



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

YANG MEDEIROS CARDOSO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Maio de 2014

YANG MEDEIROS CARDOSO

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 Karcus M. C. Dantas, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Maio de 2014

YANG MEDEIROS CARDOSO

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 / /

Prof. Karcus M.C. Dantas, D.Sc, UFCG
Orientador

Professor Edson Guedes da Costa, D.Sc, UFCG
Componente da Banca

Dedico este trabalho a minha família, que sempre me apoiou no que foi necessário para esta conclusão da graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço também aos meus amigos e demais familiares, que entenderam os momentos nos quais não pude estar com eles, devido principalmente ao término do curso.

Agradeço a todos que compõem o NUTES - Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde - pelo acolhimento receptivo e pelos conhecimentos repassados, sempre com atenção e paciência.

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

“As pessoas costumam dizer que a motivação não dura sempre. Bem, nem o efeito do banho, por isso recomenda-se diariamente.”

Zig Ziglar.

RESUMO

Este documento relata as atividades desenvolvidas durante a realização do estágio no Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde - NUTES - sob a supervisão do Professor Doutor Engenheiro Eletricista Misael Elias de Moraes. Foram realizadas como principais tarefas o estudo de cargas, levantamento do “As-Built” do prédio onde funciona o núcleo e a utilização de um analisador de energia.

Palavras-chave:Projeto elétrico, as-built, analisador de energia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gráfico ilustrativo da diferença entre quantidade de tomadas instaladas e projetadas.	17
Figura 2- Documentação de um dos quadros de distribuição.	19
Figura 3- Solicitação de corrente antes e depois da expansão.	22
Figura 4 -Tela de configuração do analisador P-600.	25
Figura 5 - Gráfico das correntes solicitadas por fase.....	26
Figura 6 - Gráfico das tensões requeridas por fase.....	27
Figura 7 - Gráfico das potências aparentes por fase.....	28
Figura 8 - Gráfico das potências ativas por fase.....	29
Figura 9 - Gráfico das potências reativas por fase.....	30
Figura 10 - Fator de potência calculado pela rotina em MATLAB.....	32
Figura 11- Demanda média calculada pela rotina em MATLAB.....	33
Figura 12 - Fator de carga calculado pela rotina em MATLAB.....	34
Figura 13 - Demanda ao longo do dia 20.....	35
Figura 14 - Tabela 40 da NBR - 5410.	40
Figura 15 - Tabela 36 da NBR-5410.	41
Figura 16 - Tabela 36 da NBR - 5410.....	42
Figura 17 - Tabela 47 da NBR - 5410.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- <i>Lista das quantidades instaladas e projetadas de tomadas e luminárias</i>	16
Tabela 2- <i>Lista das divergências encontradas nas instalações finalizadas</i>	18
Tabela 3- <i>Potência instalada e solicitação de corrente, antes e depois da expansão para cada sala</i>	21
Tabela 4 - <i>Dimensionamento de condutores de acordo com a capacidade de corrente.</i>	42
Tabela 5 - <i>Dimensionamento de condutores pela seção mínima</i>	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

TUG – Tomada de Uso Geral

TUE – Tomada de Uso Específico

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NDU – Norma de Distribuição Unificada

NBR – Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas

NUTES – Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

MS – Ministério da Saúde

PaqTcPB – Fundação Parque Tecnológico da Paraíba

CCBS – Centro de Ciências Biológicas e Saúde

IESE – Institute of Experimentelles Software Engineering

INT – Instituto Nacional de Tecnologia

CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Lista de Ilustrações	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Abreviaturas e Siglas	x
Sumário	xi
1 Introdução	12
2 O Núcleo	13
3 O Estágio	15
3.1 Atividades Realizadas	15
3.1.1 Levantamento do “As-Built” elétrico	15
3.1.2 Análise de demandas	21
3.1.3 Acompanhamento da instalação elétrica da expansão	23
3.1.4 Análise de dados de outro prédio da UEPB	24
4 Conclusão	37
Bibliografia	38
ANEXO A – Dimensionamento de condutores	39
ANEXO B – Rotina em Matlab para tratamento dos dados obtidos pelo analisador P-600	51

1 INTRODUÇÃO

O Estágio Supervisionado é uma disciplina obrigatória que integra a grade curricular do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, tendo como objetivo familiarizar o graduando com as atividades práticas vivenciadas por um engenheiro.

Neste documento constam as atividades realizadas ao longo da duração do estágio no prédio do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, localizado no Campus I da UEPB, sob a supervisão do Professor Doutor Engenheiro Eletricista Misael Elias de Moraes, no período de 16 de janeiro a 16 de abril de 2014.

As principais atividades realizadas foram o estudo de cargas do prédio já concluído, bem como da expansão que ocorrerá nos próximos meses, o levantamento do “As-Built” da fase já terminada e em uso da construção, e a utilização de um analisador de energia com a devida interpretação dos resultados.

Ao longo deste relatório foi apresentado um breve relato das atividades realizadas no período do estágio, sendo acrescentados ao final, os anexos que apresentam detalhadamente os cálculos realizados.

2 O NÚCLEO

O Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES) é resultado de um convênio entre a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Ministério da Saúde (MS) do Governo Federal e a Fundação Parque Tecnológico da Paraíba (PaqTcPB).

O NUTES é um centro de referência para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao setor de saúde, formado por professores pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação dos cursos de Computação, Odontologia e Fisioterapia.

Sendo o primeiro laboratório de certificação de softwares de saúde do país, garante através de procedimentos, que os processos, equipamentos, software e sistemas produzidos pela indústria médica operem de acordo com a finalidade para qual foi projetado.

Instalado numa área de 1.000 metros quadrados no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da UEPB, localizado na Rua Juvêncio Arruda, Campus Universitário, em Bodocongó, engloba laboratório de engenharia biomédica, laboratório de eletrônica, laboratório para desenvolvimento e validação de software, laboratório para prototipagem rápida de produtos e laboratório para manipulação de imagens.

Durante a instalação, o NUTES firmou convênio de Cooperação Técnica com o Institute of Experimentelles Software Engineering – IESE, unidade do Instituto Fraunhofer da Alemanha. Atualmente, o NUTES possui convênios com o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

No Núcleo são desenvolvidas atividades no campo da Engenharia Biomédica, executando atividades nas áreas de Engenharia Clínica; validação de softwares embarcados em equipamentos e sistemas médicos; além de design e manipulação de imagens médicas. O NUTES monitora, qualifica e desenvolve equipamentos e sistemas médicos para garantir ao usuário confiabilidade no uso dos produtos desenvolvidos pela indústria médica, proporcionando a melhoria contínua da qualidade das tecnologias desenvolvidas no país. O apoio tecnológico às empresas nacionais fortalece o mercado interno, visto que ao atender os requisitos de confiabilidade e usabilidade, os

equipamentos médicos produzidos no país aumentam a competitividade frente aos produtos importados.

O NUTES atualmente exerce pesquisas que visam o desenvolvimento de novas soluções em hardware e software. Estas pesquisas compreendem a geração de 4 tipos de tecnologias: (a) sistemas embarcados como dispositivos médicos para interação com o corpo de seres vivos; (b) ferramentas de auxílio ao diagnóstico por imagem; (c) ferramentas de auxílio a projetos de sistemas críticos; e (d) sistemas de gestão hospitalar.

As pesquisas em (a) apresentam resultados tais como novos modelos de bombas de infusão, desfibriladores, monitores de sinais vitais e estimuladores. Tem competência em Matlab/Simulink, ISOGRAPH/Reliability Workbench, Proteus, diversas famílias de microcontroladores, instrumentação biomédica, processadores de sinais, e outras mais.

As pesquisas em (b) apresentam resultados tais como algoritmos para detecção de câncer de mama, recuperação de imagens mamográficas com base no conteúdo visual e desenvolvimento de sistemas de diagnóstico auxiliado por computador em imagens. Tem competência em inteligência artificial, processamento de imagens, processamento de sinais, métodos de agrupamento de dados, recuperação de imagens por conteúdo, e outras mais.

As pesquisas em (c) apresentam resultados tais como novas ferramentas de modelagem de arquiteturas de sistemas críticos, verificadores de níveis de integridade de segurança, geradores de código e linhas de produto de software. Tem competência em Enterprise Architect, Eclipse Modeling Framework, Model-Driven Engineering, compiladores, design patterns, e outras mais.

Finalmente, as pesquisas em (d) apresentam resultados tais como novas soluções EHR/PHR com rápida prototipação, interação com dispositivos médicos para gerenciamento de segurança, conformidade com padrões de interoperabilidade e integração com as novas tecnologias de mobilidade. Tem competência em diversas linguagens de programação, webservices, tecnologias de armazenamento de dados, usabilidade, processos de desenvolvimento de software, diversos frameworks e outras mais.

3 O ESTÁGIO

O Estágio Supervisionado ocorreu no período de 16 de janeiro a 16 de abril de 2014, totalizando 240 horas. As atividades foram realizadas no prédio do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, localizado no Campus I da UEPB, sob a supervisão do Professor Doutor Engenheiro Eletricista Misael Elias de Moraes.

3.1 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades vivenciadas no campo de estágio foram muitas, incluindo o atendimento de demandas do engenheiro responsável, contato com eletricitas e demais trabalhadores da obra, supervisão de projetos e o relacionamento com outros setores da Universidade, como o de Arquitetura e Engenharia. Dentre estas, foram selecionadas as quatro atividades a seguir :

- Levantamento do “As-Built” elétrico;
- Análise de demandas;
- Acompanhamento da instalação elétrica da expansão;
- Análise de dados de outros prédios da UEPB.

3.1.1 LEVANTAMENTO DO “AS-BUILT” ELÉTRICO

A primeira atividade realizada foi o levantamento do “*As Built*” das instalações elétricas já concluídas do laboratório.

O “As Built” é exigido pela NBR-5410 no ponto 6.1.8.2 e corresponde a uma atualização da documentação referida no ponto 6.1.8.1, quer seja as plantas, esquemas unifilares e outros, memorial descritivo da instalação, especificação dos componentes e alguns parâmetros do projeto, de forma a corresponder fielmente ao que foi executado.

Além de ser necessário para o atendimento da norma citada, o “As Built” é de fundamental importância para a documentação das instalações elétricas. A inexistência ou desatualização desses documentos podem originar incertezas e surpresas que levam a eventos indesejáveis como manutenções ou intervenções na instalação.

Para isso, foram seguidos alguns passos, tais como: inspeção visual, inspeção funcional, inspeção do procedimento de corte dos disjuntores para cada circuito, inspeção dos parâmetros elétricos da tensão fornecida em cada sala e inspeção dos condutores.

3.1.1.1 Inspeção visual

Foi realizada a contagem das luminárias, TUG (tomadas de uso geral), TUE (tomadas de uso específico), tomadas de força das bancadas e aparelhos de ar condicionado existentes em cada sala, bem como as especificações técnicas dos mesmos, tendo como resultado a tabela 1.

TABELA 1- *LISTA DAS QUANTIDADES INSTALADAS E PROJETADAS DE TOMADAS E LUMINÁRIAS.*

Sala	Quantidade de luminárias	Quantidade de tomadas instaladas	Quantidade de tomadas projetadas
01	12	11	8
02	12	9	9
03	4	5	6
04	10	18	14
05	4	7	6
06	4	10	11
07	6	10	6
08	6	6	6
09	6	8	6
10	6	6	5
11	6	7	6
WC-F	2	1	1
Depósito 1	1	1	1
WC-M	2	1	1
15	12	14	10
16	12	14	14

17	9	43	42
18	21	70 + 1trifásica	70 + 1 trifásica
Áreas Comuns	22	21	18

Não foi inserida uma coluna para quantidade de luminárias projetada, pois a única diferença entre o número de luminárias instaladas e o projeto elétrico encontra-se nas áreas comuns, que ao invés de 22 eram 28.

Nessa tabela fica evidenciada a diferença entre o número de tomadas instaladas e o projetado. Tais alterações devem ser inseridas no projeto elétrico do prédio, a fim de prevenir possíveis erros.

Tais informações são importantes para efeitos de sobrecarga de circuitos, que pode acarretar possíveis danos às instalações (condutores e isolamento), bem como um futuro desequilíbrio das fases. O projeto foi feito para garantir o bom funcionamento elétrico do prédio, porém, durante a obra, aos poucos foram surgindo modificações. Outra visualização dos dados está na figura 1.

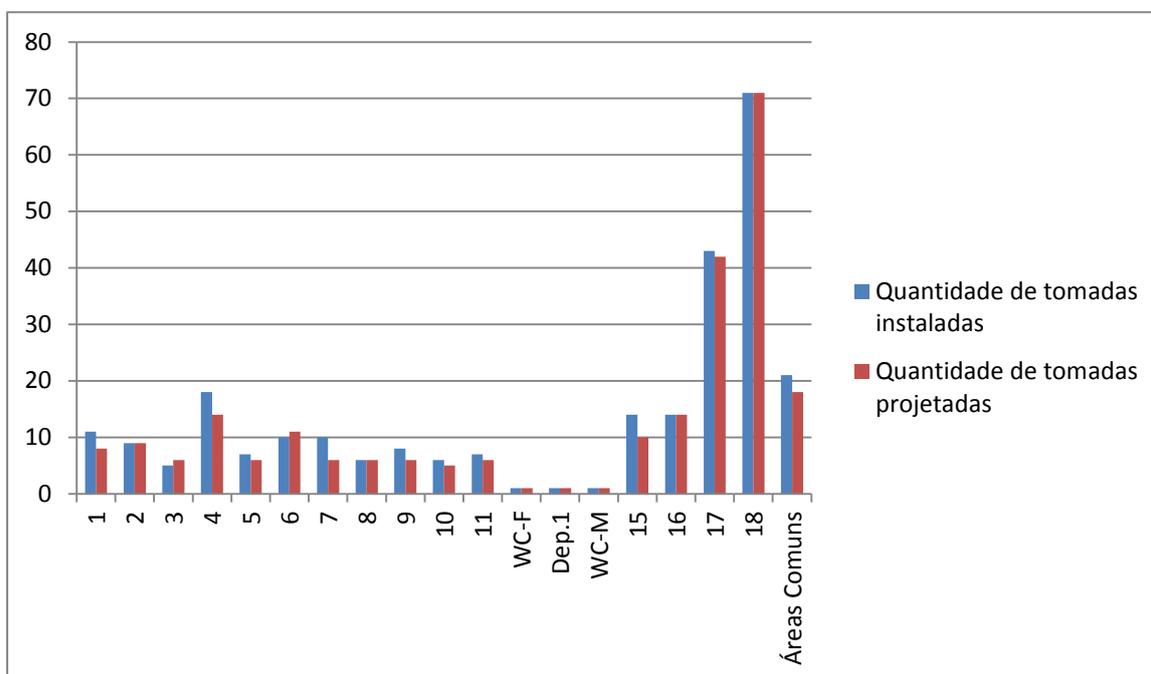


FIGURA 1- GRÁFICO ILUSTRATIVO DA DIFERENÇA ENTRE QUANTIDADE DE TOMADAS INSTALADAS E PROJETADAS.

3.1.1.2 Inspeção funcional

Utilizando um multímetro digital (Hikari HM-2030) verificou-se a distribuição da energia elétrica desde sua chegada do ramal trifásico até cada circuito terminal dito no passo anterior, incluindo o funcionamento dos interruptores. Também foi verificada se a distribuição de fases estava de acordo com o projeto elétrico. As divergências funcionais encontradas estão na tabela a seguir.

TABELA 2- LISTA DAS DIVERGÊNCIAS ENCONTRADAS NAS INSTALAÇÕES FINALIZADAS.

Sala	Divergência	Causa	Consequência
Todas as salas	Mudança na posição dos condicionadores de ar.	Melhor distribuição de temperaturas nas salas.	Tomada alta sobressalente em todas as salas.
Laboratórios 2,3 e 4.	Mau funcionamento de algumas lâmpadas fluorescentes.	Má instalação feita pelo eletricista.	Iluminação insuficiente; Oscilações na iluminação.
Laboratórios 3 e 4.	Posição incorreta dos interruptores.	Má instalação feita pelo eletricista.	Possível confusão no acionamento das lâmpadas.
Laboratório 4	Interruptor não funciona.	Má instalação feita pelo eletricista.	Conjunto de lâmpadas não acende.
Laboratório 4	Tomada de uso geral não funciona.	Má instalação feita pelo eletricista.	Ausência de força.
Sala 4	Ar condicionado não está no circuito indicado; Projetor não está no circuito indicado.	Adaptações solicitadas pelo responsável do local.	Possível sobrecarga de circuito.
Laboratório 1	Circuito que alimentaria o	Erro de execução do projeto.	Funcionalidade da sala ausente.

projektor de teto
inexistente.

3.1.1.3 Inspeção do procedimento de corte dos disjuntores para cada circuito

Conferindo o confinamento dos mesmos e o que estava sendo atendido por cada circuito, aproveitou-se para fazer a identificação dos circuitos, juntamente com a documentação do quadro de energia, como mostramos na figura 2, a seguir:

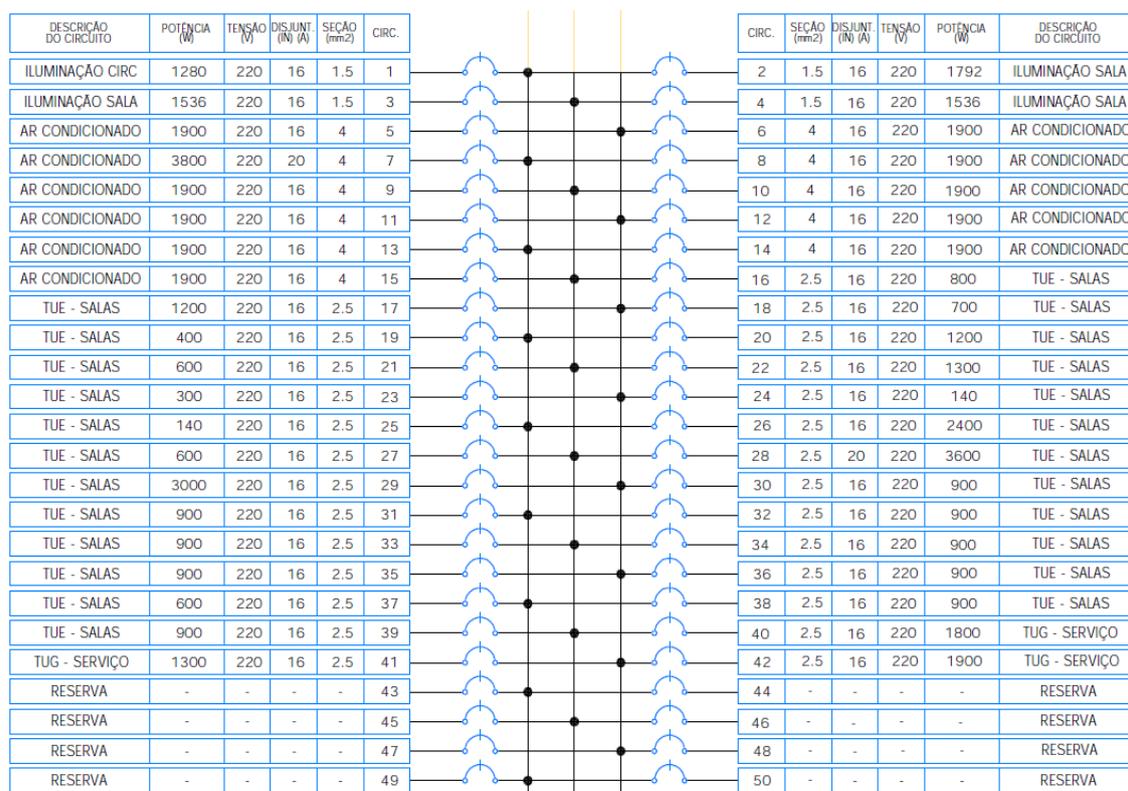


FIGURA 2- DOCUMENTAÇÃO DE UM DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO.

Após a verificação, concluiu-se que todos os disjuntores estavam funcionando adequadamente, isolando o circuito que foi discriminado na planta elétrica. Os circuitos foram identificados conforme a figura 2. Os disjuntores de cada circuito estavam bem dimensionados e a bitola de cabo, compatível, segundo os cálculos de dimensionamento de condutores descritos no anexo 1.

Foi colocada a advertência solicitada no ponto 6.5.4.10 no quadro de distribuição, conforme a NBR-5410:

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos frequentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem). Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente, requer antes, a troca dos fios e cabos elétricos por outros de maior seção (bitola).

2. Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem frequentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados.

A desativação ou remoção da chave significa a eliminação de medida protetora contra choques elétricos e risco de vida para os usuários da instalação.

3.1.1.4 Inspeção dos parâmetros elétricos da tensão fornecida em cada sala

Realizou-se essa inspeção com a finalidade de verificar os desvios do neutro, tanto em carga quanto em vazio; queda de tensão e possíveis correntes de fuga.

Após a verificação, concluiu-se que as tensões do neutro variavam de circuito para circuito, dentro de uma faixa de 0 a 34 volts. Tal problema provavelmente advém de um aterramento deficiente, onde a ligação do neutro com o terra não está bem feita. Recomenda-se a verificação dessa ligação, bem como da malha de aterramento em geral.

As quedas de tensão em cada tomada foram medidas, estando dentro dos limites estabelecidos na NBR 5410 de 4%, medidos nos circuitos terminais (no caso de tensão de 220 volts).

Também foram feitas análises sobre as correntes de fuga nos disjuntores dos quadros individuais de cada laboratório e no quadro geral e não foram observadas correntes de fuga nos disjuntores.

3.1.1.5 Inspeção dos cabos condutores

Inspecionou-se os cabos condutores para saber se estavam de acordo com a capacidade de condução de corrente.

Após a verificação, concluiu-se que os cabos condutores foram corretamente dimensionados, como podemos ver nos cálculos do anexo 1. O isolamento dos condutores também está de acordo com a norma pertinente. Apesar da grande necessidade das correntes para um setor de uma Universidade, devido ao grande número de computadores existentes, os circuitos foram bem dimensionados para tal.

3.1.2 ANÁLISE DE DEMANDAS

Para essa atividade coletou-se os dados dos aparelhos existentes em cada sala do prédio, para assim obter-se a potência instalada total, e dar prosseguimento a análise de demandas, com a aplicação do devido fator.

Como se concluiu que ocorrerá o aumento do número de equipamentos será necessária a instalação de outro quadro de distribuição para a “parte nova” do prédio, que será suprido pela mesma subestação do primeiro quadro. De posse dos novos equipamentos de cada sala, fez-se a previsão de demanda máxima, sendo os resultados mostrados na tabela 3 e figura 3.

O segundo quadro de distribuição está provisoriamente sendo alimentado pelo quadro mais antigo. As solicitações de correntes após a expansão não serão atendidas nessa atual configuração, devendo o quadro 2 ser separado do primeiro, sendo ligado diretamente na subestação responsável pela alimentação do quadro geral.

TABELA 3- POTÊNCIA INSTALADA E SOLICITAÇÃO DE CORRENTE, ANTES E DEPOIS DA EXPANSÃO, PARA CADA SALA

Cargas atuais			Cargas atuais mais previsão		
Sala	Potência(W)	Corrente(A)	Sala	Potência(W)	Corrente(A)
1	8685	39,5	1	9565	43,5
2	8018	36,5	2	8018	36,5
3	3225	14,7	3	3225	14,7

4	5645	25,7	4	7328	33,3
5	3023	13,7	5	3023	13,7
6	6952	31,6	6	6952	31,6
7	3696	16,8	7	3696	16,8
8	3806	17,3	8	3806	17,3
9	2574	11,7	9	2574	11,7
10	3168	14,4	10	3168	14,4
11	3128	14,2	11	3128	14,2
BM	128	0,6	BM	128	0,6
BF	128	0,6	BF	128	0,6
depósito1	64	0,31	depósito1	64	0,3
15	3518	16,0	15	9238	42,0
16	5078	23,1	16	10358	47,1
17	576	2,6	17	8144	37,1
18	11130	50,6	18	20980	95,4
19	576	2,6	19	3480	15,8
20	256	1,2	20	3160	14,4
21	640	2,9	21	21300	96,8
áreas comuns	1552	7,1	áreas comuns	1552	7,1
total	75566	343,5	total	133015	604,6
corrente por fase		114,5	corrente por fase		201,5

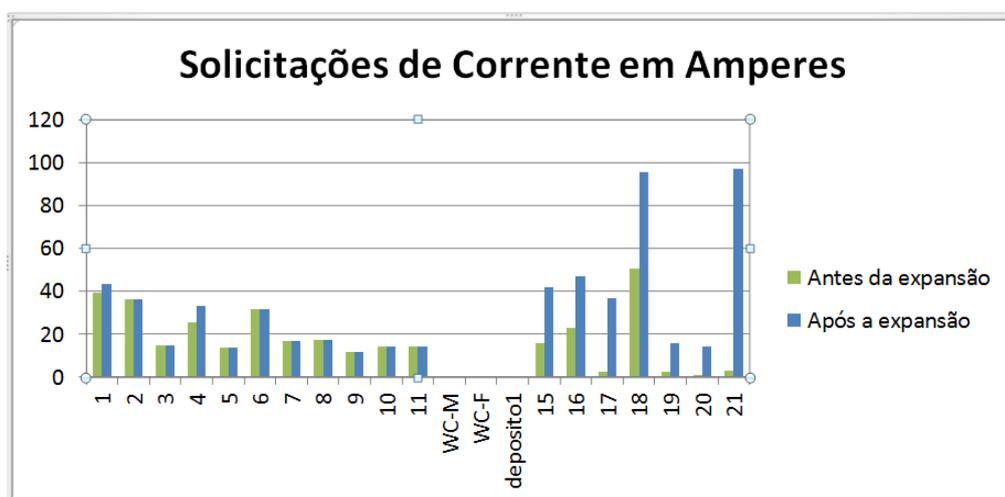


FIGURA 3- SOLICITAÇÃO DE CORRENTE ANTES E DEPOIS DA EXPANSÃO.

O dimensionamento dos condutores, bem como dos dispositivos de proteção foi feito considerando a corrente inicial de 175 amperes. O disjuntor instalado no quadro geral possui corrente nominal de 150A.

Para o dimensionamento das unidades consumidoras, pela nossa carga instalada de 300KVA, deve-se obedecer a norma NDU-002 da concessionária de distribuição local. Essa norma estabelece as diretrizes técnicas para fornecimento de energia em tensão primária, devendo os seus clientes submeterem-se a mesma.

Os principais pontos de utilização dessa norma para esse trabalho foram o dimensionamento das unidades consumidoras, bem como das subestações, as considerações sobre os transformadores e a apresentação do projeto elétrico.

Na norma NDU-002 tem-se que o fator de demanda para “estabelecimentos de ensino superior - faculdade” é de 0,42 no máximo. Aplicando esse fator a demanda máxima, tanto atualmente quanto na expansão, hoje a demanda será de $75,6 * 0,42 = 31,7\text{kW}$, resultando em uma corrente por fase de 48,1A. Já após a expansão, a demanda será de 133,2kW, resultando em uma corrente por fase de 84,7A.

O problema neste ponto é que, as cargas novas serão aparelhos de prototipagem rápida 3D, que além de consumir grandes quantidades de energia elétrica por si só e permanecerem em pleno funcionamento durante dias, necessitam de refrigeração contínua.

Apesar de saber a importância do fator de demanda, que evita o sobredimensionamento das cargas instaladas, o fator de 0,42 descrito na norma não se aplica a demanda requerida pelo prédio, uma vez que tanto seu funcionamento quanto os aparelhos envolvidos são atípicos para seu ramo de atividade produtiva, devendo ser um pouco maior.

3.1.3 ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DA EXPANSÃO

Durante o período do estágio, a instalação elétrica da expansão do prédio estava em sua etapa final, quer seja a ligação do seu quadro de distribuição para cada quadro de distribuição individual dos laboratórios, a ligação dos circuitos de cada laboratório ao seu quadro individual e a instalação física de cada circuito.

Durante o acompanhamento dos trabalhos dos eletricitistas, verificamos algumas inconformidades com o projeto elétrico que deveria ser seguido, tais como:

1. Não instalação das tomadas como especificado no projeto, ou seja, em vez de tomadas duplas foram instaladas tomadas simples;
2. Algumas tomadas estavam com mau funcionamento devido à fiação do circuito responsável por sua alimentação estar mal conectada ao disjuntor do quadro de distribuição individual;
3. Em algumas luminárias, somente uma lâmpada fluorescente acendia;
4. Alguns interruptores não estavam conectados na ordem do projeto, e outros não funcionavam;
5. Algumas lâmpadas fluorescentes, depois de algum tempo acesas, desligavam, deixando de fornecer a iluminação necessária ao ambiente;
6. A modificação na posição da alimentação dos condicionadores de ar nos laboratórios, devido ao projeto arquitetônico;
7. Ao se fechar a tampa de um dos quadros individuais, o eletricitista responsável raspou o isolamento de alguns condutores do quadro, o que provocou o contato estabelecido pelo parafuso entre uma das fases e o terra, ocasionando a avaria de quatro nobreaks que estavam selecionados para alimentação em 220V e foram submetidos a 380V.

Após essas verificações, elaborou-se um relatório de inconformidades juntamente com o engenheiro civil responsável pela obra, que foi enviado à construtora para as providências cabíveis. Tal ação foi caracterizada como a primeira advertência com relação ao término desta obra.

Pelo contrato assinado, a segunda advertência já inclui uma multa diária pelo atraso dos reparos e a terceira poderá ocasionar a não participação em licitações públicas durante o período de cinco anos.

3.1.4 ANÁLISE DE DADOS DE OUTRO PRÉDIO DA UEPB

Durante o período do estágio surgiu a oportunidade de se utilizar o analisador portátil de grandezas elétricas P-600, que é utilizado para análises e medições de energia, e atende a resolução 505 da ANEEL. Tal aparelho realiza diversas medições, porém, para o estudo requisitado, só foram realizadas medições de tensão, corrente, fator de potência, potências ativas, reativas e aparentes, bem como a demanda média.

Apesar de ser em um setor diferente do local onde foi realizado o estágio, essa atividade foi realizada, considerando-se o conhecimento a ser agregado. O local das

aquisições foi o Campus VII da UEPB, localizado na Rua Alfredo Lustosa Cabral, Patos – PB. As medições foram feitas do dia 18 ao dia 24 de outubro de 2013. O analisador foi configurado como está na figura 4.

The screenshot shows the configuration window for the P-600 analyzer. The fields are as follows:

- Equipamento: 2903145
- Nome da Área: AREA0001
- Número de Registros: 16841
- Intervalo de Registros: 00:30:00
- TP Original: 1,00
- TC Original: 1,00

Under "Blocos configurados para Registros":

- Tensão
- Corrente
- Fator de Potência
- Potências (kW,kVAr)
- Energia (kW.h)
- Thd de Tensão
- Harmônicas de Tensão
- V Máximos e Mínimos
- I Máximos e Mínimos
- FP Máximos e Mínimos
- Thd de Corrente
- Harmônicas de Corrente

Other settings: Alicete: 1000A, Escala: 100%, Ligação: Estrela, Período: Início: 18/10/2013 13:00:30:00, Fim: 24/10/2013 09:20:30:00.

Relação: Primário: 1, Secundário: 1 V, 1 A.

Comentários: Análise do quadro geral de Patos feita após troca do barramento geral.

Buttons: Visualizar Comentário, Incluir Identificação da Medição no Relatório, Incluir Comentário no Relatório, OK, Fechar.

FIGURA 4 TELA DE CONFIGURAÇÃO DO ANALISADOR P-600.

Dessa forma, foram feitos 16.841 registros em um intervalo de 30 segundos durante o período de medição, tendo sido considerado como horário de ponta o intervalo das 18 às 21h.

Os dados obtidos seguem nos gráficos abaixo, listados nas figuras 5 a 9.

Analisando os gráficos, das potências absorvidas percebe-se que como o consumo foi muito baixo nos dias 18, 19 e 20 não se teve funcionamento pleno na universidade, e de fato, foi final de semana.

Com relação ao gráfico de tensões nota-se que não houve flutuação de tensão, tampouco desequilíbrio entre as fases, que estão indicadas pelas cores vermelho, azul e verde.

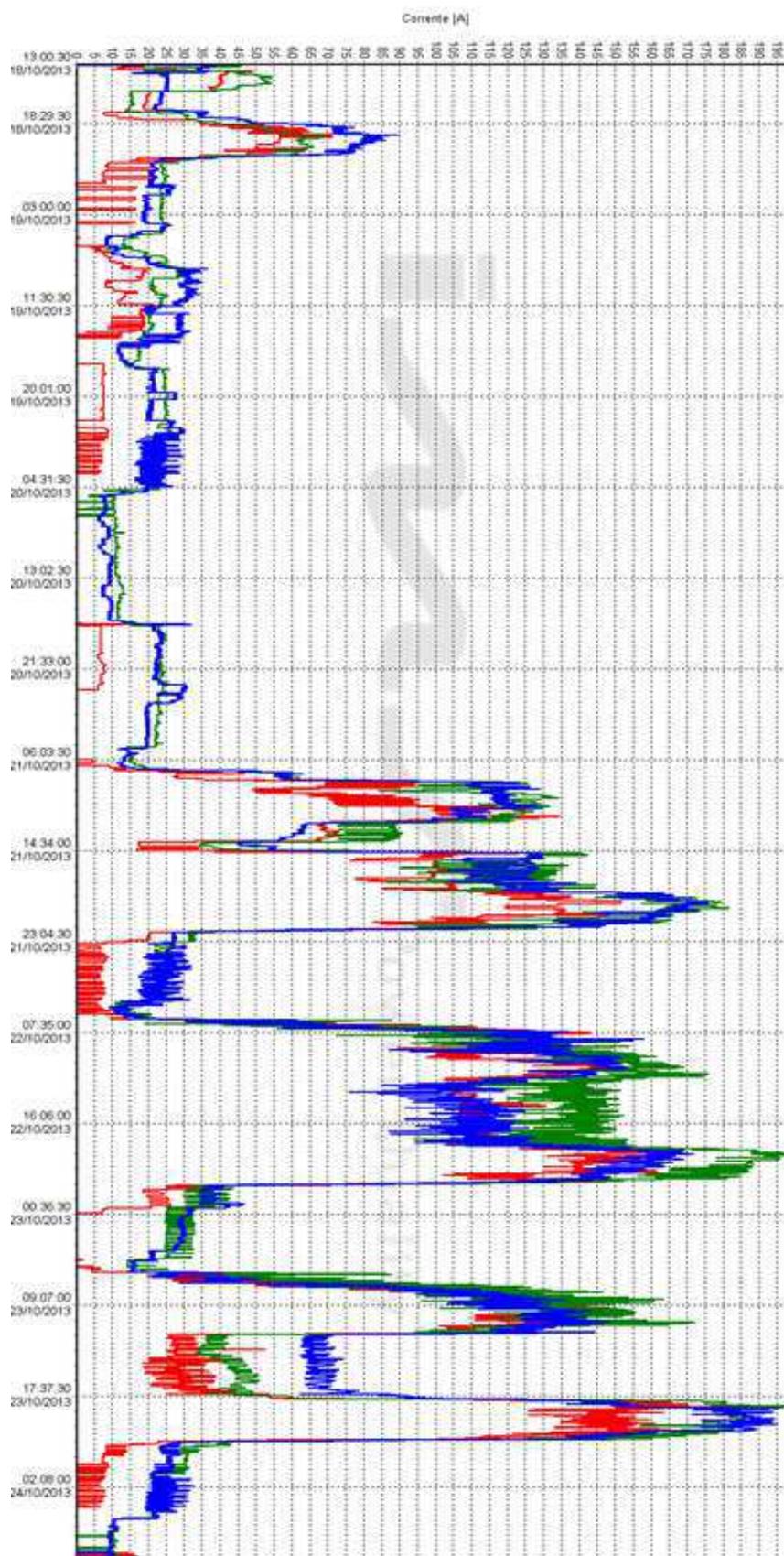


FIGURA 5 - GRÁFICO DAS CORRENTES SOLICITADAS POR FASE

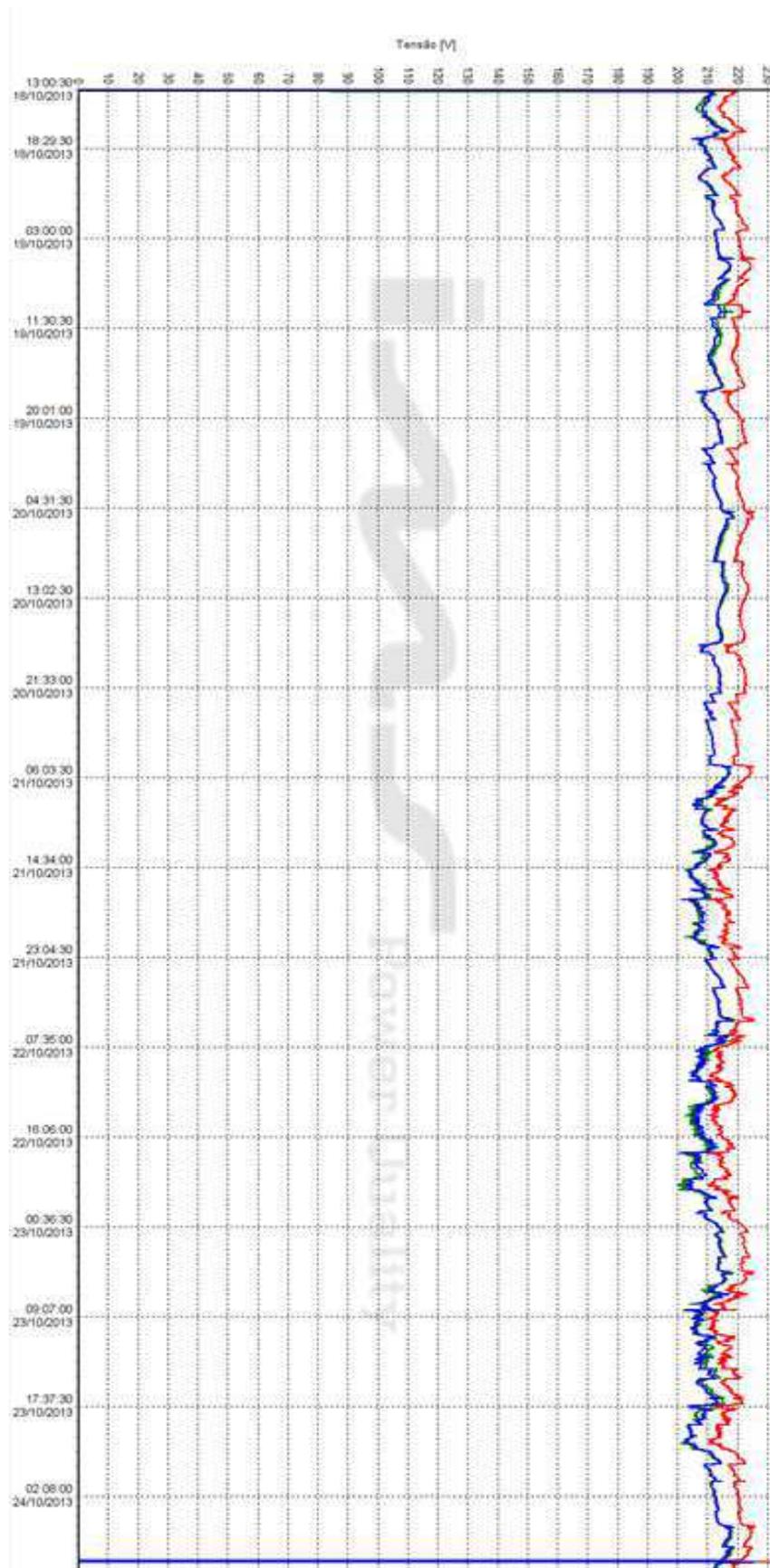


FIGURA 6 - GRÁFICO DAS TENSÕES REQUERIDAS POR FASE

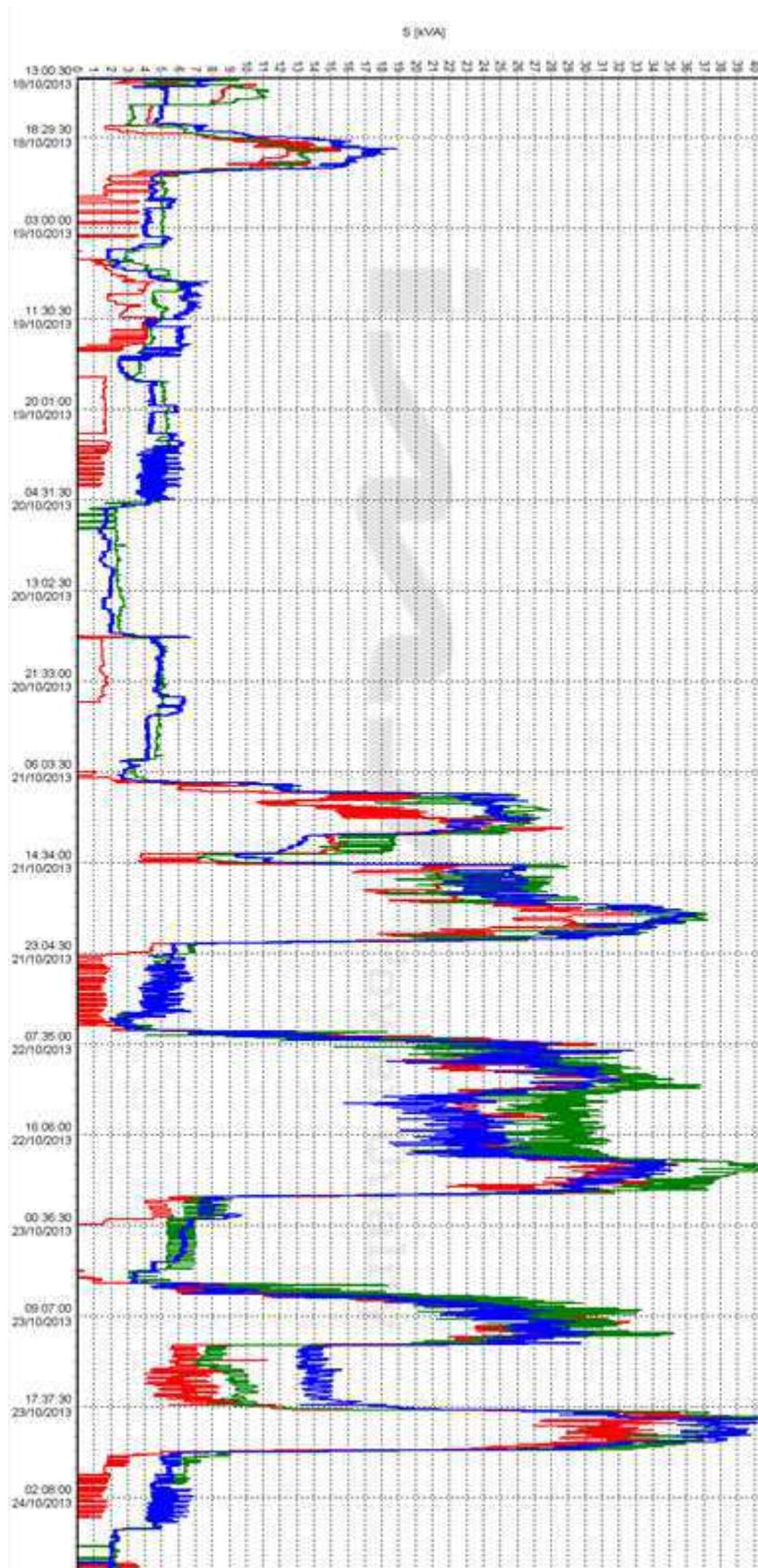


FIGURA 7 - GRÁFICO DAS POTÊNCIAS APARENTES POR FASE.

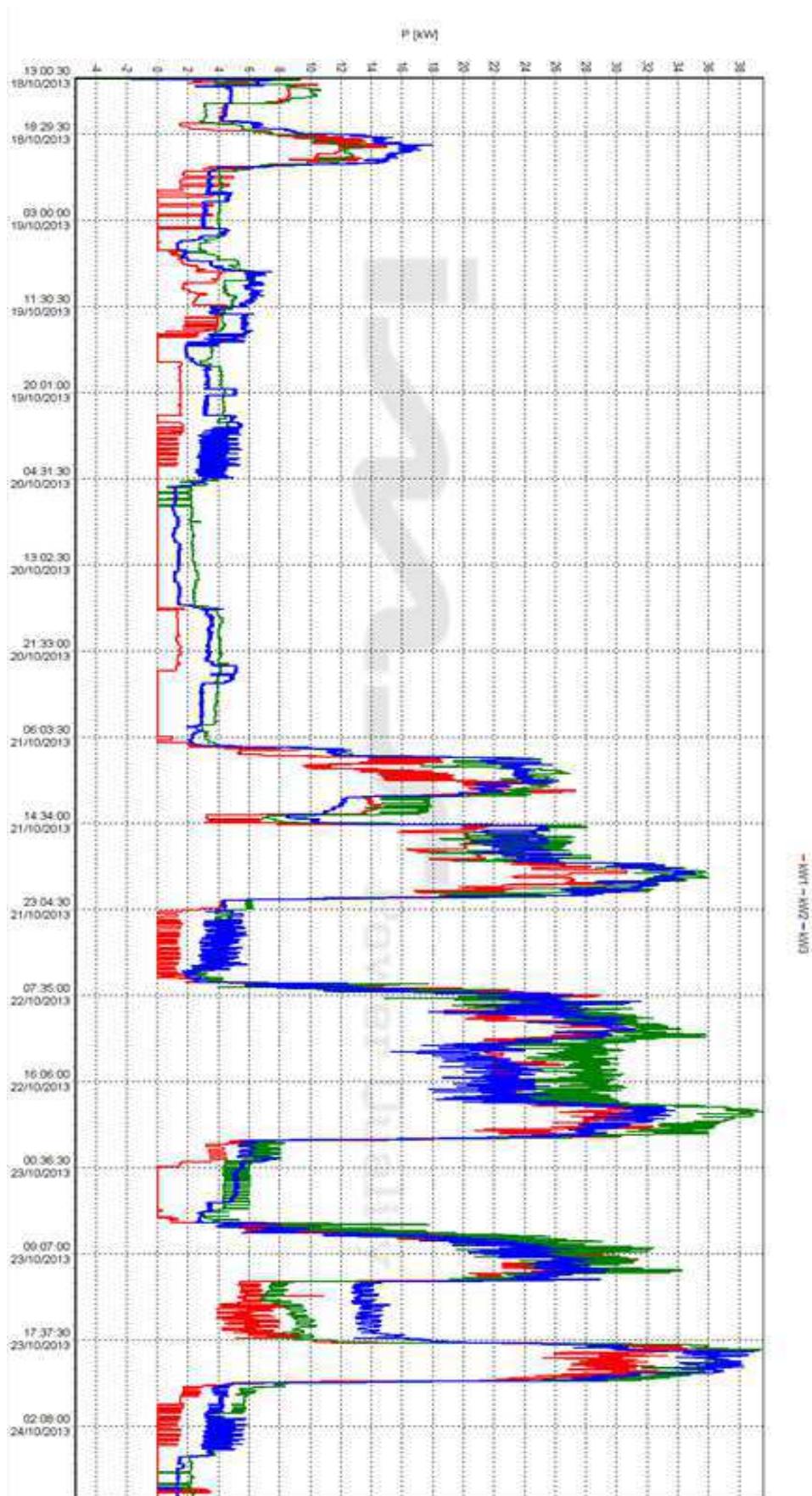


FIGURA 8 - GRÁFICO DAS POTÊNCIAS ATIVAS POR FASE.

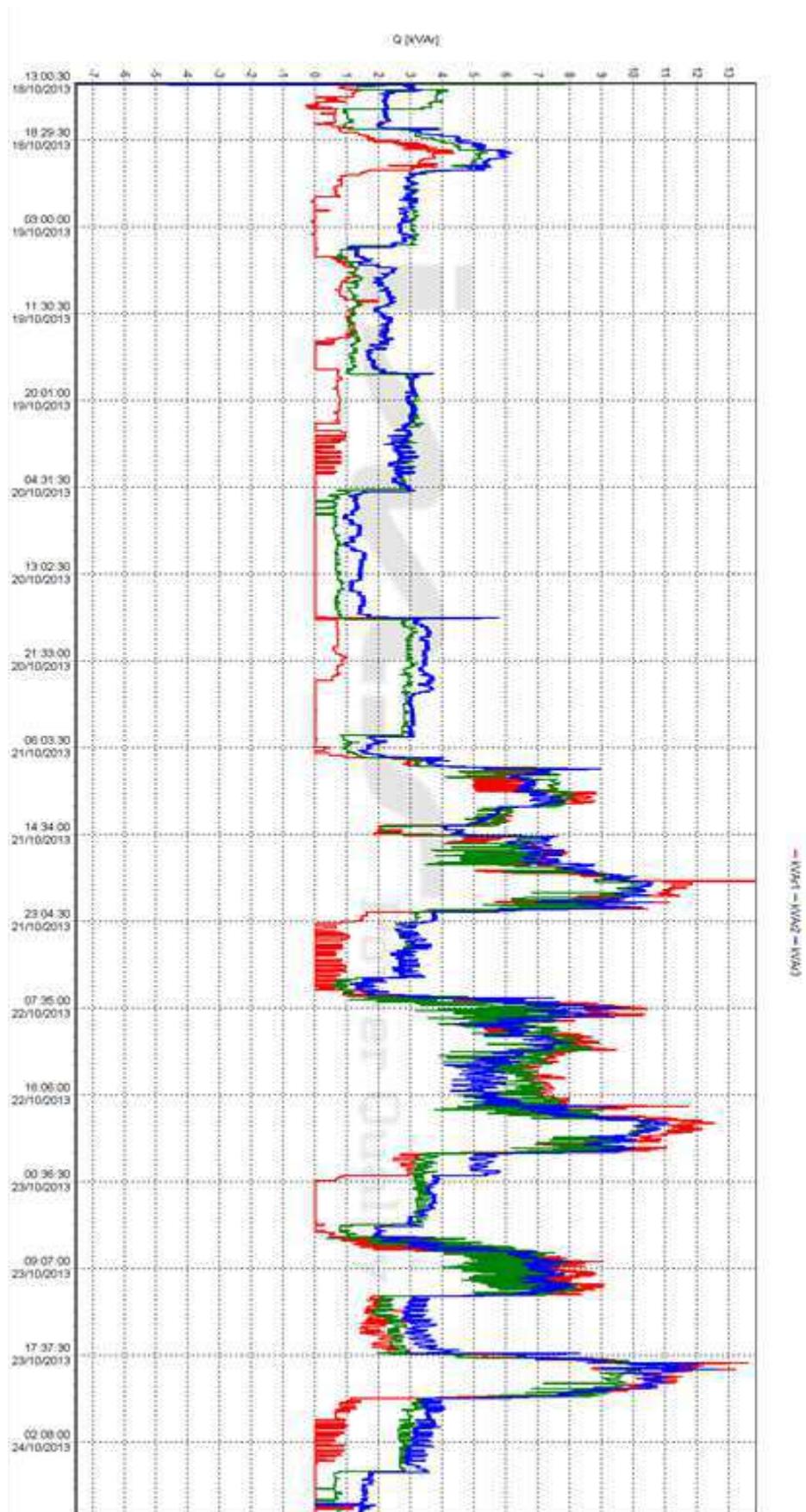


FIGURA 9 - GRÁFICO DAS POTÊNCIAS REATIVAS POR FASE.

A partir dos dados obtidos pelo analisador, foi elaborada uma rotina no ambiente Matlab para obtenção da demanda média do fator de carga e do fator de potência da instalação.

Tal necessidade se justifica por esses fatores demonstrarem a racionalidade do uso da energia pelo estabelecimento, bem como as possíveis multas pelo fator de potência abaixo do limite mínimo estabelecido pelo Decreto Federal 479(03/1992). Esses dois fatores combinados podem exercer uma diminuição significativa na conta final de energia.

O fator de potência é definido como sendo a relação entre a potência ativa e a potência aparente, refletindo o grau de eficiência do uso do sistema elétrico. Portanto, um alto fator de potência indica uma boa eficiência, enquanto um baixo representa uma quantidade excessiva de reativos no sistema.

A demanda de um sistema de utilização é a potência média absorvida por ele em um dado intervalo de tempo. Já a demanda média é a média das demandas verificadas em um período.

O fator de carga de um sistema é a relação entre suas demandas médias e máximas, expressando assim o grau de utilização da demanda máxima de potência. Quanto mais próximo da unidade, mais racionalmente foram utilizadas as cargas ao longo do tempo. Quanto mais baixo, indica que houve uma concentração do consumo em um curto período de tempo.

A rotina implementada carrega os dados do analisador P600 em vetores, onde são armazenados os dados relativos à potência ativa (em kW) e os relativos à potência reativa (em kvar). A partir desses dados, calculou-se primeiramente o fator de potência da instalação, a partir da equação 1:

$$\cos\varphi = \frac{\text{Potência ativa}}{\text{Potência aparente}}. \quad (1)$$

Após isso, usou-se a função do Matlab *trapz*, que fornece a integral do vetor passado a ela usando a aproximação pela regra trapezoidal. Com isso extraiu-se a demanda média em cada dia.

Com essa demanda média, foi calculado o fator de carga através da equação 2:

$$FC = \frac{D_{Med}}{D_{Max}}. \quad (2)$$

Como os dados foram coletados em intervalos de 30 segundos, foram feitas algumas manipulações para se ter o tempo em termos de dias, que é muito mais representativo.

O código em Matlab está no anexo 2. Os resultados estão abaixo, nas figuras 10 a 12.

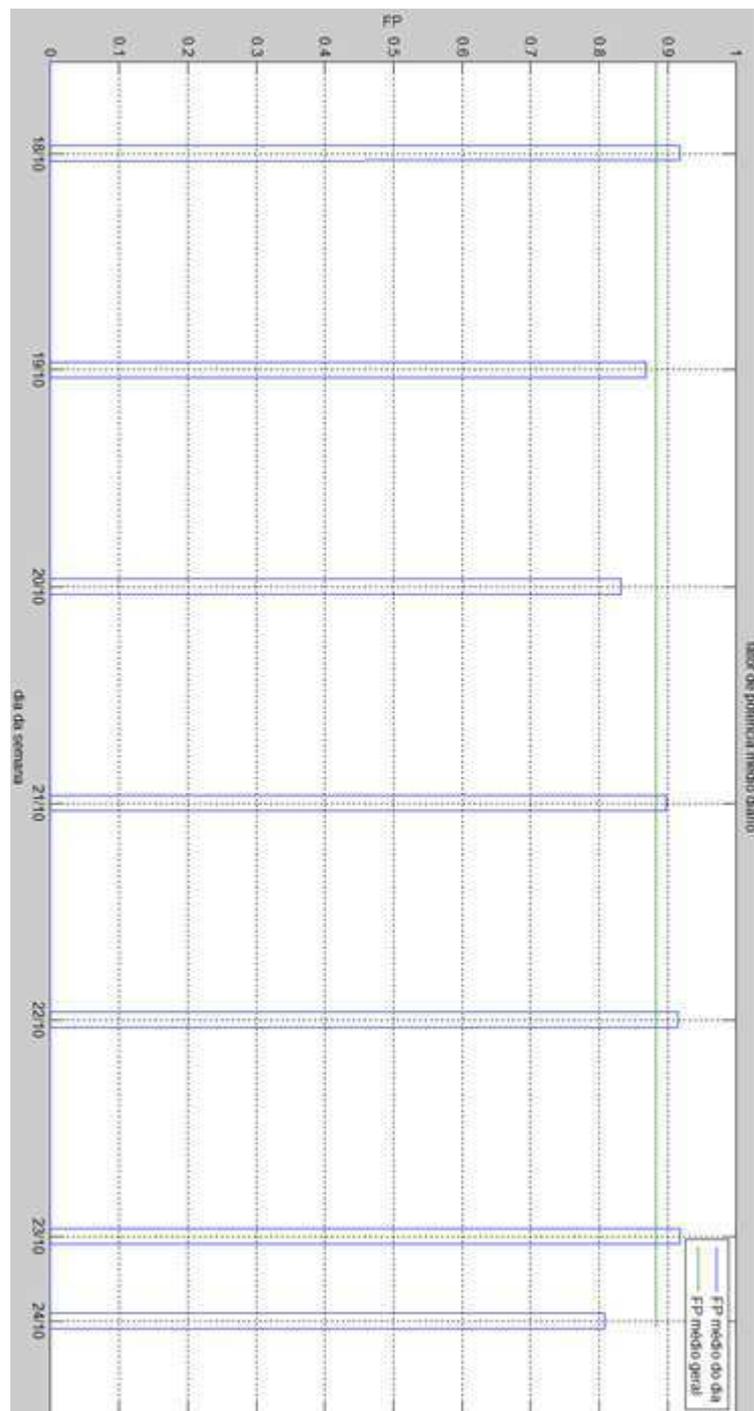


FIGURA 10 - FATOR DE POTÊNCIA CALCULADO PELA ROTINA EM MATLAB

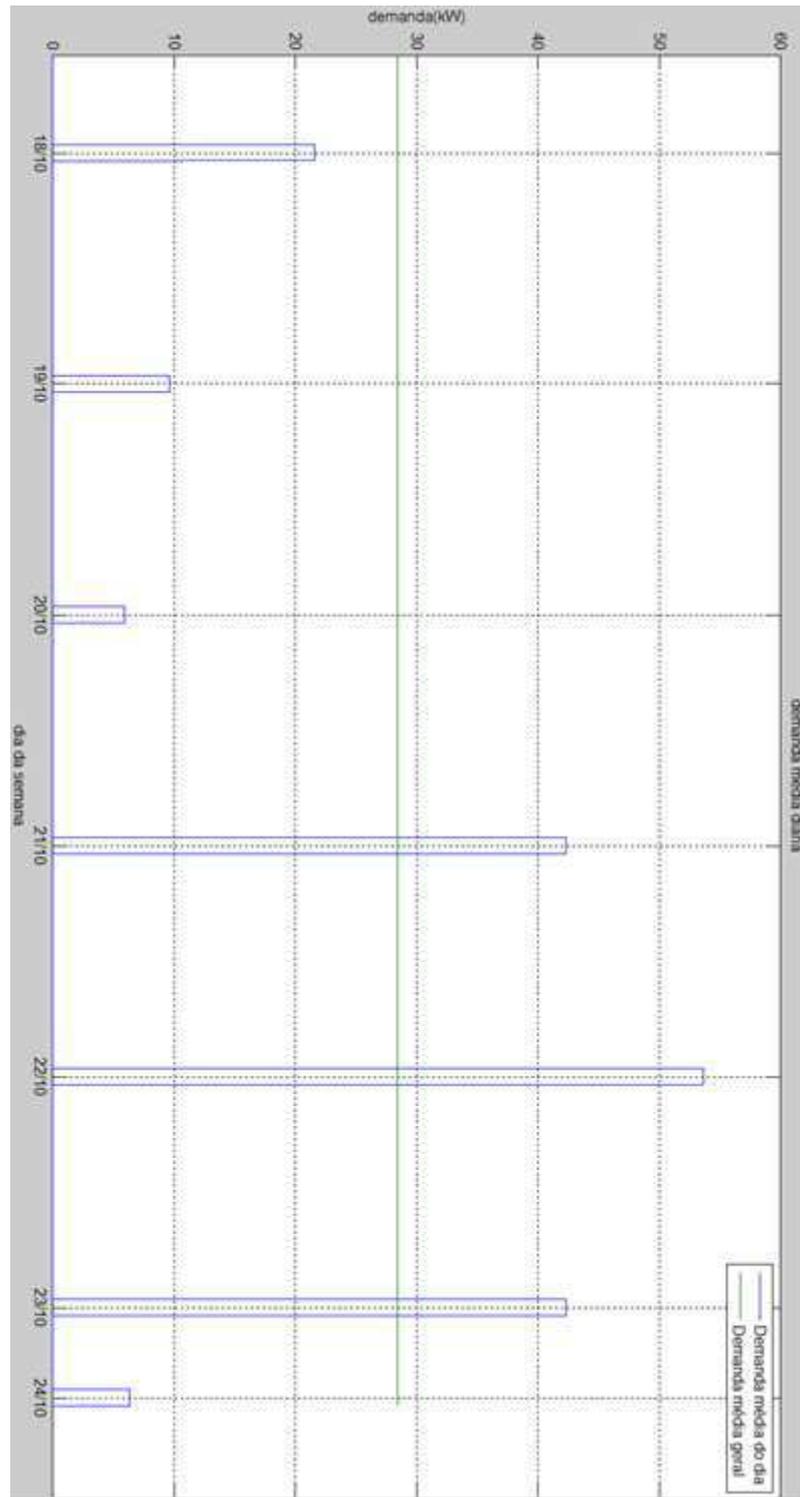


FIGURA 11- DEMANDA MÉDIA CALCULDA PELA ROTINA EM MATLAB.

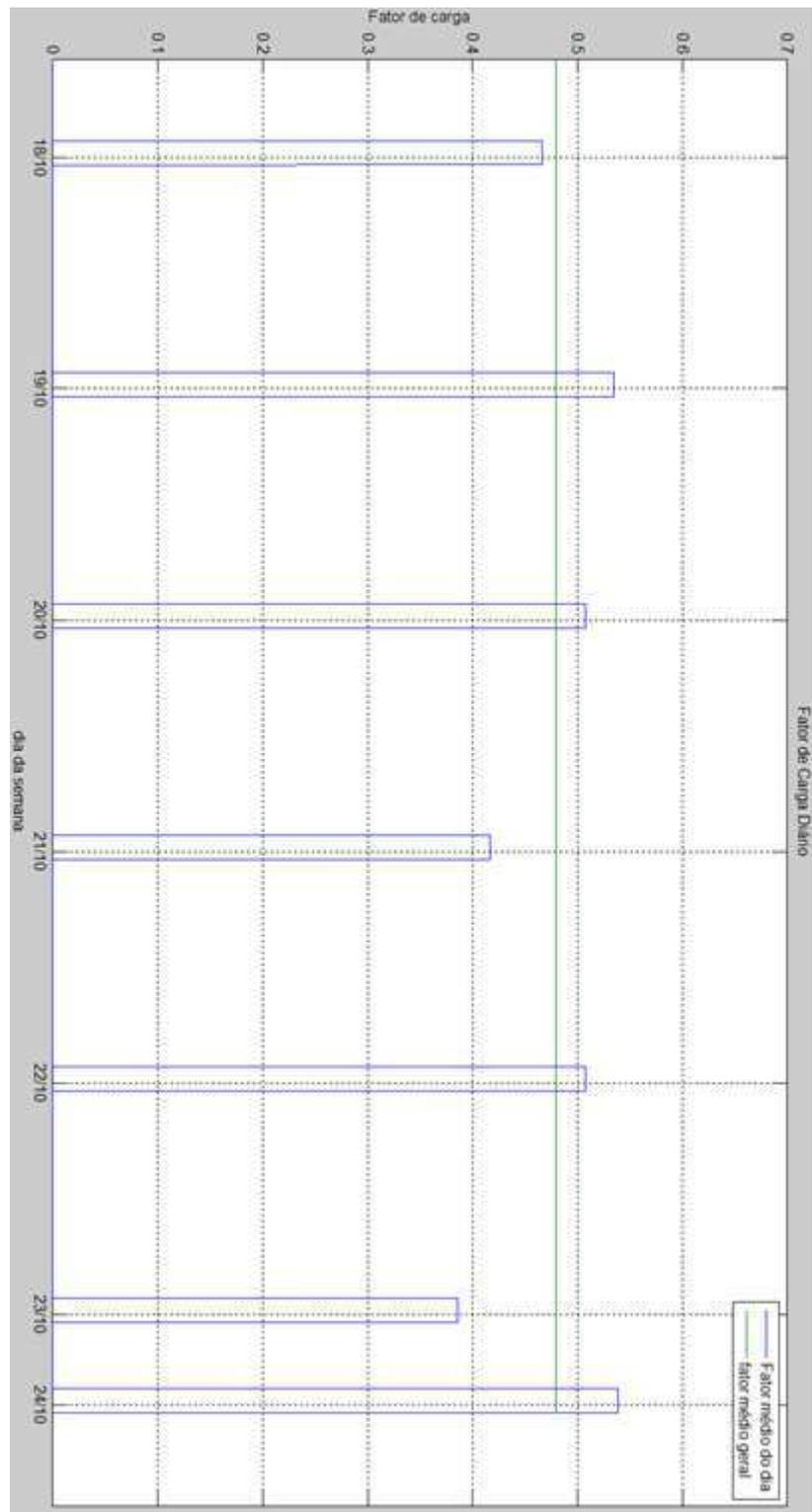


FIGURA 12 - FATOR DE CARGA CALCULADO PELA ROTINA EM MATLAB

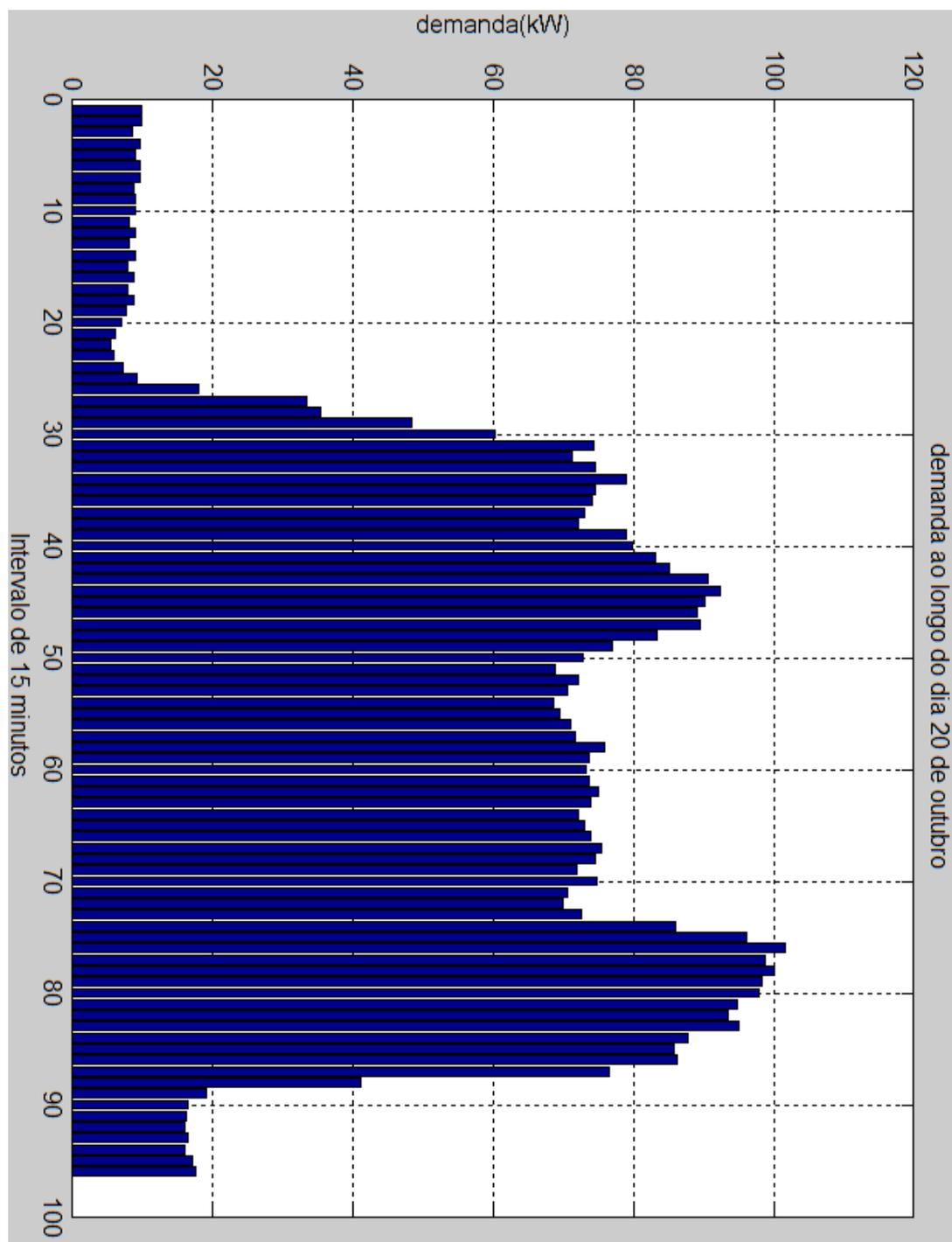


FIGURA 13 – DEMANDA AO LONGO DO DIA 20

Assim, obteve-se os seguintes parâmetros médios: fator de potência médio de 0,88, demanda média de 28,39 e fator de carga de 0,48.

A legislação vigente estabelece o limite mínimo do fator de potência como sendo 0,92. Como esse está abaixo desse limite e faz parte do subgrupo A4 de tarifação, pois a tensão de entrega é de 13,8 kV, tem-se que a conta de energia é acrescida de uma multa, devendo se fazer um estudo para implementação das medidas para compensação desse fator.

Como observado nos gráficos, durante algum período os transformadores operam com pouquíssima carga. Isso, adicionado aos reatores de baixa eficiência (por serem mais baratos) que são usados no sistema de iluminação é a possível causa desse fator de potência abaixo do limite.

Já com relação ao fator de carga, vê-se que está bem abaixo do desejado. Tal característica é inerente ao funcionamento da Universidade, uma vez que no período noturno há uma queda grande do uso de energia elétrica.

Motivado pela questão da demanda contratada, e sua influência na conta de luz, escolheu-se o dia 20 de outubro para ter sua demanda média verificada em intervalos de 15 em 15 minutos, que é o intervalo de medição das concessionárias. Com isso, tem-se que a demanda registrada no período de aquisição de dados foi de 101 kW, tendo ocorrido às 19 horas.

4 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado cumpriu seu papel de consolidar o aprendizado durante o curso com as atividades realizadas no estágio, similares as tarefas propostas pelos professores, em menor escala. As disciplinas que mais contribuíram para o desenvolvimento do estágio foram Instalações Elétricas, juntamente com seu Laboratório, e Distribuição de Energia Elétrica.

Uma das maiores dificuldades encontradas durante o estágio foi a convivência com o pessoal responsável pela obra, uma vez que o ambiente de trabalho era altamente diversificado.

O supervisor do estágio, Professor Doutor Engenheiro Eletricista Misael Elias de Moraes, mostrou-se bastante experiente, tendo a paciência necessária para tal atividade.

A oportunidade da análise dos dados usando o analisador de energia descrito no texto foi bastante rica para o conhecimento, sendo um instrumento importantíssimo para se ter, a fim de se elucidar possíveis problemas no fornecimento de energia.

A familiarização com a norma NBR-5410 foi muito útil, mostrando aspectos cotidianos na elaboração da documentação necessária da obra, bem como a aplicação prática de diversas teorias ensinadas no decorrer do curso.

BIBLIOGRAFIA

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

Filho, Domingos Leite Lima. 2001. *Projeto de instalações elétricas prediais. Sexta edição. s.l.: Érica Ltda., 2001.*

PLANALTO FEDERAL. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D479.htm> acessado em 12/03/2014.

NDU 002 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária. Energisa 2010. 2010. Norma de Distribuição Unificada. p.33. Versão 1.0.

ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

O cálculo do dimensionamento de condutores é feito utilizando-se os seguintes critérios:

1. Critério da capacidade de corrente;
2. Critério pela queda de tensão;
3. Critério pelo curto circuito.

A.1 Dimensionamento pela capacidade de corrente.

Partindo-se do cálculo da corrente nominal de cada circuito, e utilizando a equação 3 para circuitos monofásicos:

$$I_{carga} = \frac{Demanda_{carga}}{Tensão_{Fase-neutro} \cdot \cos \varphi}. \quad (3)$$

E a equação 4 para circuitos trifásicos.

$$I_{carga} = \frac{Demanda_{carga}}{\sqrt{3} \cdot Tensão_{Fase-Fase} \cdot \cos \varphi}. \quad (4)$$

Para se calcular a corrente de dimensionamento, aplicar-se-á os fatores de correção cabíveis a cada circuito, para com a relação 5 escolher-se a bitola necessária.

$$I_{dim} \geq \frac{I_N}{F_T \cdot F_a}. \quad (5)$$

Onde I_{dim} é a corrente dimensionada, I_N é a corrente nominal, calculada na tabela anterior, F_T é o fator de correção da temperatura e F_a é o fator de correção de agrupamento.

Observando o projeto, percebe-se que os cabos são isolados em PVC, e com a máxima temperatura histórica em campina grande sendo de 35 graus, tem-se o fator de correção de temperatura de 0,94, de acordo com a figura 13.

Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	—	0,65
70	—	0,58
75	—	0,50
80	—	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	—	0,60
70	—	0,53
75	—	0,46
80	—	0,38

FIGURA 14 - TABELA 40 DA NBR - 5410.

Já o fator de agrupamento, como os fios foram distribuídos em camada única, com os condutores dispostos em feixe, a maioria tendo cinco condutores, temos um fator de 0,6 de acordo com a figura 14.

Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTAS

- Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.
- Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.
- O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se
 - à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou
 - à quantidade de cabos multipolares que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).
- Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada:
 - na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e
 - na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.
- Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.
- Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

FIGURA 15 - TABELA 36 DA NBR-5410.

Considerando que os condutores foram instalados de acordo com o método A1 (condutor isolado em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante), consultou-se a figura 15, encontrando os diversos valores de seção para cada circuito.

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

FIGURA 16 - TABELA 36 DA NBR - 5410

Com a aplicação dos fatores envolvidos bem como as expressões ditas anteriormente, e considerando a tabela anterior, chegou-se à seguinte conclusão, utilizando o excel.

TABELA 4 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ACORDO COM A CAPACIDADE DE CORRENTE.

circuito	Descrição	potência	tensão	corrente	corrente corrigida	Seção
1	Iluminação circulação	1280	220	5,8	10,1	1,0
2	Iluminação salas	1792	220	8,1	14,1	1,5
3	Iluminação salas	1536	220	7,0	12,1	1,5
4	Iluminação salas	1536	220	7,0	12,1	1,5
5	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
6	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
7	Ar condicionado	3800	220	17,3	30,0	6,0
8	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
9	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
10	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
11	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
12	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
13	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
14	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
15	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
16	TUE - SALAS	800	220	3,6	6,3	0,5

17	TUE - SALAS	1200	220	5,5	9,5	1,0
18	TUE - SALAS	700	220	3,2	5,5	0,5
19	TUE - SALAS	400	220	1,8	3,2	0,5
20	TUE - SALAS	1200	220	5,5	9,5	1,0
21	TUE - SALAS	600	220	2,7	4,7	0,5
22	TUE - SALAS	1300	220	5,9	10,3	1,0
23	TUE - SALAS	300	220	1,4	2,4	0,5
24	TUE - SALAS	140	220	0,6	1,1	0,5
25	TUE - SALAS	140	220	0,	1,1	0,5
26	TUE - SALAS	2400	220	10,9	18,9	2,5
27	TUE - SALAS	600	220	2,7	4,7	0,5
28	TUE - SALAS	3600	220	16,4	28,4	6,0
29	TUE - SALAS	3600	220	16,4	28,4	6,0
30	TUE - SALAS	3000	220	13,6	23,7	4,0
31	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
32	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
33	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
34	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
35	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
36	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
37	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
38	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
39	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75
40	TUG - Serviço	1800	220	8,2	14,2	1,5
41	TUG - Serviço	1300	220	5,9	10,3	1,0
42	TUG - Serviço	1900	220	8,6	15,0	2,5
L101	Iluminação laboratório	768	220	3,5	6,1	0,5
L102	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
L103	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L104	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L105	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L106	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L107	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L108	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,7	0,5
L109	TUG - laboratório	1200	220	5,5	9,5	1,0
L110	TUG - laboratório	140	220	0,6	1,1	0,5
L201	Iluminação laboratório	768	220	3,5	6,1	0,5
L202	Ar condicionado	2000	220	9,1	15,8	2,5
L203	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L204	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L205	TUG - laboratório	1200	220	5,5	9,5	1,0
L206	TUE - Bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5
L301	Iluminação laboratório	576	220	2,6	4,5	0,5
L302	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L303	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75

L304	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L305	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L306	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L307	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L308	Ar condicionado	2000	220	9,1	15,8	2,5
L309	TUG - laboratório	1500	220	6,8	11,8	1,5
L310	TUE - Bancadas	3000	220	13,6	23,7	4,0
L311	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L312	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L313	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L314	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L315	TUE - Bancadas	1200	220	5,5	9,5	1,0
L401	Iluminação laboratório	1344	220	6,1	10,6	1,0
L402	Ar condicionado	3900	220	17,7	30,8	6,0
L403	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L404	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L405	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L406	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L407	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L408	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L409	TUG - laboratório	2100	220	9,5	16,6	2,5
L410	TUG - laboratório	3000	220	13,6	23,7	4,0
L411	Ponto de força Trif	2500	380	3,8	6,6	0,5
L412	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L413	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L414	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L415	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L416	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L417	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L418	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L419	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6
L420	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6
L501	Iluminação laboratório	576	220	2,6	4,5	0,5
L502	Iluminação circulação	384	220	1,7	3,03	0,5
L503	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5
L504	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5
L505	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5
L506	TUG - laboratório	1000	220	4,5	7,9	0,75
L507	TUG - Serviço	1200	220	5,5	9,5	1,0
L508	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
L509	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
L601	Iluminação laboratório	1024	220	4,7	8,1	0,75
L602	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5
L603	TUG - laboratório	3000	220	13,6	23,7	4,0
L604	TUE - Bancadas	2400	220	10,9	18,9	2,5

L605	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0
L606	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L607	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75
L608	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75

A.2 Dimensionamento pela queda de tensão.

Esse dimensionamento visa estabelecer uma seção de condutor que não permita uma queda de tensão maior do que a admissível pela norma NBR-5410, que em seu tópico 6.2.7.1. estabelece que para o caso em estudo, não pode ser maior que 4%.

A fórmula usada para esse cálculo é, para circuitos monofásicos, a equação 6, e para circuitos trifásicos, a equação 7, respectivamente:

$$\Delta V_M \% = \frac{200 \cdot \rho \cdot \sum(L_C \cdot I_C)}{S \cdot V_{FN}} \quad (6)$$

$$\Delta V_T \% = \frac{173,2 \cdot \rho \cdot \sum(L_C \cdot I_C)}{S \cdot V_{FF}} \quad (7)$$

Onde:

ρ é a resistividade do material

L_C é o comprimento do circuito em metros

I_C é a corrente total do circuito

S é a seção do condutor.

Como os caminhos de percurso da corrente são muito curtos, se foi calculado a queda de tensão apenas para o pior fator $I_C \cdot L_C$ e para o circuito trifásico. Os demais casos, se esses não fosse atingido tal limite, também não atingiriam.

Nesse caso, o circuito com esse fator mais alto é o circuito de ar condicionado do laboratório 4, que tem um comprimento total de 38 metros. Já o circuito terminal trifásico tem comprimento de 46 metros.

Aplicando as equações, e usando o dado que a resistividade para o cobre nas condições dadas é de $1/56 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, obtêm-se as seguintes quedas de tensões para os dois casos:

$$\Delta V_M \% = \frac{200 \cdot \left(\frac{1}{56}\right) \cdot 38.30,78}{6.220} = 3.165\%$$

$$\Delta V_T \% = \frac{173.2 \cdot \left(\frac{1}{56}\right) \cdot 46.6,6}{0,5.380} = 4.942\%$$

Logo, vê-se que a seção do condutor trifásico não está adequada, devendo ser a imediatamente superior, no caso, 1mm^2 o que leva a queda de tensão para 2,47%.

A.3 Dimensionamento pela seção mínima

Já para o dimensionamento pelo critério da seção mínima, indicado na NBR-5410, tópico 6.2.6.1.1, tem-se:

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm^2 - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
	Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	
¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas ²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força. ³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de $0,1 \text{mm}^2$. ⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de $0,1 \text{mm}^2$.			

FIGURA 17 - TABELA 47 DA NBR - 5410

Ou seja, para esse caso, a menor bitola para os circuitos de iluminação é $1,5 \text{mm}^2$ e para circuitos de força é de $2,5 \text{mm}^2$. Daí, temos a tabela final do dimensionamento dos condutores, como sendo:

TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES PELA SEÇÃO MÍNIMA

circuito	Descrição	potencia	tensão	corrente	corrente corrigida	Seção	Seção Final
1	Iluminação	1280	220	5,8	10,1	1,0	1,5
2	Iluminação	1792	220	8,1	14,1	1,5	1,5
3	Iluminação	1536	220	7,0	12,1	1,5	1,5
4	Iluminação	1536	220	7,0	12,1	1,5	1,5
5	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
6	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
7	Ar condicionado	3800	220	17,3	30,0	6,0	6,0
8	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
9	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
10	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
11	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
12	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
13	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
14	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
15	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
16	TUE - SALAS	800	220	3,6	6,3	0,5	2,5
17	TUE - SALAS	1200	220	5,5	9,5	1,0	0,5
18	TUE - SALAS	700	220	3,2	5,5	0,5	2,5
19	TUE - SALAS	400	220	1,8	3,2	0,5	2,5
20	TUE - SALAS	1200	220	5,5	9,5	1,0	2,5
21	TUE - SALAS	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
22	TUE - SALAS	1300	220	5,9	10,3	1,0	2,5
23	TUE - SALAS	300	220	1,4	2,4	0,5	2,5
24	TUE - SALAS	140	220	0,6	1,1	0,5	2,5
25	TUE - SALAS	140	220	0,6	1,1	0,5	2,5
26	TUE - SALAS	2400	220	10,9	18,9	2,5	2,5
27	TUE - SALAS	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
28	TUE - SALAS	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
29	TUE - SALAS	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
30	TUE - SALAS	3000	220	13,6	23,7	4,0	4,0
31	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
32	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
33	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
34	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	0,5
35	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
36	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5

37	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
38	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
39	TUE - SALAS	900	220	4,1	7,1	0,75	2,5
40	TUG - Serviço	1800	220	8,2	14,2	1,5	2,5
41	TUG - Serviço	1300	220	5,9	10,3	1,0	2,5
42	TUG - Serviço	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
L101	Iluminação	768	220	3,5	6,1	0,5	1,5
L102	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
L103	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L104	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L105	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L106	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L107	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L108	Tom, Força bancadas	600	220	2,7	4,8	0,5	2,5
L109	TUG - laboratório	1200	220	5,5	9,5	1,0	0,5
L110	TUG - laboratório	140	220	0,6	1,1	0,5	2,5
L201	Iluminação	768	220	3,5	6,1	0,5	1,5
L202	Ar condicionado	2000	220	9,1	15,8	2,5	2,5
L203	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L204	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L205	TUG - laboratório	1200	220	5,5	9,5	1,0	2,5
L206	TUE - Bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5	2,5
L301	Iluminação	576	220	2,6	4,5	0,5	1,5
L302	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L303	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L304	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L305	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L306	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L307	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L308	Ar condicionado	2000	220	9,1	15,8	2,5	2,5
L309	TUG - laboratório	1500	220	6,8	11,8	1,5	2,5
L310	TUE - Bancadas	3000	220	13,6	23,7	4,0	0,5

L311	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L312	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L313	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L314	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L315	TUE - Bancadas	1200	220	5,5	9,5	1,0	2,5
L401	Iluminação	1344	220	6,1	10,6	1,0	1,5
L402	Ar condicionado	3900	220	17,7	30,8	6,0	6,0
L403	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L404	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L405	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L406	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L407	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L408	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L409	TUG - laboratório	2100	220	9,5	16,6	2,5	2,5
L410	TUG - laboratório	3000	220	13,6	23,7	4,0	4,0
L411	Ponto de força Trif	2500	380	3,8	6,6	0,5	2,5
L412	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	0,5
L413	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L414	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L415	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L416	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L417	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L418	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L419	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L420	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L501	Iluminação	576	220	2,6	4,5	0,5	1,5
L502	Iluminação	384	220	1,7	3,0	0,5	1,5
L503	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5	2,5
L504	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5	2,5
L505	Tom, Força bancadas	1800	220	8,2	14,2	1,5	2,5

L506	TUG - laboratório	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L507	TUG - Serviço	1200	220	5,5	9,5	1,0	2,5
L508	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
L509	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	0,5
L601	Iluminação	1024	220	4,7	8,1	0,75	1,5
L602	Ar condicionado	1900	220	8,6	15,0	2,5	2,5
L603	TUG - laboratório	3000	220	13,6	23,7	4,0	4,0
L604	TUE - Bancadas	2400	220	10,9	18,9	2,5	2,5
L605	TUE - Bancadas	3600	220	16,4	28,4	6,0	6,0
L606	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L607	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5
L608	Tom, Força bancadas	1000	220	4,5	7,9	0,75	2,5

Onde se foi usada as expressões dadas, bem como operações lógicas do EXCEL, nas colunas seção e seção corrigida, respectivamente:

=SE(F2<=7;0,5;SE(F2<=9;0,75;SE(F2<=11;1;SE(F2<=14,5;1,5;SE(F2<=19,5;2,5;SE(F2<=26; 4; SE(F2<=34;6;0))))))

=SE(B2="Iluminação";SE(G2<1,5;1,5;G2);SE(G2<2,5;2,5;G2))

ANEXO B – ROTINA EM MATLAB PARA TRATAMENTO DOS DADOS OBTIDOS PELO ANALISADOR P-600

```

clearall
closeall
clc
dados = load('dadospatos.txt'); %carregamento dos dados do analisador
P600
imax = length(dados);%definindo o contador máximo como a quantidade de
dados.
for i=1:1:imax;
kw1(i)= dados(i,7);
kw2(i)= dados(i,8);
kw3(i)= dados(i,9);
kvar1(i)= dados(i,10);
kvar2(i)= dados(i,11);
kvar3(i)= dados(i,12);
end

% potência aparente trifásica da instalação, sendo a soma vetorial das
% total de potências ativas e o total de reativas. Também foi feita a
% inicialização do vetor de Demandas médias com 0.

fori=1:1:imax
Stri(i) = kw1(i)+kw2(i)+kw3(i);
if (kw1(i)+kw2(i)+kw3(i))==0
fp(i)=0;
else
if (kvar1(i)+kvar2(i)+kvar3(i)) == 0
fp(i) = 1;
else
fp(i) =
cos(atan((kvar1(i)+kvar2(i)+kvar3(i))/(kw1(i)+kw2(i)+kw3(i))));
end
end
Smedtr(i) = 0;
FCmed(i) = 0;
fpmedtr(i) = 0;
end

%primeira medição feita às 13:00:30 do dia 18/10, feitas de 30 em 30
seg.
%começamos a análise nesse mesmo dia, até o final dele. Por isso a
%demanda média deste primeiro dia deu alta. Foi considerado um espaço
de
%tempo menor.
%Então pegamos das 0h até as 24h de cada dia, do dia 19/10 até o dia

%calcula da demanda média total
Smed = trapz(Stri)/imax;
fpme = sum(fp)/imax;

```

```

%criação de um "vetor de médias totais para poder plotar a média"
for k=1:1:imax
Smed_plot(k) = Smed;
fpmed(k) = fpme;
end

tr1 = 1319;%ate o final do primeiro dia.
tr7 = 1121;%ate o final do último dia
tr = 2880;%uma por dia normal, que não esteja nos extremos.
i_p = 6;%o 7 tem que ser por fora, se não estoura os índices
aju_d1_d2 = tr-tr1;%o fator 1561 vem da diferença de onde parou o
primeiro dia, para onde
%começou o segundo dia.
tamD = 200;%largura da demanda média no gráfico;

%fazendo uma janela por dia nos dados.
fori=1:1:i_p
ifi == 1
SMtr(i) = trapz(Stri(((i-1)*tr1+1:i*tr1)))/tr1;
fptr(i) = sum(fp(((i-1)*tr1+1:i*tr1)))/tr1;
%para pegar todos os pontos desse trecho
else
SMtr(i) = trapz(Stri(((i-1)*tr+1-aju_d1_d2:i*tr-aju_d1_d2)))/tr;
fptr(i) = sum(fp(((i-1)*tr+1-aju_d1_d2:i*tr-aju_d1_d2)))/tr;
end
end

SMtr(7) = trapz(Stri((6*tr+1-aju_d1_d2:imax)))/tr7;
fptr(7) = sum(fp((6*tr+1-aju_d1_d2:imax)))/tr7;

%a borda teve que ser posta a parte, para não estourar os índices.

%para se fazer uma plotagem em todo o tempo das medições, preenchi
%anteriormente esse vetor com 0, e depois coloquei em uma resolução de
%resol pontos para ilustrar na plotagem.
fori=1:1:i_p
for k=1:1:imax
ifi == 1
if((k>i*tr1-tamD)&& (k<i*tr1))
Smedtr(k) = SMtr(i);
fpmedtr(k) = fptr(i);
end
else
if((k>i*tr-aju_d1_d2-tamD)&& (k<i*tr-aju_d1_d2))
Smedtr(k) = SMtr(i);
fpmedtr(k) = fptr(i);
end
end
end
end

%bordasempre a parte...
for k=15720:1:16841
if((k>16841-tamD)&& (k<imax))
Smedtr(k) = SMtr(7);
fpmedtr(k) = fptr(7);
end

```

```

end

%plotagem da demanda média.
i=1:1:imax;
figure(1),plot(i,Smedtr(i), i,Smed_plot),grid;
title('demanda média diária');
xlabel('dia da semana');
ylabel('demanda(kW)');
legend('Demanda média do dia','Demanda média geral');

%plotagem do fator de potência médio.
i=1:1:imax;
figure(2),plot(i,fpmedtr(i),i,fpmed(i)),grid;
title('fator de potência médio diário');
xlabel('dia da semana');
ylabel('FP');
legend('FP médio do dia','FP médio geral');

%Cálculo do fator de Carga por dia
fori=1:1:i_p
ifi == 1
FC(i)= SMtr(i)/max(Stri(((i-1)*tr1+1:i*tr1)));
else
FC(i) = SMtr(i)/max(Stri(((i-1)*tr+1-aju_d1_d2:i*tr-aju_d1_d2)));
end
end
%ponta sempre de fora...
FC(7)= SMtr(7)/max(Stri(15720:16841));

tamF = 300;

%Cálculo do fator de Carga geral
FCg1 = Smed/max(Stri);%fator de carga médio
FCg2 = sum(FC)/7;

for k=1:1:imax
FCmed_plot(k) = FCg1;
FCmed_plot2(k) = FCg2;

end

%mesmo procedimento para se plotar os Fatores de carga médios e a
média
%dos fatores de carga.
fori=1:1:i_p
for k=1:1:imax
ifi == 1
if((k>i*tr1-tamF)&& (k<i*tr1))
FCmed(k) = FC(i);
end
else
if((k>i*tr-aju_d1_d2-tamF)&& (k<i*tr-aju_d1_d2))
FCmed(k) = FC(i);
end
end
end
end

```

```

end

%borda sempre a parte...
for k=15720:1:16841
if((k>16841-tamF)&& (k<imax))
FCmed(k) = FC(7);
end
end

%plotagem dos fatores de carga diários
i=1:1:imax;
figure(3),plot(i,FCmed(i), i,FCmed_plot, i,FCmed_plot2),grid;
title('Fator de Carga Diário');
xlabel('dia da semana');
ylabel('Fator de carga');
legend('Fator médio do dia', 'fator médio geral', 'fator médio');

i = 5;
tempo = 15*2;
cont = 0;
for j=(i-1)*tr+1-aju_d1_d2:tempo:i*tr-aju_d1_d2
cont = cont+1;
denov(cont) = trapz(Stri((j:j+tempo)))/tempo;

end

j = 1:cont;
figure(4), bar(denov);

```

