



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**JOSÉ DANILO LEÃO BARROS**

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA  
AGOSTO DE 2011

**JOSÉ DANILO LEÃO BARROS**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador:  
Prof. Genoilton João de Carvalho Almeida, M.Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Agosto de 2011

**JOSÉ DANILO LEÃO BARROS**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Relatório aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Genoilton João de Carvalho Almeida, Mestre  
Universidade Federal de Campina Grande  
**Orientador**

---

Professor Convidado  
Universidade Federal de Campina Grande  
**Avaliador**

Campina Grande, Paraíba  
Agosto de 2011

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato aos meus pais, principalmente a minha mãe, Maria Adailza Leão Barros, pessoa de imensurável importância na minha formação e principalmente na minha vida.

Agradeço à minha família, especialmente à minha irmã Daniela Leão Barros, pelo apoio, amor e carinho.

À minha namorada, Carolina Bastos Ribeiro, pela compreensão, paciência, apoio, amor e por estar sempre ao meu lado durante todos os momentos, os bons e os de dificuldade.

Ao meu cunhado Adelfran Pereira de Castro e os amigos Jarson Amaral, Manoel Leoemi, Victor de Paiva, Alberto Henrique, Flávio Roque, pessoas com quem compartilhei parte da minha vida acadêmica, noites em claro de estudo, e grandes momentos vividos.

Aos engenheiros eletricitas Mario Araújo e Ferdinando Fernandes, e toda a equipe técnica da Prefeitura Universitária, pela grande contribuição com o presente trabalho e informações que colaboraram na minha formação profissional.

A todos que participaram de maneira direta ou indireta da minha vida acadêmica.

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta um relato sobre as atividades realizadas durante o estágio curricular junto à Prefeitura Universitária da Universidade Federal de Campina Grande, no Setor de Engenharia Elétrica. Enfatiza duas atividades específicas dentre todas as outras realizadas, quais sejam: Projeto elétrico da nova central de aulas BG – Campus Campina Grande e o estudo do comportamento do consumo de energia elétrica em novas centrais de aula da Universidade Federal de Campina Grande.

## **ABSTRACT**

This paper presents a report on activities undertaken during the internship at the City Hall of Universidade Federal de Campina Grande, Department of Electrical Engineering. Emphasizes two specific activities of all others performed, namely: Electrical design of the new central lessons BG - Campina Grande Campus and Study of the electrical energy consumption in new central lesson of the Universidade Federal de Campina Grande.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 METODOLOGIA .....	2
1.2.1 <i>Demanda estimada</i> .....	2
1.2.2 <i>Carga instalada</i> .....	3
1.2.3 <i>Aquisição dos dados</i> .....	3
<b>2 ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM NOVAS CENTRAIS DE AULA DA UFCG.....</b>	<b>6</b>
2.1 BLOCO BZ .....	6
2.2 BLOCO G.....	8
2.3 CENTRAL DE AULAS DO CCBS .....	9
2.4 CENTRAL DE MINI ANFITEATROS (BLOCO CAA) .....	11
2.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	12
<b>3 PROJETO ELÉTRICO: BLOCO BG .....</b>	<b>15</b>
3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO .....	15
3.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO.....	15
3.3 PROJETO ELÉTRICO.....	17
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>29</b>
ANEXO I: QUADRO DE CARGA DO BLOCO BZ E G .....	29
ANEXO II: QUADRO DE CARGA DA CENTRAL DE AULAS DO CCBS .....	30
ANEXO III: QUADRO DE CARGA DO BLOCO CAA .....	31
ANEXO IV: DESCRIÇÃO DA CARGA INSTALADA DO BLOCO BZ E BLOCO G.....	34
ANEXO V: DESCRIÇÃO DA CARGA INSTALADA DO BLOCO DO CCBS .....	35
ANEXO VI: DESCRIÇÃO DA CARGA INSTALADA DO BLOCO CAA.....	35
ANEXO VII: PRANCHAS DO PROJETO ELÉTRICO DA CENTRAL DE AULAS BG .....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Analisador de Energia HOMIS. ....	3
Figura 2 - Alicates e grampos utilizados pelo analisador para aquisição de dados. ....	4
Figura 3 - Perfil Médio de Carga Diário: Bloco BZ.....	7
Figura 4 – Perfil Médio de Carga Diário: Bloco G.....	8
Figura 5 – Perfil Médio de Carga Diário: Bloco CCBS.....	10
Figura 6 – Perfil Médio de Carga Diário: Central de Mini Anfiteatros.....	12
Figura 7 - Tela do software apresentando os resultados.....	16
Figura 8 - Diagrama Unifilar do Quadro Geral de Distribuição do Bloco BG.....	24
Figura 9 - Malha de Aterramento: Bloco BG. ....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco BZ. ....	7
Tabela 2 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco G. ....	9
Tabela 3 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco CCBS. ....	10
Tabela 4 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Central de Mini Anfiteatros. ....	12
Tabela 5 – Fatores de Demanda Diário para Centrais de aula.....	14
Tabela 6 - Exemplo de quadro de carga do projeto: Quadro Terminal QD01. ....	18
Tabela 7 - Tipos de Linhas Elétricas. ....	18
Tabela 8 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.....	19
Tabela 9 - Eletrodutos e Distribuição. ....	20
Tabela 10 - Dutos e Distribuição. ....	21
Tabela 11 - Eletrodutos rígidos de PVC. ....	22
Tabela 12 - Tipos de Linhas Elétricas. ....	24
Tabela 13 – Seção mínima do condutor de proteção. ....	25

# 1 INTRODUÇÃO

A Universidade Federal de Campina Grande atualmente passa por um processo de expansão que envolve entre outras ações a construção de novas centrais de aula, bem como a revitalização de outras já existentes. O Setor de Engenharia Elétrica da Prefeitura Universitária é responsável pela realização dos projetos elétricos envolvidos nesse processo, além da fiscalização durante o andamento das obras e a manutenção das instalações elétricas após sua conclusão.

A realização do projeto elétrico de qualquer edificação requer um trabalho minucioso e complexo devido ao grande número de parâmetros ao qual o projeto deve obedecer. Além de fatores técnicos como previsão de aumento de carga, competência no dimensionamento de condutores elétricos e fidelidade às normas da ABNT, os aspectos econômicos têm uma relevância especial. O projeto deve ter baixo custo, porém não deve perder em qualidade, sem colocar em risco vidas ou instalação elétrica.

Para que o projeto elétrico seja adequado para um consumidor que desempenha uma função específica, é necessário que o projetista tenha conhecimento sobre o comportamento do consumo da energia elétrica de acordo com a atividade realizada. Um estudo minucioso pode determinar quais as principais características que descrevem o perfil de cada do consumidor. Tal conhecimento mune o projetista com a capacidade de tomadas de decisão ao longo do projeto, que garantirão o bom funcionamento da instalação elétrica e sua futura manutenção. Com relação ao processo de expansão da UFCG, determinou-se também se as cargas estimadas nos projetos estão sendo coerentes, concluindo então se os projetos estão superdimensionados ou subdimensionados e tomando as medidas necessárias para a correção dos mesmos e aplicação nos próximos projetos.

Dentre as atividades realizadas no estágio o presente trabalho detalha duas: O estudo do comportamento do consumo de energia elétrica em novas centrais de aula da Universidade Federal de Campina Grande e o Projeto Elétrico da Central de Aulas BG.

## 1.1 Objetivos

Realizar um estudo a cerca do consumo de energia elétrica em novas unidades de centrais de aulas da UFCG que envolve:

- Analisar o comportamento do consumo de energia elétrica;
- Comparar as estimativas do projeto elétrico com a execução do que foi projetado, e ainda com o que está sendo consumido.

Desenvolver o projeto elétrico da Central de Aulas BG do Campus de Campina Grande, atendendo todos os requisitos necessários presente em normas, passando por todos os procedimentos, desde o projeto luminotécnico, divisão dos circuitos nos quadros de distribuição, cálculo das cargas dos circuitos, dimensionamento dos condutores, sistema de proteção, até o projeto de aterramento.

## 1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo do consumo de energia elétrica em novas centrais de aula, será realizada uma análise comparativa entre a carga que foi estimada para ser utilizada em cada bloco com a que está realmente instalada e como está sendo a utilização dessas cargas instaladas ao longo do dia.

A realização do estudo contemplou um número total de quatro centrais de aula da UFCG. Esse número foi reduzido devido à demanda de tempo inerente ao estudo e aos problemas encontrados durante o mesmo.

O projeto elétrico do Bloco BG foi realizado tomando-se como base seu projeto arquitetônico e mediante a aplicação de técnicas de desenvolvimento de projeto elétrico e recomendações da ABNT. Os *softwares* SoftLUX® e AutoCAD® foram ferramentas essenciais no desenvolvimento do projeto.

### 1.2.1 Demanda estimada

A demanda estimada é proveniente da leitura do projeto elétrico correspondente a cada central analisada, calculada através de sua inspeção e documentada em forma de tabela que representa o quadro de carga do bloco em questão. Os quadros de carga obtidos estão apresentados em anexo (I, II e III).

### 1.2.2 Carga instalada

Através de uma inspeção presencial em cada bloco foi realizado o levantamento de todas as cargas instaladas. Por haver dificuldade na leitura das especificações dos equipamentos instalados nas próprias placas de identificação, e ainda, não existir uma relação detalhada dos equipamentos utilizados em cada bloco da universidade, foi necessário buscar em normas os valores da potência de certos equipamentos, como: *datashows*, retroprojetores e refletores. As tabelas que detalham as cargas instaladas em cada central de aula estão apresentadas em anexo (IV, V e VI).

### 1.2.3 Aquisição dos dados

Para realizar a aquisição dos dados referentes ao consumo de energia elétrica nos blocos a serem analisados utilizou-se o Analisador de Qualidade e Harmônicos MOD:808 fabricado pela Homis Controle e Instrumentação (Figura 1). Esse equipamento faz uma análise geral da energia elétrica que está sendo consumida em determinado ponto, e utiliza valores de tensão e corrente no ponto onde a energia elétrica é entregue ao consumidor.

A informação dos dados de entrada é obtida através de alicates amperímetros (Corrente) e grampos do tipo jacaré (Tensão) conforme Figura 2, devidamente instalados no quadro geral de cada bloco analisado.

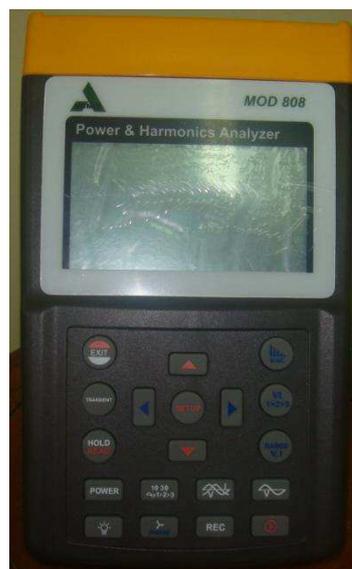


Figura 1 - Analisador de Energia HOMIS.



**Figura 2 - Alicates e grampos utilizados pelo analisador para aquisição de dados.**

As informações foram coletadas com uma frequência de 5 minutos, e o conjunto de dados analisados corresponde a um total de uma semana, sendo utilizado como base de cálculos através de média um dia de consumo de energia. Este horizonte foi escolhido pela indisponibilidade de tempo para se obter um maior conjunto de dados, e evitar que o estudo se tornasse muito prolongado.

Depois dos devidos registros, o analisador é conectado a um microcomputador por meio de porta USB, onde será descarregado através de um *software* próprio, que permite além do armazenamento dos dados no computador, uma prévia análise dos dados adquiridos durante o período em que esteve instalado.

O tratamento final dos dados é realizado através do Microsoft Office Excel®, e obteve como resultados neste trabalho:

- Fator de Carga diário (*FCd*): É um índice que permite verificar o quão racional está sendo utilizada a energia elétrica. É obtido pela razão do consumo médio diário pelo produto da demanda máxima diária por 24 horas. Varia de 0 a 1, sendo o valor máximo representado pelo uso mais racional da energia elétrica:

$$\circ \quad FCd = \frac{\text{Consumo médio diário}}{\text{Demanda Máxima diária} \times 24} \quad (1)$$

- Fator de Demanda diário (*FDD*): É o fator que leva em consideração o fato dos equipamentos não funcionarem a plena carga e simultaneamente ao longo de um dia. Obtido pela razão entre a demanda máxima diária e a potência total instalada no bloco. É utilizado em projetos de sistemas de distribuição e varia com o tipo de consumidor:

$$\circ FDD = \frac{\text{Demanda Máxima diária}}{\text{Potência Total Instalada}} \quad (2)$$

- Perfil de Carga: Também denominada de Curva de Carga, é a representação gráfica da carga em função do tempo. Utilizada para verificar o comportamento da demanda em um intervalo de tempo.

## 2 ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM NOVAS CENTRAIS DE AULA DA UFCG

A seguir serão apresentadas em ordem cronológica as informações obtidas para a análise e os resultados de cada central de aula abordada no estudo.

### 2.1 Bloco BZ

Localizado no Campus de Campina Grande, o Bloco BZ é uma central de aulas que possui dois pavimentos. Em cada um deles existem dois banheiros e o total de sete salas de aula.

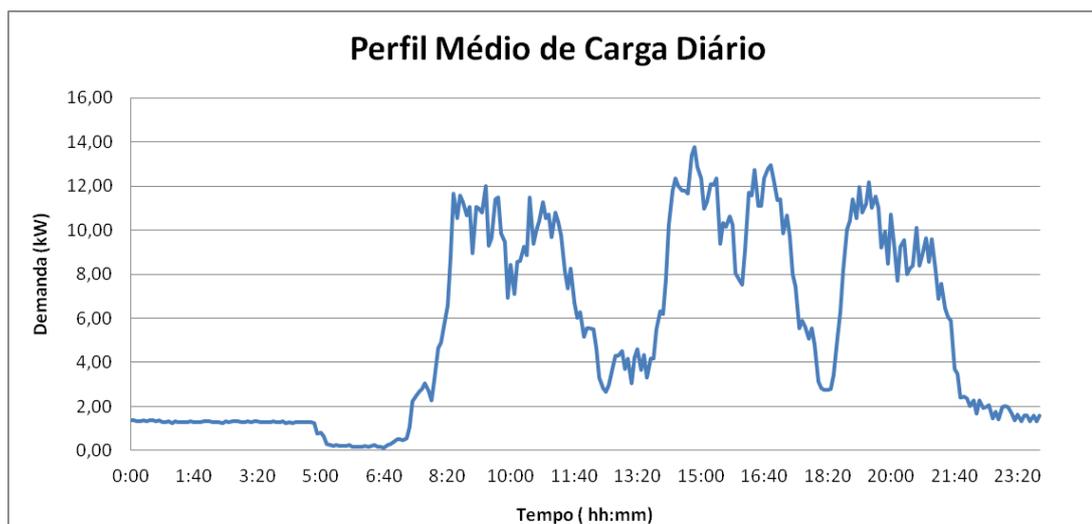
A coleta de dados foi realizada no período de 27/10/2010 até dia 03/11/2010 e do dia 09/11/2010 até dia 11/11/2010.

As informações obtidas para o bloco em questão foram:

- Demanda estimada: 73,99 kW;
- Carga instalada: 56,82 kW.

O analisador de energia registrou diversos dados que foram determinantes para o cálculo das informações que estão explicitadas na Tabela 1: O consumo diário de energia e a demanda máxima diária registrada. Tomando como base essas informações obtém-se:

- Fator de Carga Diário: 0,12;
- Fator de Demanda Diário: 58%;
- Perfil Médio de Carga Diário:



**Figura 3 - Perfil Médio de Carga Diário: Bloco BZ.**

**Tabela 1 - Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco BZ.**

Dia	Data	Dia Nº	Consumo diário (kWh)	Demanda máxima diária (kW)
Quinta	28/out	1	40,50	8,43
Sexta	29/out	2	14,50	1,50
Sábado	30/out	3	21,20	2,31
Domingo	31/out	4	172,10	19,11
Segunda	01/nov	5	15,80	5,33
Terça	02/nov	6	16,80	3,73
Quarta	03/nov	7	261,40	<b>32,89</b>
Quinta/Parcial	04/nov	8	50,20	20,71
Terça	09/nov	9	210,80	26,59
Quarta	10/nov	10	205,10	27,56
Quinta/Parcial	11/nov	11	62,90	28,28
		Média	97,39	

A aquisição dos dados foi realizada em duas etapas diferentes, isso ocorreu pela presença do período eleitoral do ano de 2010 (dia 31/10) estar entre os dias em que o analisador esteve instalado no bloco. Neste período a movimentação dos alunos na central de aulas BZ foi diferenciada, já que devido às eleições o prédio foi cedido à Justiça Eleitoral. Assim, o equipamento foi reinstalado no dia 09/11 a fim de se obter um conjunto de dados total de uma semana, e os dados referentes aos dias de movimentação diferenciada foram desconsiderados na análise.

Com relação aos resultados obtidos, percebe-se que o fator de carga foi relativamente baixo, o que implica que há uma má distribuição do consumo de energia elétrica durante o dia. O Perfil de Carga condiz com o funcionamento do Bloco BZ, que possui aulas das 08:00 horas às 12:00 horas no período matutino,

das 14:00 horas às 18:00 horas no período vespertino e de 18:30 horas às 21:30 horas no período noturno.

## 2.2 Bloco G

A Central de aulas Bloco G está localizada em Cuité – PB e possui a mesma estrutura do Bloco BZ do Campus de Campina Grande. Por ser similar ao Bloco BZ, o projeto elétrico é o mesmo, facilitando assim parte do estudo.

O período de coleta dos dados foi do dia 23/11/2010 até o dia 28/11/2010.

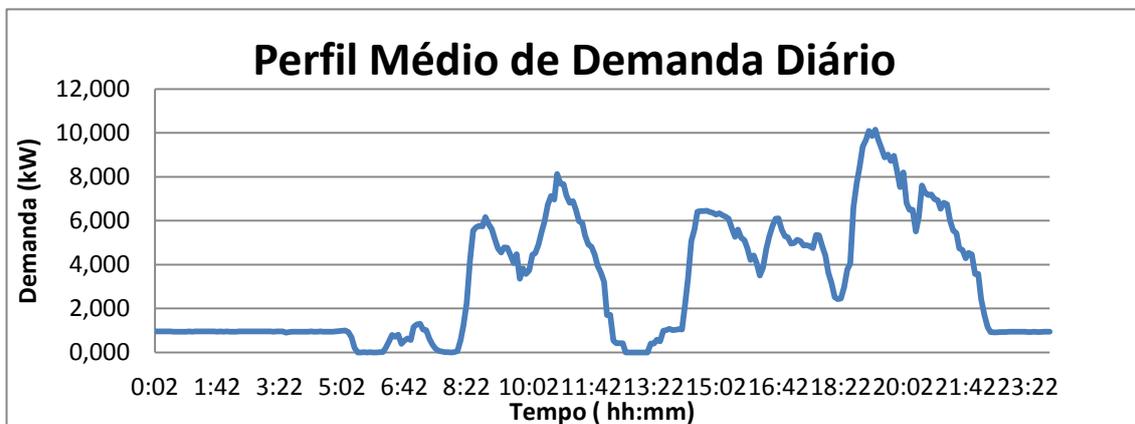
Fatores obtidos para a central de aula G:

- Demanda estimada similar ao bloco BZ: 73,99 kW;
- Carga instalada: 56,82 kW.

A impossibilidade de uma visita presencial ao bloco G, a fim de realizar o levantamento dos equipamentos instalados, foi fator determinante para que a carga instalada fosse considerada semelhante à do Bloco BZ. Outros fatores como estrutura física similar, mesmo projeto elétrico e simplificação do estudo também podem ser citados como motivos que contribuíram para a consideração admitida.

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos das informações coletadas pelo analisador no período em que ficou instalado na central de aula G. Analogamente ao caso do bloco anterior, os resultados obtidos são apresentados a seguir.

- Fator de Carga Diário: 0,17;
- Fator de Demanda Diário: 33%;
- Perfil Médio de Carga Diário:



**Figura 4 – Perfil Médio de Demanda Diário: Bloco G.**

**Tabela 2 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco G.**

<b>Dia</b>	<b>Data</b>	<b>Dia Nº</b>	<b>Consumo diário (kWh)</b>	<b>Demanda máxima diária (kW)</b>
<b>Terça</b>	23/nov	1	136,63	<b>18,39</b>
<b>Quarta</b>	24/nov	2	111,1	15,66
<b>Quinta</b>	25/nov	3	106,1	16,87
<b>Sexta</b>	26/nov	4	78,3	15,35
<b>Sábado</b>	27/nov	5	10,8	0,98
<b>Domingo</b>	28/nov	6	10,9	0,98
		Média	75,64	

Conforme apresentado na Tabela 02, podemos perceber que da mesma maneira que o Bloco BZ, o G apresentou um fator de carga baixo, o que indica a falta de um uso racional da energia consumida na central de aula. O perfil de carga também condiz com os horários de funcionamento do bloco, o que foi satisfatório.

### 2.3 Central de Aulas do CCBS

Localizado no Campus de Campina Grande, o Bloco CCBS é uma central de aulas construída em 2010. Possui dois pavimentos, e em cada pavimento sete salas de aula e dois banheiros.

Atualmente o bloco está sendo utilizada além de salas de aulas, para outros fins, como depósito, sala de professores, sala de reuniões, coordenação de cursos e sala de estudo. Esta utilização falha do bloco se dará enquanto outros blocos estiverem em fase de construção, voltando a ser exclusivamente uma central de aulas quando estiverem prontos.

Os dados referentes ao consumo de energia foram coletados durante o período de 22/02/2011 até 01/03/2011.

Para a central de aulas do CCBS temos as seguintes informações:

- Demanda estimada: 79,38 kW;
- Carga instalada: 48,19 kW.

O consumo diário de energia elétrica e a demanda máxima diária registrada foram obtidos a partir dos dados coletados pelo analisador no período em que ficou instalado no bloco e estão apontados na Tabela 03. A partir dessas informações obtêm-se os seguintes resultados:

- Fator de Carga Diário: 0,29;

- Fator de Demanda Diário: 42%;
- Perfil Médio de Carga Diário:

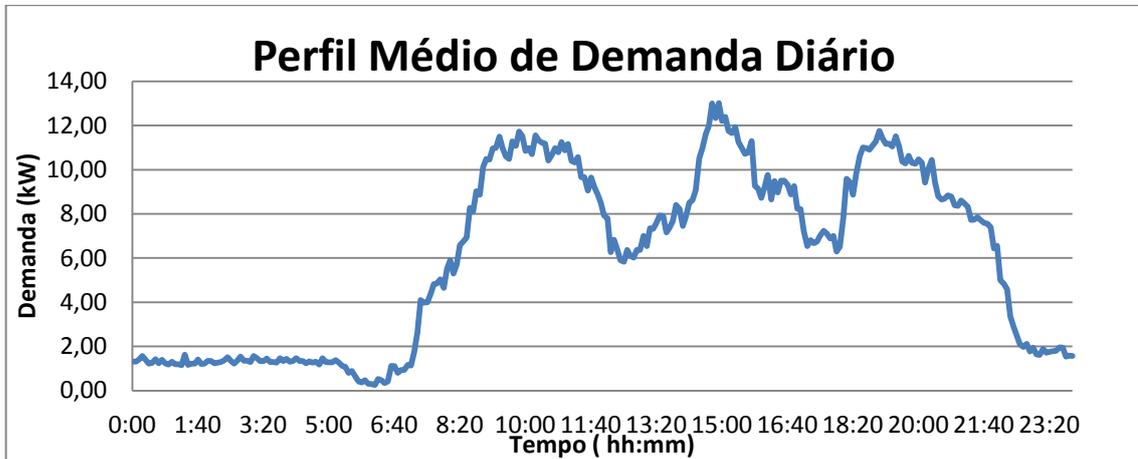


Figura 5 – Perfil Médio de Demanda Diário: Bloco CCBS.

Tabela 3 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Bloco CCBS.

Dia	Data	Dia Nº	Consumo diário (kWh)	Demanda máxima diária (kW)
Terça	22/fev	1	194,60	20,05
Quarta	23/fev	2	203,10	18,75
Quinta	24/fev	3	141,30	16,79
Sexta	25/fev	4	169,10	19,99
Sábado	26/fev	5	36,80	5,44
Domingo	27/fev	6	31,10	3,88
Segunda	28/fev	7	157,40	18,77
Terça	01/mar	8	200,00	18,67
Média			141,68	

Os resultados obtidos mostram que nesta central de aulas, apesar da presença de uma maior diversidade de equipamentos utilizados durante o período de coleta de dados, apresenta o melhor dos fatores de carga dentre os analisados até agora no estudo, o que não implica que o uso da energia elétrica está sendo utilizado de maneira ideal.

O perfil médio de carga diário foi satisfatório, condizendo com os horários de funcionamento do bloco: de 08:00 horas até 12:00 horas e de 14:00 horas até as 22:00 horas. Percebe-se que como o bloco não está sendo utilizado exclusivamente como uma central de aulas, não há a diminuição esperada no consumo de energia elétrica no período entre 12:00 horas e 14:00 horas.

## 2.4 Central de Mini Anfiteatros (Bloco CAA)

A central de aula denominada de Central de Mini Anfiteatros, é um dos blocos mais novos do campus de Campina Grande, inaugurado em 2011. Sua estrutura contém quatro pavimentos, dentre os quais, o térreo e o primeiro pavimento têm um total de oito salas de aula, e quatro banheiros divididos igualmente. O segundo e o terceiro pavimento têm um total de dezesseis salas de aula e quatro banheiros também divididos igualmente. Além disso, o prédio tem dois elevadores, que estão atualmente desativados e o pavimento onde se encontram os quadros de controle e comando dos elevadores estão na mesma situação.

O analisador de energia foi instalado no período de 12/05/2011 até 18/05/2011.

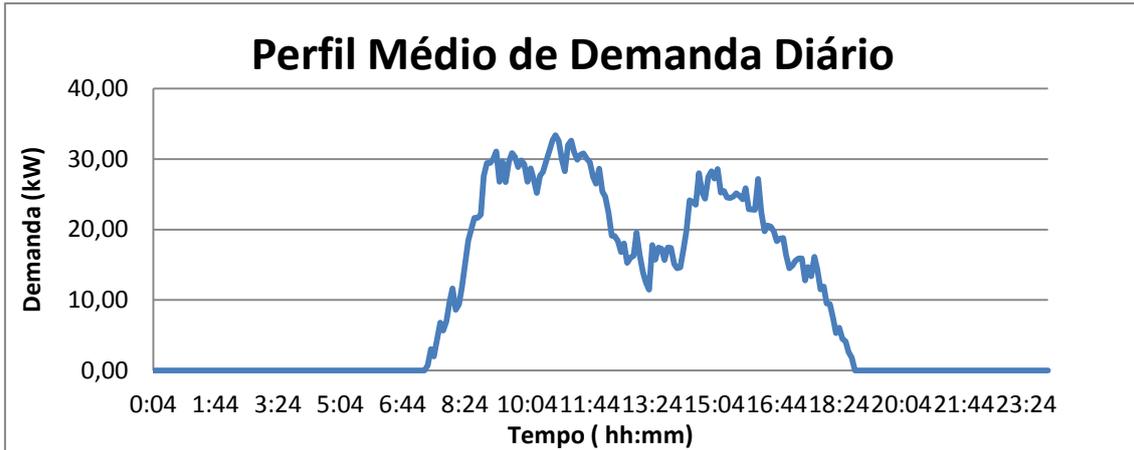
As seguintes informações sobre o CAA foram encontradas:

- Demanda estimada: 360,17 kW;
- Carga instalada: 165,12 kW.

Um detalhe importante a ser observado está no fato do pavimento superior, onde estão instalados os quadros de comando dos elevadores, não estar sendo utilizado pelo desemprego temporário dos elevadores, logo os equipamentos instalados no pavimento mencionado não entraram no quadro de carga do bloco, que foi desenvolvido especificamente para o estudo deste trabalho.

O analisador forneceu os dados registrados durante o período em que ficou instalado no quadro geral da Central de Mini Anfiteatros, e a partir deles pode-se obter o consumo médio diário e a demanda máxima diária, apresentados na Tabela 4. De posse dessas informações, foram encontrados os seguintes resultados:

- Fator de Carga Diário: 0,14;
- Fator de Demanda Diário: 41%;
- Perfil Médio de Carga Diário:



**Figura 6 – Perfil Médio de Demanda Diário: Central de Mini Anfiteatros.**

**Tabela 4 – Registro de Consumo e Demandas Diários: Central de Mini Anfiteatros.**

Dia	Data	Dia Nº	Consumo diário (kWh)	Demanda máxima diária (kW)
Quinta	12/mai	1	242,13	45,40
Sexta	13/mai	2	169,53	35,03
Sábado	14/mai	3	45,93	18,13
Domingo	15/mai	4	0,00	0,00
Segunda	16/mai	5	414,41	<b>67,20</b>
Terça	17/mai	6	410,79	64,57
Quarta	18/mai	7	341,55	64,67
Média			232,05	

O resultado para o fator de carga diário se repete também para a Central de Mini Anfiteatros, tendo um baixo valor.

O perfil médio de carga mais uma vez foi satisfatório, e representa exatamente a média do consumo de energia elétrica do bloco durante um dia, condizendo exatamente aos horários de funcionamento da central de aulas. No caso do Bloco CAA, o horário de funcionamento se restringe atualmente apenas aos horários: De 08:00 horas às 12:00 horas e de 14:00 horas às 18:00 horas.

## 2.5 Análise dos resultados

O fator de carga diário apresentou baixos valores para todas as unidades estudadas, o que representa uma maneira ineficiente de utilização da energia elétrica consumida por cada bloco. Os baixos valores se devem ao fato de existir uma quantidade significativa de equipamentos ociosos durante um longo espaço de tempo e é evidenciado através das curvas de carga de cada bloco (Perfil médio de carga diário).

O valor do fator de carga está relacionado com o preço médio da energia elétrica quando a unidade consumidora está enquadrada em uma modalidade tarifária binômia. Assim, baixos valores para esse fator aumentam o preço que se paga pela energia elétrica consumida. Além disso, quando há uma concentração de cargas atuando em um mesmo espaço de tempo, há um aumento no carregamento dos transformadores e solicitação de equipamentos e componentes da instalação, diminuindo a vida útil dos mesmos.

A má distribuição do consumo de energia elétrica está na natureza da utilização do bloco, que por se tratar de centrais de aulas terá maior consumo apenas nos horários em que as aulas estão sendo ministradas. Assim, para realizar uma análise mais precisa a respeito desse fator, definiu-se o fator de carga intra-diário como sendo o fator que considera o consumo médio de energia elétrica durante o horário para o qual as centrais de aula foram construídas para funcionar, de 07:00 horas às 22:00, ou seja, 15 horas. Logo, o fator de carga intra-diário (*FCid*) será calculado da seguinte forma:

$$\bullet \quad FCid = \frac{\text{Consumo médio das 07:00 horas às 22:00 horas}}{\text{Demanda Máxima diária} \times 15} \quad (3)$$

Obtendo os seguintes resultados para os blocos envolvidos no estudo:

- Fator de Carga Intra-Diário – Bloco BZ: 0,24;
- Fator de Carga Intra-Diário – Bloco G: 0,25;
- Fator de Carga Intra-Diário – Central de aulas do CCBS: 0,43;
- Fator de Carga Intra-Diário – Bloco CAA: 0,23.

De onde se conclui que os resultados apesar de apresentarem ainda valores relativamente baixos, apresentam um padrão, caracterizando a função específica de central de aula. O valor para a central de aulas do CCBS foi maior, o que pode ser explicado pelo fato do bloco não estar sendo utilizado especificamente no emprego para o qual foi construído.

Conforme a Tabela 5, conclui-se que o valor mais adequado para o fator de demanda diário é 58%, que é o máximo valor entre os obtidos, pois atende a todos os casos envolvidos no estudo, sem correr riscos de subdimensionamento. Esse resultado poderá ser utilizado nos futuros projetos elétrico para este tipo específico de consumidor, dando como produto resultados aceitáveis e confiáveis que representam a utilização dos equipamentos instalados em centrais de aula.

**Tabela 5 – Fatores de Demanda Diário para Centrais de aula.**

CENTRAL DE AULA		FATOR DE DEMANDA DIÁRIO (%)
BLOCO	CAMPUS	
BZ	Campina Grande	<b>58</b>
G	Cuité	33
Bloco do CCBS	Campina Grande	42
CAA	Campina Grande	41

### 3 PROJETO ELÉTRICO: BLOCO BG

#### 3.1 Projeto Arquitetônico

A realização do projeto elétrico inicia-se a partir da análise do projeto arquitetônico. Além de fornecer informações a cerca das medidas reais de cada ambiente, detalhes importantes, devem ser observados e vão ser determinantes na escolha de certos parâmetros, por exemplo: a localização de portas e janelas é determinante na escolha no tipo e na localização de pontos de tomadas.

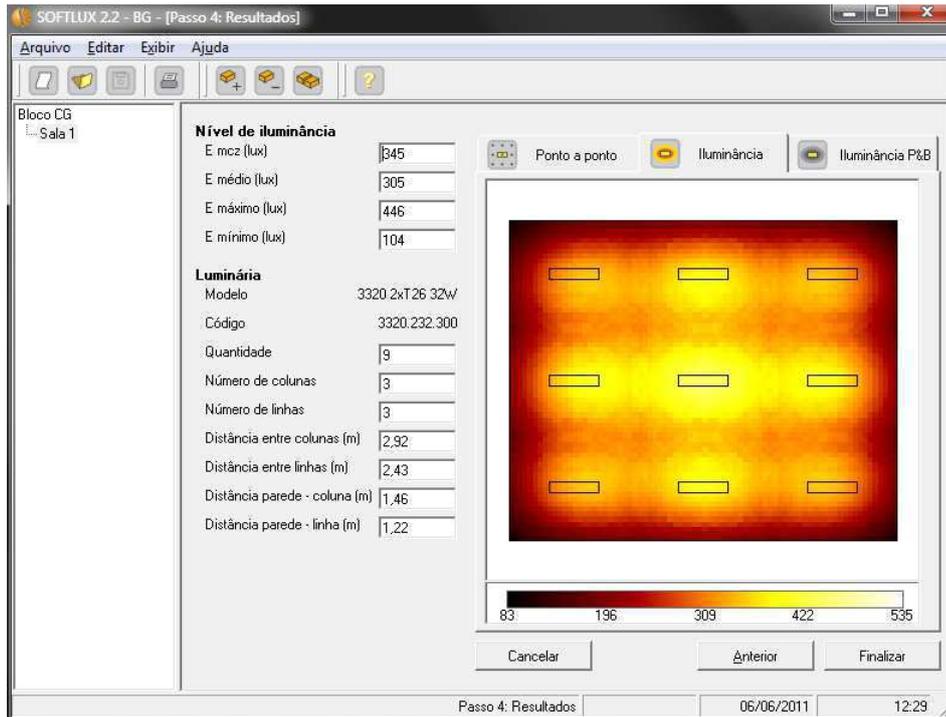
O projeto desse edifício apresenta três pavimentos, um total de 22 salas de aula, dois banheiros por andar, além de outros espaços para circulação e apoio.

#### 3.2 Projeto Luminotécnico

O princípio de um projeto luminotécnico é o conhecimento das informações básicas sobre o ambiente a ser iluminado. Tais informações como pé direito, largura, comprimento, altura do plano de trabalho e o tipo de atividade desenvolvida em cada ambiente são essenciais e podem ser extraídas do projeto arquitetônico.

A Norma NBR 5413 estabelece os valores apropriados para a correta iluminância do local, variando de acordo com as características da tarefa a ser realizada e do observador. Dentre os valores utilizados no projeto do Bloco BG, o mais importante valor sugerido por norma é o utilizado para salas de aulas, 300 lux.

É responsabilidade do projetista a determinação dos locais adequados para as luminárias, o tipo e a quantidade correta, que garantam a iluminância adequada do ambiente de acordo com a norma. Para auxiliar nessa tarefa, foi utilizado o *software* SoftLUX<sup>®</sup>, que de acordo com as informações do ambiente, da atividade a ser realizada e da escolha da luminária e sua lâmpada, realiza os cálculos através do método ponto-a-ponto direto para áreas retangulares e dá uma sugestão da disposição das luminárias além de realizar uma simulação mostrando como é o gráfico da iluminância correspondente para a situação especificada.



**Figura 7 - Tela do software apresentando os resultados.**

De posse das informações obtidas para todos os ambientes da central de aulas BG, as luminárias foram passadas para a planta baixa do projeto através da ferramenta AutoCAD®.

A divisão dos circuitos foi realizada de modo que cada circuito, seja de iluminação ou de tomadas, não ultrapassasse um valor de potência de 1500 Watts. A decisão foi tomada pensando-se na continuidade da iluminação em outros ambientes na presença de algum problema em um dos circuitos, facilitando também a manutenção do circuito defeituoso.

A norma NBR 5410 estabelece um valor mínimo de 1,5 mm<sup>2</sup> para a seção dos condutores destinados à iluminação. Obedecendo ao limite da norma, e prevendo um possível aumento na carga de cada circuito, foi utilizado em todos os circuitos de iluminação do projeto em questão fios de seção 2,5 mm<sup>2</sup>, aumentando assim a margem de segurança da instalação e também reduz perdas por efeito joule.

Os interruptores foram escolhidos de acordo com a necessidade do ambiente. No projeto foram utilizados interruptores de uma, duas e três seções, e ainda interruptores paralelos (*Three-way*) e intermediários (*Four-way*) em áreas de circulação.

### 3.3 Projeto Elétrico

O bloco BG ao qual é dedicado o projeto elétrico aqui mencionado se trata de uma central de aulas, tendo, portanto suas cargas bem definidas. Por possuir apenas três pavimentos, o edifício não terá elevadores. Um equipamento presente no projeto arquitetônico e necessário para a central de aulas é um elevador para portadores de necessidades especiais.

A primeira parte dessa fase do projeto se dá na decisão dos pontos de tomada de cada ambiente. Além de tomadas de uso geral, cada sala de aula terá pelo menos um ponto de tomada específica para ar-condicionado. Os demais ambientes terão um número de tomadas de uso geral de acordo com a conveniência, e especificamente nas áreas de circulação foi previsto a iluminação de emergência sendo representada também através de um ponto de tomada de uso geral.

Com os pontos de tomadas decididos e devidamente alocados na planta do projeto, construiu-se uma tabela para representar cada quadro de distribuição terminal, contendo informações sobre os circuitos, a potência, tensão, corrente, número de fases da alimentação do circuito, a seção dos fios utilizados e o dimensionamento dos disjuntores. No projeto existem seis quadros de distribuição terminal, dois em cada pavimento. Um exemplo desse quadro de carga pode ser visto na Tabela 6.

Pelos mesmos motivos apresentados no projeto luminotécnico, os circuitos foram divididos de maneira que a potência não ultrapassasse o valor de 1500 Watts, quando possível.

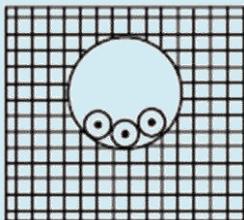
Os valores de corrente são encontrados a partir da razão entre a potência do circuito e o valor da tensão de fase da rede de alimentação (Pontos de tomadas monofásicos).

Tabela 6 - Exemplo de quadro de carga do projeto: Quadro Terminal QD01.

PAVIMENTO TÉRREO								
QUADRO TERMINAL QD01								
CIRCUITO		LOCAL	POT (W)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	NF	Seção (mm <sup>2</sup> )	Disj. (A)
NRO	DESCRIÇÃO							
1	ILUMINAÇÃO	SALA 01 SALA 02	1360	220	6,18	M	2,5	15
2	ILUMINAÇÃO	SALA 03 SALA 04	1280	220	5,82	M	2,5	15
3	ILUMINAÇÃO	CORREDOR 01 CORREDOR 02 ESCADA 01 WC M WC F	680	220	3,09	M	2,5	15
4	TOMADAS	SALA 01	1350	220	6,14	M	2,5	15
5	TOMADAS	SALA 01	2500	220	11,36	M	4	20
6	TOMADAS	SALA 01	2500	220	11,36	M	4	20
7	TOMADAS	SALA 02	1250	220	5,68	M	2,5	15
8	TOMADAS	SALA 02	5000	220	22,73	M	4	30
9	TOMADAS	SALA 03	1450	220	6,59	M	2,5	15
10	TOMADAS	SALA 03	5000	220	22,73	M	4	30
11	TOMADAS	SALA 04	1250	220	5,68	M	2,5	15
12	TOMADAS	SALA 04	5000	220	22,73	M	4	30
13	TOMADAS	CORREDOR 02 HALL	1500	220	6,82	M	2,5	15
14	TOMADAS	ESCADA 01	4840	220	22	M	4	30

A determinação da seção utilizada para os fios de cada circuito é realizada conforma a NBR 5410, e obedece ao método de instalação dos condutores. No caso do presente trabalho o método de instalação é o de número 7, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Tipos de Linhas Elétricas.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1

Fonte: Reprodução parcial da Tabela 28 da NBR 5410.

De acordo com a Tabela 7, utilizamos o método de referência B1 para encontrar o valor ideal da seção do fio a utilizar encontrado na Tabela 8. Como exemplo, temos que o valor da capacidade de corrente deve ser superior ao valor de corrente calculado e apresentado na Tabela 6.

**Tabela 8 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.**

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de instalação definidos na tabela 28											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203

Fonte: Reprodução parcial da Tabela 31 da NBR 5410.

Para consultar a Tabela 8, é necessário ter conhecimento ainda do número de condutores carregados no circuito. Esse parâmetro se refere ao número de condutores do circuito efetivamente percorridos por corrente, portanto para os circuitos monofásicos os condutores fase e neutro são considerados carregados. Para circuitos trifásicos equilibrados a quatro fios, o neutro não é considerado, tendo esse tipo de circuito três condutores carregados.

As seções do neutro e do condutor terra seguem, segundo a norma, os mesmos valores da seção do condutor fase para esta etapa do projeto.

A norma 5410 estabelece que os disjuntores utilizados para a proteção de cada circuito devem ser dimensionados de tal forma que sua corrente nominal seja maior que a corrente prevista em projeto, e ainda, menor que a capacidade de

corrente do condutor associado ao circuito. Além disso, todos os disjuntores devem obedecer às exigências da NBR 5361. No trabalho aqui descrito são utilizados disjuntores do tipo termomagnético para os circuitos terminais, e um dispositivo DR (Diferencial residual) na entrada de cada quadro de distribuição terminal em série com um disjuntor trifásico que atenda adequadamente a demanda de corrente de todo quadro. O dispositivo DR é especificado como:  $I_n(A) - 30 \text{ mA}$ , onde 30 mA é o valor da corrente residual, prevista por norma como limite máximo admissível.

Com os circuitos definidos, a próxima fase é determinar como serão realizadas as suas ligações, ou seja, o caminho que os eletrodutos que contém os condutores farão para efetuar as ligações necessárias para o funcionamento da instalação. Partindo do quadro de distribuição terminal, os caminhos foram determinados de tal maneira que fossem os mais curtos possíveis entre os pontos de ligação. É relevante lembrar a importância da localização adequada do quadro de distribuição, que deve estar próximo ao centro de cargas tanto quanto possível, dentro das limitações do projeto arquitetônico. Todas as medidas mencionadas têm a finalidade de economizar na quantidade de material utilizado, tornando o projeto mais financeira e tecnicamente adequado.

Para que o electricista entenda e não tenha dúvidas quanto à execução do projeto elétrico, é necessário que o caminhamento do eletroduto seja representado adequadamente e explicitado em forma de legenda conforme a NBR 5444, como mostrado na Tabela 9.

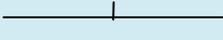
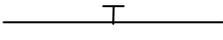
**Tabela 9 - Eletrodutos e Distribuição.**

Símbolo	Significado
—————	Eletroduto embutido no teto ou na parede
-----	Eletroduto embutido no piso

**Fonte: Reprodução parcial da Tabela 2 da NBR 5444.**

Da mesma maneira que os eletrodutos foram representados na planta do projeto, os condutores que irão passar através deles também devem ser representados graficamente através de uma simbologia própria, com suas respectivas seções indicadas. A NBR 5444 estabelece o seguinte:

Tabela 10 - Dutos e Distribuição.

Símbolo	Significado
	Condutor de fase no interior do eletroduto
	Condutor de neutro no interior do eletroduto
	Condutor de retorno no interior do eletroduto
	Condutor de terra no interior do eletroduto

Fonte: Reprodução parcial da Tabela 2 da NBR 5444.

Neste ponto do projeto, com a representação gráfica das fiações e as seções dos condutores indicadas na planta, deve-se dimensionar qual o diâmetro ideal dos eletrodutos que garantam a facilidade na instalação e manutenção dos condutores, além de garantir a capacidade de corrente dos mesmos. Para tal, os eletrodutos devem ter 60% de sua área interna útil livre, ou seja, sem que haja ocupação pelos condutores. A escolha deve ser feita de acordo com a Tabela 11, que tem como parâmetros a maior seção do condutor que passa pelo eletroduto e a quantidade de condutores que passam simultaneamente pelo mesmo eletroduto.

Prevendo um possível aumento na carga e com a finalidade de melhorar a margem de segurança e assegurar as medidas mencionadas acima, no projeto da central de aulas BG foram utilizados, para os circuitos terminais, eletrodutos de no mínimo  $\frac{3}{4}$ ".

Determinados todos os valores de potência e corrente em cada circuito de cada quadro de distribuição terminal, foi calculado de forma minuciosa a que fase da rede de alimentação pertenceria cada um dos circuitos, tendo como objetivo alcançar um equilíbrio de carga. É de grande dificuldade obter essa igualdade entre as fases para este tipo de instalação, por isso tenta-se alcançar valores que tenham a menor diferença possível.

Definidas as fases correspondentes a cada circuito, pode-se então dimensionar os disjuntores trifásicos da entrada de cada quadro de distribuição terminal, utilizando como referência a maior entre as correntes de cada fase. Se houvesse uma grande diferença entre as correntes nas três fases, o disjuntor não

protegeria os circuitos referentes às fases de menor corrente, se verificando, portanto a importância do equilíbrio de fases.

**Tabela 11 - Eletrodutos rígidos de PVC.**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Quantidade de Cabos									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tamanho nominal dos eletrodutos em polegadas									
1,5	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
2,5	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
4	3/8	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
6	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1	1
10	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
16	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
25	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2
35	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	2 1/2
50	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
70	1 1/4	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3	3
95	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3	3	3	-	-
120	2	2 1/2	2 1/2	3	3	-	-	-	-	-
150	2 1/2	2 1/2	3	3	-	-	-	-	-	-
185	2 1/2	3	3	-	-	-	-	-	-	-
240	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Reprodução adaptada: Créder (2000, pg. 77).

O próximo passo a ser seguido no projeto é o dimensionamento dos elementos que irão constituir o quadro geral de distribuição. É a partir dele que partirão as redes de alimentação para os quadros terminais. Assim, a cada quadro terminal de distribuição será associado um circuito no quadro geral e este terá, portanto, no caso da central de aulas BG, um total de 6 circuitos, conforme diagrama unifilar apresentado na Figura 8.

A escolha dos disjuntores utilizados na saída para cada quadro terminal correspondente foi realizada baseada na capacidade de condução dos cabos e levando-se em consideração o disjuntor da entrada do quadro terminal para estabelecer a coordenação da proteção, de maneira a restringir a abertura, quando necessário, apenas do disjuntor mais próximo ao defeito.

O disjuntor multipolar na entrada do quadro geral de força foi dimensionado a partir do cálculo da demanda de entrada do prédio. Esse cálculo é realizado

levando-se em consideração a carga que será instalada e o fator de demanda de cada um dos equipamentos que fará parte dessa carga. Para o caso presente neste trabalho, existirão três tipos de cargas relevantes para o cálculo: iluminação, tomadas de uso geral e aparelhos de ar-condicionado. Os fatores de demanda utilizados no projeto para esses equipamentos são respectivamente: 50%, 50% e 70% (Créder, 2000).

Para que o cálculo da demanda de entrada da central de aula fosse mais preciso, foi feito um levantamento das cargas estimadas por fase, de acordo com o tipo de equipamento e seu fator de demanda, conforme Créder (P.383, 2000):

$$\bullet \quad D_{FASE}(kW) = d_i \times FD_i + d_{TUG} \times FD_{TUG} + d_{AR} \cdot FD_{AR} , \quad (4)$$

onde:

- $D_{FASE}$  é a demanda de entrada por fase;
- $D_i$  é a demanda de iluminação estimada;
- $FD_i$  é o fator de demanda de iluminação;
- $d_{TUG}$  é a demanda de tomadas de uso geral estimada;
- $FD_{TUG}$  é o fator de demanda para tomadas;
- $d_{AR}$  é a demanda dos aparelhos de ar condicionado;
- $FD_{AR}$  é o fator de demanda de aparelhos de ar condicionado.

Os resultados apresentados na Tabela 12 explicitam que a corrente de cada fase pode ser obtida a partir dos valores para as demandas de entrada de cada fase. Esses valores de correntes são determinantes para o correto dimensionamento do disjuntor mencionado anteriormente, e ainda, os cabos e eletrodutos que farão parte da rede de alimentação dos quadros de distribuição terminais. A forma correta para realizar esse dimensionamento é análoga ao que já foi discutido no presente trabalho. Um dos pontos que diferem nos passos anteriormente citados é o método de instalação, que para o caso da rede de alimentação dos quadros é o método de número 61A, de referência D, conforme Tabela 12.

# Quadro GERAL

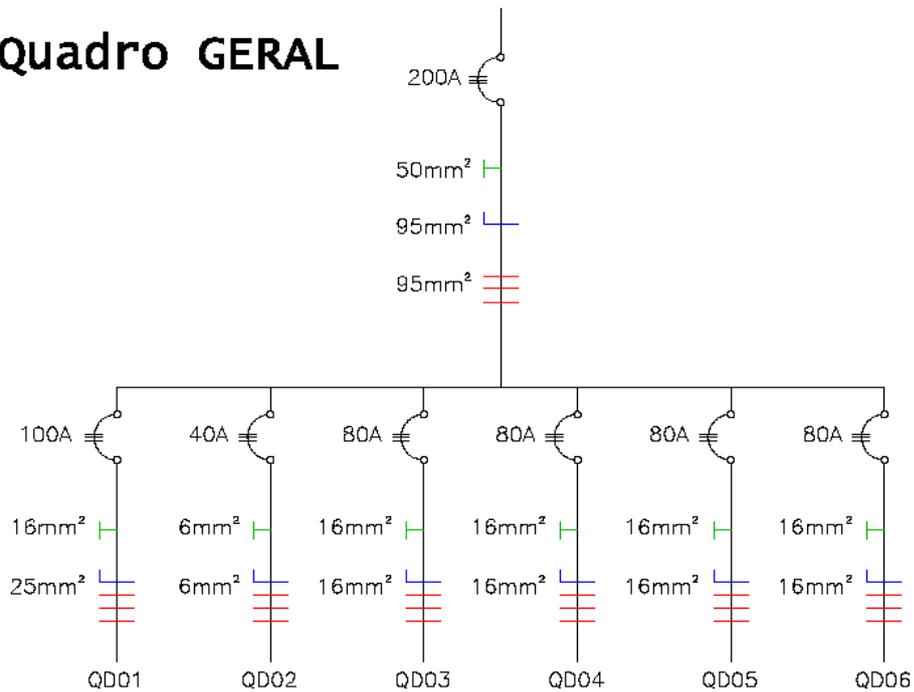
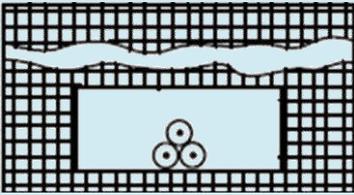


Figura 8 - Diagrama Unifilar do Quadro Geral de Distribuição do Bloco BG.

Tabela 12 - Tipos de Linhas Elétricas.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente
61A		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto enterrado ou em canaleta não ventilada no solo	D

Fonte: Reprodução parcial da Tabela 28 da NBR 5410.

Como as devidas medidas foram tomadas para que a carga pudesse ser considerada equilibrada, então o projeto do presente estudo possui três condutores carregados e assim, utilizando uma tabela análoga à Tabela 8 definiu-se a seção dos condutores adequada para aquela capacidade de corrente.

Outro detalhe seria o dimensionamento do condutor de proteção, ou o condutor de Terra. A norma 5410 diz que a seção deve ser de acordo com a Tabela 13.

Com relação ao condutor neutro, a norma diz que sua seção pode ser reduzida somente se não houver a previsão da presença de harmônicos e se a capacidade de corrente do condutor com a seção reduzida for suficiente para conduzir a máxima corrente susceptível de percorrer pelo neutro em serviço normal. Por tanto, para o bloco BG não foram utilizados condutores neutros com seções reduzidas.

**Tabela 13 – Seção mínima do condutor de proteção.**

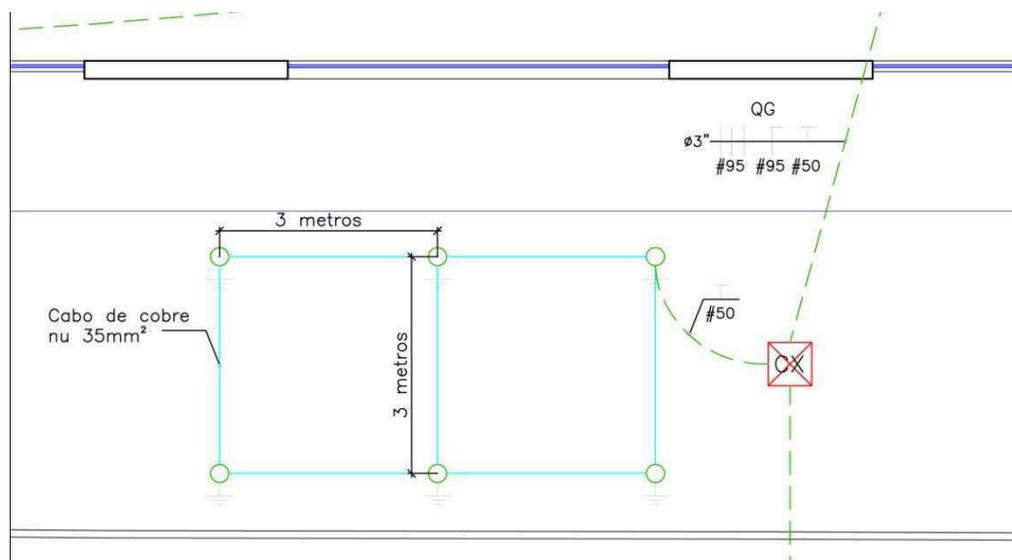
<b>Seção dos condutores fase da instalação (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm<sup>2</sup>)</b>
<b>S ≤ 16</b>	<b>S</b>
<b>16 &lt; S ≤ 35</b>	<b>16</b>
<b>S &gt; 35</b>	<b>S/2</b>

**Fonte: Tabela 53 da Norma NBR 5410**

As redes de alimentação dos quadros terminais e do quadro geral necessitaram de cabos com seções maiores e eletrodutos de maior diâmetro. Esse detalhe é de extrema importância já que existem limitações construtivas que torna o uso de eletrodutos muito espessos inviáveis. Para contornar esse tipo de problema, utilizou-se no projeto do BG um eletroduto para cada rede de alimentação, como apresentado na planta do projeto no Anexo VII.

Como o quadro geral de força será montado, todos os detalhes construtivos foram apresentados em uma das pranchas para não haver dúvidas quanto aos componentes do mesmo. E assim como todos os outros quadros de distribuição do projeto, deverá existir um espaço reservado para outros circuitos provenientes de futuras ampliações do quadro, como determina a NBR 5410. A quantidade de espaços reservados varia de acordo com a quantidade de circuitos de cada quadro, por exemplo, quadros com mais de 30 circuitos deve ter espaço reserva para 15% dos circuitos.

A parte final do projeto é a realização do projeto da malha de aterramento do edifício. Segundo as normas é necessária a determinação prévia da resistividade do solo ao qual será implantada a malha. Porém, no caso do presente projeto não foi possível fazer a medição da resistividade, pela indisponibilidade de um terrômetro. Assim, a malha destinada ao aterramento foi feita baseada em projetos executados anteriormente, e consiste de 6 hastes de cobre 5/8" ligadas através de cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>, sendo utilizadas caixas de inspeção para terra e conectores GTDU de bronze. A disposição das hastes estão apresentadas na Figura 9.



**Figura 9 - Malha de Aterramento: Bloco BG.**

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou as atividades realizadas no período do estágio que contribuíram tanto para o Setor de Engenharia Elétrica da Prefeitura Universitária da UFCG como para o próprio estagiário.

Pode-se destacar a aquisição de conhecimentos técnicos em duas áreas diversificadas que é o projeto de instalações elétricas para edificações, com a utilização do AutoCAD® e do SoftLUX®, bem como o desenvolvimento da habilidade de manusear, interpretar e analisar os dados obtidos por um analisador de energia de acordo com a necessidade, seja para avaliar a qualidade de energia consumida por uma carga ou na determinação de fatores baseados no comportamento desse consumo.

Para o Setor de Engenharia, o presente estudo contribuiu com o desenvolvimento do projeto elétrico de uma central de aula que será construída e que foi totalmente baseado na literatura disponível, principalmente nas normas técnicas vigentes.

O estudo sobre o comportamento do consumo de energia elétrica de centrais de aula deu embasamento para a determinação de fatores que são imprescindíveis nos projetos elétricos, e ainda, pode-se comparar o que está sendo realmente consumido com o que foi estimado nos projetos das centrais de aula.

Além das atividades descritas, pode-se acompanhar a fiscalização de obras, observando-se quais são as medidas que um engenheiro eletricista deve tomar nessas vistorias, além de atividades de manobra para troca de um transformador e para solucionar problemas de interrupção no fornecimento de energia do campus.

No geral, o período foi de fundamental importância para a formação profissional do estagiário, onde pode desenvolver relações interpessoais, a capacidade de tomada de decisão, além de ter a oportunidade de aliar os conhecimentos teóricos adquiridos durante todo o curso de graduação com os conhecimentos práticos.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5361: *Disjuntores de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 20 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 128 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: *Iluminância de*
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5444: *Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais*. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 9 p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. *Manual de Instalações Elétricas Residenciais*. Belo Horizonte, 2003.
- CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. 14 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.  
*Interiores*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 13 p.
- LOPES, Juarez Castrillon. *Manual de Tarifação da Energia Elétrica*. 2 ed. Procel, 2002.
- MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- Norma de Distribuição Unificada – NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras. Energisa, 2010.
- SOUZA, Benemar Alencar de. *Distribuição de Energia Elétrica*. Campina Grande: UFPB, 1997. 144p.

## ANEXOS

### Anexo I: Quadro de Carga do Bloco BZ e G

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)
15	Iluminação	660	220	3	M	2,5	20
16	Iluminação	480	220	2,18	M	2,5	20
17	Iluminação	980	220	4,45	M	2,5	20
18	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
19	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
20	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
21	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
22	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
23	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
24	Tomadas	1250	220	5,68	M	2,5	20
25	Tomadas	300	220	1,36	M	2,5	20
26	Tomadas	400	220	1,82	M	2,5	20
27	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
28	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
29	Tomadas	42000					
30	Iluminação	660	220	3	M	2,5	20
31	Iluminação	1020	220	4,63	M	2,5	20
32	Iluminação	1210	220	5,5	M	2,5	20
33	Iluminação	1250	220	5,68	M	2,5	20
34	Iluminação	1210	220	5,5	M	2,5	20
35	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
36	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
37	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
38	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
39	Tomadas	400	220	1,82	M	2,5	20
40	Tomadas	1250	220	5,68	M	2,5	20
41	Tomadas	300	220	1,36	M	2,5	20
42	Tomadas	2500	220	11,36	M	2,5	20
43	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
44	Tomadas	100	220	0,45	M	2,5	20

## Anexo II: Quadro de Carga da Central de Aulas do CCBS

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm²)	Disjuntor (A)
1	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
2	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
3	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
4	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
5	Tomadas	1100	220	5,00	M	2,5	20
6	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
7	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
8	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
9	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
10	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
11	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
12	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
13	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
14	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
15	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
16	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
17	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
18	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
19	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
20	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
21	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
22	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
23	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
24	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
25	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
26	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
27	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
28	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
29	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	20
30	Iluminação	440	220	2,00	M	2,5	20
31	Iluminação	800	220	3,64	M	2,5	20
32	Iluminação	1000	220	4,55	M	2,5	20
33	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
34	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
35							
36	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
37	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
38	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
39	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
40	Tomadas	1200	220	5,45	M	2,5	20
41	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
42	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
43	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
44	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
45	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
46	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
47	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
48	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
49	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
50	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20

51	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
52	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
53	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
54	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
55	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
56	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
57	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
58	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
59	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
60	Tomadas	1000	220	4,55	M	2,5	20
61	Tomadas	950	220	4,32	M	2,5	20
62	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
63	Tomadas	1500	220	6,82	M	2,5	20
64	Tomadas	100	220	0,45	M	2,5	20
65	Tomadas	400	220	1,82	M	2,5	20
66	Iluminação	340	220	1,55	M	2,5	20
67	Iluminação	1050	220	4,77	M	2,5	20
68	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
69	Iluminação	960	220	4,36	M	2,5	20
70	Iluminação	1210	220	5,50	M	2,5	20

### ANEXO III: Quadro de Carga do Bloco CAA

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)
1	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
2	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
3	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
4	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
5	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
6	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
7	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
8	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
9	Iluminação	1120	220	5,09	M	2,5	10
10	Illum/Tom	3320	220	15,09	M	2,5	16
11	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
12	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
13	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
13 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
14	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	15
14 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	10
15	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
16	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
17	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
17 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
18	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
18 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
19	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
20	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
21	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
21 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16

22	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
22 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
23	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
24	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
25	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
25 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
1	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
2	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
3	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
4	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
5	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
6	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
7	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
8	Iluminação	1280	220	5,82	M	2,5	10
9	Iluminação	1120	220	5,09	M	2,5	10
10	Illum/Tom	3320	220	15,09	M	2,5	16
11	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
12	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
13	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
13 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
14	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	15
14 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	10
15	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
16	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
17	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
17 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
18	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
18 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
19	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
20	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
21	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
21 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
22	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
22 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
23	Tomadas	2200	220	10,00	M	2,5	15
24	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	10
25	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
25 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
1	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
2	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
3	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
4	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
5	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
6	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
7	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
8	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
9	Iluminação	1120	220	5,09	M	2,5	10
10	Illum/Tom	3320	220	15,09	M	2,5	16
11	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
12	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15

13	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
13 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
14	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
15	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
16	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
16 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
17	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
18	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
19	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
19 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
20	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
21	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
22	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
22 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
23	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
24	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
25	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
25 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
27	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
28	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
28 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
29	Tomadas	1400	221	6,33	M	2,5	15
30	Tomadas	600	222	2,70	M	2,5	15
31	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
31 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
32	Tomadas	1400	225	6,22	M	2,5	15
33	Tomadas	600	226	2,65	M	2,5	15
34	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
34 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
1	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
2	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
3	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
4	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
5	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
6	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
7	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
8	Iluminação	1520	220	6,91	M	2,5	10
9	Iluminação	1120	220	5,09	M	2,5	10
10	Ilum/Tom	3320	220	15,09	M	2,5	16
11	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
12	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
13	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
13 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
14	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
15	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
16	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
16 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
17	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
18	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
19	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
19 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
20	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
21	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15

22	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
22 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
23	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
24	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
25	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
25 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
26	Tomadas	1400	220	6,36	M	2,5	15
27	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
28	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
28 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
29	Tomadas	1400	221	6,33	M	2,5	15
30	Tomadas	600	222	2,70	M	2,5	15
31	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
31 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
32	Tomadas	1400	225	6,22	M	2,5	15
33	Tomadas	600	226	2,65	M	2,5	15
34	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
34 <sup>a</sup>	Tomadas	3600	380	9,47	T	2,5	16
1	Iluminação	320	220	1,45	M	2,5	10
2	Tomadas	600	220	2,73	M	2,5	15
1	Tomadas	5595	380	14,72	T	2,5	25
2	Tomadas	5595	380	14,72	T	2,5	25
3	Tomadas	500	220	2,27	M	2,5	10
4	Iluminação	200	220	0,91	M	2,5	10

#### Anexo IV: Descrição da Carga Instalada do Bloco BZ e Bloco G

CENTRAL DE AULA		
Equipamento	Potência (kW)	Quantidade
Lâmpada fluorescente 20	0,3	15
Lâmpada fluorescente 40	7,76	194
Lâmpada incandescente	0,24	4
Refletor	1	4
Ar condicionado	33,32	28
Bebedouro	0,2	1
Datashow	4,9	14
Computador	4,2	14
Retroprojeter	4,9	14
<b>TOTAL</b>	<b>56,82</b>	

## Anexo V: Descrição da Carga Instalada do Bloco do CCBS

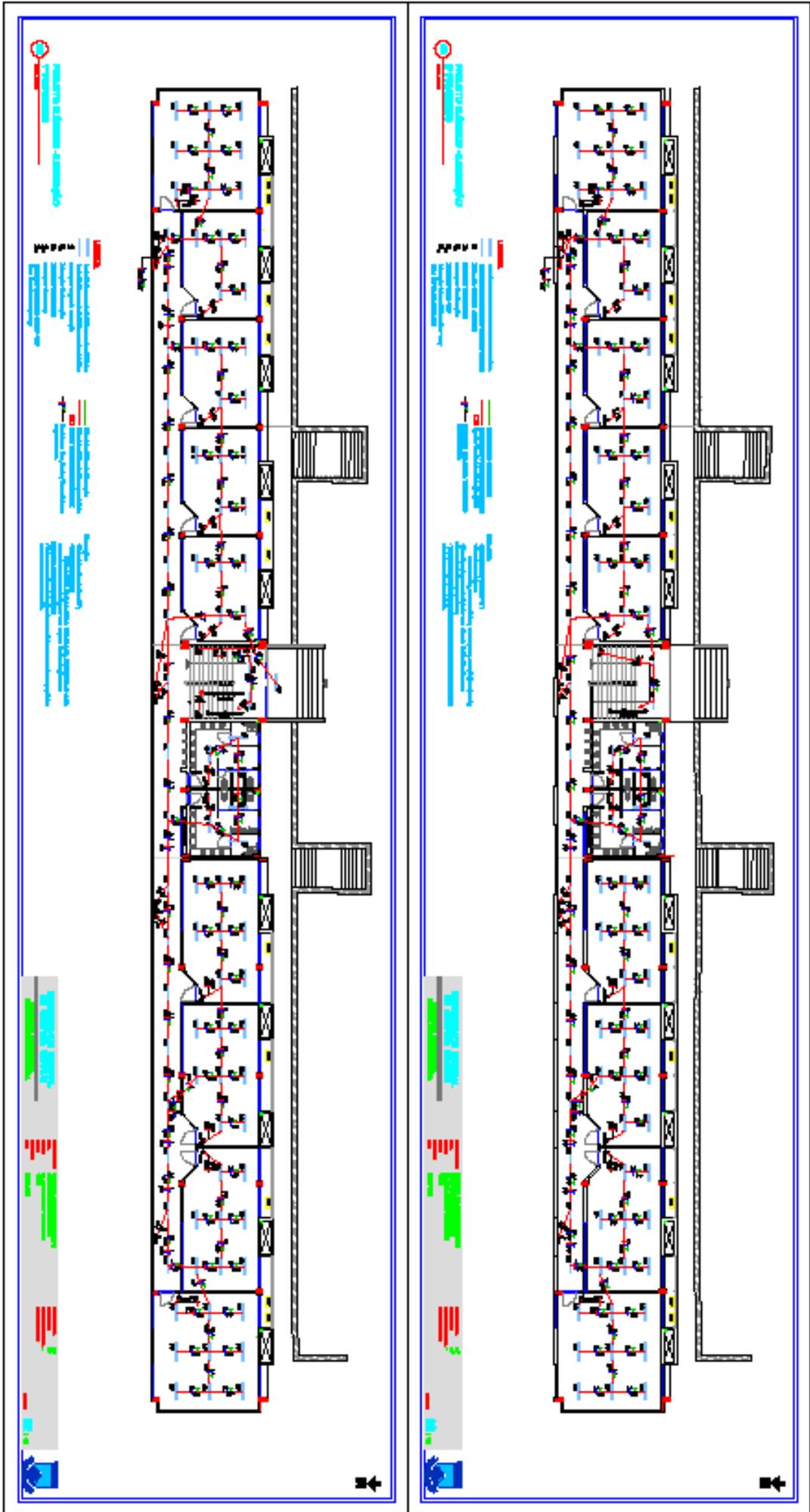
<b>CENTRAL DE AULA</b>		
<b>Equipamento</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Quantidade</b>
Lâmpada fluorescente 20	0,52	26
Lâmpada fluorescente 40	7,68	192
Refletor	0,5	2
Ar condicionado	33,32	28
Bebedouro	0,4	2
Datashow	2,1	6
Computador	3	10
Lâmpada de Emergência	0,32	40
Amplificador de som	0,1	2
Televisão 14"	0,1	1
Geladeira	0,15	1
<b>TOTAL</b>	<b>48,19</b>	

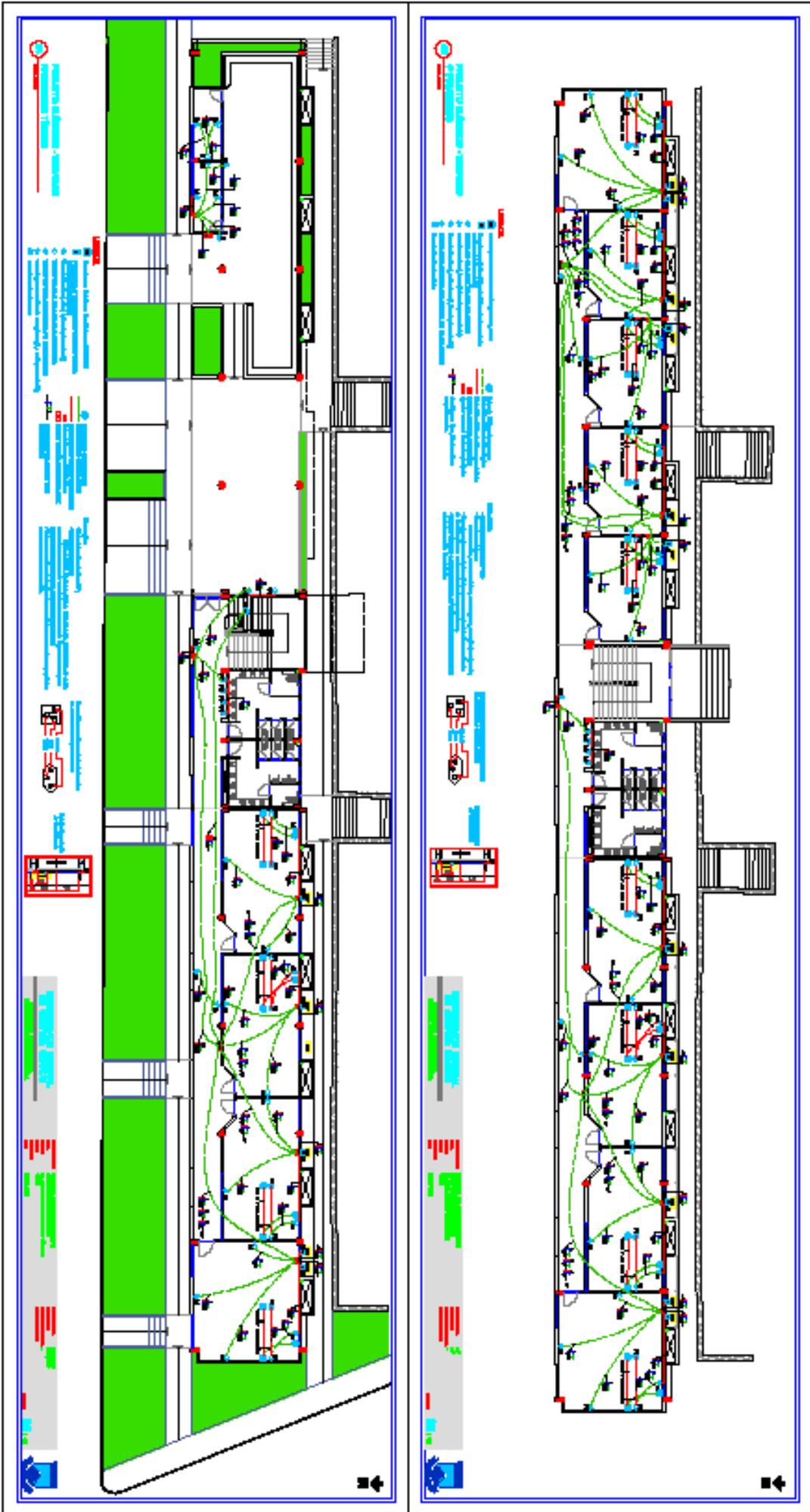
## Anexo VI: Descrição da Carga Instalada do Bloco CAA

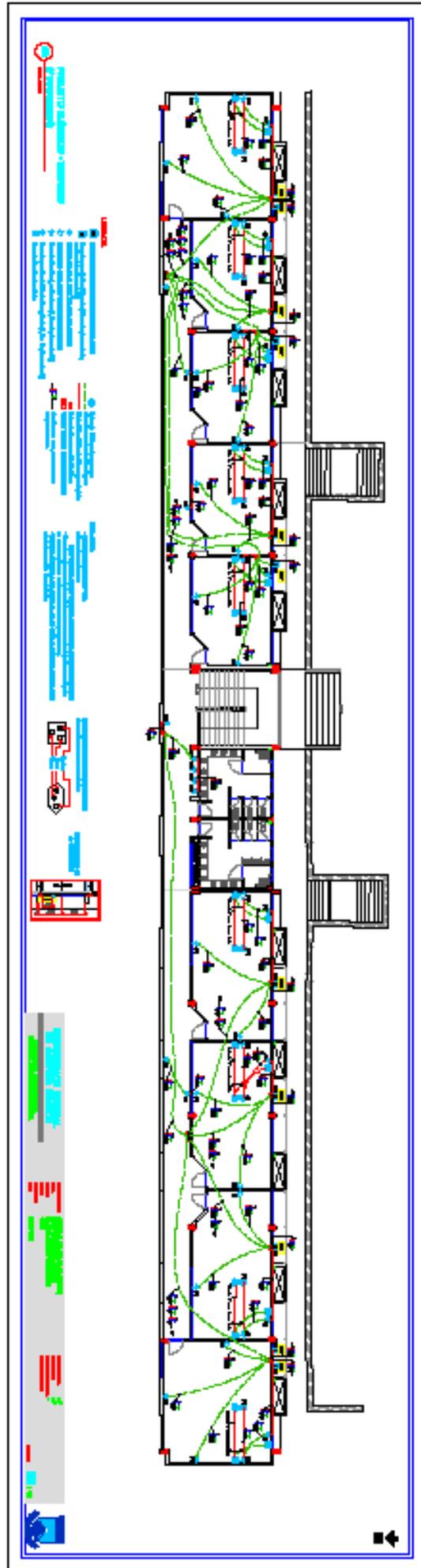
<b>CENTRAL DE AULA</b>		
<b>Equipamento</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Quantidade</b>
Lâmpada fluorescente 20	1,76	88
Lâmpada fluorescente 40	45,76	1144
Ar condicionado	115,2	32
Bebedouro	2,4	12
<b>TOTAL</b>	<b>165,12</b>	

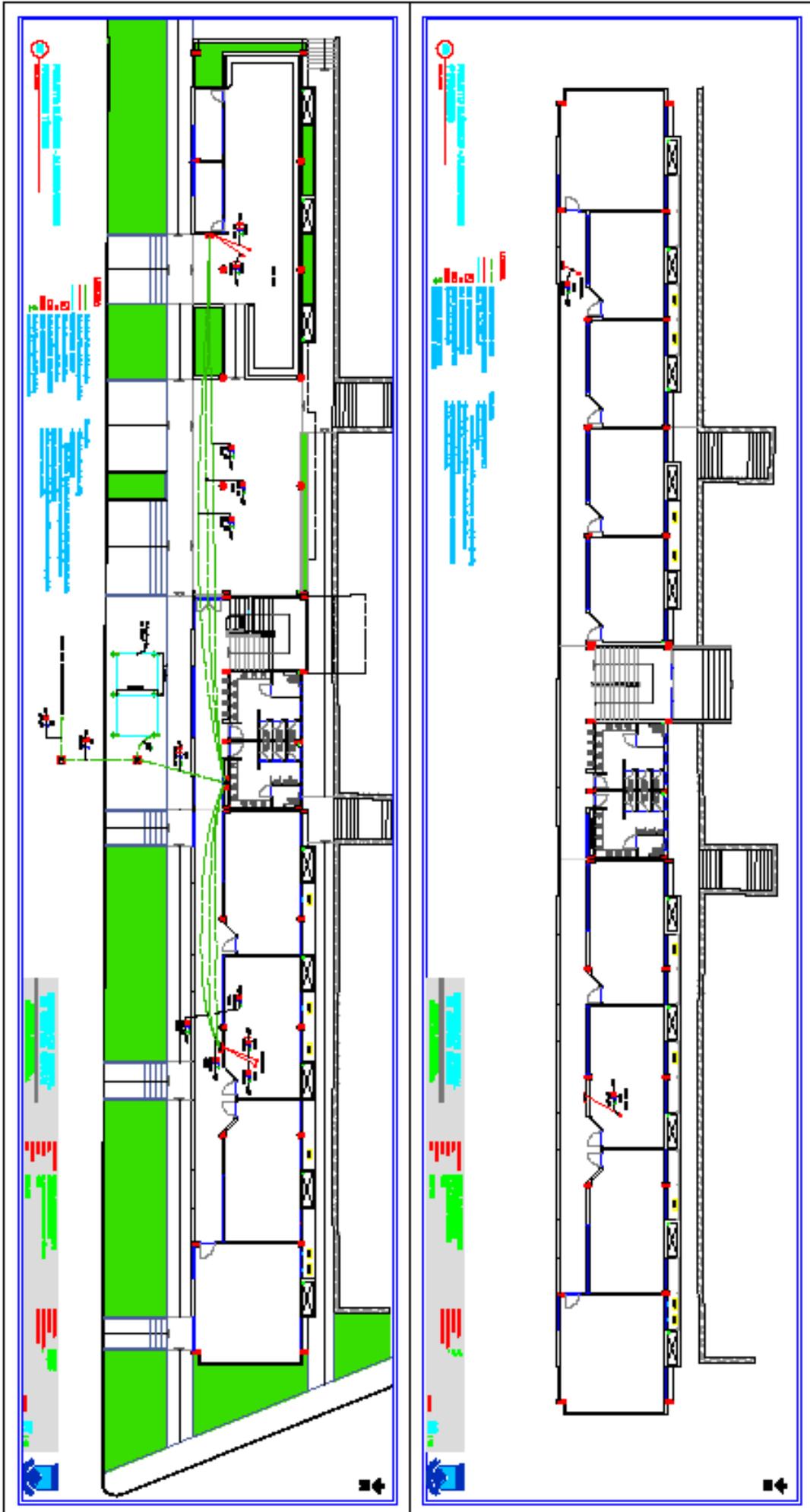
## Anexo VII: Pranchas do Projeto Elétrico da Central de Aulas BG



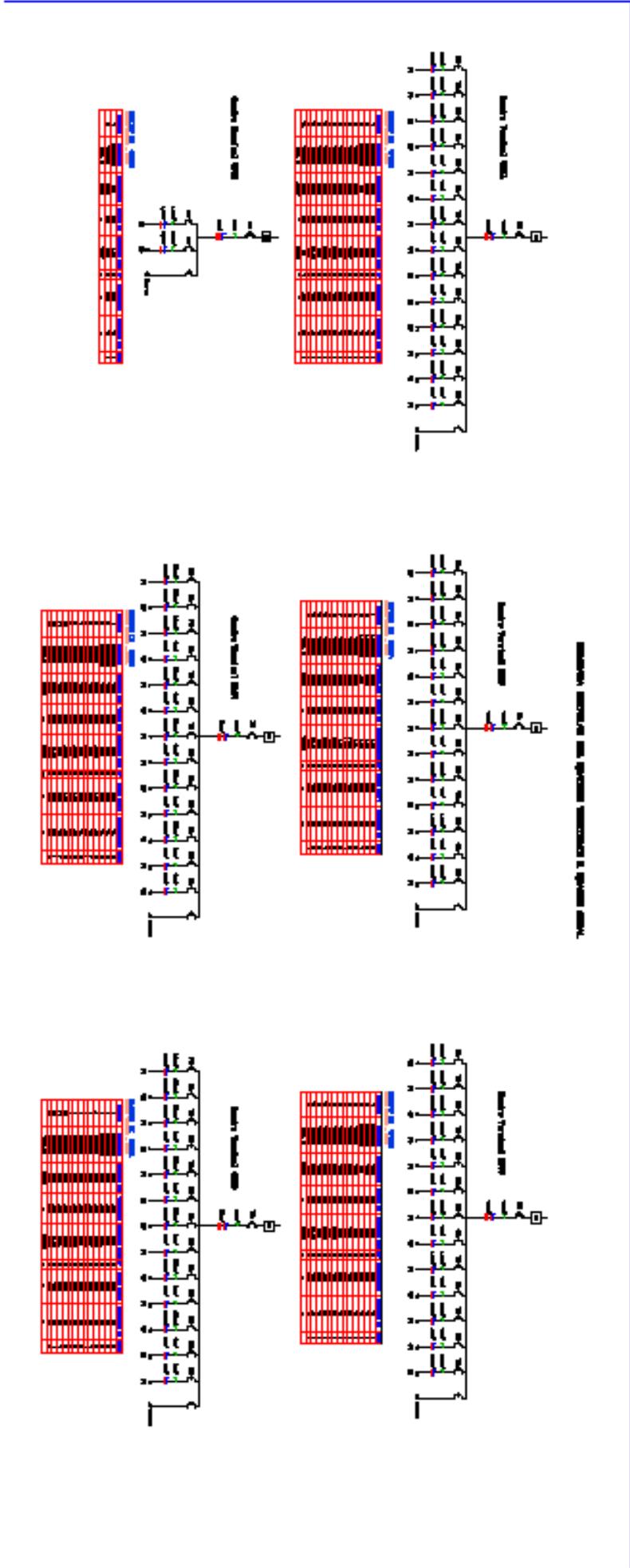


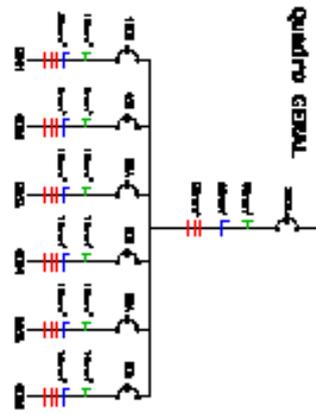












**QUADRO DE CARGA**

*Atenção: Verificar a carga máxima de cada linha.*

DISJUNTOR	INTENSIDADE (A)	TENSÃO (V)	IP	ESPECIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO (C)
100	100	220	30	1P	100A
40	40	220	30	1P	40A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A
20	20	220	30	1P	20A

**LEGENDA**

- Linha 1
- Linha 2
- Linha 3
- Linha 4
- Linha 5
- Linha 6
- Linha 7
- Linha 8

