



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

NAYARA INGRID LISBOA SANTOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba  
Fevereiro de 2017

NAYARA INGRID LISBOA SANTOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.  
Orientador

Campina Grande, Paraíba  
Fevereiro de 2017

NAYARA INGRID LISBOA SANTOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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 Célio Anésio da Silva, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

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

Agradeço à minha avó, Maria Ferreira dos Santos, que sempre me incentivou a estudar, não medindo esforços para me proporcionar a melhor educação, se hoje estou alcançando essa vitória é graças a ela.

Agradeço ao meu pai, Noé Pereira dos Santos Filho, que sempre esteve comigo me apoiando e me fortalecendo para que eu me dedique e faça o meu melhor.

Agradeço a minha mãe, Maria do Socorro Lisboa, que infelizmente não está mais entre nós, mais que sempre acreditou em mim e me incentivou para que eu lutasse pelos meus sonhos, me apoiando com o todo o seu amor.

Agradeço ao meu noivo, Khelvin, que está sempre ao meu lado, me dando suporte, e estando comigo nos momentos de dificuldades me ajudando a lutar pelos meus objetivos.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida, em especial as minhas tias Noelma, Socorro e Francisca por sempre me dar força ao lado da minha avó, acreditando sempre nos meus sonhos e me ajudando da melhor forma possível.

Agradeço a todos os meus amigos que sempre estão comigo e que sei que posso contar com cada um. Quero agradecer em especial aos meus amigos do curso por estar sempre comigo batalhando dia-a-dia, estudando e tornando os meus dias mais felizes.

Agradeço ao Prof. Leimar por ter aceito a participação da banca e pelas orientações concebidas.

Agradeço também ao Prof. Célio Anésio pela oportunidade de trabalho e aprendizado.

Agradeço ao Prof. Washington Luiz Araújo Neves por ter aceito ser supervisor do Estágio.

Enfim, agradeço a cada pessoa que sempre esteve comigo, sempre me deu palavras de carinho e de força e dizer que finalmente consegui o meu objetivo, e que cada um de vocês foram essenciais para a minha trajetória até aqui.

*“ Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem  
foram conquistadas do que parecia impossível.”*

Charles Chaplin.

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido durante a atividade de Estágio Supervisionado realizado pela aluna Nayara Ingrid Lisboa Santos, concluinte do curso de graduação em Engenharia Elétrica, no Laboratório de Sistemas Elétricos (LSP) que pertence ao Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da Universidade Federal de Campina Grande. O trabalho foi dividido em etapas das quais consistiu em detectar problemas na instalação de fornos MUFLAS, instalados no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste (CERTBIO) que ocasionaram oscilações de tensões, picos de correntes elevadas e danos em equipamentos, sugeriu-se e implementou uma solução para resolver o problema que estava interferindo nas atividades realizadas pelo laboratório. Realizou-se a atualização parcial do projeto de instalações elétricas do laboratório. Como ferramentas metodológicas utilizou-se os *softwares* *AutoCAD*® e *Excel*®, e ferramentas para como multímetro e chaves de fendas.

**Palavras-chave:** Instalações elétricas prediais, Fornos MUFLAS, projeto elétrico.

# ABSTRACT

This work was developed during the Supervised Internship activity developed by the student Nayara Ingrid Lisboa Santos, who completed the undergraduate course in Electrical Engineering, at the Electrical Systems Laboratory (LSP), belonging to the Department of Electrical Engineering (DEE) of the Federal University of Campina Grande. The work was divided into stages that consisted of detecting problems in the installation of MUFLAS furnaces, installed in the Laboratory of Evaluation and Development of Northeastern Biomaterials (CERTBIO) that caused oscillations of tensions, high current peaks and damages in equipment, it was suggested And implemented a solution to solve the problem that was interfering in the activities developed by the laboratory. A partial updating of the laboratory's electrical installations project was carried out. As methodological tools were used the software AutoCAD® and Excel®, and tools such as multimeter and screwdrivers.

**Keywords:** Building electrical installations, Furnaces MUFLAS, electrical design.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração do Forno Mufla.....	20
Figura 2: Apresentação Geral do Forno.....	21
Figura 3: Apresentação Painel Elétrico. ....	22
Figura 4: Controlador FE50RPN.....	22
Figura 5: Quadro de distribuição do segundo pavimento. ....	24
Figura 6: Emenda dos condutores neutro e terra. ....	25
Figura 7: Filtro.....	25
Figura 8: Disjuntores dos fornos. ....	26
Figura 9: Chegada dos fios no forno 2 ....	26
Figura 10: Tomada de 5 pinos. ....	27
Figura 11: Quadro geral: (a) antes; (b) depois. ....	28
Figura 12: Conector (a) anterior; (b) novo. ....	28
Figura 13: Caixa de passagem externa. ....	29
Figura 14: Quadro de distribuição dos fornos: (a) antes; (b) depois.....	29



# LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações dos quadros de Distribuição do primeiro pavimento. ....	30
Tabela 2: Informações dos quadros de Distribuição do segundo pavimento.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CERTBIO	Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste
LSP	Laboratório de Sistemas de Potência
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
UAEMa	Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
PU	Prefeitura Universitária

# LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampere
W	Watt
V	Volt
m	Metro
mm <sup>2</sup>	Milímetro cuadrado
$\Omega$	Resistencia eléctrica

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Local do Estágio .....	14
1.2	Motivação do Trabalho .....	14
1.3	Estrutura do Trabalho .....	15
2	Fundamentação Teórica.....	16
2.1	Normas Técnicas.....	16
2.1.1	NBR 5410.....	17
2.1.2	NDU 001 .....	17
2.1.3	NDU 002 .....	17
2.2	Estudo de Seletividade .....	18
2.3	Queda de tensão .....	18
2.4	Forno MUFLA.....	19
3	Atividades do Estágio.....	23
3.1	Material Utilizado .....	23
3.2	Testes Iniciais .....	23
3.3	Inspeção das Instalações .....	24
3.4	Acompanhamento de Manutenção.....	27
3.5	Atualização do Projeto Elétrico .....	29
4	Considerações Finais .....	32
	Referências .....	33
	ANEXO A - Projeto Elétrico Fornecido pela PU.....	34
	ANEXO B – Projeto Arquitetônico Fornecido pela PU .....	38
	ANEXO C – Atualização do Projeto Elétrico .....	40
	ANEXO D – Planilha do Excel com a divisão dos circuitos.....	45

# 1 INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado cujas atividades são descritas neste relatório teve duração de 180 horas e foi realizado no Laboratório de Sistemas Elétricos (LSP), durante o período de 14 de novembro de 2016 até 17 de fevereiro de 2017, sob orientação do professor Célio Anésio da Silva e supervisão do professor Washington Luiz Araújo Neves.

O estágio supervisionado é de extrema importância para a consolidação dos estudos e formação acadêmica do curso de Engenharia Elétrica, além de ser obrigatória para obtenção do diploma de Engenheira Eletricista.

O estágio teve como objetivo a resolução do problema referente ao forno MUFLA, instalado no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste - CERTBIO. Para este propósito, desenvolveram-se atividades como: testes de funcionamento; inspeção das instalações elétricas e acompanhamento de manutenção das instalações. Por fim, realizou-se a atualização parcial do prédio do CERTBIO, fornecido pela Prefeitura Universitária (PU), referente à parte do prédio que pertence ao curso de Engenharia de Materiais.

O prédio contém três pavimentos, térreo, primeiro e segundo andar, dessa forma o projeto foi dividido entre dois estagiários. Este relatório apresenta as atividades relacionadas à instalação elétrica, apenas no primeiro e no segundo pavimento, que compreende o Laboratório de Processamento 1 e 2, Sala de Balança, Ambiente de Pesquisadores, Laboratório de Ensaio Químico, Sala de Estufas, Laboratório de Caracterização de Materiais 1 e 2, Laboratório de Microbiologia, Autoclave, Sala de Projetos, NGI-Núcleos de Gestão de Informação, Sala de Reunião, Sala de cromatografia, Área de Recebimento de Biomateriais, Laboratório de Processamento 3, Laboratório de Ensaio Biológicos 2 e 3, Preparação de Amostras, Depósitos, banheiro masculino e feminino, corredor e escadas pertencentes aos dois pavimentos.

O projeto elétrico foi desenvolvido com a utilização do *software* AutoCAD, a divisão dos circuitos terminais foram baseadas no projeto elétrico já existente e nos quadros de distribuição presentes em cada andar.

## 1.1 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado foi realizado no Laboratório de Sistemas Elétricos de Potência (LSP), do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Para o cumprimento das atividades, foi disponibilizada a sala de Laboratório de Simulações (LabSim).

As atividades em campo desenvolvidas constituíram de atividades no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste (CERTBIO), na UFCG vinculado à Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais (UAEMA).

O CERTBIO tem atuado no desenvolvimento e avaliação de biomateriais, adicionalmente à formação científica de acadêmicos da graduação e pós-graduação, buscando introduzir conhecimentos em gestão da qualidade, desenvolvimento de produtos e avaliação tecnológica, estimular o empreendedorismo na área de Ciência e Tecnologia e estabelecer-se como Centro de Referência na Ciência e Engenharia de Biomateriais no país. Ele ainda contribui com realização de ensaios de caracterização e serviços prestados ao Sistema Único de Saúde (SUS) e comunidade em geral.

## 1.2 MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

A motivação deste trabalho surgiu da necessidade de um estágio para integralizar o curso de Engenharia Elétrica e aproveitou-se a grande oportunidade de estagiar em um laboratório (CERTBIO) que tem o certificado pelo INMETRO como sendo um dos três laboratórios do Brasil que possui esse certificado para a realização de testes em próteses mamária.

Apesar de toda a evolução do laboratório, apresentou-se alguns problemas e erros de engenharia, devido ao grande aumento de equipamentos instalados e a expansão da estrutura do laboratório. Dessa forma, constatou-se que fornos MUFLAS instalados na sala de preparação de amostra do laboratório estavam a mais de um ano sem funcionar prejudicando a continuidade do trabalho e assim a grande utilidade do laboratório.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O relatório foi estruturado em 4 (quatro) capítulos, sendo o primeiro introdutório, conforme a seguir.

- **Capítulo 2:** aborda-se a fundamentação teórica, contendo os assuntos que foram aplicados para a realização do estágio;
- **Capítulo 3:** apresentou-se uma descrição detalhada das descrições das atividades desenvolvidas;
- **Capítulo 4:** considerações finais contendo as principais conclusões do trabalho acerca das atividades desenvolvidas no estágio supervisionado.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização de projetos elétricos prediais é de extrema importância o conhecimento das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da concessionária de Energia da região, as quais dispõem de um conjunto de critérios a serem seguidos durante a elaboração do projeto.

Para executar um projeto de instalações elétricas é necessário um planejamento detalhado, com verificações de todas as necessidades que o projeto demanda e conhecimento das normas técnicas.

Dessa forma, o projeto elétrico consiste em um conjunto de atividades que devem ser desenvolvidas pelo projetista como: desenho do projeto elétrico, memorial descritivo, quadro de carga, prumadas, diagramas unifilares, quadros de medição, lista de materiais e detalhes de aterramento e entrada de serviço. Porém, para esse estágio, como a proposta é de atualização, será apenas desenvolvido o desenho do projeto elétrico.

As instalações elétricas precisam ser executadas com bastante cuidado, para evitar acidentes que ocasionem problemas ao ambiente e aos indivíduos. Para isso, é necessário que se realize periodicamente exames nas instalações elétricas, substituição de peças defeituosas e utilização de materiais de boa qualidade. Para as instalações de novos equipamentos elétricos é necessário que se faça um estudo detalhado sobre as instalações existentes, pois os equipamentos utilizados podem causar aquecimento excessivo dos fios condutores e maior consumo de energia, resultando em curtos-circuitos e incêndio (SHNEIDER ELETRIC, 2009).

### 2.1 NORMAS TÉCNICAS

Para o desenvolvimento do projeto elétrico, é necessário o conhecimento das principais normas da ABNT, que fixam as condições as quais as instalações elétricas devem satisfazer. É necessário também conhecer a normas da concessionária da região, no caso de Campina Grande, a Energisa, que possui um conjunto de normas de



distribuição unificada (NDUs), que fornecem para o consumidor todas as especificações para o fornecimento de energia elétrica.

#### 2.1.1 NBR 5410

A NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Aplica-se esta norma principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.) (ABNT, 2008).

#### 2.1.2 NDU 001

Esta norma fixa os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da ENERGISA, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor.

As recomendações contidas nesta norma se aplicam às instalações individuais ou agrupadas até 3 (três) unidades consumidoras urbanas e rurais, classificadas como residenciais, comerciais, rurais, poderes públicos e industriais, a serem ligadas em redes de distribuição aéreas, de distribuição secundárias, obedecidas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as Resoluções da ANEEL - (Agência Nacional de Energia Elétrica) (ENERGISA, 2014).

#### 2.1.3 NDU 002

Esta norma tem por objetivo estabelecer as condições gerais e diretrizes técnicas que devem ser observadas para o fornecimento de energia elétrica a edificações individuais, urbanas ou rurais, com carga instalada superior a 75 kW e demanda de até 2.500 kW, atendidas pelas concessionárias do Grupo Energisa, a partir de redes de distribuição aéreas. (ENERGISA, 2014).

## 2.2 ESTUDO DE SELETIVIDADE

O Estudo de Seletividade é a propriedade de uma instalação de, em caso falta, só abrir o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos que estiver mais próximo do ponto de falta. Com isso a parte do circuito que fica inoperante será a menor possível. A propriedade de escolher entre dois dispositivos de proteção que vai ser desligado é denominada discriminação, a qual vai garantir a seletividade. (SHNEIDER ELETRIC, 2009).

## 2.3 QUEDA DE TENSÃO

Para se ter uma instalação elétrica eficiente é necessário garantir a continuidade do serviço, assim como a chegada da energia necessária que alimenta os mais variados equipamentos. Tendo em vista a importância que a energia elétrica traz para todos os setores, o estudo de queda de tensão tem como propósito prestar informações a respeito das perdas entre a carga e o medidor.

A queda de tensão pode ser determinada pela seguinte equação.

$$\Delta V_{\%} = \frac{V_{ENTRADA} - V_{SAIDA}}{V_{ENTRADA}} \times 100\% \quad (1)$$

Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos valores abaixo, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação. (ARAÚJO, 2007)

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

- Em nenhum caso, a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.
- Para o cálculo da queda de tensão num circuito deve ser utilizada a corrente de projeto do circuito.

A partir do cálculo da queda de tensão, pode-se determinar a seção dos condutores, por meio das seguintes equações:

Para circuitos monofásicos:

$$S = 2\rho \frac{1}{\Delta V_{\%} V^2} (p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n) \quad (2)$$

Para circuitos trifásicos:

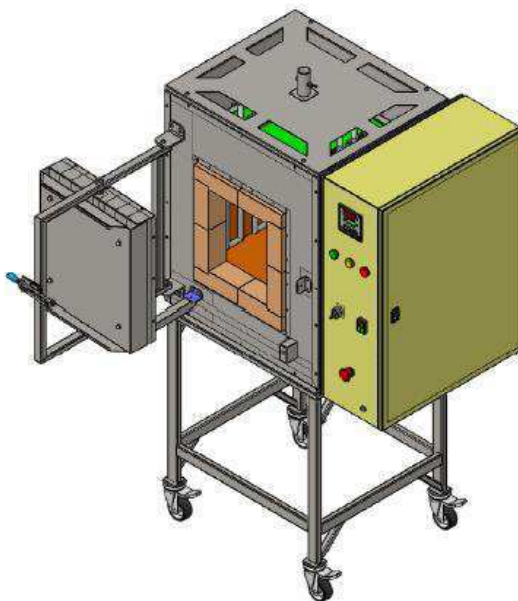
$$S = \sqrt{3}\rho \frac{1}{\Delta V_{\%} V^2} (p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n) \quad (3)$$

onde, S é a seção do condutor em mm<sup>2</sup>; p é potência em W;  $\Delta V_{\%}$  é a queda de tensão em V;  $\rho$  é a resistividade do cobre = 1/58  $\Omega$ .mm<sup>2</sup>/m; l o comprimento do circuito em m e V a Tensão de fase ou de linha.

## 2.4 FORNO MUFLA

Os Fornos Muflas são utilizados em laboratórios para o processo de calcinação. Este procedimento consiste na oxidação das substâncias da amostra, promovida pela alta temperatura fornecida pelos Fornos Mufla. As cinzas resultantes deste processo fornecem informações sobre a amostra que foi incinerada por meio de análises dos minerais presentes na cinza.

Figura 1: Ilustração do Forno Mufla.



Fonte: (FORTELAB, 2015).

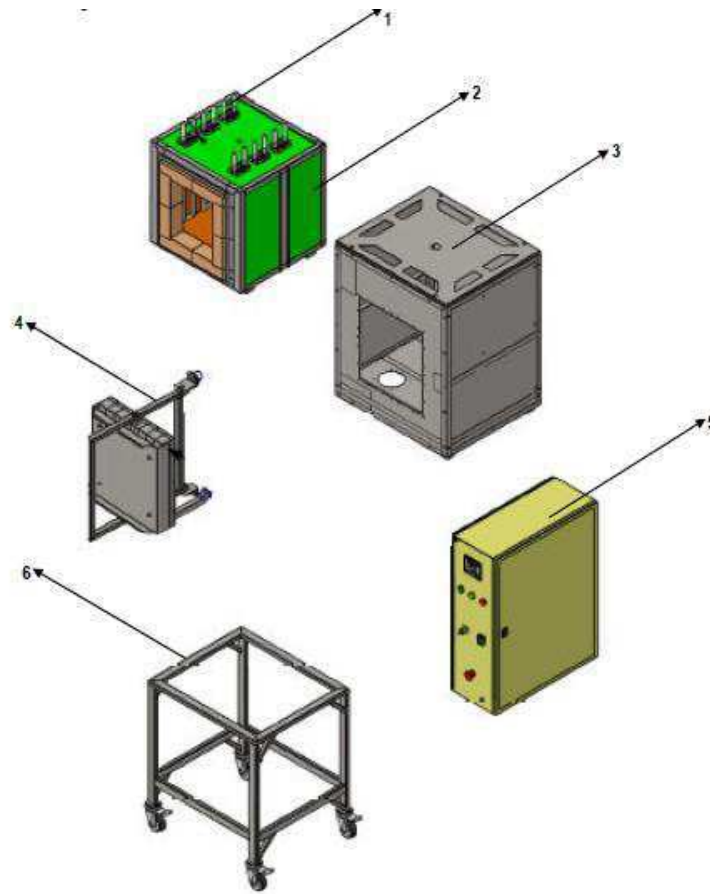
O Forno Mufla, é empregado em laboratórios de indústrias químicas, farmacêuticas, alimentícias, dentre outros. O forno Mufla instalado no CERTBIO foi fabricado pela empresa Fornos Técnicos de Laboratório Ltda. (FORTELAB), que desenvolve fornos especiais para laboratórios e indústrias. O modelo é o ML 1400/20, foi projetado para 1400°C e 20 litros. Ele é aplicado em fundição de matérias-primas e/ou processos de copelação, queimas cerâmicas.

E apresenta as seguintes características técnicas conforme especificados no manual:

- Tensão: 380 V;
- Corrente: 18A;
- Potência: 12.000W.

A apresentação geral do forno é mostrada na Figura 2.

Figura 2: Apresentação Geral do Forno.

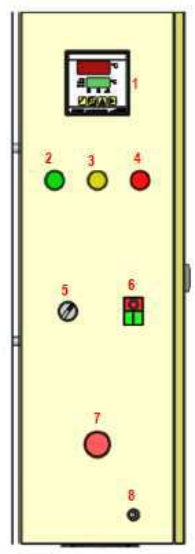


Fonte: (FORTELAB, 2015).

1. Resistência SiC - Tipo "U" 16 x 300 x 200 x 600 mm;
2. Mufla Refratária (Câmara de Queima);
3. Estrutura Metálica da Mufla;
4. Porta;
5. Caixa Elétrica;
6. Mesa com Rodízios.

O Forno Mufla apresenta um painel elétrico para a interação do usuário, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Apresentação Painel Elétrico.



Fonte: (FORTELAB, 2015).

1. Controlador de Temperatura;
2. Led Sinalizador “Energizado”;
3. Led Sinalizador “Emergência Acionada”;
4. Led Sinalizador “Em Funcionamento”;
5. Chave “Desliga/Liga”;
6. Botão “Carga/Descarga”;
7. Botão de Emergência;
8. Comunicação (opcional).

O forno também possui um controlador FE50RPN que é um dos instrumentos de controle de qualidade de linha 05/50 microcontrolados da FLYEVER. Este modelo é indicado para controle de fornos, estufas, autoclaves e outros equipamentos que se destinam a tratamentos térmicos necessitando de controle de rampas e patamares.

Figura 4: Controlador FE50RPN.



Fonte: (FLYEVER).

## 3 ATIVIDADES DO ESTÁGIO

As atividades desenvolvidas durante a vigência do estágio constituíram de atividades no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste (CERTBIO), na UFCG vinculado à Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais (UAEMa).

### 3.1 MATERIAL UTILIZADO

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

- *Microsoft Office Excel*: editor de planilhas que permite adicionar dados, classificá-los, filtrá-los, inserir tabelas, realizar cálculos, criar gráficos, dentre outras funções, a versão utilizada foi a 2016;
- AutoCAD: amplamente utilizado na área de arquitetura, engenharias, desenho industrial e outros, é um *software* de desenho utilizado na elaboração de projetos em duas ou três dimensões, a versão utilizada foi a 2017, versão para estudantes fornecida no site do *AutoDesk*;
- Multímetro: para a realização de testes para detecção de problemas do forno MUFLA;
- Chaves de fendas: necessário para a inspeção das instalações.

### 3.2 TESTES INICIAIS

No período inicial do estágio, foram realizados testes que verificassem o possível problema nos fornos Mufla instalados na sala de preparação de amostras no segundo pavimento do CERTBIO. A sala contém dois fornos instalados, porém só um funcionando, o outro já veio com problema, segundo o responsável, ele apresentava uma resistência quebrada.

Dessa forma, foram realizados testes em apenas um forno, a partir dos quais foram verificados que à medida que a temperatura aumentava, os Nobreaks, e outros

equipamentos eram danificados, devido a uma variação de tensão causada pelo forno e apresentavam picos de correntes de 44 A com o aumento da temperatura.

Devido a outras tentativas de soluções apresentadas pelo fabricante não terem sucesso, foi proposta uma inspeção nas instalações para encontrar uma possível causa do problema.

### 3.3 INSPEÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A proposta de inspeção das instalações do forno MUFLA no laboratório CERTBIO é de solucionar os problemas que estava ocasionado oscilações de tensões, picos de correntes e interferência em outros equipamentos. A inspeção ocorreu no dia 05 de dezembro de 2016, segue o que foi constatado.

No quadro de distribuição do segundo pavimento, ocorre a derivação das 3 fases (2 fios preto e um azul) a partir do disjuntor, conforme indicado na Figura 5. Neste quadro de distribuição, chegam os fios de terra (verde) e de neutro (azul), e há uma emenda (Figura 6) em cada um destes fios, enviados para os disjuntores dos fornos.

Figura 5: Quadro de distribuição do segundo pavimento.



Fonte: Elaboração Própria.



Figura 6: Emenda dos condutores neutro e terra.



Fonte: Elaboração Própria.

As três fases que vão para os fornos passam pelo filtro (Figura 7), e vão para o disjuntor de 25 A que está ligado em paralelo ao disjuntor de 50 A. Foi informado que existiam dois disjuntores de 25 A, porém o técnico substituiu um desses por um de 50 A que permaneceu instalado, pois ele verificou que a corrente estava além da nominal (18 A) do forno.

O disjuntor de 25 A está ligado ao forno próximo aos disjuntores (forno 1), que não está funcionando, e o de 50 A ao forno, que se encontra próximo à porta, e no qual foram realizados os testes. (forno 2).

Figura 7: Filtro



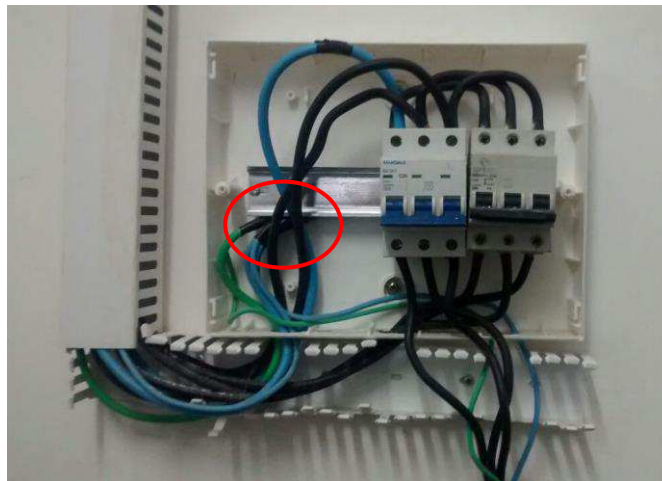
Fonte: Elaboração Própria.

Foi encontrada uma nova emenda nos condutores de neutro e terra, próxima aos disjuntores (Figura 8). Na emenda do neutro, deriva-se um condutor (de menor dimensão) para o forno 1 e outro para o forno 2. Na emenda do terra, é feita uma derivação para o

forno 1, mas não foi encontrado o local da derivação da emenda do condutor de terra para o forno 2.

Na Figura 8, observa-se que passam nove condutores na canaleta, três fases que vão para o disjuntor de 25 A do forno 1, três fases que voltam no disjuntor de 50 A, para o forno 2, o condutor de terra, o condutor de neutro e o outro que foi derivado para o forno 2.

Figura 8: Disjuntores dos fornos.



Fonte: Elaboração Própria.

Na Figura 9, observa-se que chegam pela canaleta três condutores de fase, um condutor de terra, e um condutor de neutro que foi derivado na emenda, que vão para o forno 2. As tomadas utilizadas para ligarem os 2 fornos são de 5 pinos (três fases, um neutro e um terra), conforme indica a Figura 10.

Figura 9: Chegada dos fios no forno 2



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 10: Tomada de 5 pinos.



Fonte: Elaboração Própria.

Assim, concluída a inspeção, verificou-se uma enorme quantidade de emendas na instalação, e, devido ao fato de todas as outras soluções não terem funcionado, a possível causa poderia ser a má instalação e o dimensionamento errado dos condutores. Foi constatada também a falta de padronização nas cores dos condutores.

O uso de muitas emendas, e até emendas não bem-feitas, podem causar mal contato ao ligar ou desligar aparelhos, podem reduzir a vida útil de aparelhos elétricos e eletrodomésticos, além da grande possibilidade de incêndio devido ao aquecimento de emendas.

### 3.4 ACOMPANHAMENTO DE MANUTENÇÃO

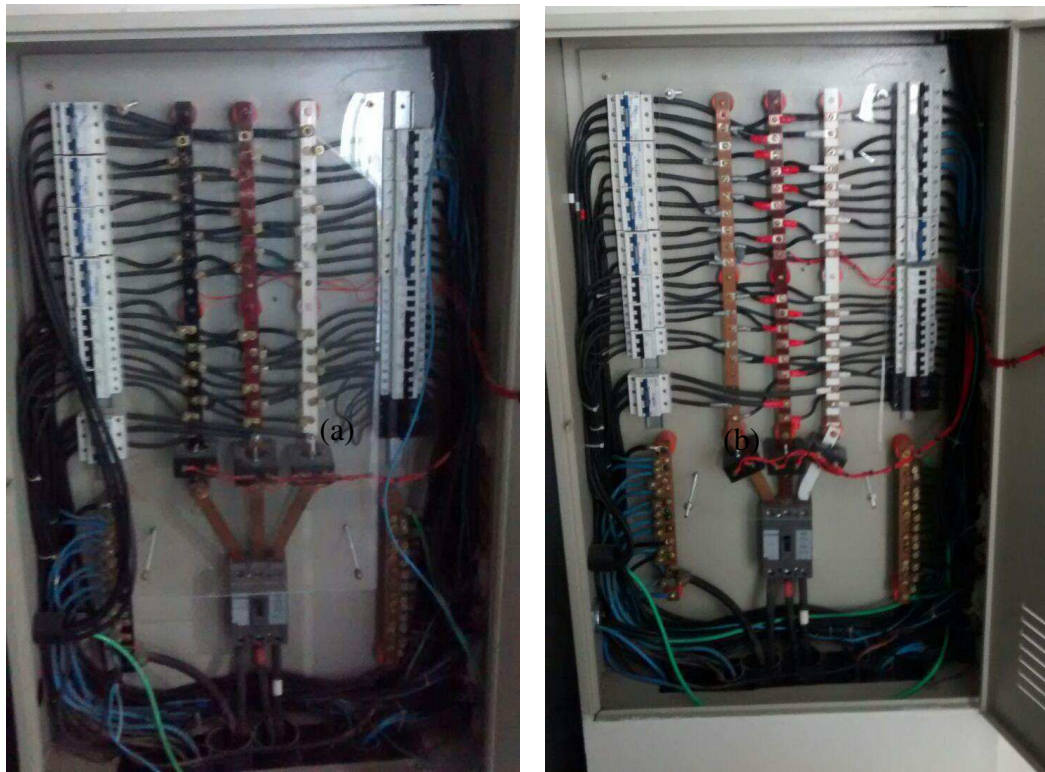
Para resolver o problema da instalação, foi realizada uma manutenção no dia 17 de dezembro de 2016, em que os estagiários acompanharam o processo.

A manutenção teve como objetivo:

- Recondutoramento, trocando os cabos que estavam instalados nos fornos e utilizando o padrão de cores correto.
- Religação dos fornos diretamente do quadro geral localizado no térreo;
- Limpeza e organização do quadro geral, com a pintura do barramento principal e substituição dos conectores por um modelo mais atual.

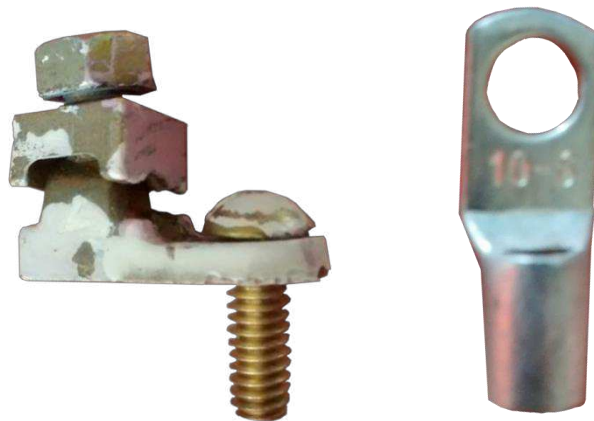
Na Figura 11 (a), é apresentado o quadro geral antes da limpeza e na Figura 11 (b) após a limpeza, na Figura 12 (a) o conector antigo e na Figura 12 (b) o conector novo.

Figura 11: Quadro geral: (a) antes; (b) depois.



(a) Fonte: Elaboração Própria. (b)

Figura 12: Conector (a) anterior; (b) novo.



(a) Fonte: Elaboração Própria. (b)

Os novos condutores passaram pela caixa de passagem, localizado na parte externa do edifício, conforme indica a Figura 13, e subiram para a sala de preparação de amostras do segundo pavimento, onde se encontram os fornos.

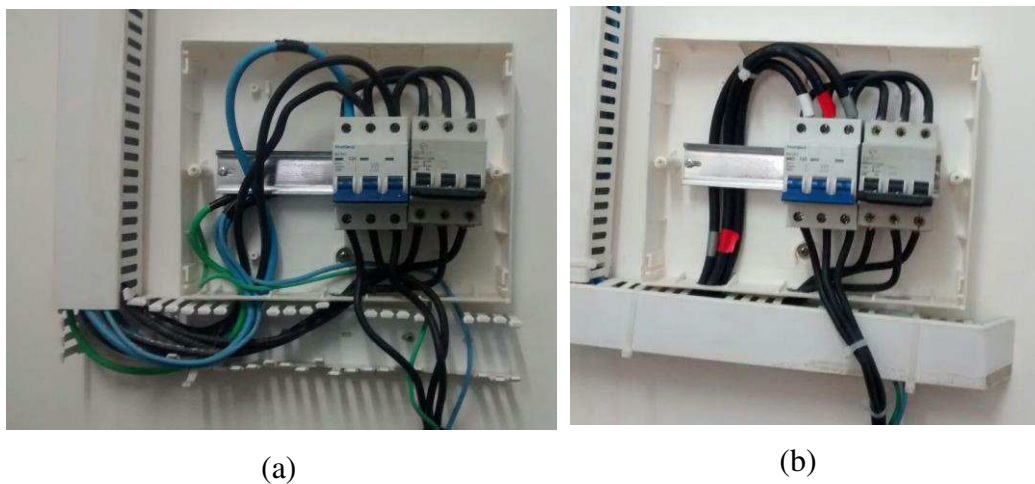
Figura 13: Caixa de passagem externa.



Fonte: Elaboração Própria.

Dessa forma, na sala de preparação de amostras, foram organizados os cabos que foram ligados nos fornos e foi feita uma instalação de forma limpa e organizada, melhorando também o aspecto visual. A Figura 14 mostra o quadro de distribuição dos fornos antes e depois do procedimento.

Figura 14: Quadro de distribuição dos fornos: (a) antes; (b) depois.



Fonte: Elaboração Própria.

### 3.5 ATUALIZAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

Para a elaboração da atualização, foi disponibilizada pela Prefeitura Universitária o projeto arquitetônico atualizado a partir do qual foi possível extrair todas as informações do ambiente. Dessa forma, foi possível a atualização do projeto elétrico do prédio de

modo a entrar em harmonia com projeto arquitetônico. Também foi disponibilizado pela prefeitura o projeto elétrico, que foi tomado como base para o desenvolvimento da atualização.

Para efetuar a atualização do projeto elétrico, realizaram-se duas visitas, a primeira (15 de dezembro de 2016) com o propósito de identificar os pontos de tomadas e de iluminação, assim como a verificação dos quadros de distribuição.

Após o levantamento dos dados, foi realizada a atualização do projeto, que envolvia o primeiro e o segundo pavimento pertencente a UAEMa, com a utilização do *software* AutoCad. E para a divisão dos circuitos, foi tomado como base o projeto elétrico original e os quadros de distribuição. Após a conclusão do projeto, realizou-se a segunda visita (25 de janeiro de 2017) para verificar a coerência do projeto.

As instalações elétricas do primeiro pavimento foram separadas em 85 circuitos (30 – 115), e do segundo pavimento em 50 (115 – 166). Tomando como base os quadros de distribuição do qual segue um descritivo nas Tabela 1 e 2.

Tabela 1: Informações dos quadros de Distribuição do primeiro pavimento.

Quadros	Quantidade de Disjuntores	Corrente Nominal (A)
QD3 (corredor)	17	20
	1	100
QD4 (corredor)	18	20
	1	100
QD5 (corredor)	1	63
	2	72
QD6 (Lab. Processamento 1)	1	10
	8	15
	1	30
	1	60
QD7 (Lab. Caract. de Materiais 1)	8	8
	2	32
	3	16
	1	25
	1	76
QD8 (Lab. Caract. de Materiais 2)	12	20
	6	10
	1	63

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 2: Informações dos quadros de Distribuição do segundo pavimento.

<b>Quadros</b>	<b>Quantidade de Disjuntores</b>	<b>Corrente Nominal (A)</b>
<b>QD9 (corredor)</b>	2	100
	1	70
	1	32
	1	16
<b>QD10 (corredor)</b>	16	20
	1	100
<b>QD11 (corredor)</b>	18	20
	1	100
<b>QD12 (Cromatologia)</b>	2	25
	4	16
<b>QD13 (Cromatologia)</b>	4	16
	1	25
	1	80
<b>QD14 (Prep. Amostras)</b>	1	25
	1	50

Fonte: Elaboração Própria.

O projeto elétrico fornecido pela prefeitura se encontra no **Anexo A**, a projeto arquitetônico, no **Anexo B**, a atualização do projeto, no **Anexo C**, e a planilha no Excel com a divisão dos circuitos no **Anexo D**.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante todo o período do estágio, foi de suma importância verificar que boa parte dos conteúdos abordados na disciplina de instalações elétricas foram utilizados, mas também temas totalmente novos, como a utilização de fornos Muflas e a convivência com profissionais da área foram importantes para o enriquecimento profissional e o conhecimento na área de Engenharia Elétrica.

A realização da inspeção e o acompanhamento da manutenção foram de extrema importância para solucionar o problema do forno Mufla, que já estava há mais de um ano sem funcionar, e devido a esse fato a sala de preparação de amostras não estava sendo utilizada.

Conclui-se que após a implementação da solução proposta, solucionou-se os problemas tanto do forno MUFLA quanto das interferências que eles causavam e outros equipamentos. Ressalta-se ainda que o trabalho proporcionou o laboratório a desenvolver suas atividades fins, como desenvolver atividades para o SUS e para a comunidade em geral.

Por fim, foi realizada a atualização parcial do projeto elétrico, que foi fornecido à prefeitura universitária e ao CERTBIO. A prefeitura e o laboratório precisam enviar esse projeto para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, já que é um dos laboratórios certificados para realizar ensaios e análises laboratoriais de materiais para o uso na saúde.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ARAÚJO, P. C. *Instalações elétricas prediais*. João Pessoa, 2007.

CONTROLADOR DIGITAR: Modelo FE50RPN. FLYEVER

ENERGISA. *Norma de Distribuição Unificada – NDU-001: Fornecimento de energia elétrica em tensão - edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras*. ENERGISA, 2014.

ENERGISA. *Norma de Distribuição Unificada – NDU-002: Fornecimento de energia elétrica em tensão*. ENERGISA, 2014.

Forno MUFLA 1400 °C 20 litros ML 1400/20: *Funcionamento, operação e manutenção - Manual do Usuário*. Indústria de fornos elétricos FORTLAB, 2015.

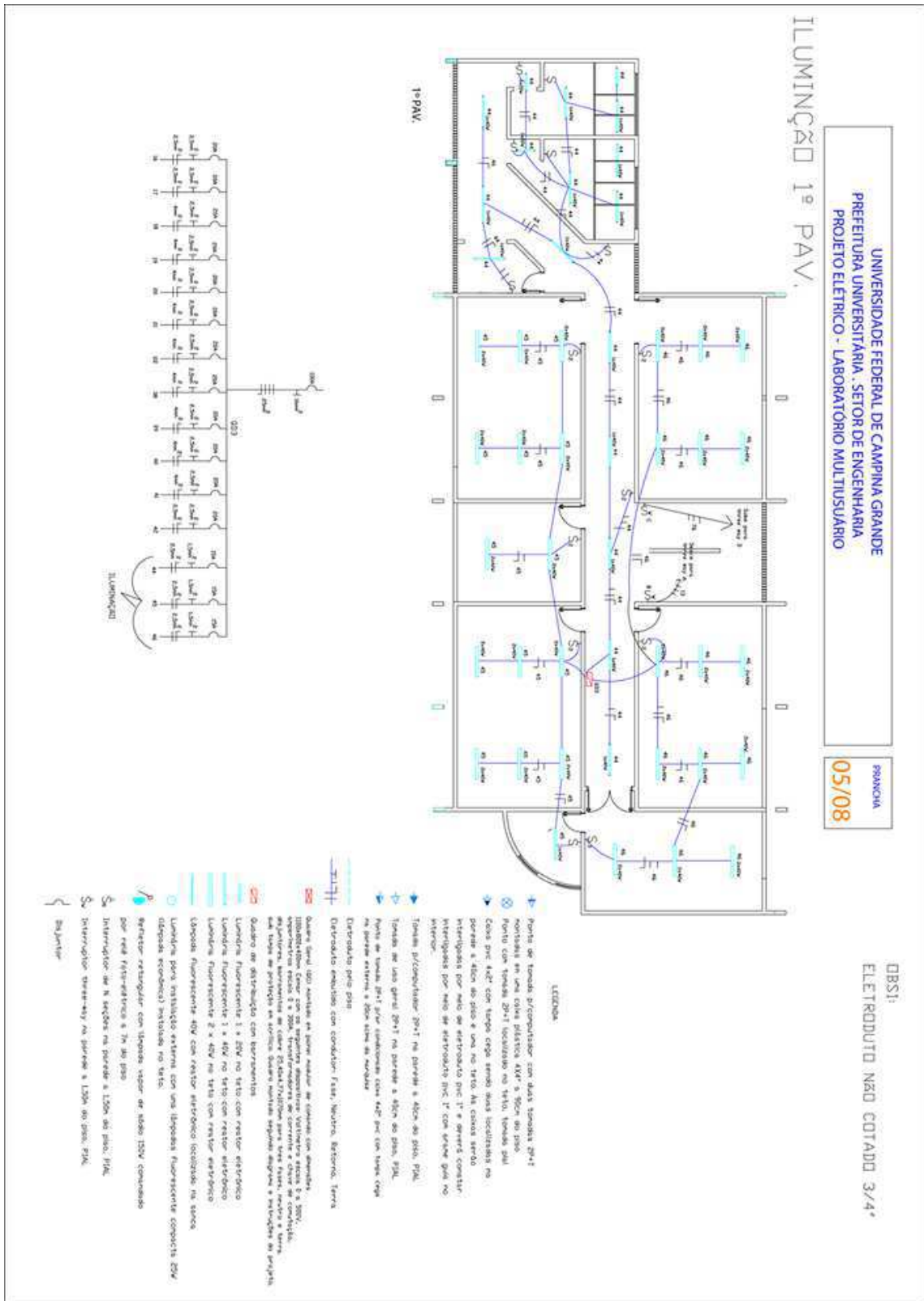
SHNEIDER ELECTRIC. *Manual do Catálogo do Eletricista: Guia prático para instalações industriais e infra-estrutura*. 2009. Disponível em: < [https://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual\\_industrial\\_e\\_infra-estrutura.pdf](https://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual_industrial_e_infra-estrutura.pdf)>.

Acesso em: 18/02/2017

O CERTIBIO: *Conheça tudo sobre o laboratório*. Disponível em:<<http://certbio.net/ocertbio.php>>. Acesso em: 17/02/2017

SILVA, C. A. Notas de aula: Introdução às instalações elétricas UFCG- Campina Grande, 2016.

# ANEXO A - Projeto Elétrico Fornecido pela PU

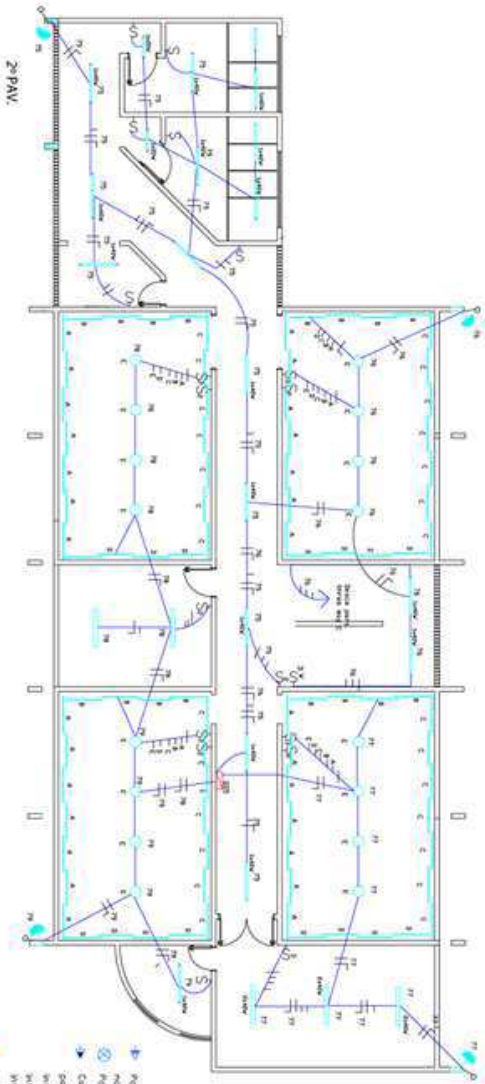




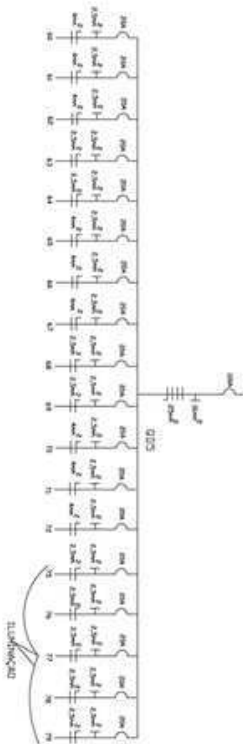
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA, SETOR DE ENGENHARIA  
 PROJETO ELÉTRICO - LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

PROVA  
 06/08

DBSI:  
 ELÉTRICIDADE NÃO COTADO 3/4"



ILUMINAÇÃO 2º PAV.

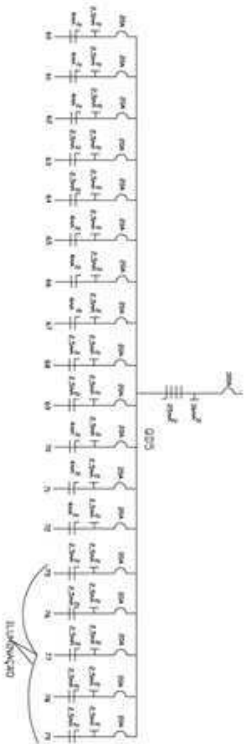
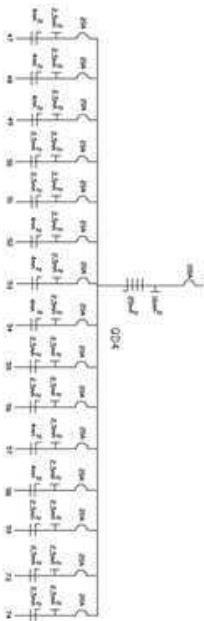
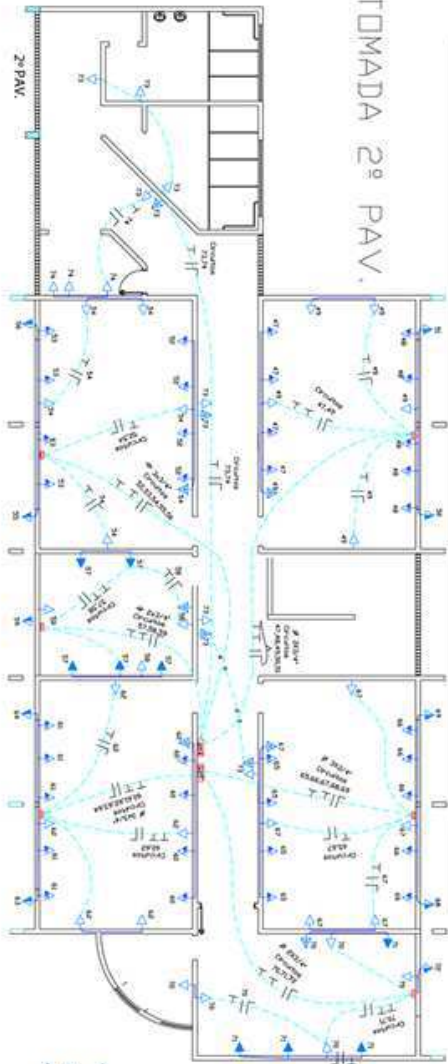


- LEGENDA**
- Pontos de tomada pré-computador com duas tomadas 20A+1 montadas em um caixa adóstia até a 45cm do piso. Forço com tomada 20A+1 localizada no teto. Tomada para
  - Caixa PVC 442" com tampa cega sendo duas localizadas no guarda a 45cm do piso e uma no teto. As caixas serão entregadas por meio de eletroduto PVC 1" e deverão conter interligadas por meio de eletroduto PVC 1" com grade gale no interior.
  - Tomada pré-computador 20A+1 no guarda a 45cm do piso. PVL.
  - Tomada de uso geral 20A+1 no guarda a 45cm do piso. PVL.
  - Forço de tomada para forç. condutora caixa 442" PVC com tampa cega no guarda externo a 45cm acima do guarda.
  - Eletroduto PVC 1"
  - Eletroduto revestido com condutor: FASE, NEUTRO, BATERIA, TERRE
  - Distribuidor geral DBS
  - Quadro geral DBS montado em local adequado de acordo com especificações técnicas e normas regulamentadoras vigentes a 200V, 60Hz, 200A, 3 polos, 4 terminais de conexão e com as seguintes características:
    - Quadro de distribuição com barramentos
    - Luminária fluorescente 1 x 20W no teto com reator eletrônico
    - Luminária fluorescente 1 x 40W no teto com reator eletrônico
    - Luminária fluorescente 2 x 40W no teto com reator eletrônico
    - Lâmpada fluorescente 40W com reator eletrônico localizada no guarda
    - Luminária para instalação externa com um lâmpada fluorescente compacta 25W através condutor instalada no teto.
    - Reator/retentador com lâmpada superior de todos 250W conectado por meio de eletroduto a 7m do piso
    - Interruptor de 16 sigmas no guarda a 1,30m do piso. PVL.
    - Interruptor three-way no guarda a 1,30m do piso. PVL.
    - Disjuntor

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - SETOR DE ENGENHARIA  
 PROJETO ELÉTRICO - LABORATÓRIO MULTISUSUÁRIO

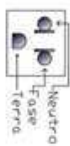
PRONCHA  
 03/08

TOMADA 2º PAV.



DBSI:  
 ELETRODUTO NÃO COTADO 3/4"  
 TODAS AS TOMADAS SERÃO ATERRADAS  
 INSTALAÇÕES EMBUTIDAS

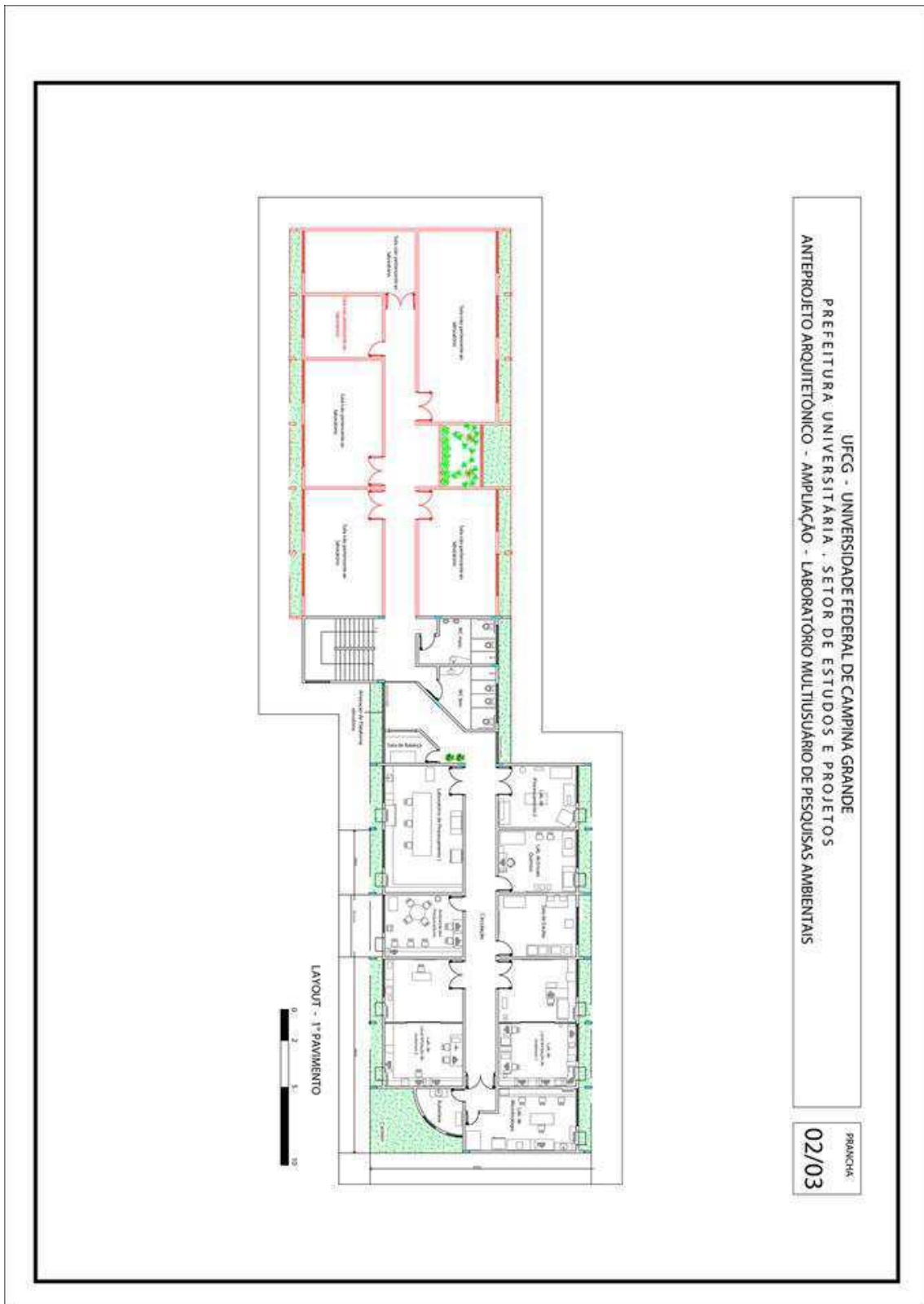
Os condutores serão conectados às tomadas de acordo com o esquema abaixo:



LEGENDA

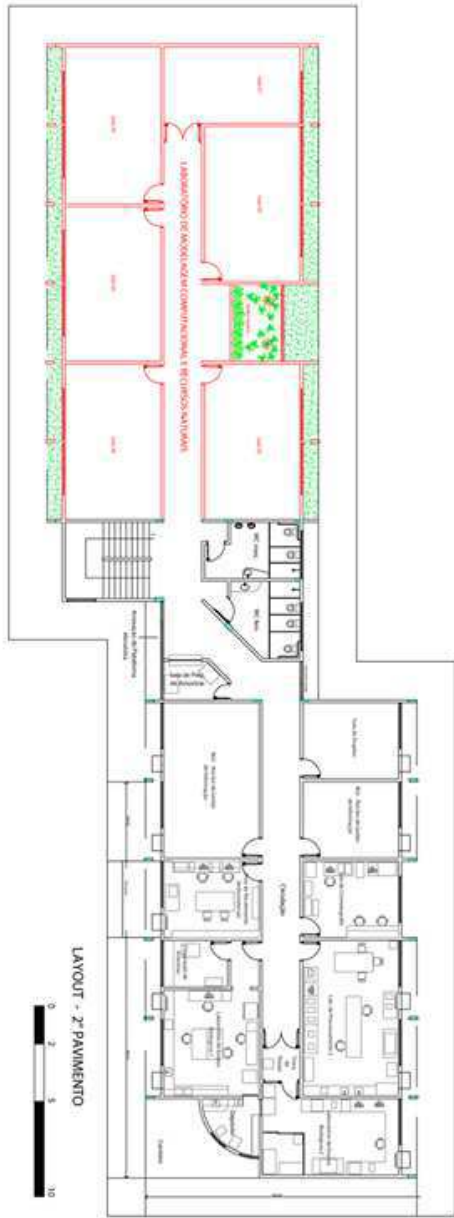
- Pontos de tomada (computador com rede, tomada 2P+T montada em uma caixa plástica 34x4" a 10cm do piso)
- Pontos com tomada 2P+T localizada no teto, tomada para Caixa PDC 4x2" com tampo cego sendo suas localizações na parede a 40cm do piso e sua no teto. As caixas serão interligadas por meio de eletroduto PVC 1" e deverá constar interligadas por meio de eletroduto PVC 1" com grane que não intercon.
- Tomada eletroduto 2P+T na parede a 40cm do piso, PDC.
- Tomada de uso geral 2P+T na parede a 40cm do piso, PDC.
- Ponto de tomada para-1-4x4" acondicionado para 4x2" PDC com tampo cego na parede externa a 20cm acima do nível do piso.
- Eletroduto pelo piso
- Eletroduto embutido com condutor: Faser, Neutro, Retorno, Terra
- Caixa Geral OD4 montada em parede superior de concreto com abertura para passagem de eletroduto 4x4" com tampo cego, eletroduto externo a 20cm, eletroduto externo de concreto e caixa de concreto. Abertura, buracos de concreto 2x4x4" (30x30) para Faser, Neutro e Terra, sua tampo de proteção em concreto. Outros pontos seguem as mesmas especificações no projeto.
- Painel de distribuição com 6x4x16cm
- Lâmpada fluorescente 1 x 20W no teto com reator eletrônico
- Lâmpada fluorescente 1 x 40W no teto com reator eletrônico
- Lâmpada fluorescente 2 x 40W no teto com reator eletrônico
- Lâmpada fluorescente 40W com reator eletrônico localizada na parede
- Lâmpada para instalação externa com um lâmpada fluorescente compacta 20W (dependendo instalação no teto)
- Retrorrefletor com lâmpada vapor de sódio 150W conectado por rede eletrotécnica a 7m do piso
- Interruptor de 16A simples na parede a 120cm do piso, PDC
- Interruptor 3v+2v na parede a 120cm do piso, PDC
- Balanço

# ANEXO B – Projeto Arquitetônico Fornecido pela PU



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - SETOR DE ESTUDOS E PROJETOS  
ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO - LABORATÓRIO MULTISUSUÁRIO / AMPLIAÇÃO

PRANCHA  
03/03













# Diagramas Unifilares

## TÉRREO



## 1º PAVIMENTO



## 2º PAVIMENTO



## ANEXO D – Planilha do Excel com a divisão dos circuitos

### Identificação dos Circuitos por Pavimento

Nº do circuito	Função	Carga	Pavimento
30	TUG	Corredor/ WC mas./ WC fem	<b>1º Pavimento</b>
31	TUG	Sala de balança	
32	TUE	Ar (Ambiente de Pesquisadores)	
33	TUG	Ambiente de Pesquisadores	
34	TUG	Ambiente de Pesquisadores	
35	TUE	Ar ( Lab. De Ensaio Químico)	
36	TUE	Ar ( Lab. De Processamento 2)	
37	TUG	Lab. De Ensaio Químico/ Lab. De Processamento 2	
38	TUE	Lab. De Ensaio Químico	
39	TUE	Lab. De Ensaio Químico	
40	TUE	Lab. De Ensaio Químico	
41	TUE	Lab. De Processamento 2	
42	TUE	Lab. De Processamento 2	
43	TUE	Lab. De Processamento 2	
44	TUE	Ar (Lab. De Microbiologia)	
45	TUE	Ar (Lab. De Microbiologia)	
46	TUG	Lab. De Microbiologia	
47	TUG	Lab. De Microbiologia/Autoclave	
48	TUE	Lab. De Microbiologia	
49	TUE	Lab. De Microbiologia	
50	TUE	Ar (Autoclave)	
51	TUE	Ar(Sala de Estufas)	
52	TUG	Sala de Estufas	
53	TUE	Sala de Estufas	
54	TUE	Sala de Estufas	
55	TUE	Sala de Estufas	
56	TUE	Sala de Estufas	
57	TUE	Sala de Estufas	
58	TUE	Ar(Lab. De Caracterização de Materiais 1)	
59	TUE	Ar(Lab. De Caracterização de Materiais 1)	
60	TUG	Lab. De Caracterização de Materiais 1	
61	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1	
62	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1	
63	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1	

64	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
65	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
66	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
67	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
68	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
69	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
70	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
71	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
72	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
73	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
74	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
75	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 1
76	TUE	Ar(Lab. De Caracterização de Materiais 2)
77	TUE	Ar(Lab. De Caracterização de Materiais 2)
78	TUG	Lab. De Caracterização de Materiais 2
79	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
80	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
81	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
82	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
83	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
84	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
85	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
86	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
87	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
88	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
89	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
90	TUE	Lab. De Caracterização de Materiais 2
91	TUG	Lab. De Caracterização de Materiais 2
92	TUG	Lab. De Caracterização de Materiais 2
93	TUG	Lab. De Caracterização de Materiais 2
94	TUE	Ar ( Sala de Processamento 1)
95	TUE	Ar ( Sala de Processamento 1)
96	TUE	Sala de Processamento 1
97	TUG	Sala de Processamento 1
98	TUE	Sala de Processamento 1
99	TUE	Sala de Processamento 1
100	TUE	Sala de Processamento 1
101	TUE	Sala de Processamento 1
102	TUE	Sala de Processamento 1
103	TUE	Sala de Processamento 1
104	TUE	Sala de Processamento 1
105	TUE	Sala de Processamento 1
106	TUE	Sala de Processamento 1
107	TUE	Sala de Processamento 1
108	TUE	Sala de Processamento 1

109	TUE	Sala de Processamento 1	
110	TUE	Sala de Processamento 1	
111	TUE	Sala de Processamento 1	
112	TUE	Sala de Processamento 1	
113	Iluminação	Corredor/ WC mas./ WC fem./Sala de balança/escada	
114	Iluminação	Lab. Proces. 1/ amb. Dos professores/ lab de carac. De mat.2/ Autoclave	
115	Iluminação	Lab microb/lab carac mat 1/ sala de estufas/lab ens quim/ lab process 2	

116	TUG	Corredor/ WC mas./ WC fem	<b>2º Pavimento</b>
117	TUG	Sala de Prep. Amostras	
118	TUE	Sala de Prep. Amostras	
119	TUE	Sala de Prep. Amostras	
120	TUE	Ar(NGI (MAIOR))	
121	TUG	NGI (MAIOR)	
122	TUG	NGI (MAIOR)	
123	TUE	Ar(Sala de Recebimento de Biomateriais)	
124	TUG	Sala de Recebimento de Biomateriais	
125	TUG	Sala de Recebimento de Biomateriais	
126	TUE	Ar(Sala de Projeto)	
127	TUE	Sala de Projeto	
128	TUE	Sala de Projeto	
129	TUE	Ar(NGI (MENOR))	
130	TUG	NGI (MENOR)	
131	TUG	NGI (MENOR)	
132	TUE	Ar(Lab. Ensaio Biológicos 1)	
133	TUE	Ar(Lab. Ensaio Biológicos 1)	
134	TUE	Lab. Ensaio Biológicos 1	
135	TUG	Lab. Ensaio Biológicos 1	
136	TUE	Ar(Preparação de Amostra)	
137	TUG	Preparação de Amostra	
138	TUE	AR(Lab. Ensaio Biológicos 2)	
139	TUE	Lab. Ensaio Biológicos 2	
140	TUE	Lab. Ensaio Biológicos 2	
141	TUG	Lab. Ensaio Biológicos 2	
142	TUG	Lab. Ensaio Biológicos 2/Depósito	
143	TUE	AR(Lab.Processamento 3)	
144	TUG	Lab.Processamento 3	
145	TUG	Lab.Processamento 3	
146	TUG	Lab.Processamento 3	
147	TUG	Lab.Processamento 3	
148	TUG	Lab.Processamento 3	
149	TUG	Lab.Processamento 3	

150	TUE	AR(Cromatografia)	
151	TUE	AR(Cromatografia)	
152	TUE	Cromatografia	
153	TUE	Cromatografia	
154	TUE	Cromatografia	
155	TUE	Cromatografia	
156	TUE	Cromatografia	
157	TUE	Cromatografia	
158	TUE	Cromatografia	
159	TUE	Cromatografia	
160	TUG	Cromatografia	
161	TUE	Cromatografia	
162	Iluminação	Corredor/WC mas/Wc fem/sala de prep de amostras	
163	Iluminação	Sala de projeto/ NGI/ Sala de cromatologia	
164	Iluminação	Lab de processamento 3/ Lab de ensaios biológicos 2	
165	Iluminação	NGI (maior)/ Área de recebimentos de biomateriais	
166	Iluminação	Lab de ensaios biológicos/depósito	