

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO**

**RELATÓRIO
DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

ESTAGIÁRIO: CLAUDIO DE SÁ SOARES

CAMPINA GRANDE, 2005.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Cláudio de Sá Soares

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório apresentado à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em _____ de _____ de 2005

Banca Examinadora

Benedito Antonio Luciano
Orientador:

Avaliador
Professor Convidado:

DADOS

Estagiário: Cláudio de Sá Soares

Matrícula: 29721164

Empresa: Universidade Federal de Campina Grande

Local: Campina Grande – PB

Tipo de Estágio: Supervisionado (30 dias: 176 horas)

Período do Estágio: 10 de Agosto de 2005 a 09 de Setembro de 2005

Professor Orientador: Benedito Antonio Luciano

Coordenador de Estágios: Talvanes Meneses Oliveira

Cronograma das Atividades

Atividade	Semanas				
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	
Participação em reuniões de planejamento	X				
Medições de campo e levantamento de dados		X	X	X	
Análise de resultados			X	X	
Elaboração do relatório final			X	X	X
Preparação da apresentação do relatório					X

Sumário

1. Introdução	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Metodologia	2
Capítulo 1	3
1.1 Levantamento dos transformadores instalados no Campus I da UFCG	3
1.2 Pesquisa de preços	6
Capítulo 2. Participação em atividades no âmbito do Convênio FUNAP/FINEP/ ENERGÉTICO II: diagnóstico energético realizado no Campus I – UFCG	8
2.1 Considerações iniciais	8
2.2 Principais usos da energia elétrica em instalações de ensino	9
2.2.1 Sistemas de iluminação	9
2.2.2 Sistemas de ar condicionado	15
2.2.3 Equipamentos de escritório	16
Capítulo 3. Diagnóstico energético realizado no Campus I da UFCG	17
3.1 O universo de estudo: UFCG – Campus I	17
3.2 Levantamento de dados	17
3.2.1 Resultados obtidos	20
3.2.1.1 Medições diretas com o Analisador de Energia da Embrasul	20
3.2.1.2 Dados obtidos com um transformador do DEE	20
3.2.1.3 Dados obtidos com o transformador do LAT	24
3.2.2 Levantamento de dados por inspeção	28
3.2.2.1 Bloco CA	28
3.2.2.2 Bloco CB (REENGE)	29
3.2.2.3 Bloco CD	31
Conclusões	33
Bibliografia	34
Anexos	

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido chegar a esse momento. A minha família, que me deu toda a estrutura necessária para entrar e permanecer na Universidade durante esses anos. Também a todos os professores e colegas de estudos pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Agradecimento especial ao professor Dr. Benedito Antonio Luciano, meu orientador, pelo esforço em tentar me ajudar, e ao professor Talvanes Meneses, Coordenador de Estágios, que me possibilitou ingressar no referido estágio.

A Vanuza Souza Silva, namorada, companheira e amiga durante esses cinco anos de convivência dedico este trabalho por ter-me ensinado, entre muitos outros atributos, o verdadeiro sentido da palavra perseverança.

1. Introdução

Este relatório tem o objetivo de descrever as atividades do estágio supervisionado desenvolvidas pelo estagiário Cláudio de Sá Soares, na Universidade Federal de Campina Grande, no período de 10/08/2005 a 09/09/2005.

O período de estágio foi cumprido em duas etapas, nas quais serão descritas ao longo deste relatório: a primeira parte refere-se ao levantamento dos transformadores de distribuição instalados no Campus I da UFCG, observando-se dados como: local de instalação, características dos transformadores instalados, bem como verificação das perdas dos mesmos, de acordo com a norma NBR 5440, e levantamento de preços desses transformadores.

A segunda parte do estágio refere-se às atividades desenvolvidas no âmbito do Convênio FUNAP/FINEP/ENERTGÉTICO II, coordenado pela professora Moema Soares de Castro, destacando o envolvimento com processos de medição de grandezas elétricas nos circuitos secundários de transformadores instalados no sistema de distribuição de energia elétrica do Campus I da UFCG, a análise e síntese de estudos teóricos e resultados das medições *in loco* e elaboração do relatório final.

1.1 Objetivo

Familiarizar o estudante com os aspectos práticos e teóricos relativos à eficiência energética, particularmente no tocante aos transformadores de distribuição e com aspectos de iluminação.

1.2 Metodologia

- Revisão bibliográfica
- Participação em reuniões de planejamento
- Medições de campo e levantamento de dados
- Análise de dados
- Relatório

Capítulo 1

1.1 Transformadores de distribuição instalados na UFCG – Campus I

Primeiramente, foi realizado um levantamento dos transformadores (trafos) instalados no Sistema Elétrico do Campus I da Universidade Federal de Campina Grande, mais especificamente nos setores onde estão localizados o Centro de Humanidades – CH e o Centro de Ciências e Tecnologia – CCT.

A Prefeitura Universitária disponibilizou uma relação com os dados dos trafos instalados nesses setores mencionados. Essa relação encontra-se na tabela 1. Uma coleta de informações foi realizada no campus, tomando por base a verificação da lista cedida pela Prefeitura Universitária. Foram observados se os transformadores estavam realmente instalados, procurando identificar os seus respectivos fabricantes.

Foi verificado que os dados fornecidos pela Prefeitura estavam desatualizados, pois quatro desses transformadores não constavam na lista e um que estava na lista não foi encontrado. Foi detectada a marca dos transformadores e estimada sua potência, já que não foi possível a visualização da placa dos mesmos. A estimativa foi realizada fazendo-se comparações de marca e tamanho com outros trafos cuja potência era conhecida. Todos os transformadores abordados são trifásicos.

Na tabela 2, temos uma relação atualizada dos transformadores. Esta inclui a marca de seus respectivos fabricantes.

Com o propósito de obtermos uma aproximação para as perdas de energia nos núcleos dos transformadores foi montada a tabela 3, que mostra essas perdas de acordo com a NBR 5440. Temos, como dado final da tabela, a potência total dissipada no núcleo dos transformadores da UFCG; podemos, então, estimar a quantidade de energia elétrica consumida com as referidas perdas. Esse cálculo foi realizado usando-se o padrão de cobrança de energia elétrica que é kWh, dessa forma, como no mês comercial temos 30 dias e em cada dia 24 horas, a quantidade de energia elétrica consumida para suprir essas perdas é 8164,8 kWh.

Tabela 1 – Dados fornecidos pela Prefeitura Universitária.

SETOR	LOCALIZAÇÃO	QUANT.	POTÊNCIA KVA
A	Entre Ginásio e Centro de Extensão	1	75
A	Entre Banco do Brasil e CEF	1	75
A	Em frente ao Banco do Brasil	1	45
A	Entre correios e Banco Real	1	30
A	Entre bloco AB e Restaurante	1	75
A	Entre blocos AA e AB	1	75
A	Ao lado da Biblioteca	1	75
B	Subs tação do NPD Bloco BB	1	75 – 220/110
B	Ao lado do bloco BA	1	75
B	Ao lado do bloco BG	1	75
B	Ao lado do bloco BG	1	112,5
B	Ao lado do bloco BH	1	75
B	Ao lado do bloco BQ	1	112,5
B	Ao lado do bloco BR	1	45 – 220/110
B	Em frente ao bloco BM	1	75
C	Entre os blocos CA e CB	1	75
C	Entre os blocos CA e CB	1	112,5
C	Entre os blocos CB e CF	1	75 – 220/110
C	Entre os blocos CB e CF	1	75
C	Ao lado do bloco CF	1	75
C	Entre os blocos CG e CH	1	112,5
C	Ao lado do bloco CZ	1	75
C	Entre os blocos CX e CY	1	112,5
C	Entre os blocos CY e CV	1	75
C	Ao lado do bloco CW	1	45 – 220/110
C	Ao lado do bloco CM	1	45
C	Entre os blocos CT e CS	1	112,5
C	Entre os blocos CK e CL	1	112,5
C	Em frente ao bloco CQ	1	75
C	Em frente ao bloco CR	1	30 – 220/110
C	Por trás do bloco CR	1	75
C	Entre os blocos CN e CO*	1	75 – 220/

*Transformador não localizado.

Tabela 2 – Dados da tabela 1 atualizados.

SETOR	LOCALIZAÇÃO	QUANT.	POTÊNCIA kVA	FABRICANTE
A	Entre Ginásio e Centro de Extensão	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
A	Entre BB e CEF	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
A	Em frente ao BB	1	45-13.8kV/220V	CEMEC
A	Entre Correios e Banco Real	1	30-13.8kV/220V	ITELI
A	Entre bloco AB e Restaurante	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
A	Entre blocos AA e AB	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
A	Ao lado da Biblioteca	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
B	Substação do NPD – bloco BB	1	75- 220V/110V	CEMEC
B	Ao lado do bloco BA	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
B	Ao lado do bloco BG	1	112,5-13.8kV/220V	ITELI
B	Ao lado do bloco BG	1	75-220V/110V	—
B	Ao lado do bloco BH	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
B	Ao lado do bloco BQ	1	112,5-13.8kV/220V	UNIÃO
B	Ao lado do bloco BR	1	45-220V/110V	UNIÃO
B	Em frente ao bloco BM	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
B	Em frente ao bloco BL**	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
C	Entre os blocos CA e CB	1	112,5-13.8kV/220V	CEMEC
C	Entre os blocos CA e CB	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
C	Entre os blocos CB e CF	1	75-220V/110V	ITB
C	Entre os blocos CB e CF	1	75-13.8kV/220V	CEMEC
C	Por trás do bloco CD**	1	112,5-13.8kV/220V	TK-KEY
C	Ao lado do bloco CF	1	75-220/110V	—
C	Entre blocos CG e CH	1	112,5-13.8kV/220V	CEMEC
C	Ao lado do bloco CZ	1	75-13.8kV/220V	FALEG
C	Entre blocos CX e CY	1	112,5-13.8kV/220V	UNIÃO
C	Entre os blocos CX e CV	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
C	Ao lado do bloco CW	1	45-220V/110V	UNIÃO
C	Ao lado do bloco CM	1	45-13.8kV/220V	CEMEC
C	Entre os blocos CT e CS	1	112,5-13.8kV/220V	FALEG
C	Entre os blocos CK e CL	1	112,5-13.8kV/220V	—
C	Em frente ao bloco CQ	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
C	Em frente ao bloco CR	1	30-220V/110V	FALEG
C	Atrás do bloco CR	1	75-13.8kV/220V	UNIÃO
C	Atrás do bloco de dessalinização**	1	75-13.8kV/220V	CEMEC

C	Em frente ao Lab. de Sistemas Distribuidos**	1	75-13,8k/220V	CEMEC
---	---	---	---------------	-------

** Transformadores que não estão na lista da Prefeitura Universitária.

Tabela 3 – Perdas nos núcleos dos transformadores.

Potência aparente kVA	Número de trafos	Perdas no núcleo de acordo com a NBR 5440
30	2	340
45	4	880
75	20	6600
112,5	8	3520
Total	34	11340

Observamos que essas perdas são consideráveis, e devem ser minimizadas. Uma forma de reduzir as perdas de energia nos núcleos dos transformadores seria a substituição destes equipamentos por outros de melhor eficiência. Uma solução tecnicamente viável, mas economicamente discutível, pelo menos por enquanto, seria o emprego de transformadores com núcleo de liga amorfa.

1.2 Pesquisa de Preços

Foi realizada uma pesquisa de mercado diretamente com os fabricantes, via Internet. A pesquisa de preços no comércio da cidade foi demasiadamente dificultada pelos comerciantes, os quais só divulgam os preços, a maioria deles, com promessa ou proposta de compra do produto, motivo este que me fez desistir de verificá-los diretamente nos locais de venda. Na tabela 4 é apresentada a pesquisa de preços, em reais, observando também que todos os transformadores pesquisados são trifásicos, já que todos os transformadores instalados no Campus I são trifásicos.

Tabela 4 – Pesquisa de Preços.

Empresa/Potência	30*	45*	75*	30**	45**	75**	112,5**	Marca
Energy	R\$2700,00				R\$3850,00	R\$5660,00	R\$7500,00	CEMEC
Eletronor Engenharia				R\$4161,00		R\$5197,00	R\$5600,00	ITB
INEL – Comércio de Materiais Elétricos				R\$2600,00				Romagnole
Transformadores Itelli	R\$2538,00	R\$2459,00			R\$3600,00	R\$4840,00		Iteli
Indústria de Trafos Itaipú		R\$3532,00		R\$3033,00			R\$5650,00	Romagnole

* - 220/110V

** - 13 800/220V

Capítulo 2

PARTICIPAÇÃO EM ATIVIDADES NO ÂMBITO DO CONVÊNIO FUNAP/FINEP/ENERGÉTICO II. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO REALIZADO NO CAMPUS I DA UFCG

2.1 Considerações iniciais

A energia elétrica é uma das modalidades de energia mais consumida atualmente no Brasil. O crescimento contínuo do consumo vem tornando cada vez mais crítico o fornecimento de energia no curto prazo. A busca de soluções para esse problema abrange, entre outras alternativas, a construção de novas usinas hidrelétricas e termelétricas, a conclusão de usinas inacabadas, a importação de gás natural e energia elétrica de países vizinhos, a implementação de campanhas de combate ao desperdício de energia e o investimento em ações que promovam o aumento da eficiência no uso de energia elétrica.

As alternativas que visam o uso racional e eficiente de energia elétrica apresentam, geralmente, custo e tempo de retorno de investimento pequeno quando comparados aos valores de outras alternativas.

Uma das linhas de ação para promover o uso racional e eficiente de energia é a intervenção junto a instalações consumidoras, isto é, realizar um estudo de EFICIÊNCIA ENERGÉTICA nos pontos consumidores.

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA é definida como o uso racional e eficaz das formas de energia, de modo a utilizar a menor quantidade possível de energia para realizar o máximo de trabalho. Através de ações que aperfeiçoam os sistemas de cada uso final de energia elétrica presentes na instalação, é possível reduzir seu consumo sem comprometer seu desempenho. Reduzir perdas e eliminar desperdícios é a base da efficientização energética.

Para que essas ações sejam viáveis técnica e economicamente, é preciso, inicialmente, determinar a forma como a energia elétrica está sendo utilizada, o que chamamos de *diagnóstico energético*. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO é a caracterização

dos ambientes consumidores de energia elétrica através do levantamento de carga elétrica instalada, permitindo calcular os respectivos potenciais de conservação dos usos finais considerados. Conhecidos esses potenciais, é possível analisar a viabilidade econômica das soluções propostas.

Para o usuário final, as principais vantagens da adoção de medidas de uso racional e eficiente de energia elétrica são a redução do gasto com a energia e a otimização do desempenho dos sistemas de cada uso final presentes na instalação.

2.2 Principais usos de energia elétrica em instalações de ensino

Os usos finais geralmente encontrados em instalações de ensino são: iluminação, ar condicionado e equipamentos de escritório.

2.2.1 Sistemas de iluminação

Embora a questão do uso racional e eficiente de energia tenha se tornado uma preocupação atual, muitos projetos ainda ignoram aspectos simples e de baixo custo relacionados com a tecnologia de iluminação adotada. É mais caro substituir um sistema de iluminação existente do que instalar um novo num edifício em construção. É comum escolher um sistema apenas considerando o seu custo inicial, ao invés de se realizar uma análise econômica levando em conta os custos relacionados com o consumo de energia elétrica, a substituição e manutenção de equipamentos e o custo da perda da eficiência das pessoas que fazem uso desse sistema.

Alguns parâmetros importantes de luminotécnica:

NÍVEL DE ILUMINAMENTO

É um dos parâmetros mais importantes na especificação de um sistema de iluminação, correspondendo à iluminância que deve ser medida na altura do campo de trabalho. Está diretamente relacionado com o tipo de tarefa visual e com a idade do usuário,

como mostram as tabelas 5 e 6, extraídas das normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas técnicas).

Tabela 5 - Iluminâncias recomendadas por classe de tarefas visuais.

CLASSE	ILUMINÂNCIA [lux]	ATIVIDADE
Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros.
	50 – 75 – 100	Orientação simples para permanência curta.
	100 – 150 – 200	Depósitos.
	200 – 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados; trabalho bruto de maquinaria; auditórios.
Iluminação geral para área de trabalho	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	1000 – 3000 - 5000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção.
Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	10000 – 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

Tabela 6 – Fatores determinantes de iluminância recomendada.

CARACTERÍSTICAS DA TAREFA E DO OBSERVADOR	PESO		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 45 anos	Maior que 55
Velocidade e Precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Segundo os procedimentos da ABNT, após a análise de cada uma das características apresentadas na tabela 6, o projetista deve somar os respectivos pesos. Se o total for igual a -2 ou -3, a iluminância recomendada será a menor das três apresentadas na tabela 5. Se o total for +1, 0 ou -1, a iluminância recomendada será a de valor intermediário e para um total igual a 2 ou 3 será recomendada a maior iluminância das três indicadas.

ILUMINÂNCIA – É a grandeza que relaciona o fluxo luminoso incidente num plano com a respectiva área desse plano. Sua unidade de medida é o lux (lx) e é igual a um lumem (lm) dividido por um metro quadrado (m²).

CAMPO DE TRABALHO – É o local onde são desenvolvidas atividades que necessitam de níveis de iluminamento apropriados.

REFLETÂNCIA – É a relação entre luz refletida e a luz incidente da superfície.

FLUXO LUMINOSO – Quantidade de energia transportada por uma radiação.

ILUMINAMENTO – Fluxo luminoso incidente por unidade de área limitada. Sua unidade é o lux (lx).

COMPONENTES DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

A escolha de uma tecnologia de iluminação compatível com o ambiente e com o nível de iluminamento recomendável é fundamental. A análise comparativa entre as

diversas tecnologias existentes no mercado deve seguir dois critérios: satisfação do usuário e atratividade econômica.

A escolha da tecnologia empregada deve considerar, além do nível de iluminamento, outros parâmetros: índice de reprodução de cores (IRC), temperatura de cor correlata (TCC), ofuscamento, uniformidade, efeito estroboscópico e ruído.

Vamos definir cada um desses termos:

ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES (IRC) – Exprime a capacidade da fonte luminosa em fazer um objeto iluminado exibir suas cores verdadeiras. O IRC varia de 0 a 100. Quanto maior o IRC menor a distorção cromática.

TEMPERATURA DE COR CORRELATA (TCC) – Indica a cor aparente da cor emitida. O TCC indica a temperatura em Kelvin (K) de um corpo negro que irradia luz de espectro semelhante.

OFUSCAMENTO – É a sensação de desconforto visual causada pelo excesso de iluminação.

UNIFORMIDADE – Está relacionada com a variação do nível de iluminamento do ambiente. Tarefas onde o usuário necessita visualizar áreas bem e mal iluminadas alternadamente podem se tornar cansativas.

EFEITO ESTROBOSCÓPICO – É causado pelas lâmpadas de descarga que operam com tensão de frequência igual à da rede elétrica, piscando, no caso do Brasil, em 120 Hz.

RUÍDO – É causado pela vibração das lâminas do núcleo e da própria carcaça do reator das lâmpadas fluorescentes.

LÂMPADAS

A lâmpada é um dos componentes fundamentais de um sistema de iluminação, sendo o elemento irradiador de luz. Conforme seu princípio de funcionamento, ela pode ser classificada como incandescente ou de descarga. As incandescentes necessitam de um condutor sólido (filamento) para irradiar luz, enquanto que as de descarga emitem luz a partir da passagem de corrente elétrica por um gás.

Tabela 7- Tipos de lâmpadas

LÂMPADAS	TIPOS	
INCANDESCENTES	CONVENCIONAIS	
	HALÓGENAS	
DESCARGA	BAIXA PRESSÃO	FLUORESCENTE
		SÓDIO
	ALTA PRESSÃO	MERCÚRIO
		SÓDIO
		VAPOR METÁLICO
MISTA		

Incandescentes - São adequadas para aplicações pontuais, decorativas ou aplicações onde a iluminação é intermitente.

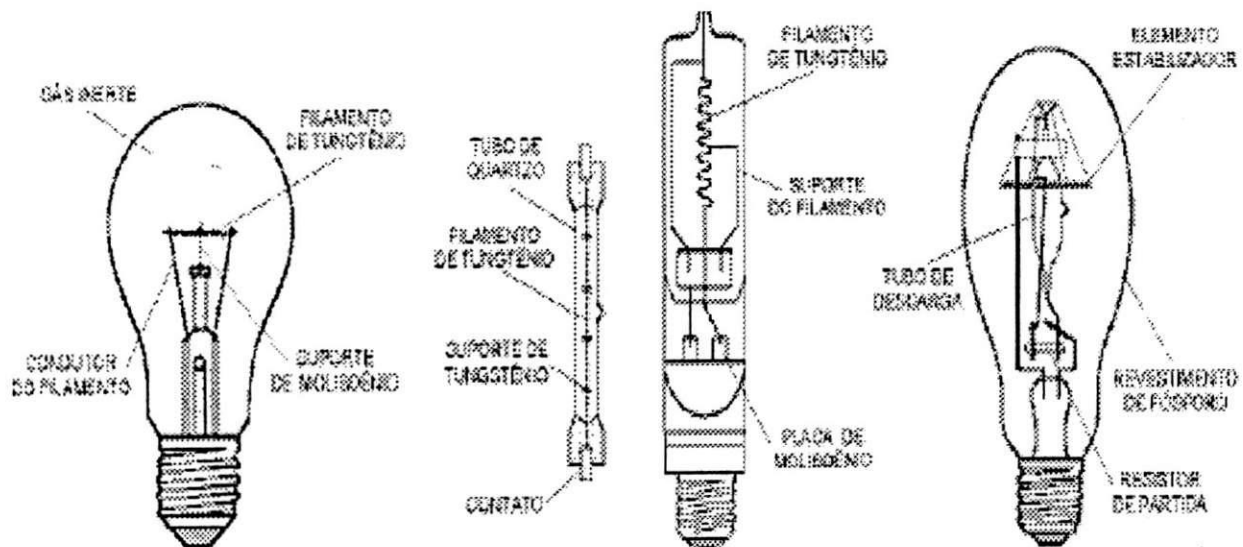


Fig. 1 – Modelos de lâmpadas incandescentes

Fluorescentes - São apropriadas para sistemas de iluminação em ambientes climatizados.

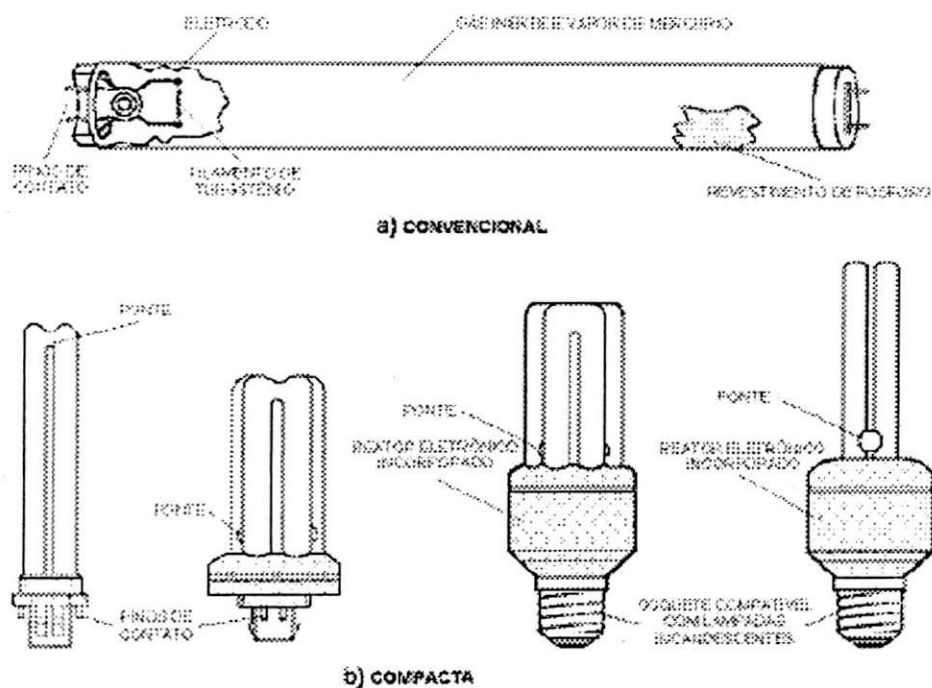


Fig. 2 – Modelos de lâmpadas fluorescentes

Lâmpadas de descarga de alta pressão

São adequadas para lugares onde se deseja uma fonte de luz intensa, econômica e que não opere intermitentemente.

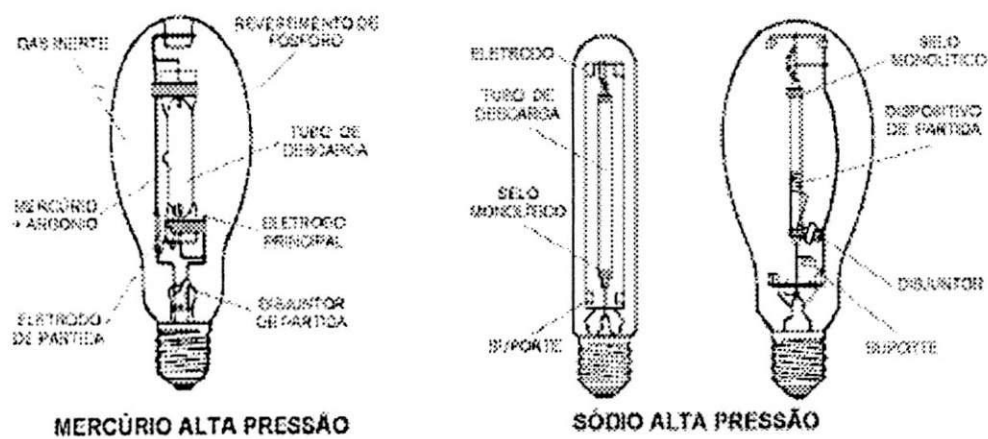


Fig. 2 – Lâmpadas de descarga de alta pressão

LUMINÁRIAS

Sua principal função é distribuir de maneira adequada a luz emitida pelas lâmpadas sobre o campo de trabalho. Um dos parâmetros mais importantes de uma luminária é sua eficiência, que corresponde à porcentagem de luz irradiada pela lâmpada que efetivamente é emitida pela luminária. Geralmente, quanto maior a eficiência, menor a probabilidade de conforto visual, já que o excesso de fluxo luminoso pode causar ofuscamento.

A escolha da luminária adequada para certo ambiente deve ser baseada em fatores como atividade desenvolvida, tipo de iluminação desejada (direta, semidireta, indireta, etc.) e fator de utilização. O fator de utilização é um dos coeficientes utilizados em cálculos luminotécnicos, considerando as dimensões do ambiente e os fatores de reflexão das paredes, do piso e do teto.

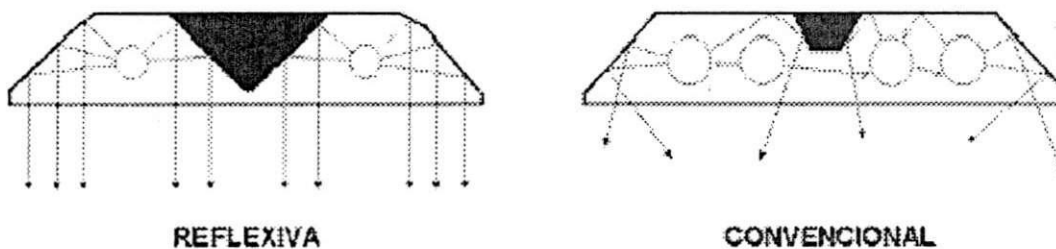


Fig. 3 – Luminárias reflexivas e convencionais

2.2.2 Sistema de ar condicionado

É responsável pelo controle das condições climáticas dos ambientes. Geralmente, é utilizado para proporcionar conforto aos usuários da instalação, podendo também ser usado para manter alguns tipos de ambiente sob rigorosas características climáticas. Assim como no uso final iluminação, existem normas que orientam o projeto de sistemas de ar condicionado, recomendando, por exemplo, os valores mais adequados de temperatura, umidade e fluxo de ar para cada tipo de ambiente, ocupação e atividade desenvolvida.

Os aparelhos de janelas são os mais portáteis, instalados diretamente nos ambientes. Estes tipos de aparelhos de ar-condicionado são os mais encontrados nas instalações do Campus I da UFCG e, por isso, recebem destaque neste relatório. Com capacidade de refrigeração inferior a 30000 Btu/h (8,8kW), a aplicação desses aparelhos se restringe a ambientes de dimensões não muito grandes.

A eficiência de um aparelho de ar-condicionado é expressa pelo seu EER – *Energy Efficiency Ratio* (Norma ABNT NBR – 5882) – dado em Btu/h/W. O EER fornece a relação o fluxo de calor retirado do ambiente, em Btu/h, e a potência elétrica demandada, em watts. Quanto maior o EER, maior a eficiência do equipamento. O EER é definido por:

$$EER = \frac{C}{P_{MÉDIA}} \quad [\text{Btu/h/W}]$$

onde:

C – Capacidade de refrigeração do aparelho, em Btu/h.

P_{MÉDIA} – demanda média do aparelho, em W.

Tabela 7 – EER de alguns aparelhos de ar-condicionado.

Tipo de equipamento	Capacidade [Btu]	EER [Btu/h/W]
Aparelho de janela	15000	7,9
Aparelho de janela	18000	9,5
Aparelho de janela	30000	9,7
Split	40000	7,2
Split	90000	13,0
Central (Chiller)	430800	9,6
Central (Chiller)	2395200	9,3
Self a água	100800	10,6
Self a ar	90000	7,3

2.2.3 Equipamentos de escritório

Os equipamentos de escritório mais encontrados nos ambientes de ensino são: o microcomputador, a impressora, a fotocopadora e o fax.

Capítulo 3

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO REALIZADO NO CAMPUS I DA UFCG

Este capítulo tem o objetivo de relatar algumas atividades das quais participei juntamente com os alunos bolsistas participantes do projeto FUNAP/FINEP/ENERGÉTICO II, com vistas à realização do diagnóstico energético no Campus I da UFCG.

3.1 O universo de estudo: Campus I da UFCG

O Campus I da UFCG é localizado na cidade de Campina Grande. É composto pelo Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS, pelo Centro de Ciências e Tecnologia – CCT e pelo Centro de humanidades – CH.

O estudo de eficiência energética está sendo realizado apenas no Centro de Tecnologia – CCT e no Centro de Humanidades – CH. Esses centros contam com 522 docentes, nos 22 cursos de graduação oferecidos, com 6075 alunos matriculados. São cinco cursos de especialização com 129 alunos matriculados, 10 cursos de mestrado com 267 alunos matriculados, 5 cursos de doutorado com 211 alunos matriculados e conta com 405 Servidores Públicos.

3.2 Levantamento de dados

O levantamento de dados é uma das fases mais importantes do diagnóstico energético. Todos os dados necessários à determinação do potencial de conservação de energia elétrica são obtidos nessa etapa. Os resultados fornecidos pelo diagnóstico energético são bastante dependentes da precisão das informações coletadas no levantamento de dados, que deve ser realizado de forma criteriosa.

O levantamento de dados realizados pela equipe da professora Moema é feito através de MEDIÇÃO DIRETA e de medições por INSPEÇÃO.

A MEDIÇÃO DIRETA é realizada por um equipamento eletrônico microprocessado denominado analisador de energia, modelo RE6000/B, produzido pela Embrasul, capaz de medir continuamente as grandezas elétricas de interesse, fornecendo registros a cada intervalo de tempo específico, programável pelo usuário. Um registro é composto pelos valores das seguintes grandezas: Tempo, Tensões de fase, Correntes de fase, Potências ativas e Potências reativas. Todos os registros são armazenados na memória do analisador, sendo posteriormente transferidos para um microcomputador com o objetivo de receberem o tratamento matemático necessário.

Assim, é possível determinar outras informações como: fator de potência por fase, consumo de ativos por fase, demanda máxima trifásica, demanda média trifásica e fator de carga trifásico. A instalação do analisador pode ser feita diretamente no transformador ou no quadro de distribuição do ambiente a ser analisado.

O analisador de energia foi instalado em dois transformadores: no transformador do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) e no transformador do Bloco de Alta Tensão (LAT). Neste relatório são apresentados os resultados obtidos nas duas semanas que o analisador ficou instalado nestes transformadores (cada transformador foi monitorado durante uma semana), juntamente com as fotos que ilustram a instalação do analisador.

O Levantamento de Dados por Inspeção corresponde ao procedimento de aquisição de informações sobre as características físicas e os hábitos de uso da instalação sob análise, complementando as informações obtidas via medição direta.

Nessa fase, juntamente com os alunos bolsistas responsáveis pelo estudo, inspecionamos os ambientes dos blocos CA, CB e CD, preenchendo uma planilha que contempla, por exemplo, as seguintes informações:

- Características físicas do ambiente:

- localização do ambiente (bloco, andar, nº da sala, etc.);
- finalidade;
- área útil total.

-Características de ocupação:

- horário de funcionamento.

-Sistemas de iluminação:

- quantidade e potência das lâmpadas (tipos de luminárias, estado de conservação);
- área iluminada;
- nível de iluminamento médio (medições com um luxímetro);
- quantidade de interruptores;

- horário de operação;
- Sistemas de ar-condicionado:
 - potência e quantidade de equipamentos;
 - horário de operação;
- Equipamentos (quantidade, potência, horário de funcionamento, etc.)

Na figura 4 é apresentado um exemplo de planilha usada no levantamento de dados por inspeção.

Fig. 4 – Planilha usada no levantamento de dados por inspeção

Identificação da sala	Bloco Sala	Responsável pela Medição					
Descrição:		Data:	Obs.:				
LEVANTAMENTO DE CARGA ELÉTRICA							
Finalidade da Sala: _____		Dimensões (m): _____					
Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Fator de Potência	Período de Utilização (h)	Frequência de Utilização	Observações
Tomadas	Quantidade	Em bom estado	Com carga	Acessíveis	Acionamento de lâmpadas		
Uso Geral					Nº de seções		
Uso Específico					Temporizador		
Cx. de passagem					Dimmer		
Iluminamento Artificial (lux): _____				Iluminamento Natural (lux): _____			
Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Quantidade	Período de Utilização (h)	Reatores		Observações	
				Potência	Fator de Potência		

3.2.1 – Resultados obtidos

3.2.1.1 – Medições diretas com o analisador de energia

O analisador de energia foi instalado em dois transformadores: no transformador do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE), situado entre os blocos CG e CH e no transformador do Bloco de Alta Tensão, bloco CF.

3.2.1.2 – Dados obtidos com o transformador do DEE

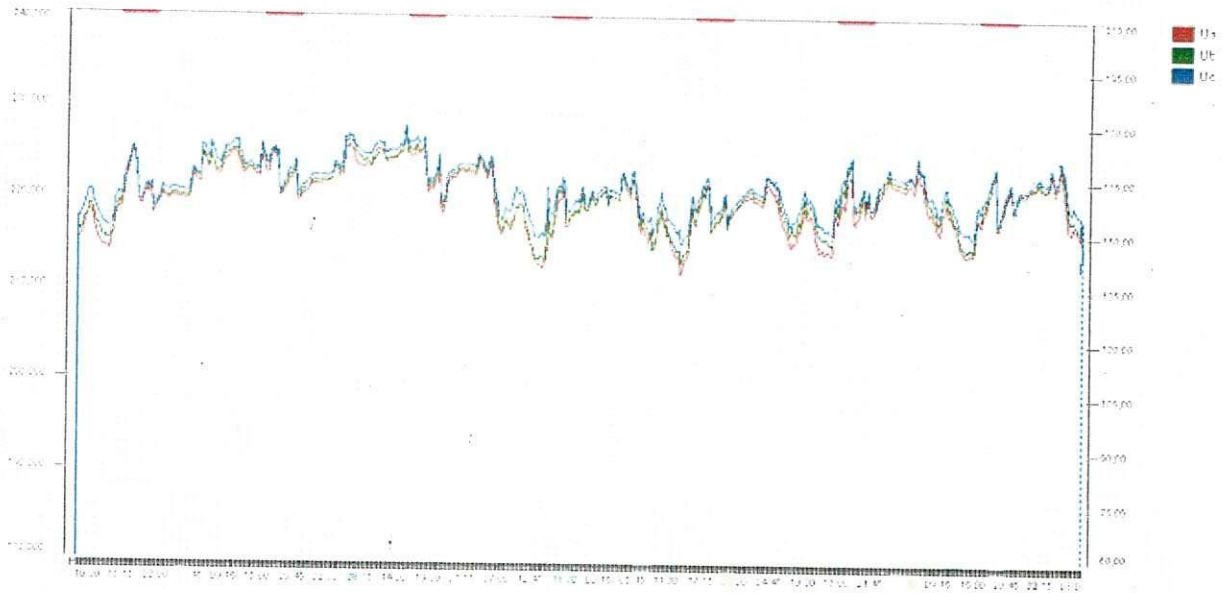
O Analisador de Energia RE6000/B produzido pela Embrasul foi utilizado na medição de tensões, correntes, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência e distorções harmônicas de tensão junto ao transformador de 112,5kVA – 13800/220V produzidos pela empresa União localizado entre os blocos CG e CH (DEE). As grandezas acima citadas foram medidas no transformador do DEE durante o intervalo de sexta-feira 06/05/2005, das 09h36min até sexta-feira 13/05/2005, às 11h21min, com um período de integração de 15 minutos. Os responsáveis pela instalação foram Prof. Dr. Benedito Luciano (Professor do departamento de Engenharia Elétrica da UFCG), Fagner e Emanuel (Eletricistas da UFCG), Fábio, José Maurício, Jonas e Sheysa (bolsistas do projeto).

Abaixo estão os gráficos de tensão, corrente, potência ativa e fator de potência das três fases.

O transformador do DEE teve, no período de sexta-feira 06/05/2005, das 09h36min até sexta-feira 13/05/2005 às 11h21min, um carregamento máximo de 111,466 kW ocorrido em 10/05/2005 às 16h, o que demonstra que está trabalhando muito próximo do carregamento nominal do transformador que é de 112,5kW.

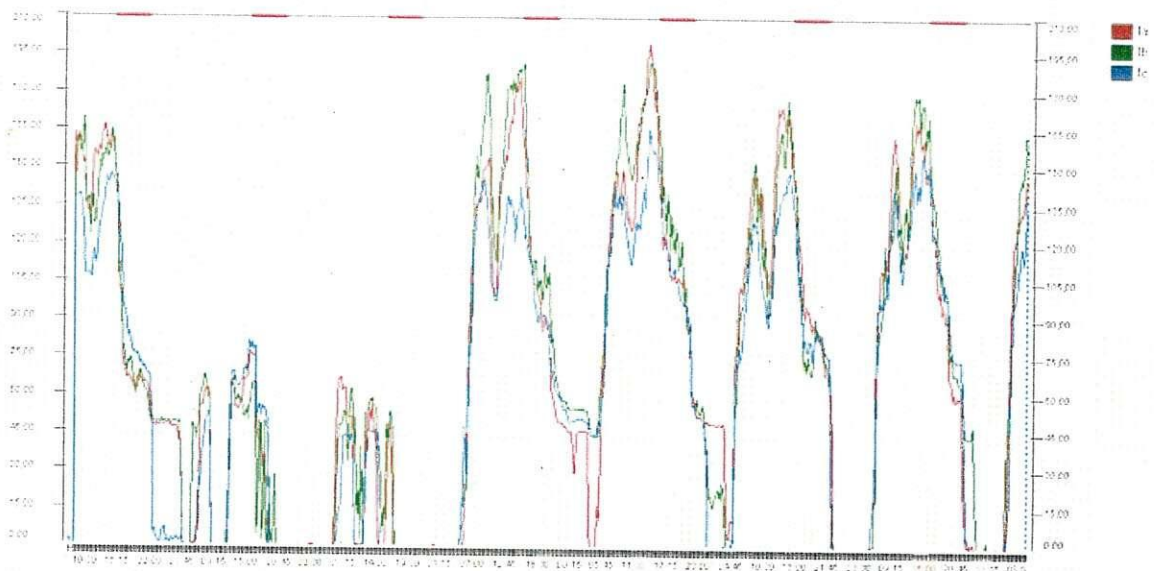
Todas as medições realizadas estão dentro da faixa de valores adequados e de acordo com a resolução nº 505, de 26 de novembro de 2001.

Tensões Médias do DEE – 06 a 13 de Junho de 2005



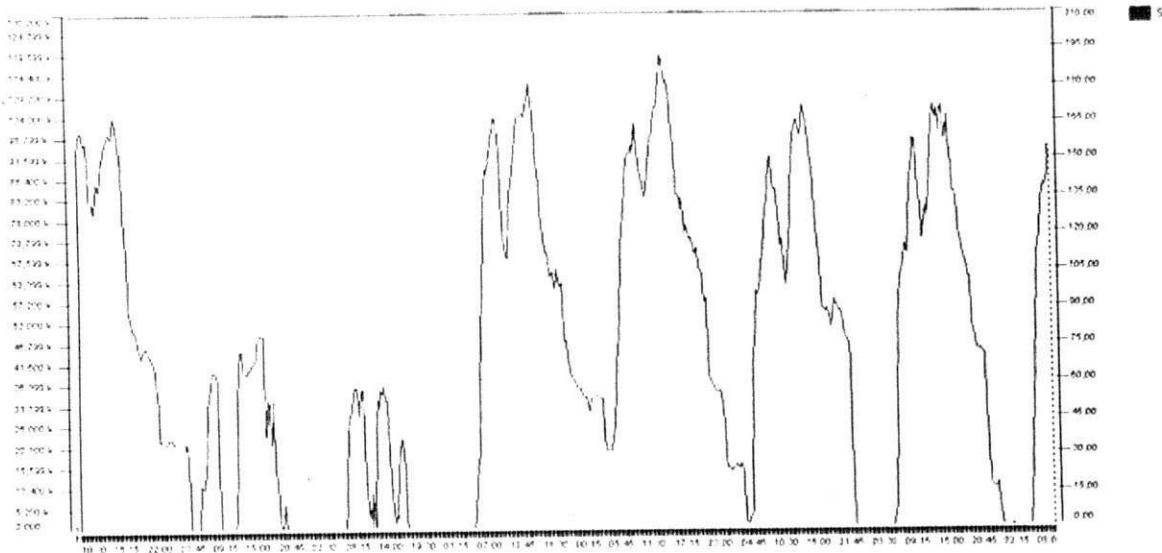
a)

Correntes Médias do DEE – 06 a 13 de Junho de 2005



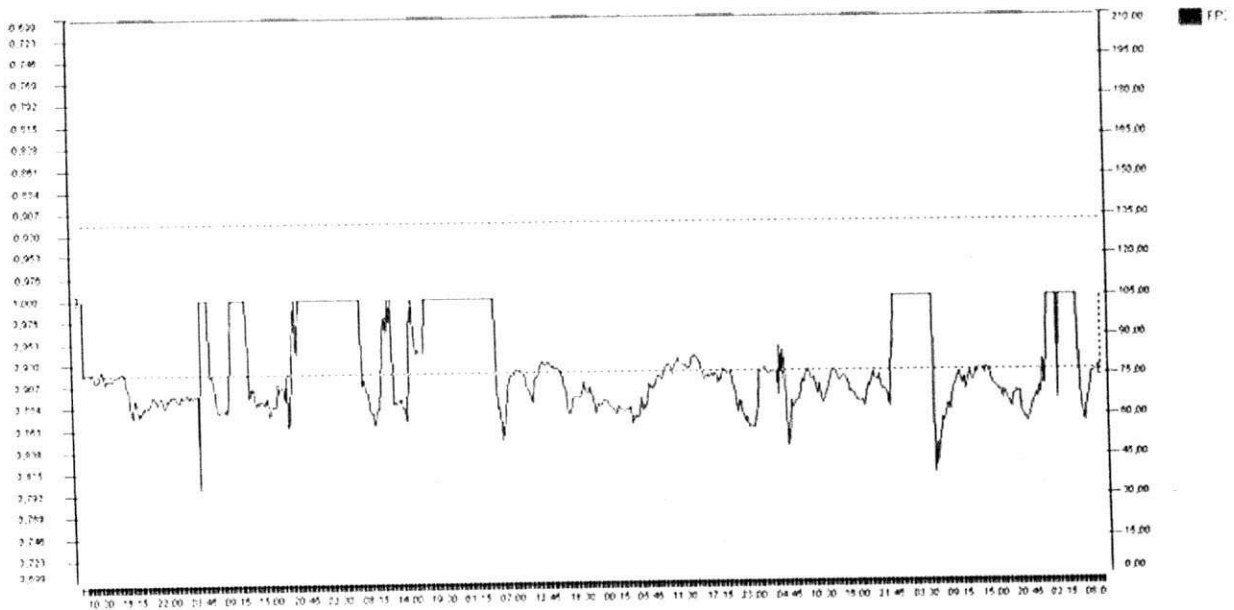
b)

Potência aparente total do DEE – 06 a 13 de Junho de 2005



(c)

Fator de potência total do DEE – 06 a 13 de Junho de 2005



(d)

Fig. 5. Gráficos das grandezas elétricas do trafo do DEE. (a) tensão (b) corrente (c) potência ativa. (d) fator de potência.

Tabela 8 – Trafo DEE: demanda máxima e fator de potência médio.

DIA	00h00min – 18h00min		18h00min – 24h00min	
	P[kW]	FP	P[kW]	FP
Sexta (06/05/05)	95,831	0,917 ind.	71,585	0,886 ind.
Sábado (07/05/05)	43,352	0,892 ind.	---	1,000 ind.
Domingo (08/05/05)	31,899	0,900 ind.	---	1,000 ind.
Segunda (09/05/05)	103,308	0,916 ind.	83,415	0,982 ind.
Terça (10/05/05)	111,466	0,914 ind.	76,593	0,908 ind.
Quarta (11/05/05)	96,976	0,902 ind.	70,788	0,897 ind.
Quinta (12/05/05)	97,590	0,904 ind.	75,801	0,886 ind.
Sexta (13/05/05)	87,987	0,905 ind.	---	1,000 ind.

De acordo com a Resolução da ANEEL N°456 de 29.10.2000, arts. 64 e 68 o fator de potência é um índice que deve ser superior a 0,92 sob pena de ser cobrada multa da empresa que registrar índices inferiores a este. Este índice mede a relação entre as potências ativa e reativa em um circuito elétrico, e tem por objetivo reduzir o trânsito de energia reativa nas linhas de transmissão, sub-transmissão e distribuição das concessionárias de eletricidade. O consumidor tem direito de utilizar até 0,425 kvarh por cada kwh que consome, sendo-lhe cobrado o que exceder tal valor.

Principais causas do baixo fator de potência:

- 1) Motores operando em vazio;
- 2) Transformadores operando em vazio;
- 3) Existência de lâmpadas de descarga, com reatores sem alto F.P.;
- 4) Grande quantidade de motores de baixa potência.

O fator de potência da instalação permanece abaixo de 0,92 durante todo o período fora de ponta (00h00min – 18h00min), atingindo valores da ordem de 0,892 indutivo. No período de ponta (18h00min – 24h00min), nos fins de semana o fator de potência da instalação é maior do que 0,92, ficando abaixo desse valor nos dias úteis, implicando que, de acordo com resolução mencionada anteriormente, será cobrado multa pelo período em questão.

Também se puderam observar pontos de interrupção do fornecimento de energia elétrica a partir da ocorrência de valores unitários do fator de potência da instalação, nos dias sábado (07/05/05), domingo (08/05/05) e sexta (13/05/05).

3.2.1.3 – Dados obtidos com o transformador do LAT

O Analisador de Energia RE6000/B foi instalado no transformador do LAT (Laboratório de Alta Tensão) e fez medições durante o intervalo compreendido entre os dias 23/05/05 (segunda-feira) às 17h00min e 30/05/2005 (segunda-feira) às 17h11min, também com um período de integração de 15 minutos.

Foi constatado que, durante esse período, o transformador teve um carregamento máximo de 17,378 kW em 25/05/2005, o que demonstra que está trabalhando abaixo do carregamento nominal, que é de 112,5kW.

O baixo carregamento referido pode ser justificado pela não utilização dos equipamentos de maior consumo durante o período de medição efetuado.

As distorções harmônicas de tensão registradas no transformador do LAT tiveram as seguintes variações:

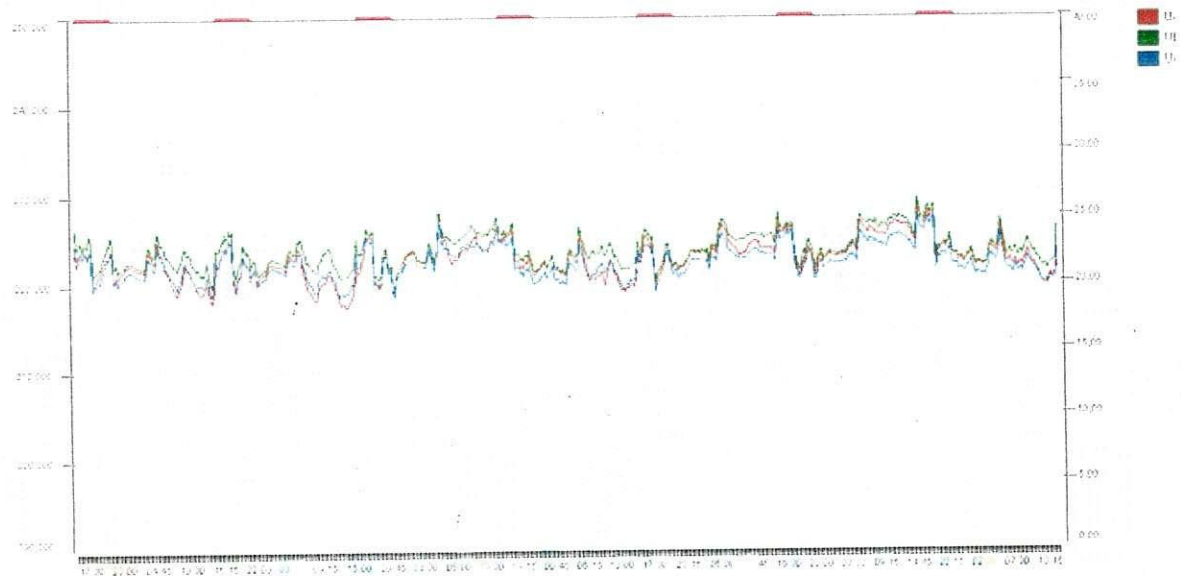
Data	Hora	Fase	Máximo
29/5/2005	13:00:00	A	5,599 %
30/5/2005	12:45:00	B	5,32 %
30/5/2005	12:45:00	C	5,349 %

Data	Hora	Fase	Mínimo
25/5/2005	10:15:00	A	3,759 %
25/5/2005	5:15:00	B	3,729 %
25/5/2005	5:15:00	C	3,689 %

Estas variações estão de acordo com a norma EN 50160 que prevê uma variação menor que 8% durante 95% da semana.

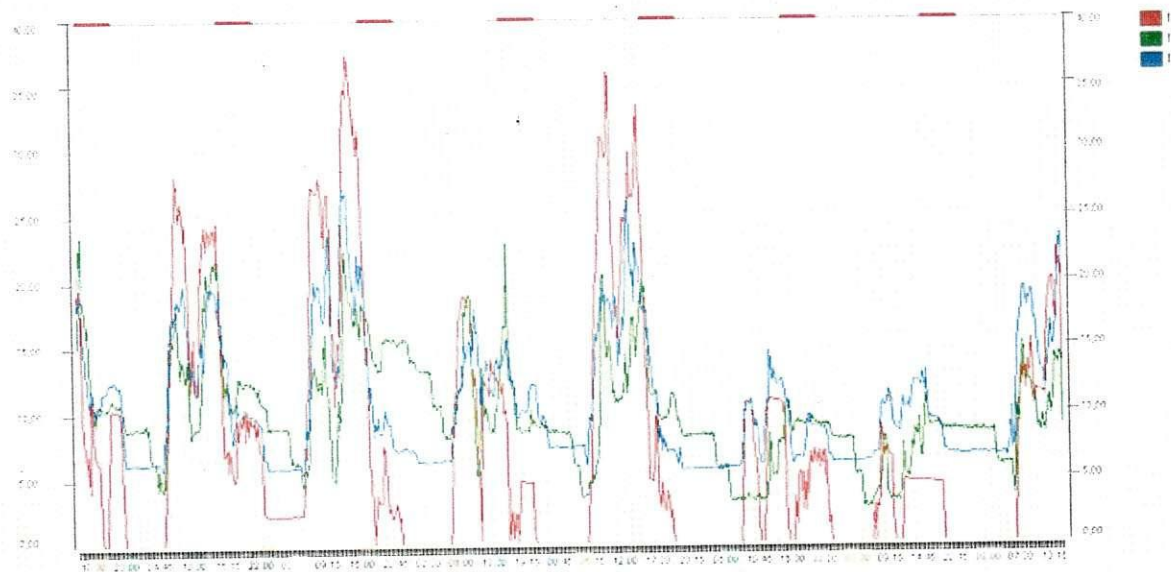
Abaixo são mostrados os gráficos de tensão, corrente, potência ativa e fator de potência das três fases do transformador que foram registrados durante o período de medição.

Tensões Médias do LAT – 23 a 30 de Junho de 2005



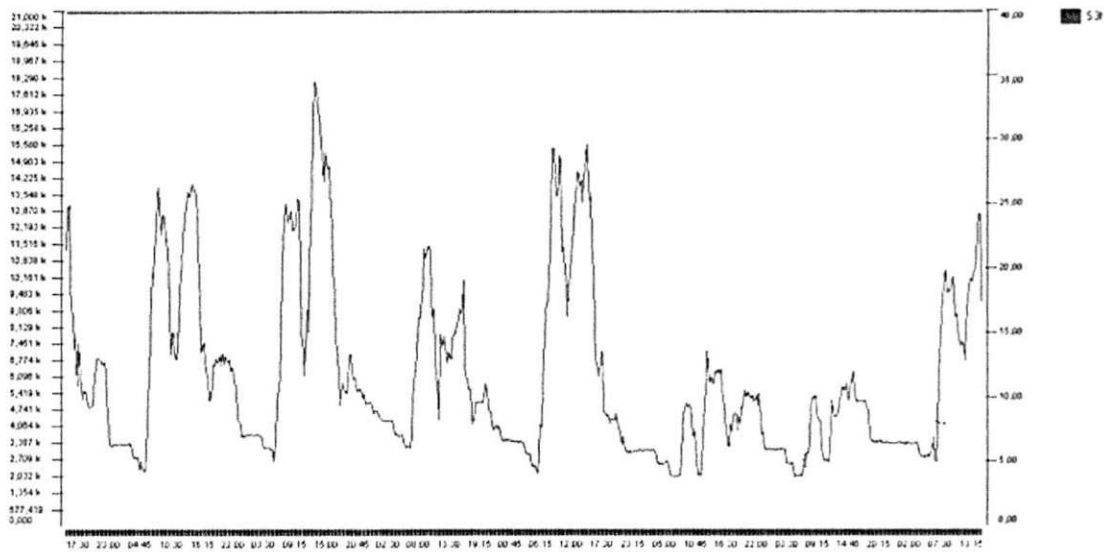
(a)

Correntes Médias do LAT – 23 a 30 de Junho de 2005



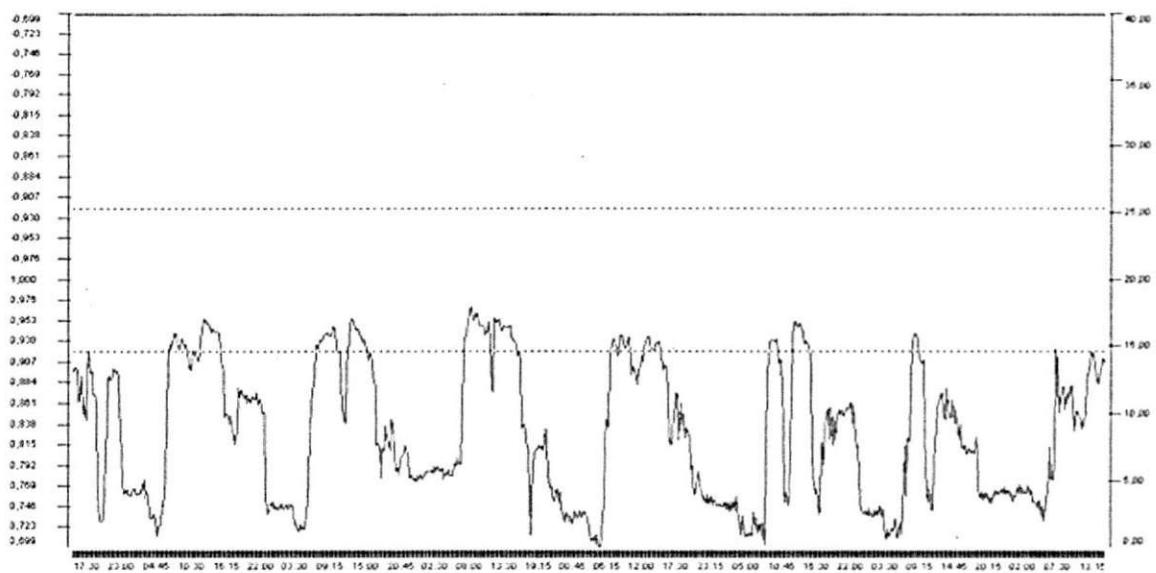
(b)

Potência aparente total do LAT – 23 a 30 de Junho de 2005



(c)

Fator de potência total do LAT – 23 a 30 de Junho de 2005



(d)

Fig. 6 – Gráficos das grandezas elétricas do trafo do LAT. (a) tensão (b) corrente (c) potência ativa. (d) fator de potência.

A tabela abaixo mostra a demanda máxima e o fator de potência nos períodos de ponta e fora de ponta no período considerado de medição do Analisador de Energia.

Tabela 9 – Trafo do LAT: demanda máxima e fator de potência.

DIA	00h00min – 18h00min		18h00min – 24h00min	
	P[kW]	FP	P[kW]	FP
Segunda (23/05/05)	11,807	0,892 ind.	7,708	0,860 ind.
Terça (24/05/05)	13,168	0,904 ind.	6,358	0,859 ind.
Quarta (25/05/05)	17,378	0,903 ind.	9,235	0,821 ind.
Quinta (26/05/05)	10,886	0,903 ind.	9,111	0,811 ind.
Sexta (27/05/05)	14,485	0,892 ind.	7,065	0,826 ind.
Sábado (28/05/05)	6,799	0,844 ind.	---	1,000 ind.
Domingo (29/05/05)	5,308	0,814 ind.	2,564	0,760 ind.
Segunda (30/05/05)	11,541	0,852 ind.	---	1,000 ind.

No período fora de ponta (00h00min – 18h00min) o fator de potência da instalação ficou sempre abaixo de 0,92 indutivo, atingindo valores da ordem de 0,814 indutivo no fim de semana e de 0,892 indutivo nos dias úteis. Também no intervalo de ponta (18h00min – 24h00min) o fator de potência da instalação ficou abaixo de 0,92 indutivo, atingindo valores da ordem de 0,760 indutivo no fim de semana e de 0,811 indutivo nos dias úteis. Podemos ver, pela tabela, que a demanda dos dias úteis é bem superior aos dias de fim de semana, tanto no período de ponta como no período fora de ponta; isso se explica pelo número reduzido de aparelhos de ar-condicionado e de micro-computadores ligados durante o fim de semana.

Do mesmo modo que o Trafo analisado anteriormente, observa-se a inadequação dos valores de acordo com a resolução da ANEEL, o que acarretará multa para todo o período de análise.

3.2.2 – Levantamento de dados por inspeção

Através do levantamento de dados, via inspeção de ambientes, foram obtidas informações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado e sobre os equipamentos de escritório presentes na instalação.

Juntamente com os alunos bolsistas, fizemos o levantamento de dados via inspeção dos ambientes dos blocos CA, CB e CD, onde todos são blocos com salas de aula. Fizemos o levantamento de carga elétrica desses blocos, preenchendo a planilha de dados ilustrada anteriormente neste relatório.

No levantamento de dados por inspeção, verificamos qual a finalidade da sala, ou seja, quais as atividades realizadas no ambiente. Depois, com um instrumento digital de medição de distância, medimos as dimensões do mesmo; em seguida, com um luxímetro (aparelho digital usado para medir a luminância de um ambiente), estimamos o nível de iluminamento natural (dado em lux). Para a estimativa do nível de iluminamento, medimos a iluminância do maior número possível de pontos da sala, fazendo a média aritmética dessas medidas encontradas.

Verificamos a quantidade de tomadas de uso geral e de uso específico, os estados de conservação dessas tomadas e quantas estão com carga; verificamos a quantidade de caixas de passagem, o tipo de lâmpadas, sua potência e quantidade e o nº de acionamentos de cada lâmpada. Por fim, anotamos todos os equipamentos instalados, como ventiladores de teto, computadores, impressores, etc.

3.2.2.1 – Bloco CA

O resumo das características do sistema de iluminação do bloco é exibido na tabela 10, onde todos os ambientes da instalação foram classificados segundo a sua função ou atividade desenvolvida (sala de aula, laboratório, etc.).

Foram encontradas 13 lâmpadas defeituosas das 37 lâmpadas fluorescentes existentes nos ambientes do bloco. O nível de iluminamento natural das salas de aula é da ordem de 30% acima da norma, evidenciando o bom aproveitamento de janelas e áreas envidraçadas. Por outro lado, os depósitos e banheiros apresentaram valores 170,92% e

130,27% acima da norma, fato que pode ser traduzido como desperdício de energia. É importante notar que não há a utilização de nenhuma tecnologia de iluminação eficiente (lâmpadas fluorescentes de 32W e 36W ou compactas, por exemplo), revelando a existência de um grande potencial de conservação de energia elétrica nesse uso final.

Não há em todo o bloco aparelhos de ar condicionado nem microcomputadores instalados. Os únicos equipamentos elétricos instalados são ventiladores de teto de 65 W nas salas de aula e um bebedouro de 200 W de potência instalado no corredor principal. Em todas as salas de aula não havia tomadas com carga. Não há tomadas instaladas em nenhum dos banheiros do bloco.

Tabela 10 – Bloco CA: Sistema de Iluminação

Ambiente	Área (m ²)	Potência instalada (kW)	W/m ²	Iluminamento (lux)		Lâmp.fluorescente (nº. médio p/ sala)
				Médio	recomendado	
salas de aula	712,88	6,36	8,92155	649,92	500	12
corredores	218,65	1,84	8,41528	270,92	100	22
banheiros	63,20	0,36	5,6962	232,27	100	3
Total	994,73	8,56	8,60535	384,37	233,33	37

Assim, podemos verificar pelos dados da tabela 10 que a iluminação representa cerca de 41,4% do consumo máximo da instalação; o consumo dos ventiladores de teto juntamente com o bebedouro representa cerca de 58,6 % do consumo total da instalação.

3.2.2.2 – Bloco CB (REENGE)

O resumo das características do sistema de iluminação do bloco é mostrado na tabela 11, onde todos os ambientes da instalação foram classificados segundo a sua função ou atividade desenvolvida (sala de aula, laboratório, etc.).

A instalação comporta um grande número de equipamentos, como por exemplo, microcomputadores, retro-projetores, amplificadores, vídeos-cassete, data-show, entre outros. Através da inspeção das especificações destes equipamentos foram obtidos os dados da tabela 12.

Tabela 11 – Bloco CB: Sistema de iluminação

Ambiente	Área (m ²)	Potência instalada (kW)	W/m ²	Iluminamento (lux)		Lâmpadas*
				Médio	Recomendado	Média por sala
Salas de aula	772,28	6,52	8,44	204,53	500	163
Lab. Inform.	156,8	1,84	11,73	429,91	500	46
Sala de apoio	15,35	0,32	20,84	341,5	500	8
Administração	24	0,32	13,33	520	500	8

Tabela 12 – Bloco CB: Potência instalada nos equipamentos

Tipo de equipamento	Quantidade	Pot. Média [W]	Pot. Média total [W]
Microcomputador	173	885,55	153.200
Data-show	11	426,72	4.694
Vídeo-cassete	8	17	136
Retro-projetor	17	450	7.650
Receiver	1	30	30
Amplificador	7	210	1.470
Hub	6	131,67	790
Osciloscópio	1	35	35
Ventilador	1	65	65
Gel'água	1	120	120
TV 20"	1	90	90
Impressora	1	360	360
Caixa de som	2	15	30
Total	---	2.835,94	168.670

Foram encontradas 13 lâmpadas defeituosas das 225 lâmpadas fluorescentes do bloco.

A tabela 11 mostra as características de um sistema de iluminação ineficiente e inadequado. O nível de iluminamento médio está abaixo do recomendado em todos os ambientes do bloco, ficando as salas de aula muito abaixo dele. Tal fato é devido ao uso de tecnologias ineficientes (100% das lâmpadas fluorescentes do bloco são convencionais, não havendo nenhuma lâmpada eficiente de 32 W) e à falta de aproveitamento da iluminação natural. Todas as salas do bloco REENGE (bloco CB) foram fechadas para o ambiente

externo e climatizadas. Assim, não existe iluminação natural nas salas, apenas iluminação artificial.

Conforme a tabela 12, os microcomputadores são responsáveis por 90% do consumo dos equipamentos cadastrados. Vale salientar que esses microcomputadores são usados durante os três turnos, manhã, tarde e noite. Os demais equipamentos instalados correspondem a apenas 10% do consumo desse tipo de uso final, sendo utilizados em apenas dois turnos, manhã e tarde.

3.2.2.3 – Bloco CD

As características do sistema de iluminação, dos equipamentos instalados e dos aparelhos de ar condicionado estão mostradas nas tabelas 13, 14 e 15, respectivamente.

Todos os ambientes da instalação foram classificados segundo a sua função ou atividade desenvolvida (sala de aula, laboratório, etc.).

Foram registrados um grande número de equipamentos instalados, entre microcomputadores, impressoras, exaustores, geladeiras, ventiladores, estufas, compressores, bebedouros elétricos e vários motores de diversas funções. Há quatro aparelhos de ar condicionado, todos ligados no ambiente dos laboratórios.

Tabela 13 – Bloco CD: sistema de iluminação.

Ambiente	Área (m ²)	Potência instalada (kW)	W/m ²	Iluminamento (lux)		Lâmp.fluorescente (nº. médio p/ sala)
				Médio	recomendado	
salas de aula	207,86	1,52	7,31	782,45	500	37
laboratórios	472,36	2,76	5,84	470,00	500	69
coordenação	35,40	0,20	5,65	548,10	500	5
almoxarifado	19,71	0,08	4,06	79,90	100	2
corredores	237,60	1,20	5,05	149,60	100	30
banheiros	63,20	0,16	2,53	145,03	100	4
Total	1036,13	5,92	30,44	2175,08	1800	147

* Quantidade de lâmpadas funcionando perfeitamente; todas são de 40 W.

Tabela 14 – Potência instalada nos equipamentos

Tipo de equipamento	Quantidade	Pot. Média [W]	Pot. Máxima [W]
Microcomputador	8	885,55	7.084,40
Impressoras	4	360	1440,00
Exaustor	2	180	360,00
Geladeira	2	85	170,00
Ventilador	4	65	260,00
Osciloscópio	8	35	280,00
Fonte	13	160	2.080,00
Estufa	8	100	800,00
Compressor	3	550	1.650,00
Bebedouros	2	132	264,00
Microondas	1	1.500	1.500,00
Forno	5	1.100	5.500,00
Balança	3	45	135,00
Varistor	6	1.545	9.135,00

Tabela 15 – Potência instalada em ar condicionado

Tipo de equipamento	Área climatizada [m ²]	Pot. Instalada [Btu]*	W/m ²
Janela	130,14	60.000	17586

(*) *British thermal unit.*

Não conseguimos visualizar a placa da maioria das máquinas instaladas; algumas estavam depredadas, outras não eram possíveis de serem lidas pela ação do tempo. Como a grande maioria dos equipamentos instalados no bloco é composta por estas máquinas, não dá para estimar a potência consumida por este uso final.

Podemos verificar, pela tabela 13, que o ambiente das salas de aula está com o nível de iluminação acima do recomendado pela norma, porém, os corredores e banheiros estão acima da norma, indicando desperdício de energia e um potencial de conservação de energia elétrica existente no bloco.

Conclusões

Ao término do trabalho, pôde-se observar, após o cruzamento dos dados fornecidos pela Prefeitura Universitária com os dados levantados no Campus I da UFCG, que a lista de transformadores cedida pela Prefeitura encontra-se desatualizada. A quantidade de energia elétrica consumida devido às perdas dos transformadores é bastante considerável, de modo que essas perdas devem ser minimizadas através da substituição dos equipamentos existentes por outros de melhor eficiência.

A participação nas atividades de levantamento de dados sobre a quantidade de energia elétrica consumida no Campus I da UFCG serviu para ratificar o imenso desperdício no consumo de energia no Campus, decorrente da falta de conscientização dos seus consumidores quanto à forma mais adequada de utilização dessa energia, do superdimensionamento das instalações elétricas e da falta de substituição e manutenção dos diversos equipamentos instalados.

A realização desse estágio supervisionado foi de grande valia por permitir o aprendizado de novos equipamentos, de normas técnicas e, principalmente, por me despertar para uma problema que aflige atualmente todo o mundo: o problema do desperdício de energia elétrica e a busca de novas alternativas de produção desse tipo de energia.

Bibliografia

Alvarez, André Luís Montero. Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos finais em Instalações de Ensino e Similares. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5440 - Transformadores para redes de distribuição.* Rio de Janeiro: ABNT, março 1987. 28 p.

Creder, Hélio. Instalações Elétricas. Rio de Janeiro: LTC, 1991.

Martins, Maria Paula de Souza. Inovação Tecnológica e Eficiência Energética. Monografia de Pós-Graduação. UFRJ, outubro de 1999.

Resolução da ANEEL nº 456 de 29/10/2000, arts. 64 e 68.

Webliografia

<http://www.eletronbras.com/procel/site/canaldoconsumidor/eletrodomesticos.asp> (26.08.05)

<http://www.cemec.com.br> (28.08.05)

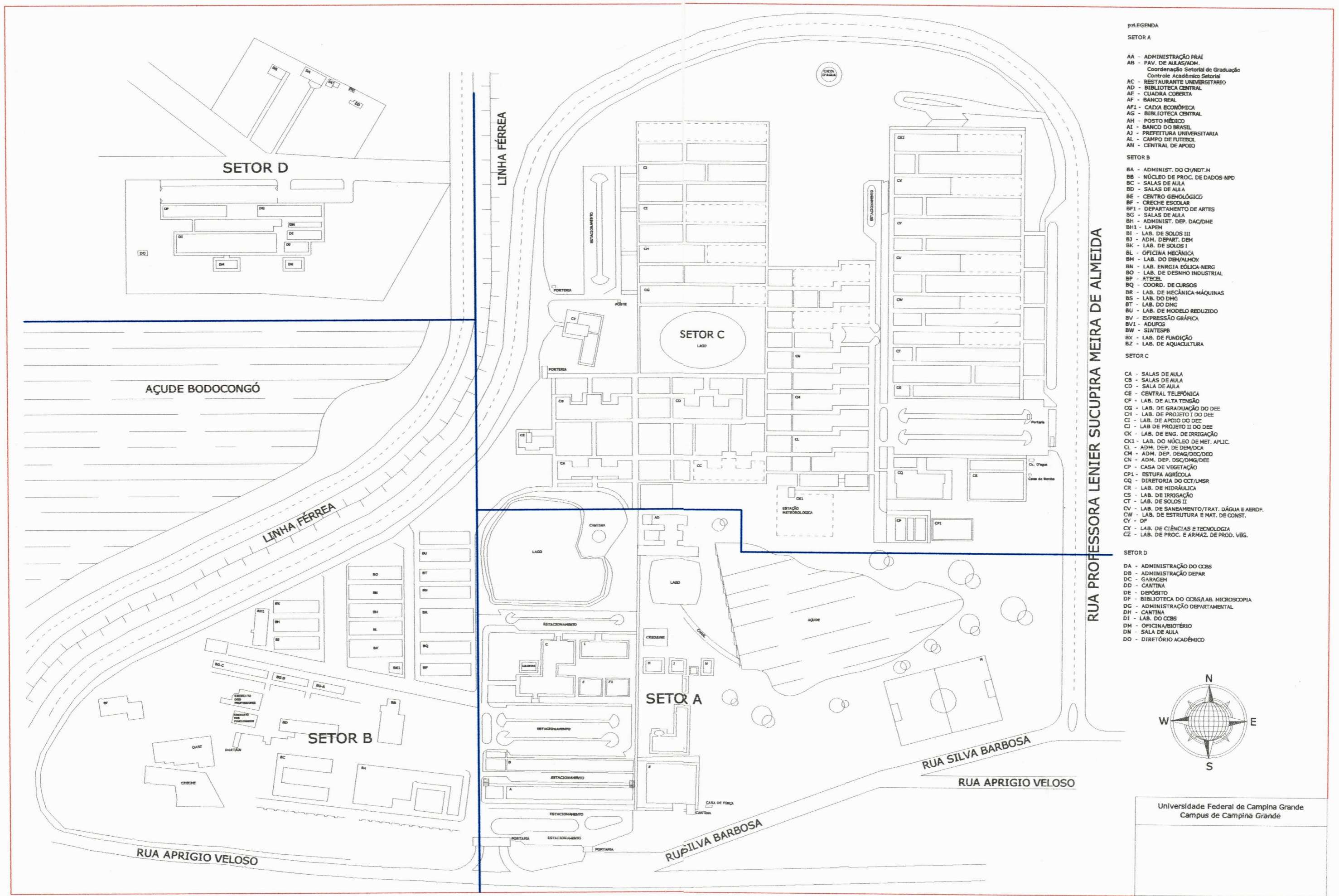
<http://www.transformadoresuniao.com.br> (28.08.05)

<http://www.weg.com.br> (28.08.05)

<http://www.chesf.gov.br> (28.08.05)

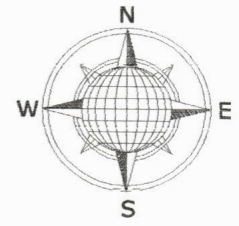
<http://www.aneel.gov.br> (06.09.05)

ANEXO



LEGENDA

- SETOR A**
- AA - ADMINISTRAÇÃO PRAI
 - AB - PAV. DE AULAS/ADM. Coordenação Setorial de Graduação
Controle Acadêmico Setorial
 - AC - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO
 - AD - BIBLIOTECA CENTRAL
 - AE - CUADRA COBERTA
 - AF - BANCO REAL
 - AFI - CADA ECONÔMICA
 - AG - BIBLIOTECA CENTRAL
 - AH - POSTO MÉDICO
 - AI - BANCO DO BRASIL
 - AJ - PREFEITURA UNIVERSITÁRIA
 - AL - CAMPO DE FUTEBOL
 - AN - CENTRAL DE APOIO
- SETOR B**
- BA - ADMINIST. DO CH/NDT.M
 - BB - NÚCLEO DE PROC. DE DADOS-NPD
 - BC - SALAS DE AULA
 - BD - SALAS DE AULA
 - BE - CENTRO GENOLÓGICO
 - BF - CRECHE ESCOLAR
 - BF1 - DEPARTAMENTO DE ARTES
 - BG - SALAS DE AULA
 - BH - ADMINIST. DEP. DAC/DME
 - BH1 - LAPEM
 - BI - LAB. DE SOLOS III
 - BJ - ADM. DEPART. DEM
 - BK - LAB. DE SOLOS I
 - BL - OFICINA MECÂNICA
 - BM - LAB. DO DEN/ALMOX
 - BN - LAB. ENRGIA EÓLICA-NERG
 - BO - LAB. DE DESNHO INDUSTRIAL
 - BP - ATCEB
 - BQ - COORD. DE CURSOS
 - BR - LAB. DE MECÂNICA-MÁQUINAS
 - BS - LAB. DO DMC
 - BT - LAB. DO DMC
 - BV - LAB. DE MODELO REDUZIDO
 - BV1 - EXPRESSÃO GRÁFICA
 - BW - ADUFGO
 - BW1 - SINTESPB
 - BX - LAB. DE FUNDIÇÃO
 - BZ - LAB. DE AQUACULTURA
- SETOR C**
- CA - SALAS DE AULA
 - CB - SALAS DE AULA
 - CD - SALA DE AULA
 - CE - CENTRAL TELEFÔNICA
 - CF - LAB. DE ALTA TENSÃO
 - CG - LAB. DE GRADUAÇÃO DO DEE
 - CH - LAB. DE PROJETO I DO DEE
 - CI - LAB. DE APOIO DO DEE
 - CJ - LAB. DE PROJETO II DO DEE
 - CK - LAB. DE ENG. DE IRRIGAÇÃO
 - CK1 - LAB. DO NÚCLEO DE MET. APLIC.
 - CL - ADM. DEP. DE DEM/DCA
 - CM - ADM. DEP. DEAG/DIC/DEE
 - CN - ADM. DEP. DSC/DMG/DEE
 - CP - CASA DE VEGETAÇÃO
 - CP1 - ESTUFA AGRÍCOLA
 - CQ - DIRETORIA DO CCT/LMSR
 - CR - LAB. DE HIDRÁULICA
 - CS - LAB. DE IRRIGAÇÃO
 - CT - LAB. DE SOLOS II
 - CV - LAB. DE SANEAMENTO/TRAT. DÁGUA E AEROF.
 - CW - LAB. DE ESTRUTURA E MAT. DE CONST.
 - CY - DF
 - CX - LAB. DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
 - CZ - LAB. DE PROC. E ARMAZ. DE PROD. VEG.
- SETOR D**
- DA - ADMINISTRAÇÃO DO CCBS
 - DB - ADMINISTRAÇÃO DEPAR
 - DC - GARAGEM
 - DD - CANTINA
 - DE - DEPÓSITO
 - DF - BIBLIOTECA DO CCBS/LAB. MICROSCOPIA
 - DG - ADMINISTRAÇÃO DEPARTAMENTAL
 - DH - CANTINA
 - DÍ - LAB. DO CCBS
 - DM - OFICINA/BIOTÉRIO
 - DN - SALA DE AULA
 - DO - DIRETÓRIO ACADÊMICO



Universidade Federal de Campina Grande
Campus de Campina Grande