

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

LENILSON ANDRADE BARBOSA

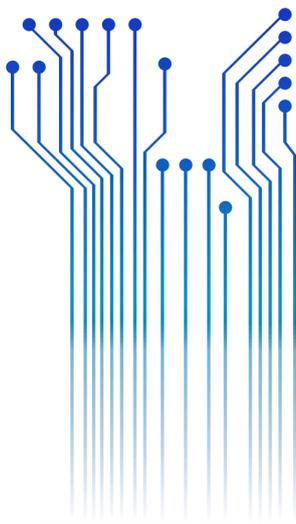


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2016

LENILSON ANDRADE BARBOSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande  
2016

LENILSON ANDRADE BARBOSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UF

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela conservação da vida e pela oportunidade de concluir mais uma etapa fundamental da minha formação.

Agradeço à minha família, por todo apoio e incentivo nos momentos de dificuldade.

Agradeço ao Professor Tarso, por mais um trabalho desenvolvido sob a sua orientação.

Agradeço à Prefeitura Universitária da UFCG, nas pessoas dos engenheiros eletricitas Camila Guedes e Jonas Agápito, pela oportunidade de estágio e pelos conhecimentos comigo compartilhados.

Agradeço aos colegas, Milene, Yasmim e Rubem pela parceria na realização do projeto do estágio.

*“Os homens aprontam  
Os cavalos para a batalha,  
Mas quem dá a vitória  
É Deus, o Senhor.”*

Provérbios 21:31

## RESUMO

O presente relatório refere-se à atividade de estágio na área de eletrotécnica realizado na Prefeitura Universitária da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio consistiu na realização de parte do projeto da instalação elétrica de um laboratório de biologia e química a ser construído no Campus de Cajazeiras. O projeto elétrico elaborado incluiu a previsão de cargas e o projeto da carga térmica de cada ambiente, além do dimensionamento dos condutores, eletrodutos e disjuntores dos quadros de distribuição. Adicionalmente, realizou-se o levantamento do material necessário para a execução da instalação elétrica e construiu-se uma planilha orçamentária para a composição de preços unitários.

**Palavras-chave:** Projeto, Instalação elétrica, Carga térmica e Composição de preços unitários.

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1	Objetivos do estágio.....	14
1.2	Prefeitura Universitária da UFCG.....	15
1.3	Estrutura do trabalho.....	16
2	Embasamento Teórico.....	17
2.1	Elaboração de projetos elétricos.....	17
2.2	Normas técnicas.....	18
2.3	Etapas de um projeto de instalações elétricas.....	18
2.3.1	Previsão de cargas.....	18
2.3.1.1	Iluminação.....	19
2.3.1.1.1	Cálculo luminotécnico.....	19
2.3.1.1.2	Critério da carga mínima.....	19
2.3.1.2	Tomadas de Uso Geral (TUG).....	20
2.3.1.3	Tomadas de Uso Específico (TUE).....	20
2.3.2	Carga térmica.....	21
2.3.3	Dimensionamento dos condutores.....	21
2.3.4	Eletrodutos.....	23
2.3.5	Dispositivos de proteção.....	23
2.3.6	Quadro de distribuição e quadro geral.....	24
3	Atividades Desenvolvidas.....	26
3.1	Projeto elétrico.....	26
3.1.1	Iluminação.....	26
3.1.2	Tomadas de uso geral.....	26
3.1.3	Alimentação dos quadros QD3 e QD4.....	27
3.1.4	Memorial descritivo.....	27
3.2	Cálculo de carga térmica.....	27
3.3	Levantamento do material.....	28
3.4	Planilha de composição de custos unitários.....	29
4	Conclusão.....	30
	Referências.....	31
	Apêndice A – Memorial Descritivo.....	32
1	Normas técnicas de referência.....	32
2	Descrição do projeto elétrico.....	32
2.1	Níveis de tensão.....	32
2.2	Dispositivos de proteção.....	33
2.3	Quadros de distribuição.....	33
2.4	Tomadas.....	33

2.5	Interruptores .....	34
2.6	Eletrodutos .....	34
2.7	Cabos .....	34
2.8	Iluminação .....	34
2.9	Caixas .....	35
2.10	Outras informações .....	35
Apêndice B – Cálculo de Carga Térmica .....		36
Apêndice C – Composição de Preços Unitários .....		43
Apêndice D – Projeto Elétrico no Autocad® .....		47
ANEXO A – Projeto Luminotécnico.....		53

# 1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste relatório é apresentar, de forma sucinta, as atividades desenvolvidas durante o programa da disciplina de Estágio Supervisionado como pré-requisito indispensável para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

O programa do Estágio contou com uma carga horária de 180 horas que foram preenchidas em 20 horas semanais, tendo seu início em 18 de agosto de 2016 e sendo finalizado em 07 de outubro de 2016. O Estágio foi realizado na Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), junto ao setor de engenharia, sob supervisão dos engenheiros eletricitas Jonas Agápito Rodrigues de Medeiros e Oliveira e Camila Pires Gouveia Guedes.

Foram realizadas atividades relacionadas a instalações elétricas em baixa tensão. O projeto elétrico elaborado incluiu o dimensionamento dos comandos, condutores, eletrodutos e proteções para o projeto luminotécnico já desenvolvido, a previsão de cargas e o projeto da carga térmica de cada ambiente, além do dimensionamento dos condutores, eletrodutos e disjuntores dos quadros de distribuição. Adicionalmente, realizou-se o levantamento do material necessário para a execução da instalação elétrica e construiu-se uma planilha orçamentaria para a composição de preços unitários.

Os projetos elétricos seguem as normatizações brasileiras indicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela concessionária de distribuição de energia elétrica, ENERGISA, que fornece o serviço no Estado da Paraíba.

## 1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado na PU da UFCG teve como objetivo principal o desenvolvimento de parte do projeto elétrico correspondente a uma central de laboratórios a ser construída no Campus de Cajazeiras. Foram projetadas as instalações elétricas dos ambientes: sala de aulas, sala de equipamentos, copa, banheiros, sala da

coordenação de biologia e laboratório de botânica, todos localizados no primeiro pavimento. Como objetivo secundário teve-se a elaboração de uma planilha orçamentaria para a composição de preços unitários, a qual será utilizada posteriormente por ocasião do processo de licitação da obra.

## 1.2 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG

A atual Prefeitura Universitária da UFCG, antes subprefeitura integrante da Prefeitura do Campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), passou a ter esse status após o desmembramento da UFPB e a consequente criação da UFCG pela lei 10.419/2002. Ela pertence à estrutura da Reitoria da UFCG e tem suas atribuições definidas pela resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG conforme segue:

- I. Colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento, no planejamento e desenvolvimento físico dos campi da Universidade;
- II. Elaborar estudos e projetos de edificações e infraestruturas nos campi ou fora deles quando do interesse da Universidade;
- III. Solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia;
- IV. . Manter e conservar bens móveis e imóveis da Universidade;
- V. V. Gerenciar o setor de transportes;
- VI. VI. Planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações;
- VII. VII. Determinar o setor de exercício dos servidores lotados na Secretaria;
- VIII. VIII. Zelar pela segurança da comunidade acadêmica, no âmbito dos campi, bem como pelo patrimônio da Universidade;
- IX. IX. Gerir os créditos provisionados e os recursos repassados, que se destinem à execução de suas atividades.

A missão da Prefeitura Universitária da UFCG é promover ações que visem à melhoria das condições de infraestrutura do Campus, realizando ações de planejamento, conservação, segurança e logística de transporte e de telefonia.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este relatório de estágio supervisionado está dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo destina-se a uma apresentação geral a respeito do estágio desenvolvido. No segundo capítulo é apresentada uma breve fundamentação teórica a respeito da elaboração de projetos elétricos considerando, normas técnicas, previsão de cargas e dimensionamentos. No capítulo 3 são apresentadas as atividades desenvolvidas pelo estagiário e no capítulo 4 apresenta-se as conclusões e as considerações finais a respeito do estágio realizado.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Este capítulo destina-se a apresentação dos conceitos básicos utilizados na elaboração de projetos elétricos. Tais conceitos serviram para nortear o estagiário durante a realização do estágio.

### 2.1 ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS

O projeto elétrico é o planejamento escrito da instalação com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajeto dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito, carga total, entre outros.

Para a realização do projeto elétrico o projetista deve dispor do projeto arquitetônico com plantas, cortes, detalhes e fachadas. É desejável que se disponha, também, de informações a respeito de instalações sanitárias ou outras informações obtidas pelo usuário, arquiteto ou responsável pela obra. É importante ter ainda a planta de situação, a fim de que se conheça a localização dos acessos da edificação e a configuração da rede de distribuição que será utilizada como fonte de suprimento de energia.

De modo geral, as partes componentes de um projeto elétrico são:

- Memorial descritivo: contendo memória de cálculo, descrição e justificativa das soluções adotadas;
- Conjunto de plantas, esquemas, diagramas e detalhes: elementos necessários para a execução do projeto;
- Especificações: descrição do material a ser utilizado e as normas para a sua aplicação.
- Orçamento: levantamento da quantidade e do custo do material e da mão de obra.

## 2.2 NORMAS TÉCNICAS

Todo projeto elétrico deve estar em conformidade com as normas técnicas vigentes. Os projetos de instalações elétricas prediais são padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, basicamente, por meio das normas NBR 5410/2008 e NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

A NBR 5410 trata de instalações em baixa tensão abordando temas como o correto dimensionamento de circuitos e de suas proteções, a quantidade máxima de condutores permitidos nos eletrodutos, o sistema de aterramento da instalação, entre outros. Já a NBR 8995 trata dos critérios básicos relacionados ao desenvolvimento do projeto luminotécnico para diferentes ambientes.

## 2.3 ETAPAS DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As etapas que constituem o projeto de uma instalação são distribuídas de forma a contemplar o fornecimento de energia, a quantificação da instalação, o esquema básico da instalação e seleção, a especificação, o dimensionamento e a contagem dos componentes (COTRIM, 2003). Dessa forma, as etapas podem ser divididas para facilitar o entendimento do projeto de uma instalação elétrica predial. Especificamente, realizando a previsão de cargas e a consequente inserção dos pontos elétricos, traçado das tubulações e dimensionamento de condutores e eletrodutos, o cálculo da demanda e definição do tipo de fornecimento, inserção do quadro de distribuição e, por fim, o Memorial Descritivo (SILVA, 2006).

### 2.3.1 PREVISÃO DE CARGAS

A previsão de cargas é uma das primeiras atividades a serem realizadas por ocasião do projeto de uma instalação elétrica. Ela consiste na determinação de todos os pontos de utilização de energia elétrica que farão parte da instalação e suas respectivas potências. Portanto, a previsão deve ser realizada em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que poderão ser utilizados.

### 2.3.1.1 ILUMINAÇÃO

Para a previsão das cargas de iluminação considera-se o resultado do cálculo luminotécnico.

#### 2.3.1.1.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

O projeto luminotécnico consiste no processo de seleção de luminárias bem como na determinação de suas quantidades e pontos de instalação de modo a garantir que o iluminamento obtido esteja em conformidade com os requisitos estabelecidos pela norma técnica NBR ISSO/CIE 8995-1/2013. A norma especifica a menor iluminância média aceitável em função do tipo e do uso do ambiente.

Existem alguns métodos manuais para a realização do projeto luminotécnico. No entanto, podem ser utilizados *softwares* que simulam a iluminação de ambientes de acordo com as especificações de projeto. Estes softwares permitem que a influência de móveis, equipamentos, e outros sejam levados em consideração para o cálculo luminotécnico.

Neste sentido, o software DIALux® é uma das ferramentas de cálculo luminotécnico mais utilizadas. Com o DIALux, pode-se 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. Se desejar, o usuário também pode inserir objetos no ambiente. O DIALux dispõe ainda de catálogos de luminárias reais com informações funcionais, tais como características e curvas fotométricas.

Após o término do projeto luminotécnico, o DIALux gera um relatório detalhado de todos os resultados obtidos pela simulação e permite a exportação do arquivo correspondente à localização das luminárias para o AutoCAD.

Na ausência da realização de um cálculo luminotécnico, pode-se utilizar o critério da carga mínima especificado pela NBR 5410.

#### 2.3.1.1.2 CRITÉRIO DA CARGA MÍNIMA

A norma indica que para cada cômodo deve ser previsto pelo menos um ponto de iluminação acionado por interruptor. Para cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup> deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA. Para cômodos com

área superior a 6 m<sup>2</sup> deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup> e uma carga adicional de 60 VA para cada 4 m<sup>2</sup> inteiros adicionais.

#### 2.3.1.2 TOMADAS DE USO GERAL (TUG)

Para a previsão dos pontos de tomada de uso geral é imprescindível considerar a indicação do usuário, arquiteto ou responsável pela obra. No entanto, na ausência de tais informações, para atendimento a requisitos mínimos, a norma NBR 5410 estabelece a mínima quantidade de tomadas de uso geral a ser prevista em função do ambiente de instalação.

Em banheiros deve ser previsto um ponto de tomada próximo ao lavatório. Para cozinhas ou similares deve haver uma tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, sendo dois pontos acima da bancada. Nas varandas deve ser previsto um ponto de tomada. Em quartos e similares deve ser previsto um ponto de tomada a cada 5 m ou fração do perímetro, separados tão uniformemente quanto possível.

Em outros cômodos, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada se a área do recinto for inferior a 2,25 m<sup>2</sup>. Essa tomada pode ser posicionada fora do cômodo até uma distância máxima de 0,8 m da porta de acesso. Para ambientes que têm área entre 2,25 m<sup>2</sup> e 6 m<sup>2</sup> deve ser previsto um ponto de tomada. Para ambientes com área superior a 6 m<sup>2</sup> deve ser previsto um ponto de tomada para cada 5 m ou fração do perímetro, separados tão uniformemente quanto possível.

Em banheiros, cozinhas e locais análogos consideram-se no mínimo 600 VA para cada uma das três primeiras tomadas e 100 VA para as excedentes. Se a quantidade de tomadas for superior a seis, deve-se prever no mínimo 600 VA para os primeiros dois pontos e 100 VA para os demais. Para outros ambientes considera-se no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Em si tratando de ambientes não residenciais, a NBR5410 não estabelece critérios para previsão de cargas. Portanto, deve-se levar em consideração a utilização do ambiente e as necessidades do cliente. É comum, no entanto, a consideração de uma potência mínima de 200 VA para cada ponto de tomada de uso geral previsto.

#### 2.3.1.3 TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE)

Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente. A tomada utilizada para alimentação desse circuito é denominada de tomada de uso específico e deve ser localizada a, no máximo, 1,5 m do ponto previsto para alimentação do equipamento a ser utilizado.

Deve-se atribuir a um ponto de tomada de uso específico a potência nominal do equipamento ou a soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados.

Caso não sejam conhecidos os valores de potência dos equipamentos a serem alimentados, a potência atribuída ao ponto de tomada pode ser dada em função da potência máxima capaz de ser transmitida pelo circuito utilizado.

### 2.3.2 CARGA TÉRMICA

Para a previsão das cargas relacionadas ao condicionamento térmico de determinado ambiente, a carga térmica (somatório de todas as formas de calor em um ambiente) deve ser calculada adequadamente.

A metodologia utilizada para o cálculo de carga térmica se baseia na norma NBR 5858/1983. Embora obsoleta, esta norma continua a ser empregada por não haver outra mais recente que trate do assunto. O cálculo recomendado pela NBR 5858 leva em consideração as áreas de janelas, paredes, teto e piso, a quantidade de pessoas a utilizar o ambiente, e a potência total de aparelhos elétricos instalados, entre outros fatores.

Com os valores de carga térmica obtidos em BTU/h realiza-se a previsão das cargas de condicionamento de ar, por exemplo, para atender à necessidade de cada ambiente.

### 2.3.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

O dimensionamento dos condutores deve ser feito levando em consideração as recomendações da NBR 5410 referentes à escolha da seção dos condutores. Neste sentido, são normalmente utilizados o critério da capacidade de condução de corrente e o critério da queda de tensão.

Para o dimensionamento do condutor utilizando o critério da capacidade de condução, deve-se primeiramente escolher o tipo de material empregado, que pode ser cobre ou alumínio, e a sua isolação, que pode ser de PVC, EPR ou XLPE. Em seguida,

deve-se escolher o método de instalação a ser utilizado e então, determinar a corrente nominal do circuito, a chamada corrente de projeto.

Verificada a quantidade de condutores e de circuitos carregados instalados conjuntamente, bem como a temperatura ambiente do local onde a instalação será realizada, obtêm-se os fatores de correção de temperatura e de agrupamento previstos em norma. Tais fatores são utilizados para a determinação do valor de corrente equivalente fictícia, obtida pela divisão da corrente de projeto por fatores de correção. A partir da corrente corrigida, portanto, escolhe-se o condutor cuja seção apresenta capacidade de condução suficiente para atendimento do circuito. Para o caso de quatro condutores carregados, como ocorre em um circuito trifásico desequilibrado, considera-se ainda um fator de correção de 0,86 na capacidade de condução para uso da tabela correspondente a três condutores carregados.

A norma 5410 apresenta ainda uma restrição quanto à seção mínima a ser utilizada em função do tipo de circuito. No caso de uma instalação com condutor de cobre isolado a seção não deve ser menor do que 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação e não deve ser menor do que 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de força.

Para o dimensionamento do condutor de proteção, também chamado de condutor de aterramento, após a definição da seção do condutor de fase, pode-se utilizar a Tabela 1, conforme apresentado na Norma.

Tabela 1 – Seção mínima do condutor de proteção segundo a NBR 5410.

<b>Seção dos condutores de fase S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm<sup>2</sup>)</b>
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: (NBR 5410).

A queda de tensão provocada pela passagem de corrente elétrica nos condutores de uma instalação deve estar dentro de valores máximos, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos ligados aos circuitos terminais (FILHO, 2007). A norma NBR 5410 estabelece o limite máximo de 7% para queda de tensão em instalações com subestação própria e 4% para uma instalação alimentada a partir de uma rede pública de baixa tensão.

O dimensionamento de condutores a partir do critério da queda de tensão leva em consideração fatores como a corrente de projeto, tipo de isolamento do condutor e

material do eletroduto, além do comprimento, do tipo (monofásico ou trifásico) e da maneira de instalação do circuito. Neste sentido, realiza-se o cálculo de um fator denominado de queda de tensão unitária e por meio de tabelas fornecidas pela própria norma, escolhe-se o condutor cuja queda de tensão seja igual ou imediatamente inferior à calculada.

#### 2.3.4 ELETRODUTOS

Nas instalações elétricas abrangidas pela NBR 5410 só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama. Além disso, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação. Outra recomendação da norma é que nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares.

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que os condutores sejam instalados e retirados com facilidade. Para o dimensionamento dos eletrodutos deve ser considerada, portanto, a área externa dos condutores.

A taxa de ocupação, entendida como sendo a razão entre a área externa e a área útil da seção transversal do eletroduto não deve ser superior a 53 %, no caso de um condutor instalado, 31 % no caso de dois condutores e 40 % no caso de três condutores instalados ou mais.

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

#### 2.3.5 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção quando adequadamente dimensionados realizam a proteção tanto das instalações como também das pessoas que as utilizam. Neste sentido, destacam-se como principais dispositivos de proteção em instalações elétricas prediais os disjuntores termomagnéticos (DTM) e os dispositivos Diferencial Residual (disjuntor DR e interruptor DR).

O DTM é um dispositivo que funciona como um interruptor automático destinado a proteger uma instalação elétrica contra curtos-circuitos e sobrecargas. Seu dimensionamento deve satisfazer a seguinte condição:  $I_B \leq I_N \leq I_Z$ , sendo  $I_B$  a corrente de projeto,  $I_N$  a corrente nominal do dispositivo de proteção e  $I_Z$  a máxima corrente suportada pelo condutor.

O dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual é um dispositivo de seccionamento projetado para provocar a abertura de um circuito quando houver uma corrente de fuga que ultrapasse um valor específico. A norma NBR 5410 reconhece os dispositivos DR com sensibilidade igual ou inferior a 30 mA como dispositivos de proteção contra choques elétricos e os recomenda para qualquer tipo de esquema de aterramento. Comercialmente, podem-se encontrar dispositivos DR tanto na forma de interruptor (atuando apenas quando da existência de uma corrente diferencial residual superior à nominal) quanto como disjuntor (atuando também para a eliminação de sobrecargas e curto circuitos).

Além do DTM e do DR, há também o dispositivo de proteção contra surtos (DPS). O DPS é destinado à proteção das instalações elétricas e dos equipamentos contra efeitos diretos e indiretos causados por descargas atmosféricas. Com base na IEC 61643-1 a escolha do DPS deve considerar o nível de proteção requerido pela instalação, a máxima tensão de operação contínua, a suportabilidade a sobretensões temporárias e a corrente nominal de descarga, entre outros.

Para a proteção da entrada da edificação, o DPS pode ser instalado no quadro geral de baixa tensão. Normalmente, para proteger uma entrada de linha em 380/220 V, utiliza-se o DPS pertencente à classe II, sendo recomendado o uso de um DPS de 20 kA para risco de nível médio e um DPS de 45 kA para risco de nível alto.

### 2.3.6 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E QUADRO GERAL

A NBR 5410 indica que os quadros elétricos devem estar localizados em locais de fácil acesso, preferencialmente próximo ao centro de carga, e ser identificados do lado externo de forma legível e não facilmente removível. Os quadros também devem possuir espaço de reserva para a instalação futura de novos circuitos. A quantidade de espaços de reserva deve estar de acordo com a Tabela 2 extraída da norma.

Tabela 2 – Espaço de reserva de quadros elétricos.

<b>Quantidade de circuitos efetivamente disponível</b> <b>N</b>	<b>Espaço mínimo destinado à reserva</b> <b>(em número de circuitos)</b>
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N > 30	0,15 N

Fonte: (NBR 5410).

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Todas as atividades desenvolvidas pelo estagiário estiveram relacionadas aos ambientes: sala de aulas, sala de equipamentos, copa, banheiros, sala da coordenação de biologia e laboratório de botânica.

### 3.1 PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico desenvolvido consistiu no dimensionamento dos circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e circuitos para alimentação dos aparelhos de ar condicionado e dos quadros de distribuição QD3 e QD4. Adicionalmente, foi desenvolvido um memorial técnico descritivo, além do levantamento do material e da confecção de uma planilha de custos unitários.

#### 3.1.1 ILUMINAÇÃO

A partir dos cálculos luminotécnicos realizados por outros estagiários, conforme apresentado no ANEXO A, o estagiário realizou o projeto dos acionamentos e dos condutores e proteções dos circuitos de iluminação. Foram projetados, portanto, os circuitos 3 do QD3 e 2 do QD4.

#### 3.1.2 TOMADAS DE USO GERAL

Conforme orientação dos supervisores do estágio foram previstos pontos de tomadas de uso geral para os ambientes projetados em função da possível utilização deles. Foram previstos pontos de tomadas espaçadas de aproximadamente 80 cm nas bancadas de parede e nas bancadas ao centro do laboratório de botânica foram previstos dois pontos de tomadas em cada lado. Também foi previsto, pelo menos um ponto de tomada baixa nas paredes de cada ambiente, exceto nos banheiros. Na copa, conforme recomendação da NBR 5410, foram previstos dois pontos de tomadas sobre a bancada da pia. Neste sentido, foram projetados pelo estagiário os circuitos 4 a 8 do QD3 e os

circuitos 4 a 6 do QD4. Os quadros de cargas bem como as pranchas com os diagramas dos circuitos projetados são apresentados no APÊNDICE D.

### 3.1.3 ALIMENTAÇÃO DOS QUADROS QD3 E QD4

Também foram projetados pelo estagiário os circuitos destinados à alimentação dos quadros de distribuição QD3 e QD4, os quais serão alimentados a partir do quadro geral QG a ser posteriormente projetado. Para facilitar a instalação dos alimentadores, os quadros QD3 e QD4 foram projetados para ficar acima dos quadros de distribuição do pavimento térreo. Neste caso, do quadro geral.

### 3.1.4 MEMORIAL DESCRITIVO

Para fornecer informações relevantes a respeito do material e dos métodos a serem empregados durante a execução, foi desenvolvido pelo estagiário um memorial descritivo do projeto elétrico elaborado. Este se encontra apresentado no APÊNDICE A.

## 3.2 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

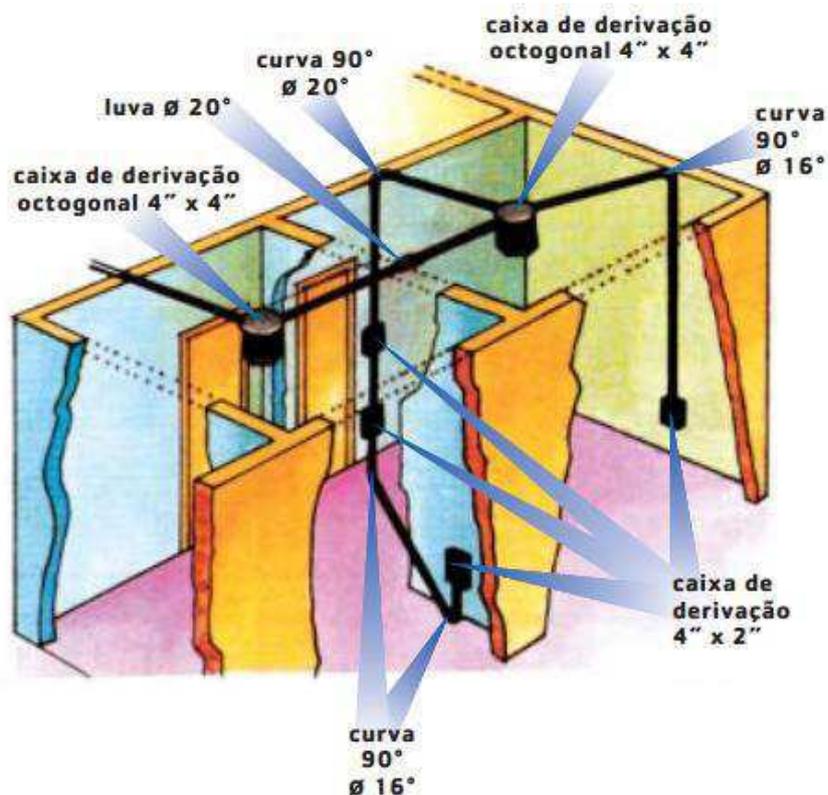
A fim de realizar o dimensionamento dos circuitos elétricos que seriam utilizados para a alimentação dos aparelhos de climatização, o estagiário inicialmente realizou o cálculo da carga térmica de cada ambiente. Para tanto, utilizou-se uma planilha baseada na norma NBR 5858/1983 cedida pelos supervisores do estágio. A planilha utilizada leva em consideração para o cálculo da carga térmica fatores como a exposição do ambiente ao sol, as dimensões e o material utilizado nas janelas, no piso e na cobertura, número de pessoas que utilizarão o ambiente e outras fontes de calor como aparelhos elétricos. No APÊNDICE B são apresentadas as planilhas utilizadas pelo estagiário.

Com a definição da carga térmica, o estagiário utilizou-se da tabela 01 da NDU001 da Energisa para estimar a potência e a quantidade dos aparelhos de ar condicionado necessários para a climatização de cada ambiente.

### 3.3 LEVANTAMENTO DO MATERIAL

Após o desenvolvimento do projeto elétrico, o estagiário realizou o levantamento do material necessário para a execução das instalações. Para tanto, foram relacionados os insumos necessários e a quantidade de cada um deles em função dos ambientes. Essa tarefa mostrou-se bastante minuciosa e exigiu o conhecimento de como seria realizada a instalação de cada ponto elétrico. Por exemplo, para o cálculo dos materiais necessários para a instalação de um simples ponto de luz, foi necessário levar em consideração a quantidade de cabos, eletrodutos, luvas, curvas, arruelas, buchas, caixas, interruptor, abraçadeiras, parafusos, fita isolante e horas de trabalho para eletricitista e servente, além de considerar como seria a instalação (sob a laje ou embutido na laje), distância entre a laje e o forro, altura do interruptor e etc. A título meramente ilustrativo, na Figura 1 apresenta-se uma gravura que destaca o levantamento de alguns materiais necessários para a execução de uma instalação elétrica.

Figura 1 – Levantamento de material para instalação elétrica.



Fonte: < [http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual\\_instalacao.pdf](http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual_instalacao.pdf)>, 2006.

### 3.4 PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS

A partir do levantamento do material necessário para a execução das instalações projetadas, o estagiário participou da elaboração de uma planilha orçamentária para a composição de preços unitários. Esta planilha relaciona todo o material, mão de obra e outros insumos utilizados para a realização dos serviços, organizando-os em itens unitários. Por exemplo: ponto de luz, ponto de tomada e etc.

O estagiário desenvolveu, especificamente, os seguintes itens, conforme apresentado no APÊNDICE C:

- Quadro de distribuição, capacidade para 36 circuitos (QD3);
- Quadro de distribuição, capacidade para 28 circuitos (QD4);
- Rede elétrica 35 mm<sup>2</sup> para QD3 – 0,6/1 kV;
- Rede elétrica 25 mm<sup>2</sup> para QD4 – 0,6/1 kV.

Foram tomados como referência de preços os valores dos insumos conforme disponíveis no Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE) e no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), ambos disponíveis na internet. Estas são as duas bases de dados mais utilizadas pelos engenheiros da PU/Projetos para elaboração de orçamentos de obras no âmbito da UFCG.

## 4 CONCLUSÃO

O estágio realizado permitiu ao estagiário a oportunidade de utilizar na prática, sob a supervisão de profissionais da área, conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica. No entanto, foi necessário ao estagiário aprender como realizar o levantamento do material necessário para a execução de uma instalação elétrica e então confeccionar o orçamento considerando os insumos, os métodos de instalação e a mão de obra a serem empregados. Essas atividades deveriam ser contempladas na graduação, pois são essenciais para o desenvolvimento de um projeto elétrico. Além disso, visitas às obras e estações de trabalho também seriam muito úteis para o desenvolvimento da sensibilidade prática dos alunos.

Os objetivos propostos pelo estágio foram atingidos, tendo em vista a conclusão do projeto elétrico sob responsabilidade do estagiário inclusive, a elaboração da planilha orçamentária e do memorial descritivo. Portanto, o estágio cumpriu o seu papel de proporcionar atividades de aprendizagem profissional e vivência no ambiente de trabalho.

## REFERÊNCIAS

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

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

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 14<sup>a</sup> Edição. LTC. Rio de Janeiro, 2014.

FILHO, Domingos Leite Lima. Projetos de Instalações Elétricas Prediais. 11<sup>a</sup> Edição. Editora Érica. São Paulo, 2007.

Norma de Distribuição Unificada - NDU 001 - ENERGISA: Disponível em: <http://www.energisa.com.br/empresa/Documents/ndu001.pdf>. Acesso em: 13 de outubro de 2016.

Manual de Instruções do Alicata Wattímetro MODELO AW-4600. Disponível em: <http://icel-manaus.com.br/imagens/produtos/aw4600.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

Instalações elétricas residenciais – Prysmian. Disponível em: [http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual\\_instalacao.pdf](http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual_instalacao.pdf). Acesso em: 13 de outubro de 2016.

## APÊNDICE A – MEMORIAL DESCRITIVO

O presente memorial descritivo visa descrever o projeto das instalações elétricas da Central de laboratórios a ser construída no Campus de Cajazeiras da Universidade Federal de Campina Grande. Trata-se de uma edificação com dois pavimentos: térreo e primeiro andar. Foram projetadas as instalações elétricas dos ambientes: sala de aulas, sala de equipamentos, copa, banheiros, sala da coordenação de biologia e laboratório de botânica, todos localizados no primeiro pavimento.

### 1 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

As normas técnicas utilizadas como referência para o projeto foram: ABNT NBR 5410/2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão; ABNT NBR ISSO/CIE 8951/2013 – Iluminação de Ambientes de Trabalho, Parte 1: Interior; Norma de Distribuição Unificada NDU 001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária.

### 2 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

Esta seção trata dos principais aspectos relacionados ao projeto elétrico desenvolvido.

#### 2.1 NÍVEIS DE TENSÃO

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

Tensão para luminárias: 220 V (monofásico).

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

Tensão para condicionadores de ar: 220 V (monofásico).

Tensão para quadros de distribuição: 380 V (trifásico).

## 2.2 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Devem ser utilizados disjuntores termomagnéticos de padrão europeu com curva característica do tipo B e C. São utilizados no projeto disjuntores termomagnéticos monofásicos de 16 A e 25 A (5 kA), disjuntores termomagnéticos trifásicos de 80 A e 100 A (15 kA).

Além dos disjuntores termomagnéticos também são utilizados para proteção dispositivos DR tetrapolar com corrente diferencial residual de 30 mA e corrente nominal de 80 A e 100 A.

## 2.3 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Serão utilizados dois quadros de distribuição, um deles com espaço para 34 circuitos e o outro com espaço para 28 circuitos. Os quadros devem possuir barramentos de cobre do tipo espinha de peixe para as três fases, além dos barramentos de neutro e de terra. Os quadros devem ser para embutir e confeccionados em aço galvanizado. Os circuitos devem ser devidamente identificados na parte interna da tampa de fechamento do quadro

## 2.4 TOMADAS

As tomadas de uso geral devem ser do tipo universal 2P+T de 10 A/250 V. Já as tomadas utilizadas para alimentação dos aparelhos de ar condicionado e outras tomadas de uso específico devem ser do tipo universal 2P+T de 20 A/250 V. Todas as tomadas devem estar em conformidade com a NBR 14136.

## 2.5 INTERRUPTORES

Devem ser utilizados interruptores de 10 A/250 V em conformidade com as normas brasileiras. São empregados interruptores de uma, duas e de três seções. Todos os interruptores devem estar em conformidade com a NBR 60669-2.

## 2.6 ELETRODUTOS

Devem ser utilizados eletrodutos de PVC rígido antichamas nas seções de 3/4", 1" e 2", conforme indicado no desenho do projeto.

## 2.7 CABOS

Para a interligação entre o quadro geral e os quadros de distribuição devem ser utilizados condutores de cobre com isolamento de EPR/XLPE, 90°C, não propagantes de chamas com seções iguais a 35 mm<sup>2</sup> (QD3) e 25 mm<sup>2</sup> (QD4) para os condutores de fase, 25 mm<sup>2</sup> neutro e 16 mm<sup>2</sup> proteção. Para os circuitos terminais deve-se utilizar condutores de cobre com isolamento de PVC, 70°C, com isolamento não propagante de chamas com seções de 2,5 mm<sup>2</sup> e 4 mm<sup>2</sup>, conforme indicado no desenho do projeto.

Para facilitar a identificação, os condutores neutros devem possuir a cor azul-clara, os condutores de proteção devem possuir isolamento verde ou verde e amarela, os condutores de fase devem possuir isolamento com cor diferentes dessas.

## 2.8 ILUMINAÇÃO

Para a iluminação devem ser utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 16 W e de 32 W, luminária para fluorescente tubular de 1x16 W de embutir no teto, luminária para fluorescente tubular de 1x32 W de embutir no teto, luminária para fluorescente tubular de 2x32 W de embutir no teto, e reator com alto fator de potência, superior a 0,92, e baixa taxa de distorção harmônica, inferior a 10 %.

No geral, as luminárias de embutir no teto devem possuir corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alta pureza e refletância.

## 2.9 CAIXAS

Devem ser utilizadas caixas de PVC antichamas embutidas. Serão utilizadas caixas com dimensões de 20x20x10 cm conforme desenho do projeto. Para o circuito do projetor devem ser utilizadas caixas de 4x2'' nas alturas indicadas conforme desenho do projeto.

## 2.10 OUTRAS INFORMAÇÕES

Só devem ser feitas as emendas que forem estritamente necessárias, realizadas necessariamente em caixas de passagem. Os produtos utilizados na instalação elétrica devem possuir certificação do INMETRO.

## APÊNDICE B – CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA								
Segundo NBR - 5858/1983								
Local: SALA DE AULA								
<b>1 Janelas: Insolação</b>								
1	Tipo de Vidro	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	Calor gerado (kcal/h)
C		Norte		240	115	70		-
C		Nordeste		240	95	70		-
C		Leste		270	130	85		-
C		Sudeste		200	85	70		-
C		Sul	8,00	0	0	0	0	-
C		Sudoeste		400	160	115		-
C		Oeste		500	220	150		-
C		Noroeste		350	150	95	350	-
<b>2 Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)</b>								
		Vidro Comum	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
			12,10	50				605,00
		Tijolo de Vidro	-	25				-
<b>3 Paredes:</b>								
		paredes externas	Área (m <sup>2</sup> )	Construção Leve	Construção Pesada	Fator		
		orientação Sul	18,00	13	10	13		234,00
		outra orientação	25,63	20	12	20		512,60
		paredes internas	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
		paredes	47,53	13				617,89
<b>4 Teto:</b>								
			Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
		Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75				-
		Em laje com 2,5cm de isolamento	-	30				-
		Entre andares	2,88	13				37,44
		Sob telhado <b>com</b> isolamento	58,91	18				1.060,38
		Sob telhado <b>sem</b> isolamento	-	50				-
<b>5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)</b>								
			Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
		Piso	58,91	13				765,83
<b>6 Número de Pessoas</b>								
			Número	Fator				
		Em atividade normal	45,00	150				6.750,00
		Em repouso	-	75				-
		Em forte atividade	-	750				-
<b>7 Outras fontes de Calor</b>								
			Potência (W)	Fator				
		Aparelhos elétricos	1.376,00	0,86				1.183,36
		Forno Elétrico	-	0,86				-
		Aparelhos de Grelhar	-	0,86				-
		Mesa Quente	-	0,86				-
		Cafeteiras	-	0,86				-
		Motores	Potência (HP)	Fator				
			-	645				-
		Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator				
			-	16				-

<b>Iluminação</b>		Potência (W)	Fator		
Incandescente		-	1		-
Fluorescente		618,00	0,5		309,00
<b>8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas</b>					
Portas		Área (m <sup>2</sup> )	Fator		
			150		-
<b>9 Sub - Total</b>					em (kcal/h) 11.804,06
<b>10 Fator Geográfico:</b>		<b>0,95</b>	em (kcal/h)		11.213,86
<b>11 Carga Térmica Total</b>					em (kcal/h) 11.213,86
					em (BTU/h) 44.496,58
					em TR 3,71
					em kW 4,35
<b>12 Número de Equipamentos</b>					
		<b>5,9</b>	7.500 BTU	<b>2,5</b>	18.000 BTU
		<b>4,4</b>	10.000 BTU	<b>1,5</b>	30.000 BTU
		<b>3,6</b>	12.500 BTU	<b>0,7</b>	60.000 BTU
Carga Térmica da renovação de ar (BTU): 1,19					
Carga Térmica total (BTU): 44.497,77					

### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA

Segundo NBR - 5858/1983

**Local:** SALA DE EQUIPAMENTOS

<b>1 Janelas: Insolação</b>							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	Calor gerado (kcal/h)
C	Norte		240	115	70		-
C	Nordeste		240	95	70		-
C	Leste		270	130	85	85	-
C	Sudeste		200	85	70	70	-
C	Sul	4,42	0	0	0	0	-
C	Sudoeste		400	160	115		-
C	Oeste		500	220	150		-
C	Noroeste		350	150	95	350	-
<b>2 Janelas: Condução (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)</b>							
		Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
Vidro Comum		4,42	50		221,00		
Tijolo de Vidro		-	25		-		
<b>3 Paredes:</b>							
<b>paredes externas</b>		Área (m <sup>2</sup> )	Construção Leve	Construção Pesada	Fator		
orientação Sul		8,50	13	10			-
outra orientação			20	12	20		-
<b>paredes internas</b>		Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
paredes		52,26	13		679,38		
<b>4 Teto:</b>							
		Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
Em laje exposta ao Sol sem isolamento		-	75		-		
Em laje com 2,5cm de isolamento		-	30		-		
Entre andares			13		-		
Sob telhado <b>com</b> isolamento		28,10	18		505,80		
Sob telhado <b>sem</b> isolamento		-	50		-		

5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)				
	Área (m²)	Fator		
Piso	28,10	13		365,30
6 Número de Pessoas				
	Número	Fator		
Em atividade normal	3,00	150		450,00
Em repouso	-	75		-
Em forte atividade	-	750		-
7 Outras fontes de Calor				
	Potência (W)	Fator		
Aparelhos elétricos	4.200,00	0,86		3.612,00
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		-
	Potência (W)	Fator		
Iluminação Incandescente	-	1		-
Fluorescente	396,00	0,5		198,00
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas				
	Área (m²)	Fator		
Portas		150		-
9 Sub - Total				em (kcal/h) 6.031,48
10 Fator Geográfico: <b>0,95</b>				em (kcal/h) 5.729,91
11 <b>Carga Térmica Total</b>				em (kcal/h) 5.729,91
				em (BTU/h) 22.736,27
				em TR 1,89
				em kW 2,22
12 Número de Equipamentos				
	<b>3,0</b>	7.500 BTU	<b>1,3</b>	18.000 BTU
	<b>2,3</b>	10.000 BTU	<b>0,8</b>	30.000 BTU
	<b>1,8</b>	12.500 BTU	<b>0,4</b>	60.000 BTU
Carga Térmica da renovação de ar (BTU):				1,19
Carga Térmica total (BTU):				22.737,46

### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA

Segundo NBR - 5858/1983

Local: LABORATÓRIO DE BOTÂNICA

1 Janelas: Insolação							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m²)				Fator	Calor gerado (kcal/h)
			Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa		
C	Norte		240	115	70		-
C	Nordeste		240	95	70		-
C	Leste		270	130	85		-
C	Sudeste		200	85	70		-
C	Sul	8,58	0	0	0	0	-
C	Sudoeste		400	160	115		-
C	Oeste		500	220	150		-
C	Noroeste		350	150	95	350	-

2 Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)						
Vidro Comum	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
	10,48	50			524,00	
Tijolo de Vidro	-	25			-	
3 <b>Paredes:</b>						
<b>paredes externas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Construção Leve	Construção Pesada	Fator		
orientação Sul	17,72	13	10	13	230,36	
outra orientação	66,57	20	12	20	1.331,40	
<b>paredes internas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
paredes	77,50	13			1.007,50	
4 Teto:						
	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75			-	
Em laje com 2,5cm de isolamento	-	30			-	
Entre andares		13			-	
Sob telhado <b>com</b> isolamento	57,23	18			1.030,14	
Sob telhado <b>sem</b> isolamento	-	50			-	
5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)						
	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
Piso	57,23	13			743,99	
6 Número de Pessoas						
	Número	Fator				
Em atividade normal	20,00	150			3.000,00	
Em repouso	-	75			-	
Em forte atividade	-	750			-	
7 Outras fontes de Calor						
	Potência (W)	Fator				
Aparelhos elétricos	3.440,00	0,86			2.958,40	
Forno Elétrico	-	0,86			-	
Aparelhos de Grelhar	-	0,86			-	
Mesa Quente	-	0,86			-	
Cafeteiras	-	0,86			-	
Motores	Potência (HP)	Fator				
	-	645			-	
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator				
	-	16			-	
<b>Iluminação</b>	Potência (W)	Fator				
Incandescente	-	1			-	
Fluorescente	576,00	0,5			288,00	
8 amente abertos para áreas não condicionadas						
Portas	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
		150			-	
9 Sub - Total					em (kcal/h) 10.883,43	
10 Fator Geográfico: <b>0,95</b>					em (kcal/h) 10.339,26	
11 <b>Carga Térmica Total</b>					em (kcal/h) 10.339,26	
					em (BTU/h) 41.026,18	
					em TR 3,42	
					em kW 4,01	

12 Número de Equipamentos							
	5,5	7.500 BTU		2,3	18.000 BTU		
	4,1	10.000 BTU		1,4	30.000 BTU		
	3,3	12.500 BTU		0,7	60.000 BTU		
Carga Térmica da renovação de ar (BTU): 1,19							
Carga Térmica total (BTU): 41.027,37							
<b>CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA</b>							
Segundo NBR - 5858/1983							
<b>Local:</b> COORDENAÇÃO DE BOTÂNICA							
<b>1 Janelas: Insolação</b>							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m²)	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	Calor gerado (kcal/h)
C	Norte		240	115	70		-
C	Nordeste		240	95	70		-
C	Leste		270	130	85	85	-
C	Sudeste		200	85	70	70	-
C	Sul	4,42	0	0	0	0	-
C	Sudoeste		400	160	115		-
C	Oeste		500	220	150		-
C	Noroeste		350	150	95	350	-
<b>2 Janelas: Condução</b> (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)							
		Área (m²)	Fator				
	Vidro Comum	4,42	50				221,00
	Tijolo de Vidro	-	25				-
<b>3 Paredes:</b>							
	paredes externas	Área (m²)	Construção Leve	Construção Pesada		Fator	
	orientação Sul	8,50	13	10			-
	outra orientação	7,70	20	12		20	154,00
	paredes internas	Área (m²)	Fator				
	paredes	46,10	13				599,30
<b>4 Teto:</b>							
		Área (m²)	Fator				
	Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75				-
	Em laje com 2,5cm de isolamento	-	30				-
	Entre andares		13				-
	Sob telhado com isolamento	22,48	18				404,64
	Sob telhado sem isolamento	-	50				-
<b>5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)</b>							
		Área (m²)	Fator				
	Piso	22,48	13				292,24
<b>6 Número de Pessoas</b>							
		Número	Fator				
	Em atividade normal	4,00	150				600,00
	Em repouso	-	75				-
	Em forte atividade	-	750				-
<b>7 Outras fontes de Calor</b>							
		Potência (W)	Fator				
	Aparelhos elétricos	1.204,00	0,86				1.035,44

Forno Elétrico	-	0,86	-
Aparelhos de Grelhar	-	0,86	-
Mesa Quente	-	0,86	-
Cafeteiras	-	0,86	-
Motores	Potência (HP)	Fator	
	-	645	-
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator	
	-	16	-
Iluminação	Potência (W)	Fator	
Incandescente	-	1	-
Fluorescente	166,00	0,5	83,00
8	Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas		
Portas	Área (m²)	Fator	
		150	-
9	Sub - Total		em (kcal/h) 3.389,62
10	Fator Geográfico:	<b>0,95</b>	em (kcal/h) 3.220,14
11	<b>Carga Térmica Total</b>		em (kcal/h) 3.220,14
			em (BTU/h) 12.777,51
			em TR 1,06
			em kW 1,25
12	Número de Equipamentos		
	<b>1,7</b>	7.500 BTU	<b>0,7</b> 18.000 BTU
	<b>1,3</b>	10.000 BTU	<b>0,4</b> 30.000 BTU
	<b>1,0</b>	12.500 BTU	<b>0,2</b> 60.000 BTU
Carga Térmica da renovação de ar (BTU):		1,19	
Carga Térmica total (BTU):		12.778,70	

## APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS

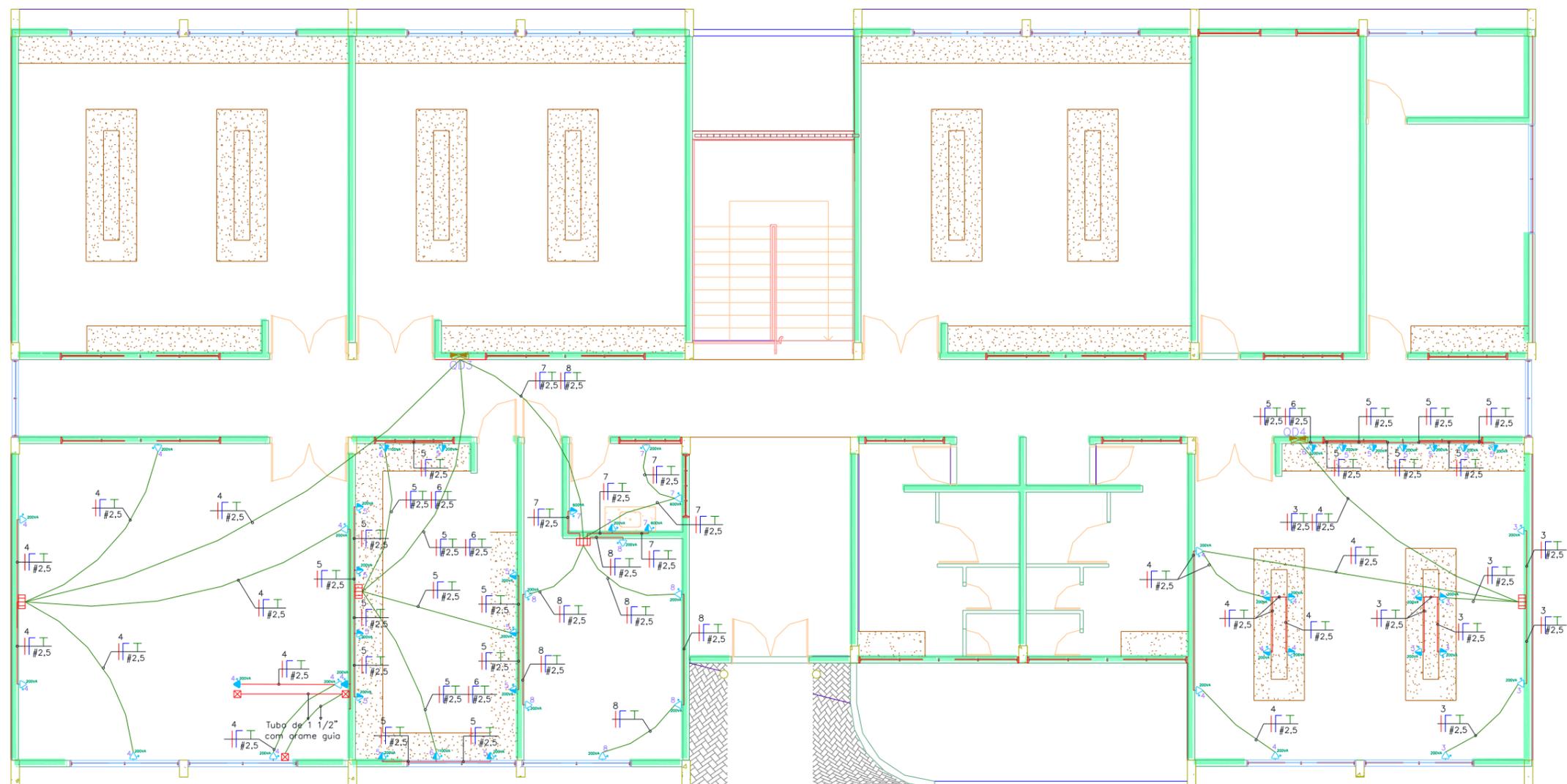
1.23 - Quadro de distribuição, capacidade para 36 circuitos (QD3)		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 36 DISJUNTORES DIN, 100 A	un	1,00	576,76	576,76	00039762/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	un	28,00	7,72	216,16	00034653/SINAPI
DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 mA, CORRENTE DE 100 A, TIPO AC	un	1,00	273,74	273,74	39449/SINAPI
Disjuntor tripolar 100 A, com caixa moldada, corrente interrupção 20KA	un	1,00	316,60	316,60	09191/ORSE
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	11,30	0,00	0,00	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	10,40	0,00	0,00	88247/SINAPI
				1.383,26	
				0,00	
				<b>1.383,26</b>	

1.25 - Quadro de distribuição, capacidade para 28 circuitos (QD4)		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	un	1,00	541,26	541,26	00013396/SINAPI
DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	un	22,00	7,72	169,84	00034653/SINAPI
Disjuntor termomagnético tripolar 80 A com caixa moldada 10 Ka	un	1,00	320,12	320,12	09294/ORSE
DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 mA, CORRENTE DE 80 A, TIPO AC	un	1,00	275,76	275,76	39458/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	9,50	13,88	131,86	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	8,50	11,20	95,20	88247/SINAPI
				1.306,98	
				227,06	
				<b>1.534,04</b>	

1.24 - Rede elétrica 35 mm <sup>2</sup> para QD3 - 0,6/1 kV		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 35 mm <sup>2</sup> (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. (Eprotenax-G7 ou similar)	m	1,00	17,50	17,50	04117/ORSE
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 25 mm <sup>2</sup> (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 azul clara para o neutro. (Eprotenax-G7 ou similar)	m	1,00	12,80	12,80	04116/ORSE
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 16 mm <sup>2</sup> (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), cor verde ou verde e amarela para o terra.	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	m	1,00	4,75	4,75	2680/SINAPI
Luva PVC roscavel p/ eletroduto 1 1/2"	un	0,24	1,63	0,39	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".	un	0,12	2,62	0,31	1875/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/2", PARA ELETRODUTO	un	0,12	1,39	0,17	39212/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/2", PARA ELETRODUTO	un	0,12	1,58	0,19	39178/SINAPI
TERMINAL A COMPRESSAO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 25 MM2, 1 FURO E 1 COMPRESSAO, PARA PARAFUSO DE FIXACAO M8	un	0,18	0,98	0,18	1576/SINAPI
TERMINAL A COMPRESSAO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 16 MM2, 1 FURO E 1 COMPRESSAO, PARA PARAFUSO DE FIXACAO M6	un	0,18	0,71	0,13	1575/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,98	13,88	13,66	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,40	11,20	15,68	88247/SINAPI
				43,92	
				29,34	
				<b>73,25</b>	

1.26 - Rede elétrica 25 mm <sup>2</sup> para QD4 - 0,6/1 kV		Quantidade	Preço unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	jul/16
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 25 mm <sup>2</sup> (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)	m	1,00	12,80	12,80	04116/ORSE
Cabo flexível composto por fios de cobre eletrolítico, seção circular de 16 mm <sup>2</sup> (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)	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 1/4" - sem luva	m	1,00	4,32	4,32	2684/SINAPI
Luva em PVC rígido roscavel, de 1 1/4", para eletroduto	un	0,22	1,19	0,26	1902/SINAPI
Curva 90° em pvc, antichama com rosca, para eletroduto linha pesada para embutir (preta) em acordo com a NBR 15465 com 1 1/4".	un	0,11	2,16	0,24	1874/SINAPI
ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/4", PARA ELETRODUTO	un	0,11	1,25	0,14	39211/SINAPI
BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1 1/4", PARA ELETRODUTO	un	0,11	1,43	0,16	39177/SINAPI
TERMINAL A COMPRESSAO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 16 MM2, 1 FURO E 1 COMPRESSAO, PARA PARAFUSO DE FIXACAO M6	un	0,16	0,71	0,11	1575/SINAPI
ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,53	13,88	7,40	88264/SINAPI
AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,36	11,20	15,23	88247/SINAPI
				25,53	
				22,63	
				<b>48,16</b>	

## APÊNDICE D – PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD®



- ☒ Ponto para cabo de lógica com caixa 4x2 no teto, inclusive com arame guia
- ☒ Ponto para cabo de lógica com caixa 4x2 na parede (H=2,20 cm), inclusive com arame guia
- ☒ Ponto para cabo de lógica com caixa 4x2 na parede (H=30 cm), inclusive com arame guia
- 🔌 Tomada de uso geral a 2,2 m de altura
- 🔌 Tomada de uso geral a 1,2 m de altura
- 🔌 Tomada de uso geral a 0,3 m de altura
- ☐ Caixa de passagem 20x20x15
- Eletroduto PVC embutido na parede/teto
- Eletroduto PVC embutido no piso



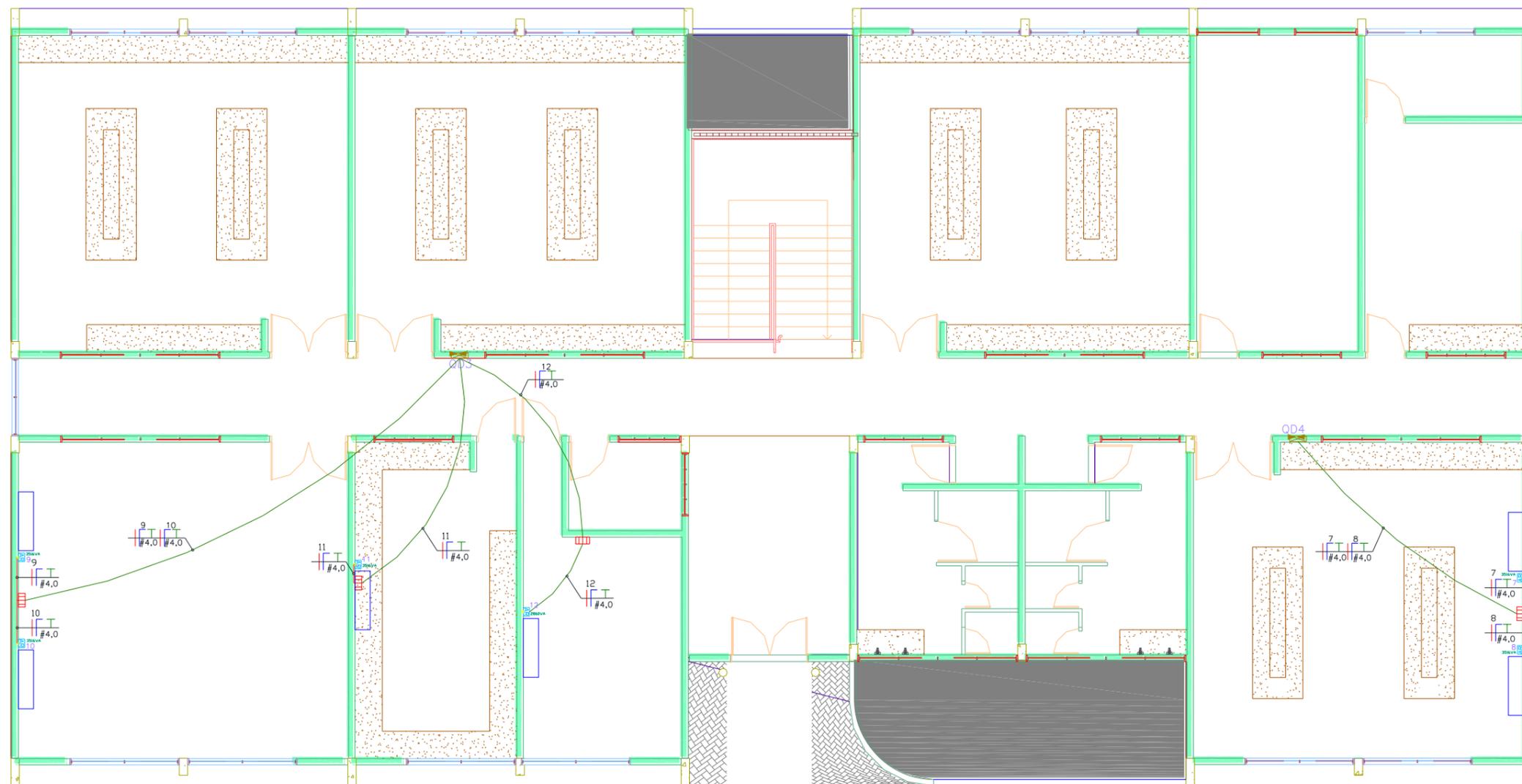
UFPG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 ENGENHEIRO ELETRICISTA:

PROJETO ELÉTRICO LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
 LOCAL CAMPUS CAJAZEIRAS  
 REQUERENTE

DESENHO PONTOS DE FORÇA  
 ESCALA 1/100  
 DATA OUTUBRO 2016

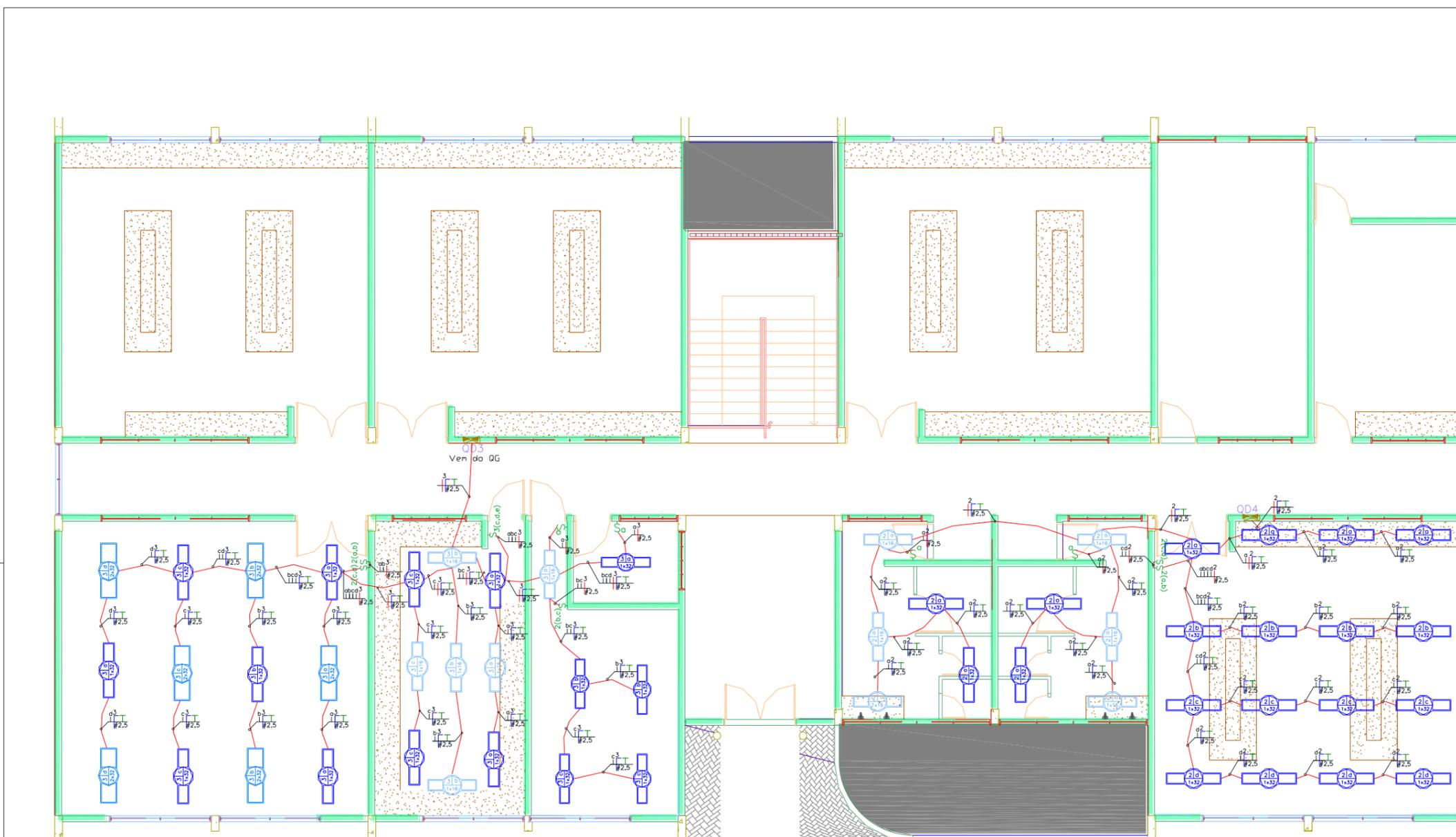
OBSERVAÇÕES:

PRANCHA  
 01 / 05



- 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

<b>UFPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA:		
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE	LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOLOGIA CAMPUS CAJAZEIRAS	PRANCHA <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">02</span> / 05
DESENHO ESCALA DATA	PONTOS DE AR CONDICIONADO 1/100 OUTUBRO 2016	OBSERVAÇÕES:



— Eletroduto PVC embutido na parede/teto

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

Luminária com fluorescente tubular 1x32W de EMBUTIR, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alta pureza (99,85%) e refletância, instalada no TETO.

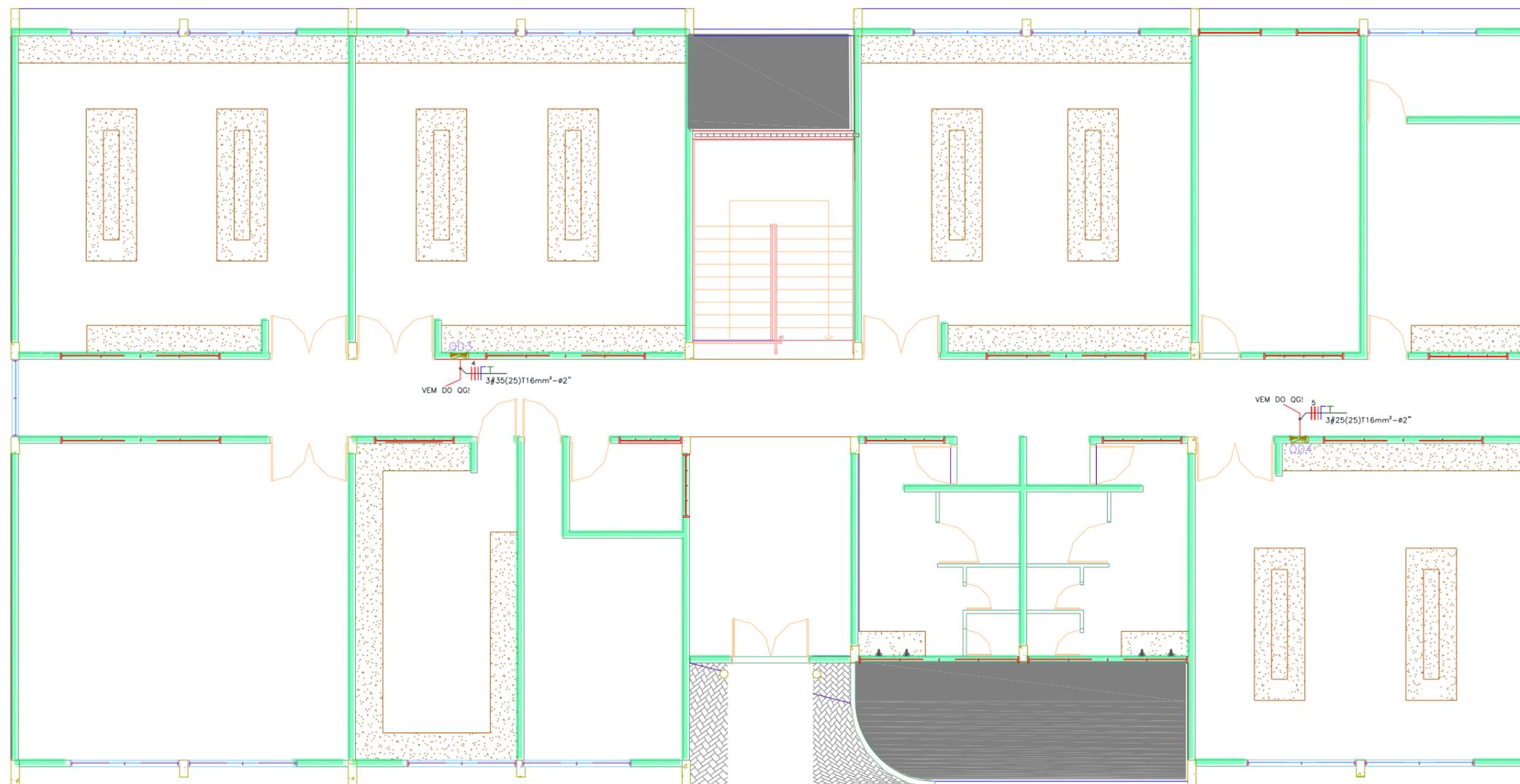
Luminária com fluorescente tubular 1x16W de EMBUTIR, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alta pureza (99,85%) e refletância, instalada no TETO.

$S_n$  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

 <b>UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA:		PRANCHA <b>03 / 05</b>
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE	LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOLOGIA CAMPUS CAJAZEIRAS	
DESENHO ESCALA DATA	PONTOS DE ILUMINAÇÃO 1/100 OUTUBRO 2016	OBSERVAÇÕES:



ODX  
 Quadro de Distribuição ODX

— Eletroduto PVC embutido na parede/teto  
 — Eletroduto PVC embutido no piso



UFPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 ENGENHEIRO ELETRICISTA:

PROJETO ELÉTRICO LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
 LOCAL CAMPUS CAJAZEIRAS  
 REQUERENTE

PRANCHA

04 / 05

DESENHO REDE DE ALIMENTAÇÃO  
 ESCALA 1/100  
 DATA OUTUBRO 2016

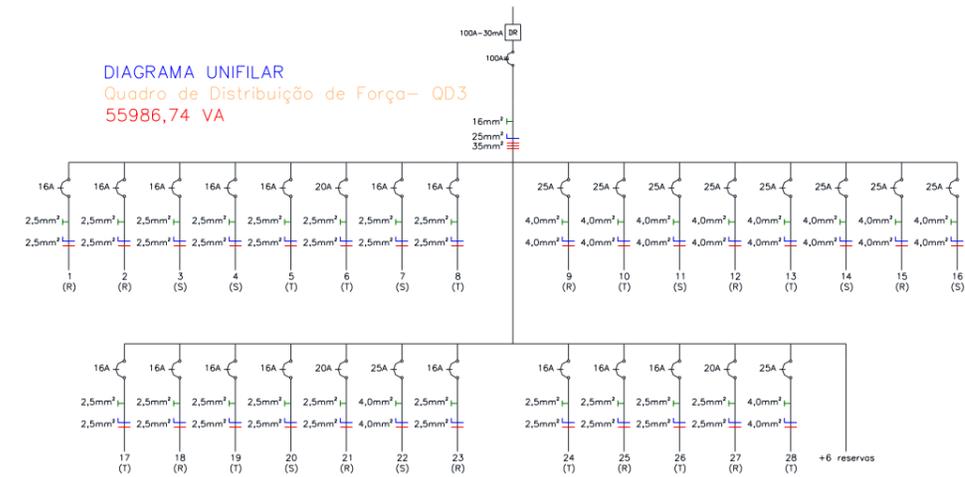
OBSERVAÇÕES:

DIAGRAMA UNIFILAR DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E QUADRO GERAL

QUADRO DE CARGA  
Quadro de Distribuição de Força - QD3

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	NF	SEÇÃO (mm²)	DISJUNTOR (A)	FASE
1	ILUMINAÇÃO	1.340,00	220	6,09	M	2,50	16	R
2	ILUMINAÇÃO	797,00	220	3,93	M	2,50	16	R
3	ILUMINAÇÃO	1.277,74	220	5,81	M	2,50	16	S
4	TOMADAS	1.800,00	220	8,18	M	2,50	16	S
5	TOMADAS	2.000,00	220	9,09	M	2,50	16	T
6	TOMADAS	2.200,00	220	10,00	M	2,50	16	T
7	TOMADAS	2.200,00	220	10,00	M	2,50	16	S
8	TOMADAS	1.400,00	220	6,36	M	2,50	16	T
9	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	R
10	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	T
11	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	S
12	AR COND. 18000 BTUS	2.860,00	220	13,00	M	4,00	25	R
13	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	T
14	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	S
15	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	R
16	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	S
17	TOMADAS	1.300,00	220	5,91	M	2,50	16	T
18	TOMADAS	700,00	220	3,18	M	2,50	16	R
19	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	T
20	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	S
21	TOMADAS	1800,00	220	8,18	M	2,50	20	R
22	TOMADAS	2200,00	220	10,00	M	4,00	25	S
23	TOMADAS	1500,00	220	6,82	M	2,50	16	R
24	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	T
25	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	R
26	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	T
27	TOMADAS	1800,00	220	8,18	M	2,50	20	R
28	TOMADAS	2200,00	220	10,00	M	4,00	25	T
-	TOTAL	55.986,74	380	85,06	T	35,00	100	RST

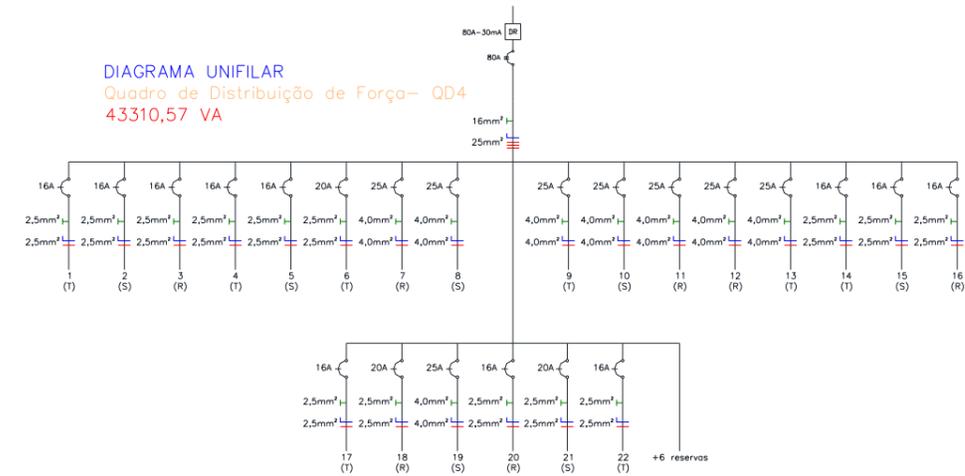
DIAGRAMA UNIFILAR  
Quadro de Distribuição de Força - QD3  
55986,74 VA



QUADRO DE CARGA  
Quadro de Distribuição de Força - QD4

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	NF	SEÇÃO (mm²)	DISJUNTOR (A)	FASE
1	ILUMINAÇÃO	1.407,00	220	6,40	M	2,50	16	T
2	ILUMINAÇÃO	869,57	220	3,95	M	2,50	16	S
3	TOMADAS	1.400,00	220	6,36	M	2,50	16	R
4	TOMADAS	1.400,00	220	6,36	M	2,50	16	T
5	TOMADAS	1.200,00	220	5,45	M	2,50	16	S
6	TOMADAS	2.200,00	220	10,00	M	2,50	20	T
7	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	R
8	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	S
9	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	T
10	AR COND. 24000 BTUS	3.516,00	220	15,98	M	4,00	25	S
11	AR COND. 18000 BTUS	2.860,00	220	13,00	M	4,00	25	R
12	AR COND. 18000 BTUS	2.860,00	220	13,00	M	4,00	25	R
13	AR COND. 9000 BTUS	1.650,00	220	7,50	M	4,00	25	T
14	TOMADAS	1500,00	220	6,82	M	2,50	16	T
15	TOMADAS	900,00	220	4,09	M	2,50	16	S
16	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	R
17	TOMADAS	800,00	220	3,64	M	2,50	16	T
18	TOMADAS	1800,00	220	8,18	M	2,50	20	R
19	TOMADAS	2200,00	220	10,00	M	4,00	25	S
20	TOMADAS	1200,00	220	5,45	M	2,50	16	R
21	TOMADAS	2200,00	220	10,00	M	2,50	20	S
22	TOMADAS	2000,00	220	9,09	M	2,50	16	T
-	TOTAL	43.310,57	380	65,80	T	25,00	80	RST

DIAGRAMA UNIFILAR  
Quadro de Distribuição de Força - QD4  
43310,57 VA



- Dispositivo diferencial residual Trifásico
- Disjuntor Trifásico
- Disjuntor Monofásico
- Condutores Fase, Neutro e Terra, respectivamente.

UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
ENGENHEIRO ELETRICISTA:

PROJETO ELÉTRICO: LABORATÓRIO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
LOCAL REQUERENTE: CAMPUS CAJAZEIRAS

PRANCHA 05 / 05

DESENHO: DIAGRAMA UNIFILAR E QUADROS DE CARGA  
ESCALA: 1/100  
DATA: OUTUBRO 2016

OBSERVAÇÕES:

## ANEXO A – PROJETO LUMINOTÉCNICO

O projeto luminotécnico contido neste anexo foi desenvolvido por outros estagiários da PU/Projetos e fornecido ao estagiário para dimensionamento dos comandos, circuitos e proteções.

Ps.: O ambiente “Sala 1” corresponde aos ambientes dos banheiros.

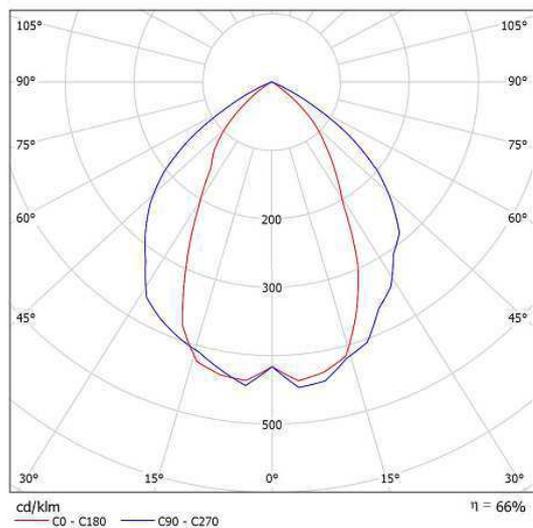
## LUMICENTER CAA01-E116 / Folha de dados de luminária



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

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

Emissão luminosa 1:



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

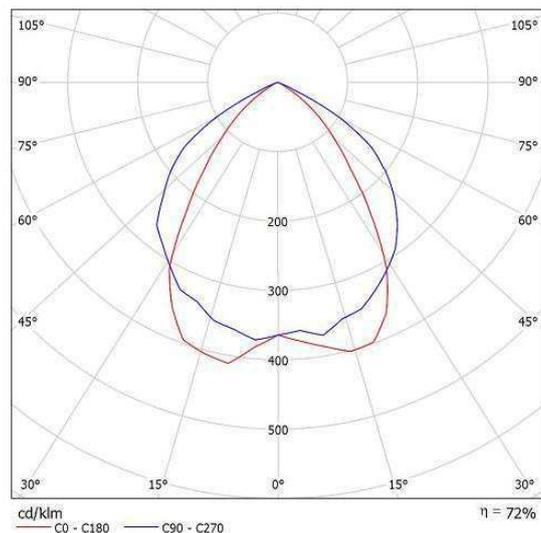
## LUMICENTER CAA01-E232 / Folha de dados de luminária



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

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

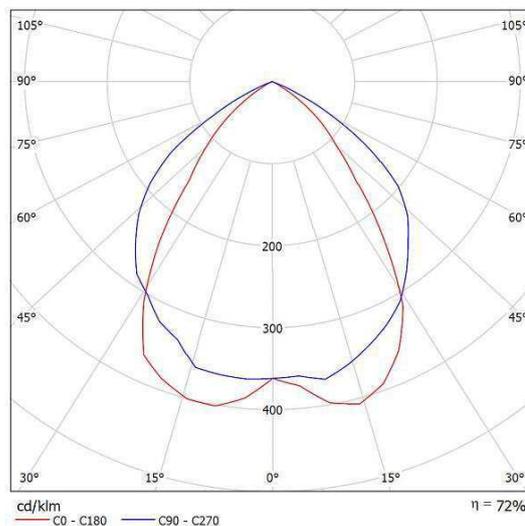
Emissão luminosa 1:



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

## LUMICENTER CAA01-E132 / Folha de dados de luminária

Emissão luminosa 1:

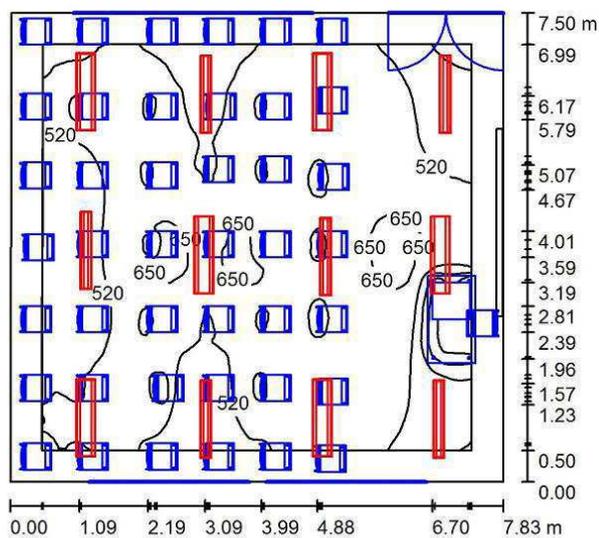


Classificação de luminárias conforme CIE: 100  
Código de Fluxo (CIE): 70 97 100 100 72

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

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

## Sala de Aula / Resumo

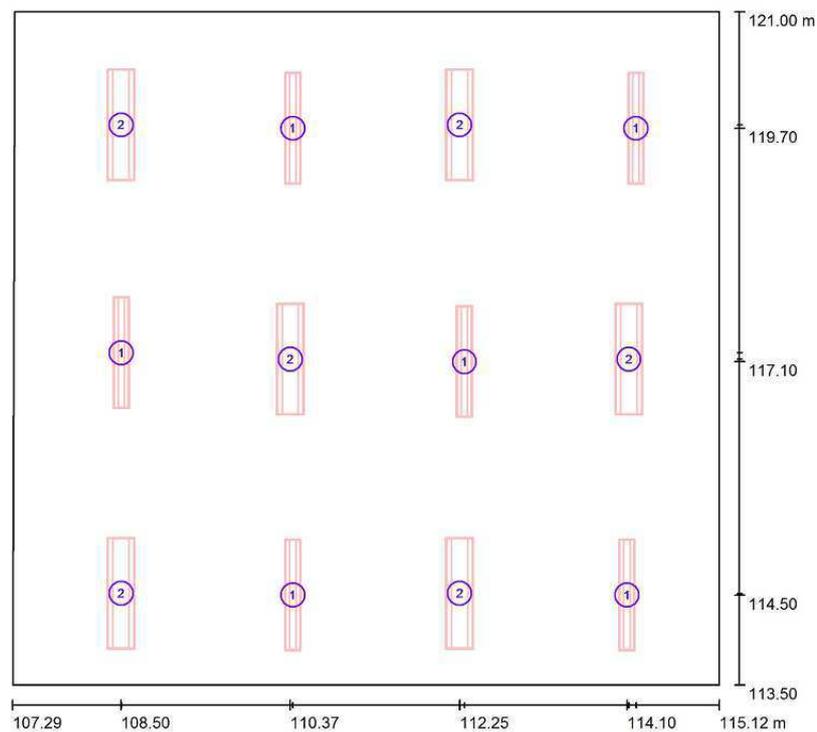


Altura da sala: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:97

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	544	52	692	0.096
Solo	54	412	129	600	0.313
Tecto	73	190	129	223	0.677
Paredes (4)	73	241	61	584	/

### Sala de Aula / Luminárias (Localização)

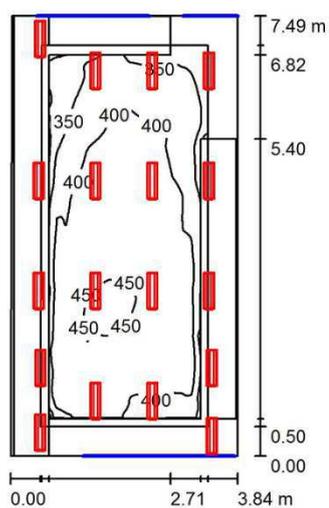


Escala 1 : 56

#### Lista de luminárias

Nº	Unid.	Denominação
1	6	LUMICENTER CAA01-E132
2	6	LUMICENTER CAA01-E232

### Sala de Equipamentos / Resumo

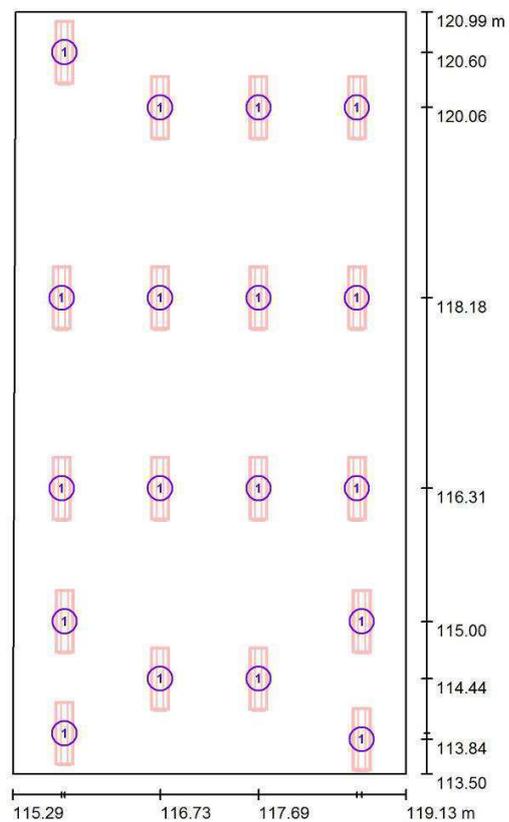


Altura da sala: 2.900 m, Altura de montagem: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:97

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	405	234	460	0.578
Solos (21)	49	172	2.69	454	/
Tecto	73	132	95	184	0.724
Paredes (4)	73	155	15	840	/

## Sala de Equipamentos / Luminárias (Localização)

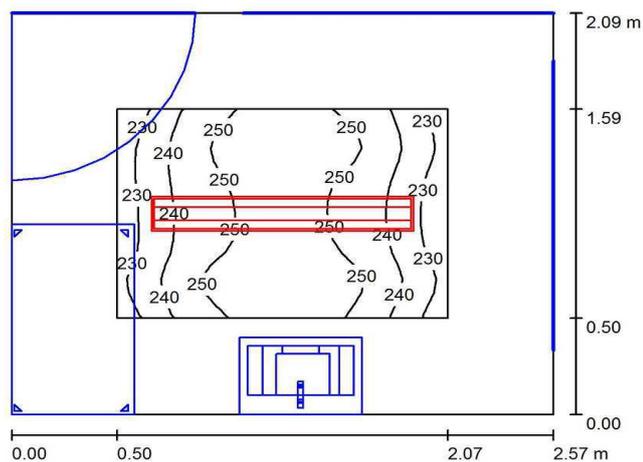


Escala 1 : 51

## Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação
1	18	LUMICENTER CAA01-E116

## Copa / Resumo

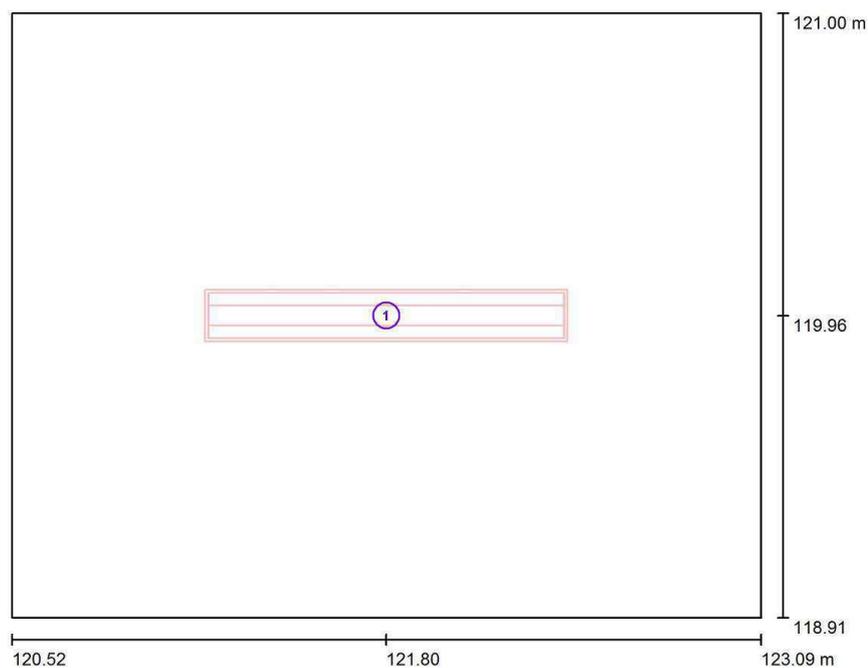


Altura da sala: 2.900 m, Altura de montagem: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:27

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	245	222	260	0.908
Solo	54	150	34	183	0.223
Tecto	73	73	52	86	0.718
Paredes (4)	73	116	26	200	/

## Copa / Luminárias (Localização)

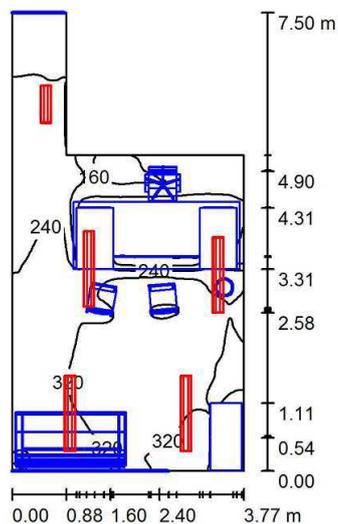


Escala 1 : 19

## Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação
1	1	LUMICENTER CAA01-E132

## Coordenação / Resumo

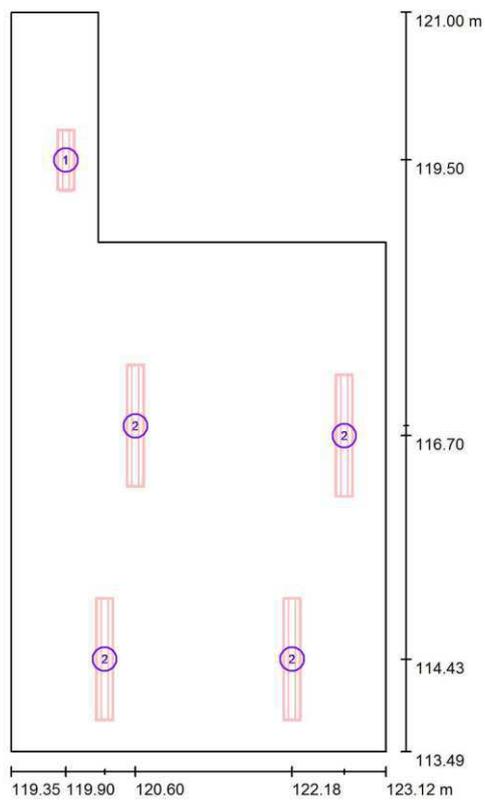


Altura da sala: 2.900 m, Altura de montagem: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:97

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	248	20	391	0.082
Solo	54	165	9.46	331	0.057
Tecto	73	92	46	123	0.501
Paredes (6)	73	115	16	448	/

### Coordenação / Luminárias (Localização)

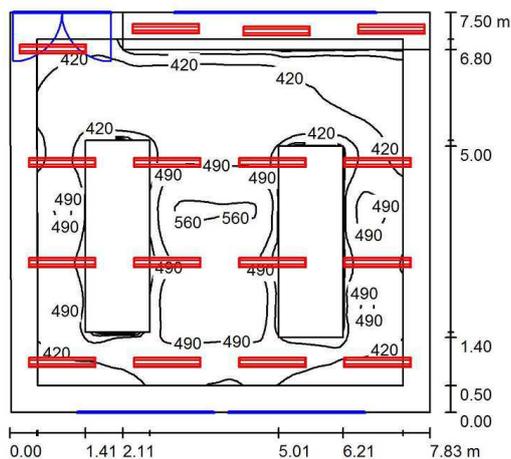


Escala 1 : 51

#### Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação
1	1	LUMICENTER CAA01-E116
2	4	LUMICENTER CAA01-E132

### Laboratório / Resumo

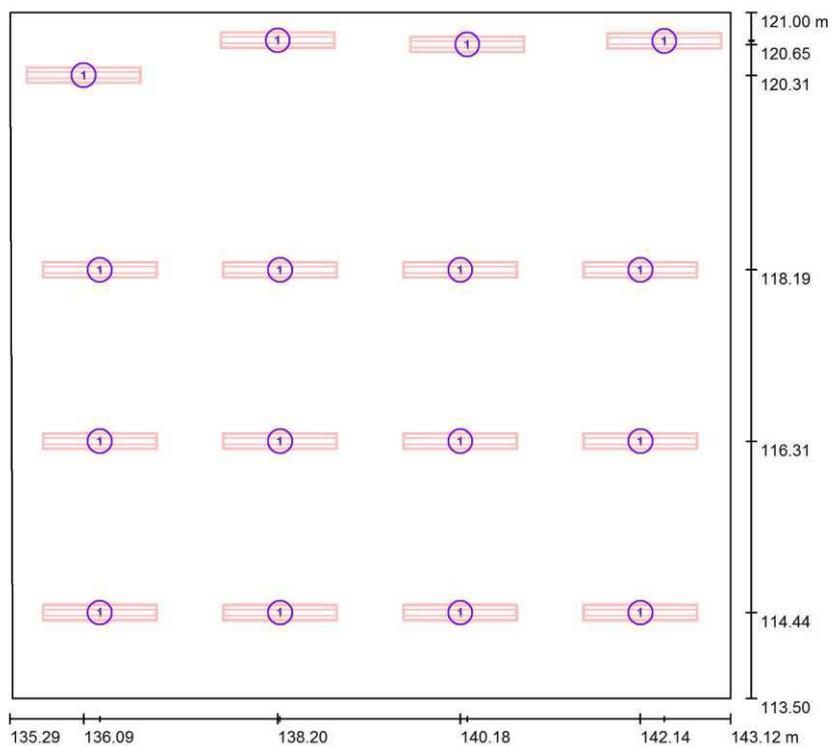


Altura da sala: 2.900 m, Altura de montagem: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:97

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	453	253	569	0.559
Solo	54	301	20	517	0.067
Tecto	73	176	124	270	0.704
Paredes (4)	73	249	54	975	/

## Laboratório / Luminárias (Localização)

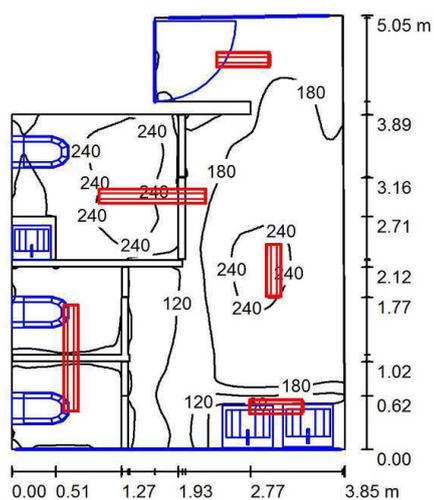


Escala 1 : 56

## Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação
1	16	LUMICENTER CAA01-E132

## Sala 1 / Resumo

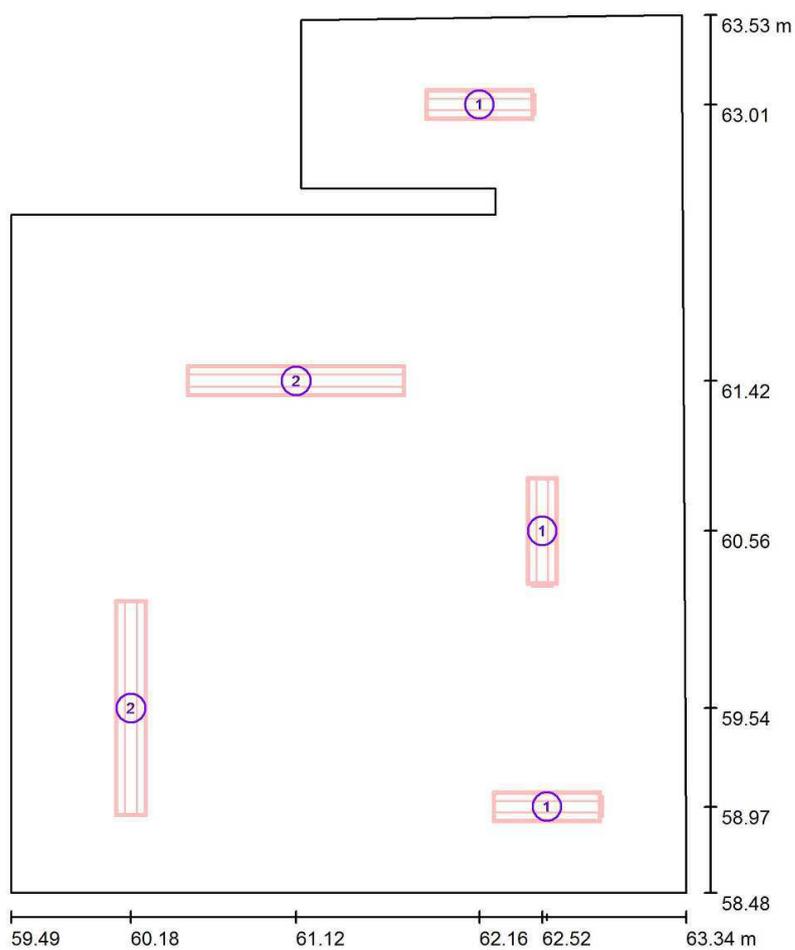


Altura da sala: 2.900 m, Altura de montagem: 2.900 m, Factor de manutenção: 0.80

Valores em Lux, Escala 1:65

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	183	14	279	0.078
Solo	54	134	28	193	0.210
Tecto	73	81	46	118	0.567
Paredes (8)	73	112	26	353	/

### Sala 1 / Luminárias (Localização)



Escala 1 : 35

#### Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação
1	3	LUMICENTER CAA01-E116
2	2	LUMICENTER CAA01-E132