área (m ²)		Fator			
	paredes	20,92		13			271,90
4 Teto:							
		Área (m ²)		Fator			
	Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-		75			-
	Em laje com 2,5cm de isolamento	-		30			-
	Entre andares	55,43		13			720,59
	Sob telhado com isolamento			18			-
	Sob telhado sem isolamento	-		50			-
5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)							
		Área (m ²)		Fator			
	Piso	-		13			-
6 Número de Pessoas							
		Número		Fator			
	Em atividade normal	15,00		150			2.250,00
	Em repouso	-		75			-
	Em forte atividade			750			-
7 Outras fontes de Calor							
		Potência (W)		Fator			
	Aparelhos elétricos	960,00		0,86			825,60
	Forno Elétrico	-		0,86			-
	Aparelhos de Grelhar	-		0,86			-
	Mesa Quente	-		0,86			-
	Cafeteiras	-		0,86			-

Motores	Potência (HP)	Fator	
	-	645	
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator	
	-	16	
Iluminação	Potência (W)	Fator	
	Incandescente	-	1
Fluorescente	826,00	0,5	
8	Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas		
Portas	Área (m²)	Fator	
	3,73	150	
9	Sub - Total		em (kcal/h)
10	Fator Geográfico:	0,95	em (kcal/h)
11	Carga Térmica Total		em (kcal/h)
			em (BTU/h)
			em TR
			em kW
12	Número de Equipamentos		
	2,8	7.500 BTU	1,2 18.000 BTU
	2,1	10.000 BTU	0,7 30.000 BTU
	1,7	12.500 BTU	0,4 60.000 BTU

ANEXO C – DIMENSIONAMENTO DO BARRAMENTO

A tabela contida neste anexo foi utilizada para realizar o dimensionamento do barramento do quadro geral.



Rua Presidente Prudente - n.290- São Luiz - Criciúma - SC - Cep. 88.803-210

Fone: (48) 3433-9345 Fax: (48) 3433-9345

Largura		Espessura: 1/8" = 3,17mm		Espessura: 3/16" = 4,76mm		Espessura: 1/4" = 6,35mm		Espessura: 5/16" = 7,93mm		Espessura: 3/8" = 9,52mm		Espessura: 1/2" = 12,7mm		Espessura: 5/8" = 15,87mm	
Polegada	Milímetro	Peso	Ampere	Peso	Ampere	Peso	Ampere	Peso	Ampere	Peso	Ampere	Peso	Ampere	Peso	Ampere
1/4"	6,35	0,179	48	0,269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/8"	9,52	0,269	73	0,403	105	0,538	134	0,673	-	-	-	-	-	-	-
1/2"	12,7	0,358	97	0,538	140	0,718	179	0,897	-	1,08	-	-	-	-	-
5/8"	15,87	0,448	122	0,673	175	0,897	224	1,12	274	1,35	-	1,79	-	-	-
3/4"	19,05	0,537	146	0,807	211	1,08	269	1,35	329	1,61	387	2,15	492	2,69	-
7/8"	22,22	0,627	170	0,941	246	1,26	314	1,57	384	1,88	451	2,51	574	3,14	-
1"	25,4	0,717	195	1,08	281	1,44	359	1,79	439	2,15	516	2,87	657	3,59	-
1.1/4"	31,75	0,869	244	1,35	351	1,791	449	2,24	549	2,69	645	3,59	821	4,49	-
1.1/2"	38,1	1,07	292	1,61	422	2,15	539	2,69	659	3,23	774	4,31	985	5,38	1173
1.3/4"	44,45	1,25	341	1,88	492	2,51	629	3,14	769	3,77	903	5,02	1149	6,28	1368
2"	50,8	1,43	390	2,15	562	2,87	719	3,59	879	4,3	1032	5,74	1314	7,18	1564
2.1/4"	57,15	1,61	439	2,42	633	3,23	809	4,04	989	4,84	1161	6,46	1478	8,08	1759
2.1/2"	63,5	1,79	488	2,69	703	3,59	899	4,49	1099	5,38	1290	7,18	1642	8,97	1955
2.3/4"	69,85	1,97	536	2,96	774	3,95	989	4,94	1208	5,92	1419	7,9	1807	9,87	2150
3"	76,2	2,15	585	3,23	844	4,31	1079	5,38	1318	6,46	1548	8,61	1971	10,8	2346
3.1/4"	82,55	2,33	634	3,5	914	4,67	1169	5,83	1428	6,99	1677	9,35	2135	11,7	2541
3.1/2"	88,9	2,51	683	3,77	985	5,02	1259	6,28	1538	7,53	1806	10	2299	12,6	2737
3.3/4"	95,25	2,69	732	4,04	1055	5,38	1349	6,73	1648	8,07	1935	10,8	2464	13,5	2932
4"	101,6	2,87	781	4,3	1125	5,74	1439	7,18	1758	8,61	2064	11,5	2628	14,4	3128
4.1/2"	114,3	3,22	878	4,74	1266	6,46	1619	8,08	1978	9,86	2322	12,9	2956	16,2	3519
5"	127	3,58	976	5,38	1407	7,18	1799	8,97	2198	10,8	2580	14,4	3285	17,9	3910
5.1/2"	139,7	3,94	1073	5,92	1548	7,9	1979	9,87	2417	11,8	2838	15,8	3614	19,7	4301
6"	152,4	4,3	1171	6,46	16,88	8,61	2159	10,8	2637	12,9	3096	17,2	3942	21,5	4692

Fonte: <http://www.gigaeletrô.com.br/upload/tabela-barramento-chato-cobre-1391708219.pdf>

