

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

ELIOENAI LINCON GUEDES ALVES

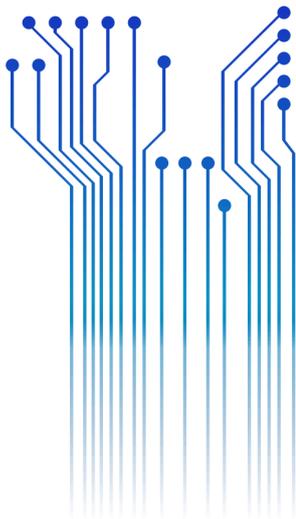


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA



Departamento de
Engenharia Elétrica



CAMPINA GRANDE
2018

ELIOENAI LINCON GUEDES ALVES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

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: Eletrotécnica

Orientador: Professor Leimar de Oliveira, D. Sc.

CAMPINA GRANDE

2018

ELIOENAI LINCON GUEDES ALVES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

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: Eletrotécnica

Aprovado em: / /

Professor Avaliador

Leimar de Oliveira D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG Professor

Professor Convidado

Universidade Federal de Campina Grande
Convidado, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha irmã, por todo o amor e dedicação para comigo, por terem sido a peça fundamental para que eu tenha me tornado a pessoa que hoje sou.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado Senhor Jesus, que me abençoou e cuidou de mim durante todo o curso, a Ele toda a honra, glória e louvor;

Aos meus pais, Henrique Alves e Jacqueline Alves, por me ensinarem a perseverar, por sempre me incentivarem a ir além das minhas expectativas e a ser otimista mesmo em situações difíceis, por se dedicarem integralmente a minha educação e por me instruírem no caminho da Verdade;

A minha irmã, Rhávila Rachel, por ser minha melhor amiga e está sempre presente e disposta a me ajudar com muito amor;

Ao professor Leimar de Oliveira, pela disponibilidade em me ajudar a conseguir esse estágio, que muito contribuiu para minha formação. Por seu otimismo e alegria que contagia todos a sua volta. Obrigado, professor, pela confiança, colaboração, paciência e pelos conhecimentos repassados;

A todos os professores que contribuíram na minha formação acadêmica;

Aos engenheiros, Adriano, Francisco e Jaruseyk, que me receberam na Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Estadual da Paraíba – PROINFRA/UEPB, me instruíram e motivaram a exercer com excelência a engenharia;

A todos os funcionários do DEE, em especial, a Tchai e Adail, que estiveram sempre dispostos a me ouvir, orientar e motivar nos momentos mais difíceis do curso. Vocês são 10!;

A todos os meus colegas, que durante o curso se tornaram amigos e companheiros, agradeço pelos momentos que compartilhamos estudando, rindo, lanchando juntos. Em especial, Alberto, Aline, Rui, Rodrigo, Bruno, Andreia, Brenda, Yuri, Pablo, Priscila, Polyana... Um abraço a todos vocês!

Eis que o temor do Senhor é a sabedoria
e o apartar-se do mal é a inteligência (Jó
28:28).

RESUMO

Um dos componentes curriculares do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande é a disciplina Estágio Supervisionado, que proporciona o contato inicial do bacharelado com a prática profissional. Nessa perspectiva, este relatório visa sintetizar os conhecimentos adquiridos durante o estágio supervisionado, realizado na Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Estadual da Paraíba (PROINFRA/UEPB), no Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura, situada na cidade de Campina Grande/PB, no período compreendido entre 31 de maio de 2018 a 27 de julho de 2018. Ressalte-se que o principal objetivo do estágio supervisionado foi aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso no âmbito profissional, de modo que, foram utilizados alguns conceitos teóricos, dentre os quais, pode-se destacar: tipos de energias, bancos automáticos de capacitores, fator de potência e a sua correção. Para tanto, fundamentamo-nos em autores como CREDER (2007 [1966]) e MAMEDE FILHO (2013 [1986]). É importante destacar que as atividades desenvolvidas durante o estágio se concentraram na área da eletrotécnica, a exemplo da fiscalização de obra para o desenvolvimento de *asbuilt*, análise da qualidade de energia em instalações elétricas prediais, estudo de *software* para projetos de instalações elétricas, elaboração de projetos de instalações elétricas prediais, estudo de correção de fator de potência em instalações elétricas, dentre outros. Com o estágio, pode-se concluir que as atividades desenvolvidas proporcionaram o aprendizado de estratégias a serem utilizadas na prática profissional, bem como, demonstrou alguns desafios que precisam ser vencidos e/ou aprimorados no exercício da engenharia.

Palavras-chave: Engenharia. Estágio Supervisionado. PROINFRA.

ABSTRACT

One of the curricular components of the Electrical Engineering Course of the *Universidade Federal de Campina Grande* (UFCG) [Federal University of Campina Grande] is the Supervised Internship, which provides the initial contact of the bachelors with the professional practice. Based on this perspective, this report aims to synthesize the knowledge acquired during this period, held at the Pro Rectory Infrastructure of the *Univesidade Estadual da Paraíba* (PROINFRA/UEPB) [The Pro Rectory Infrastructure of the State University of Paraíba], in the Engineering and Architecture Projects Sector at Campina Grande (PB), between May 31, 2018 and July 27, 2018. It should be emphasized that the main objective of the supervised internship was to apply the knowledge acquired during this process in the professional scope; thus, as theoretical concepts used, we can highlight: types of energies, automatic banks of capacitors, power factor and its correction. Therefore, authors such as CREDER (2007 [1966]) and MAMEDE FILHO (2013 [1986]) were the basis of our work. It is important to highlight that, the activities carried out during this period, focused on the area of electrotechnology, such as the supervision of works for the development of asbuilt, analysis of the quality of energy in building electrical installations, software study for electrical installation projects, elaboration of building electrical installations, study of power factor correction in electrical installations, among others. With the stage, it can be concluded that the activities developed provided the learning strategies to be used in professional practice, as well as demonstrated some challenges that need to be overcome and/or improved in the exercise of engineering.

Keywords: Engineering. Supervised internship. PROINFRA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: PROINFRA - Campus I da UEPB.....	16
Figura 2: Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura	18
Figura 3: Triângulo das potências.....	23
Figura 4: Correção do fator de potência.....	26
Figura 5: Diagrama dos tipos de instalação	27
Figura 6: Interface do Lumine V4	31
Figura 7: Layout do PowerMANAGER Desktop.....	32
Figura 8: PowerNET P-600 G4.....	33
Figura 9: Transformador 225KVA	34
Figura 10: Ilustração – Trifásico 4 fios, Estrela, Conexão direta	34
Figura 11: Trifásico 4 fios, Estrela, Conexão direta.....	35
Figura 12: Gráfico da análise dos dados coletados.....	36
Figura 13: Gráfico da análise dos dados coletados.....	36
Figura 14: Tabela de dados	37
Figura 15: Gráfico de simulação da instalação de 10 kvar.....	40
Figura 16: Croqui do bloco CCBS.....	41
Figura 17: Planilha com lista de mudanças Térreo	41
Figura 18: As built térreo CCBS	42
Figura 19: Consequências do Curto-circuito	43
Figura 20: Refletores instalados nas árvores	44
Figura 21: Projeto de instalação elétrica predial.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados selecionados.....	38
Tabela 2: Cálculo de reativos.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANEEL	<i>Agencia Nacional de Energia Elétrica</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
EPC	<i>Equipamento de Proteção Coletiva</i>
EPI	<i>Equipamento de Proteção Individual</i>
NR 10	<i>Norma Regulamentadora 10</i>
NBR 5410	<i>Norma Brasileira 5410</i>
PROINFRA	<i>Pró-Reitoria de Infraestrutura</i>
SPDA	<i>Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas</i>
UEPB	<i>Universidade Estadual da Paraíba</i>
UFCG	<i>Universidade Federal de Campina Grande</i>
URNe	<i>Universidade Regional do Nordeste</i>

LISTA DE SIGLAS

FP	<i>Fator de Potência</i>
kW	<i>Quilowatt</i>
kvar	<i>Quilo Volt-Ampere reativo</i>
kVA	<i>Quilo Volt-Ampere</i>
P	<i>Potência Ativa</i>
Q	<i>Potência Reativa</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 APRESENTAÇÃO DA UNIDADE CONCEDENTE DO ESTÁGIO	16
1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO	19
2. OBJETIVOS DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	21
2.1 OBJETIVO GERAL:	21
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	21
3. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	22
3.1 FATOR DE POTÊNCIA	22
3.1.1 Conceito	22
3.1.2 Regulamentação para fornecimento de energia reativa	23
3.1.3 Causas do Baixo Fator de Potência	24
3.1.4 Consequências do Baixo Fator de Potência	25
3.1.5 Correção de Fator de Potência	25
3.1.6 Localização da instalação dos capacitores	27
3.1.7 Bancos automáticos de capacitores.....	28
3.2 NORMA REGULAMENTADORA 10 (NR- 10) – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS ELÉTRICOS	29
3.3 NORMA BRASILEIRA 5410 (NBR 5410) – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO	29
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	30
4.1 SOFTWARE UTILIZADOS: AUTOCAD®, LUMINE V4 E POWERMANAGER DESKTOP.....	30
4.1.1 AutoCAD ®.....	30
4.1.2 Lumine V4	30
4.1.3 <i>PowerMANAGER Desktop</i>	32
4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO CCBS/UEPB – PARA A CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	32
4.2.1 Equipamento PowerNET P-600 G4	32
4.2.2 Instalação do Analisador PowerNET P-600 G4 nos Terminais do Transformador Trifásico.....	33
4.2.3 Análise das amostras coletadas no PowerNET P-600 G4	35

4.3 AS BUILT	40
4.4 VISITAS DE INSPEÇÃO	42
4.5 PROJETO.....	45
5. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Um dos componentes curriculares obrigatórios do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) é a disciplina Estágio Supervisionado, que proporciona o contato inicial do bacharelado com a prática profissional, quando aprenderá algumas estratégias para lidar com os desafios que as atividades profissionais impõem, além de impor disciplina e responsabilidade ao estagiário.

Destaque-se que o estágio, objeto deste relatório, foi realizado na Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Estadual da Paraíba (PROINFRA/UEPB), no Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura, situada na cidade de Campina Grande, Paraíba, no período compreendido entre 31 de maio de 2018 a 27 de julho de 2018, cumprindo carga horária de 22 horas/semanais, totalizando 182 horas em atividades técnicas, sendo exercido sob a supervisão do engenheiro eletricista Jaruseyk Batista Silva Fidelis.

Dentre as atividades realizadas pelo estagiário, as principais foram: Fiscalização de obra, *as built* de projetos completos, análise da qualidade de energia, estudo de *software*, projetos de instalações elétricas prediais, estudo de correção de fator de potência em instalações elétricas. Para realizá-las, utilizamos de alguns conceitos teóricos apresentados durante o Curso de Engenharia Elétrica, dentre os quais, pode-se destacar: tipos de energias, bancos automáticos de capacitores, fator de potência e a sua correção.

Ressalte-se que as atividades desenvolvidas durante o estágio proporcionaram o aprendizado de estratégias a serem utilizadas na prática profissional, bem como, demonstrou alguns desafios que precisam ser vencidos e/ou aprimorados no exercício da engenharia.

1.1 APRESENTAÇÃO DA UNIDADE CONCEDENTE DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado foi desenvolvido na Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Estadual da Paraíba – PROINFRA/UEPB, no Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura (Figura 1), situada na Rua das Baraúnas, nº 351, Bairro Universitário, Campina Grande/Paraíba, CEP 58.429-500; telefone (83) 3315-3341; e-mail: proinfra@uepb.edu.br. Onde o Pró-Reitor é o Professor Dr. Álvaro Luís Pessoa e a Pró-Reitora Adjunta é a Professora MSc. Cheyenne Ribeiro Guedes

Figura 1: PROINFRA - Campus I da UEPB



Fonte: Própria

Isidro Abilio.

Inicialmente, faz-se necessário pontuar que a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) foi originada da antiga Universidade Regional do Nordeste (URNe). Posto que, a Universidade Regional do Nordeste (URNe), autarquia municipal de

Campina Grande/PB, foi fundada pela Lei Municipal nº 23, de 15 de março de 1966, na gestão do então prefeito Williams de Souza Arruda. Apenas no governo de Tarcísio Burity, com a Lei nº 4.977, de 11 de outubro de 1987, que a Universidade Regional do Nordeste (URNe) foi estadualizada, tornando-se a Universidade Estadual da Paraíba.

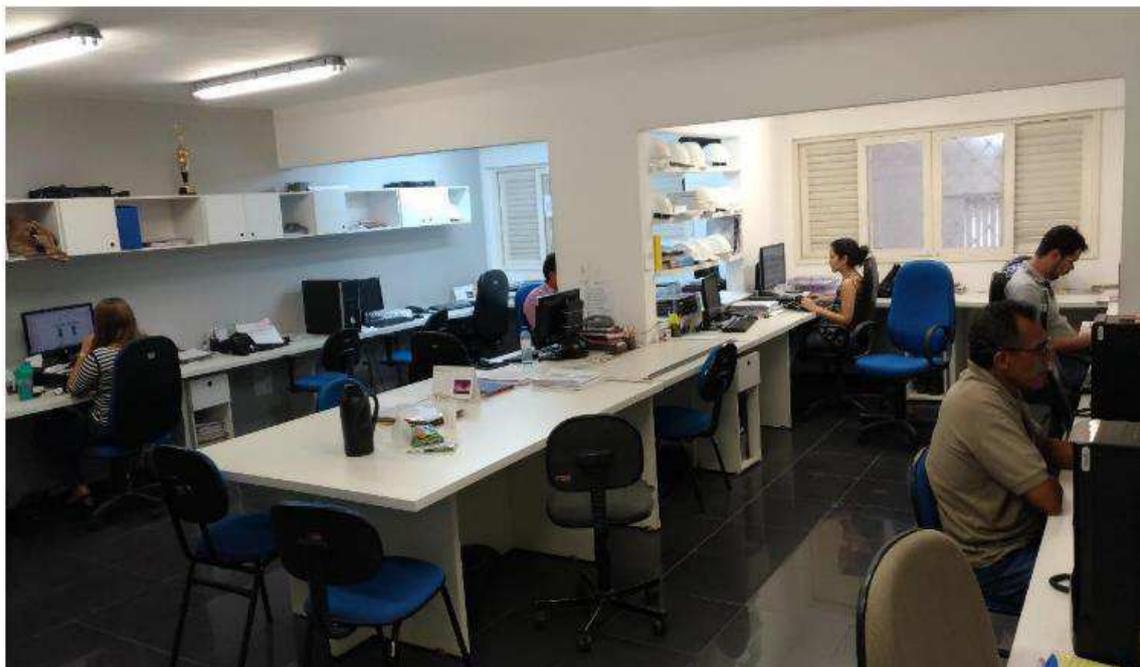
Atualmente, a UEPB disponibiliza 52 cursos de graduação, dos quais 24 são de bacharelado e 28 de licenciatura, espalhados por cerca de oito campi, situados, respectivamente, nas cidades de:

- **Campus I** – Campina Grande;
- **Campus II** – Lagoa Seca;
- **Campus III** – Guarabira;
- **Campus IV** – Catolé do Rocha;
- **Campus V** – João Pessoa;
- **Campus VI** – Monteiro;
- **Campus VII** – Patos;
- **Campus VIII** – Araruna.

Sendo no Campus I, localizado na cidade de Campina Grande, onde se encontram a sede da Reitoria e da Administração Central da Universidade, bem como, as pró-reitorias e principais coordenações.

Tratando-se da Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Estadual da Paraíba – PROINFRA/UEPB, mais especificamente do Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura (Figura 2), ressalte-se que é esse setor, com profissionais das áreas de arquitetura, engenharia elétrica, engenharia mecânica, engenharia civil, técnicos e desenhistas, é responsável por realizar atividades referentes à reforma, elaboração de projetos, restauração e construção de obras, além da fiscalização de obras e manutenção predial e de áreas verdes.

Figura 2: Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura



Fonte: Própria

Segundo a PROINFRA, as principais atividades e competências do Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura são:

1. Administrar a execução de atividades de planejamento e cadastramento de áreas físicas e de infraestrutura da UEPB;
2. Elaborar projetos no âmbito da edificação, do paisagismo, dos componentes de construção, da infraestrutura e da urbanização;
3. Elaborar orçamentos e estudos de viabilidade econômica dos projetos;
4. Encaminhar ao Pró-Reitor as propostas de planos, programas, normas e orçamentos;
5. Definir projeto para mobiliário da UEPB;
6. Supervisionar a manutenção das edificações do campus e unidades externas de propriedade da UEPB;

7. Supervisionar e atestar a qualidade das obras de construção e reformas que venham a ser realizadas por empresas externas à Universidade.

Em relação às demandas relacionadas à eletricidade, o setor conta com a coordenação dos engenheiros Adriano Magno, Francisco Oliveira e Jaruseyk Fidelis, responsáveis pela manutenção predial, elaboração de projetos elétricos, supervisão da equipe de eletricitas, entre outras atividades.

1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Este relatório está organizado em seis tópicos, a saber: 1. Introdução; 2. Objetivos; 3. Embasamento Teórico; 4. Atividades desenvolvidas; 5. Conclusão; e Referências.

O primeiro tópico, *Introdução*, está subdividido em dois sub-tópicos (1.1 Apresentação da unidade concedente do estágio; e 1.2 Estrutura do Relatório de Estágio). Esse tópico contextualiza a disciplina de estágio supervisionado; descreve o local onde foi realizado o estágio, por meio de um breve resumo histórico a respeito da Universidade Estadual da Paraíba, ressaltando a Pró-reitoria de Infraestrutura, especificamente o Setor de Projetos de Engenharia e Arquitetura; e informa sobre as atividades realizadas e tempo de duração do estágio.

O segundo tópico, *Objetivos*, expõe o objetivo geral e os objetivos específicos do estágio supervisionado.

O terceiro tópico, *Embasamento teórico*, está subdividido em três tópicos, que expõe o fundamento teórico utilizado no decorrer da execução do estágio supervisionado, a saber: 3.1 Fator de Potência (3.1.1 Conceito; 3.1.2 Regulamentação para fornecimento de energia reativa; 3.1.3 Causas do Baixo Fator de Potência; 3.1.4 Consequências do Baixo Fator de Potência; 3.1.5 Correção de Fator de Potência; 3.1.6 Localização da instalação dos capacitores; 3.1.7 Bancos automáticos de capacitores); 3.2 Norma Regulamentadora 10 (NR – 10) – Segurança em instalações e serviços elétricos; 3.3 Norma Brasileira 5410 (NBR – 5410) – Instalações elétricas de baixa tensão.

O quarto tópico, *Atividades desenvolvidas*, descreve as atividades realizadas durante o estágio supervisionado e está subdividido em quatro tópicos: 4.1 *Software* (4.1.1 AutoCAD; 4.1.2 Lumine V4; 4.1.3 Power manager desktop); 4.2 Análises da qualidade de energia nas instalações elétricas do CCBS/UEPB – para a correção do fator de potência (4.2.1 Equipamento PowerNET P-600 G4; 4.2.2 Instalação do Analisador PowerNET P-600 G4 nos terminais do transformador trifásico; 4.2.3 Análise das amostras coletadas no PowerNET P-600 G4); 4.3 *As built*; 4.4 Visitas de inspeção.

O quinto tópico, *Conclusão*, indica os pontos construtivos adquiridos no decorrer do estágio. E o sexto tópico, *Referências*, é composto pelas referências bibliográficas utilizadas no decorrer do relatório.

2. OBJETIVOS DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

2.1 OBJETIVO GERAL:

- Aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso no âmbito profissional.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Assegurar, ao estagiário, formação prática no sentido de desenvolver habilidades, aptidões e competências necessárias ao exercício da profissão;
- Treinar o estagiário em atividades profissionais/práticas, que envolvem a elaboração de projetos elétricos de instalações elétricas prediais, fiscalização de obra para o desenvolvimento de asbuilt, análise da qualidade de energia em instalações elétricas prediais, fiscalização de obra, dentre outros;
- Proporcionar ao estagiário a participação em situações reais, bem como sua análise crítica, possibilitando-lhe o aperfeiçoamento técnico-cultural, científico e de relacionamento profissional;
- Criar condições para a efetivação de atividades, sob o ponto de vista formal, aproximando o estagiário da experiência prática e da rotina de um engenheiro.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

Para a realização do estágio foi necessário observar alguns conceitos teóricos, que subsidiaram a realização das atividades propostas, dentre os quais destacam-se: Fator de Potência (Conceito; Regulamentação para fornecimento de energia reativa; Causas do Baixo Fator de Potência; Consequências do Baixo Fator de Potência; Correção de Fator de Potência; Localização da instalação dos capacitores; Bancos automáticos de capacitores); Norma Regulamentadora 10 (NR-10) – Segurança em instalações e serviços elétricos; e Norma Brasileira 5410 (NBR – 5410) – Instalações elétricas de baixa tensão.

3.1 FATOR DE POTÊNCIA

Para entendermos melhor o conceito de fator de potência, faz-se necessário o estudo do conceito de potência ativa, potência reativa e potência aparente:

- A **potência ativa** (kW) é aquela que transforma energia elétrica em outra forma útil de energia (térmica, luminosa, cinética);
- A **potência reativa** (kvar) é aquela utilizada para gerar e manter os campos eletromagnéticos nas estruturas de cargas indutivas.
- Já a **potência aparente** (kVA) é a potência instantânea medida. Segundo Creder (2007 [1966]), a soma vetorial da potência ativa com a potência reativa resulta na potência aparente.

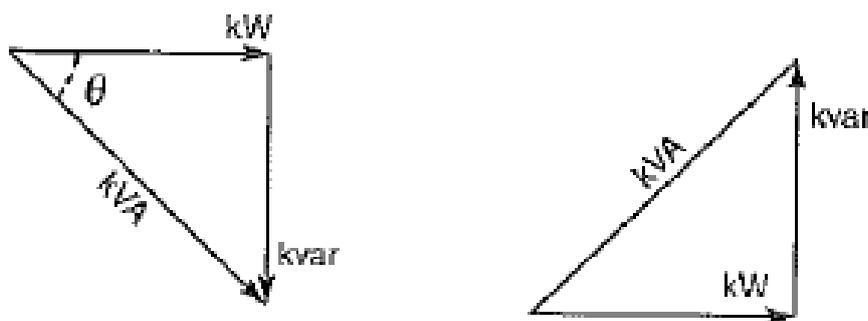
De modo que, enquanto a potência ativa é convertida em trabalho, a potência reativa circula pelo sistema, entre a fonte e a carga, sem produzir trabalho, sobrecarregando o sistema, ocupando um espaço que poderia ser útil no fornecimento de energia ativa.

3.1.1 Conceito

O fator de potência pode ser definido a partir do triângulo das potências (Figura 3), visto que

o fator de potência, também conhecido pela designação 'cos θ ', é o número que expressa, a cada instante, o cosseno do ângulo de defasagem entre a corrente e a tensão. Se o circuito for indutivo, consumidor de energia reativa, o fator de potência é dito em atraso; se o circuito for capacitivo, fornecedor de energia reativa, o fator de potência é dito em avanço (CREDER (2007 [1966], p.270).

Figura 3: Triângulo das potências



Fonte: CREDER (2007)

A figura 3 representa as relações entre cada uma das potências e informa que o fator de potência é a razão entre potência ativa e a potência aparente:

$$FP = \frac{kW}{kVA} = \cos \theta$$

Por definição o fator de potência é um valor adimensional que informa quão eficiente está o uso da energia, variando entre 0 e 1. Tal fator deve vir assinalado como indutivo ou capacitivo, atrasado ou adiantado, indicando, dessa forma, o sinal do ângulo de fase entre a corrente e a tensão elétrica gerada.

3.1.2 Regulamentação para fornecimento de energia reativa

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é responsável pela regulamentação do limite de referência do fator de potência e os demais critérios de faturamento para o fornecimento de energia reativa pelas concessionárias (CREDER, 2007 [1966]).

De acordo com a regulamentação, tanto a energia reativa indutiva, como a capacitiva, ambas excedentes, devem ser medidas e cobradas. Os critérios adotados pela regulamentação consideram que o fator de potência deve permanecer acima do limite mínimo de 0,92 indutivo e 0,92 capacitivo com avaliação horária. Para a energia reativa indutiva o período de medição pode ser feito ao longo das 24 horas do dia. Caso a concessionária decida medir e cobrar pela energia reativa capacitiva, ela deve fazer no período da 0 hora às 6 horas, totalizando um período de 6 horas diárias consecutivas e o período de medição de energia reativa indutiva deverá ser reduzido para as horas restante do dia, totalizando 18 horas consecutivas. Essa escolha depende de cada concessionária. (MAMEDE FILHO, 2013)

Destaca-se, portanto, que a cobrança do excedente de reativo indutivo ou capacitivo é feita quando o fator de potência é inferior ao valor de referência de 0,92.

3.1.3 Causas do Baixo Fator de Potência

Quando o fator de potência estiver baixo é necessário realizar a sua correção, para tanto, sugere-se que uma investigação seja feita para constatar o que está provocando esse fato, de modo que a correção seja feita com o mínimo de investimento possível. Evidencie-se, portanto, algumas das principais causas do baixo fator de potência:

- Transformadores em vazio ou com pequenas cargas:

É comum nos momentos de baixa carga se encontrar transformadores operando em vazio ou alimentando poucas cargas. Nestas condições, ou quando superdimensionados, poderão consumir uma elevada quantidade de reativos (CREDER, 2007 [1966], p. 279).

- Motores operando em vazio ou superdimensionados:

Na prática, observa-se que para motores operando com cargas abaixo de 50% de sua potência nominal o fator de potência cai bruscamente. Nestes casos, deve-se verificar a possibilidade, por exemplo, de substituir os motores por outros de menor potência,

com torque de partida mais elevado e mais eficiente (CREDER, 2007 [1966], p. 278).

- Nível de tensão acima do nominal:

O nível de tensão tem influência negativa sobre o fator de potência das instalações, pois, como se sabe, a potência reativa (kvar) é aproximadamente proporcional ao quadrado da tensão. Assim, no caso dos motores, que são responsáveis por mais de 50% do consumo de energia elétrica na indústria, a potência ativa só depende da carga dele solicitada, e quanto maior for a tensão aplicada nos seus terminais, maior será a quantidade de reativos absorvida e, conseqüentemente, menor o fator de potência da instalação (CREDER, 2007 [1966], p. 277).

3.1.4 Conseqüências do Baixo Fator de Potência

Ressalta-se algumas conseqüências de um baixo fator de potência, quais sejam:

- Perdas na instalação, pois com perdas de energia elétrica em formas de calor, provocando aquecimento de condutores e equipamentos;
- Quedas de tensão, posto que o excesso da energia reativa, provoca o aumento da corrente, causando quedas de tensão, diminuição da intensidade luminosa das lâmpadas e aumento de corrente em motores;
- Subutilização da capacidade instalada, pois a energia reativa sobrecarrega a instalação elétrica, ocupando um espaço que poderia ser utilizado por energias ativas;
- Aumento na conta de energia elétrica;
- Limita a capacidade dos transformadores;
- Ocasiona a necessidade de aumento do diâmetro dos condutores, dentre outros.

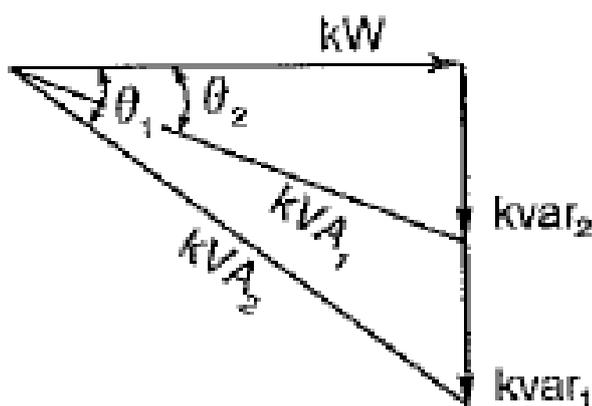
3.1.5 Correção de Fator de Potência

É necessário destacar que, diante das consequências de um baixo fator de potência (descritas no tópico anterior), a correção do fator de potência é fundamental para otimizar o uso da energia elétrica gerada em um país. Nesse sentido, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio do Decreto nº 479/1992, estabeleceu que o fator de potência mínimo deve ser 0,92.

A correção do fator de potência tem por objetivo principal reduzir as perdas em decorrência do consumo de energia reativa, além de uma melhoria na tensão da rede elétrica, e evitar a ocorrência de cobrança por parte da concessionária de valores referente aos excedentes de demanda reativa. A principal forma de correção do fator de potência se dá por meio da instalação de capacitores ou banco de capacitores, capazes de corrigir efetivamente o fator de potência e, conseqüentemente, racionalizar o consumo de equipamentos elétricos.

Para visualizar como se corrige o fator de potência, a figura 4 descreve de forma gráfica o aumento do fator de potência.

Figura 4: Correção do fator de potência



Fonte: CREDER (2007)

De modo que, primeiro, com os dados de potência ativa (P), reativa (Q) e ângulo do fator de potência (θ_1), se estabelece o valor desejado de fator de potência. Segundo, calcula-se o ângulo (θ_2) referente ao valor desejado de fator de potência. Terceiro, calcula-se o valor de reativos (Q_{DESEJADO}) desejado. Com o valor de

$Q_{\text{CALCULADO}}$ faz-se a seguinte diferença: $Q_{\text{CALCULADO}} = Q - Q_{\text{DESEJADO}}$. O valor de $Q_{\text{CALCULADO}}$ é o valor de reativos necessário para compensar o fator de potência.

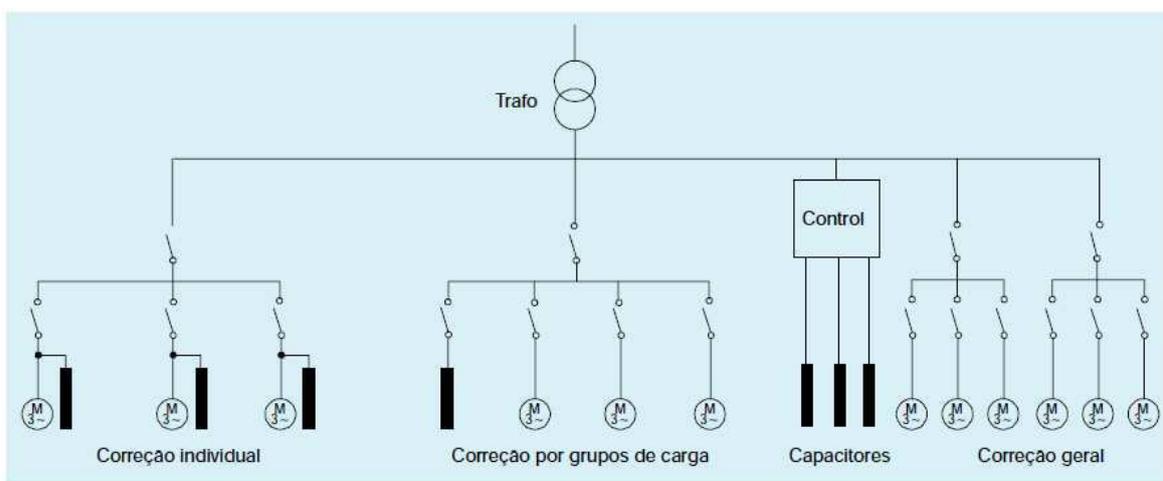
3.1.6 Localização da instalação dos capacitores

A correção do fator de potência, feita por capacitores ou bancos de capacitores, dá alternativas para a localização de instalação dos mesmos, podendo ser de cinco tipos:

- Correção na entrada da energia no lado de alta tensão dos transformadores;
- Correção na entrada de energia no lado de baixa tensão dos transformadores;
- Correção por grupos de cargas;
- Correção localizada; e
- Correção mista.

A Figura 5, a seguir, ilustra um diagrama de alguns dos tipos de instalação de capacitores ou bancos de capacitores.

Figura 5: Diagrama dos tipos de instalação



Fonte: Manual para a correção do fator de potência WEG

De maneira que para se iniciar um projeto de correção do fator de potência é preciso obter os dados referentes a qualidade de energia, interpretando-os a fim

de calcular a quantidade de energia reativa do banco de capacitor a ser instalado, visando tornar o fator de potência próximo de 1. Considerando que sempre que possível os capacitores devem ser instalados o mais próximo possível das cargas.

3.1.7 Bancos automáticos de capacitores

Como o próprio nome demonstra, os bancos automáticos de capacitores são responsáveis por fazerem de maneira automática a correção do fator de potência em instalações elétricas. Em outras palavras, esses bancos de capacitores reduzem a indutância, que está sendo aplicada na rede elétrica da concessionária de energia, pelas cargas do circuito.

Ressalte-se que os bancos de capacitores são constituídos de:

- Controlador de fator de potência, com função de ligar e desligar o sistema de modo autônoma;
- Estágios que são ativados de acordo com a deficiência da potência a ser corrigida. Evidenciando que para cada estágio, o uso de disjuntores ou fusíveis para proteção e de contatores específicos para fazer a ativação das células capacitivas são fundamentais;
- Relés de proteção (opcional);
- Componentes para monitoramento (opcional);
- Componentes de sinalização (opcional), entre outros.

O uso do banco de capacitores automáticos ocorre em circuitos com diversas cargas reativas, a exemplo dos circuitos que abastecem motores e indutores. Note-se que em cargas reativas, uma parcela da energia é guardada e usada para estabelecer campos elétricos magnéticos, sendo restabelecida à rede elétrica sem ter sido aproveitada. Por isso, existe um acréscimo de corrente elétrica e uma defasagem entre a tensão e a corrente, majorando, portanto, o consumo de energia.

Nessa perspectiva, o uso de bancos de capacitores automáticos reduz o consumo de energia, em consequência da redução do fator de potência, uma vez que a energia devolvida à concessionária passa a ser uma energia limpa.

3.2 NORMA REGULAMENTADORA 10 (NR- 10) – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS ELÉTRICOS

A Norma Regulamentadora 10, doravante NR 10, estabelece medidas de segurança em instalações e serviços elétricos, visando controlar e prevenir riscos de acidentes de trabalho. Para tanto, a NR 10 discorre sobre o uso de equipamentos de proteção coletiva (EPC) e de equipamentos de proteção individual (EPI) em instalações elétricas, de maneira a salvaguardar a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos nas fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.

3.3 NORMA BRASILEIRA 5410 (NBR 5410) – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A Norma Brasileira 5410 (NBR 5410) é responsável por regular técnicas voltadas a instalações elétricas de baixa tensão, com o objetivo de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens materiais.

É importante destacar alguns dos temas que a NBR 5410 dispõe, quais sejam: cargas, divisão de circuitos, dimensionamento dos condutores, medidas de proteção contra choques elétricos, contra sobrecorrentes e sobretensões, aterramento e equipotencialização (ABNT, 2008).

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O presente tópico apresentará as principais atividades realizadas durante o estágio supervisionado e está subdividido em quatro subtópicos: 4.1 *Software* (4.1.1 AutoCAD; 4.1.2 Lumine V4; 4.1.3 *Power manager desktop*); 4.2 Análises da qualidade de energia nas instalações elétricas do CCBS/UEPB – para a correção do fator de potência (4.2.1 Equipamento PowerNET P-600 G4; 4.2.2 Instalação do Analisador PowerNET P-600 G4 nos terminais do transformador trifásico; 4.2.3 Análise das amostras coletadas no PowerNET P-600 G4); 4.3 *As built*; 4.4 Visitas de inspeção.

4.1 SOFTWARE UTILIZADOS: AUTOCAD®, LUMINE V4 E POWERMANAGER DESKTOP

Os *softwares* AutoCAD®, Lumine V4 e o *PowerMANAGER Desktop* foram utilizados como ferramentas indispensáveis para a realização das atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado. Note-se que tanto o Lumine V4, como o AutoCAD são *softwares* de desenhos, enquanto o *PowerMANAGER Desktop* tem a função de gerar gráfico, tabelas e simulações, a fim de analisar a qualidade de energia no local onde o aparelho Power NET P-600 G4 for instalado.

4.1.1 AutoCAD ®

O *software* AutoCAD (do inglês, *computer aided design*) é uma ferramenta útil para elaboração de projetos, peças de desenhos técnicos e criação de modelos tridimensionais. No decorrer do estágio, esse *software* foi utilizado para alterar plantas de prédios, eliminar símbolos elétricos que poluíam visualmente as plantas elétricas prediais no decorrer da elaboração do *as built*, bem como, foi utilizado para elaborar projetos de plantas arquitetônicas.

4.1.2 Lumine V4

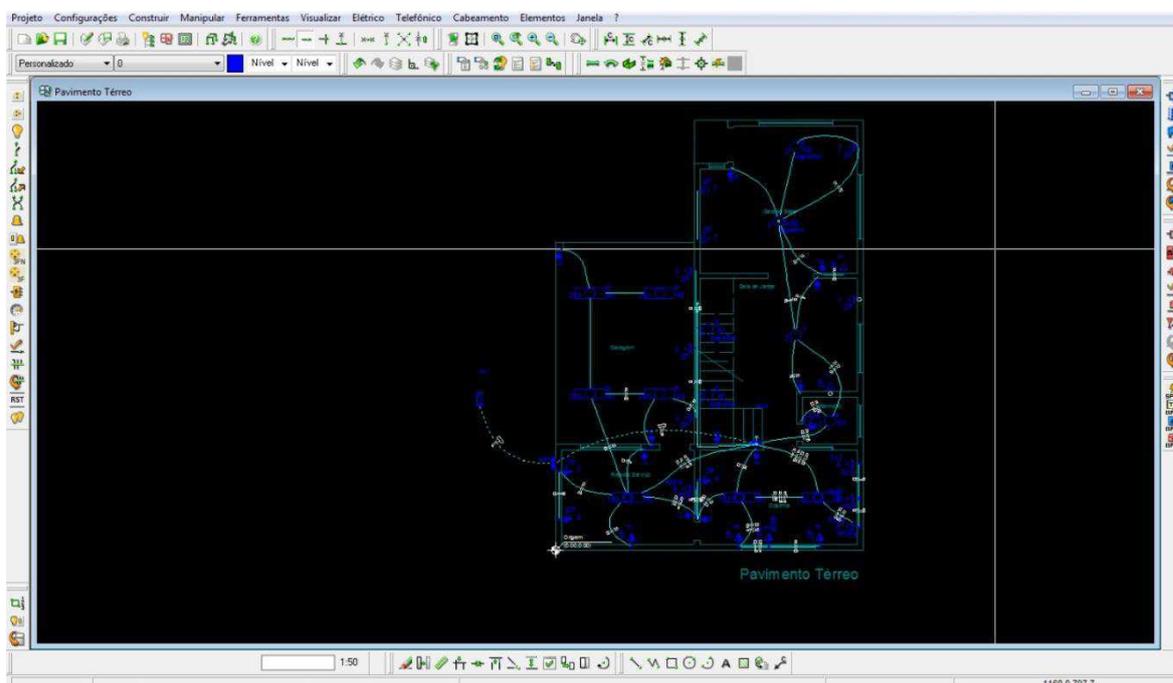
O *software* Lumine V4 foi desenvolvido pela empresa AltoQi *Softwares*, visando desenvolver projetos de instalações elétricas prediais e residenciais,

projetos de cabeamento estruturado e projetos de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

O software conta com várias referências de componentes elétricos como tomadas de uso geral e específico, lâmpadas, luminárias e dispositivos de comando entre outros componentes utilizados em instalações elétricas. O Lumine V4 facilita a parte de desenho de um projeto elétrico, sendo capaz de realizar comandos como balanceamento das fases, dimensionamento dos disjuntores, dimensionamento de condutores, eletrodutos e eletrocalhas.

Além do mais, gera diagrama unifilar e multifilar dos quadros presente no projeto, quadro de cargas e lista de matérias, insere a fiação automática, além de outros comandos que auxiliam no desenvolvimento de um projeto elétrico. A figura 6 abaixo detalha a interface do programa.

Figura 6: Interface do Lumine V4



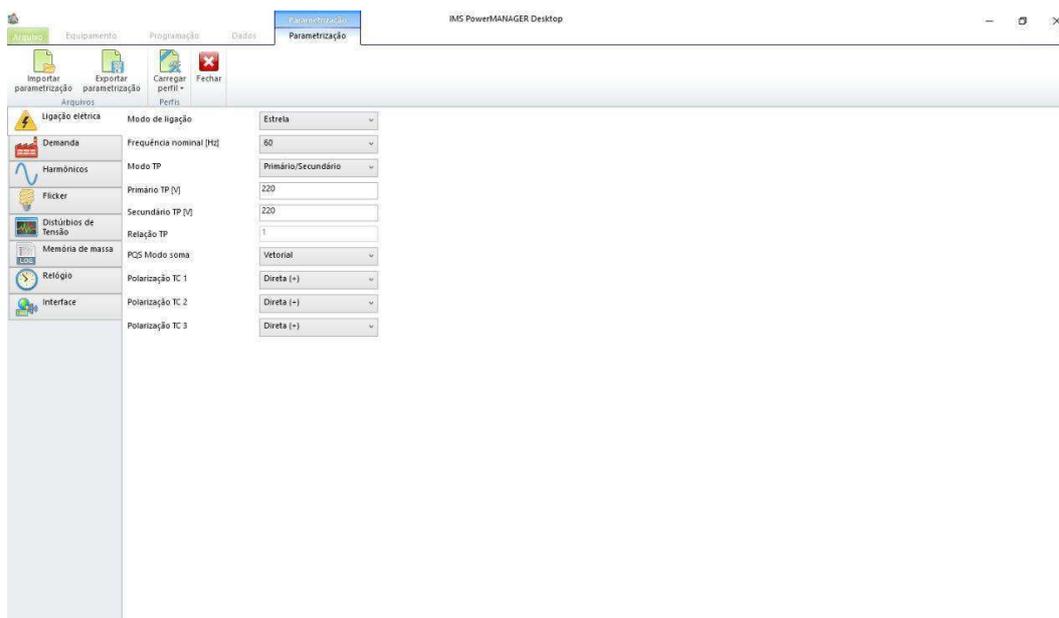
Fonte: Própria

Esse *software* proporciona rapidez no desenvolvimento dos projetos, pois facilita na parte de desenhos, cálculos, diagramas, legendas e especificações de materiais.

4.1.3 PowerMANAGER Desktop

O software PowerMANAGER Desktop (Figura 7), que acompanha o equipamento PowerNET P-600 G4, permite gerenciar um conjunto de equipamentos em uma base de dados que fica salva no computador do usuário, permitindo que o *software* se conecte rapidamente aos equipamentos ligados às redes cadastradas.

Figura 7: Layout do PowerMANAGER Desktop



Fonte: Própria

Com o *software* PowerMANAGER Desktop é possível gerar gráficos e tabelas fundamentais para realização de análises posteriormente, bem como, é possível simular a correção do fator de potência.

4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO CCBS/UEPB – PARA A CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

4.2.1 Equipamento PowerNET P-600 G4

Para analisar a qualidade de energia nas instalações elétricas do prédio CCBS da Universidade Estadual da Paraíba, utilizou-se o analisador de energia denominado de PowerNET P-600 G4, que foi desenvolvido visando atender

demandas relacionadas a medição da qualidade de energia, medição de consumo, dimensionamento de circuitos e proteções, além de outras aplicações ligadas à eficiência energética.

O analisador PowerNET P-600 é um equipamento constituído por uma caixa plástica de alta resistência mecânica, gancho para fixação, cabos para alimentação e medição de tensão, conector externo para entrada dos sinais de medição de corrente, teclado e display, conforme Figura 8.

Figura 8: PowerNET P-600 G4



Fonte: Própria

Esse equipamento é acompanhado pelo *software* PowerMANAGER Desktop, capaz de fazer simulação, gerar gráficos e relatórios pré-programados, pois permite a completa parametrização do PowerNET P-600 G4, o que facilita a análise dos dados coletados.

4.2.2 Instalação do Analisador PowerNET P-600 G4 nos Terminais do Transformador Trifásico

Ressalte-se que, antes da instalação do PowerNET P-600 G4, verificou-se a sequência de fase positiva dos fios, através de um fasímetro, visando a correta instalação do analisador.

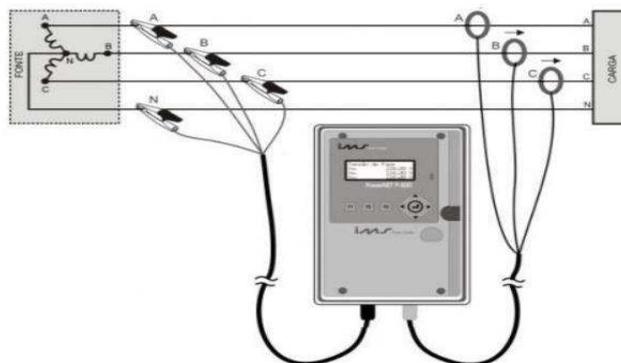
O PowerNET P-600 G4 foi instalado, no dia 19 de maio de 2018, na entrada de energia, no lado de baixa tensão de um transformador de 225kVA (Figura 9), do bloco CCBS/UEPB, da seguinte forma (Figura 10 e 11):

Figura 9: Transformador 225KVA



Fonte: Própria

Figura 10: Ilustração – Trifásico 4 fios, Estrela, Conexão direta



Fonte: Própria

Figura 11: Trifásico 4 fios, Estrela, Conexão direta



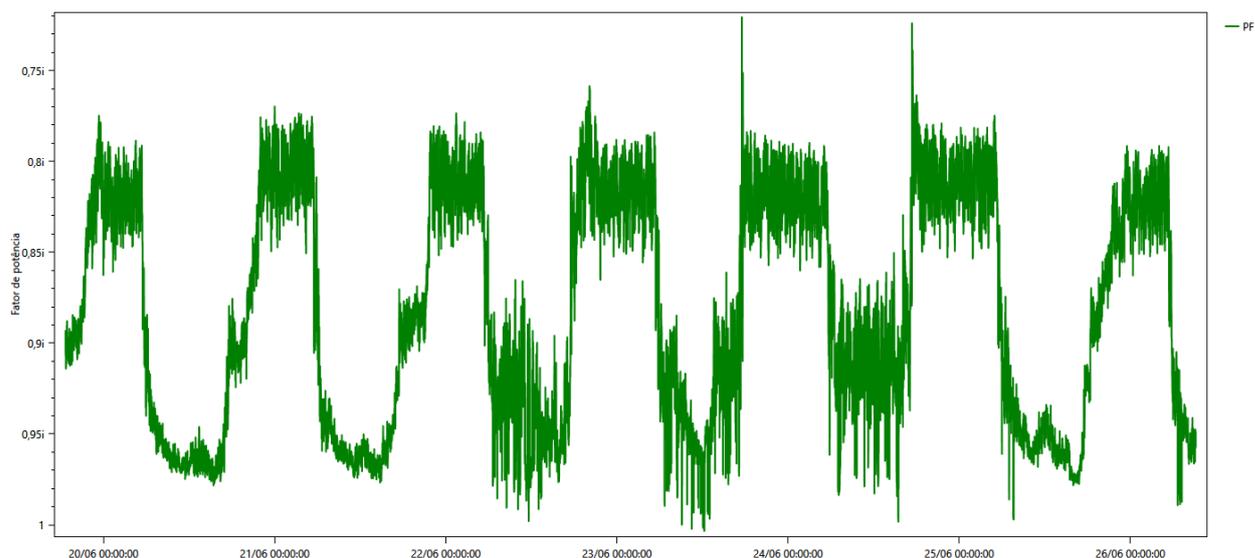
Fonte: Própria

O equipamento permaneceu instalado até o dia 26 de junho de 2018, fazendo coletas de dados de 30 em 30 segundos, sendo coletado um total de 19.021 amostras.

4.2.3 Análise das amostras coletadas no PowerNET P-600 G4

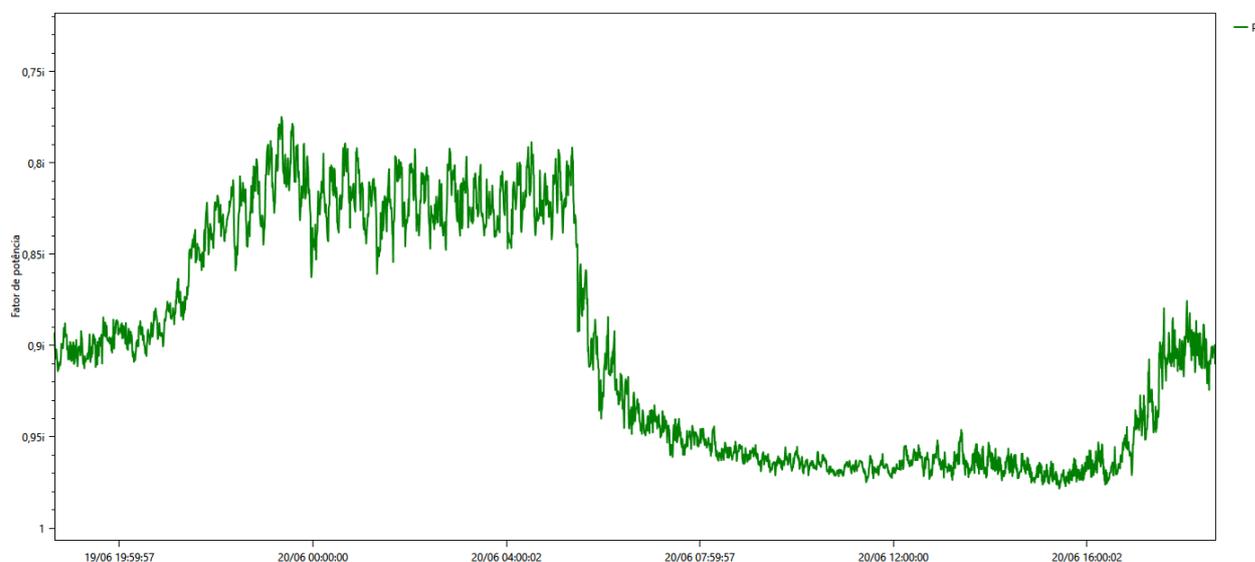
O PowerNET P-600 G4 coletou amostras do dia 19 de junho de 2018 à 25 de junho de 2018, das quais, analisou-se tabela e gráficos gerados pelo *software* PowerMANAGER Desktop, a fim de corrigir o fator de potência da energia do bloco CCBS/UEPB.

Nessa análise, constatou-se que, no período das 17:30:00 horas às 00:00:00 horas, ocorreu brusca queda do fator de potência, em decorrência tanto da inserção de alguns equipamentos de laboratório na rede, como também, por causa dos refletores do *campus* acenderem nesse horário, conforme se observa na figura 12.

Figura 12: Gráfico da análise dos dados coletados

Fonte: Própria

Para melhor visualização do gráfico (Figura 12), pode-se aplicar um zoom (Figura 13), que permitirá verificar com detalhes o período em que o fator de potência cai abaixo de 0,92i. Durante esse período, a concessionária cobra pelo excesso de uso de energia reativa.

Figura 13: Gráfico da análise dos dados coletados

Fonte: Própria

O PowerNET P-600 G4 fornece, mediante ajuste do tempo de coleta de amostras, dados detalhados de cada horário, por meio de uma tabela gerado no Power MANAGER Desktop para o ambiente de *software Excel* (Figura 14).

Figura 14: Tabela de dados

DATE	TIME	Van [V]	Vbn [V]	Vcn [V]	Ia [A]	Ib [A]	Ic [A]	Uab [V]	Ubc [V]	Uca [V]	PF	Pfa	Pfb	Pfc	Lc	Lca	Lcb	Lcc	P [W]	Pa [W]	Pb [W]	Pc [W]	Q [Var]	Qa [Var]	Qb [Var]	Qc [Var]	
19/06/2018	18:39:30	223,88	223,12	224,03	80,89	90,28	71,79	387,37	386,99	387,87	0,89	0,86	0,9	0,91	IND	IND	IND	IND	48468,2	15654,1	18135,6	14678,5	24443,7	9104,66			
19/06/2018	18:40:00	223,79	223,04	223,72	84,74	87,95	85,64	387,12	386,87	387,41	0,9	0,88	0,9	0,93	IND	IND	IND	IND	51953,6	16600,3	17563,5	17787,7	25021	9167,77			
19/06/2018	18:40:30	223,56	222,9	223,49	87,87	88,54	88,64	386,8	386,6	386,98	0,91	0,88	0,9	0,93	IND	IND	IND	IND	53505,2	17295,9	17692,1	18517,2	25100	9313,5			
19/06/2018	18:41:00	223,91	223,33	223,96	87,66	90,59	88,78	387,45	387,41	387,66	0,91	0,88	0,9	0,93	IND	IND	IND	IND	54113,7	17274,6	18250,3	18588,7	25107	9318,53			
19/06/2018	18:41:30	223,79	223,18	223,75	86,38	86,1	88,91	387,14	387,15	387,29	0,9	0,87	0,89	0,94	IND	IND	IND	IND	52600,9	16846,7	17147	18607,3	25179,6	9467,41			
19/06/2018	18:42:00	223,89	223,33	223,86	85,14	86,21	90,68	387,44	387,4	387,47	0,9	0,87	0,89	0,94	IND	IND	IND	IND	52798	16569	17173	19062	25113,4	9433,3			
19/06/2018	18:42:30	223,56	223,01	223,55	85,17	86,27	101,44	386,91	386,83	386,56	0,91	0,87	0,89	0,94	IND	IND	IND	IND	55080,4	16335,5	17172	21382,8	25200,4	9456,56			
19/06/2018	18:43:00	223,68	223,06	223,47	84,62	91,48	99,1	387,14	386,83	386,81	0,91	0,87	0,91	0,94	IND	IND	IND	IND	55819,1	16490,7	18524	20804,4	25435,5	9288,92			
19/06/2018	18:43:30	223,76	223,03	223,51	83,31	95,82	98,25	387,28	386,77	386,93	0,91	0,87	0,92	0,94	IND	IND	IND	IND	56533	16300,1	19594	20638,9	25080,8	9046			
19/06/2018	18:44:00	223,77	223,07	223,6	84,41	92,4	98,52	387,21	386,94	387,06	0,91	0,87	0,91	0,94	IND	IND	IND	IND	55909,2	16459,3	18759,4	20690,5	25367,3	9264,08			
19/06/2018	18:44:30	223,99	223,24	223,74	84,26	95,92	98,81	387,65	387,12	387,35	0,91	0,87	0,92	0,94	IND	IND	IND	IND	56850,4	16444	19642,8	20763,6	25380	9264,82			
19/06/2018	18:45:00	223,9	223,2	223,75	85,03	94,86	97,61	387,5	387,13	387,29	0,91	0,87	0,91	0,94	IND	IND	IND	IND	56456,9	16568,6	19358,7	20529,7	25401,2	9376,4			
19/06/2018	18:45:30	223,86	223,29	223,76	85,84	93,03	94,41	387,53	387,24	387,26	0,91	0,88	0,91	0,94	IND	IND	IND	IND	55462,1	16830,7	18833,4	19798	25408,5	9272,68			
19/06/2018	18:46:00	223,89	223,44	223,85	88,95	90,76	94,46	387,6	387,51	387,39	0,91	0,88	0,9	0,94	IND	IND	IND	IND	55724,3	17575,4	18329,8	19819,1	25412,1	9368,26			
19/06/2018	18:46:30	223,94	223,46	223,86	82,99	91,22	101,7	387,73	387,67	387,22	0,91	0,86	0,91	0,95	IND	IND	IND	IND	56022,1	15978,7	18478	21565,3	25388,3	9489,19			
19/06/2018	18:47:00	223,87	223,34	223,86	82,9	92,67	93,1	387,61	387,4	387,29	0,91	0,86	0,91	0,94	IND	IND	IND	IND	54472,6	15992,6	18809,1	19671	24940,7	9416,78			
19/06/2018	18:47:30	224,12	223,55	224,17	82,76	95,09	83,26	388,06	387,64	387,94	0,91	0,86	0,92	0,93	IND	IND	IND	IND	52871	16001,5	19451,5	17418	24661,4	9382,9			
19/06/2018	18:48:00	223,82	223,21	224,07	85,83	92,43	71,39	387,4	387,08	387,86	0,9	0,87	0,91	0,92	IND	IND	IND	IND	50155,8	16770,5	18746,1	14639,2	24436,5	9371,47			
19/06/2018	18:48:30	223,69	223,04	224,02	86,04	92,86	71,01	387,1	386,9	387,75	0,9	0,87	0,91	0,92	IND	IND	IND	IND	50195,2	16824,6	18794,1	14576,4	24418	9347,56			
19/06/2018	18:49:00	223,97	223,43	224,39	89,02	90,11	70,87	387,61	387,59	388,35	0,9	0,88	0,91	0,92	IND	IND	IND	IND	50777,5	17582,9	18643,7	14551	24529,9	9401,89			
19/06/2018	18:49:30	223,69	223,16	224,07	89,8	93,64	71,31	387,21	387,08	387,74	0,9	0,87	0,91	0,92	IND	IND	IND	IND	50382,8	16757,5	18897,1	14628,2	24486,9	9356,42			
19/06/2018	18:50:00	223,4	222,86	223,79	89,28	94,36	72,66	386,65	386,59	387,3	0,9	0,89	0,91	0,91	IND	IND	IND	IND	51585,7	17696,5	19139,2	14748,1	24763,1	9200,04			
19/06/2018	18:50:30	223,54	222,96	223,98	86,39	94,11	68,1	386,88	386,75	387,62	0,9	0,87	0,91	0,91	IND	IND	IND	IND	49824,4	16896,1	19118	13810,3	24474,1	9351,01			
19/06/2018	18:51:00	223,4	222,85	223,8	83,15	90,17	69,42	386,64	386,61	387,26	0,89	0,87	0,9	0,91	IND	IND	IND	IND	48221,4	16099,8	18069	14082,6	24667,1	9316,21			
19/06/2018	18:51:30	223,58	222,98	223,99	82,46	93,92	69,04	386,99	386,83	387,58	0,89	0,86	0,91	0,91	IND	IND	IND	IND	48980,1	15900,3	19023,8	14056	24533,6	9331,06			
19/06/2018	18:52:00	223,76	223,23	224,26	87,14	93,46	69,01	387,28	387,29	388,04	0,9	0,87	0,91	0,91	IND	IND	IND	IND	49957,3	16962,9	18926,1	14062,2	24843,8	9616,41			
19/06/2018	18:52:30	223,51	222,9	223,87	82,34	88,63	68,85	386,79	386,71	387,44	0,89	0,86	0,89	0,91	IND	IND	IND	IND	47521,6	15850,9	17656,5	14014,3	24629,6	9349,83			
19/06/2018	18:53:00	223,54	222,9	223,68	82,58	91,16	80,56	386,85	386,67	387,13	0,89	0,86	0,9	0,92	IND	IND	IND	IND	50727,2	15890,1	18264,2	16572,4	25376,6	9365,66			

Fonte: Própria

Observa-se na Figura 14, a grande quantidade de dados coletados por amostra, a exemplo: data, horário, tensões e correntes de cada fase, tensões de linha individuais, fator de potência médio e individual de cada fase, potências medias ativa, reativa e aparente, de modo que, faz-se necessário organizar os dados a serem utilizados.

Nesse sentido, para o cálculo de correção do fator de potência foi utilizado os valores do fator de potência, energia ativa (P) e energia reativa (Q). Tais valores foram separados por dia e horários das 17:30:00 horas às 00:00:00 horas, como observado na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1: Dados selecionados

20 17:30:00 até 21 00:00:00					21 17:30:00 até 22 00:00:00				
FP	P	Q	FP médio	0,858721	fp	P	Q	FP médio	0,8578105
0,9	43979,31	20761,5	P médio	36954,74	0,89	47322,02	24753,55	P médio	35800,603
0,91	44489,6	20666,31	Q médio	20453,16	0,89	47685,62	24373,6	Q médio	20227,37
0,9	41459,84	20298,15			0,89	47020,46	24047,34		
0,91	42404,43	19925,31			0,9	49258,03	23918,65		
0,9	41568,93	20139,15			0,9	50252,4	24043,45		
0,91	45110,25	20260,78			0,91	53936,27	24452,89		
0,91	42856,02	19295,49			0,91	53392,32	24269,16		
0,91	43246,18	19266,82			0,91	52978,13	24513,03		
0,92	45263,98	18770,81			0,91	51593,4	24147,68		
0,9	47081,36	23002,02			0,9	48023,43	23155,82		
0,9	47122,53	22825,23			0,89	47615,11	24220,97		
0,89	49466,11	24819,31			0,9	48808,36	24071,84		
0,88	45655,94	24701,65			0,89	47681,66	24158,02		
0,91	51925,98	24086,43			0,9	48391,03	23943,09		
0,91	50977,68	23863,53			0,88	43286,63	23573,15		
0,91	51591,3	23636,88			0,88	42876,11	22977,88		
0,91	51255,97	22927,27			0,89	45226,01	22610,63		
0,92	52150,11	22325,87			0,89	45729,04	23375,55		
0,91	51093,76	23399,54			0,9	46723,18	23137,28		
0,91	53634,84	24914,59			0,9	46327,69	22977,15		
0,91	54974,78	25008,32			0,89	45374,06	23118,39		

Fonte: Própria

De posse dos valores expostos na tabela acima (Tabela 1), calculou-se a média de cada variável, a fim de elaborar uma nova tabela no Programa *Excel* (Tabela 2), que calculou a quantidade de reativos necessários para a correção do fator de potência para o valor médio de 0,96.

Tabela 2: Cálculo de reativos

Horário da coleta de dados	Início		Fim	
	17:30:00		00:00:00	
	P(W)	Q(VAr)	FP	S
DIA 1	36954,74	20453,16	0,858721	
DIA 2	35800,603	20227,37	0,8578105	
DIA 3	21136,43	14891,13	0,81621	
DIA 4	20064,47	14108,54	0,817273	
DIA 5	19779,57	14338,47	0,80904	
DIA 6	34557,02	19197,92	0,862676	

MEDIA				
	28048,8055	17202,77	0,836955083	#DIV/0!
CALCULO DO BANCO TRIFÁSICO NECESSÁRIO				
			Radianos	Graus
FP atual	0,836955083	cos-1	0,57910	33,18
FP desejado	0,96	cos-1	0,28379	16,26
P atual	28048,8055			
Q atual	17202,765			
Q calculado	8180,901604			
Qatual - Qcalculado	9021,863396			
Instalar um banco de capacitor de aproximadamente				9021,863396

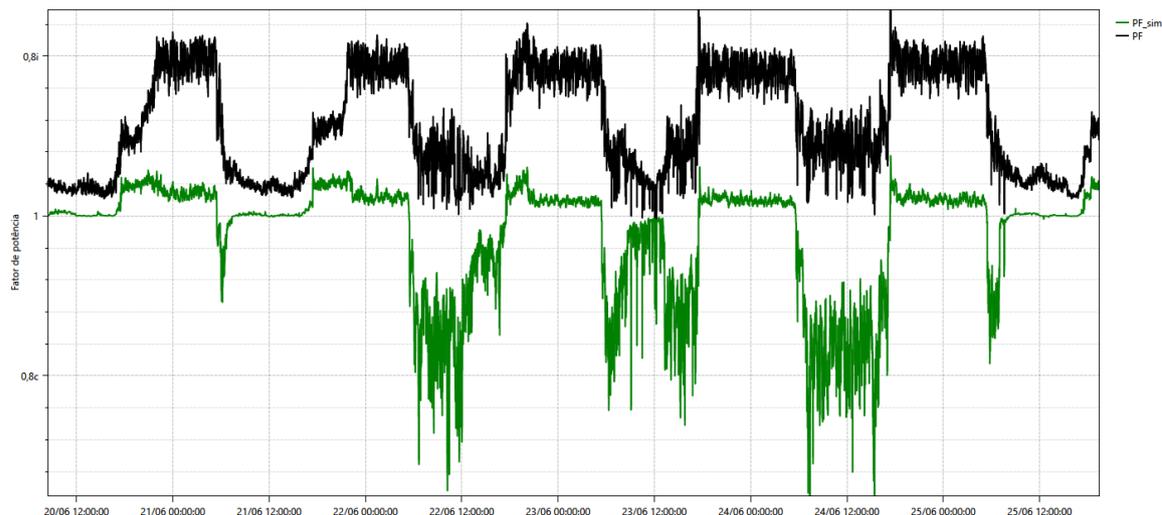
Fonte: Própria

Verifica-se, na Tabela 2, que o valor necessário de reativos, para correção a ser instalado seria de, aproximadamente, 9,0kvar.

Como já existe um banco de capacitores automático de 10kvar instalado no prédio, em funcionamento de 7:00:00 horas às 17:00:00 horas, constatou-se que a solução mais viável a ser adotada foi arredondar do valor de $Q_{\text{CALCULADO}} = 9,0\text{kvar}$ para 10kvar, bem como, modificar a programação dos horários de entrada e saída do banco de capacitores instalados, para o período das 7:00:00 horas à 00:00:00 horas, evitando a onerosidade da instalação de um novo banco de capacitores. Após esse ajuste no cálculo de reativos, o valor do fator de potência ficou com o valor médio de, aproximadamente, 0,97i.

Ressalte-se que o programa *PowerMANAGER Desktop* permitiu simular a instalação de novos reativos, possibilitando o teste da inserção de 10kvar, fornecendo o seguinte gráfico (Figura 15):

Figura 15: Gráfico de simulação da instalação de 10 kvar



Fonte: Própria

A Figura 15 demonstra que, após a compensação de reativos, no horário das 17:30:00 horas às 00:00:00 horas, ocorreu uma melhora significativa no fator de potência, como era de se esperar.

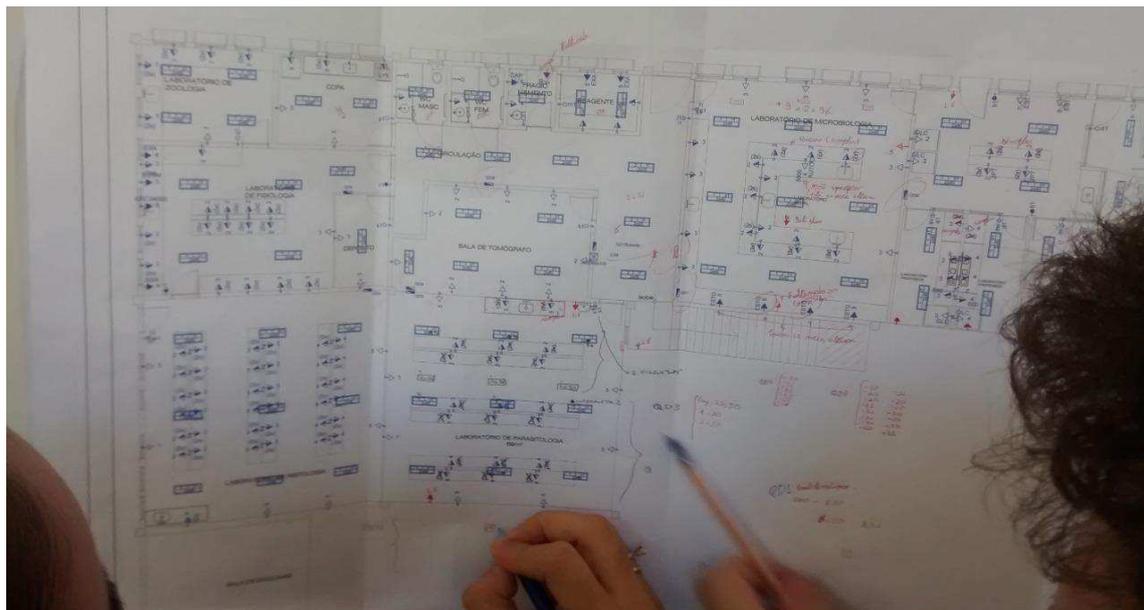
4.3 AS BUILT

AS BUILT é uma expressão inglesa utilizada para indicar a elaboração de um novo projeto, em que se aplicam diversas mudanças no projeto original até chegar a *as built*, ou seja, a versão final de uma série de mudanças. Deve-se considerar que faz parte da *as built* verificar e contabilizar o que foi executado diferente do projeto original, projetar e alterar as mudanças no novo projeto.

Destaque-se que durante o estágio supervisionado uma das atividades foi fazer o *as built* do térreo do Centro de Ciências Biológicas e Saúde – CCBS – da Universidade Estadual da Paraíba, posto que parte da obra do projeto inicial do prédio não havia sido executada e, portanto, fez-se necessário constatar o que faltava ser realizado para a finalização da obra.

Nesse sentido, foi realizado o croqui do bloco CCBS, para verificar e contabilizar o que foi executado diferente do projeto original (Figura 16).

Figura 16: Croqui do bloco CCBS.



Fonte: Própria

Isto posto, inicialmente, fez-se o levantamento dos materiais elétricos que haviam sido instalados, desde luminárias, tomadas simples, duplas e de uso específico (20A), interruptor simples e paralelo, disjuntores até quadros de distribuição. Em seguida, com o auxílio dos *softwares* AutoCAD e Lumine V4, fez-se as mudanças necessárias no projeto para sanar as diferenças constatadas no levantamento e, por fim, fez-se um relatório em forma de planilha no Programa *Excel*, com as diferenças constatadas entre o projeto inicial e o que foi executado (Figura 17).

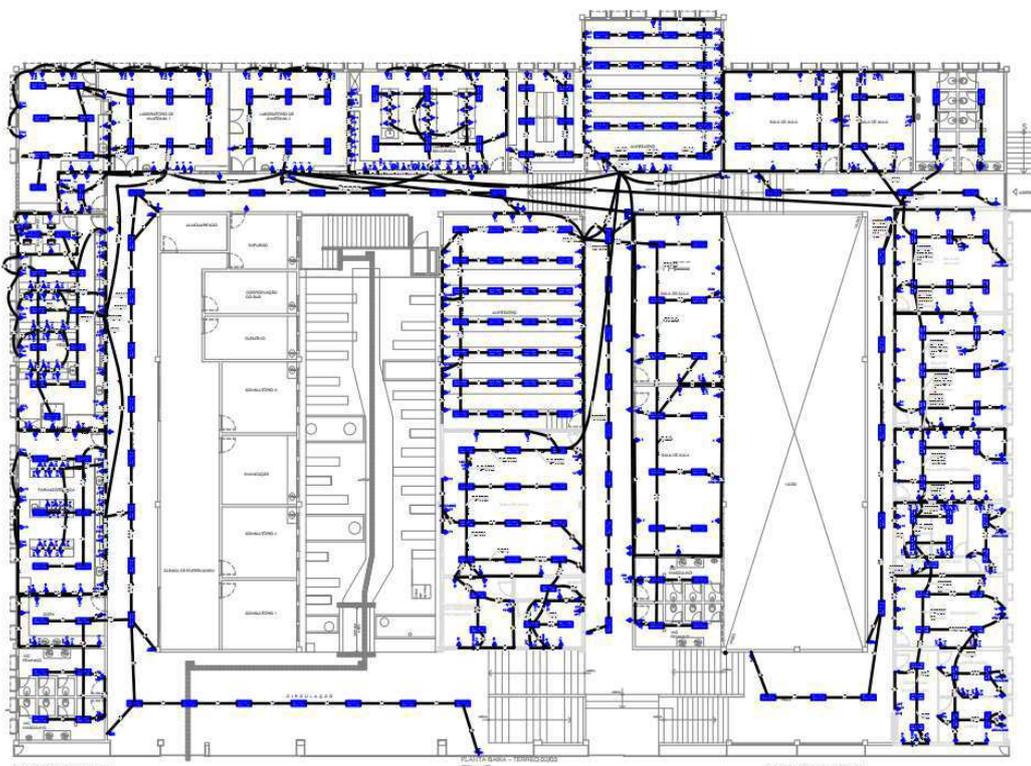
Figura 17: Planilha com lista de mudanças Térreo

AMBIENTE	PROJETO										EXECUTADO					QUADROS						
	TOMADAS		INTERRUPTOR				LUMINÁRIAS		TOMADAS		INTERRUPTORES			LUMINÁRIAS	NOME	DISJUNTORES						
	DUPLA	ESPECÍFICA (20A)	SIMPLES	DUPLO	TRIPLO	PARALELO	SIMPLES	SIMPLES	DUPLA	ESPECÍFICA (20A)	SIMPLES	DUPLO	TRIPLO	PARALELO		SIMPLES	MONOFÁSICO			TRIFÁSICO		
BANHEIRO MASCULINO			1				2	1			1			2		10A	16A	20A	32A	20A	32A	50A
BANHEIRO FEMININO			1				2	1			1			2								
FARMACOTÉCNICA	24	5			1		6	10	24	5		1		6	QD2	1	4	4				1
FITOQUÍMICA	26	4	1		1		11	14	26	3	1	1		11	QD3	1	1	13				1
LAB. ANATOMIA 1		10		2			11	16	7		2			11	QD4							
LAB. ANATOMIA 2		3		1			6	7	3		1			6	QD5							
CORREDOR 1						2	8	2					2	3								
ENTRADA						2	7						2	0								
CORREDOR FUNDO						2	7	4					2	7	QD7	2	2	12	1	1	1	1
LAB. DE BIOQUÍMICA						2	7	4					2	7	QD6							
ALMOXARIFADO		2			1		6	2	2			1		6								
ANFITEATRO 1	18	1			1		20	1	18	1		1		20								
ANFITEATRO 2	22	2				2	28	23	2				2	28								
SALA DE AULA 3		1		1			12	8	1		1			12								
COORD. MESTRADO EM FARMÁCIA							6	8	1				1	6								
CORREDOR CENTRAL		1				2	9	6	1				2	9								
BANHEIRO MASCULINO				1			2	1			1			2								
BANHEIRO FEMININO				1			2	1			1			2								
SALA DE AULA 4	2	1			1		6	8	1			1		6								
SALA DE AULA 5	2	1			1		6	8	1			1		6								
TOTAL	94	31	5	4	6	10	151	68	27	5	4	6	10	139		4	7	29	1	1	1	3
							DIFERENÇA	-29	26	4	0	0	0	12								

Fonte: Própria

Após realizar o croqui e a planilha com as diferenças entre o projeto inicial e o que foi realizado do Térreo do CCBS/UEPB, fez-se a atualização do projeto por meio da *as built* (Figura 18).

Figura 18: *As built* térreo CCBS



Fonte: Própria

4.4 VISITAS DE INSPEÇÃO

No decorrer do estágio supervisionado, foram realizadas visitas de inspeção para verificar a evolução das obras e/ou sanar eventuais problemas. É importante destacar que acompanhar os engenheiros nas inspeções permitiu vislumbrar a prática da engenharia, especialmente, ao se deparar com problemas.

Uma dessas visita de inspeção, foi realizada no Laboratório de Ecologia Aquática – LEAQ, bloco Três Marias - UEPB, onde um princípio de incêndio no quadro de distribuição havia sido relatado. Ao inspecionar o local, constatou-se que a causa desse princípio de incêndio foi um curto-circuito entre fases (Figura 19).

Figura 19: Consequências do Curto-circuito



Fonte: Própria

O aquecimento provocado pelo curto-circuito e, conseqüentemente, o princípio de incêndio, comprometeu toda a instalação elétrica, sendo sugerido pelo engenheiro que toda a fiação e instalação elétrica do laboratório fosse refeita, substituindo todos os fios, disjuntores comprometidos, canaletas de PVC, entre outros. O curto ocorreu por um subdimensionamento da fiação, que aqueceu durante o uso diário e, com o tempo, a isolação perdeu sua capacidade proteção.

Outra visita de inspeção, foi no estacionamento do bloco Três Marias da UEPB, campus I, onde estavam instalando refletores para iluminação. Na visita, constatou-se que as árvores locais tinham crescido acima dos postes de iluminação, inviabilizando a instalação dos novos refletores, sem que houvesse a

poda das árvores, de modo que, os eletricitistas decidiram, entre si, colocar os refletores presos nas próprias árvores. Como indicado na figura 20 abaixo:

Figura 20: Refletores instalados nas árvores



Fonte: Própria

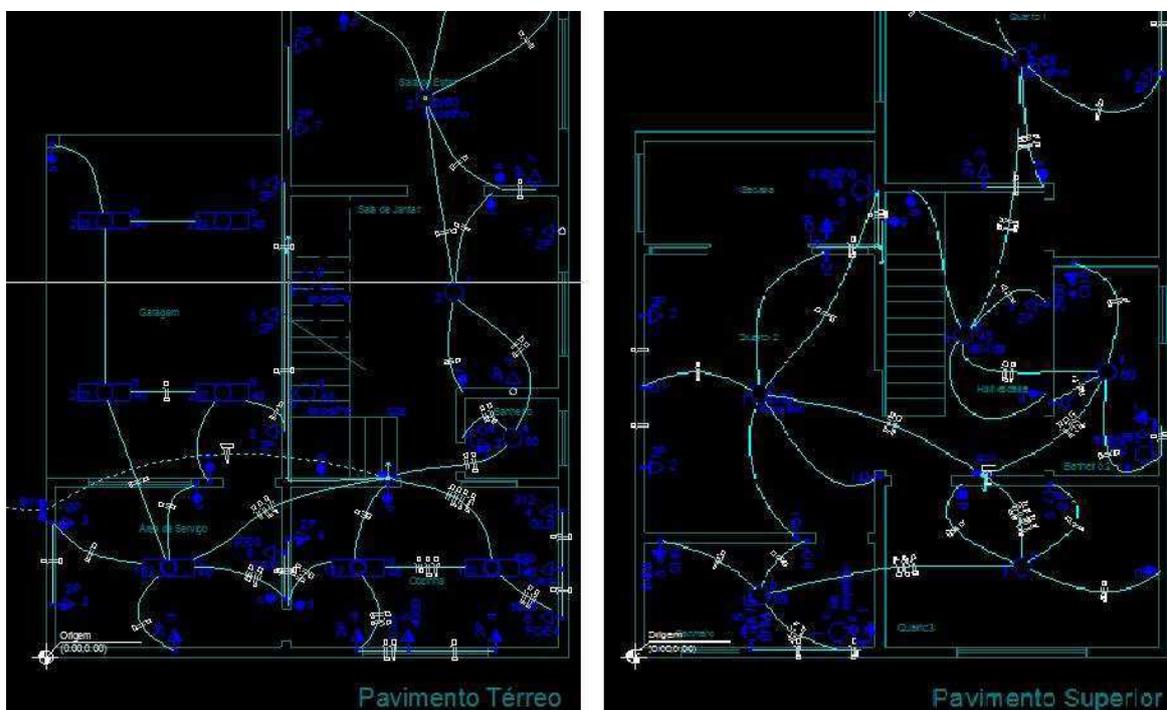
Esse procedimento, além prejudicar as árvores e animais que habitam a região, não condiz com as normas de segurança e fornece uma má iluminação. A medida foi tida como imprudente pelo engenheiro supervisor, que solicitou a remoção dos refletores das árvores para outros lugares mais apropriados, como o prédio vizinho, até que haja a implantação de novos postes de iluminação.

4.5 PROJETO

Durante o estágio, foi realizado o estudo de um tutorial do *software Lumine V4*, a partir da elaboração de um projeto elétrico predial, visto que esse *software* possibilita desenvolver o projeto de instalações elétricas de maneira eficaz, fornecendo ao final do projeto listas de materiais, quadros de cargas, legendas, diagramas unifilares e multifilares, todos a partir das plantas lançadas.

Para o aprendizado, foi desenvolvido o projeto de instalação elétrica predial abaixo (Figura 21).

Figura 21: Projeto de instalação elétrica predial



Fonte: Própria

O projeto proposto pelo tutorial do *Lumine V4* foi um prédio de dois pavimentos. A realização do tutorial seguiu todas as etapas da construção de um processo como: iluminação, interruptores, tomadas, fiação, diagramas unifilares, lista de materiais, memorial descritivo e criação de uma prancha, todos gerados pelo programa.

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado proporcionaram o aprendizado de estratégias que poderei utilizar durante a minha prática profissional após o término do curso de Engenharia Elétrica, bem como, demonstrou alguns desafios que precisam ser vencidos e/ou aprimorados no exercício da engenharia.

Evidencie-se que o convívio com engenheiros e profissionais de áreas afins foi de fundamental importância para o amadurecimento pessoal e profissional, posto que expôs as possibilidades de atuação de um engenheiro eletricista, além de promover o convívio e trabalho em equipe.

Durante essa etapa, percebeu-se a utilidade de alguns componentes curriculares, tais como: Instalações Elétrica, Laboratório de Instalações Elétricas, Equipamentos Elétricos e Proteção de Sistemas Elétricos, que demonstraram ser essenciais para a realização das atividades.

Conclui-se, portanto, que a disciplina de estágio supervisionado introduz o Bacharelado em Engenharia Elétrica no mercado de trabalho, possibilitando um breve início da sua vida profissional, de modo supervisionado e orientado por profissionais engenheiros.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008.

ALTOQI. **Lumine V4 – Projeto de Instalações Prediais**. 1 ed. 2011.

Aneel. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/>> Acessado em 03 de agosto de 2018.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CRUZ, E. C. A.; ANICETO, L. A. **Instalações Elétricas** - Fundamentos, Prática e Projetos em Instalações Residenciais e Comerciais.

ENERGISA. **NDU-001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Edificações Individuais ou Agrupadas em até 3 Unidades Consumidoras**. 4 ed. 2016. 95 p. Disponível em: <[http://www.energisa.com.br/Normas Técnicas/ndu001.pdf](http://www.energisa.com.br/Normas_Técnicas/ndu001.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2018.

UEPB. **Universidade Estadual da Paraíba**, 2018. Disponível em: <www.uepb.edu.br/>. Acessado em 03 de agosto de 2018.

WEG. **Manual para Correção do Fator de Potência**. São Paulo.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MTPS. **NR 10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade**. 2016.