



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ANTONIO ARAÚJO NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2013

ANTONIO ARAÚJO NETO

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 Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2013

ANTONIO ARAÚJO NETO

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 / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo.

Agradeço aos meus pais, por todo amor e dedicação.

Agradeço aos familiares e amigos, que sempre estiveram ao meu lado nessa caminhada.

Agradeço ao amigo Sidney Aciole, pela ajuda na conquista do estágio.

Agradeço ao professor Tarso Vilela Ferreira, pela orientação desse trabalho.

Agradeço aos engenheiros eletricitas Adriano Magno e Fagner de Araújo, pela oportunidade de estágio e por todo auxílio dispensado durante as atividades.

A amiga Andreza, engenheira eletricista, pela grande ajuda e atenção dispensada durante o estágio.

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

RESUMO

Nesse trabalho são descritas as atividades de estágio supervisionado realizado no Setor de Projetos da Universidade Estadual da Paraíba, situado na cidade de Campina Grande, Paraíba, no período de 07 de Janeiro de 2013 a 01 de Fevereiro de 2013, sendo totalizada uma carga horária de 120 horas. As atividades realizadas foram: de análise e equilíbrio de carga, instalação de ramal, e o projeto de instalação elétrica de um laboratório.

Palavras-chave: Estágio Supervisionado, Análise e Equilíbrio de Carga, Ramal de Carga, Projeto Elétrico.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Analisador <i>PowerNET</i> P-600 instalado.....	13
Figura 2. Tensão nas três fases.....	14
Figura 3. Corrente nas três fases.....	14
Figura 4. Antigo quadro de medição do bloco de Odontologia.....	15
Figura 5. Quadro de medição instalado no 1º andar do bloco de Odontologia.....	15
Figura 6. Montagem do quadro de medição.....	16
Figura 7. Corrente nas três fases.....	18
Figura 8. Montagem para a medição da resistência de aterramento:.....	20
Figura 9. Instalação dos eletrodutos para passagem dos condutores:.....	24
Figura 10. Fases identificadas com o analisador <i>PowerNET</i> P-600.....	25
Figura 11. Conexão e isolamento dos condutores.....	25
Figura 12. Ramais em funcionamento.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites da Variação de Tensão.....	13
Tabela 2. Disjuntores dimensionados para o quadro de medição do bloco de Odontologia.....	16
Tabela 3. Correntes dos circuitos no quadro de medição da sala de Licitação.....	17
Tabela 4. Correntes dos circuitos no quadro de medição da sala da Comvest.....	17
Tabela 5. Carga instalada no Campus de Araruna.....	21
Tabela 6. Demanda atual no Campus de Araruna.....	21
Tabela 7. Carga a ser instalada no Campus de Araruna.....	22
Tabela 8. Demanda a ser acrescentada no Campus de Araruna.....	22

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	4
Resumo.....	5
Lista de Ilustrações.....	6
Lista de Tabelas.....	7
Sumário.....	8
1 Introdução.....	9
2 A Instituição.....	10
2.1 Setor de Engenharia e Arquitetura.....	10
3 O Estágio.....	12
3.1 Atividades Realizadas.....	12
3.1.1 Análise e Equilíbrio de Carga.....	12
3.1.1.1 Bloco de Odontologia.....	12
3.1.1.2 Bloco da Central Administrativa.....	17
3.1.1.2.1 Redistribuição das Fases.....	17
3.1.2 Instalação de Ramal.....	20
3.1.3 Projeto de Instalação Elétrica Predial.....	26
4 Conclusão.....	27
Bibliografia.....	28
Anexo A.....	29
MANUAL DO POWERNET P-600.....	29
Anexo B.....	35
Tabelas da NBR-5410.....	35
Anexo C.....	38
Planta Baixa do Laboratório de Genética.....	38
Anexo D.....	39
Projeto da Instalação Elétrica do Laboratório de Genética.....	39
Anexo E - Lista dos materiais utilizados na instalação elétrica do laboratório de genética.....	40

1 INTRODUÇÃO

O Estágio Supervisionado faz parte da estrutura curricular como disciplina obrigatória do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e tem por objetivo oferecer ao graduando a oportunidade de desenvolver atividades em ambientes de empresas, preparando o profissional para atuar em sua área de formação.

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no Estágio Supervisionado realizado no Setor de Projetos da Universidade Estadual da Paraíba, localizada na Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, município de Campina Grande, estado da Paraíba, no período de 07 de Janeiro de 2013 a 01 de fevereiro de 2013, sendo totalizada uma carga horária de 120 horas.

O estagiário teve a oportunidade de acompanhar e realizar atividades de análise e equilíbrio de carga, instalação de um ramal de carga e o projeto de instalação elétrica de um laboratório.

2 A INSTITUIÇÃO

Em 1966 surgia a Universidade Regional do Nordeste (URNe). Em 13 de Abril daquele ano, em reunião do Conselho Universitário, William Arruda foi nomeado para presidir a Fundação. Em Julho de 1966, Edvaldo do Souza do Ó assume a reitoria e exerce o reitorado até 10 de Abril de 1969, quando se abateu sobre a URNe a intervenção federal, consequência do golpe militar que vigorava no país.

Acompanhados pelas lideranças políticas, classistas e comunitárias, os representantes de professores, estudantes e funcionários da URNe articularam uma vigorosa mobilização que levou o Governo do Estado a promover a estadualização da Universidade.

Foi no primeiro reitorado do professor Sebastião Guimarães Vieira, que a Lei nº 4.977, de 11 de outubro de 1987, foi sancionada e transformou a deficitária URNe em Universidade Estadual da Paraíba.

O reconhecimento pelo Conselho Nacional de Educação do MEC veio quando a UEPB celebrava os 30 anos da criação da Universidade Regional do Nordeste.

O Século 21 chegou e com ele o coroamento do processo de consolidação da Universidade Estadual da Paraíba, representado pela expansão e pela conquista da Autonomia Financeira da Instituição. Com a Autonomia, a Universidade Estadual da Paraíba, pode direcionar sua ação a quase todos os municípios e fazer muito mais pelo Estado, com condições de expandir-se e melhorar a qualidade do ensino de graduação, investir na pós-graduação e nas atividades de pesquisa e extensão e em infra-estrutura.

2.1 SETOR DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

O Setor de Engenharia e Arquitetura, também conhecido como Setor de Projetos, pertence à Prefeitura Universitária da Universidade Estadual da Paraíba, e tem como funções:

- Elaborar projetos no âmbito da edificação, do paisagismo, dos componentes de construção, da infraestrutura e da urbanização;

- Elaborar orçamentos e estudos de viabilidade econômica dos projetos;
- Interagir com os Centros e Departamentos na obtenção de informações para preparação de dados estatísticos e demográficos da comunidade universitária, para avaliação e previsão de demanda e de planejamento;
- Encaminhar à Prefeita as propostas de planos, programas, normas e orçamentos;
- Manter atualizado o cadastramento do layout, das características e da ocupação dos espaços físicos da UEPB;
- Definir critérios para comunicação visual do campus, abrangendo a sinalização viária e a sinalização interna e externa dos prédios e espaços físicos;
- Definir projeto para mobiliário da UEPB;
- Supervisionar a manutenção das edificações do campus e unidades externas de propriedade da UEPB;
- Orientar os funcionários no sentido de realizar levantamentos periódicos nos Campi da UEPB e demais unidades externas de propriedade da instituição, conforme competência, para realização de manutenção preventiva e atualização do cadastro de área;
- Acompanhar, dentro de suas competências, a qualidade dos serviços prestados pelos funcionários (efetivos ou terceirizados), bem como de empresas contratadas através de processo licitatório;
- Orientar os setores no sentido de solicitar ao almoxarifado, com antecedência, o material necessário para o bom desempenho dos trabalhos de manutenção a serem realizados;
- Supervisionar e atestar a qualidade das obras de construção e reformas que venham a ser realizadas por empresas externas à Universidade;

3 O ESTÁGIO

O Estágio Supervisionado foi realizado no Setor de Projetos da Universidade Estadual da Paraíba no período de 07 de Janeiro de 2013 a 01 de fevereiro de 2013, sendo totalizada uma carga horária de 120 horas.

As atividades desempenhadas foram supervisionadas pelos engenheiros eletricitas, Adriano Magno, Andreza Sousa e Fagner Pereira.

3.1 ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período de estágio foram realizadas as seguintes atividades:

- Análise e equilíbrio de carga;
- Instalação de ramal;
- Projeto de instalação elétrica predial.

3.1.1 ANÁLISE E EQUILÍBRIO DE CARGA

A atividade foi realizada nos blocos de Odontologia e da Central Administrativa da Universidade Estadual da Paraíba por motivo de frequente queda de tensão na rede elétrica dos mesmos.

3.1.1.1 *Bloco de Odontologia*

Instalou-se o analisador *PowerNET P-600*, cujo fabricante é *ims Power Quality*, em um dos pontos de entrada de alimentação do bloco, visando realizar uma análise sob cada uma das fases. Como a atividade desenvolveu-se num período de recesso escolar, foi necessário ligar toda a carga do bloco para que o analisador realizasse as medições. No Anexo A podem-se observar maiores detalhes do analisador empregado.

Seguem abaixo alguns parâmetros ajustados no analisador, e na Tabela 1 são apresentados os limites de variação de tensão no período de interesse.

- Intervalos de registros: 10 segundos;
- Período: 09/01/2013 às 09:19 a 09/01/2013 às 11:20;
- Número de registros no período: 729;
- Número de registros válidos: 648;
- Unidade Consumidora: 3 fases - ligação estrela;
- Tensão nominal: 220 V.

Tabela 1. Limites da Variação de Tensão.

Limites de Variação de Tensão				
		Mínimo		
Fase 1	191,30V		09/01/2013	10:37:30:00
Fase 2	201,20V		09/01/2013	11:16:50:00
Fase 3	203,50V		09/01/2013	11:19:50:00
		Máximo		
Fase 1	217,90V		09/01/2013	09:30:10:00
Fase 2	220,20V		09/01/2013	10:05:00:00
Fase 3	222,50V		09/01/2013	09:41:50:00

Na Figura 1 pode-se observar o analisador instalado na rede elétrica do bloco de odontologia.

Figura 1. Analisador *PowerNET* P-600 instalado.

Após a medição utilizou-se o software P-600 para coletar os dados, e a partir do mesmo software foram plotados os gráficos com os resultados. Nos gráficos da Figura 2 e Figura 3 pode-se observar a tensão e a corrente para cada uma das fases.

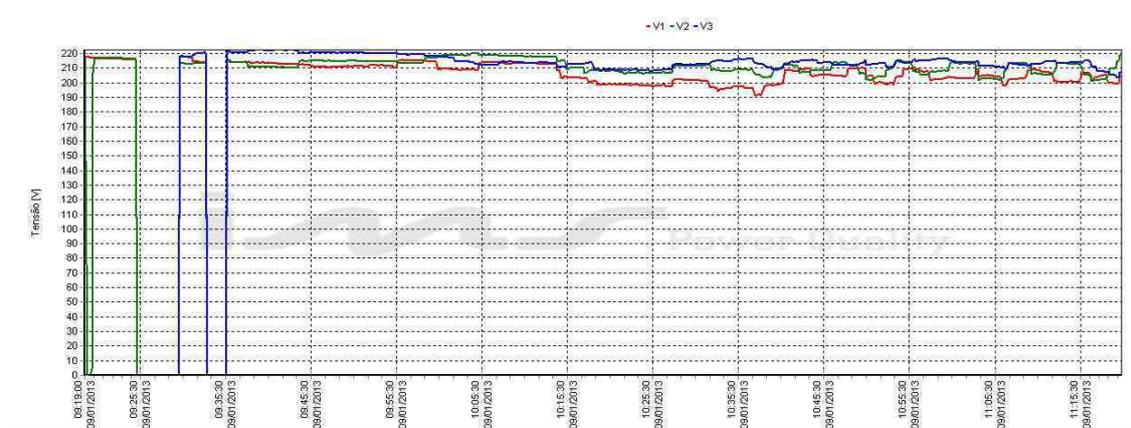


Figura 2. Tensão nas três fases.

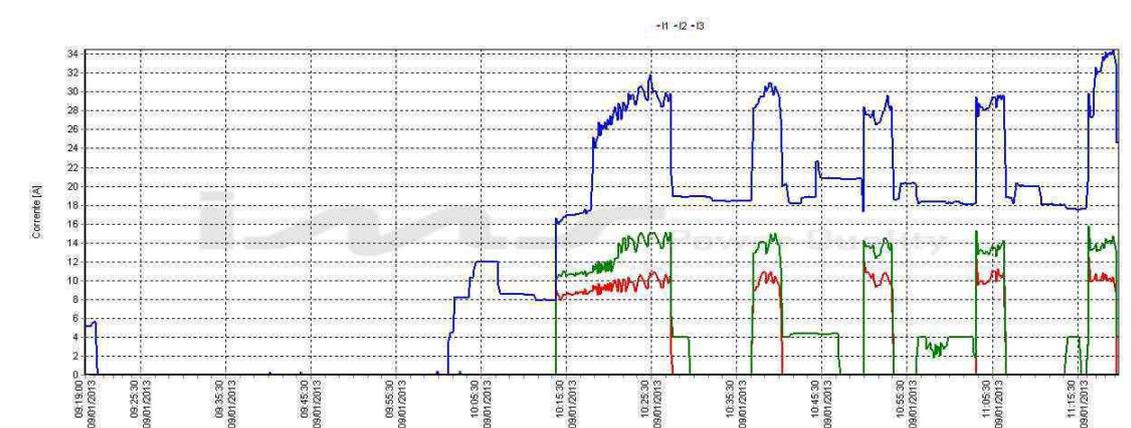


Figura 3. Corrente nas três fases.

Verifica-se no gráfico da Figura 3, um desequilíbrio entre as correntes de fase. No circuito há dois compressores trifásicos instalados, e várias cargas monofásicas alocadas na Fase 3, o que causou uma sobrecarga nessa fase e desequilíbrio no sistema. Observou-se que sempre que os compressores entravam em funcionamento, ocorria queda de tensão na rede elétrica.

Após todas as análises constatou-se que a causa da queda de tensão se devia a três fatores: cargas desbalanceadas como mostra o gráfico da Figura 3, sobrecarga nos circuitos do bloco, e perdas nos condutores.

Decidiu-se solucionar, a priori, o problema das perdas nos condutores. Para isso efetuou-se uma reforma em parte das instalações elétricas do bloco para instalar novos circuitos. A reforma consistiu na substituição do antigo quadro de medição do bloco por um novo quadro com circuitos adicionais.

Inicialmente verificou-se no antigo quadro de medição a existência de quatro circuitos trifásicos, dois desses circuitos encontravam-se ligados diretamente ao barramento sem disjuntores de proteção.

Através das áreas de seção dos condutores que se encontravam escritas nos mesmos e com o auxílio da tabela de capacidade de condução de corrente da NBR 5410, Anexo B, dimensionou-se os disjuntores para os circuitos que se encontravam sem proteção. Na Figura 4 pode-se observar o antigo quadro de medição do bloco.



Figura 4. Antigo quadro de medição do bloco de Odontologia.

Além dos quatro circuitos existentes adicionou-se um quinto circuito no novo quadro de medição que alimentaria os circuitos do quadro de distribuição instalado no primeiro andar do bloco de odontologia conforme mostra a Figura 5.



Figura 5. Quadro de medição instalado no 1º andar do bloco de Odontologia.

Na Tabela 2 podem-se observar os disjuntores dimensionados para cada circuito.

Tabela 2. Disjuntores dimensionados para o quadro de medição do bloco de Odontologia.

Disjuntores dimensionados para cada circuito		
Circuito	Ítem	Disjuntor
1	Iluminação/Tomada	120 A
2	Iluminação/Tomada	60 A
3	Iluminação/Tomada	63 A
4	Iluminação/Tomada	63 A
5	Iluminação/Tomada	50 A

Visando a instalação de novos circuitos, constatou-se que o antigo quadro de medição com dimensões 60 x 40 cm não os comportaria. Decidiu-se então utilizar dois quadros com essas dimensões. Os quadros foram acoplados e uma abertura foi feita para permitir a passagem dos condutores entre os mesmos. Instalou-se na parte inferior do quadro um disjuntor geral, e na parte superior foram instalados os disjuntores correspondentes aos cinco circuitos. Na Figura 6 pode-se observar a montagem do quadro de medição.



Figura 6. Montagem do quadro de medição.

Devido a uma paralisação dos funcionários não foi possível realizar a instalação do novo quadro de medição durante o período de estágio. Contudo, pode-se concluir que após a instalação dos novos circuitos, as perdas nos condutores diminuirão, minimizando a queda na tensão da rede elétrica do bloco.

As causas da queda de tensão não se limitam apenas as perdas nos condutores como mencionado anteriormente, mas também ao desequilíbrio de cargas e a sobrecarga

nos circuitos do bloco. A reforma das instalações para adicionar novos circuitos foi uma medida paliativa para minimizar as perdas de condução.

Atividades futuras serão realizadas para solucionar completamente o problema da queda de tensão no bloco como: a substituição do atual transformador do bloco por outro de maior potência e o balanceamento de cargas.

3.1.1.2 *Bloco da Central Administrativa*

Devido a constantes quedas de tensão na rede elétrica do bloco, foi efetuada uma vistoria nas instalações elétricas do mesmo junto com o engenheiro Adriano Magno da Silva Rodrigues para analisar as possíveis causas do problema. Após a vistoria, decidiu-se realizar o balanceamento dos circuitos nos quadros de medição e verificar a resistência de aterramento do quadro de medição geral.

3.1.1.2.1 *Redistribuição das Fases*

Com o auxílio de um alicate amperímetro a equipe de técnicos eletricitas realizou a medição das correntes nos quadros de medição do primeiro e terceiro andar do bloco. No período da manhã foi feito o levantamento de quais circuitos estavam desbalanceados e no período da tarde efetuou-se o desligamento da energia para o balanceamento dos circuitos.

Na Tabela 3 e Tabela 4 são mostrados os valores das correntes antes e depois do balanceamento dos circuitos.

Tabela 3. Correntes dos circuitos no quadro de medição da sala de Licitação.

Correntes dos circuitos no quadro de medição	
Antes do Balanceamento	Após Balanceamento
L1 - 5,32 A	L1 - 7,80 A
L2 - 17,18 A	L2 - 13,02 A
L3 - 14,20 A	L3 - 14,01 A

Tabela 4. Correntes dos circuitos no quadro de medição da sala da Comvest.

Correntes dos circuitos no quadro de medição	
Antes do Balanceamento	Após Balanceamento
L1 - 4,30 A	L1 - 7,30 A
L2 - 9,00 A	L2 - 6,00 A
L3 - 6,20 A	L3 - 6,20 A

Antes do balanceamento, as correntes nas fases L1 e L2 apresentavam uma grande diferença conforme apresenta as Tabelas 3 e Tabela 4. Após o balanceamento o desequilíbrio entre essas fases diminuiu consideravelmente. Não foi possível obter um melhor equilíbrio das cargas na sala de licitação conforme apresentado na Tabela 3, analisou-se as melhores formas de balancear essas cargas, porém, observou-se que as correntes entre as fases sempre apresentariam alguma diferença considerável, o resultado apresentado na Tabela 3 foi o melhor que se pode atingir.

As maiores queixas acerca de queda de tensão ocorreram no 2º andar do bloco. Por se tratar de um período de recesso, não foi possível acessar as salas deste andar para que fosse realizado o balanceamento dos circuitos. Contudo, foi realizado parcialmente a análise e o equilíbrio das cargas desse bloco, e com a volta das atividades normais será realizada uma análise completa do equilíbrio das cargas.

De posse dos dados coletados pelo analisador PowerNET P-600, instalado no quadro geral do bloco da Central Administrativa em Dezembro de 2012, pode-se gerar o gráfico das correntes de cada fase conforme apresentado na Figura 7.

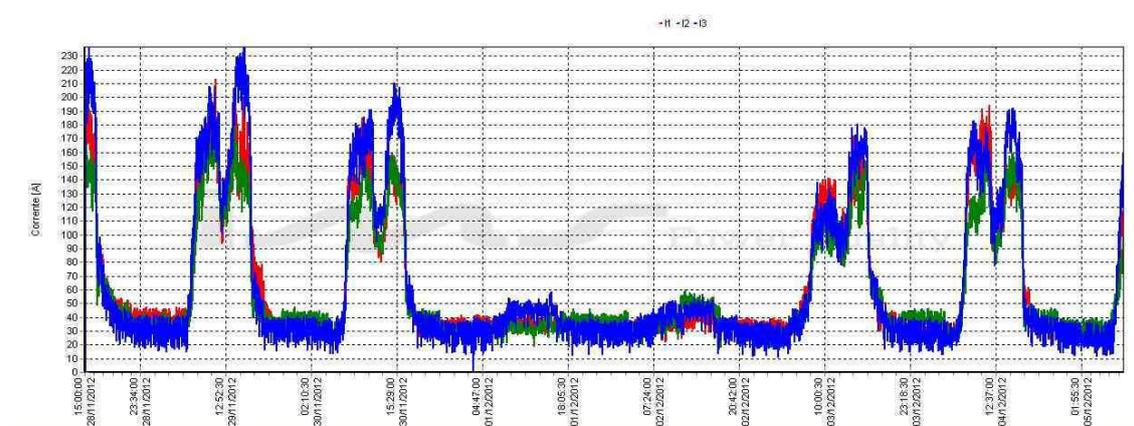


Figura 7. Corrente nas três fases.

Observa-se no gráfico da Figura 7, que durante o período de atividades normais, quando a maior parte das cargas do bloco se encontra em funcionamento, a diferença de corrente entre as fases chega a um valor de 55A.

Após o balanceamento realizado e com apenas parte da carga do bloco em funcionamento, efetuou-se a medição das correntes no quadro geral com o auxílio de um alicate amperímetro, e obteve-se os seguintes valores:

- L1 - 113,7 A
- L2 - 124,7 A
- L3 - 125,5 A

Observa-se uma diferença de corrente entre as fases de 11,8 A. Verificou-se dessa forma, que com apenas parte da carga total em funcionamento e após o balanceamento realizado, os circuitos estavam operando de forma mais equilibrada.

Além do balanceamento das cargas, foi efetuada a medição da resistência de aterramento do quadro de medição do bloco para verificar se esta estaria contribuindo para o problema da queda de tensão.

Para realizar a medição foi utilizado um Medidor Digital de Resistência de Aterramento e Resistividade do Solo, cujo fabricante é a *Instrum do Brasil*, modelo TMD 20kW, medição pelo método sincrônico por corrente alternada, de acordo com a norma da Energisa Borborema NDU 001.

Primeiramente cavou-se o terreno para achar o sistema de aterramento do quadro de medição. Após se achar as hastes de aterramento, verificou-se que estas distavam 2,5 m uma das outras, efetuou-se então o cálculo necessário para implantação das hastes de medição do medidor de resistência de aterramento.

A distância de 2,5 m entre as hastes do sistema de aterramento foi utilizada para calcular o local de onde seriam colocadas as hastes de medição. A haste de medição P1 foi enterrada a uma distância de 10 m da última haste do sistema de aterramento, ou seja, 4 vezes a maior dimensão do sistema de aterramento que é de 2,5 m. A haste de medição C1 foi colocada a uma distância de 6,2 m da última haste do sistema de aterramento, ou seja, 0,62 multiplicado por 10 m. Todo o processo foi realizado de acordo com a norma da Energisa Borborema NDU 001.

Na Figura 8 pode-se observar o sistema montado para realização da medição.

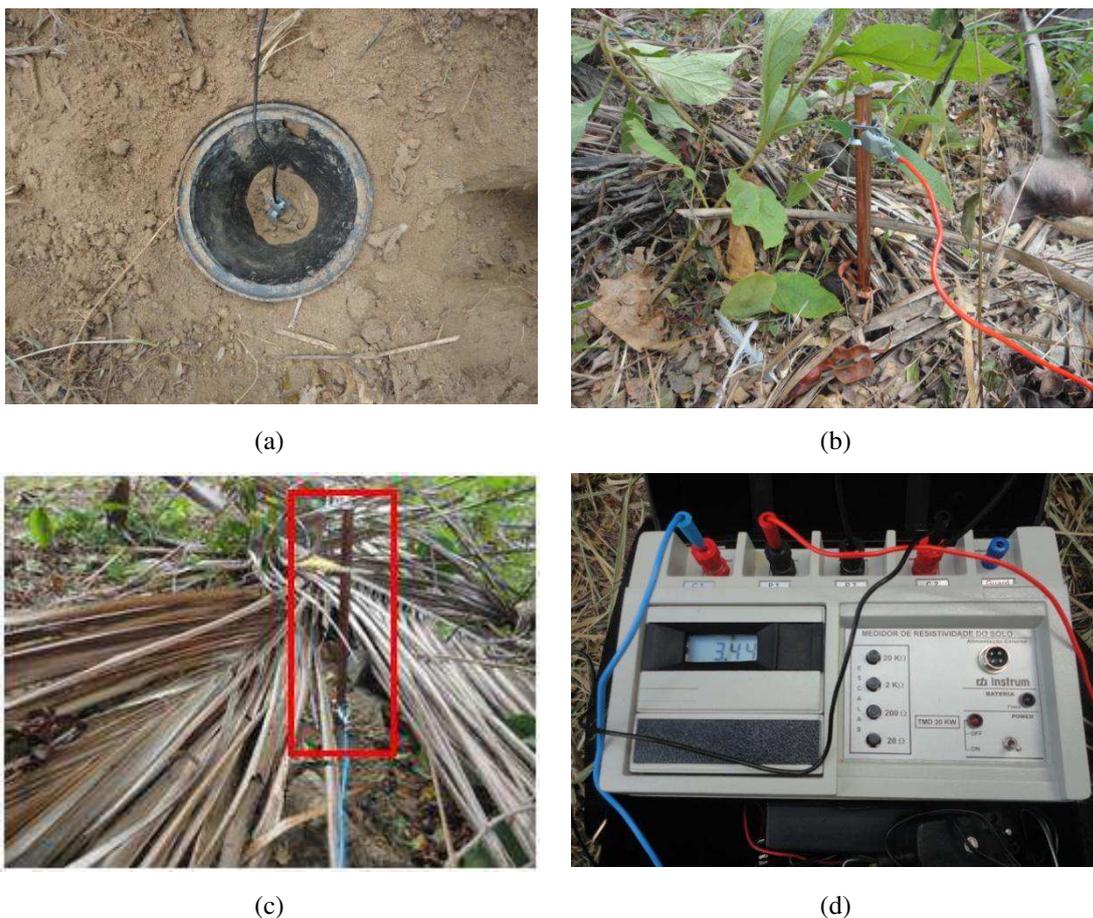


Figura 8. Montagem para a medição da resistência de aterramento:
 (a) Haste do sistema de aterramento; (b) Haste de medição P1;
 (c) Haste de medição C1; (d) Medição da resistência de aterramento.

Verificou-se que a resistência de aterramento apresentava um valor de $3,4 \Omega$, estando dentro do limite permitido pela norma da concessionária local **Energisa Borborema NDU 001**, que exige um valor menor ou igual a 20Ω para resistência da terra. Dessa forma não foi necessária a adição de novas hastes no sistema de aterramento.

3.1.2 INSTALAÇÃO DE RAMAL

Em Janeiro de 2013, foi solicitada ao Setor de Projetos a instalação de novos equipamentos no campus de Araruna, no estado da Paraíba. Visando ter uma análise geral da situação do campus, foi realizado inicialmente o levantamento da carga instalada no mesmo, conforme é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Carga instalada no Campus de Araruna.

CARGA INSTALADA			
Equipamento	Potência(W)	Quantidade	Potência total (kW)
Ar condicionado (7 000 BTUs)	700	2	1,4
Ar condicionado (9 000 BTUs)	900	3	2,7
Ar condicionado (12 000 BTUs)	1200	2	2,4
Ar condicionado (24 000 BTUs)	2400	2	4,8
Data Show	250	6	1,5
Gelagua	100	5	0,5
Impressora	90	10	0,9
Lâmpada fluorescente (20 W)	20	100	2
Lâmpada fluorescente (40 W)	40	250	10
Refletor externo (400 W)	400	7	2,8
Tomadas de uso geral	100	60	6
Tomadas de computadores	250	60	15
Ventilador	120	8	0,96
TOTAL			50,96

Fazendo uso da norma da concessionária local **Energisa Borborema NDU 001**, utilizou-se o devido fator de demanda e o fator de potência de referência, e calculou-se a potência consumida em kilo-volt-ampéres, conforme Tabela 6.

Tabela 6. Demanda atual no Campus de Araruna.

DEMANDA ATUAL					
Ítem	Potência (kW)	FP	Potência (kVA)	FD	Potência (kVA)
Iluminação/Tomada	39,66	0,92	43,11	0,65	28,02
Ar condicionado	11,3	0,92	12,28	1	12,28
TOTAL					40,30

Em seguida, foi realizado um estudo de previsão da carga a ser instalada no campus, conforme apresentado na Tabela 7 e Tabela 8.

Somando-se as potências obtidas nas Tabelas 6 e Tabela 8, obtém-se uma carga total de 146,44 kVA.

De posse destes dados, calculou-se o valor da corrente demanda pela carga total, conforme apresentado na Equação 1.

$$I = \frac{N}{3 \cdot V} = \frac{146440}{3 \cdot 220} = 221,88A \quad (1)$$

Tabela 7. Carga a ser instalada no Campus de Araruna.

CARGA A SER INSTALADA			
Equipamento	Potência(W)	Quantidade	Potência total (kW)
Compressor CPVS 50/10	37000	1	37,00
Amalgamador em cápsula	110	3	0,33
Aparelho de raios X panorâmico	4500	1	4,50
Aparelho de raios X	10000	3	30,00
Autoclaves hospitalares Horizontais	8000	2	16,00
Computadores de mesa ou Notebooks	250	8	2,00
Equipamentos odontológicos	600	46	27,60
Estufa de capacidade a partir de 40 L	800	1	0,80
Ar Condicionado	2,4	8	19,2
Impressora a laser	600	3	1,80
Refletor externo (400 W)	400	7	2,8
Negatoscópio de parede	20	5	0,10
Negatoscópio de mesa	20	20	0,40
Seladoras para grau cirúrgico Automáticas	80	2	0,16
TOTAL			139,89

Tabela 8. Demanda a ser acrescentada no Campus de Araruna.

DEMANDA ATUAL					
Ítem	Potência (kW)	FP	Potência (kVA)	FD	Potência (kVA)
Iluminação/Tomada	120,69	0,92	131,18	0,65	85,27
Ar condicionado	19,2	0,92	20,87	1	20,87
TOTAL					106,14

Após o cálculo, verificou-se que um dos ramais existente, formado por condutores de 35 mm² de área de seção, não tinha capacidade para conduzir uma corrente de 221,88 A. Resolveu-se então instalar um novo ramal subterrâneo para trabalhar em paralelo com esse ramal formando um divisor de corrente com capacidade para conduzir a corrente de 221,88 A.

Para dimensionar o novo ramal, utilizou-se a potência da carga a ser instalada. A Equação 2 apresenta o cálculo da corrente para dimensionar a seção do condutor a ser utilizado.

$$I = \frac{N}{3 \cdot V} = \frac{106140}{3 \cdot 220} = 160,82A \quad (2)$$

De posse do valor da corrente, obteve-se na tabela de capacidade de condução de corrente da NBR 5410, Anexo B, para o método B1 a 3 condutores carregados, um condutor de cobre isolado com PVC de seção 70 mm², com capacidade de condução de corrente de 171 A.

Para determinar os diâmetros dos eletrodutos utilizou-se a tabela de números de condutores em eletrodutos da NBR 5410, Anexo B. Para quatro condutores carregados, utilizou-se eletrodutos de 2 polegadas. No entanto, no momento da passagem dos condutores durante a instalação, para uma maior segurança, decidiu-se utilizar apenas 2 condutores em cada eletroduto.

Nas figuras a seguir serão mostrados os procedimentos realizados durante a instalação do ramal subterrâneo no campus de Araruna.

A instalação dos eletrodutos para a passagem dos condutores pode ser observada na Figura 9.

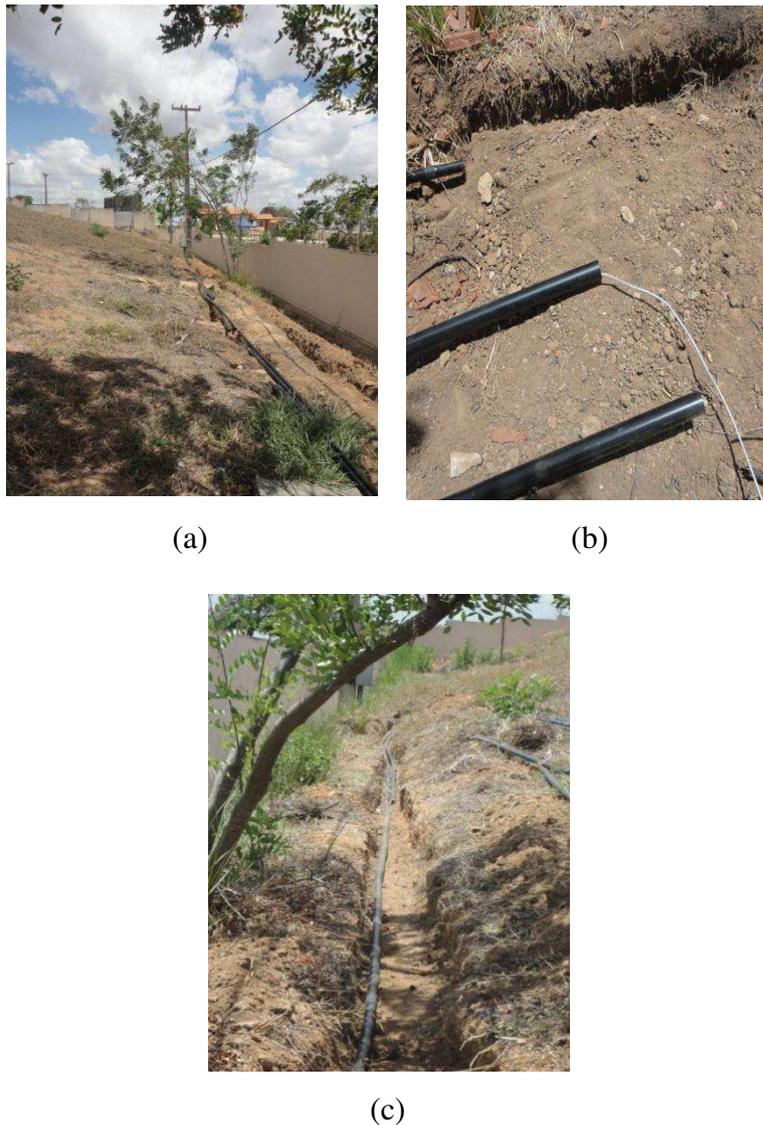


Figura 9. Instalação dos eletrodutos para passagem dos condutores:
(a) Eletrodutos enfileirados ao lado da vala;
(b) Cabo de aço utilizado como guia para passagem dos condutores;
(c) Eletrodutos colocados na vala.

Inicialmente os eletrodutos foram enfileirados ao lado da vala onde seriam instalados, em seguida um cabo de aço foi utilizado como guia para passagem dos condutores no interior dos mesmos, por fim, os eletrodutos foram colados com uma cola plástica para PVC e colocados na vala para passagem dos condutores.

Utilizou-se o analisador *PowerNET P-600* para identificar as fases no quadro de medição e marcar os condutores do ramal subterrâneo para realizar a conexão entre os mesmos conforme mostra a Figura 12.



Figura 10. Fases identificadas com o analisador PowerNET P-600.

Após a identificação das fases, utilizou-se conectores do tipo KS de 150 mm para conectar os condutores de 70mm² e 120mm², em seguida foi realizado o isolamento dos cabos aplicando-se fita autofusão e fita isolante, como pode ser visto na Figura 13.



Figura 11. Conexão e isolamento dos condutores.

Depois de terminada a instalação do ramal subterrâneo, os dois ramais passaram a funcionar em conjunto como indicado na Figura 14.



Figura 12. Ramais em funcionamento.

Assim, deixaram-se as instalações elétricas do Campus de Araruna preparadas para a instalação dos novos equipamentos.

3.1.3 PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA PREDIAL

O objetivo do desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas foi familiarizar o estagiário com o software LUMINE, utilizado no Setor de Projetos na elaboração de projetos de instalações elétricas.

Aproveitou-se que seriam instalados novos equipamentos no laboratório de genética, localizado no bloco Três Irmãs, e decidiu-se refazer o projeto elétrico do laboratório empregando-se o software LUMINE, acrescentando no projeto os novos pontos de tomadas a serem utilizados.

Para a elaboração do projeto foi utilizado, a planta baixa do laboratório de genética, o software LUMINE, cujo fabricante é a *qisat*, e as normas técnicas NBR 5410 e NBR 5413.

A planta original do laboratório de genética pode ser vista no Anexo C.

O projeto elétrico final pode ser visto no Anexo D.

A lista dos materiais necessários para a realização do projeto pode ser vista no Anexo E.

4 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado mostrou-se muito importante para a formação de um engenheiro eletricitista, através do mesmo foi possível realizar atividades práticas de engenharia e aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos em disciplinas da grade curricular do curso de engenharia elétrica.

Durante a realização das atividades foi possível aprender a utilizar novos equipamentos de medição e ferramentas computacionais bastante utilizadas no dia a dia de um engenheiro eletricitista.

Pode-se destacar como fato mais importante a oportunidade de poder conviver com engenheiros e técnicos eletricitistas experientes com quem se aprende bastante no dia a dia, enriquecendo muito a formação do profissional. Verifica-se assim a importância do estágio curricular no curso de graduação, pois só através do mesmo o aluno pode ter essa experiência ímpar.

No mais, os objetivos traçados foram alcançados e o estágio supervisionado cumprido com êxito.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro de 1997.

ABNT. **NBR 5413 – Iluminância de Interiores.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abril de 1992.

ENERGISA. **NDU 001 – Fornecimento em energia elétrica em tensão secundária. Edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras.** Norma de Distribuição Unificada. Versão 2.0. Março de 2010.

Ims Power Quality. **Manual de Instalação e Operação.** PowerNET P-600. Medidor & Registrador de Grandezas Elétricas Portátil. Novembro de 2008.

Qisat. **Curso Básico lumine v4. Projeto de Instalações Elétricas Prediais.** AutoQi Tecnologia em Informática Ltda. Outubro de 2007.

UEPB. **Universidade Estadual da Paraíba.** Disponível em <<http://www.uepb.edu.br/>>. Acesso em 02 de Fevereiro de 2013.

ANEXO A

MANUAL DO POWERNET P-600

Introdução

O **PowerNet P-600** é um medidor e registrador portátil de grandezas elétricas, que em conjunto com o seu **SOFTWARE ANALISADOR** permite analisar graficamente as medições realizadas e gerar relatórios de acordo com a resolução 505 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica vinculada ao Ministério de Minas e Energia do Brasil).

Desenvolvido e fabricado com a mais alta tecnologia, adquirida pela IMS em seus mais de 25 anos de experiência na área de equipamentos eletrônicos.

Suas características permitem que ele seja utilizado para as seguintes aplicações entre outras:

- Medição e Análise do comportamento da rede elétrica;
- Fiscalização;
- Levantamento de curva de carga;
- Balanceamento de redes;
- Perdas em transformadores e alimentadores;
- Verificação de distúrbios de tensão e corrente;
- Dimensionamento de bancos de capacitores e filtros de harmônicos;
- Cálculo do custo da energia por item fabricado;
- Medição setorial e rateio de custos;
- Diagnóstico de Sistemas de Potência;
- Consumo de cada equipamento em plantas industriais.

1. Características

1.1 Software Analisador

- Software em ambiente Windows 98/NT/2000/XP;
- Permite programação do equipamento;
- Permite leitura instantânea das grandezas;

- Altera o período de análise (dentro do intervalo registrado);
- Configuração e cálculos de Ponta e Fora-Ponta;
- Análise gráfica com vários recursos como: zoom, configuração dos eixos, visualização em 3D e inserção de comentários para relatórios;
- Exporta arquivos para formato texto.

1.2 Características Mecânicas

- Caixa para uso ao tempo em material plástico de alta resistência mecânica, com anti-chama (auto-extinguível) e proteção UV (resistência contra os raios solares). Grau de proteção IP65 com o cabo de medição de corrente acoplado.
- Caixa de dimensões (AxLxP): 284x207x120mm;
- Peso aproximado 1,8kg;
- Display de cristal líquido de 4 linhas por 20 colunas (80 caracteres) com *backlight*;

* O backlight do display não liga caso uma das fases seja menor que 70 Volts.

1.2 Características Técnicas

- Medidor e registrador de múltiplas grandezas elétricas polifásico com 2 ou 3 elementos de medição, 3 ou 4 fios (ligação delta ou estrela).
- Medição em 4 quadrantes.
- Indicação de seqüência de fases.
- Grandezas elétricas: Observadas na Tabela 1A
- Temperatura de Operação: 0 a 55°C.
- Memória não-volátil para retenção dos dados programáveis.
- Memória para registros.
- Precisão:
 - 0,5% para tensão
 - 1,5% para corrente*

- 2% para potência
- Entrada de tensão de **alimentação**: 70 a 300Vca (para outra faixa de alimentação consultar).
- Entrada de **medição** de tensão: 50 a 500Vca.
- Entrada de medição de corrente para acessórios opcionais:
 - Adaptador para TC's 0,05 a 5A.
 - Sensores rígidos (Clamp) de 10A, 20A ou 1000A;
 - Sensores flexíveis ou rígidos de 1000 ou 2000A.
- Frequência elétrica de alimentação e medição: 45 a 70 Hz;
- Consumo: 10VA.
- Porta de comunicação serial RS232 (Consultar o suporte técnico para outras).
- Protocolo de comunicação Modbus RTU.
- Bateria interna recarregável, com autonomia mínima de 2 meses sem uso para retenção de dados.
- Disparo dos registros por evento ou por data de início.
- Status da bateria interna.
- Status da programação da memória.
- Relógio e calendário.

*A precisão para corrente e potências depende do modelo de sensor de corrente utilizado. Os valores de precisão especificados são para a faixa de 25A a 1000A utilizando o sensor flexível de 1000A fornecido e calibrado pela IMS com o equipamento. Consultar o suporte técnico para outros modelos de sensor de corrente, ou outras faixas de medição de corrente.

Tabela 1A – Grandezas elétricas

GRANDEZAS	MOSTRADAS NO DISPLAY	REGISTRADAS NA MEMÓRIA	ANALISADA NO SOFTWARE	
			Gráfico	Relatório
Tensão (V) fase-fase ou fase-neutro	X	X	X	X
Tensão Média	X	-	-	X
Corrente (A)	X	X	X	X
Corrente Média	X	-	-	X
Corrente de neutro	X	X	-	X
Fator de Potência	X	X	X	X
Fator de Potência média	X	-	-	X

Máximo e Mínimo de Tensão	-	X	X	X
Max. e Mín. de Corrente	-	X	X	X
Max. e Mín. de Fator de potência	-	X	X	X
Frequência da fase 1	X	X	-	X
Potência ativa por fase (kW)	X	X	X	X
Potência ativa média (kW)	X	-	-	X
Potência reativa por fase (kvar)	X	X	X	X
Potência reativa média (kvar)	X	-	-	X
Potência aparente por fase (kVA)	X	-	X	X
Potência aparente média (kVA)	X	-	-	X
Energia ativa direta e reversa (consumo total em kWh)	X	X	X	X
Energia reativa total (kvarh) capacitiva e indutiva direta e reversa	X	X	-	X
Demanda (kW)	X	X	X	X
Demanda Reativa (kvar)	X	X	X	X
ThD e harmônicos pares e ímpares na 2ª e 4ª ordem para tensão e corrente por fase	X	X	X	X

1.4 Características Programáveis

- Relação de TP e TC primário e secundário.
- Tipo de Sensor : Flexível ou Clamp.
- Tipo de Ligação: delta ou estrela.
- Número de elementos: 2 ou 3.
- Parâmetros da ANEEL.
- Grandezas a serem registradas.
- Intervalo de registro: 0,25s a 60min.
- Tipo de Memória: circular ou linear.
- Evento tensão acima ou abaixo.
- Relógio: data e hora.
- Data de início e fim dos registros.
- Velocidade de comunicação: 9600, 19200 ou 38400 bps.
- Endereço de Rede.
- Taxa de atualização do Display.

2. Descrição Física

O 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.



Figura 1A - PowerNET P-600.

ANEXO B

TABELAS DA NBR-5410

O texto contido neste anexo foi retirado da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) - 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência

A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

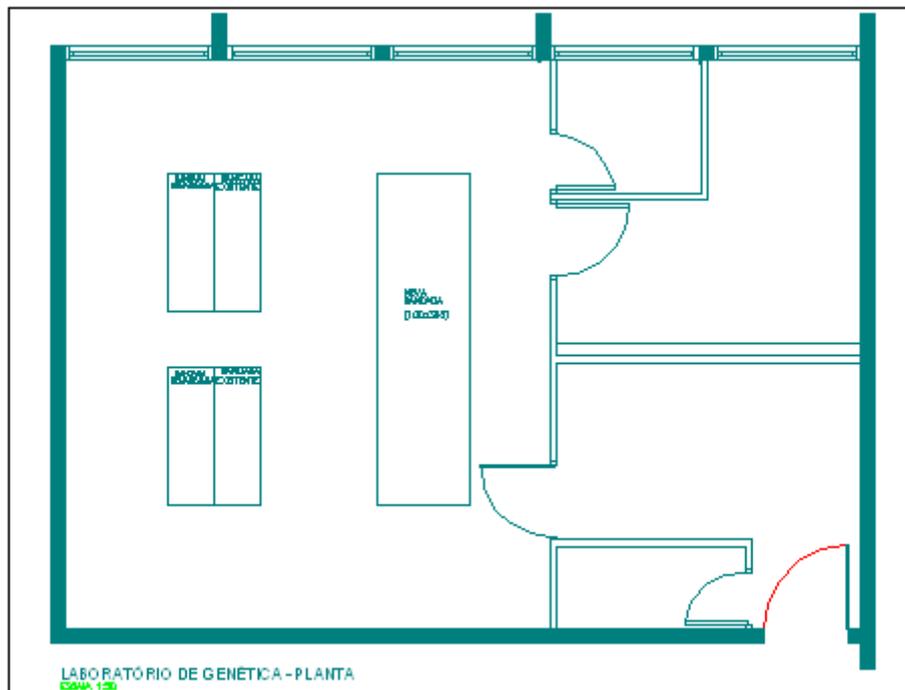
Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

NÚMERO DE CONDUTORES EM ELETRODUTOS

CONDUTOR		NÚMERO DE CONDUTORES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
AWG/MCM	mm ²	DIMENSÃO DOS ELETRODUTOS EM POLEGADAS								
14	1,50	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4
12	2,50	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
10	4,00	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
8	6,00	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
6	10,00	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1	1.1/4
4	16,00	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1.1/4	1.1/4	1.1/4
2	25,00	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/4	1.1/2	1.1/2	2	2
1	35,00	3/4	1	1.1/4	1.1/4	1.1/2	2	2	2	2
1/0	50,00	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2	2	2.1/2	2.1/2
2/0	70,00	3/4	1.1/4	1.1/2	2	2	2.1/2	2.1/2	2.1/2	3
3/0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/0	95,00	1	1.1/4	2	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3
250	120,00	1	1.1/2	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3.1/2	3.1/2
300	150,00	1.1/4	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3.1/2	3.1/2	4
400	185,00	1.1/4	2	2.1/2	3	3	3.1/2	4	4	-
500	240,00	1.1/2	2	3	3	3.1/2	4	-	-	-
600	300,00	1.1/2	2.1/2	3	3.1/2	4	-	-	-	-
800	400,00	2	2.1/2	3.1/2	4	-	-	-	-	-
1000	500,00	2	3	4	-	-	-	-	-	-

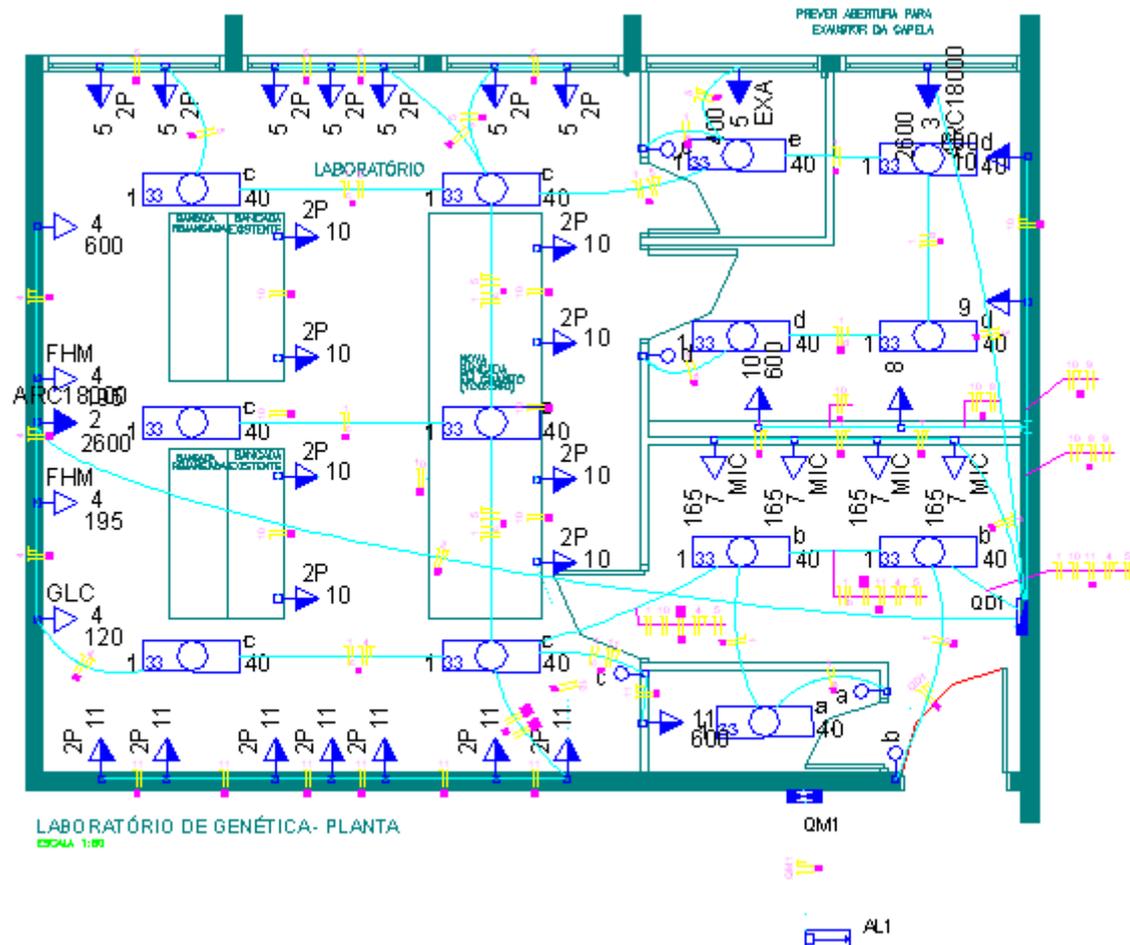
ANEXO C

PLANTA BAIXA DO LABORATÓRIO DE GENÉTICA



ANEXO D

PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO LABORATÓRIO DE GENÉTICA



ANEXO E - LISTA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO LABORATÓRIO DE GENÉTICA

Tabela 6. Demanda a ser acrescentada no Campus de Araruna.

Material	Grupo	Item	Quantidade
Acessório	Caixa PVC	4x2"	43 pç
Acessório	Caixa PVC Ortogonal	3x3"	13 pç
Acessório	Arruela zamak	3/4"	3 pç
Acessório	Bucha zamak	3/4"	3 pç
Acessório	Curva 180° PVC rosca	3/4"	1 pç
Acessório	Luva aço galvan. pesado	3/4"	1 pç
Acessório	Curva 90° PVC longa rosca	3/4"	2 pç
Acessório	Luva PVC rosca	3/4"	5 pç
Cabo Unipolar (cobre)	Isol.PVC - 450/750V (ref. Pireli Pirastic Ecoflam BWF)	10mm ²	453m
Cabo Unipolar (cobre)	Isol. HEPR - ench.EVA - 0,6/1kV (ref. Pireli Afumex)	16mm ²	8,80m
Cabo Unipolar (cobre)	Isol. HEPR - ench.EVA - 0,6/1kV (ref. Pireli Afumex)	4mm ²	15,20m
Dispositivo de Proteção	Disjuntor unipolar termomagnético - norma DIN	10 A	7 pç
Dispositivo de Proteção	Disjuntor unipolar termomagnético - norma DIN	13 A	1 pç
Dispositivo de Proteção	Disjuntor unipolar termomagnético - norma DIN	16 A	2 pç
Dispositivo de Proteção	Disjuntor unipolar termomagnético - norma DIN	63 A	1 pç
Dispositivo de Proteção	Disjuntor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN	25 A	1 pç
Dispositivo Elétrico - embutido	Placa 2x4"	Interruptor simples - 1 tecla	5 pç
Dispositivo Elétrico - embutido	Placa p/ 1função	Tomada universal retangular 2P - 10 A	16 pç
Dispositivo Elétrico - embutido	S/ placa	Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	12 pç
Dispositivo Elétrico - embutido	S/ placa	Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	4 pç
Eletroduto PVC flexível	Eletroduto leve	3/4"	143.10 m
Eletroduto metálico rígido pesado	Eletroduto zincado, vara 3,0m	1"	2,00 m
Luminária e acessórios	Luminária sobrepôr p/fluorescente tubular	40W	13 pç
Luminária e acessórios	Reator eletromagnético p/fluorescente tubular	1x40W	13 pç
Luminária e acessórios	Soquete base	G 13	26 pç
Lâmpada fluorescente	Tubular comum - diam. 33mm	40W	13 pç

Material para entrada de serviço	Caixa de passagem de concreto/alvenaria	500x500x700 mm	1 pç
Material para entrada de serviço	Caixa de inspeção de aterramento	300x300x400 mm	1 pç
Material para entrada de serviço	Cinta de alumínio para poste	L=18mm, C=1,0m	3 pç
Material para entrada de serviço	Haste de aterramento aço/cobre	D=15mm, comprimen. 2,4 m	2 pç
Quadro de medição	Unidade consumidora individual sobrepor	Caixa monofásica - LC	1 pç
Quadro distrib. plástico - embutir	Barr. monof. - DIN (Ref. Hager)	Cap. 36 disj. unip. - In Pente 100 A	2 pç
