



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

MILENE OLIVEIRA DE SOUSA

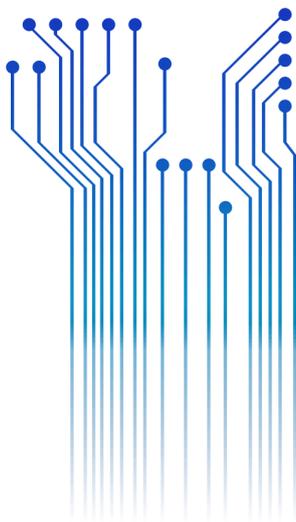


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
Outubro de 2016

MILENE OLIVEIRA DE SOUSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em 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: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Campina Grande
Outubro de 2016

MILENE OLIVEIRA DE SOUSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em 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: Eletrotécnica

Aprovado em 26/ 10/ 2016

Professor Leimar de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho aos meus pais: Maria de Lourdes Oliveira de Sousa e José de Sousa Pequeno Filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Aos meus pais por sempre estarem ao meu lado, buscando sempre o melhor para mim. À minha mãe Maria de Lourdes, por ser um exemplo para mim, meu porto seguro. Ao meu pai José Pequeno por todo apoio e ao meu irmão, Nicácio. Enfim, à toda a minha família que sempre esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins e que nunca mediu esforços para que eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Agradeço também à minha amiga Yasmim, que sempre esteve ao meu lado durante a graduação, me dando forças nos momentos em que pensei em desistir. À Nayana, minha amiga e conterrânea, também pelo apoio concedido durante o curso. À Aline Tavares, por toda amizade e apoio. De forma geral, agradeço aos demais colegas de curso que de forma direta e indiretamente contribuíram com a minha formação. A João Pedro, que esteve do meu lado durante os 6 anos de curso, por todo apoio e amizade.

Agradeço a todos os professores do curso, que me fizeram compreender o real valor do conhecimento, não só para a realização profissional como para a vida. Em especial ao meu professor e orientador de estágio Edson Guedes, pelo conhecimento transmitido, paciência e dedicação.

Aos engenheiros eletricitas da prefeitura universitária (PU), em especial a minha supervisora Camila Guedes por todos os conhecimentos transmitidos.

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

*“ Você nunca sabe os resultados
que virão da sua ação. Mas se
você não fizer nada, não
existirão resultados.”*

Mahatma Gandhi.

RESUMO

O presente relatório refere-se a descrição das atividades de estágio na área de Eletrotécnica realizado na Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio consistiu na realização de um projeto de uma instalação elétrica predial de uma central de laboratórios de biologia e química a ser construída no campus de Cajazeiras - PB. O projeto foi feito com base em normas técnicas brasileiras, dentre elas a ABNT NBR 5410:2004, ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 e a NDU 001 da Energisa. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os softwares AutoCAD e DIALux, os quais se mostraram satisfatórios para atingir os objetivos.

Palavras-chave: Estágio, Instalações Elétricas, AutoCAD, DIALux, Normas Brasileiras de Regulamentação.

ABSTRACT

This report refers to the description of stage activities in Electrotechnical area held in University Hall (PU) of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The internship consisted of a project of a building electrical installation of a central biology laboratories and chemistry to be built on the campus of Cajazeiras - PB. The project was based on Brazilian technical standards, among them the NBR 5410: 2004, ISO / CIE 8995-1 / 2013, and the NDU 001 Energisa. For the development of the project were used AutoCAD and DIALux software, which proved satisfactory to achieve the goals.

Keywords: Internship, Electrical Installations, AutoCAD, DIALux, Brazilian Regulatory Standards.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vistas do projeto da Central de Laboratórios de Biologia e Química	34
Figura 2 – Planta do laboratório com instalação elétrica de iluminação	35
Figura 3 – Detalhe instalação elétrica das tomadas do laboratório de aulas prática e química geral.....	36
Figura 4 – Detalhe da planta da instalação elétrica dos ar condicionados do laboratório.....	37
Figura C. 1 – Luminária LUMICENTER CAA01 – E116	67
Figura C. 2 - Luminária LUMICENTER CAA01 – E132.....	67
Figura C. 3 - Luminária LUMICENTER CAA01 – E232.....	68
Figura C. 4 – Luminária LUMICENTER CAA01-S132.....	68
Figura C. 5 - Representação em cores falsas da iluminância no laboratório	69
Figura C. 6 - Representação das superfícies de cálculo do projeto luminotécnico do laboratório	69
Figura C.7 – Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	70
Figura C.8 – Disposição das luminárias	70
Figura C. 9 – Representação em cores falsas da iluminância na coordenação de química.....	71
Figura C. 10 – Representação das superfícies de cálculo da coordenação de química.....	71
Figura C. 11 – Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade	72
Figura C.12 – Disposição das luminárias na coordenação de química	72
Figura C. 13 - Representação em cores falsas da iluminância na sala de equipamentos	73
Figura C. 14 - Disposição das luminárias da sala de equipamentos	74
Figura C. 15 - Iluminância média e uniformidade da sala de equipamentos	74
Figura C. 16 - Representação em cores falsas da iluminância na sala de reagentes	75
Figura C. 17 - Representação da superfície de cálculo da sala de reagentes	76
Figura C. 18 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância e uniformidade da sala de reagentes	76
Figura C. 19 - Disposição das luminárias na sala de reagentes	77
Figura C. 20 – Representação em cores falsas da iluminância na rampa externa.....	78
Figura C. 21 - Disposição das luminárias na rampa externa.....	78
Figura C. 22 -Representação das superfícies de cálculo da rampa externa.	79
Figura C. 23 - Lista de superfícies de cálculo da rampa externa, iluminância e uniformidade	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Capacidade de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D para condutores e cabos isolados de PVC.	25
Tabela 2- Capacidades de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D, para condutores e cabos isolados XLPE ou EPR.....	26
Tabela 3 – Espaço reserva para quadros elétricos	31
Tabela 4 – Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos	32
Tabela 5 – Descrição dos ambientes da central de laboratórios	33
Tabela B.1 – Previsão de carga de TUGs e TUEs	48
Tabela B.2 – Previsão de carga dos condicionadores de ar	48
Tabela B.3 – Previsão de carga de iluminação	49
Tabela B.4 –Iluminância dos ambientes de acordo com aABNT NBR ISO/CIE 895-1/2013.....	50
Tabela B.5 – Circuitos terminais que compõem o QDLAB	51
Tabela B.6 – Dimensionamento da rede de alimentação e dos dispositivos de proteção do QDLAB.....	52
Tabela B.7 – Dimensionamento dos condutores para o circuito de iluminação do QDLAB.....	53
Tabela B.8 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de TUGs do QDLAB	53
Tabela B.9 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos das TUEs do QDLAB	53
Tabela B.10 – Dimensionamento do disjuntor para o circuito de iluminação do QDLAB	54
Tabela B.11 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos das TUGs do QDLAB.....	54
Tabela B.12 – Dimensionamento dos disjuntores para as TUGs do QDLAB	55
Tabela B.13 – Circuitos terminais que compõem o QD2	56
Tabela B.14 – Dimensionamento da rede de alimentação e dos dispositivos de proteção do QD2.....	57
Tabela B.15 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de iluminação do QD2	58
Tabela B.16 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de TUGs do QD2	58
Tabela B.17 – Dimensionamento dos circuitos de TUEs do QD2	59
Tabela B.18 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de iluminação do QD2	60
Tabela B.19 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de TUGsdo QD2	60
Tabela B.20 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de TUEs do QD2.....	60
Tabela B.21 – Diâmetro externo e área dos condutores	62
Tabela B.22 – Diâmetro interno nominal dos eletrodutos	62
Tabela B.23 – Número máximo de condutores por eletroduto para os circuitos terminais, considerando uma taxa de ocupação de 40%.....	62
Tabela B.24 – Potência dos quadros de distribuição da central de laboratórios de biologia e química	63
Tabela B.25 – Dimensionamento da rede de alimentação e do disjuntor do quadro geral	64
Tabela B.26 – Tabela para dimensionamento de barramento.....	65
Tabela D. 1 – Composição de preços para ponto de luz com rede embutida	81
Tabela D. 2 – Composição de preços para ponto de ar condicionado trifásico	82
Tabela D. 3 – Composição de preços para luminária 2x32 W.....	83
Tabela D. 4 – Composição de preços para interruptor paralelo de embutir.....	83
Tabela D. 5 – Composição de preços do quadro de distribuição QDLAB	84
Tabela D. 6 – Composição de preços para a rede de alimentação do QDLAB	85
Tabela D. 7 – Planilha elétrica do orçamento do projeto.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Agência Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnicas
CIE	Certificado de Inscrição de Empresa
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DDR	Disjuntor diferencial residual
DR	Dispositivo diferencial residual
DPS	Dispositivo de proteção contra surtos
EPR	Borracha Etileno Propileno
FCT	Fator de correção de temperatura
FCA	Fator de correção de agrupamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISSO	Organização Internacional de Normatização
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NDU	Norma de Distribuição Unificada
ORSE	Orçamento de Sergipe
PU	Prefeitura Universitária
PVC	Policloreto de Vinila
QDLAB	Quadro de Distribuição do Laboratório
QD2	Quadro de Distribuição 2
QG	Quadro Geral
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
TUE	Tomada de uso específico
TUG	Tomada de uso geral
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
XLPE	Polietileno Reticulado

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
Cd	Candela
Cm	Centímetro
°C	Temperatura em Celsius
D _T	Demanda total
I _P	Corrente de projeto
I _{P'}	Corrente de projeto corrigida
I _Z	Capacidade de condução de corrente do condutor
I _{CS}	Corrente de curto circuito presumida
I _R	Corrente de ruptura
Lm	Lúmen
Lx	Lux
M	Metro
Mm	Milímetro
M	Monofásico
P _n	Potência nominal
T	Trifásico
VA	Potência aparente
V	Volt
W	Watt

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Objetivos do estágio.....	16
1.1.1	Objetivos Gerais.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
1.2	Prefeitura Universitária da UFCG	16
1.3	Estrutura do Relatório	17
2	Fundamentação Teórica.....	18
2.1	Projeto Luminotécnico.....	19
2.2	Etapas de Elaboração de um Projeto Elétrico	20
2.2.1	Previsão de cargas	20
2.2.2	Divisão dos Circuitos Terminais	22
2.2.3	Dimensionamento dos condutores elétricos	23
2.2.4	Carga térmica	26
2.2.5	Dimensionamento dos eletrodutos	27
2.2.6	Dispositivos de proteção	27
2.2.7	Dispositivos de proteção contra surtos (DPS).....	29
2.2.8	Quadro de distribuição	30
2.2.9	Dimensionamento da rede de alimentação do QG	31
3	Atividades realizadas	33
4	Conclusão.....	39
5	Referências.....	40
	APÊNDICE A– Memorial Descritivo	41
	APÊNDICE B – Memorial de Cálculo.....	48
	APÊNDICE C – Projeto Luminotécnico	67
	APÊNDICE D – Planilha Orçamentária.....	80
	APÊNDICE E – Projeto Elétrico no AUTOCAD	88
	ANEXO A – Planilha de Carga Térmica.....	100
	ANEXO B – Planilha para Dimensionamento de Eletrodutos	103

1 INTRODUÇÃO

O estágio descrito neste relatório foi realizado na Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Setor de Estudos e Projetos, durante o período de 25 de julho de 2016 à 05 de setembro de 2016 cumprindo um total de 180 horas e foi realizado para atender as exigências da disciplina Estágio Supervisionado do curso de Engenharia Elétrica, correspondendo a seis créditos. Essa disciplina é indispensável para a formação profissional, já que consolida os conhecimentos adquiridos durante o curso e é obrigatória para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

O projeto foi dividido entre quatro estagiários e corresponde a uma Central de Laboratórios de Biologia e Química a ser construída no campus de Cajazeiras– PB. O projeto da nova central compreende salas de aula, laboratórios de química e biologia, sala de reagentes, salas de equipamentos, laboratório de informática, coordenação de química e banheiros.

Durante o estágio foram realizadas atividades associadas à luminotécnica e a instalações elétricas prediais e industriais do Laboratório de Química e Aulas Práticas, Sala de Reagentes, Sala de Equipamentos, Coordenação de Química e Rampa Externa, ambos localizados no térreo. Os softwares utilizados para a realização do projeto foram o DIALux, o AutoCAD e o Excel.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

O estágio supervisionado na Prefeitura Universitária da UFCG teve como objetivo geral atender as exigências da disciplina Estágio Supervisionado do curso de Engenharia Elétrica, indispensável para a formação profissional, já que é obrigatória para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O estágio teve como objetivo específico desenvolver atividades referentes a elaboração do projeto elétrico e luminotécnico, previsão de carga térmica, dimensionamento do quadro geral e a elaboração da planilha orçamentária para os seguintes ambientes: Laboratório de Aulas Práticas e Química Geral, Coordenação de Química, Sala de Reagentes, Sala de Equipamentos e Rampa Externa, de um bloco a ser construído no campus de Cajazeiras – PB.

1.2 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG

A atual Prefeitura Universitária da UFCG era uma subprefeitura integrante da Prefeitura do Campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), antes do desmembramento da UFPB, pela Lei 10419/2002 e do conseqüente surgimento da UFCG.

Hoje a Prefeitura Universitária faz parte da estrutura da Reitoria da UFCG em conformidade com o regimento da instituição.

O artigo 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG define as competências da PU. Ela deve colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento no planejamento e desenvolvimento físico da universidade, deve elaborar estudos e projetos de prédios e infraestrutura de interesse da universidade, deve solicitar a contratação, fiscalização, controle e execução de serviços de engenharia, deve manter e conservar bens da universidade, deve administrar o setor de transportes, deve planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água,

energia e comunicações. A PU deve, também, zelar pela segurança da comunidade acadêmica e do patrimônio da universidade e gerir os recursos a ela destinada. Ela deve atuar basicamente nas atividades relacionadas à infraestrutura da UFCG.

A missão da PU é promover ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura da universidade, realizando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia.

As atividades de engenharia e arquitetura da PU organizam-se em três coordenações, uma referente a projetos, outra a fiscalização e outra a manutenção. Para o curso de Engenharia Elétrica, a Prefeitura Universitária oferece vagas de estágio na área de projetos. Com a supervisão e a assistência dos engenheiros eletricitas da PU são desenvolvidos projetos de instalações elétricas ou outras atividades compatíveis definidas pela PU.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este relatório está dividido em quatro capítulos. No Capítulo 1 é feita uma breve introdução sobre o estágio supervisionado na prefeitura universitária da UFCG, e os objetivos a serem alcançados.

No Capítulo 2 é feita uma breve fundamentação teórica a respeito do projeto luminotécnico e das principais etapas para a elaboração de um projeto elétrico.

No Capítulo 3, são apresentadas as atividades que foram realizadas durante a vigência do estágio supervisionado.

No Capítulo 4, são apresentadas as conclusões do relatório de estágio supervisionado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O projeto de uma instalação elétrica predial e industrial deve garantir que a energia de uma fonte, que comumente é a rede de distribuição da concessionária local, seja transferida aos pontos de utilização de forma segura e com confiabilidade. Para isso, o projeto da instalação elétrica deve estar em conformidade com as normas técnicas vigentes. Utiliza-se para instalações elétricas de baixa tensão a ABNT NBR 5410:2004, para projetos de instalações elétricas na Paraíba, utiliza-se de forma complementar a especificação NDU 001 da Energisa e para projetos luminotécnicos, utiliza-se a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

Um projeto de instalações elétricas deve apresentar um conjunto de cálculos e escolhas relatadas em documentos. Tem-se como elementos principais de um projeto a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), o memorial descritivo, o memorial de cálculo e plantas.

A ART é um documento que define legalmente o responsável técnico por uma obra ou serviço e seu preenchimento é de responsabilidade do profissional devidamente habilitado com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). O memorial descritivo tem como objetivo descrever de forma resumida o projeto. Já o memorial de cálculo, deve conter o dimensionamento dos condutores, condutos, dispositivos de proteção e quadros elétricos (LIMA FILHO, 2011).

Para a realização do projeto elétrico o projetista deve dispor do projeto arquitetônico com plantas, cortes, detalhes e fachadas. A partir disso, obtêm-se as dimensões dos ambientes bem como sua perspectiva de utilização.

O projetista deve realizar uma previsão dos pontos de tomadas, de iluminação e de cargas especiais, como motores e condicionadores de ar. A previsão de cargas deve ser feita com relação aos pontos de utilização e à potência nominal dos mesmos. O projeto elétrico a ser realizado deve especificar a localização dos pontos de utilização, a localização dos quadros de distribuição de luz e de força, a divisão em circuitos terminais, o encaminhamento das tubulações dos circuitos e a localização do quadro geral. É necessária também a elaboração de diagramas unifilares. O desenho das plantas é comumente feito utilizando o *software* AutoCAD.

Assim, realizar o projeto de uma instalação elétrica de um prédio consiste, basicamente, na quantificação e determinação dos tipos e da localização dos pontos em que se utiliza a energia elétrica, no dimensionamento e na definição dos tipos e da localização de condutores a serem empregados e no dimensionamento e na definição de tipo e localização de outros acessórios que sejam necessários.

O orçamento é uma ferramenta fundamental para que qualquer organização possa investir de maneira correta e otimizar a aplicação do capital financeiro ajudando a determinar o planejamento e orientando o gestor sobre como aplicar o dinheiro de forma correta. A elaboração do orçamento de um projeto elétrico deve ser realizada fazendo-se um levantamento de todo o material que será necessário para a implementação do mesmo. Desta forma, é feita uma pesquisa de preços através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da construção civil – SINAPI. O sistema divulga mensalmente custos e índices da construção civil, a gestão do sistema é compartilhada entre a CAIXA e o IBGE. O orçamento é feito a partir da composição de preços, por exemplo, é necessário levar em consideração o material que deve ser utilizado para instalar um ponto de tomada, um ponto de luz, etc.

2.1 PROJETO LUMINOTÉCNICO

O projeto luminotécnico consiste no processo de seleção de luminárias bem como na determinação de suas localizações e quantidades de modo que a iluminação do ambiente esteja em conformidade com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Esta norma especifica a menor iluminância média de acordo com o tipo de ambiente. Apesar de existirem alguns métodos manuais para a realização do projeto luminotécnico, este pode ser feito utilizando *softwares* que simulam a iluminação de ambientes de acordo com o arranjo das luminárias.

Um programa que pode ser utilizado para tal fim e que permite que o usuário importe arquivos do AutoCAD, é o DIALux. O programa possibilita delimitar a área do ambiente, especificar o pé-direito do ambiente, escolher a cor de paredes, teto e piso e definir posições de portas e janelas. O *software* também possibilita ao usuário a inserção de objetos no ambiente e a especificação da localização dos mesmos. O usuário escolhe luminárias para inserir no ambiente e especifica quantidades e localizações. O DIALux

dispõe de catálogos de luminárias reais com informações a respeito das mesmas, como características e curvas fotométricas. As luminárias dos catálogos são escolhidas para simulação.

Após a criação do ambiente, o usuário pode realizar a simulação da iluminação do ambiente e pode visualizar os resultados luminotécnicos. Após o término do projeto luminotécnico, o DIALux permite exportação de arquivo para o AutoCAD permitindo assim, que os pontos de iluminação possam ser visualizados na planta elétrica.

Para utilizar o DIALux é importante que o usuário conheça o significado de algumas grandezas:

- Intensidade luminosa: medida da percepção da potência emitida por uma fonte luminosa em uma determinada direção. Sua unidade de medida é a candela [cd].
- Fluxo luminoso: quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa. Sua unidade é o lúmen [lm].
- Iluminância: quantidade de luz que incide em um plano de trabalho. Sua unidade de medida é o lux [lx].
- Luminância: Medida da sensação de claridade de uma superfície iluminada. Sua unidade é a candela por metro quadrado.
- Índice de reprodução de cor: indicador numérico que representa o quão fiel à cor é reproduzida sob uma determinada fonte de luz.
- Temperatura de cor: valor que representa a tonalidade da cor. Quanto mais alta é a temperatura da cor, mais clara é a tonalidade da luz.

2.2 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

A seguir, são apresentadas algumas etapas para a elaboração de um projeto de instalações elétricas prediais e industriais, enfatizando as normas técnicas vigentes.

2.2.1 PREVISÃO DE CARGAS

Uma das primeiras atividades a serem realizadas em um projeto de instalação elétrica é a da previsão de cargas. Cada aparelho de utilização (lâmpadas, capelas, exaustores, destiladores, ar condicionados, etc.) requer da rede elétrica uma determinada demanda. Sendo assim, o objetivo da previsão de cargas é determinar todos os pontos

de consumo ou cargas que farão parte da instalação. A NBR-5410:2004 estabelece no item 4.4.1.2 as condições mínimas que devem ser adotadas para a quantificação, localização e determinação das potências dos pontos de iluminação e tomadas em habitações (LIMA FILHO, 2011).

Para a iluminação, considera-se o resultado do cálculo luminotécnico. Na ausência da realização de um cálculo luminotécnico, pode-se utilizar o critério da carga mínima estabelecida pela NBR 5410:2004, no item 9.5.2.1. A norma estabelece que “para cada cômodo deve ser previsto pelo menos um ponto de iluminação acionado por interruptor”. Já para estabelecer a potência mínima de iluminação, a norma estabelece que “em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² deve-se atribuir uma carga mínima de 100 VA, em cômodos com área superior a 6 m² deve-se atribuir um mínimo de 100 VA para os primeiros 6m² e uma carga adicional de 60 VA para cada 4 m² inteiros adicionais”.

Ainda de acordo com a NBR 5410:2004, no item 9.5.2.2, as condições para estabelecer a quantidade mínima de tomadas de uso geral (TUGs) são:

- Em salas e dormitórios: um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçados tão uniformemente quanto possível.
- Cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos: uma tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro, independentemente da área, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente.
- Banheiros: no mínimo uma tomada perto do lavatório, com uma distância mínima de 60cm do box, independente da área.
- Subsolos, varandas, garagens ou sótãos: no mínimo uma tomada, independente da área.
- Em cada um dos demais cômodos e dependências prever no mínimo um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for inferior ou igual a 2,25 m² (esse ponto deve ser posicionado externamente, a até 0,80 m da porta de acesso).
- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e inferior ou igual 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.

A norma também estabelece que “a potência mínima de tomadas de uso geral (TUGs) em banheiros, cozinhas e locais análogos deve ser no mínimo 600 VA para cada uma das três primeiras tomadas e no mínimo 100 VA para os excedentes”. Se a quantidade de tomadas for superior a seis, deve-se prever no mínimo 600 VA para os primeiros dois pontos e no mínimo 100 VA para os demais. Para outros ambientes considera-se no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Para pontos de tomada de uso específico (TUEs), a NBR 5410:2004 estabelece no item 4.2.1.2.3 que devem ser atribuídas potências iguais às potências nominais dos equipamentos por eles alimentados ou a soma das potências nominais dos equipamentos por eles alimentados. Os pontos de tomada de uso específico devem ser localizados a uma distância de no máximo 1,5 m dos equipamentos por eles alimentados.

2.2.2 DIVISÃO DOS CIRCUITOS TERMINAIS

A divisão da instalação em circuitos terminais deve atender às exigências de segurança de conservação de energia, funcionais, de produção e de manutenção. Os circuitos terminais podem ser exclusivos ou comuns de cada ambiente. A NBR 5410/2004 trata no item 4.2.5 a respeito da divisão da instalação. De acordo com esse item, as seguintes prescrições normativas devem ser seguidas:

- 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.
- A divisão da instalação em circuitos deve ser de modo a atender, entre outras, às seguintes exigências:
 - Segurança – por exemplo, evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
 - Conservação de energia – por exemplo, possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização seja acionadas na justa medida das necessidades;
 - Funcionais – por exemplo, viabilizando a criação de diferentes ambientes, com os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc;

- De produção – por exemplo, minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
 - De manutenção – por exemplo, facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo.
- 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).
 - Na divisão da instalação devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem ser refletir não só na potência de alimentação, mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros de distribuição.
 - 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.

2.2.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS

Dimensionar um circuito é definir a seção mínima dos condutores, de forma a garantir que eles suportem de satisfatoriamente e simultaneamente as condições de limite de temperatura, limite de queda de tensão, capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas e capacidade de condução da corrente de curto-circuito por tempo limitado (LIMA FILHO, 2011). O dimensionamento dos condutores deve ser baseado nas recomendações da NBR 5410:2004 referentes à escolha da seção dos condutores no item 6.2.6.

Alguns critérios podem ser utilizados para realizar esta escolha. São eles: critério da capacidade de condução de corrente e o critério do limite da queda de tensão. O critério escolhido para o dimensionamento dos condutores do projeto em questão foi o da capacidade de condução de corrente, que tem por objetivo garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação da corrente elétrica. Esse critério assume as seguintes etapas (LIMA FILHO, 2011):

- Escolha do tipo de isolamento dos condutores;
- Escolha da maneira de instalação;
- Cálculo da corrente nominal do circuito (corrente de projeto);
- Determinar a quantidade de condutores carregados e de circuitos instalados no mesmo eletroduto;
- Cálculo da corrente corrigida, que deve levar em consideração os fatores de correção de agrupamento e de correção de temperatura;
- Determinação da seção do condutor baseado na corrente corrigida, a partir das Tabelas 36, 37, 38 e 39 da norma vigente.

A isolamento dos condutores pode ser PVC, EPR ou XLPE. A escolha desses condutores a partir de sua temperatura característica é determinada pela Tabela 35 da norma vigente. A maneira de instalação deve ser determinada a partir da Tabela 36 da NBR 5410:2004. O cálculo da corrente nominal do circuito pode ser feito a partir das equações (1), (2), (3) e a seguir (LIMA FILHO, 2011):

- **Circuitos monofásicos (fase e neutro)**

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

- **Circuitos Trifásicos (3F e N)**

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

- **Circuitos Trifásicos Equilibrados (3F)**

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

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

Os condutores carregados de um circuito são aqueles que são percorridos por corrente elétrica, ou seja, os condutores fase e neutro. O condutor terra não é considerado como condutor carregado.

A corrente corrigida é um valor fictício da corrente do circuito, obtida pela aplicação dos fatores de correção FCT e FCA à corrente do projeto conforme apresentado na Equação (4) (LIMA FILHO, 2011).

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

em que FCA é o fator de correção de agrupamento e FCT é o fator de correção de temperatura. A partir do valor da corrente corrigida I'_p , deve-se utilizar a Tabela 1e a Tabela 2 baseadas na norma, e determinar o valor da seção mínima do condutor.

Tabela 1– Capacidade de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D para condutores e cabos isolados de PVC.

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

Fonte: Tabela 36 da ABNT NBR 5410:2004.

Tabela 2- Capacidades de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D, para condutores e cabos isolados XLPE ou EPR.

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: Tabela 37 da ABNT NBR 5410:2004.

2.2.4 CARGA TÉRMICA

O cálculo da carga térmica de determinado ambiente é estabelecido pela norma NBR 5858/1983. A norma pode ser convenientemente utilizada para a previsão de carga de condicionadores de ar, pelo fato de não haver nenhuma norma mais recente que aborde uma metodologia para previsão de carga térmica. O cálculo leva em consideração a área de janelas, de paredes, do teto e do piso, a quantidade de pessoas que utilizam a sala, a potência total dos aparelhos elétricos instalados, de motores e de iluminação. A carga térmica dos ambientes foi determinada a partir de uma planilha no software Excel, disponibilizada pelo setor de projetos da PU, e está disponível no Anexo A.

2.2.5 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

A NBR 5410:2004 estabelece no item 6.2.11.1.1, que “é vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal.” A norma estabelece ainda, no item 6.2.11.1.6, que “as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após a montagem da 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.
- b) os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas à edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.”

Para o dimensionamento dos eletrodutos foi utilizada uma tabela no *software* Excel, fornecida pelos engenheiros da Prefeitura Universitária. Essa tabela considera a área unitária de cada condutor e a área total aproximada dos eletrodutos. A tabela está disponível no anexo B.

2.2.6 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção comumente utilizados em instalações elétricas são o disjuntor, o disjuntor diferencial residual (DDR) e o dispositivo diferencial residual (DR).

O disjuntor é um dispositivo que funciona como um interruptor automático destinado a proteger a instalação elétrica contra curto circuitos e sobrecargas. Um dos tipos mais comuns de disjuntor para instalações elétricas de baixa tensão é o termomagnético.

O disjuntor diferencial residual (DDR), é um dispositivo de seccionamento mecânico destinado a provocar a abertura dos próprios contatos quando ocorrer uma

sobrecarga, curto circuito ou corrente de fuga à terra. Recomendado nos casos onde existe a limitação de espaço. Já o Dispositivo DR ou interruptor DR, é destinado a provocar a abertura dos próprios contatos quando ocorrer uma corrente de fuga à terra. O circuito protegido por este dispositivo necessita ainda de uma proteção contra sobrecarga e curto-circuito que pode ser realizada por um disjuntor ou fusível, devidamente coordenado com o Dispositivo DR.

A NBR 5410:2004 estabelece no item 6.3 que “os condutores vivos devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e contra curtos circuitos”.

2.2.6.1 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS

Conforme a NBR 5410:2004, item 5.3.4, devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda a corrente de sobrecarga nos condutores dos circuitos antes que esta possa provocar um aquecimento prejudicial à isolação, às ligações, aos terminais ou às vizinhanças das linhas. Sendo assim, deve haver uma coordenação entre os condutores e o dispositivo de proteção, de forma a satisfazer as duas condições a seguir:

$$a) I_P \leq I_N \leq I_Z$$

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

em que, I_P a corrente de projeto corrigida; I_Z a capacidade de condução de corrente dos condutores; I_N a corrente nominal do dispositivo de proteção e I_2 a corrente que assegura efetivamente a atuação do dispositivo de proteção.

2.2.6.2 PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITOS

A NBR 5410:2004 estabelece no item 5.3.5 que devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de curto-circuito nos condutores dos circuitos, antes que os efeitos térmicos e mecânicos dessa corrente possam tornar-se perigosos aos condutores e suas ligações.

As correntes presumidas de curto-circuito devem ser determinadas em todos os pontos da instalação julgados necessários, nos quais serão aplicados os dispositivos de proteção. Desse modo, tem-se as seguintes recomendações (LIMA FILHO, 2011):

- a) O dispositivo de proteção deve ter capacidade de corrente de ruptura I_R compatível com a corrente de curto circuito presumida I_{CS} no ponto de sua instalação, ou seja:

$$I_R \geq I_{CS}$$

- b) O dispositivo de proteção deve ser rápido o suficiente para que os condutores do circuito não ultrapassem a temperatura limite, ou seja:

$$T_{dd} \leq t,$$

em que T_{dd} é o tempo de disparo do dispositivo de proteção para o valor de I_{CS} ; e t , o tempo limite de atuação do dispositivo de proteção, em segundos.

Para curto circuitos simétricos, ou assimétricos com duração inferior a cinco segundos, o tempo limite de atuação do dispositivo de proteção pode ser calculado pela expressão:

$$t = \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{CS}^2}.$$

Em que I_{CS} é a corrente de curto circuito presumida no ponto da instalação do dispositivo; S a seção do condutor, em mm²; K a constante relacionada ao material do condutor e da isolação do condutor, conforme a NBR 5410.

2.2.7 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

O dispositivo de proteção contra surtos (DPS) é destinado à proteção das instalações elétricas e dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra os efeitos diretos e indiretos causados pelas descargas atmosféricas. Eles protegem a instalação elétrica e seus componentes contra os efeitos das sobretensões provocadas pelas descargas atmosféricas. Estas sobretensões podem ter sua origem por incidência direta na

edificação ou na instalação ou de forma indireta, se a incidência da descarga ocorrer nas proximidades da edificação.

O DPS deve atender à IEC 61643-1 e ser selecionado com base nas seguintes características: nível de proteção, máxima tensão de operação contínua, suportabilidade a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e suportabilidade à corrente de curto-circuito. Para proteção da entrada da edificação, o DPS pode ser instalado no quadro geral. Geralmente, para proteger uma entrada de linha em 380/220 V, é utilizado o DPS pertencendo a classe II.

Segundo Cavalin (1998), podem ser utilizados os seguintes tipos de DPS:

- DPS de 20 kA: recomendado como proteção única ou primária em instalações situadas em zonas de exposição a raios classificadas como AQ1 (desprezível). Deve ser instalado no circuito elétrico no qual o equipamento está conectado;
- DPS de 30 kA: recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas urbanas e densamente edificadas, expostas a raios e classificados como indiretos (AQ2). Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede elétrica;
- DPS de 45 kA: recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificados como diretos (AQ3) e com históricos frequentes de sobretensão. Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede elétrica;
- DPS de 90 kA: recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios e classificados como diretos (AQ3) e com histórico de frequência elevada de sobretensões. Deve ser instalado junto com o quadro de distribuição central da rede elétrica.

2.2.8 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Em conformidade com a NBR 5410:2004, os quadros de distribuição são considerados como conjuntos de proteção, manobra e comando. No item 6.5.4.8, a norma estabelece que “os conjuntos, em especial 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.”

Todos os componentes de um quadro de distribuição devem ser identificados de forma que haja correspondência entre o componente e o respectivo circuito. Os quadros também devem possuir espaço reserva para futuras ampliações. A quantidade de espaços reserva deve estar de acordo com a Tabela 3 baseada na norma.

Tabela 3 – Espaço reserva para quadros elétricos

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	0,15 N
NOTA: A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.	

Fonte: Tabela 59 da ABNT NBR 5410/2004.

2.2.9 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO DO QG

Para dimensionar o condutor do ramal de ligação é necessário realizar o cálculo da demanda provável da instalação. O cálculo considera que toda a carga de uma edificação não é utilizada ao mesmo tempo. O fator de demanda deve ser considerado, sendo definido como a razão entre a demanda máxima e a potência total instalada.

Em projetos para serem executados no estado da Paraíba, o cálculo da demanda deve ser feito em conformidade com a especificação NDU 001 da Energisa, a partir dos seguintes procedimentos:

- Determinar a soma das potências de iluminação e de tomadas de uso geral da edificação e aplicar fator de demanda conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos

DESCRIÇÃO	POTÊNCIA INSTALADA (kW) / DEMANDA (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
RESIDÊNCIAS	0<P≤1kW	86
	1<P≤2kW	75
	2<P≤3kW	66
	3<P≤4kW	59
	4<P≤5kW	52
	5<P≤6kW	45
	6<P≤7kW	40
	7<P≤8kW	35
	8<P≤9kW	31
	9<P≤10kW	27
	10<P≤75kW	24
RESTAURANTES E SIMILARES		86
LOJAS E SIMILARES		86
IGREJAS E SIMILARES		86
HOSPITAIS E SIMILARES	para os primeiros 50kVA	40
	para o que exceder de 30kVA	50
HOTEIS E SIMILARES	para os primeiros 20kVA	50
	para os seguintes 80kVA	40
	para o que exceder de 100kVA	30
GARAGEM, ÁREAS DE SERVIÇO E SIMILARES		86
ESCRITÓRIOS	para os primeiros 20kVA	86
	para o que exceder de 20kVA	70
ESCOLAS E SIMILARES	para os primeiros 12kVA	86
	para o que exceder de 12kVA	50
CLUBES E SEMELHANTES		86
BARBEARIAS, SALÕES DE BELEZA E SIMILARES		86
BANCOS E CANTEIROS DE OBRAS		86
AUDITÓRIOS, SALÕES PARA EXPOSIÇÕES E SIMILARES		86
QUARTÉIS E SEMELHANTES	Para os primeiros 15kVA	100
	para o que exceder de 15kVA	40

Fonte: NDU 001 da Energisa.

- Determinar a soma das potências dos aparelhos de uso específico e aplicar o fator de demanda de acordo com o tipo de aparelho.
- Somar os resultados obtidos a fim de se obter a demanda total da edificação e assim, determinar a seção dos condutores para a rede de alimentação.

3 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante o estágio consistiram nos estudos e na concepção de um projeto de instalação elétrica de uma central de laboratórios de biologia e química. O projeto será executado no campus de Cajazeiras – PB. Trata-se de uma edificação com térreo e primeiro pavimento divididos conforme a Tabela 5. Na Figura 1 é possível observar as vistas da central de laboratórios a ser construída.

Tabela 5 – Descrição dos ambientes da central de laboratórios

TÉRREO	PRIMEIRO PAVIMENTO
Lab. de química orgânica	Sala de aula
Lab. de química analítica e inorgânica	Sala de equipamentos
Lab. de informática	Sala de coordenação do lab. de biologia
Circulação	Copa
Hall de entrada	Hall de circulação
WC masculino	WC masculino
WC feminino	WC feminino
Lab. de aulas práticas e química geral	Lab. de botânica
Coordenação de química	Circulação
Sala de Equipamentos	Herbário
Sala de Reagentes	Sala de triagem
	Curadoria
	Lab. de zoologia
	Lab. de ecologia
	Lab. de biologia molecular

Fonte: Próprio autor.

Figura 1 – Vistas do projeto da Central de Laboratórios de Biologia e Química



Fonte: Prefeitura universitária da UFCG.

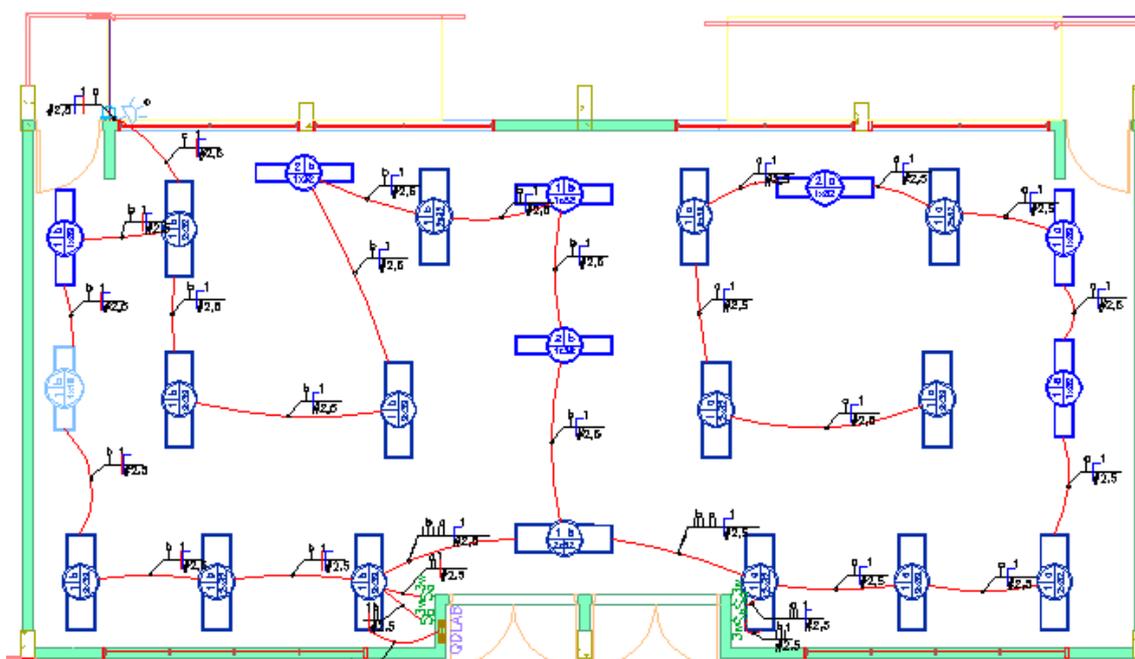
As atividades de elaboração do projeto foram divididas entre quadro estagiários do curso de Engenharia Elétrica da UFCG. Neste relatório constará a descrição das atividades da estagiária Milene Oliveira de Sousa, as quais se referem à luminotécnica e às instalações elétricas dos seguintes ambientes:

- Lab. de aulas práticas e química geral;
- Coordenação de química;
- Sala de equipamentos;
- Sala de reagentes;
- Rampa externa.

Inicialmente foi desenvolvido o projeto luminotécnico com o auxílio do software DIALux e em conformidade com a NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Após a obtenção da disposição adequada para as luminárias para cada ambiente, considerando que a uniformidade fosse de 0,7 e a iluminância média de cada ambiente estivesse em conformidade com a norma, foi feita a conversão do arquivo para o AutoCAD, de modo que o projeto de instalação elétrica para os pontos de luz fosse feito em conformidade com o que foi obtido na simulação do DIALux.

Na Figura 2 é possível observar a planta do AutoCAD com a instalação elétrica de iluminação e a disposição das luminárias do laboratório de aulas práticas e química geral, de acordo com o que foi obtido no DIALux. As demais plantas de iluminação estão disponíveis no Apêndice E.

Figura 2 – Planta do laboratório com instalação elétrica de iluminação



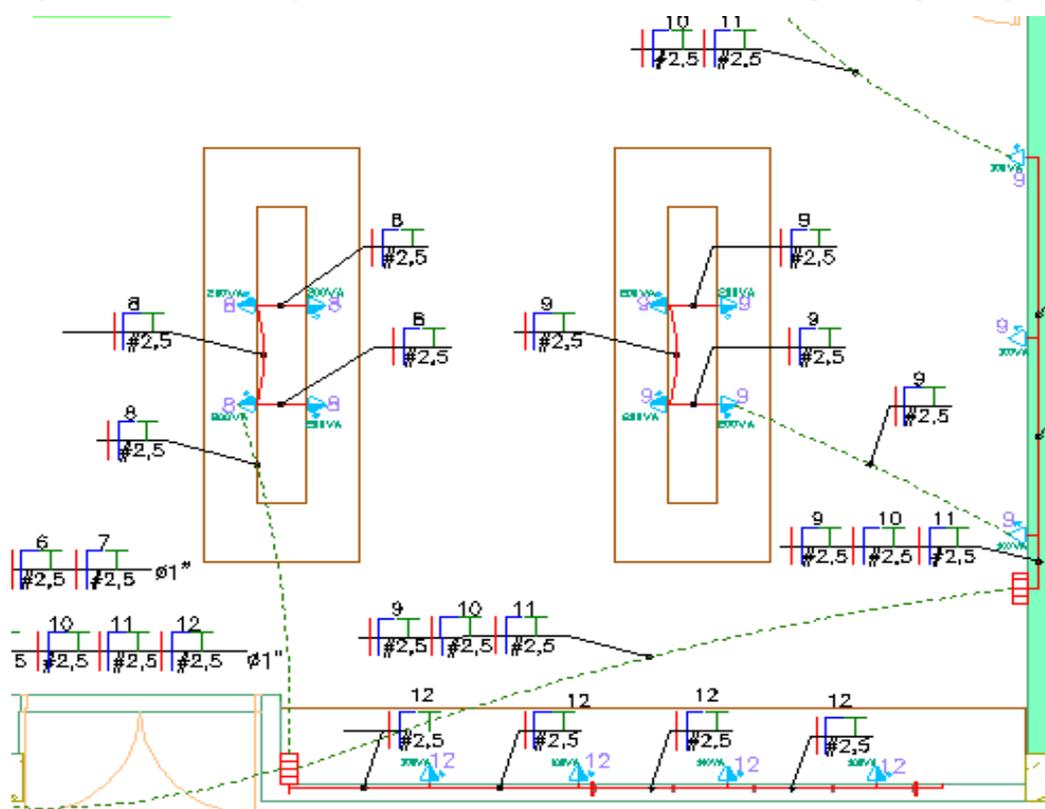
Fonte: Próprio autor.

Após a realização do projeto luminotécnico e de instalação elétrica da iluminação, foi realizado um levantamento da potência dos equipamentos a serem

utilizados nos ambientes. Por suas especificidades, as salas dedicadas ao laboratório de química e à de reagentes necessitaram de alocação de tomadas específicas, entre elas, um destilador, duas capelas, e dois exaustores.

As tomadas de uso geral foram alocadas de acordo com a NBR 5410:2004, assim, foram consideradas uma potência de 200 VA para cada tomada das bancadas centrais e de 100 VA para as tomadas das bancadas laterais. Na Figura 3 é ilustrada um detalhe da instalação elétrica das tomadas do laboratório e suas respectivas localizações. A planta completa encontra-se disponível no Apêndice E.

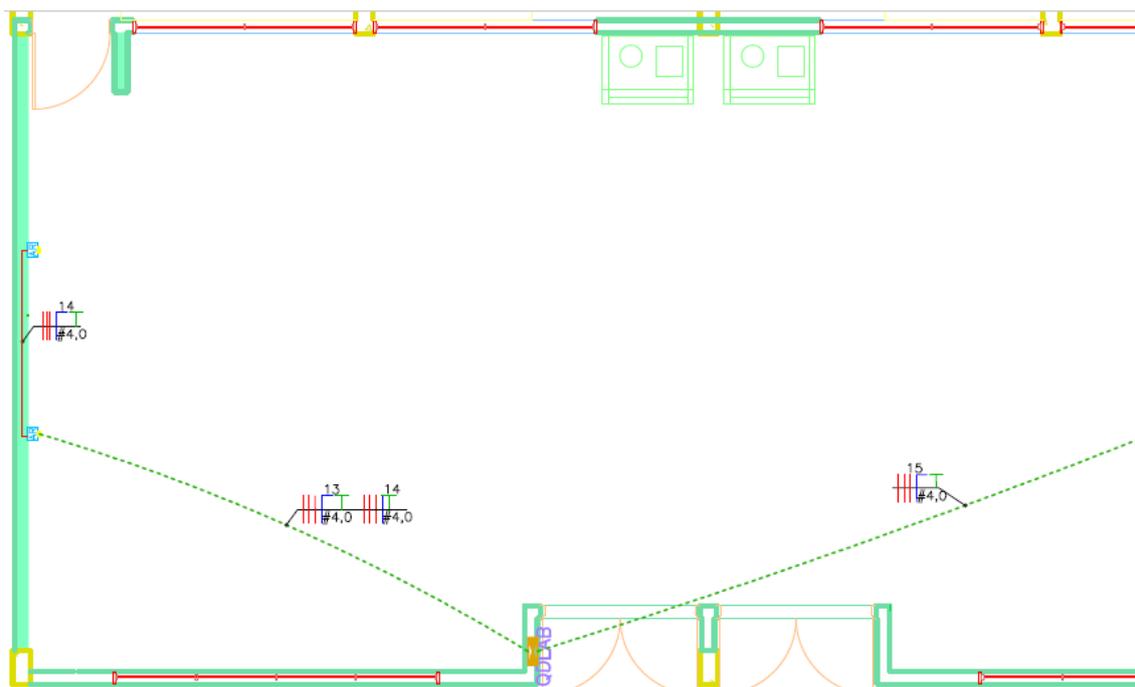
Figura 3 – Detalhe instalação elétrica das tomadas do laboratório de aulas prática e química geral



Fonte: Próprio autor.

Para realizar a previsão de carga dos condicionadores de ar, foi utilizada uma planilha fornecida pelo setor de projetos da PU. A planilha se baseia na NBR 5858:1983 para o cálculo da carga térmica. Foi solicitado também que cada ar condicionado fosse alimentado por um único circuito. Na Figura 4 é ilustrado um detalhe da instalação elétrica dos ar condicionados do laboratório. A planta completa está disponível no Apêndice E.

Figura 4 – Detalhe da planta da instalação elétrica dos ar condicionados do laboratório



Fonte: Próprio autor.

Após a determinação dos pontos de luz, da localização das tomadas e pontos de força para os ar condicionados, foram dimensionados os circuitos terminais, quadros de distribuição, redes de alimentação, eletrodutos, dispositivos de proteção e o quadro geral.

Para o dimensionamento dos condutores dos circuitos terminais, foi solicitado tanto para iluminação como para tomadas, o uso de uma bitola de 2,5 mm² que possui uma capacidade de condução de corrente de 24 A. A escolha da bitola é justificada devido à provável necessidade de aumento da carga. Para os condicionadores de ar foi solicitado o uso de uma seção de 4 mm². Após a definição da seção dos condutores, foram dimensionados, de acordo com a norma técnica vigente, os disjuntores para cada circuito.

Como o laboratório de Aulas Práticas e Química Geral é o maior ambiente da central de laboratórios, com uma área de 114,2 m², optou-se por utilizar um quadro de distribuição exclusivo para alimentar os seus circuitos terminais. Os demais ambientes (Coordenação de Química, Sala de Equipamentos e Sala de Reagentes), deverão ser alimentados pelo quadro de distribuição 2 (QD2), também responsável por alimentar o corredor, os banheiros e o laboratório de informática.

Para o dimensionamento do quadro geral e do seu barramento, foi necessário determinar a demanda total da edificação conforme a especificação NDU 001 da Energisa. Para tal, fez-se necessário reunir informações à respeito da potência dos quadros de distribuição que foram dimensionados pelos outros três estagiários. Desse modo, foi obtida uma demanda total de 158.203,62 VA. Para suprir a demanda, será necessário a aquisição de um transformador de 225 kVA.

A última atividade realizada no estágio foi a elaboração do orçamento do projeto elétrico que se encontra disponível no Apêndice D. O mesmo foi feito a partir da composição de preços unitários baseados em informações obtidas no SINAPI e no ORSE.

O memorial descritivo do projeto encontra-se disponível no Apêndice A e o memorial de cálculo no Apêndice B. No Apêndice C estão os resultados das simulações realizadas no DIALux para o projeto luminotécnico. A planta do projeto elétrico está disponível no Apêndice E.

A planilha utilizada para o cálculo da carga térmica encontra-se no Anexo A e a planilha utilizada para o dimensionamento dos eletrodutos está disponível no Anexo B.

4 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado descrito neste relatório foi desenvolvido na Prefeitura Universitária da UFCG e possibilitou colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica. Alguns dos conteúdos vistos na disciplina de Instalações Elétricas que facilitaram o desenvolvimento das atividades do estágio, foram luminotécnica, normas técnicas e o projeto de instalações elétricas prediais.

As atividades que foram desenvolvidas, possibilitaram à estagiaria adquirir novos conhecimentos na área de instalações elétricas de baixa tensão, das normas técnicas vigentes e também uma maior familiarização com os softwares DIALux, AutoCAD e Excel.

O dimensionamento do barramento do quadro geral e a elaboração da planilha orçamentária do projeto possibilitou ampliar os conhecimentos técnicos na área de projetos de instalações elétricas.

Portanto, fica evidente que o estágio supervisionado na Prefeitura Universitária da UFCG veio a contribuir de maneira significativa com o crescimento profissional, e outros benefícios além dos conhecimentos técnicos adquiridos, tal como o desenvolvimento da convivência com profissionais da área.

Conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente atingidos, servindo para consolidar e ampliar os conhecimentos adquiridos durante a graduação.

5 REFERÊNCIAS

ABNT. (2004) NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas (p.209).

ABNT. (1983) NBR 5858 – Condicionador de ar doméstico. Associação Brasileira de Normas Técnicas (p.15).

ABNT. (2013) NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Associação Brasileira de Normas Técnicas (p.46).

Catálogo da Siemens. (s.d.). Acesso em 31 de 08 de 2016, disponível em <http://w3.siemens.com.br/buildingtechnologies/br/pt/produtos-baixa-tensao/protecao-eletrica/saiba-mais/Documents/Cat%C3%83%C2%A1logo%20Dispositivos%20DR%20.pdf>

CAVALIN, G. (1998). *Instalações Elétricas Prediais*. São Paulo: Érica.

CREDER, H. (2007). *Instalações Elétricas*. Rio de Janeiro: LTC .

LIMA FILHO, D. L. (2011). *Projeto de Instalações Elétricas Predias*. São Paulo: Érica.

Manual e catálogo do eletricitista. (s.d.). Acesso em 29 de 09 de 2016, disponível em <https://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual-residencial.pdf>

Prefeitura Universitária da UFCG. (s.d.). Acesso em 12 de 10 de 2016, disponível em <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/2015-04-27-17-54-31/sobre>

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Acesso em 31 de 08 de 2016, disponível em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paaginas/default.aspx?#precos-pos-2014>

Orçamento de Obras de Sergipe. Acesso em 31 de 08 de 2016, disponível em <http://www.cehop.se.gov.br/orse/>

APÊNDICE A – MEMORIAL DESCRITIVO

INTERESSADO: Universidade Federal de Campina Grande – PB

Localidade: Cajazeiras – PB

Título do projeto: Projeto de instalação elétrica para atender a uma central de laboratórios 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:

- Laboratório de aulas práticas e química
- Coordenação de química
- Sala de equipamentos
- Sala de reagentes
- Rampa externa

1 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

As normas técnicas de referência para o projeto são:

- ABNT NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão (versão corrigida de 2008);
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 – Iluminação de Ambientes de Trabalho;
- NDU 001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária.

2 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

2.1 PRANCHAS

O projeto elétrico é composto pelas seguintes pranchas:

- Planta de iluminação, tomadas e condicionadores de ar dos ambientes: Laboratório de Aulas Práticas e Química Geral, Coordenação de Química, Sala de Equipamentos, Sala de Reagentes e Rampa Externa;
- Planta de cargas do dos ambientes;
- Diagrama unifilar dos quadros de distribuição QDLAB e QD2 e do QG;
- Quadro geral e prumada

2.2 NÍVEIS DE TENSÃO

Tensão nos terminais secundários do transformador: 380/220 V;

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).

2.3 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Devem ser utilizados disjuntores termomagnéticos padrão DIN/IEC com curva característica do tipo C e dispositivos DR.

Deverão ser utilizados no projeto disjuntores termomagnéticos monofásicos de 16 A, 20 A e 25 A para os circuitos terminais, disjuntores termomagnéticos trifásicos e dispositivos DR com corrente diferencial residual de 30 mA, ambos com corrente nominal de 63 A, 80 A para a proteção dos quadros de distribuição e disjuntor termomagnético tripolar de 275 A para a proteção do quadro geral.

2.4 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

Deverá ser utilizado DPS classe II de um polo, tensão máxima de 275 V, corrente máxima de 30 kA, tipo AC.

2.5 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Para os ambientes descritos no Item 1 deste memorial, serão utilizados dois quadros de distribuição, um deles para o laboratório de química e aulas práticas com capacidade para 24 circuitos e o outro para a coordenação de química, sala de regentes, sala de equipamentos, laboratório de informática, corredor e banheiros, com capacidade para 28 circuitos.

Os quadros podem ser de material metálico ou de PVC, de embutir. A proteção dos circuitos dos quadros se dará por meio de disjuntor termomagnético e de dispositivo diferencial residual (DR). Os circuitos devem ser devidamente identificados na parte interna da tampa de fechamento do quadro.

2.6 QUADRO GERAL

O quadro geral deverá possuir capacidade para 6 disjuntores trifásicos de correntes nominais: 63, 80 e 100 A sendo um para reserva, e DPS. Deve também possuir barramento de cobre para as três fases, neutro e proteção.

Sua proteção será realizada por meio de disjuntor termomagnético trifásico.

O QG é responsável por alimentar os seguintes quadros:

- Quadro de distribuição 1 (QD1);
- Quadro de distribuição 2 (QD2);
- Quadro de distribuição 3 (QD3);
- Quadro de distribuição 4 (QD4);
- Quadro de distribuição do laboratório de aulas práticas e química geral (QDLAB).

Os quadros QD1, QD3 e QD4 não são descritos neste memorial por serem de responsabilidade de outros estagiários.

2.7 TOMADAS

As tomadas de uso geral devem ser do tipo universal 2P+T de 10 A / 250 V.

As tomadas de uso específico para as capelas localizadas no laboratório de aulas práticas e química geral e para os exaustores localizados na sala de reagentes, devem ser do tipo universal 2P+T de 10 A / 250. Todas as tomadas devem estar em conformidade com a NBR 14136.

Para o destilador, deverá ser instalado um ponto de força monofásico.

Para os ar condicionados do laboratório de aulas práticas e química geral, devem ser instalados pontos de força trifásicos.

Para os ar condicionados da coordenação de química, sala de equipamentos e sala de reagentes, devem ser instalados pontos de força monofásicos.

Entende-se por ponto de força a disponibilização de cabeamento adequado para atender um determinado equipamento com carga específica, o qual é alimentado diretamente do quadro de energia ou caixa de ligação através do uso de terminais apropriados.

As tomadas localizadas nas bancadas centrais do laboratório de aulas práticas e química devem ser instaladas à uma altura de 1,25 m do piso. Já as tomadas pertencentes aos circuitos 4, 6, 7, 10, 11 e 12 devem ser instaladas à uma altura de 1,10 m do piso.

2.8 INTERRUPTORES

Devem ser instalados interruptores de 10 A / 250 V, de embutir, em conformidade com a norma NBR 60669-2.

Deverão ser empregados interruptores de uma, duas e três seções, interruptores paralelo e intermediário.

2.9 ELETRODUTOS

Devem ser utilizados eletrodutos de PVC rígido anti-chamas com seções de 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" e 4", conforme indicado na prancha do projeto.

2.10 CONDUTORES

Para os circuitos terminais deve-se utilizar condutores de cobre com isolamento de PVC, 70°C, anti-chama e com seções de 2,5 mm², 4 mm² e 10 mm², conforme indicado no desenho do projeto.

Para a rede de alimentação do QDLAB devem ser utilizados condutores de cobre com isolamento EPR/XLPE, 90°C anti-chama e com seção de 25 mm² para as três fases e neutro, e de 16 mm² para a proteção (terra).

Para a rede de alimentação do QD2 devem ser utilizados condutores de cobre com isolamento EPR/XLPE, 90°C anti-chama e com seção de 16 mm² para as três fases, neutro e proteção (terra).

Para a rede de alimentação do quadro geral devem ser utilizados condutores de cobre com isolamento de EPR/XLPE, 90° C, anti-chama e com seção de 185 mm² para os três condutores fase e 95 mm² para o condutor neutro e de proteção.

Afim de serem facilitadas às interligações dos vários circuitos, deverão ser utilizados condutores coloridos, com as seguintes identificações de cores:

Terra – Verde ou Verde e Amarelo

Neutro – Azul claro

Fase – Preto ou Vermelho

Retorno – Amarelo

Não deverão ser empregados condutores com bitolas inferiores a 1,5 mm² para retorno dos interruptores e 2,5 mm² na distribuição de circuitos, equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimentos e 4 mm² para alimentação de quadros de distribuição.

2.11 ILUMINAÇÃO

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

Para os refletores externos devem ser utilizadas lâmpadas de vapor de metálico de 150 W, fotocélula e reator com alto fator de potência, superior a 0,92, e baixa taxa de distorção harmônica.

As luminárias especificadas foram escolhidas de acordo com a necessidade do ambiente. As luminárias fluorescentes deverão 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, conforme o projeto luminotécnico.

2.12 CAIXAS

Para a iluminação, deverão ser utilizadas caixas octogonais em PVC 4x4 de embutir.

Para as tomadas deverão ser utilizadas caixas em PVC 4x2 em formato retangular, de embutir.

Serão utilizadas caixas de embutir com dimensões 20x20x15 cm conforme o desenho do projeto.

Deverão, obrigatoriamente, ser colocadas caixas nos pontos de entrada, saída e emendas dos condutores e nas divisões das tubulações.

O espaçamento e a disposição entre as caixas deverão ser planejados de forma a facilitar os serviços de manutenção do sistema.

2.13 ALTURA DE INSTALAÇÃO DAS CAIXAS E QUADROS

As alturas de instalação das caixas têm como referencial o nível do piso acabado, a saber:

- Interruptores (borda inferior da caixa): 1,10 m;
- Pontos de força (ar condicionado): 2,20 m;

- Tomadas altas 2,20 m;
- Tomadas baixas 0,30 m;
- Tomadas médias: 1,30 m;
- Caixas de passagem (borda inferior da caixa): 0,30 m;
- Caixas de passagem (borda inferior da caixa): 1,30 m na região das bancadas, conforme a planta do projeto;
- Quadros de distribuição (borda inferior do quadro): 1,30 m.

APÊNDICE B – MEMORIAL DE CÁLCULO

1 PREVISÃO DE CARGAS

Tabela B.1 – Previsão de carga de TUGs e TUEs

Ambientes	Área (m ²)	Perímetro (m)	Nº mínimo de TUGs	Nº de TUGs adotadas	Nº de TUEs	Pot. de TUGs	Pot. de TUEs
Lab. de aulas práticas e química geral.	114,02	48,02	10	36	3	4820	9950
Coordenação de química	28,73	22,46	5	8	0	800	-
Sala de equipamentos	28,64	24,03	5	6	0	500	-
Sala de Reagentes	58,41	32,16	6	6	2	600	1200

A previsão de carga para os condicionadores de ar foi feita com o auxílio da tabela de carga térmica, baseada na NBR 5858. Os resultados obtidos estão na Tabela B.2

Tabela B.2 – Previsão de carga dos condicionadores de ar

Ambientes	Quantidade	BTUs	Potência(VA)	Potência Total (VA)
Lab. de Aulas Práticas e Química Geral.	3	60000	8000	24000
Coordenação de Química	1	14000	2100	2100
Sala de Equipamentos	1	7500	1412	1412
Sala de Reagentes	1	18000	1	2860

A previsão de carga para a iluminação foi feita a partir do projeto luminotécnico disponível no Apêndice C. A potência de iluminação e o tipo de luminária escolhida para cada ambiente estão na Tabela B.3.

Tabela B.3 – Previsão de carga de iluminação

Ambientes	Quantidade de luminárias	Tipo da luminária	Potência (W)	Potência Total (VA)
Lab. de Aulas Práticas e Química Geral.	6	1x32	36	216
	15	2x32	67	1005
	1	1x16	22	22
	1 (refletor)	-	150	150
Coordenação de Química	6	1x32	36	2160
	-	-	-	-
	1	1x16	22	22
Sala de Equipamentos	2	1x32	36	72
	-	-	-	-
	0	1x16	22	110
Sala de Reagentes	2	1x32	36	72
	4	2x32	67	268
	2	1x16	22	44
	2(refletor)		150	300
Rampa Externa	18	1x32	36	648

1.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO COM O DIALUX

Para o projeto luminotécnico foram considerados os valores da iluminância conforme apresentado na Tabela B.4.

Tabela B.4 –Iluminância dos ambientes de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013

Ambiente	Iluminância (lx)
Lab. de Aulas Práticas e Química Geral	500
Coordenação de Química	300
Sala de Equipamentos	100
Sala de Reagentes	300
Rampa Externa	100

2 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO QDLAB

O quadro de distribuição do Laboratório de Aulas Práticas e Química Geral deverá conter 15 circuitos terminais e 6 circuitos reservas. Na Tabela B.5 consta informações a respeito dos circuitos terminais do quadro.

Tabela B.5 – Circuitos terminais que compõem o QDLAB

Circuito	Descrição	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente Ip (A)	Seção (mm ²)	Disjuntor	NF	Fases
1	ILUM.	1393	220	7,04	2,5	16	M	R
2	TUE	8750	220	39,77	10	50	M	R
3	TUGs	400	220	1,82	2,5	16	M	S
4	TUGs	300	220	1,36	2,5	16	M	S
5	TUGs	1110	220	5,05	2,5	16	M	R
6	TUGs	300	220	1,36	2,5	16	M	S
7	TUE	600	220	2,73	2,5	16	M	S
8	TUGs	800	220	3,64	2,5	16	M	R
9	TUGs	1110	220	5,05	2,5	16	M	S
10	TUGs	400	220	1,82	2,5	16	M	S
11	TUE	600	220	2,73	2,5	16	M	S
12	TUGs	400	220	1,82	2,5	16	M	S
13	AR COND.	8000	380	13,23	4	16	T	R, S, T
14	AR COND.	8000	380	13,23	4	16	T	R, S, T
15	AR COND.	8000	380	13,23	4	16	T	R, S, T

Para o dimensionamento da rede de alimentação do QDLAB foi considerado:

- Método de referência D;
- Método de instalação 61A (Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado (a));

- Cabos com isolamento EPR/XLPE para a alimentação da rede.

Tabela B.6 – Dimensionamento da rede de alimentação e dos dispositivos de proteção do QDLAB

	Pot.(VA)	Tensão (V)	Corrente Ip (A)	Seção mín(mm ²)	Seção adotada(mm ²)	Disjuntor	Disp. DR
QDLAB	40163	380	61	16	3#25(25) T (16)	80 A	80 A

Obs.:

A seção mínima deveria ser de 16 mm² (capacidade de condução de corrente de 79 A) com um disjuntor de 70 A., porém, deverá ser adotada uma bitola de 25 mm² devido a uma possível necessidade de aumento da carga, principalmente por não se ter uma descrição mais precisa a respeito dos equipamentos que poderão ser instalados no laboratório.

2.1 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES DOS CIRCUITOS DO QDLAB

Tipo de circuito:

Monofásico (F + N + PE);

Trifásico (3F + N + PE)

Número de condutores carregados:

Monofásico – 2 condutores;

Trifásico – 3 condutores;

Método de instalação: B1

Isolação: PVC

Temperatura do condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente 35° C (ambiente), 25° C (solo).

Tabela B.7 – Dimensionamento dos condutores para o circuito de iluminação do QDLAB

Circ.	Pot.(VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín. (mm ²)	Seção adotada
1	1393	220	7,04	1	0,94	11,51	1	2,5

Tabela B.8 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de TUGs do QDLAB

Circ.	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto(A)	FC A	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín. (mm ²)	Seção adotada
3	400	220	1,82	0,6	0,94	3,23	0,5	2,5
4	300	220	1,36	0,6	0,94	2,42	0,5	2,5
5	1110	220	5,05	0,6	0,94	8,95	0,75	2,5
6	300	220	1,36	0,6	0,94	2,42	0,5	2,5
8	800	220	3,64	0,6	0,94	6,45	0,5	2,5
9	1110	220	5,05	0,6	0,94	8,95	0,75	2,5
10	400	220	1,82	0,6	0,94	3,22	0,5	2,5
12	400	220	1,82	0,6	0,94	3,22	0,5	2,5

Tabela B.9 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos das TUEs do QDLAB

Circ.	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín. (mm ²)	Seção adotada
2	8750	220	39,77	1	0,94	42,31	10	10
7	600	220	2,73	0,6	0,94	4,84	0,5	2,5
11	600	220	2,73	0,6	0,94	4,84	0,5	2,5
13	8000	380	13,23	1	0,94	14,07	1,5	4
14	8000	220	13,23	1	0,94	14,07	1,5	4
15	8000	220	13,23	1	0,94	14,07	1,5	4

Obs.:

- Para os circuitos 7 e 11 que correspondem as capelas, deverá ser utilizada uma seção de 2,5 mm².
- Para o circuito 2, que corresponde a um destilador, deverá ser adotada uma seção de 10 mm².
- Nos circuitos 13, 14 e 15, referentes aos condicionadores de ar, a maior seção encontrada foi de 1,5 mm², porém, deverá ser utilizada uma bitola de 4 mm², cuja capacidade de condução de corrente é de 32 A. A escolha dessa bitola garante uma reserva para possíveis acréscimos de carga.

2.2 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES DOS CIRCUITOS DO QDLAB

Tabela B.10 – Dimensionamento do disjuntor para o circuito de iluminação do QDLAB

Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
1	11,51	24	16

Tabela B.11 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos das TUGs do QDLAB

Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
3	3,23	24	16
4	2,42	24	16
5	8,95	24	16
6	2,42	24	16
8	6,45	24	16
9	8,95	24	16
10	3,22	24	16
12	3,22	24	16

Tabela B.12 – Dimensionamento dos disjuntores para as TUGs do QDLAB

Tabela – Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
2	42,31	57	50
7	4,84	24	16
11	4,84	24	16
13	14,07	32	16
14	14,07	32	16
15	14,07	32	16

Obs.:

- O circuito 2 é responsável por alimentar um destilador;
- Os circuitos 7 e 11 são responsáveis por alimentar as capelas;
- Os circuitos 13, 14 e 15 deverão alimentar os condicionadores de ar.

3 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO QD2

O quadro de distribuição QD2 é responsável por alimentar os circuitos terminais da coordenação de química, sala de equipamentos, sala de reagentes, laboratório de informática, corredor e banheiros, sendo estes três últimos de responsabilidade de outro estagiário. O quadro terá capacidade para 19 circuitos terminais e 6 circuitos reservas.

Na Tabela B.13 consta informações a respeito dos circuitos terminais do quadro de distribuição 2.

Para o dimensionamento da rede de alimentação do QD2 foi considerado:

- Método de referência D;
- Método de instalação 61A (Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado (a));
- Cabos com isolamento EPR/XLPE.

Tabela B.14, tem-se informações a respeito da rede de alimentação do QD2 bem como dos dispositivos de proteção dimensionados.

Tabela B.13 – Circuitos terminais que compõem o QD2

Circuito	Descrição	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente Ip (A)	Seção (mm ²)	Disjuntor	NF	Fases
1	ILUM.	918	220	4,64	2,5	16	M	R
2	ILUM.	1437	220	7,26	2,5	16	M	R
3	TUG	400	220	1,82	2,5	16	M	R
4	TUG	300	220	1,36	2,5	16	M	R
5	TUG	500	220	2,27	2,5	16	M	R
6	TUG	500	220	2,27	2,5	16	M	R
7	TUG	600	220	2,73	2,5	16	M	R
8	TUE	600	220	2,73	2,5	16	M	R
9	TUE	600	220	2,73	2,5	16	M	R
10	TUG	2400	220	10,91	2,5	20	M	R
11	TUG	2400	220	10,91	2,5	20	M	R
12	TUG	2400	220	10,91	2,5	20	M	S
13	TUG	2400	220	10,91	2,5	20	M	S
14	TUG	2400	220	10,91	2,5	20	M	S

15	AR	2100	220	9,55	4	25	M	S
16	AR	1412	220	6,42	4	25	M	S
17	AR	2860	220	13,00	4	25	M	T
18	AR	4000	220	18,18	4	25	M	T
19	AR	4000	220	18,18	4	25	M	T

Para o dimensionamento da rede de alimentação do QD2 foi considerado:

- Método de referência D;
- Método de instalação 61A (Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado (a));
- Cabos com isolamento EPR/XLPE.

Tabela B.14 – Dimensionamento da rede de alimentação e dos dispositivos de proteção do QD2

	Pot.(VA)	Tensão (V)	Corrente Ip (A)	Seção mín(mm ²)	Seção adotada (mm ²)	Disjuntor	Disp. DR
QD2	32227	380	49	10	3#16(16) T 16	63	63

Obs.:

A corrente projeto corrigida obtida para o QD2 foi de 51 A, assim, a seção mínima estabelecida deveria ser de 10 mm², que possui uma capacidade de condução de corrente de 61 A. Porém, devido a possibilidade de aumento da carga, e ao fato de que não existir disjuntores cuja corrente nominal esteja entre 51 A e 61 A, foi adotada uma seção de 16 mm², que possui capacidade de condução de corrente de 79, e um disjuntor de 63 A.

3.1 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES DOS CIRCUITOS DO QD2

Tipo de circuito: Monofásico (F + N + PE);

Número de condutores carregados: 2 condutores;

Método de instalação: B1

Isolação: PVC

Temperatura do condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente 30° C (ambiente), 25° C (solo).

Tabela B.15 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de iluminação do QD2

Circ.	Pot.(VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín. (mm ²)	Seção adotada
1	918	220	4,64	0,80	0,94	6,17	0,5	2,5
2	1437	220	7,26	1	0,94	7,72	0,5	2,5

Obs.:

- O circuito 1 é responsável por alimentar os banheiros feminino e masculino, coordenação de química e sala de equipamentos;
- O circuito 2 é responsável por alimentar o laboratório de informática e a sala de reagentes.

Tabela B.16 – Dimensionamento dos condutores dos circuitos de TUGs do QD2

Circ.	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín.(mm ²)	Seção adotada
3	400	220	1,82	0,54	0,94	3,58	0,5	2,5
4	300	220	1,36	0,54	0,94	2,69	0,5	2,5
5	500	220	2,27	0,54	0,94	4,48	0,5	2,5
6	500	220	2,27	0,54	0,94	4,48	0,5	2,5
7	600	220	2,73	0,54	0,94	5,37	0,5	2,5
10	2400	220	10,91	0,70	0,94	16,58	2,5	2,5

11	2400	220	10,91	0,70	0,94	16,58	2,5	2,5
12	2400	220	10,91	0,70	0,94	16,58	2,5	2,5
13	2400	220	10,91	0,80	0,94	16,58	2,5	2,5
14	2400	220	10,91	0,80	0,94	16,58	2,5	2,5

Obs.:

- O circuito 3 corresponde ao corredor
- Os circuitos 10, 11, 12, 13, 14 e 15 correspondem ao laboratório de informática, cuja a previsão de carga destes circuitos foi feita por outro estagiário.

Tabela B.17 – Dimensionamento dos circuitos de TUEs do QD2

Circ.	Pot. (VA)	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida (A)	Seção mín.(mm²)	Seção adotada
7	600	220	2,73	0,54	0,94	5,37	0,5	2,5
8	600	220	2,73	0,54	0,94	5,37	0,5	2,5
15	2100	220	9,55	1	0,94	10,15	1	4
16	1412	220	6,42	1	0,94	6,83	0,5	4
17	2860	220	13,00	1	0,94	13,83	1,5	4
18	4000	220	18,18	1	0,94	19,34	2,5	4
19	4000	220	18,18	1	0,94	21,65	2,5	4

Obs.:

- Os circuitos 7 e 8 correspondem aos exaustores que serão instalados na sala de reagentes.
- Os circuitos 15, 16, 17, 18 e 19 correspondem aos condicionadores de ar da coordenação de química, sala de equipamentos, sala de reagentes e laboratório de informática. Para estes, deverá ser utilizada uma bitola de 4 mm², cuja capacidade de condução de corrente é de 32 A.

3.2 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES DOS CIRCUITOS DO QD2

Tabela B.18 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de iluminação do QD2

Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
1	4,93	24	16
2	7.72	24	16

Tabela B.19 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de TUGsdo QD2

Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
3	2,58	24	16
4	2,69	24	16
5	4,48	24	16
6	4,48	24	16
7	5,37	24	16
10	16,58	24	20
11	16,58	24	20
12	16,58	24	20
13	14,51	24	20
14	14,51	24	20

Tabela B.20 – Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos de TUEs do QD2

Circuito	Corrente corrigida $I_{p'}$ (A)	Capacidade de corrente do condutor (I_Z)	Corrente nominal do disjuntor (A) $I_{p'} \leq I_N \leq I_Z$
7	5,37	24	16
8	5,37	24	16
15	10,15	32	25
16	6,83	32	25
16	13,83	32	25
18	19,34	32	25
19	21,65	32	25

4 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Para o dimensionamento dos eletrodutos foi utilizada uma planilha do Excel, disponível no Anexo B, fornecida pelo setor de engenharia elétrica da PU. Essa planilha leva em consideração a área unitária dos condutores e a área total aproximada dos eletrodutos.

Os resultados obtidos na planilha para cálculo de eletrodutos considerando a taxa de ocupação de 40% foram:

- Para o QDLAB deverá ser utilizado eletrodutos de 1 1/2";
- Para o QD2 deverá ser utilizado eletrodutos de 1 1/4";
- Para o QG deverá ser utilizado eletrodutos de 4";
- Para os circuitos iluminação com seção de 2,5 mm², deverá ser utilizado eletrodutos de 3/4" em trechos com até 12 condutores e 1" em trechos que contenham de 12 a 15 condutores;
- Para os circuitos de TUG's e TUE's com seção de 2,5 mm², deverá ser utilizado eletrodutos de 3/4" em trechos com até 12 condutores e 1" em trechos que contenham de 12 a 15 condutores;
- Para os circuitos dos ar condicionados com seção de 4 mm², deverá ser utilizado eletrodutos de 3/4" em trechos com até 9 condutores e 1" em trechos que contenham de 9 a 15 condutores;
- Para os circuitos dos destiladores com seção de 10 mm², deverá ser utilizado eletrodutos de 3/4" em trechos com até 4 condutores e 1" em trechos que contenham de 4 a 7 condutores;

Na Tabela B.21, Tabela B.22 e Tabela B.23 tem-se informações a respeito dos eletrodutos dimensionados para o projeto, bem como a capacidade máxima de condutores por eletroduto para os circuitos terminais considerando uma taxa de ocupação de 40%.

Tabela B.21 – Diâmetro externo e área dos condutores

Seção nominal (mm ²)	Isolação	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm ²)
2,5	PVC	3,6	10,17
4	PVC	4,2	13,85
10	PVC	6,0	28,26
16	EPR/XLPE	9,3	67,89
25	EPR/XLPE	11,4	102,02
70	EPR/XLPE	16,8	221,56
95	EPR/XLPE	19,2	289,38
185	EPR/XLPE	25,8	522,53

Tabela B.22 – Diâmetro interno nominal dos eletrodutos

Eletroduto	Diâmetro nominal (mm)	Área total aprox.. (mm ²)	40% da área útil em mm ²
3/4"	25	346,4	138,56
1"	32	564,4	225,76
1 1/4"	40	962,1	384,84
1 1/2"	50	1244,1	487,64
2"	60	1979,2	791,68
4"	100	8828,55	3531,42

Tabela B.23 – Número máximo de condutores por eletroduto para os circuitos terminais, considerando uma taxa de ocupação de 40%

Eletroduto:	3/4"	1"
Nº máximo de condutores de 2,5 mm ² suportáveis (PVC)	12	15
Nº máximo de condutores de 4 mm ² suportáveis (PVC)	9	15
Nº máximo de condutores de 10 mm ² suportáveis (PVC)	4	7

5 QUADRO GERAL

A potência de cada quadro de distribuição da edificação assim como informações a respeito da potência total de circuitos de Iluminação e TUGs, TUEs e ar condicionados está descrita na Tabela B.24.

Tabela B.24 – Potência dos quadros de distribuição da central de laboratórios de biologia e química

Quadro	Pot.(VA)	Tensão (V)	ILUM+TUGs	TUEs	AR COND.
QDLAB	40163	380	6313	9950	24000
QD1	28760	380	8874	12250	7600
QD2	32227	380	16655	1200	14372
QD3	53242,74	380	14820,74	10950	27472
QD4	45088,57	380	10504,57	13150	21434
TOTAL	199481,31	380	57167,31	47500	94878

A partir das informações da Tabela B.24, foi determinada a demanda total da edificação com a aplicação do fator de demanda. De acordo com a Tabela 2 (Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos) da NDU 001 da Energisa, para escolas e similares, deve ser adotado para os primeiros 12kVA um fator de demanda de 86% e, para o que exceder, deve ser aplicado 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 (Tabela 8 da NDU 001), como existem mais de 20 equipamentos, foi aplicado de acordo com a Tabela 8 da NDU 001, um fator de demanda de 82%.

Assim, tem-se que a demanda da edificação será de:

$$D_T = 12000 \times 0,86 + 45167,31 \times 0,5 + 47500 * 1 + 94878 \times 0,82$$

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

Para a demanda calculada, deverá ser utilizado um transformador de 225 kVA.

Para o dimensionamento da rede de alimentação do quadro geral deve-se considerar:

- Circuitos trifásicos a cinco condutores (fases, neutro e proteção);
- Método de referência D;
- Método de instalação 61A;
- Isolação de EPR ou XLPE, 90°C.

Tabela B.25 – Dimensionamento da rede de alimentação e do disjuntor do quadro geral

	Demanda (VA)	Corrente (A)	Corrente corrigida (A)	Seção mínima (mm²)	Seção escolhida (mm²)	Disjuntor
QG	158203,62	240,7	250,68	3#150(70) T 95	3#185(95) T 95	275

Obs.:

A corrente de projeto corrigida foi de 250,68 A. Desse modo, a seção mínima deveria ser de 150 mm². Porém, por não existir comercialmente um disjuntor que possua uma corrente nominal que esteja entre a corrente corrigida e a capacidade de condução de corrente do condutor, que é de 271 A, foi adotada uma seção de 185 mm² cuja capacidade de condução de corrente é de 305 A, permitindo assim a escolha de um disjuntor com corrente nominal de 275 A.

5.1 DIMENSIONAMENTO DO BARRAMENTO DO QUADRO GERAL

O dimensionamento do barramento do quadro geral foi feito a partir da Tabela B.26.

Tabela B.26 – Tabela para dimensionamento de barramento

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.gigaeletron.com.br/upload/tabela-barramento-chato-cobre-1391708219.pdf>.

Foi escolhido um quadro elétrico com as seguintes dimensões: 90x50x12 cm.

A máxima corrente suportada pelo barramento deve ser maior ou igual a capacidade de condução de corrente dos condutores. Sendo assim, tem-se:

- Barramento vertical para as três fases:
 - seção do condutor fase: 185 mm²;
 - capacidade de condução de corrente: 304 A;
 - corrente suportada pelo barramento: 314 A;
 - espessura escolhida: 6,35 mm;
 - largura escolhida: 22, 22 mm;
 - altura escolhida: 600 mm.
- Barramento horizontal para as três fases:
 - seção do condutor fase: 35 mm²;
 - capacidade de condução de corrente: 122 A;
 - corrente suportada pelo barramento: 175 A;
 - espessura escolhida: 4,76 mm;
 - largura escolhida: 15,87 mm.
- Barramento para o neutro e a proteção(terra):
 - seção dos condutores neutro e proteção: 95 mm²;
 - capacidade de condução de corrente: 211;
 - corrente suportada pelo barramento: 211;
 - espessura escolhida: 4,76 mm;
 - largura escolhida: 19,05 mm;
 - altura escolhida: 200 mm.

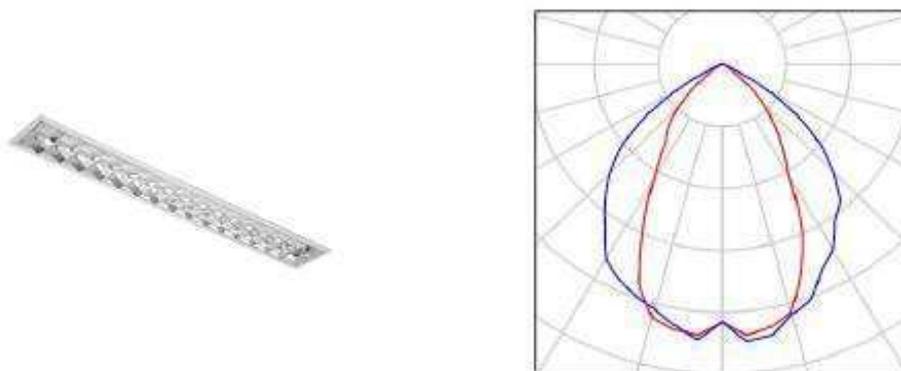
Deverá ser utilizado um quadro com as seguintes dimensões:

- Quadro elétrico com dimensões **90x50x12 cm.**
- Para as três fases do barramento vertical: **600x22,22x6,35 mm.**
- Para as três fases do barramento horizontal: **15,87x4,76 mm.**
- Para o neutro e terra: **200x19,05x4,76.**

APÊNDICE C – PROJETO LUMINOTÉCNICO

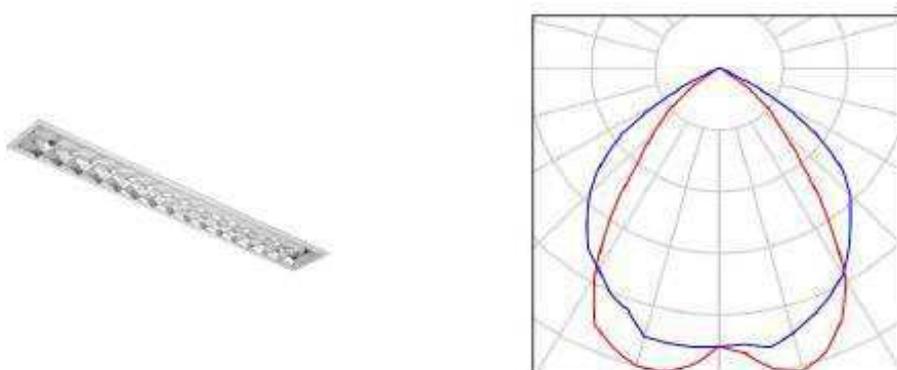
Para o projeto luminotécnico foram utilizadas as luminárias mostradas na Figura C. 1, Figura C. 2, Figura C. 3 e Figura C. 4. Buscou-se obter a cada simulação uma uniformidade de aproximadamente 0,7 e uma iluminância que estivesse em conformidade com a iluminância mínima estabelecida por norma, para cada tipo de ambiente.

Figura C. 1 – Luminária LUMICENTER CAA01 – E116



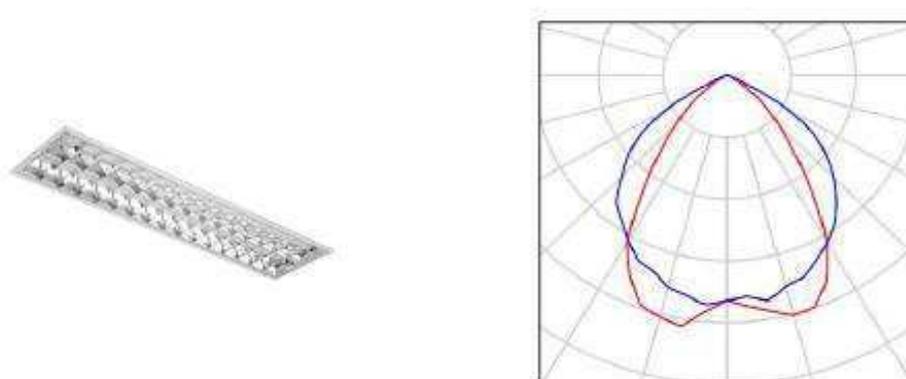
Fonte: Próprio autor.

Figura C. 2 - Luminária LUMICENTER CAA01 – E132



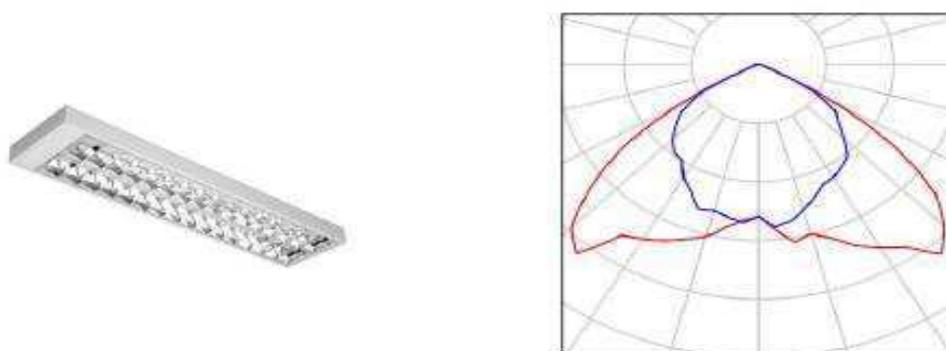
Fonte: Próprio autor.

Figura C. 3 - Luminária LUMICENTER CAA01 – E232



Fonte: Próprio autor.

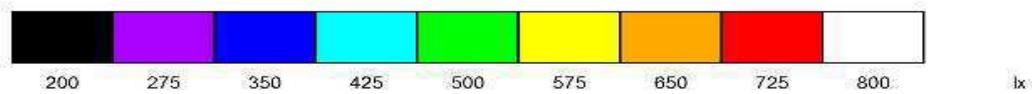
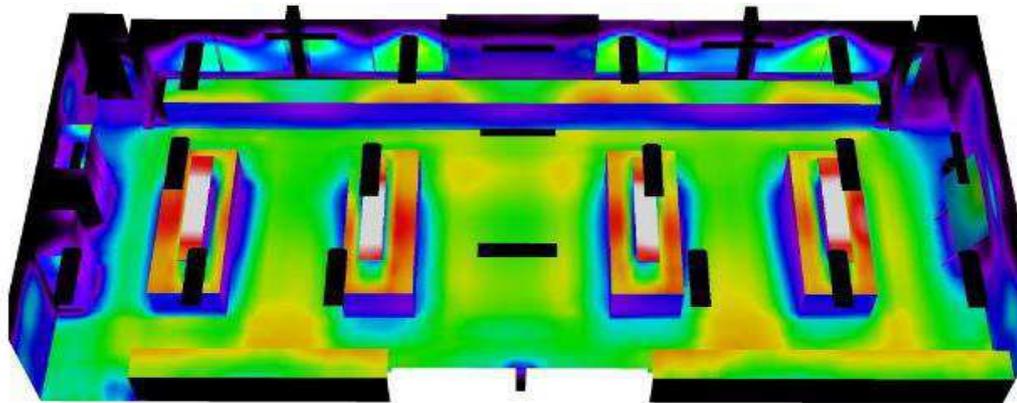
Figura C. 4 – Luminária LUMICENTER CAA01-S132



Fonte: Próprio autor.

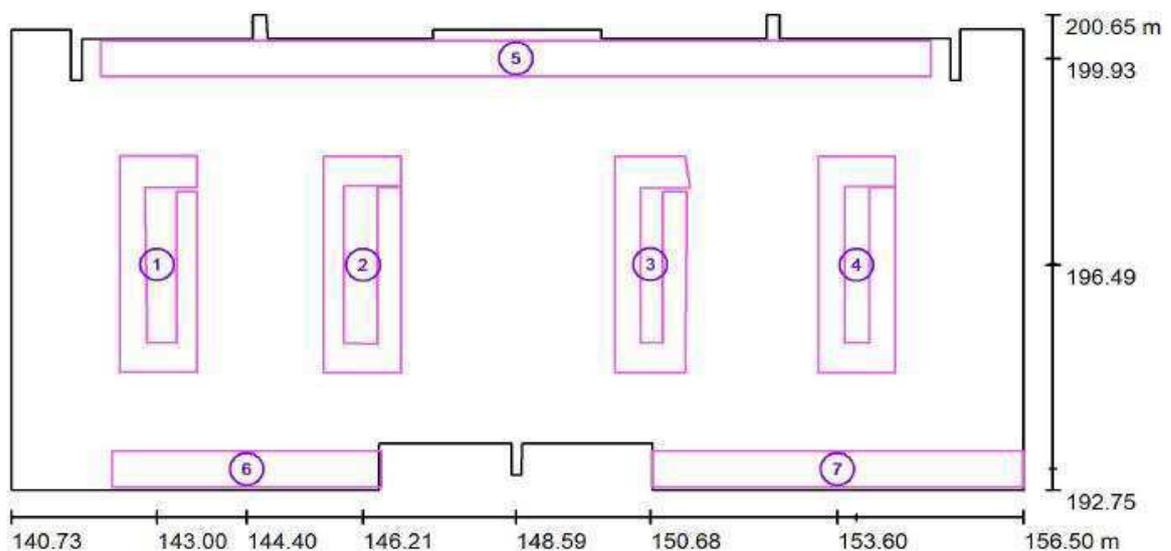
Os resultados da simulação no DIALux para o Laboratório de Aulas Práticas e Química Geral são mostrados na Figura C. 5, Figura C. 6, Figura C.7 e Figura C.8.

Figura C. 5 - Representação em cores falsas da iluminância no laboratório



Fonte: Próprio autor

Figura C. 6 - Representação das superfícies de cálculo do projeto luminotécnico do laboratório



Fonte: Próprio autor.

Figura C.7 – Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

Lista de superfícies de cálculo

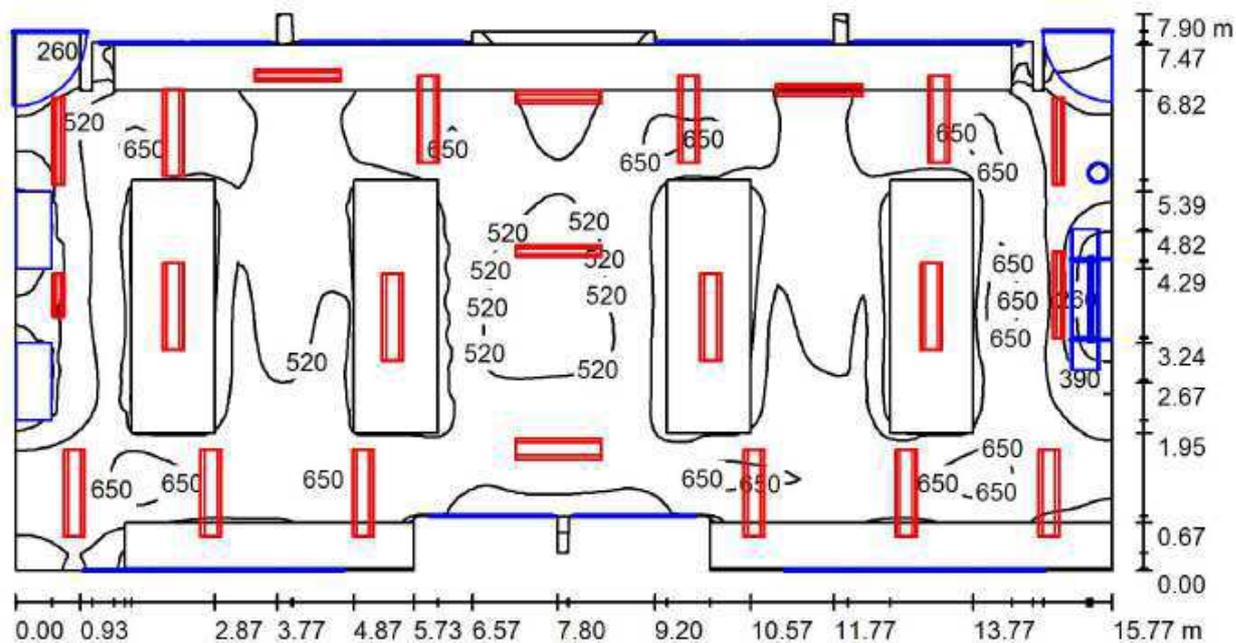
N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superfície de cálculo 35	horizontal	16 x 32	630	446	729	0.708	0.611
2	Superfície de cálculo 37	horizontal	32 x 64	618	396	744	0.640	0.532
3	Superfície de cálculo 39	horizontal	16 x 32	604	383	739	0.634	0.518
4	Superfície de cálculo 41	horizontal	32 x 64	627	446	775	0.711	0.575
5	Superfície de cálculo 52	horizontal	64 x 4	511	376	654	0.735	0.575
6	Superfície de cálculo 56	horizontal	16 x 4	534	375	617	0.703	0.609
7	Superfície de cálculo 58	horizontal	32 x 4	545	438	649	0.805	0.675

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
horizontal	7	570	375	775	0.66	0.48

Fonte: Próprio autor

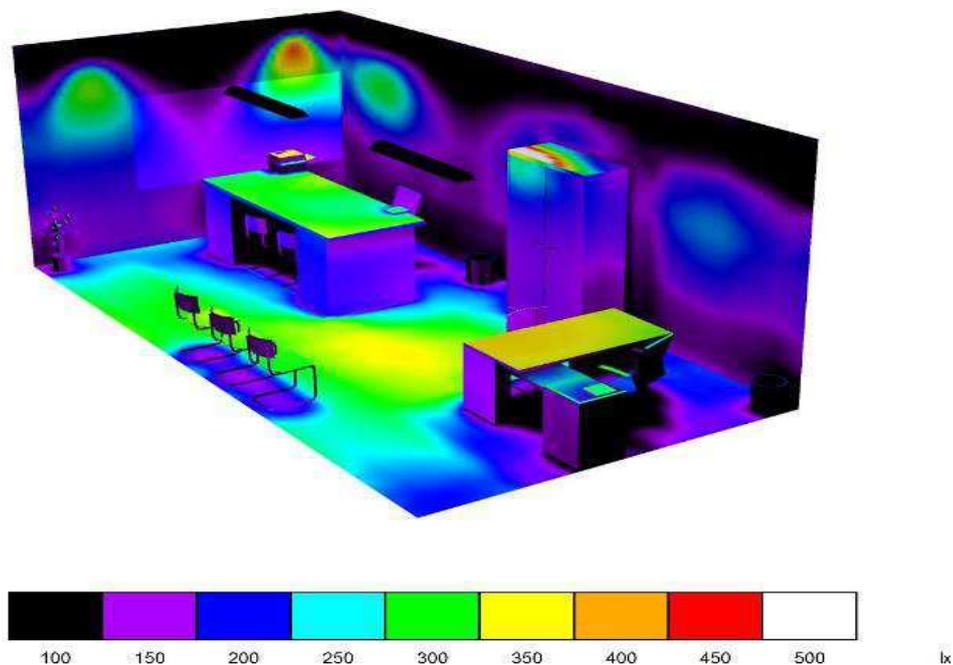
Figura C.8 – Disposição das luminárias



Fonte: Próprio autor.

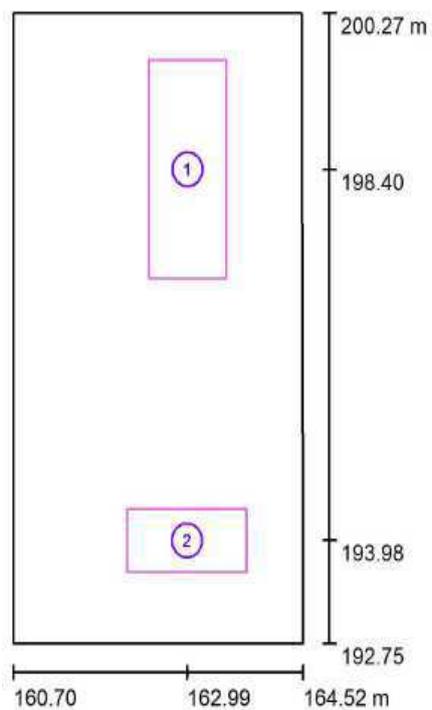
Os resultados da simulação no DIALux para a Coordenação de Química são mostrados na Figura C. 9, Figura C. 10, Figura C. 11 e Figura C.12.

Figura C. 9 – Representação em cores falsas da iluminância na coordenação de química



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 10 – Representação das superfícies de cálculo da coordenação de química



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 11 – Lista de superfícies de cálculo, iluminância média e uniformidade

Lista de superfícies de cálculo

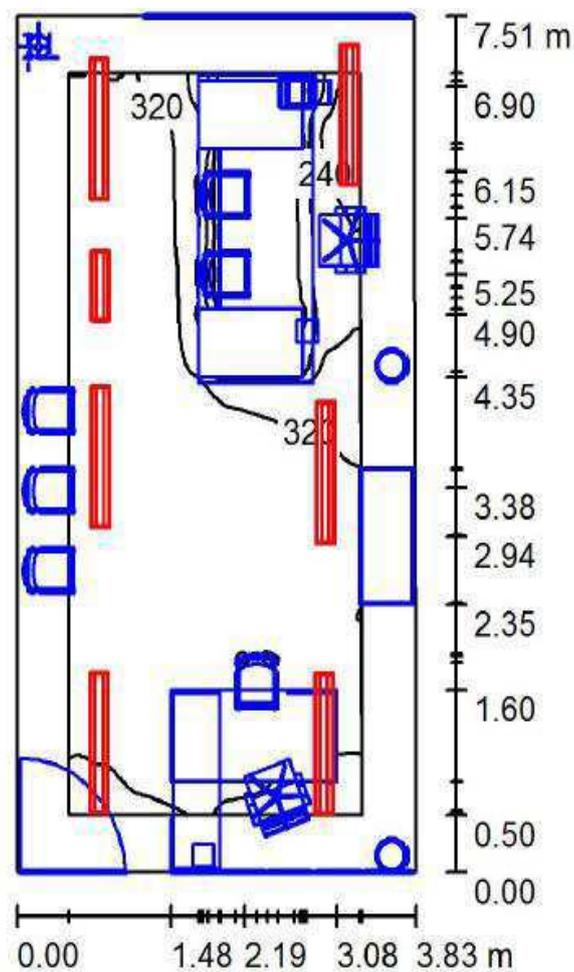
N°	Denominação	Tipo	Grelha	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Mesa 1	horizontal	8 x 16	295	217	345	0.737	0.629
2	Superfície de cálculo 3	horizontal	16 x 8	365	342	381	0.938	0.897

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
horizontal	2	317	217	381	0.69	0.57

Fonte: Próprio autor.

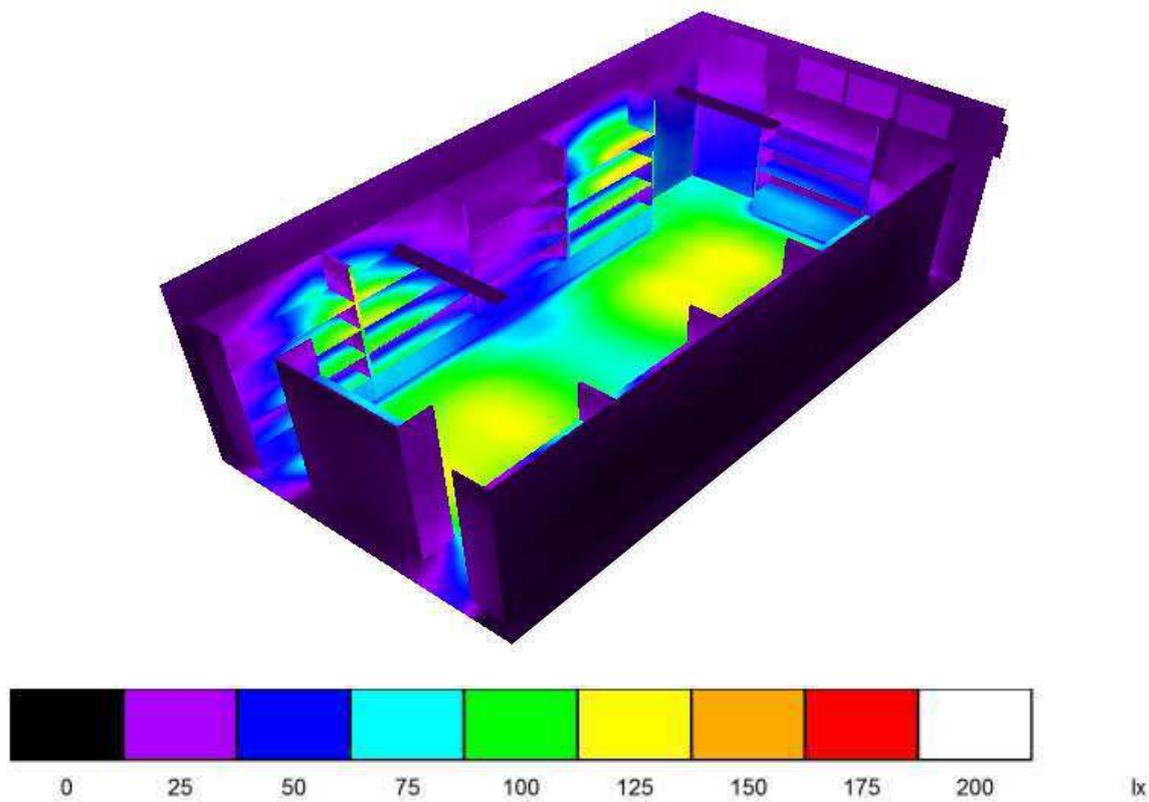
Figura C.12 – Disposição das luminárias na coordenação de química



Fonte: Próprio autor.

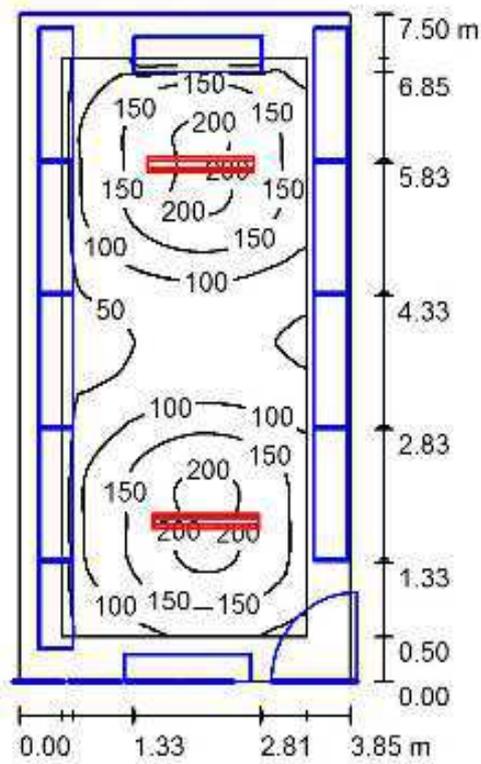
Os resultados da simulação no DIALux para a Sala de Equipamentos são apresentados na Figura C. 13, Figura C. 14 e Figura C. 15.

Figura C. 13 - Representação em cores falsas da iluminância na sala de equipamentos



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 14 - Disposição das luminárias da sala de equipamentos



Fonte: Próprio autor

Figura C. 15 - Iluminância média e uniformidade da sala de equipamentos

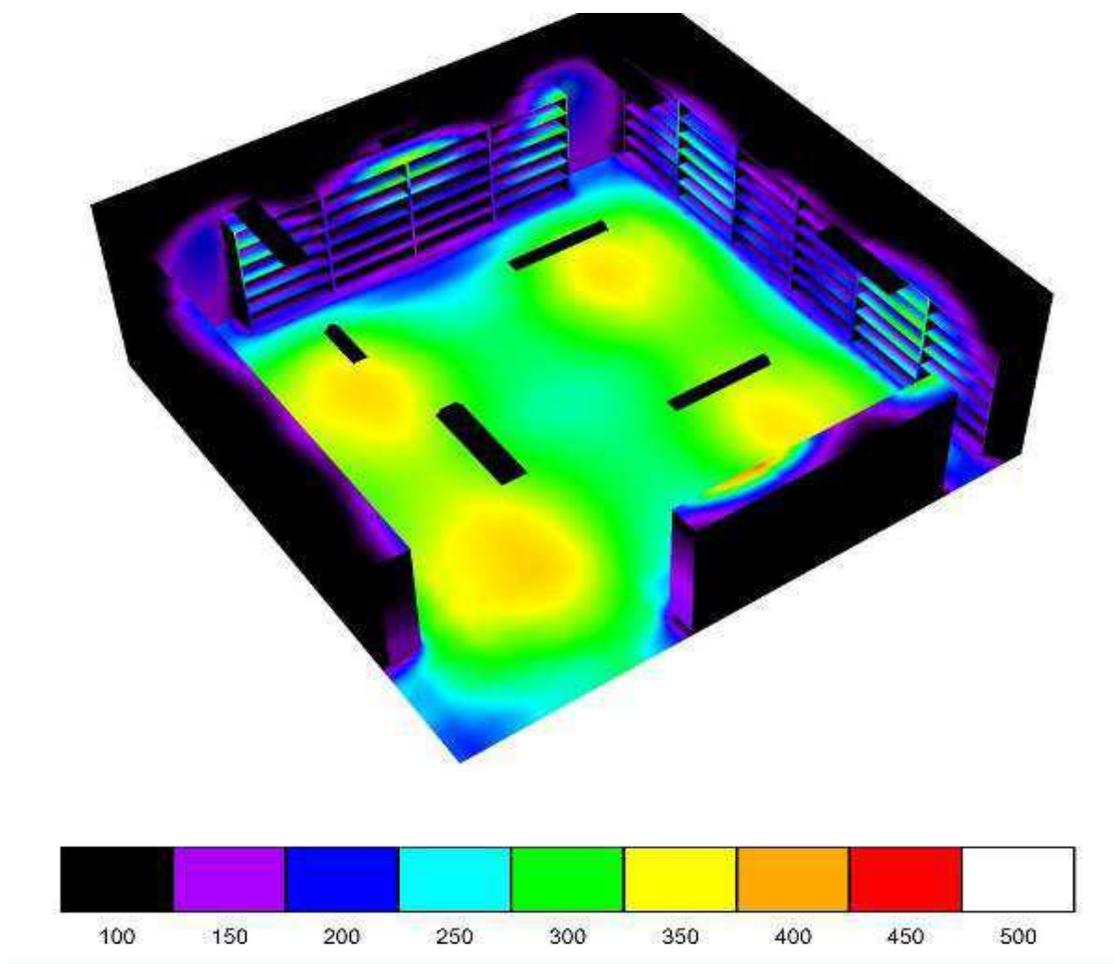
Lista de superfícies de cálculo

Nº	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	horizontal	32 x 64	122	42	197	0.349	0.216

Fonte: Próprio autor.

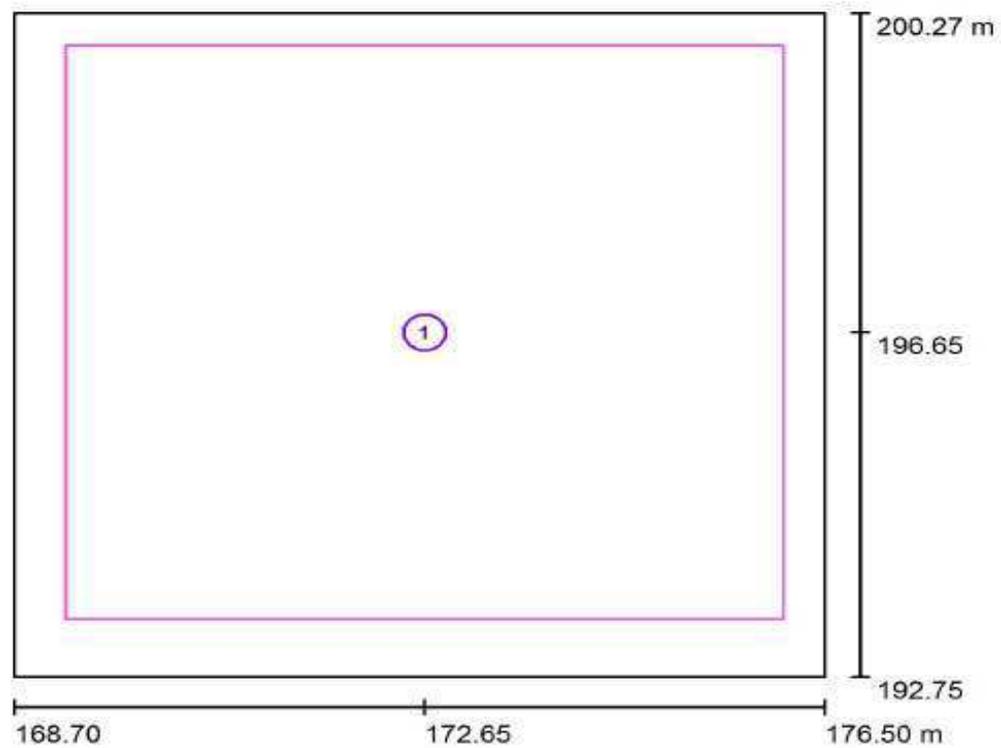
O resultado da simulação para a Sala de Reagentes pode ser observado na Figura C. 16, Figura C. 17, Figura C. 18 e Figura C. 19.

Figura C. 16 - Representação em cores falsas da iluminação na sala de reagentes



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 17 - Representação da superfície de cálculo da sala de reagentes



Fonte: Próprio autor.

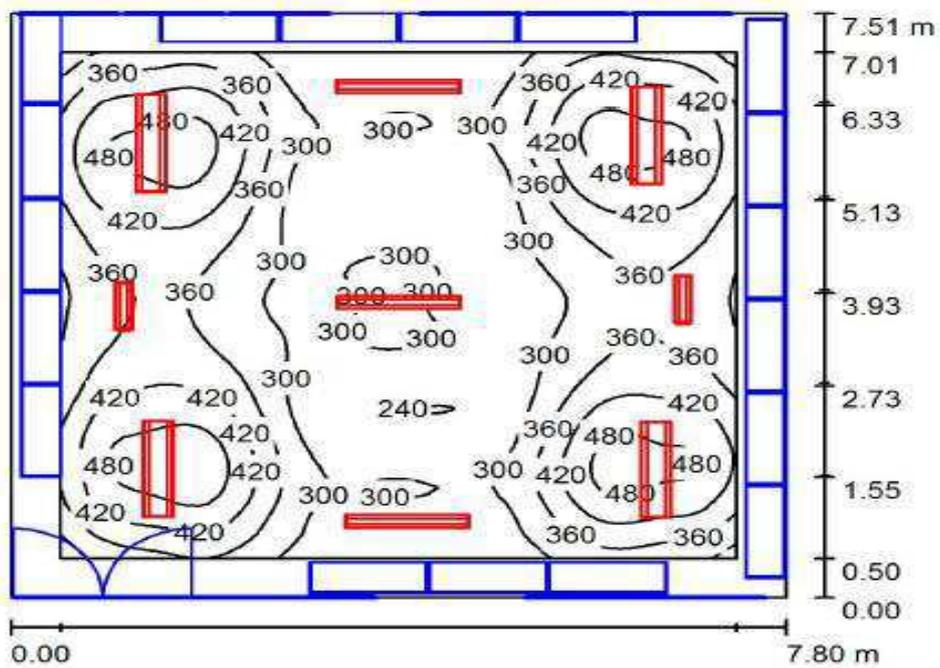
Figura C. 18 - Lista de superfícies de cálculo, iluminância e uniformidade da sala de reagentes

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	horizontal	64 x 64	326	242	416	0.743	0.582

Fonte: Próprio autor.

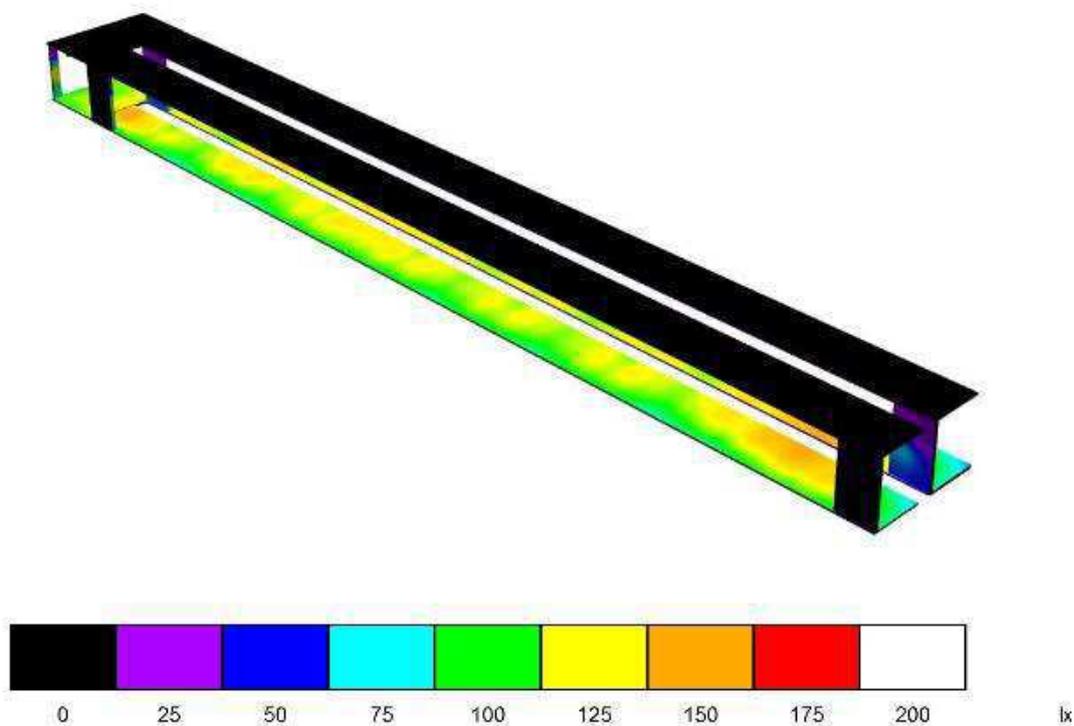
Figura C. 19 - Disposição das luminárias na sala de reagentes



Fonte: Próprio autor.

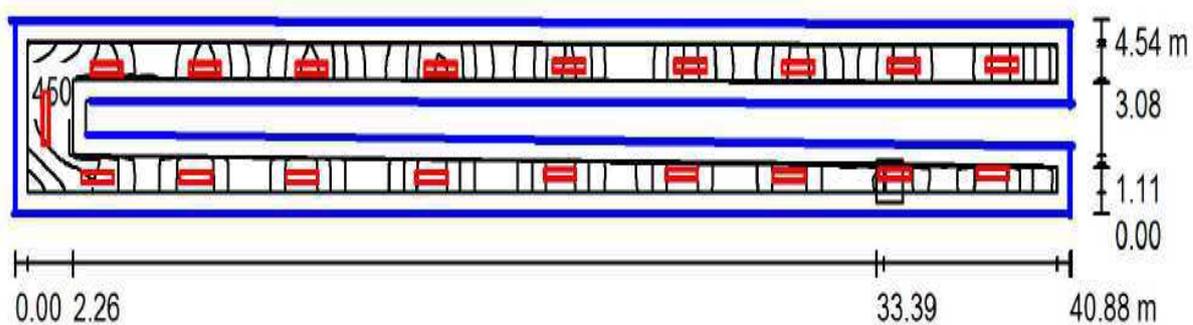
Os resultados da simulação no DIALux para a Rampa Externa são apresentados na Figura C. 20, Figura C. 21, FIGURA C. 22 e Figura C. 23.

Figura C. 20 – Representação em cores falsas da iluminância na rampa externa



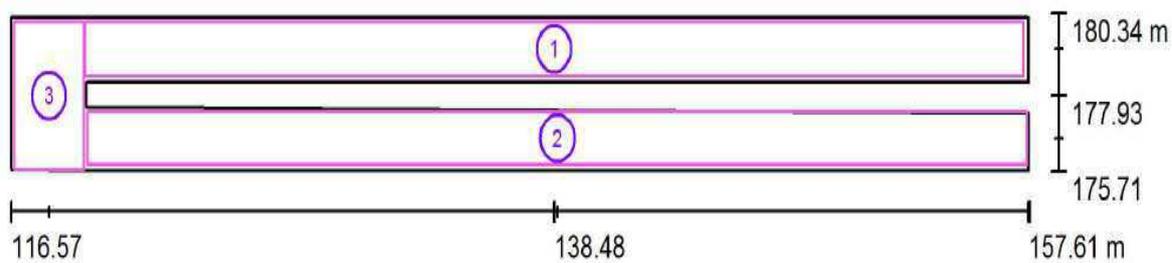
Fonte: Próprio autor.

Figura C. 21 - Disposição das luminárias na rampa externa



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 22 -Representação das superfícies de cálculo da rampa externa.



Fonte: Próprio autor.

Figura C. 23 - Lista de superfícies de cálculo da rampa externa, iluminância 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	horizontal	128 x 16	117	79	148	0.675	0.533
2	Superfície de cálculo 1	horizontal	128 x 16	121	81	148	0.664	0.544
3	Superfície de cálculo 2	horizontal	32 x 32	120	83	141	0.694	0.592

Resumo dos resultados

Tipo	Quantidade	Médio [lx]	Min [lx]	Máx [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
horizontal	3	119	79	148	0.66	0.53

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE D – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Para a elaboração da planilha orçamentária, foi necessário fazer um levantamento de todo o material necessário para a implementação do projeto elétrico da central de laboratórios de biologia e química.

Por se tratar de uma instituição de iniciativa pública e haver a possibilidade de fiscalização do que foi gasto na obra, é necessário elaborar a planilha a partir da composição de preços, pois é preciso saber quanto material foi gasto para instalar uma tomada, uma luminária, um quadro geral, etc. Logo, a partir de informações a respeito da quantidade de pontos de luz, interruptores, tomada de uso geral e específico, disjuntores, quadros de distribuição, etc, foi feita uma pesquisa de preço no SINAPI e no ORSE, e feita a composição dos preços.

A planilha orçamentária foi elaborada por ponto. Por exemplo, um ponto de luz necessita dos seguintes materiais:

- Cabos
- Eletrodutos
- Caixas 4x4 octogonais
- Arruelas e buchas
- Curva, luva e parafusos
- Eletricista
- Ajudante

Desse modo, para os demais pontos foram necessárias pesquisas a respeito de cada material que deveria compor determinado ponto a fim de se fazer uma composição de preços. Por exemplo, composição de preços dos materiais necessários para a montagem de um quadro de distribuição, composição de preço dos materiais necessários para a instalação da rede de alimentação do quadro, etc. Como o orçamento elaborado para este projeto é muito extenso, serão apresentados apenas algumas composições de preço na Tabela D. 1, na Tabela D. 2, na Tabela D. 3, na Tabela D. 4, na Tabela D. 5 e na Tabela D. 6.

Tabela D. 1 – Composição de preços para ponto de luz com rede embutida

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 D. 2 – Composição de preços para ponto de ar condicionado trifásico

1.07- Ponto para ar condicionado (trifásico)	Unidade	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	59,17	1,79	105,91	00001003/SINAPI
ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4 ", SEM LUVA (0,2 - 1,05m)	m	11,83	2,08	24,61	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	2,00	1,18	2,36	00039272/SINAPI
LUVA EM PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 3/4", PARA ELETRODUTO (0,11)	un	4,00	0,55	2,20	00001891/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	5,33	13,88	73,98	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	5,33	11,20	59,70	88247/SINAPI
Custo do material				140,49	
Mão de Obra				133,68	
SUBTOTAL (R\$)				274,17	

Tabela D. 3 – Composição de preços para luminária 2x32 W

1.21 - Quadro de distribuição, capacidade para 28 circuitos (QD2)	Unidade	Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 28 DISJUNTORES DIN, 100 A (2h e 1h)	un	1,00	541,26	541,26	00013396/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A (0,3	un	19,00	7,72	146,68	00034653/SINAPI
Disjuntor termomagnético tripolar 80 A com caixa moldada 10 kA (0,6)	un	1,00	320,12	320,12	09294/ORSE
DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 mA, CORRENTE DE 80 A, TIPO AC (0,6)	un	1,00	275,76	275,76	39458/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	8,90	0,00	0,00	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	7,90	0,00	0,00	88247/SINAPI
Custo do material				1.283,82	
Mão de Obra				0,00	
SUBTOTAL (R\$)				1.283,82	

Tabela D. 4 – Composição de preços para interruptor paralelo de embutir

1.17 - Interruptor paralelo de embutir - 1 seção	Unidade	Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1,00	20,25	20,25	91955/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	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
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				23,98	
Mão de Obra				1,25	
SUBTOTAL (R\$)				25,23	

Tabela D. 5 – Composição de preços do quadro de distribuição QDLAB

1.27 - Quadro de distribuição, capacidade para 24 circuitos (QDLAB)		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 24 DISJUNTORES DIN, 100 A (2h e 1H)	un	1,00	338,40	338,40	00012039/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A (0,05)	un	11,00	7,72	84,92	00034653/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN / IEC, MONOPOLAR DE 40 ATE 50A (0.05)	un	1,00	11,45	11,45	34686/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR DE 10 ATE 50A (0.05)	un	3,00	54,22	162,66	34709/SINAPI
Disjuntor termomagnético tripolar 80 A com caixa moldada 10 kA (0.6)	un	1,00	320,12	320,12	09294/ORSE
DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 mA, CORRENTE DE 80 A, TIPO AC (0,6)	un	1,00	275,76	275,76	39458/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	3,95	13,88	54,83	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	2,95	11,20	33,04	88247/SINAPI
Custo do material				1.193,31	
Mão de Obra				87,87	
SUBTOTAL (R\$)				1.281,18	

Tabela D. 6 – Composição de preços para a rede de alimentação do QDLAB

1.28 - Rede elétrica 25 mm ² para QDLAB - 0,6/1 kV	Unidade	Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 25 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 e cor azul clara para o neutro. (Eprotenax-G7 ou similar) (0,21h - 1,02)	m	4,00	12,80	51,20	04116/ORSE
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 16 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), e cor verde ou verde e amarela para o terra. (Eprotenax-G7 ou similar) (0,21h - 1,02)	m	1,00	7,50	7,50	06548/ORSE
Eletroduto rígido, em pvc, antichama, com rosca, linha pesada para sobrepor (cinza) em acordo com a NBR 15465 com 1 1/2" - sem luva(0.25 - 1.05m)	m	1,00	4,75	4,75	2680/SINAPI
Luva em PVC rigidoroscavel, de 1 1/2", para eletroduto (0.07)	un	0,22	1,63	0,36	1893/SINAPI
Curva 90° em pvc, antichama com rosca, para eletroduto linha pesada para embutir (preta) em acordo com a NBR 15465 com 1 1/2" .(0.336)	un	0,11	2,62	0,29	1875/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/2", PARA ELETRODUTO (0.03)	un	0,11	1,39	0,15	39212/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/2", PARA ELETRODUTO (0.03)	un	0,11	1,58	0,17	39178/SINAPI
Terminal a compressão p/cabo 25 mm ² (0.04)	un	0,17	0,97	0,16	1576/SINAPI
Terminal a compressão p/cabo 16 mm ² (0.04)	un	0,17	0,71	0,12	1575/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,34	13,88	18,60	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,34	11,20	15,01	88247/SINAPI
Custo do material				64,71	
Mão de Obra				33,61	
SUBTOTAL (R\$)				98,32	

Após a elaboração da planilha da composição de preços do projeto, deve-se elaborar a planilha elétrica. A planilha deverá ser disponibilizada ao construtor. Nela consta informações dos itens que deverão ser comprados. Caso haja discordância em relação ao preço o construtor poderá solicitar a composição do item. Como mostra a Tabela D. 7, 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.

Tabela D. 7 – Planilha elétrica do orçamento do projeto

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - PARTE ELÉTRICA						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	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

Fonte: Planilha orçamentária da PU

APÊNDICE E – PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD

Lab. química e aulas práticas

Eletróduto PVC embutido na parede/teto



Luminária 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, para 01 fluorescentes tubulares de 16 W cada.



Luminária 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, para 02 fluorescentes tubulares de 32 W.



Luminária 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, para 01 fluorescentes tubulares de 32 W.

\mathcal{S}_n^{3W} Interruptor three-way de uma seção n

\mathcal{S}_n Interruptor de uma seção n

$\mathcal{S}_2(x,y)$ Interruptor de duas seções: x e y

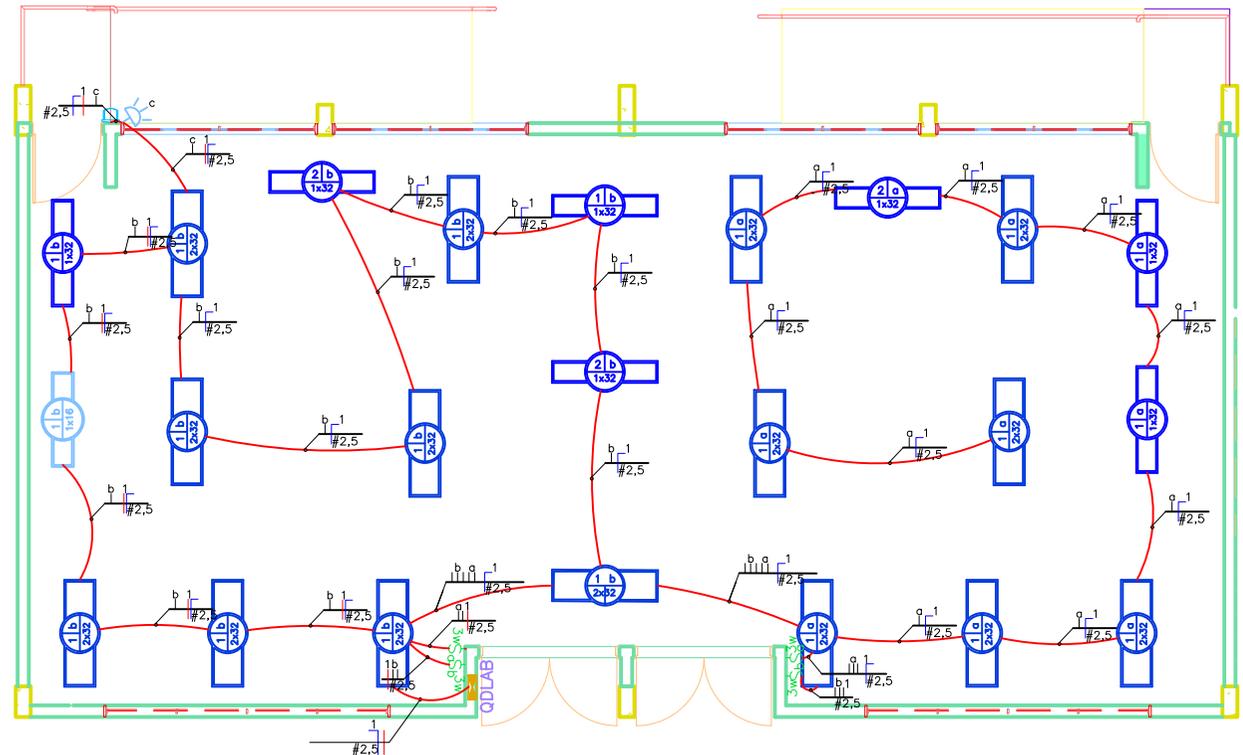
$\mathcal{S}_3(x,y,z)$ Interruptor de três seções: x, y e z



Refletor de 150 W de vapor metálico



Fotocélula



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)

TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química

PRANCHA:
01/

LOCAL: Cajazeiras - PB

REQUERENTE: UFCC

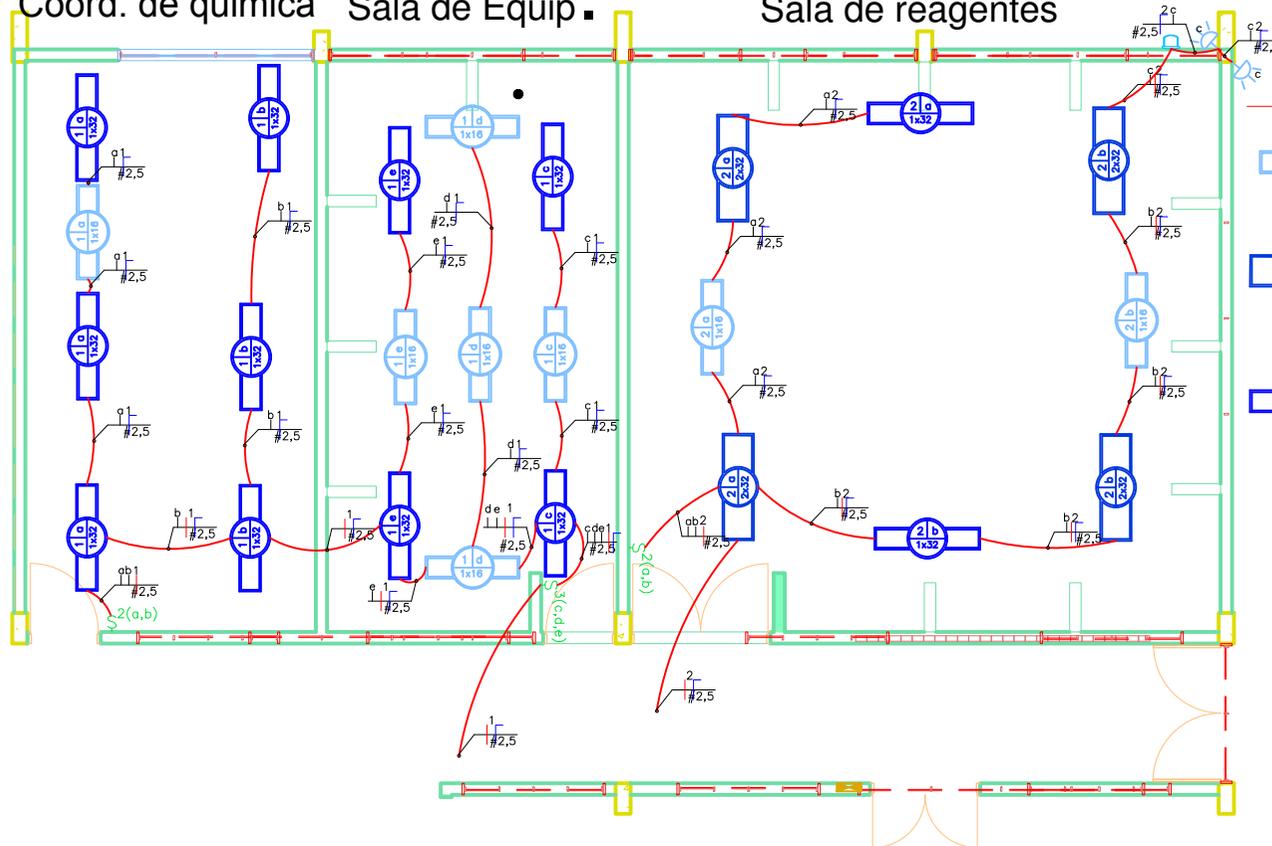
NOME DO DESENHO: Iluminação - Laboratório de Química e Aulas Práticas

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: 1:100

DATA: 20/10/2016

Coord. de química Sala de Equip. Sala de reagentes



Eletroduto PVC embutido na parede/teto



Luminária 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, para 01 fluorescentes tubulares de 16 W cada.



Luminária 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, para 02 fluorescentes tubulares de 32 W.



Luminária 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, para 01 fluorescentes tubulares de 32 W.

1

S_n^{3w} Interruptor three-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 vapor metálico



Fotocélula

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)

TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química

LOCAL: Cajazeiras-PB

REQUERENTE: UFCG

NOME DO DESENHO: Iluminação: Coord. de Quím., Sala de Equip. e Sala de Reagentes

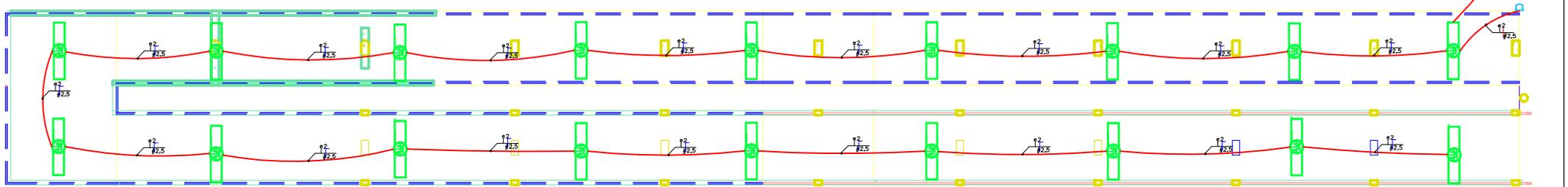
ESCALA: 1:100

DATA: 20/10/2016

PRANCHA:
02/

OBSERVAÇÕES:

Rampa externa



Eletroduto PVC embutido na parede/teto



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



Refletor de 150 W de vapor de sódio



Fotocélula

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

ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)

TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química

PRANCHA:
03

LOCAL: Cajazeiras - PB

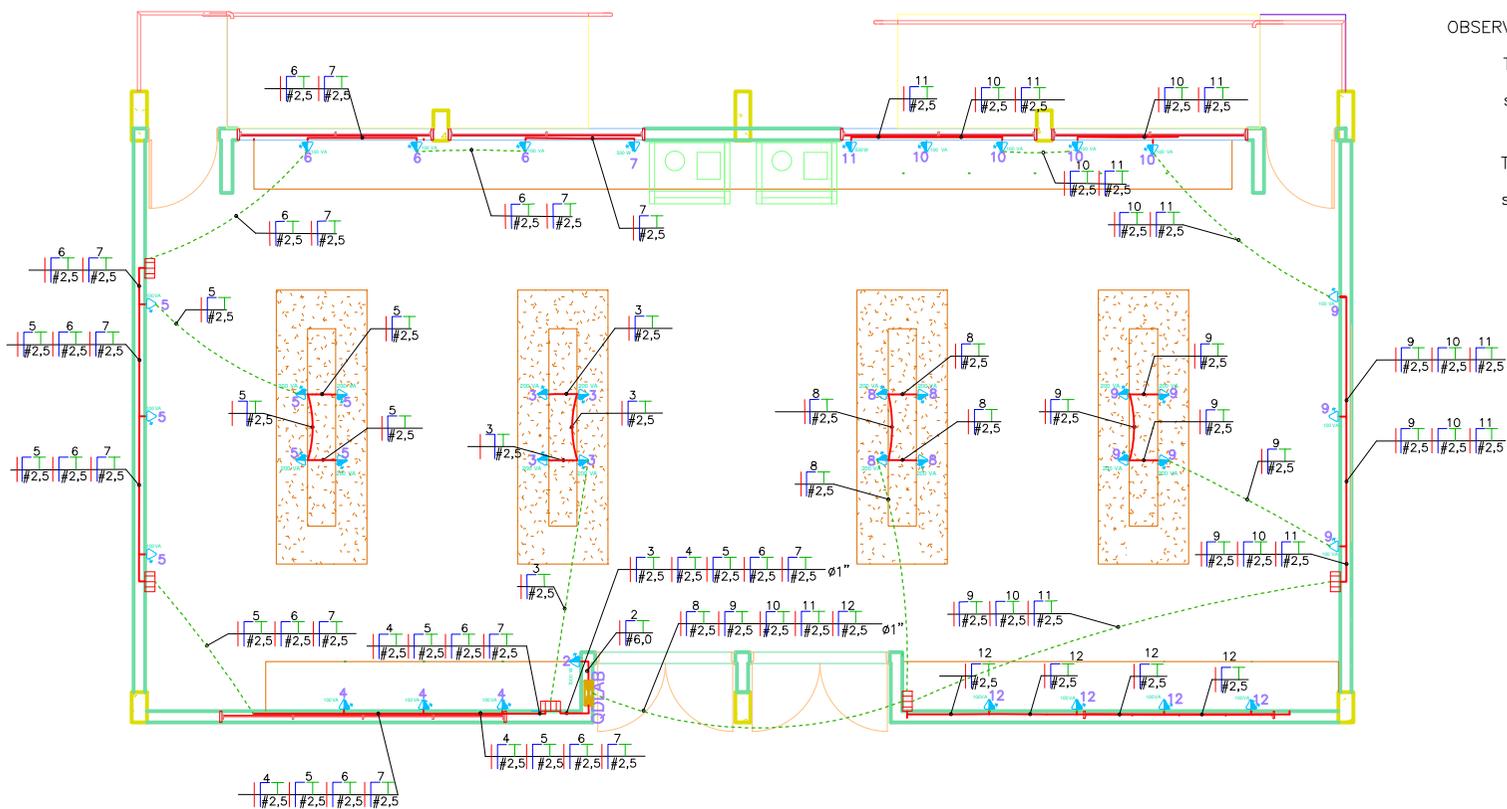
REQUERENTE: UFCC

NOME DO DESENHO: Iluminação da rampa externa

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: 1:150

DATA: 20/10/2016



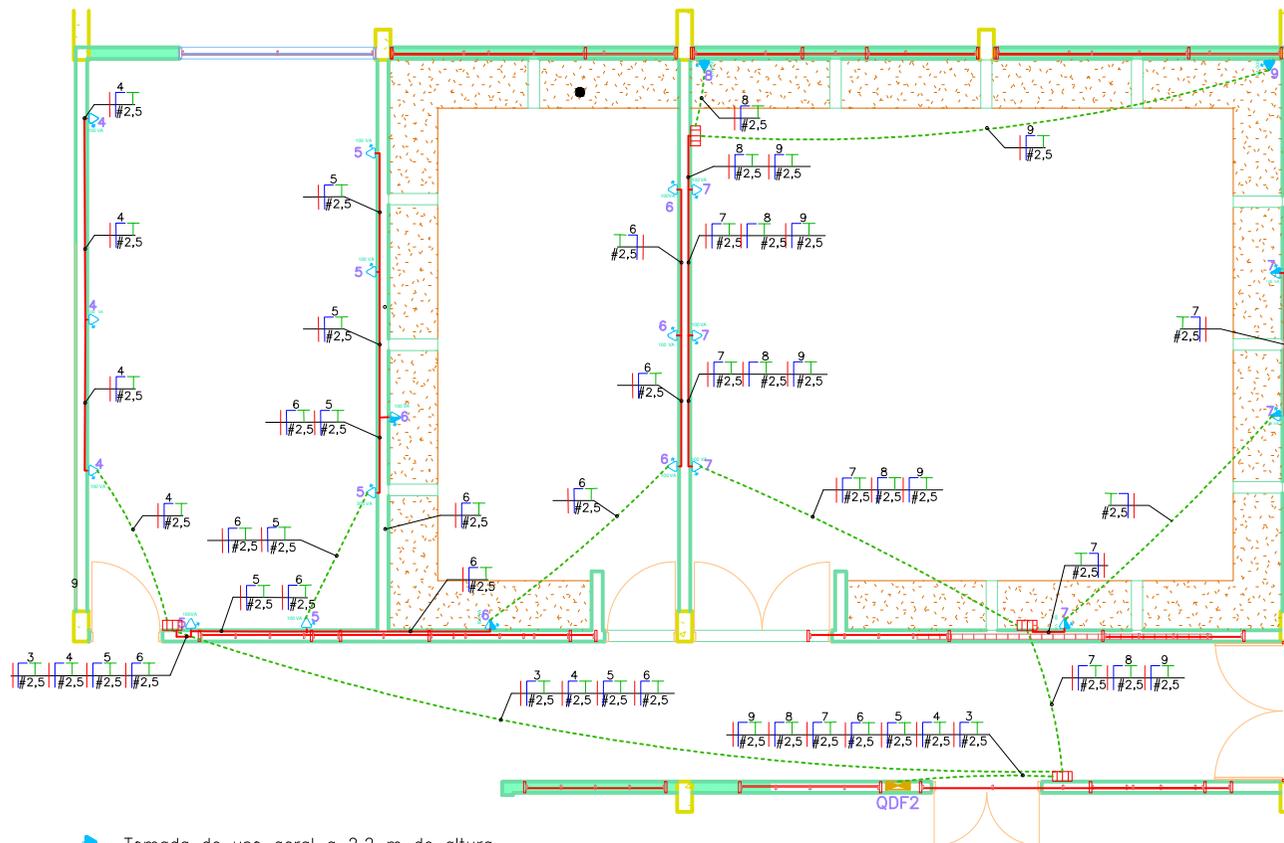
OBSERVAÇÕES:

Tomadas dos circuitos 4, 6, 7, 10, 11 e 12 deverão ser instaladas à 1,10 m do piso.

Tomadas dos circuitos das bancadas centrais deverão ser instaladas à 1,25 m do piso.

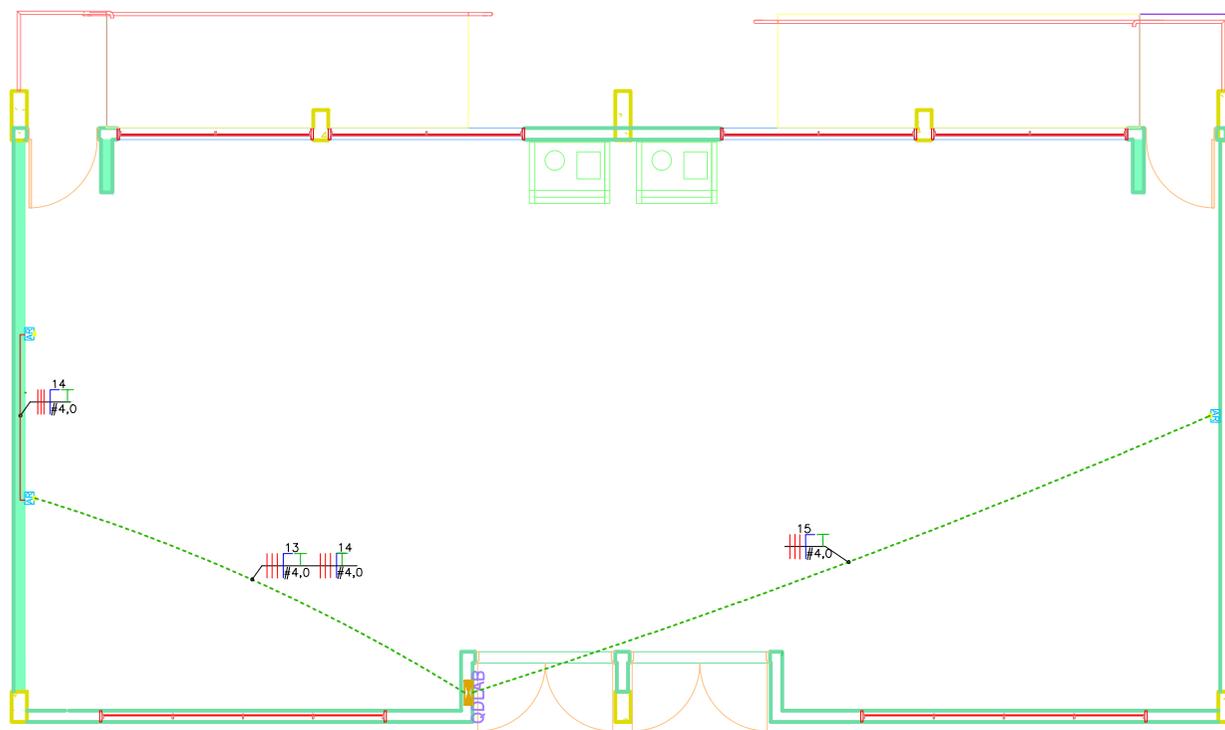
- Tomada de uso geral a 2,2 m de altura
- Tomada de uso geral a 0,3 m de altura
- Tomada de uso geral a 1,3 m de altura
- Caixa de passagem 20x20x15
- Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- Eletroduto PVC embutido no piso

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p>	
<p>ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)</p>	
<p>TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química</p>	
<p>PRANCHA: 04</p>	
<p>LOCAL: Cajazeiras - PB</p>	
<p>REQUERENTE: UFCC</p>	
<p>NOME DO DESENHO: Tomadas: Lab. Aulas Práticas e Quím. Geral</p>	
<p>ESCALA: 1:100</p>	
<p>DATA: 20/10/2016</p>	
	<p>OBSERVAÇÕES:</p>



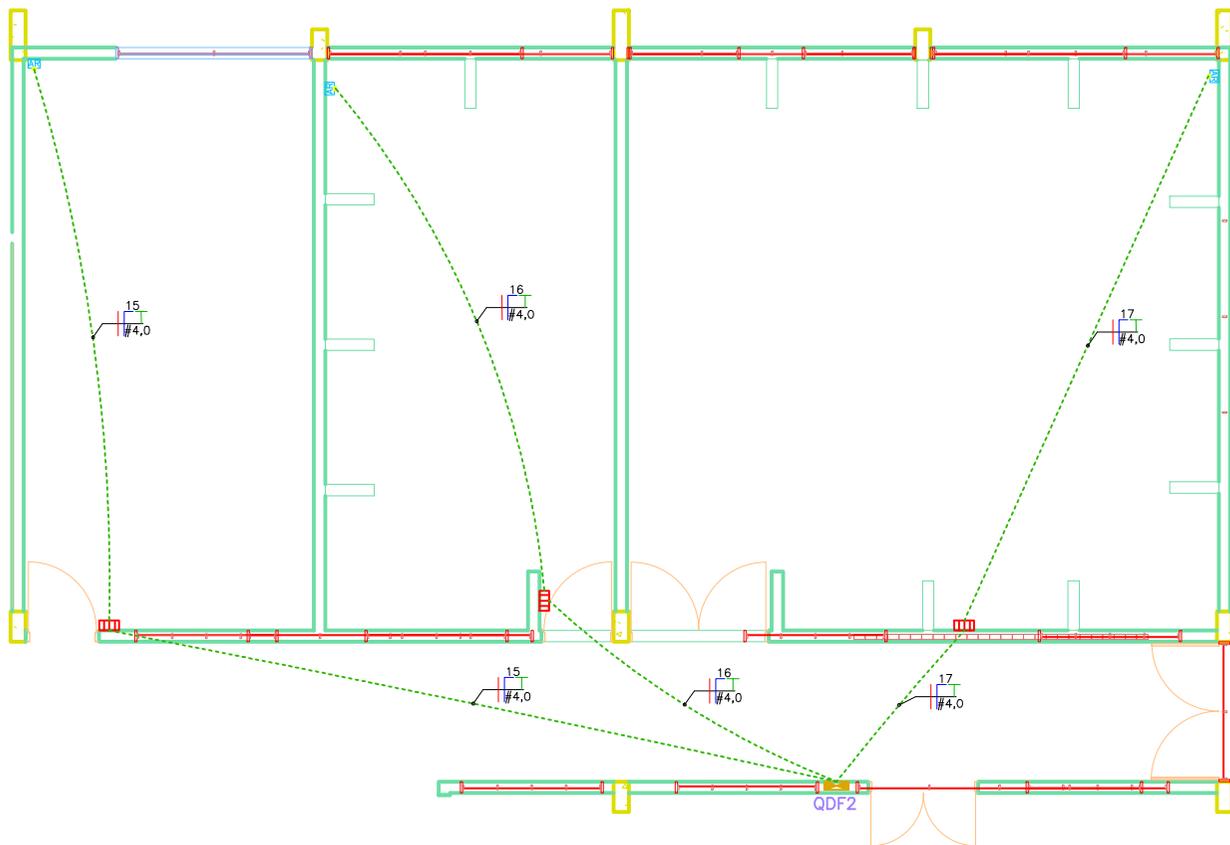
- Tomada de uso geral a 2,2 m de altura
- Tomada de uso geral a 0,3 m de altura
- Tomada de uso geral a 1,3 m de altura
- Caixa de passagem 20x20x15
- Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- Eletroduto PVC embutido no piso

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</p> <p>PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p>	
<p>ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)</p>	
<p>TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química</p>	
<p>PRANCHA: 05</p>	
<p>LOCAL: Cajazeiras-PB</p>	
<p>REQUERENTE: UFCC</p>	
<p>NOME DO DESENHO: Tomadas: Coord. de Quím., Sala de Equip., Sala de Reagentes.</p>	
<p>OBSERVAÇÕES:</p>	
<p>ESCALA: 1:100</p>	
<p>DATA: 20/10/2016</p>	



- Caixa de passagem 20x20x15
- Ponto para ar condicionado a 2,2 m do piso
- Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- - - Eletroduto PVC embutido no piso

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p>	
<p>ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)</p>	
<p>TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química</p>	
<p>PRANCHA: 06</p>	
<p>LOCAL: Cajazeiras - PB</p>	
<p>REQUERENTE: UFCG</p>	
<p>NOME DO DESENHO: Pontos de ar condicionado do Lab. de Aulas Práticas e Quím.</p>	
<p>ESCALA: 1:100</p> <p>DATA: 20/10/2016</p>	<p>OBSERVAÇÕES:</p>



- Caixa de passagem 20x20x15
- Ponto para ar condicionado a 2,2 m do piso
- Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- - - Eletroduto PVC embutido no piso

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA	
ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)	
TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química	
PRANCHA: 07	
LOCAL: Cajazeiras - PB	
REQUERENTE: UFCG	
NOME DO DESENHO: Pontos de ar (Coord de quím, sala de equip, sala de reagentes)	
ESCALA: 1:100 DATA: 20/10/2016	OBSERVAÇÕES:

QUADRO DE CARGA

Quadro de Distribuição do Lab. de Química e Aulas Práticas – QDLAB

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO (mm ²)	DISJUNTOR (A)	FASE
1	ILUMINAÇÃO	1393	220	7,04	M	2,50	16	R
2	DESTILADOR	8750	220	39,77	M	10	50	R
3	TOMADAS	400	220	1,82	M	2,50	16	S
4	TOMADAS	300	220	1,36	M	2,50	16	S
5	TOMADAS	1110	220	5,05	M	2,50	16	R
6	TOMADAS	300	220	1,36	M	2,50	16	S
7	CAPELA	600	220	2,73	M	2,50	16	S
8	TOMADAS	800	220	3,64	M	2,50	25	R
9	TOMADAS	1110	220	5,05	M	2,50	25	S
10	TOMADAS	400	220	1,82	M	2,50	16	S
11	CAPELA	600	220	2,73	M	2,50	16	S
12	TOMADAS	400	220	1,82	M	2,50	16	S
13	AR CONDICIONADO	8000	380	13,23	T	4,00	16	R,S,T
14	AR CONDICIONADO	8000	380	13,23	T	4,00	16	R,S,T
15	AR CONDICIONADO	8000	380	13,23	T	4,00	16	R,S,T
	TOTAL	40163	380	64,63	T	3#25(25) T 16	80	

QUADRO DE CARGA

Quadro de Distribuição de Força 2 – QD2

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO (mm ²)	DISJUNTOR (A)	FASE
1	ILUMINAÇÃO	918	220	5,04	M	2,50	16	R
2	ILUMINAÇÃO	1437	220	7,89	M	2,50	16	R
3	TOMADAS	400	220	1,82	M	2,50	16	R
4	TOMADAS	300	220	3,64	M	2,50	16	R
5	TOMADAS	500	220	6,36	M	2,50	16	R
6	TOMADAS	500	220	3,64	M	2,50	16	R
7	TOMADAS	600	220	3,18	M	2,50	16	R
8	EXAUSTOR	600	220	2,73	M	2,50	16	R
9	EXAUSTOR	600	220	2,73	M	2,50	16	R
10	TOMADAS	2400	220	10,91	M	2,50	20	R
11	TOMADAS	2400	220	10,91	M	2,50	20	R
12	TOMADAS	2400	220	10,91	M	2,50	20	S
13	TOMADAS	2400	220	10,91	M	2,50	20	S
14	TOMADAS	2400	220	10,91	M	2,50	20	S
15	AR CONDICIONADO	2100	220	9,55	M	4,00	25	S
16	AR CONDICIONADO	1412	220	6,42	M	4,00	25	S
17	AR CONDICIONADO	2860	220	13,00	M	4,00	25	T
18	AR CONDICIONADO	4000	220	18,18	M	4,00	25	T
19	AR CONDICIONADO	4000	220	18,18	M	4,00	25	T
	TOTAL	32227	380	49	T	16	63	-

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	25,00	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.

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

ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes(supervisora), Milene Oliveira(estagiária)

TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química

PRANCHA:
09

LOCAL: Cajazeiras- PB

REQUERENTE: UFCG

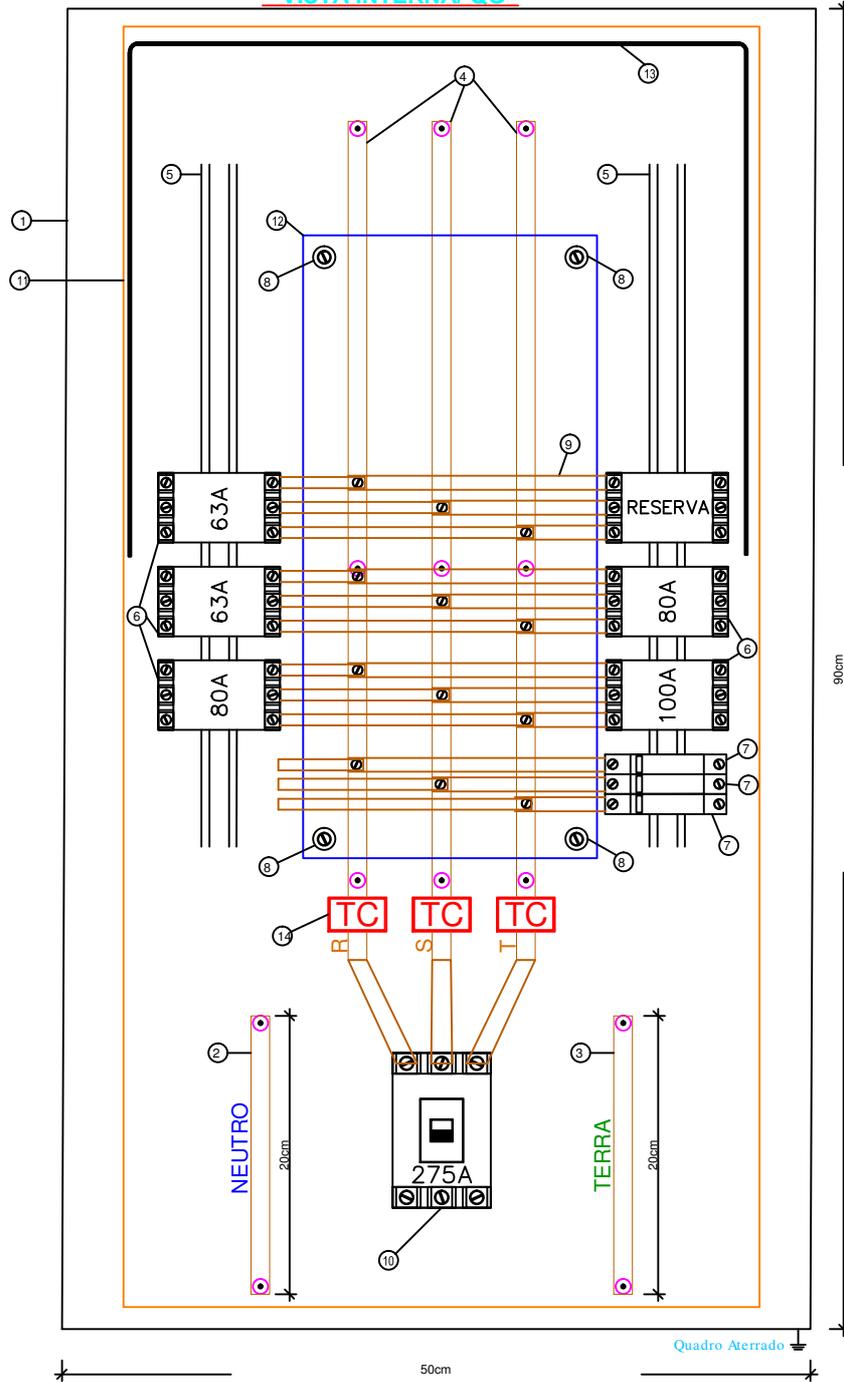
NOME DO DESENHO: Quadros de carga

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: Sem escala

DATA: 20/10/2016

VISTA INTERNA/ QG

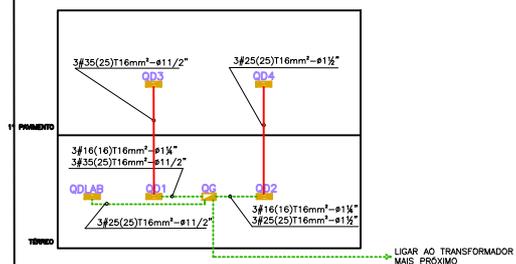
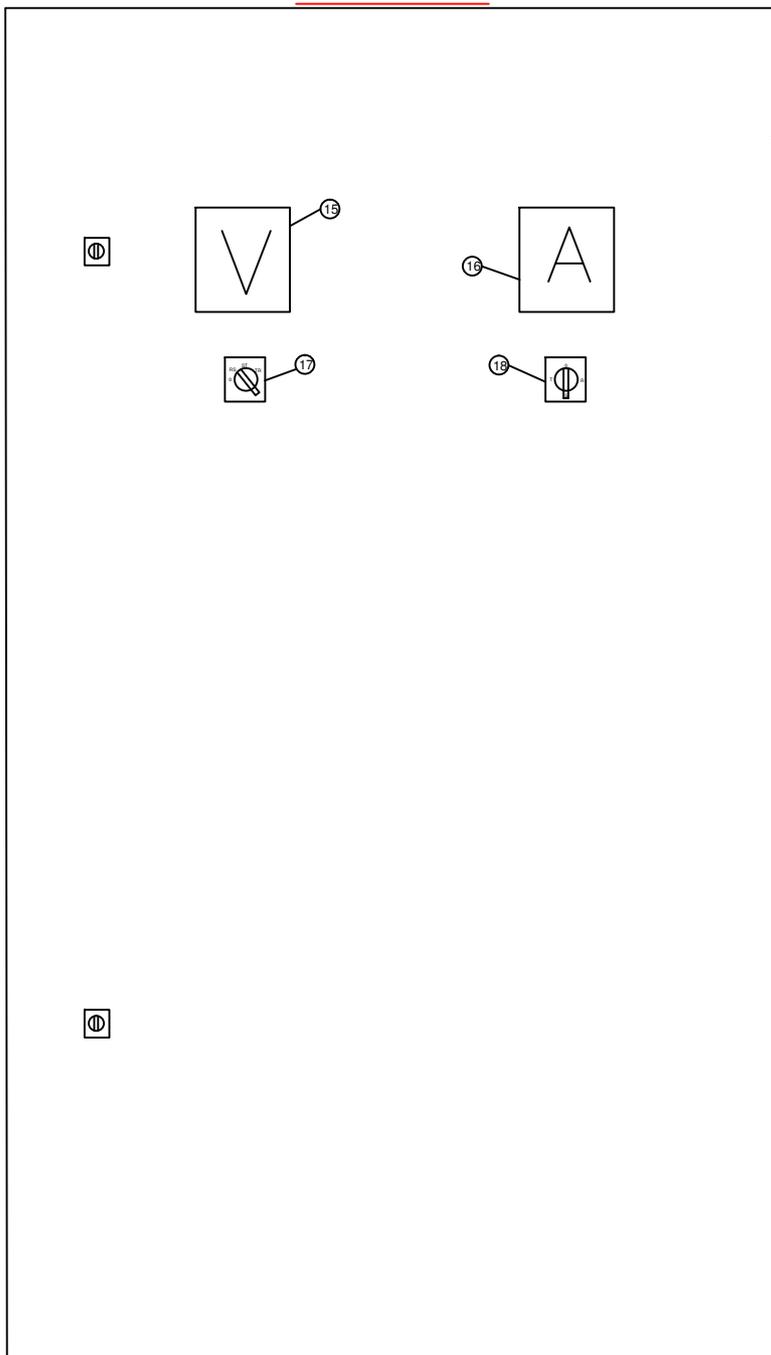


LEGENDA:

- ① Painel Modular 900x500x120 mm, devidamente aterrado.
- ② Barramento de Neutro
- ③ Barramento de Terra
- ④
- 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 voltímetro
- ⑱ Chave comutadora de amperímetro

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p>	
<p>ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)</p>	
<p>TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química</p>	
<p>PRANCHA: 10</p>	
<p>LOCAL: Cajazeiras - PB</p>	
<p>REQUERENTE: UFCG</p>	
<p>NOME DO DESENHO: Vista interna no quadro geral</p>	
<p>ESCALA: Sem escala</p>	
<p>DATA: 20/10/2016</p>	
<p>OBSERVAÇÕES:</p>	

PORTA DO QG



LEGENDA:

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

LEGENDA:

- 1 Painel Modular 900x500x120 mm, devidamente aterrado.
- 2 Barramento de Neutro
- 3 Barramento de Terra
- 4
- 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 volímetro
- 18 Chave comutadora de amperímetro

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes (supervisora), Milene Oliveira (estagiária)

TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química

PRANCHA:
11

LOCAL: Cajazeiras - PB

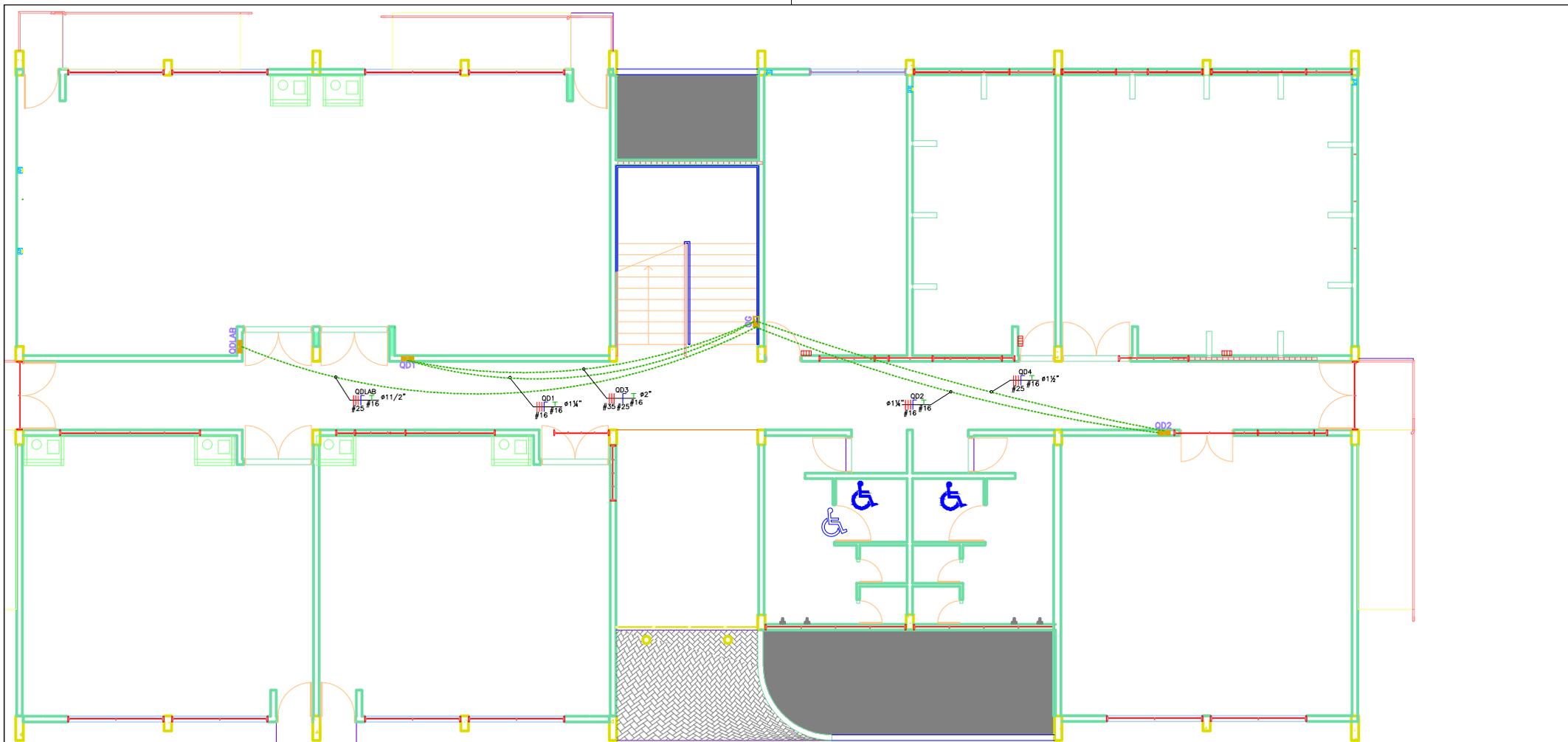
REQUERENTE: UFCG

NOME DO DESENHO: Vista frontal do QG e Prumada

OBSERVAÇÕES:

ESCALA: sem escala

DATA: 20/10/2016



LEGENDA:

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

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p>	
<p>ENGENHEIRO ELETRICISTA: Camila Guedes(supervisora), Milene Oliveira (estagiária)</p>	
<p>TÍTULO DO PROJETO: Central de Laboratórios de Biologia e Química</p>	
<p>PRANCHA: 12</p>	
<p>LOCAL: Cajazeiras - PB</p>	
<p>REQUERENTE: UFCC</p>	
<p>NOME DO DESENHO: Localização dos Quadros de Distribuição</p>	
<p>ESCALA: 1:150</p>	<p>OBSERVAÇÕES:</p>
<p>DATA: 20/10/2016</p>	

ANEXO A – PLANILHA DE CARGA TÉRMICA

A planilha contida nesse anexo foi fornecida pelo setor de engenharia elétrica da prefeitura universitária da UFCG e foi elaborada tomando como base o cálculo da carga térmica estabelecido na NBR 5858/1983.

Segundo NBR - 5858/1983	
Local:	Sala de Reagentes

1 Janelas: Insolação							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m ²)	Sem Proteção	Com Proteção		Fator	Calor gerado (kcal/h)
				Interna	Externa		
C	Norte	3,80	240	115	70	240	912,00
C	Nordeste	-	240	95	70	240	-
C	Leste	-	270	130	85	240	-
C	Sudeste	-	200	85	70	240	-
C	Sul	1,91	0	0	0	240	459,00
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	3,80	50	
Tijolo de Vidro	-	25	

3 Paredes:				
paredes externas	Área (m ²)	Construção Leve	Construção Pesada	Fator
orientação Sul	-	13	10	13
outra orientação	18,97	20	12	20

paredes internas	Área (m ²)	Fator
paredes	42,81	13

4 Teto:		
	Área (m ²)	Fator
Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75
Em laje com 2,5cm de isolamento	-	30
Entre andares	58,41	13
Sob telhado com isolamento		18
Sob telhado sem isolamento	-	50

5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)			
	Area (m ²)	Fator	
Piso	-	13	-

6 Número de Pessoas			
	Número	Fator	
Em atividade normal	2,00	150	300,00
Em repouso	-	75	-
Em forte atividade	-	750	-

7 Outras fontes de Calor			
	Potência (W)	Fator	
Aparelhos elétricos	1.000,00	0,86	860,00
Forno Elétrico	-	0,86	-
Aparelhos de Grelhar	-	0,86	-
Mesa Quente	-	0,86	-
Cafeteiras	-	0,86	-

	Potência (HP)	Fator	
Motores	-	645	-

	Nº Refeições	Fator	
Alimentos por pessoa	-	16	-

Iluminação	Potência (W)	Fator	
Incandescente	-	1	-
Fluorescente	384,00	0,5	192,00

8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas			
	Area (m ²)	Fator	
Portas	3,97	150	595,67

9 Sub - Total		em (kcal/h)	4.444,44
---------------	--	-------------	----------

10 Fator Geográfico:	0,95	em (kcal/h)	4.222,21
----------------------	------	-------------	----------

11 Carga Térmica Total	em (kcal/h)	4.222,21
	em (BTU/h)	16.753,75
	em TR	1,40
	em kW	1,64

12 Número de Equipamentos				
	2,2	7.500 BTU	0,9	18.000 BTU
	1,7	10.000 BTU	0,6	30.000 BTU
	1,3	12.500 BTU	0,3	60.000 BTU

ANEXO B – PLANILHA PARA DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS

A planilha utilizada para dimensionamento de eletrodutos disponível neste anexo foi disponibilizada pelo setor de engenharia da PU – UFCG.

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC					ELETRODUTOS PVC		
Seção nominal (mm ²)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm ²)	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	0,00%	25mm	3/4"
6	4,7	17,34		0,00	0,00%	32mm	1"
10	5,9	27,33		0,00	0,00%	40mm	1 1/4"
16	6,9	37,37		0,00	0,00%	50mm	1 1/2"
25	8,5	56,72		0,00	0,00%	60mm	2"
35	9,5	70,85		0,00	0,00%	75mm	2 1/2"
50	11,0	94,99		0,00	0,00%	85mm	3"
70	13,0	132,67		0,00	0,00%	110mm	4"
95	15,0	176,63		0,00			
120	16,5	213,72		0,00			
Área total instalada				0,00			

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC FLEX					ELETRODUTOS AÇO CARBONO		
Seção nominal (mm ²)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm ²)	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	0,00%	25mm	1"
6	4,7	17,34		0,00	0,00%	32mm	1 1/4"
10	6,0	28,26		0,00	0,00%	40mm	1 1/2"
16	7,6	45,34		0,00	0,00%	50mm	2"
25	9,4	69,36		0,00	0,00%	65mm	2 1/2"
35	10,8	91,56		0,00	0,00%	80mm	3"
50	12,8	128,61		0,00	0,00%	100mm	4"
70	14,6	167,33		0,00			
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 (mm ²)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm ²)	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	0,00%	38x38
6	6,5	33,17		0,00	0,00%	50x75
10	7,7	46,54		0,00	0,00%	75x75
16	9,3	67,89		0,00	0,00%	100x75
25	11,4	102,02		0,00	0,00%	100x100
35	12,7	126,61		0,00	0,00%	100x200
50	14,7	169,63		0,00	0,00%	100x300
70	16,8	221,56		0,00	0,00%	100x400
95	19,2	289,38		0,00	0,00%	100x500
120	21,3	356,15		0,00	0,00%	100x600
150	23,7	440,93		0,00	0,00%	100x700
185	25,8	522,53		0,00		
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 (mm ²)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm ²)	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	0,00%	30mm	1 1/4"
6	7,0	38,47		0,00	0,00%	40mm	1 1/2"
10	8,0	50,24		0,00	0,00%	50mm	2"
16	9,5	70,85		0,00	0,00%	75mm	3"
25	11,6	105,63		0,00	0,00%	100mm	4"
35	12,9	130,63		0,00	0,00%	125mm	5"
50	15,3	183,76		0,00	0,00%	150mm	6"
70	17,1	229,54		0,00			
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			