



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

LEONARDO FREIRE BATISTA E SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

LEONARDO FREIRE BATISTA E SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

LEONARDO FREIRE BATISTA E SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Avaliador

Professor Leimar de Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Orientador

Professor Luis Reyes Rosales Montero

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Dedico à minha grande amiga e companheira Maria da Guia Ferreira, que sempre esteve de prontidão para apoiar de forma direta e indireta no sucesso deste trabalho e de muitos outros.

AGRADECIMENTOS

Dedico os agradecimentos deste relatório aos meus amigos, colegas e mestres que me ajudaram na busca por um estágio na cidade de Campina Grande, visto a dificuldade devido à conciliação com algumas aulas.

Agradeço a Maria da Guia Ferreira, amiga para qualquer ponteiro do relógio, dos fáceis aos difíceis momentos, por todo apoio direto e indireto na concretização deste trabalho. Agradeço também ao meu cunhado Aleksandro pela contribuição e paciências ímpar na conclusão do referido relatório.

Agradeço ao meu orientador, professor Luis Reyes, pela imensa contribuição nas atividades exercidas do estágio e na elaboração no presente relatório, sempre disponível para esclarecimento de dúvidas e firme na busca de melhorias.

“Se enxergo longe é porque estou sob ombros de gigantes”

Isaac Newton.

RESUMO

Este documento relata as atividades vivenciadas durante a realização do Estágio Supervisionado no setor de construções e projetos da LP CONSTRUÇÕES sob a supervisão técnica do Engenheiro Eletricista Ricardo Amadeu e da Engenheira Civil Maria de Fátima Cunha. Foram realizados como principais atividades a elaboração de um projeto de instalação elétrica predial de uma agência bancária localizada na Universidade Estadual da Paraíba, bem com sua execução.

Palavras-chave: Projeto, Instalação Elétrica.

ABSTRACT

This document reports the activities experienced during the supervised training in the buildings and project sector the LP CONSTRUÇÕES under the technical supervision of Ricardo Amadeu, the Electrical Engineer and Maria de Fátima, the Civil Engineer. Were performed primarily engaged in preparing a design of electrical installation a bank branch located in Universidade Estadual da Paraíba, as well as its execution.

Keywords: Design, Electrical Installation.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
1.1	Objetivos do estágio.....	12
1.2	Empresa	12
2	Orientação sobre estudo dirigido.....	13
2.1	Documentos necessários para apresentação de projetos	13
2.2	Previsão da Carga	14
2.2.1	Iluminação	14
2.2.2	Pontos de tomada.....	14
2.2.3	Potências atribuíveis aos pontos de tomada.....	15
2.3	Divisão dos circuitos da Instalação	16
2.4	Dimensionamento dos condutores	16
2.4.1	Critério da seção mínima.....	17
2.4.2	Critério da capacidade de condução de corrente.....	18
2.4.3	Critério do limite de queda de tensão	19
2.5	Dimensionamento de eletrodutos.....	20
2.6	Dimensionamento da Proteção.....	21
2.7	Normas Regulamentadoras	21
2.8	Normas Técnicas Brasileiras para instalações elétricas	22
2.9	Normas da concessionária de Energia Elétrica	22
2.9.1	NDU 001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária	23
3	Atividades desenvolvidas	24
3.1	Projeto elétrico CREDUNI	24
3.2	Metodologia.....	24
3.3	Descrição da CREDUNI	25
3.4	Suporte energético	25
3.5	Recomendações na execução.....	25
3.6	Previsão de carga	26
3.6.1	Iluminação	26
3.6.2	Tomadas de uso geral	26
3.6.3	Tomadas de uso específico	27
3.6.4	Demanda.....	28
3.7	Divisão em circuitos terminais.....	28
3.7.1	Iluminação	29

3.7.2	TUG.....	29
3.7.3	TUE.....	29
3.8	Cálculo das correntes de circuito	30
3.9	Dimensionamento dos condutores e disjuntores para os circuitos terminais	30
3.10	Quadro de cargas.....	31
3.11	Execução.....	32
4	Conclusão	36
	Bibliografia.....	37
	APÊNDICE A – Projeto CREDUNI	38

1 INTRODUÇÃO

Os profissionais que oferecem o projeto elétrico predial garantem aos futuros morador-trabalhadores, a qualidade e segurança de manterem o estabelecimento estável e com locais pontuais que poderão ser alvo de instalações e alterações futuras. Não é raro encontrar profissionais que não têm esse tipo de trabalho e conhecimento em seus portfólios. No entanto, é necessário estar atento a esse fator na hora de escolher pela compra de uma casa ou assinatura de um contrato de serviço, por exemplo. Por não saberem da importância do projeto elétrico predial bem confeccionado, muitas pessoas acabam fechando negócios e comprando imóveis sem entenderem como garantirão melhor qualidade em longo prazo. São várias as vantagens da contratação de profissionais que oferecem o projeto elétrico predial: conforto e segurança e otimização, garantindo custos menores.

Todo projeto de instalação elétrica deve ser realizado por um profissional habilitado com registro no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e deve seguir todos os preceitos das normas técnicas da ABNT (Agência Brasileira de Normas Técnicas), além de ter o recolhimento da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), que garante ao usuário e ao profissional a certeza de um trabalho correto.

Em um projeto elétrico bem elaborado, são especificados os componentes de uma instalação elétrica de forma correta, como é o caso de seção dos fios adequados para cada tipo de circuito, os dispositivos de proteção e a coordenação entre eles, como um disjuntor e sua classe que sejam adequados para proteger um condutor em um determinado circuito, ou o uso de DR (disjuntor residual) que proteja os usuários de um circuito elétrico (um chuveiro, por exemplo). Também garante a intensidade de iluminação correta para cada ambiente, a melhor maneira de instalar, a forma de economizar, tanto na compra dos componentes como no consumo de energia futuro e ainda define restrições de acesso a determinados locais, entre outros.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

A disciplina Estágio Supervisionado é parte integrante da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e, tem por objetivo, reforçar, complementar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso com as atividades exigidas no mercado de trabalho.

O presente trabalho tem por objetivo relatar as atividades de Estágio Supervisionado com carga horária de 180 horas realizadas no período de dezembro de 2013 à março de 2014 na empresa LP CONSTRUÇÕES LTDA situada em Campina Grande, Paraíba previamente vinculada à Universidade Federal de Campina Grande via convênio com a Pro Reitoria de Graduação.

1.2 EMPRESA

A LA LP CONSTRUÇÕES LTDA - ME é uma empresa instalada na cidade de Fagundes (PB), localizada à Rua Edmundo Barbosa, s/n, Centro. Com equipe técnica formada pela engenheira civil Maria de Fátima Cunha Duarte Pires, por arquitetos (Lindolfo Pires, Lusimar Rufino Alves), além de uma equipe administrativa e operacional atuante em áreas específicas.

Fundada em 16 de Junho de 1995, a LP CONSTRUÇÕES LTDA vem atuando desde então de forma idônea e responsável, procurando sempre inovar no atendimento ao cliente e na realização das obras para a qual foi contratada.

A atuação da empresa envolve realização e execução de obras de urbanização, instalação e manutenção elétrica, aluguel de máquinas e equipamentos para construção, obras de terraplenagem, construção de edifícios, construção de rodovias e ferrovias; entre outros, e tem como principais clientes:

- Prefeitura de Queimadas
- Prefeitura de Campina Grande
- Prefeitura de Fagundes
- Particulares

2 ORIENTAÇÃO SOBRE ESTUDO DIRIGIDO

Esta sessão do trabalho é dedicada ao acompanhamento de uma revisão bibliográfica junto com o orientador do estágio, professor Luis Reyes, a fim de reforçar um embasamento teórico das atividades exercidas em campo.

O estudo foi direcionado em duas grandes vertentes, uma apresentação teórica sobre as técnicas de instalações elétricas e uma abordagem geral sobre as normas utilizadas na elaboração de projetos de instalações elétricas em baixa tensão.

2.1 DOCUMENTOS NECESSÁRIOS PARA APRESENTAÇÃO DE PROJETOS

De acordo com o item 4.1.1 da NDU 001, a representação do projeto elétrico da instalação deve ser constituída dos seguintes documentos:

- a) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) juntamente com o nome, número de registro do CREA e assinatura do engenheiro ou técnico responsável, bem como a assinatura do proprietário da obra.
- b) Memorial descritivo contendo localização e resumo da potência instalada.
- c) Planta da situação contendo indicação de quadros de medição.
- d) Planta baixa com a indicação do local da caixa de medição.
- e) Diagrama unifilar do ponto de entrega até a medição.
- f) Localização e especificação da caixa de medição e equipamentos de proteção geral.
- g) Detalhes do aterramento conforme NBR 5410.
- h) Quadro de carga referente a todos os centros de distribuição.
- i) Método de instalação dos condutores, conforme NBR 5410.

2.2 PREVISÃO DA CARGA

De acordo com o item 9.5.2 da NBR 5410, a previsão da carga é subdividida em carga de iluminação e pontos de tomada.

2.2.1 ILUMINAÇÃO

Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:

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

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

Os valores apurados correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.

2.2.2 PONTOS DE TOMADA

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório.

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

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

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

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

- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m² ;
- Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

2.2.3 POTÊNCIAS ATRIBUÍVEIS AOS PONTOS DE TOMADA

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

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

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

2.3 DIVISÃO DOS CIRCUITOS DA INSTALAÇÃO

De acordo com o item 9.5.3 da NBR 5410, 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.

Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

Em locais de habitação, admite-se, como exceção à regra geral que pontos de tomada e pontos de iluminação possam ser alimentados por circuitos comum, desde que as seguintes condições sejam simultaneamente atendidas:

- A corrente de projeto do circuito comum (iluminação mais tomadas) não deve ser superior a 16 A;
- Os pontos de iluminação não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomada);
- Os pontos de tomadas não sejam alimentados, em sua totalidade por um só circuito, caso esse seja comum (iluminação mais tomadas).

2.4 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Concluída a previsão de carga, é preciso dividir os circuitos terminais e dimensionar os condutores.

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.

Qualquer instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários, de forma a proporcionar facilidade de inspeção, ensaios e manutenção, bem como evitar que, por ocasião de um defeito em um circuito, toda uma área fique desprovida de alimentação.

É importante saber que para cada circuito terminal independente a corrente nominal não pode ser superior a 10 A e que cada circuito terminal será ligado a um dispositivo de proteção (disjuntor) que se encontra no quadro de distribuição.

Diversos fatores devem ser levados em consideração para o dimensionamento correto dos condutores na fase de projeto: influências externas, proteção contra sobrecarga, proteção contra curto-circuito, requisitos de seccionamento automático da alimentação e observância dos limites de queda de tensão. Para o dimensionamento dos condutores é necessário obedecer a três critérios estabelecidos pela norma NBR 5410: critério da seção mínima, critério da capacidade de condução de corrente e critério do limite de queda de tensão.

2.4.1 CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

A NBR 5410 estabelece que a seção dos condutores fase, em circuitos CA, e dos condutores vivos, em circuitos CC, não deve ser inferior ao valor indicado no quadro 1.

Tipo se linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Iluminação	1,5 Cu/ 16 Al
		Força	2,5 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Força	10 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Equipamentos específico	Como especificado na norma Do equipamento
		Qualquer outra instalação	0,75 Cu
		Extra-baixa instalação para aplicações especiais	0,75 Cu

Quadro 1 - Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos

Em um sistema de distribuição secundária o condutor neutro tem a finalidade de equilíbrio e de proteção desse sistema. O condutor neutro deve ser exclusivo de cada circuito terminal. A seção mínima do condutor neutro deve ser igual à seção do condutor de fase em:

- i. Circuitos monofásicos a 2 ou 3 condutores;
- ii. Circuitos bifásicos a 3 condutores, com taxa de terceira harmônica inferior a 33%;

- iii. Circuitos trifásicos a 4 condutores, com taxa de terceira harmônica entre 15% e 33%.

Quando a taxa de terceira harmônica for superior a 33%, é necessária uma estimativa segura do conteúdo de terceira harmônica e do comportamento imposto à corrente de neutro pelas condições de desequilíbrio em que o circuito pode vir a operar, para dimensionamento da seção do condutor neutro.

Em circuitos trifásicos presumidos equilibrados em serviço normal, com taxa de terceira harmônica inferior a 15% e com condutor neutro protegido contra sobre correntes, podemos utilizar o quadro 2 para dimensionamento do neutro.

Seção dos Condutores de Fase mm ²	Seção reduzida do Condutor neutro mm ²
S<2,5	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Quadro 2 - Seção Reduzida do Condutor Neutro

2.4.2 CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

O critério da capacidade de condução de corrente se destina a garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente elétrica. A disposição na instalação dos

condutores (em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou bandejas, subterrâneos, etc..) influencia na capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente, e em consequência, na capacidade de condução e corrente elétrica dos mesmos. A NBR 5410/97 estabelece diferentes procedimentos de instalação, codificando-as conforme uma letra e um número. A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo não seja ultrapassada. Para isso a corrente nos cabos e condutores não deve ser superior aos valores das tabelas 31, 32, 33 e 34 da NBR 5410/97, submetidos aos fatores de correção das Tabelas 35 a 39 da NBR 5410/97.

2.4.3 CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

Para que motores, aparelhos e equipamentos funcionem de forma satisfatória, é necessário que a tensão a que os equipamentos estão submetidos esteja dentro de limites pré-definidos. Durante o percurso entre o quadro geral ou a subestação até o ponto de utilização de um circuito terminal, ocorre uma queda de tensão devido às resistências dos condutores e equipamentos. 20

Em virtude dessa queda de tensão, é necessário que os condutores sejam dimensionados de tal maneira que limitem a queda aos valores estabelecidos pela norma NBR 5410. No quadro 3 estão listados os valores máximos de queda de tensão para os diversos tipos de entrada.

Denominação	Percentual
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da unidade consumidora.	7%
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora, quando o ponto de entrega for aí localizado.	7%
A partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição.	5%
A partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio	7%
Queda de tensão nos circuitos terminais.	4%

Quadro 3 – Valores máximos de queda de tensão.

Sabendo que a maior queda de tensão ocorrerá no extremo do circuito terminal, a fim de facilitar e tornar mais rápido o cálculo da queda de tensão recomenda-se

concentrar a carga total ligada ao circuito terminal na sua extremidade e, efetuar o cálculo da queda tensão, como esse é o pior caso, se a queda de tensão estiver em níveis aceitáveis, o valor real da queda de tensão também estará, pois é menor que previsto em cálculo.

2.5 DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS

Eletroduto é um duto que tem por objetivo proteger e oferecer um caminho aos cabos e condutores que perpassam em uma camada subterrânea, onde a instalação elétrica requer mais proteção.

Os eletrodutos são os dutos mais utilizados, podendo ser de PVC ou de ferro galvanizado. Os eletrodutos de PVC são geralmente utilizados quando embutidos ou enterrados. Já os eletrodutos de ferro galvanizados são geralmente utilizados em instalações aparentes. A instalação de condutores em eletrodutos deve ser precedida das seguintes considerações:

- A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a 53% para um condutor, 31% para dois condutores e 40% para três ou mais condutores;
- Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto exclusivo quando tal condutor se destina a aterramento;
- O diâmetro externo dos eletrodutos deve ser igual ou superior a 16mm;
- Não deve haver trechos contínuos retilíneos de tubulação mais do que 15m, nos trechos com curvas. Este espaçamento deve ser reduzido de 3m para cada curva de 90 graus;
- Todos os condutores vivos pertencentes a um mesmo circuito devem ser agrupados no mesmo duto;
- Não se deve colocar fases diferentes de um mesmo circuito em eletrodutos de ferro galvanizado individuais;
- Os eletrodutos ou calhas somente devem conter mais de um circuito nas seguintes condições, simultaneamente atendidas: mesmo dispositivo de proteção, condutores isolados com a mesma temperatura máxima para

serviço contínuo e seção dos condutores dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos.

2.6 DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Projetos de instalações elétricas devem prever a proteção contra sobrecorrente, choques elétricos e sobretensão. Os requisitos básicos de um sistema de proteção são:

- Seletividade: capacidade de selecionar a parte danificada da rede e retirá-la de serviço sem afetar os circuitos sãos;
- Exatidão: garantia de confiabilidade operativa do sistema;
- Sensibilidade: representa a faixa de operação e não-operação do dispositivo de proteção.

Os dispositivos básicos de um projeto de proteção são os relés e os fusíveis. Os disjuntores são dispositivos de seccionamento comandados pelos relés. Para que os relés, fusíveis e disjuntores sejam selecionados corretamente é necessária a determinação das correntes de curto-circuito nos vários pontos da instalação. A sensibilização dos dispositivos deve ser feita pelas correntes mínimas de curto-circuito.

Os componentes de uma instalação elétrica, de modo geral, condutores e equipamentos são frequentemente solicitados por correntes e tensões diferentes das previstas para operação em regime permanente. Essas solicitações são, normalmente, sobrecarga, corrente de curto-circuito, sobretensão e/ou subtensão. Todas essas grandezas devem ter seu tempo de duração e intensidades limitadas.

2.7 NORMAS REGULAMENTADORAS

As normas técnicas são instrumento de suma importância no exercício de qualquer profissão, em especial as tecnológicas, onde ensaios, testes e exames devem ser feitos e atualizados em conformidade com elas.

A utilização das normas confere segurança, tanto para os fornecedores, quanto para os consumidores dos serviços e produtos. A correta observância de tais parâmetros resulta na qualidade, confiabilidade e respeito ao trabalho profissional.

O sistema Confea/Crea (Conselho Federal e Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia) conscientes da importância de se propagar e incentivar o uso desses normativos no meio tecnológico, firmaram convênio com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entidade responsável pela elaboração e revisão das normas técnicas. Com o convênio, pretende-se promover a construção de empreendimentos sustentáveis.

A normatização é importante não somente para a melhoria da produtividade, mas também para a eliminação de barreiras técnicas e comerciais, contribuindo para a integração do Brasil ao cenário internacional. Observando as normas, os profissionais e empresas de pequeno, médio e grande porte diminuem a possibilidade de erros, reduzem o consumo de materiais e desperdícios, colaborando para o crescimento sustentável e responsável do país.

2.8 NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A ABNT NBR 5410 estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança das pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens (item 1, NBR 5410).

Como o estágio foi desenvolvido em baixa tensão, será esta a norma utilizada na construção dos projetos.

2.9 NORMAS DA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com a concessionária de energia elétrica ENERGISA, as Normas da Distribuição Unificadas (NDUs) são documentos que formalizam o modelo técnico-operacional de todas as cinco distribuidoras do Grupo Energisa, localizadas nos estados

de Minas Gerais, Paraíba, Sergipe e Rio de Janeiro. Nelas são explicitadas todas as especificações para o fornecimento de energia elétrica.

Como a carga total da instalação resultou em um valor menor que 75 kW, será usada a norma de distribuição unificada nº 1 (NDU 001).

2.9.1 NDU 001 – FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA

De acordo com o item 1 da NDU 001, esta norma fia os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entrada de serviço das unidades 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 a legislação em vigor.

A NDU 001 descreve as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, considerações sobre o ramal de ligação, ramal de entrada, ponto de entrega, proteção da entrada de serviço, medições, aterramento, caixas para equipamentos de medição ou proteção, postes e pontaletes, dimensionamento e demanda para entradas trifásicas.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 PROJETO ELÉTRICO CREDUNI

O objetivo do projeto foi acompanhar o dimensionamento elétrico da construção de uma edificação que abrigará uma agência bancária, bem como sua execução na Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande - PB.

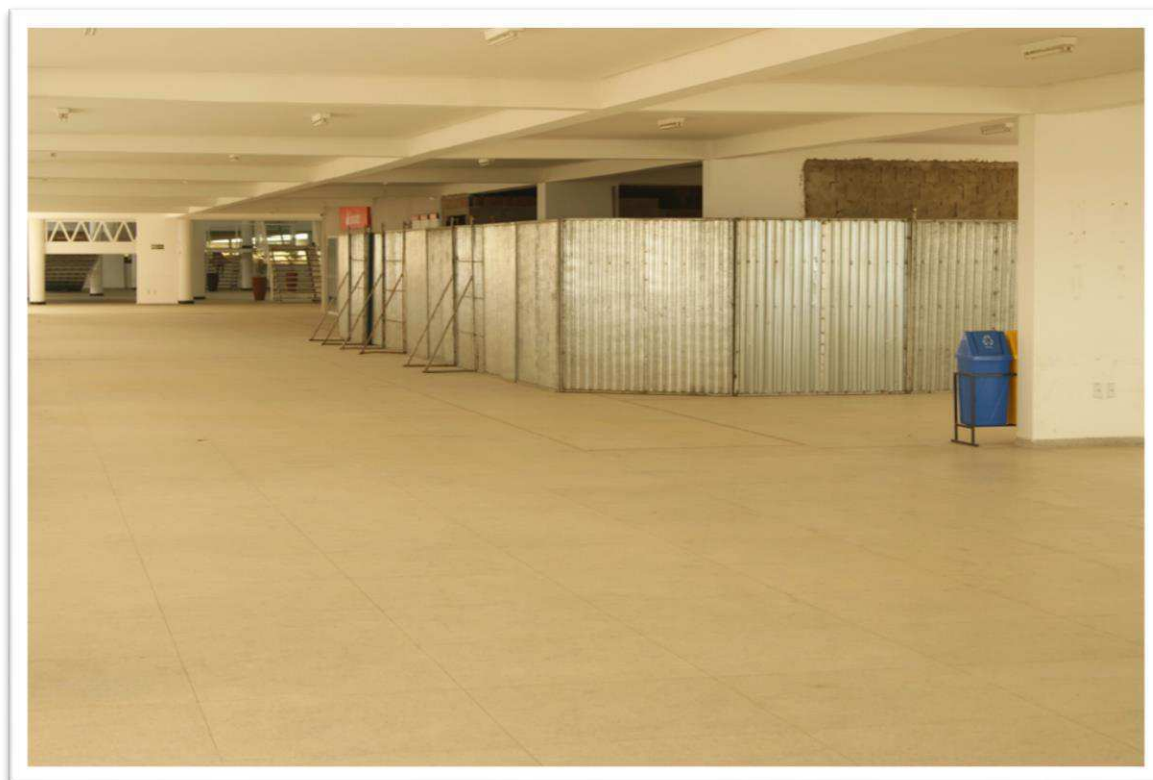


Figura 1 – Vista da obra em construção.

3.2 METODOLOGIA

Na elaboração desse projeto foram criadas planilhas de cálculo utilizando o software *Microsoft Excel*, sempre sendo observadas as Normas em vigor da associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 5410, NBR 5419 e a Norma de

fornecimento de energia elétrica em Tensão Primária de Distribuição NDU 001 da ENERGISA Borborema.

3.3 DESCRIÇÃO DA CREDUNI

A CREDUNI é a cooperativa de crédito dos servidores das instituições de ensino superior da Paraíba – UFCG, UFPB, IFPB e UEPB.

Sediada em Campina Grande, atua em toda Paraíba com atendimento personalizado na UFCG, na UEPB e em João Pessoa no Castelo Branco, vizinho ao Campus I da UFPB e pontos de atendimento eletrônico nestas universidades, na rede UNICRED N/NE e no sistema 24 HORAS.

Sua Assembleia de Fundação ocorreu no dia 06 de abril de 1999, ano em que foi autorizada pelo Banco Central do Brasil para funcionar e, em março de 2000, iniciou suas operações de crédito.

3.4 SUPORTE ENERGÉTICO

A Instalação será suprida em baixa tensão diretamente da rede de energia elétrica secundária existente e de propriedade da UEPB.

3.5 RECOMENDAÇÕES NA EXECUÇÃO

Recomenda-se que a implantação da instalação seja feita por profissional habilitado (eletricista) para que não ocorram falhas ou incorreções e desperdícios de material, devidamente equipados com os equipamentos de proteção individual e coletiva para garantir a segurança do profissional e redução de riscos de acidentes.

3.6 PREVISÃO DE CARGA

O cálculo da previsão de carga será realizado seguindo as especificações da NDU 001 da ENERGISA e da NBR 5410.

3.6.1 ILUMINAÇÃO

Baseado no projeto luminotécnico apresentado pelo arquiteto, a potência de iluminação será de 1,428 kW, devidamente detalhada no quadro 4.

Circuito	Local	Potência (W)		
		Quantidade	Potência (W)	Total (W)
Iluminação	Sanitário	1	26	26
Iluminação	Mat. Expediente	1	26	26
Iluminação	Copa	1	26	26
Iluminação	Atendimento	9x3	9x78	702
Iluminação	Hall	1x3	1x78	78
Iluminação	Caixas	2x3	2x78	156
Iluminação	Espaço Cultural	6x3	6x78	468
Potência Total da Iluminação (kW)				1,428

Quadro 4 – Potência de iluminação.

3.6.2 TOMADAS DE USO GERAL

O número de tomadas e suas posições encontravam-se já definidos no início do projeto, restando apenas especificar as cargas. Foram utilizadas cargas de 100 W e 300 W para tomadas de uso geral. O quadro de cargas das TGU é apresentado na tabela 2.

Circuito	Local	Tomadas (W)		Total (W)
		100(W)	300 (W)	
TUG	Copa	2	3	1100
TUG	Atendimento	5	4	1700
TUG	Hall	2	2	800
TUG	Caixas	1	2	700
TUG	Espaço Cultural	2	3	1100
Potência total das TUG (kW)				5,400

Quadro 5 – Potência das tomadas de uso geral .

3.6.3 TOMADAS DE USO ESPECÍFICO

Para as tomadas de uso específico foram consideradas as potências igual a nominal dos equipamentos a serem alimentados, constando na Tabela 15.

Circuito	Local	Equipamento	Potência (W)		
			Quantidade	Potência (W)	Total (W)
TUE	Atendimento ao público	Condicionador de ar 18.000 BTU	1	3000	3000
TUE	Hall	Condicionador de ar 18.000 BTU	1	3000	3000
TUE	Caixas	Condicionador de ar 18.000 BTU	1	3000	3000
TUE	Espaço Cultural	Condicionador de ar 18.000 BTU	1	3000	3000
Potência Total das TUE (kW)					12,00

Quadro 6 – Potência de tomadas de uso específico.

3.6.4 DEMANDA

O cálculo da demanda, útil para o dimensionamento do ramal de entrada, é feito utilizando a expressão 2.

$$D (kW) = (d1 + d2 + d3) \quad (2)$$

Onde:

- $d1$ a demanda de iluminação e tomadas;
- $d2$ a demanda dos computadores pessoais;
- $d3$ a demanda dos aparelhos condicionadores de ar;

O cálculo da provável demanda segue apresentado no quadro 7.

Demanda	Carga W
$d1$ (W)	2682
$d2$ (W)	4200
$d3$ (W)	12000
Demanda provável (W)	18882

Quadro 7 – Demanda provável.

3.7 DIVISÃO EM CIRCUITOS TERMINAIS

A previsão inicial do número de circuitos necessários à instalação é feita aplicando-se os critérios prescritos pela NBR 5410. Fazendo uma divisão simples da demanda pela potência máxima recomendada de 2200 kVA, tem-se o número mínimo de circuitos, que podem ser de ordem maior a depender de outros fatores, como a localização na edificação.

3.7.1 ILUMINAÇÃO

Serão dois circuitos de iluminação:

- Circuito 1: iluminação do sanitário, copa, atendimento e caixas, com potência de 936 W;
- Circuito 2: iluminação do Hall e do espaço cultural, com potência de 546 W.

3.7.2 TUG

A carga das TUG apresentam valores da ordem de 5400 W, esse valor dividido por 2200 W, resulta em um número mínimo de 3 circuitos, porém, foi adotado um número de 7 circuitos por questões de segurança e grau de importância no estabelecimento.

- Circuito 3: 4 TUG na copa, com potência de 800 W;
- Circuito 4: 4 TGU no atendimento ao público, com potência de 800 W;
- Circuito 5: 2 TGU no atendimento ao público, com potência de 400 W;
- Circuito 6: 4 TGU no atendimento ao público, com potência de 800 W;
- Circuito 7: 3 TGU no caixa, com potência de 700 W;
- Circuito 8: 4 TGU no Hall, com potência de 800 W;
- Circuito 9: 5 TGU no espaço cultural, com potência de 1,100 W.

3.7.3 TUE

Cada TUE terá um circuito terminal independente.

- Circuito 10: 1 TUE no Atendimento ao público, com potência de 3,000 W;

- Circuito 11: 1 TUE no Caixa, com potência de 3,000 W;
- Circuito 12: 1 TUE no Hall, com potência de 3,000 W;
- Circuito 13: 1 TUE no Espaço Cultural, com potência de 3,000 W.

3.8 CÁLCULO DAS CORRENTES DE CIRCUITO

Com o valor previsto das potências para cada circuito, podem ser calculadas as respectivas correntes, usando a tensão de 220 V por se tratar de circuitos monofásicos. Os valores calculados podem ser observados no quadro 8.

Circuito	Local			Esquema	Método	Tensão (V)	Potência Total (V.A)			Corrente (A)	Agrupamento			Bitola		Disjuntor (A)		
	Nº	Fase	Tipo				Equipamento	Nº itens	Potencia		Total	Nº	Fator Correção	Corrente (A)	Secção (mm²)		Capacidade (A)	
Alimentação		Sala 2			3F+N+T	B1	220/380			47193,40	71,70			71,70	16		40	
Subquadro		Sala 1			3F+N+T	B1	220/380			28084,8	42,67			42,67	6	48	32	
1	C	Iluminação	Salas 2,3,4		F+N	B1	220	6	38,8	232,8	1,06	1	1	1,06	1,5	15,5	10	
5	A	TUG	Sala 2a, Sala 3a		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	1	1	9,08	2,5	21	15	
6	B		Sala 2b		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	3	0,7	12,97	2,5	21	15	
7	B		Sala 2c		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	3	0,7	12,97	2,5	21	15	
8	C		Sala 3b, Sala 4		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	1	1	9,08	2,5	21	15	
14	A	TUE	Sala 2	Estufa	F+N+T	B1	220	1	2000	2000	9,09	3	0,7	12,99	2,5	21	15	
15	C		Sala 3	Destilador	F+N+T	B1	220	1	4000	4000	18,18	3	0,7	25,97	4	28	25	
16	B		Sala 3	Água ultrap.	F+N+T	B1	220	1	4000	4000	18,18	3	0,7	25,97	4	28	25	
17	A		Sala 2	Centrífuga	F+N+T	B1	220	1	5000	5000	22,73	2	0,8	28,41	6	36	30	
18	C		Sala 2	Mufra	F+N+T	B1	220	1	2000	2000	9,09	2	0,8	11,36	2,5	21	15	
19	B		Sala 4	Ar-cond.	F+N+T	B1	220	1	2860	2860	13,00	1	1	13,00	2,5	21	20	
Circuito			Local															
Subquadro			Sala 1			3F+N+T	B1	220/380			19108,60	29,03			29,03	6	48	32
2	A		Iluminação	Salas 1		F+N	B1	220	12	38,8	465,6	2,12	1	1	2,12	1,5	15,5	10
3	C	TUG	Salala		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	2	0,8	11,35	2,5	21	15	
4	B		Sala 1b		F+N+T	B1	220	6	333	1998	9,08	2	0,8	11,35	2,5	21	15	
9	A	TUE	Sala 1	No-break	F+N+T	B1	220	1	3000	3000	13,64	5	0,6	22,73	4	28	25	
10	B			No-break	F+N+T	B1	220	1	1000	1000	4,55	5	0,6	7,58	2,5	21	15	
11	B			COT	F+N+T	B1	220	1	1000	1000	4,55	5	0,6	7,58	2,5	21	15	
12	A			Ger. de nitro.	F+N+T	B1	220	1	3000	3000	13,64	5	0,6	22,73	4	28	25	
13	C			No-break	F+N+T	B1	220	1	5000	5000	22,73	5	0,6	37,88	6	36	30	
20	B			Ar-cond.	F+N+T	B1	220	1	1647	1647	7,49	1	1	7,49	2,5	21	15	

Quadro 8 – Correntes de circuito.

3.9 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E DISJUNTORES

PARA OS CIRCUITOS TERMINAIS

O dimensionamento dos condutores foi realizado pelo critério da máxima condução de corrente e da seção mínima exigida pela NBR 5410, já que as distâncias dos pontos de utilização aos quadros de distribuição são pequenas e as quedas de

tensões serão irrelevantes. O dimensionamento da proteção de cada circuito é função da carga ligada a cada um deles. No caso dos circuitos de iluminação e de tomadas de uso geral, foram utilizados condutores de 1,5 mm² e 2,5 mm² e proteção de 15 A e 20 A, respectivamente. No caso das TUE, foi utilizado um condutor com seção de 2,5 mm².

3.10 QUADRO DE CARGAS

Circuito	Iluminação (W)			Tomadas (W)			Carga (W)	Proteção (A)	Condutor mm ² /	Tensão (V)	Observação
	3x3	26	3x26	100	300	3000					
1		3	11				936	15	1,5	220	Iluminação
2			7				546	15	1,5	220	Iluminação
3				2	2		800	20	2,5	220	Tomadas
4				2	2		800	20	2,5	220	Tomadas
5				1	1		400	20	2,5	220	Tomadas
6				2	2		800	20	2,5	220	Tomadas
7				1	2		700	20	2,5	220	Tomadas
8				2	2		800	20	2,5	220	Tomadas
9				2	3		1,100	20	2,5	220	Tomadas
10						1	3,000	20	2,5	220	Ar – Condicionado
11						1	3,000	20	2,5	220	Ar – Condicionado
12						1	3,000	20	2,5	220	Ar – Condicionado
13						1	3,000	20	2,5	220	Ar - Condicionado
Total	0	03	18	12	14	04	18,882	50	10,0	380	

Quadro 9 – Quadro de cargas.

3.11 EXECUÇÃO

A execução da obra foi acompanhada por um eletricitista, cuja função foi orientar os operários a manter fidedigno ao projeto, a demolição e construção de vias nas paredes, teto e piso por onde passaram os eletrodutos, caixas de passagem e quadros. Segue abaixo algumas fotografias da execução do projeto.



Figura 2 – Caminho de eletrodutos e tomadas.



Figura 3 – Localização de pontos de tomadas.



Figura 4 – Passagem de eletrodutos.



Figura 5 – Instalação de tomadas.



Figura 6 – Vista externa da obra concluída.



Figura 7 – Vista externa da obra concluída.



Figura 8 – vista interna da obra concluída.

4 CONCLUSÃO

Analisando as dimensões dos dispositivos de proteção usadas nos circuitos da instalação, foi verificado que, sob aspectos de engenharia em termos de segurança e alvo para futuras instalações, os disjuntores foram bem dimensionados. Sendo nos casos mais críticos, os circuitos 10, 11, 12 e 13, cuja potência de 3,000 W sob tensão de 220 V, logo é circulada por corrente elétrica de 13.63 A (sendo dimensionada para 20 A).

Apesar de inúmeras restrições durante o período do Estágio Supervisionado para com a empresa responsável, tais como restrições no acompanhamento do projeto elétrico, restrições às visitas na obra devido a fatores de sigilo por parte da empresa contratante, impossibilidade de acesso aos arquivos AutoCad do projeto elétrico, dentre outros, o Estágio revelou-se gratificante, cumprindo seu papel de consolidar o aprendizado durante o curso com a vivência prática no meio de trabalho.

Certamente, há inúmeras possibilidades de campos de trabalho do Engenheiro Eletricista, seja ele execute seu trabalho no Projeto, construção, manutenção, operação, desenvolvimento ou supervisão. Possivelmente, um dos maiores desafios do engenheiro, talvez seja a possibilidade de exercer todo seu potencial técnico-científico, sem sofrer atrito da burocracia existente na obra.

Importante salientar que, devido à problemas de natureza administrativa da Universidade na realização da disciplina estágio no interior da própria e, havendo pequena oferta de estágio por empresas da região, cabe ao estagiário, na pretensão de conclusão de curso, aceitar a proposta que lhe for concebida, mesmo não sendo tecnicamente estimuladora.

Como recomendação para a Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica, fica a reativação da Empresa Júnior, para que possa aproximar mais cedo os alunos das atividades cotidianas de uma empresa, complementando a formação para o mercado de trabalho.

BIBLIOGRAFIA

Filho, Domingos Leite Lima. 2001. *Projetos de Instalações Elétricas Prediais*. 6ª Edição. s.l. : Érica Ltda., 2001.

NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão. **ABNT. 2008.** Rio de Janeiro : s.n., 2008. Associação Brasileira de Normas Técnicas. p. 209.

NBR 5413 - Iluminância de interiores. **ABNT. 1991.** Rio de Janeiro : s.n., 1991. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NDU 001 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária, edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras. **ENERGISA. 2010.** 2010. Norma de Distribuição Unificada. p. 100. Versão 2.0.















NDU 004 - Instalações básica para construção de redes de distribuição urbana. **ENERGISA. 2013.** 2013. Norma de Distribuição Unificada. Versão 3.0.

NDU 006 - Critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aéreas urbanas. **ENERGISA. 2012.** 2012. Norma de Distribuição Unificada. Versão 3.0.

NR 10 - Seguranças em instalações e serviços em eletricidade. **Norma Regulamentadora. 2004.** 2004.

APÊNDICE A – PROJETO CREDUNI

SIMBOLOGIA:

-  - INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA
-  - TUBULAÇÃO SOB O TETO OU EMBUTIDA NA PAREDE
-  - TUBULAÇÃO EMBUTIDA NO PISO
-  - CAIXA DE PVC 4x4" SEXTAVADA INSTALADA SOB O TETO
-  - CAIXA DE PVC 20x20 cm INSTALADA SOB O TETO
-  - LUMINÁRIA 20x20cm
-  - LUMINÁRIA 40x40cm COM 3 LÂMPADAS DE 26W
-  - TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,30m DO PISO ACABADO
-  - TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 1,00m DO PISO
-  - TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 2,50m DO PISO
-  - PONTO P/ AR-CONDICIONADO INST. NA PAREDE
-  - INTERRUPTOR DE "n" SEÇÕES, INST. A 1,10m DO PISO
-  - INTERRUPTOR THREE-WAY
-  - CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO DE CORES

TERRA	---	VERDE	
NEUTRO	---	AZUL CLARO	
FASE ILUM.	---	PRETO	
FASE TOM.	---	VERMELHO	
RETORNO	---	AMARELO	

OBS:

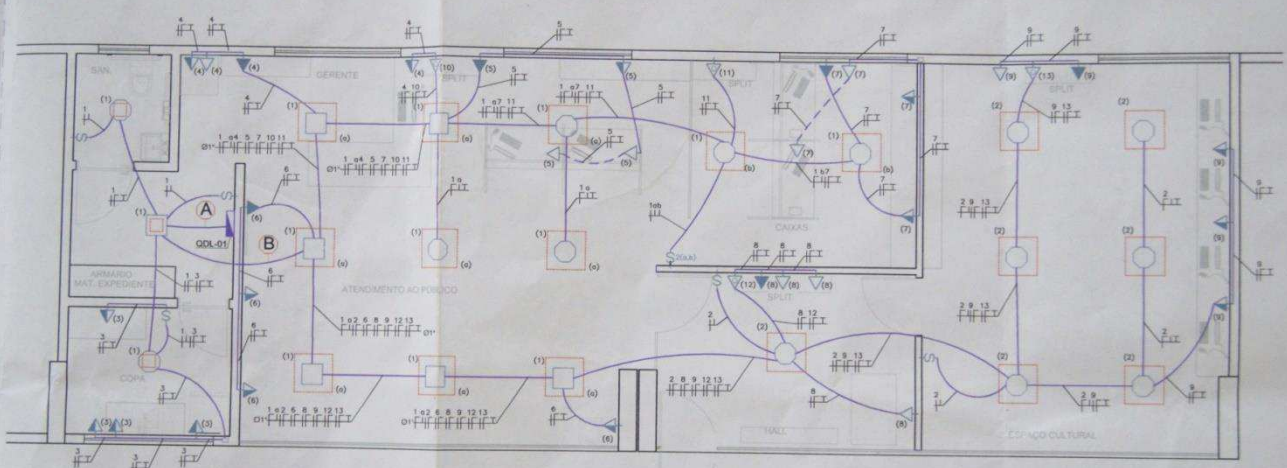
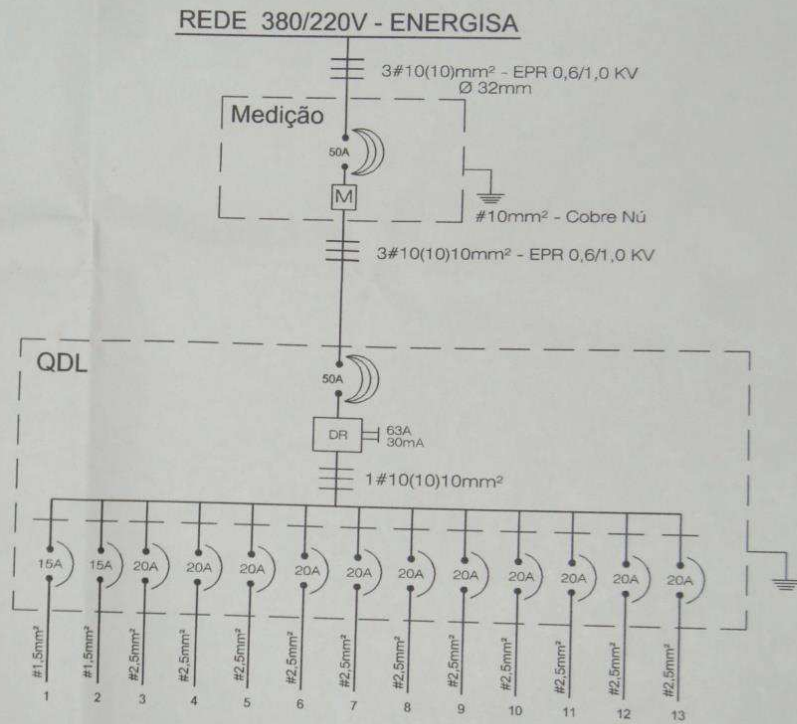
Cabo Terra Iluminação	---	1,5mm ²
Cabo Terra Tomada	---	2,5mm ²

		ASSUNTO : PROJETO ELÉTRICO
		PROPRIETÁRIO : CREDUNI
PIRANCHA	DESENHO	LOCAL : UEPB - CAMPUS I - BAIRRO BODOCÓNGO - CAMPINA GRANDE - PB
01/01	Eduardo Aranha	DATA : Dezembro/2013
PROJETO : RICARDO AMADEU A. COSTA		ESCALA : 1:50
ENG. ELETRICISTA CARTEIRA 160.349.547.9		DESENHOS : PLANTA BAIXA - ELÉTRICO QUADRO DE CARGAS DIAGRAMA UNIFILAR
FONES (083) 3341.6017 8657.2243 9999.3125		REV. - 01 : 27.12.13
		REV. - 02 :
		REV. - 03 :
		REV. - 04 :
		REV. - 05 :
		REV. - 06 :

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N°	ILUMINAÇÃO (w)			TOMADAS (w)			CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm2	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		3x3	26	3x26	100	300	3.000					
QDL	1		03	11				936	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2			07				546	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	3				02	02		800	20	2,5	220	TOMADAS
	4				02	02		800	20	2,5	220	TOMADAS
	5				01	01		400	20	2,5	220	TOMADAS
	6				02	02		800	20	2,5	220	TOMADAS
	7				01	02		700	20	2,5	220	TOMADAS
	8				02	02		800	20	2,5	220	TOMADAS
	9				02	03		1.100	20	2,5	220	TOMADAS
	10						01	3.000	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	11						01	3.000	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	12						01	3.000	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	13						01	3.000	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
		TOTAL	0	03	18	12	14	04	18.882	50	10,0	380

DIAGRAMA UNIFILAR



PLANTA BAIXA - ELÉTRICO

ESCALA: 1/50