



**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

JORDANE GONÇALVES DOS SANTOS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba  
Março de 2015

JORDANE GONÇALVES DOS SANTOS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio  
Supervisionado submetido à  
Unidade Acadêmica de  
Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de  
Campina Grande como parte  
dos requisitos necessários para  
a obtenção do grau de bacharel  
em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Orientador:  
Prof. Dr. George Rossany Soares de Lira

Campina Grande, Paraíba  
Março de 2015

JORDANE GONÇALVES DOS SANTOS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de estágio supervisionado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Aprovado em     /     /

**Prof. Msc. Genoilton João de Carvalho Almeida**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Prof. Dr. George Rossany Soares de Lira**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Aos meus pais José Vicente dos Santos e Rita Gonçalves dos Santos  
Ao meu noivo José Arielio  
Aos meus irmãos Jossandra, Jordean,  
Madea, Célia, Jocélio e Ailton.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de poder concluir um curso superior, pela proteção, saúde e paz a mim concedidas.

À minha família, por todo amor, carinho e apoio durante essa jornada.

Ao meu noivo José Arielio, pela paciência, amor e apoio.

A todas as meninas que moraram comigo durante o curso, pela amizade e pelos momentos engraçados que vivemos.

Às minhas amigas Laura Eduarda e Polyana Brandão pela amizade sincera e pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

A todos os colegas do curso de graduação em Engenharia Elétrica pela amizade e conhecimento compartilhado.

Ao meu supervisor Engenheiro Jonas Agápito de Medeiros, pela paciência, atenção e pelos ensinamentos que contribuíram muito para minha formação profissional.

Aos engenheiros eletricitas Camila Guedes e João Helder Gonzaga, da Prefeitura universitária da UFCG, por me auxiliar durante as atividades do estágio.

À Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, por ter sempre procurado o melhor para os alunos e por ter nos tratado com carinho e respeito.

Vencer é o que importa.  
O resto é a consequência.

Airton Senna

## RESUMO

No presente relatório de estágio, foram desenvolvidas algumas atividades relacionadas à ênfase de eletrotécnica, tais como: projeto de instalação elétrica predial e projeto de um quadro geral. Para isso, foi tomado como referência as Normas Brasileiras ABNT NBR 5410/2004 (Instalações elétricas de baixa Tensão), ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 (Iluminação de Ambientes de Trabalho Parte 1: Interior) e a Norma de Distribuição Unificada NDU-001 (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária). O foco principal desse estágio foi o projeto das instalações elétricas do bloco CW da UFCG, utilizando os *softwares* Autocad e DIALux e as normas citadas anteriormente.

**Palavras-chave: Instalação elétrica predial, Quadro geral, Normas brasileiras, Autocad, DIALux.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-32 e sua curva de isolux.....	38
Figura 2. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-16 e sua curva de isolux.....	38
Figura 3. Disposição das luminárias no laboratório de materiais e suas linhas de isolux.....	39
Figura 4. Níveis de iluminação no laboratório de materiais.....	39
Figura 5. Representação de cores falsas no laboratório de materiais.....	39
Figura 6. Disposição das luminárias no laboratório de estruturas e suas linhas de isolux- parte 1.....	40
Figura 7. Níveis de iluminação no laboratório de estruturas - parte 1.....	40
Figura 8. Representação de cores falsas no laboratório de estruturas - parte 1.....	40
Figura 9. Disposição das luminárias no laboratório de estruturas e suas linhas de isolux- parte 2.....	41
Figura 10. Níveis de iluminação no laboratório de estruturas - parte 2.....	41
Figura 11. Representação em cores falsas do laboratório de estruturas - parte 2.....	41
Figura 12. Disposição das luminárias no laboratório de ensaios químicos.....	42
Figura 13. Níveis de iluminação no laboratório de ensaios químicos.....	42
Figura 14. Representação de cores falsas no laboratório de ensaios químicos.....	42
Figura 15. Disposição das luminárias no teto do laboratório de estruturas e suas linhas de isolux.....	43
Figura 16. Níveis de iluminação no teto do laboratório de estruturas.....	43
Figura 17. Representação de cores falsas no teto do laboratório de estruturas.....	43
Figura 18. Disposição das luminárias no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes e suas linhas de isolux.....	44
Figura 19. Níveis de iluminação no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes.....	44
Figura 20. Representação de cores falsas no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes	

.....	44
Figura 21. Disposição das luminárias nos banheiros para cadeirantes e suas linhas de isolux.....	
.....	45
Figura 22. Níveis de iluminação nos banheiros para cadeirantes.....	45
Figura 23. Representação em cores falsas dos banheiros para cadeirantes.....	45
Figura 24. Disposição das luminárias no Hall e suas linhas de isolux.....	46
Figura 25. Níveis de iluminação no Hall.....	46
Figura 26. Representação em cores falsas do Hall.....	46
Figura 27. Disposição das luminárias nas salas de professores e na secretaria e suas linhas de isolux.....	47
Figura 28. Níveis de iluminação nas salas de professores e na secretaria.....	47
Figura 29. Representação em cores falsas das salas de professores e da secretaria.....	47
Figura 30. Disposição das luminárias nas salas de aula e suas linhas de isolux.....	48
Figura 31. Níveis de iluminação nas salas de aula.....	48
Figura 32. Representação das cores falsas nas salas de aula.....	48
Figura 33. Disposição das luminárias na sala de técnicos e na sala pequena de professores e suas linhas de isolux.....	49
Figura 34. Níveis de iluminação na sala de técnicos e na sala pequena de professores.....	49
Figura 35. Representação em cores falsas da sala de técnicos e da sala pequena de professores. .....	49
Figura 36. Disposição das luminárias nos banheiros masculino, feminino e na cantina e suas linhas de isolux.....	50
Figura 37. Níveis de iluminação nos banheiros masculino, feminino e na cantina.....	50

Figura 38. Representação em cores falsas dos banheiros masculino, feminino e na cantina.....	50
Figura 39. Disposição das luminárias na sala de balanças e suas linhas de isolux.....	51
Figura 40. Níveis de iluminação na sala de balanças.....	51
Figura 41. Representação em cores falsas da sala de balanças.....	51
Figura 42. Disposição das luminárias no corredor a oeste e suas linhas de isolux.....	52
Figura 43. Níveis de iluminação no corredor a oeste.....	52
Figura 44. Representação de cores falsas do corredor a oeste.....	52
Figura 45. Disposição das luminárias no corredor a leste e suas linhas de isolux.....	53
Figura 46. Níveis de iluminação no corredor a leste.....	53
Figura 47. Representação de cores falsas do corredor a leste.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Corrente de projeto para circuitos monofásicos.....	11
Tabela 2. Corrente de projeto para circuitos trifásicos.....	12
Tabela 3. Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito (Tabela 46 da NBR 5410/2004).....	12
Tabela 4. Seção mínima do condutor de proteção (NBR 5410).....	13
Tabela 5. Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos (NDU - 001 da Energisa). .....	14
Tabela 6. Fatores de demanda para aparelhos de ar - condicionado tipo janela – não residencial NDU-001 da Energisa).....	14
Tabela 7. Descargas atmosféricas (NBR 5410/2004).....	18
Tabela 8. Previsão da Carga de Tomadas de uso Geral e específico.....	26
Tabela 9. Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (uso geral).....	27
Tabela 10. Níveis de iluminação no laboratório de estruturas - parte 2.....	27
Tabela 11. Equipamentos que serão instalados no laboratório de estruturas.....	28
Tabela 12. Dimensionamento dos condutores dos circuitos do laboratório de estruturas.....	29
Tabela 13. Dimensionamento dos condutores dos circuitos dos condicionadores de ar.....	30
Tabela 14. Cálculo da demanda do QD1.....	31
Tabela 15. Cálculo da demanda do QD2.....	31
Tabela 16. Cálculo da demanda do QD3.....	31
Tabela 17. Cálculo da demanda do QD4.....	31
Tabela 18. Cálculo da demanda do QD10.....	31
Tabela 19. Dimensionamento dos condutores dos circuitos de distribuição.....	32

Tabela 20. Especificação dos eletrodutos utilizados no projeto.....	33
Tabela 21. Área externa dos condutores.....	33
Tabela 22. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 31% de ocupação.....	33
Tabela 23. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.....	33
Tabela 24. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.....	34
Tabela 25. Valores comerciais de disjuntores unipolares 127/230 V.....	34
Tabela 26. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de iluminação.....	35
Tabela 27. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de força.....	35
Tabela 28. Cálculo dos disjuntores dos circuitos dos condicionadores de ar.....	36
Tabela 29. Cálculo dos disjuntores dos equipamentos do laboratório de estruturas.....	36
Tabela 30. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de distribuição.....	37
Tabela 31. Valores de iluminância mantida utilizados no projeto–NBR ISO/CIE 8995-1/2013. .....	38

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	Prefeitura Universitária da UFCG.....	2
3	Fundamentação Teórica.....	3
3.1	Etapas de um Projeto de Instalações Elétricas.....	6
3.1.1	Previsão de Cargas.....	6
3.1.2	Cálculo Luminotécnico.....	7
3.1.3	Divisão dos Circuitos Terminais.....	9
3.1.4	Carga Térmica.....	10
3.1.5	Dimensionamento dos Condutores.....	10
3.1.5.1	Corrente dos Circuitos terminais.....	11
3.1.5.2	Corrente do Circuito de Distribuição.....	13
3.1.6	Dimensionamento dos Eletrodutos.....	15
3.1.7	Dimensionamento dos Disjuntores.....	15
3.1.8	Dispositivos de Proteção a Corrente Diferencial Residual.....	16
3.1.9	Dispositivos de Proteção Contra Surtos (DPS).....	18
4	Considerações Finais.....	19
	Referências .....	21
	Anexo A – Memorial Descritivo.....	22
	Anexo B – Memorial de Cálculo.....	27
	Anexo C – Planilha Excell para Cálculo de Carga Térmica.....	55
	Anexo d – Planilha Excell para Cálculo de Eletrodutos.....	56
	Anexo e – Projeto Elétrico no Autocad.....	57

# 1 INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado cujas as atividades são descritas nesse relatório, teve duração de 180 horas e foi realizado na Prefeitura Universitária da UFCG junto ao setor de Engenharia, durante o período de 05 de Janeiro de 2015 a 04 de março de 2015, sob a supervisão do Engenheiro Eletricista Jonas Agápito de Medeiros, como também, com o auxílio dos demais engenheiros da Prefeitura.

O estágio supervisionado tem como objetivo o cumprimento das exigências da disciplina integrante da grade curricular, Estágio Supervisionado, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. Essa disciplina é indispensável para a formação profissional, já que consolida os conhecimentos adquiridos durante o curso e é obrigatória para a obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista.

Nesse estágio foram realizadas atividades relacionadas à instalações elétricas em baixa tensão. O projeto elétrico predial elaborado incluiu a previsão de cargas para cada ambiente, o projeto luminotécnico, a divisão dos circuitos terminais, o projeto da carga térmica de cada ambiente, o dimensionamento dos condutores, eletrodutos e disjuntores. Além disso, foi feito o projeto de um quadro geral contendo todos os dispositivos de proteção necessários para o bom funcionamento das instalações elétricas.

## 2 PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG

A Prefeitura Universitária, antes subprefeitura, passou a ter esse *status* após o desmembramento da UFPB pela Lei 10.419/2002 e criação da UFCG. Ela pertence à estrutura da Reitoria da UFCG e tem suas atribuições definidas pela resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário [1].

As competências da Prefeitura Universitária estão dispostas no artigo 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG e são as seguintes [1]:

- I – colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento, no planejamento e desenvolvimento físico dos campi da Universidade;
- II – elaborar estudos e projetos de edificações e infraestruturas nos campi ou fora deles quando do interesse da Universidade;
- III – solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia;
- VI – manter e conservar bens móveis e imóveis da universidade;
- V – gerenciar o setor de transportes;
- VI – planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações;
- VII – determinar o setor de exercício dos servidores lotados na Secretaria;
- VIII – zelar pela segurança da comunidade acadêmica, no âmbito dos campi, bem como pelo patrimônio da Universidade;
- IX – gerir os créditos provisionados e os recursos repassados, que se destinem à execução de suas atividades.

A missão da Prefeitura Universitária da UFCG é promover ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura do Campus, implementando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia [1].

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia elétrica é indispensável para o crescimento de um país e o conforto das pessoas. Uma das formas de saber o quão desenvolvido é um país é por meio da análise do consumo de energia elétrica. Dessa forma, todo país deve investir na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica para garantir o suprimento de suas cargas e assegurar o desenvolvimento industrial e conseqüentemente, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social.

Para que a energia do sistema de distribuição chegue até os pontos de utilização de forma segura se faz necessário a elaboração de um projeto de instalações elétricas. Existem projetos de instalações elétricas prediais e industriais. Nesse trabalho são abordados apenas os projetos de instalações prediais.

De acordo com [2], o projeto de instalação elétrica predial consiste basicamente em:

- Quantificar, determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica;
- Dimensionar, definir o tipo e o caminhamento dos condutores e condutos;
- Dimensionar, definir os tipos e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios.

Para que o projeto seja confiável, é necessário que ele esteja de acordo com as normas técnicas aplicáveis. Essas normas dispõem de um conjunto de critérios a serem seguidos durante a elaboração do projeto elétrico.

As partes componentes de um projeto elétrico são os desenhos e os documentos, tais como: Anotação de Responsabilidade Técnica (ART); Carta de solicitação de aprovação à concessionária, se a rede for externa; Memorial descritivo; Memorial de cálculo; Plantas (planta de situação e planta dos pavimentos); Esquemas verticais (prumada); Quadros de distribuição de cargas e seus diagramas multifilares; Lista de materiais e alguns detalhes como sistemas de aterramento e para-raios [2].

Na elaboração de um projeto elétrico, é aconselhável que sejam seguidos três critérios importantes, listados a seguir:

- **Acessibilidade:** os pontos de utilização e os quadros devem estar em locais de fácil acesso para facilitar as manutenções futuras;

- **Flexibilidade e reserva de carga:** as instalações devem ser projetadas garantindo flexibilidade para alguma modificação futura e reserva de carga para acréscimos de cargas futuras;
- **Confiabilidade:** para garantir o funcionamento correto dos equipamentos e a integridade física dos seus usuários, as normas técnicas devem ser seguidas [2].

Para que um profissional trabalhe elaborando projetos de instalações elétricas prediais, é importante que ele saiba os conceitos de algumas grandezas de luminotécnica e de instalações elétricas prediais, listadas a seguir [3] e [4]:

- **Luz:** é uma gama de comprimentos de ondas eletromagnéticas sensíveis aos olhos humanos, ou seja, toda radiação eletromagnética situada entre as radiações infravermelhas e as radiações ultravioletas.
- **Intensidade luminosa:** é a medida da percepção da potência que uma fonte luminosa emite em uma dada direção. Tem como unidade de medida a candela (cd).
- **Fluxo luminoso:** é a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa. Tem como unidade de medida, o Lúmen (lm).
- **Iluminância:** é a quantidade de luz que incide no plano de trabalho, tendo como unidade de medida o Lux (lx). O Lux é definido como sendo um fluxo luminoso de 1 lúmen, que incide perpendicularmente numa superfície de 1 m<sup>2</sup>, distribuído uniformemente sobre a mesma.
- **Luminância:** é uma medida da densidade da intensidade da luz refletida numa dada direção (cd/m<sup>2</sup>). Ainda pode ser definida como a sensação de claridade de uma superfície iluminada.
- **Aparência ou temperatura de cor:** aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz. A sua unidade de medida é o Kelvin (K). Quanto maior a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade da cor da luz.
- **Índice de reprodução de cor (IRC):** número abstrato, variando de 0 a 100, que indica, aproximadamente, com que fidelidade uma certa iluminação artificial permitirá ao olho humano perceber as cores dos objetos. Quanto maior o IRC, melhor será a reprodução da cor real do objeto.

- **Circuito elétrico:** é o conjunto de equipamento e condutores, ligados ao mesmo dispositivo de proteção.
- **Circuito elétrico de distribuição:** circuito que interliga o quadro de medição aos quadros de distribuição.
- **Circuitos elétricos terminais:** são circuitos que partem do quadro de distribuição para alimentar diretamente as cargas.
- **Quadro de distribuição:** é o centro de distribuição da instalação elétrica. Ele é alimentado por um ou mais circuitos de distribuição e dele partem os circuitos terminais que alimentam diretamente as cargas. Além disso, nele são instalados os dispositivos de proteção e manobra.
- **Quadro de medição:** é destinado à instalação dos medidores de energia e seus acessórios, bem como dos dispositivos de proteção geral.
- **Aterramento de proteção:** ligação das massas (carcaças metálicas de quadros de distribuição, de transformadores, de motores, eletrodutos metálicos etc) e de elementos condutores estranhos à instalação à terra, com o objetivo de garantir a proteção contra contatos indiretos.
- **Condutor de proteção (PE):** condutor que liga as massas e os elementos condutores estranhos à instalação, entre si e/ou ao terminal de aterramento.
- **Condutor PEN:** condutor que cumpre simultaneamente a função de condutor de proteção (PE) e de condutor neutro (N).

## 3.1 ETAPAS DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A seguir, são apresentadas algumas etapas pelas quais passa a elaboração de um projeto de instalações elétricas prediais, enfatizando as normas técnicas que devem ser seguidas e suas principais diretrizes relacionadas a cada etapa.

### 3.1.1 PREVISÃO DE CARGAS

Para dar início a um projeto de instalações elétricas, deve ser feita a previsão de carga para o ambiente considerado. As cargas de uma unidade consumidora são os aparelhos de utilização (lâmpadas, computadores, carregadores de celular, aquecedores, condicionadores de ar, eletrodomésticos, motores para máquinas diversas, entre outras) que demandam potência da rede elétrica. A previsão de cargas consiste na determinação de todos os pontos de utilização de energia elétrica que farão parte da instalação e suas respectivas potências, ou seja, consiste em determinar as quantidades e a localização de cada ponto de consumo de energia elétrica da instalação [3].

De acordo com a NBR 5410/2004, “a carga a considerar para um equipamento de utilização é a potência nominal por ele absorvida, dada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e do fator de potência”.

A previsão de cargas para iluminação geralmente é feito utilizando um *software*, como será exposto no item seguinte.

A previsão dos pontos de tomadas deve ser feita de acordo com o item 4.2.1.2.3 e 9.5.2.2 da NBR 5410, com destaque para os itens 9.5.2.2.1 e 9.5.2.2.2 que tratam do número de pontos de tomadas e das potências atribuíveis aos pontos de tomadas, respectivamente, apresentados a seguir:

#### **Número de pontos de tomadas**

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos

distintos;

c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m<sup>2</sup>. Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m<sup>2</sup> e igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>;
- um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m<sup>2</sup>, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

#### **Potências atribuíveis aos pontos de tomada**

a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

### **3.1.2 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

Para determinar a quantidade de luminárias e a distribuição dessas no ambiente, de forma a garantir o nível de iluminamento adequado, que é indicado pela NBR ISO/CIE 8995-1/2013 para diversos tipos de ambientes, pode ser utilizado um dos seguintes métodos:

- Métodos dos Lúmens;
- Método Ponto a Ponto;
- Método das Cavidades Zonais.

A comissão Internacional de Iluminação (CIE) definiu que os métodos mais utilizados para cálculo luminotécnico são o Método dos Lúmens e o Método Ponto a Ponto. O Método Ponto a Ponto é baseado na lei de Lambert, que define que a iluminância é inversamente proporcional ao quadrado da distância do ponto iluminado ao foco luminoso.

O Método dos Lúmens, também conhecido como método do fluxo luminoso, passa por diversas etapas até chegar na determinação do número de luminárias e sua distribuição no ambiente, tais como: determinação da iluminância desejada, escolha da luminária e lâmpada, determinação do fator local, da eficiência do recinto e da luminária, do fator de utilização e do fator de depreciação [4]. Durante essas etapas, é necessário a consulta a norma NBR ISO/CIE 8995-1/2013, que trata da iluminação de ambientes de trabalho e, a consulta a catálogos de fabricantes, com todas as informações técnicas das luminárias.

Na prática, durante a elaboração de um projeto elétrico, é inviável que o cálculo luminotécnico seja feito manualmente, pois demandará muito tempo e esforço. Geralmente os projetos luminotécnicos são feitos utilizando *softwares*, como o DIALux e o LUMISOFT.

Para fazer o cálculo luminotécnico utilizando o DIALux, inicialmente o usuário importa a planta arquitetônica do AutoCAD (software de elaboração de projetos), depois arrasta o delimitador para área desejada, informa o pé direito dessa área, escolhe o tipo de distribuição das luminárias no ambiente (distribuição de campo, circular, linear, entre outras), escolhe o tipo de luminária, as cores do piso, teto e paredes, a iluminância mantida de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1/2013, a altura do plano de trabalho e finalmente se inicia o cálculo. Para visualizar os dados, o DIALux gera um relatório contendo todas as informações necessárias para que seja possível analisar se esse cálculo está realmente adequado para o ambiente especificado. Se o valor da iluminância média estiver de acordo com a norma, o último passo é exportar o ficheiro.dwg para o AutoCAD.

### 3.1.3 DIVISÃO DOS CIRCUITOS TERMINAIS

Os circuitos terminais podem ser comuns ou exclusivos de cada ambiente. O item 4.2.5 da NBR 5410/2004 trata da divisão da instalação. De acordo com esse item, as seguintes prescrições normativas devem ser seguidas:

1. A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.
2. A divisão da instalação em circuitos deve ser de modo a atender, entre outras, às seguintes exigências:
  - a) segurança – por exemplo, evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área;
  - b) conservação de energia – por exemplo, possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
  - c) funcionais – por exemplo, viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc.;
  - d) de produção – por exemplo, minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
  - e) de manutenção – por exemplo, facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo.
3. Devem ser previstos circuitos distintos para partes da instalação que requeiram controle específico, de tal forma que estes circuitos não sejam afetados pelas falhas de outros (por exemplo, circuitos de supervisão predial).
4. Na divisão da instalação devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem se refletir não só na potência de alimentação, mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros de distribuição.
5. Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos

equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

### 3.1.4 CARGA TÉRMICA

Para cada ambiente, a carga térmica em BTU/h deve ser calculada adequadamente para que seja possível encontrar os valores correspondentes das potências em Watts, valores estes necessários ao dimensionamento dos condutores.

Atualmente, existem alguns *softwares* que podem ser utilizados no cálculo da carga térmica. O PRÓ-ArCondicionado é um aplicativo do AutoCAD que automatiza o projeto de instalações de ar-condicionado. Ele reconhece automaticamente a planta baixa feita no CAD, analisa o projeto todo e não apenas um ambiente por vez, resultando em ganho de produtividade. Além disso, gera a lista de materiais com todos os componentes utilizados no projeto, inserindo-os nas pranchas ou em arquivo Excell para fins de orçamento [5]. Outro *software* é o RapidHVAC – Cargas Térmicas, que assim como o PRÓ-ArCondicionado, permite importar um desenho feito com qualquer programa de CAD em formato DXF ou DWG de modo que todas as dimensões e medidas são retiradas diretamente do programa [6]. Também são utilizadas planilhas em Excell para o cálculo da carga térmica, que podem ser encontradas gratuitamente na internet.

### 3.1.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

O dimensionamento técnico de um circuito nada mais é do que a aplicação das prescrições da NBR 5410/2004 relativas à escolha da bitola dos condutores e seus respectivos dispositivos de proteção [7].

Os critérios técnicos mais utilizados no dimensionamento dos condutores, são o critério da Capacidade de Condução de Corrente e o critério da Queda de Tensão. Estes critérios quando utilizados conduzem a menor seção possível do condutor que não venha comprometer a segurança, a qualidade e a durabilidade das instalações elétricas.

Nesse relatório é abordado apenas o critério da Capacidade de condução de Corrente, já que este foi o critério utilizado na elaboração do projeto.

O dimensionamento do condutor pela Capacidade de Corrente assume várias etapas [7]:

1. Escolha do tipo de condutor;
2. Escolha da forma de instalação dos condutores;
3. Cálculo da corrente nominal do circuito (corrente de projeto);
4. Verificação da quantidade de condutores carregados e de circuitos instalados conjuntamente;
5. Cálculo da corrente corrigida (fictícia), quando existir;
6. Determinação da seção do condutor capaz de conduzir a corrente do circuito.

No comércio, existem os condutores de cobre e de alumínio, rígidos ou flexíveis, com isolamento de policloreto de vinila (PVC), de borracha etileno-propileno (EPR) e de polietileno reticulado (XLPE). Essa isolamento pode ser não propagadora de chama (anti-chama), anti-fumaça ou uma combinação dessas duas características.

Para determinar a maneira de instalação dos condutores, a Tabela 33 (Tipos de linhas elétricas) da NBR 5410/2004 deve ser consultada. Um dos métodos de instalação bastante utilizado é o método de instalação número 7 cuja referência é B1, onde os condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular são embutidos em alvenaria.

### 3.1.5.1 CORRENTE DOS CIRCUITOS TERMINAIS

A corrente nominal do circuito, também conhecida como corrente de projeto, é calculada de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Corrente de projeto para circuitos monofásicos [8].

<b>Circuitos Monofásicos</b> F+N F+F 2F+N	<b>Resistivos</b> (lâmpadas incandescentes e resistências)	$I_p = \frac{P_n}{v}$ ou $I_p = \frac{P_n}{V}$
	<b>Indutivos</b> (Reatores e motores)	$I_p = \frac{P_n}{v \cdot \cos(\phi) \cdot \eta}$ ou $I_p = \frac{P_n}{V \cdot \cos(\phi) \cdot \eta}$

Tabela 2. Corrente de projeto para circuitos trifásicos [8].

<b>Circuitos Trifásicos</b>	<b>Equilibrados</b>	$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} V \cdot \cos(\phi) \cdot \eta}$
	<b>Desequilibrados (3F+N)</b>	$I_p = \frac{P_n}{3 \cdot v \cdot \cos(\phi) \cdot \eta}$

Sendo:

$I_p$  – Corrente de projeto do circuito, em Ampères (A);

$P_n$  – Potência elétrica nominal do circuito, em Watts (W);

$v$  – tensão entre fase e terra, em Volts (V);

$V$  – tensão elétrica entre fases, em Volts (V);

$\eta$  – rendimento;

$\cos(\phi)$  – Fator de potência.

Os condutores carregados de um circuito são aqueles que são percorridos por corrente elétrica (condutores fase e neutro). Os condutores utilizados unicamente como condutores de proteção (PE) não são considerados condutores carregados. O número de condutores carregados a serem considerados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito (Tabela 46 da NBR 5410/2004).

<b>Esquema de condutores vivos do circuito</b>	<b>Número de condutores carregados a ser adotado</b>
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

Para calcular a corrente corrigida, divide-se a corrente de projeto pela multiplicação do fator de correção de temperatura pelo fator de agrupamento, conforme equação 1.

$$I_c = \frac{I_p}{FCT \cdot FCA} \quad (1)$$

Se os condutores forem instalados em ambiente cuja temperatura difira de 30°C para todas as maneiras de instalar, exceto as linhas enterradas, cujas capacidades são referidas a uma temperatura (no solo) de 20°C, deve-se aplicar os fatores de correção de temperatura dados na Tabela 40 da NBR 5410/2004. Quanto ao fator de correção de agrupamento, este é aplicado quando se tem um certo número de condutores agrupados, conforme as Tabelas 42 a 45 da norma já referida anteriormente.

Sabendo-se o número de condutores carregados e a corrente corrigida, recorre-se a uma das Tabelas das capacidades de condução de corrente (Tabelas 36 a 39 da NBR 5410/2004) e determina-se a bitola do condutor que por excesso, atenda a capacidade de condução de corrente do circuito.

A seção do condutor de proteção é calculada conforme a Tabela 4, que é válida apenas se o condutor de proteção for constituído do mesmo metal que os condutores de fase. Quando este não for o caso, consulta-se a IEC 60364-5-54.

Tabela 4. Seção mínima do condutor de proteção (NBR 5410).

Seção dos condutores de fase S mm <sup>2</sup>	Seção mínima do condutor de proteção correspondente
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

### 3.1.5.2 CORRENTE DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO

Para calcular a corrente do circuito de distribuição, primeiro deve-se determinar a potência (demanda) desse circuito.

É raro a utilização de todos os pontos de utilização de luz ou tomadas de corrente ao mesmo tempo. Portanto, o fator de demanda, que é a relação entre a potência utilizada e a potência instalada, deve ser utilizado no cálculo da corrente do circuito de distribuição.

Para isso, os seguintes passos devem ser seguidos:

1. Soma-se as potências ativas dos circuitos de iluminação e tomadas de uso geral (PTUG's);
2. Multiplica-se a soma das potências pelo fator de demanda fornecido na Tabela 5.
3. Multiplica-se as potências das tomadas de uso específico (PTUE's) pelo fator de demanda correspondente, de acordo com o tipo de aparelho. Instalações em que a carga será utilizada de maneira simultânea deverão ser consideradas com o fator de demanda de 100%.
4. Adiciona-se os valores das potências ativas calculadas em 2 e 3, já corrigidos pelo fator de demanda e divide-se o valor obtido pelo fator de potência médio (0,92), obtendo-se o valor da potência aparente (VA) do circuito de distribuição.
5. Por fim, para encontrar a corrente do circuito de distribuição, utiliza-se a equação 2.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (2)$$

onde  $S$  é a potência aparente (VA) do circuito de distribuição e  $V$  é a tensão entre fases (V).

Tabela 5. Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos (NDU - 001 da Energisa).

<b>Escolas e similares</b>	<b>Fator de demanda</b>
Para os primeiros 12 kVA	86
Para o que exceder de 12 kVA	50

Tabela 6. Fatores de demanda para aparelhos de ar - condicionado tipo janela – não residencial (NDU-001 da Energisa).

<b>Número de aparelhos</b>	<b>Fator de demanda (%)</b>
1 a 10	100
11 a 20	90
21 a 30	82
31 a 40	80
41 a 50	77

Acima de 50	75
-------------	----

### 3.1.6 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

As prescrições para a instalação de eletrodutos estão contidas na NBR 5410/2004. Conforme essa norma, nas instalações elétricas que a mesma abrange somente são permitidos eletrodutos não-propagantes de chama e, se as instalações forem embutidas, estes devem suportar os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada. Além disso, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação. Nos mesmos, somente podem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e multipolares.

Com relação as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões, estas devem permitir que os condutores possam ser instalados e retirados facilmente. Para tanto, a taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 metros de comprimento para linhas internas às edificações e 30 metros para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 metros e o de 30 metros devem ser reduzidos em 3 metros para cada curva de 90°.

### 3.1.7 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

O disjuntor é um dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito. Este dispositivo abre o circuito

quando a corrente do circuito é superior a sua corrente nominal, evitando que os equipamentos conectados ao circuito se danifiquem.

Conforme a NBR 5410/2004, para assegurar a proteção dos condutores contra sobrecargas, as características de atuação do disjuntor devem ser tais que:

1.  $I_B \leq I_n \leq I_z$
2.  $I_2 \leq 1,45 I_z$

Onde:

$I_B$  é a corrente de projeto do circuito;

$I_z$  é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação;

$I_n$  é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação;

$I_2$  é a corrente convencional de atuação.

A condição 2 é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores (ver Tabela 35 da NBR 5410/2004) não venha a ser mantida por um tempo superior a 100 h durante 12 meses consecutivos, ou por 500 h ao longo da vida útil do condutor. Quando isso não ocorrer, essa condição deve ser substituída por:  $I_2 \leq I_z$ .

### 3.1.8 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO A CORRENTE DIFERENCIAL RESIDUAL

Os dispositivos DR são dispositivos que detectam a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito num determinado ponto. O módulo dessa soma fasorial é a chamada “Corrente Diferencial Residual” (IDR). Quando a soma das correntes é diferente de zero, esse dispositivo faz a detecção e desarma o circuito protegendo as pessoas e os animais contra os efeitos do choque elétrico por contato direto ou indireto (causado por fuga de corrente).

Conforme a NBR 5410/2004, para qualquer esquema de aterramento devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial residual com corrente diferencial residual nominal igual ou inferior a 30 mA:

- a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- b) os circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d) os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- e) os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

A corrente nominal do Dispositivo DR (25 A, 40 A, 63 A, 80 A, 100 A e 125 A) deve ser maior ou igual a corrente nominal do disjuntor imediatamente a montante dele. Isso é importante para que o DR seja protegido contra curtos-circuitos, visto que esse dispositivo não faz a proteção contra sobrecorrentes. Já a corrente nominal residual é definida a partir da função que o dispositivo cumprirá na instalação:

1. Corrente nominal residual maior que 30 mA: Proteção apenas da instalação elétrica contra incêndios e outros possíveis danos causados por corrente de fuga à terra;
2. Corrente nominal residual menor ou igual a 30 mA: Proteção de vida e da instalação elétrica (mais apropriado para instalações elétricas domésticas e similares).

Também pode ser utilizado o disjuntor diferencial residual (DDR), que executa a função de disjuntor e de DR ao mesmo tempo.

### 3.1.9 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) são destinados à proteção das instalações elétricas e dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra os efeitos diretos e indiretos causados pelas descargas atmosféricas. Esses dispositivos protegem a instalação elétrica e seus componentes contra às sobretensões provocadas diretamente pelas descargas atmosféricas na edificação ou na instalação ou provocadas indiretamente por essas nas proximidades do local [9].

Em instalações alimentadas por linha total ou parcialmente aérea e situadas em regiões sob condições de influências externas AQ2 (mais de 25 dias de trovoada por ano) e AQ3 (ver Tabela 6), as linhas de energia devem ser providas de dispositivos de proteção contra sobretensões transitórias (DPS).

Tabela 7. Descargas atmosféricas (NBR 5410/2004).

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AQ1	Desprezíveis	Menor ou igual a 25 dias por ano	–
AQ2	Indiretas	Maior que 25 dias por ano Riscos provenientes da rede de alimentação	Instalações alimentadas por redes aéreas
AQ3	Diretas	Riscos provenientes da exposição dos componentes da instalação	Partes da instalação situadas no exterior das edificações

Nos casos em que for necessário o uso de DPS deve-se respeitar os seguintes critérios:

- a) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou
- b) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

O DPS deve atender à IEC 61643-1 e ser selecionado com base nas seguintes características: nível de proteção, máxima tensão de operação contínua, suportabilidade a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e suportabilidade à corrente de curto-circuito. Além disso, quando utilizados em mais de um ponto da instalação (em cascata), deve ser selecionado levando-se em conta também sua coordenação.

Para proteção da entrada da edificação, o DPS pode ser instalado no quadro geral que fica na entrada da edificação. Geralmente, para proteger uma entrada de linha em 380/220 V, é utilizado o DPS pertencente a classe II:

- DPS de 20 kA é recomendado para risco de nível médio;
- DPS de 45 kA é recomendado para risco de nível alto.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estágio contribuiu para aplicação dos conhecimentos previamente adquiridos na disciplina de Instalações Elétricas do curso de Engenharia Elétrica da UFCG. Além disso, novos conhecimentos na área de instalações elétricas de baixa tensão foram obtidos a partir do contato com engenheiros eletricitas atuantes na área de projetos.

Para calcular a corrente da entrada da alimentação, o cálculo da demanda do prédio deveria ser feito considerando o prédio como um todo e não calculando a demanda de cada andar e somando esses valores como foi feito nesse projeto. Fazendo dessa forma, talvez o disjuntor geral de 275 A existente na entrada da alimentação, não precisasse ser substituído por um disjuntor geral de 300 A. Porém, para a elaboração desse projeto não se teve acesso ao memorial descritivo e o memorial de cálculo do projeto das instalações dos pavimentos superiores, apenas houve acesso aos valores das demandas desses pavimentos.

Devido a carga horária desse projeto ser muito curta, não foi possível fazer o projeto do SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas).

De uma forma geral, esse estágio contribuiu muito para o crescimento profissional e trouxe outros benefícios, além dos conhecimentos técnicos adquiridos durante a realização dos projetos, como o desenvolvimento da convivência com os demais profissionais no

ambiente de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] *Prefeitura Universitária – UFCG.* Disponível em: <<http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/sobre>> Acesso em 16/01/2015
- [2] FILHO, Domingos Leite Lima. Projeto de instalações elétricas prediais. 6ª edição, Editora Erica Ltda, 2001.
- [3] ALMEIDA, Genoilton C.. Notas de aula de instalações elétricas - Cap.8: Projeto de instalações elétricas prediais.
- [4] ALMEIDA, Genoilton C.. Notas de aula de instalações elétricas - Cap.2: Luminotécnica.
- [5] *PRO - Ar Condicionado - Software para Projeto de Ar Condicionado.* Disponível em: <[http://www.multiplus.com/AR\\_CONDICIONADO/PRO-ArCondicionado.htm](http://www.multiplus.com/AR_CONDICIONADO/PRO-ArCondicionado.htm)> Acesso em: 16/01/2015.
- [6] *RapidHVAC - Cargas Térmicas.* Disponível em: <<http://www.arkisoft.com.br/instalacoes/ar-condicionado/item/504-carga-termica>> Acesso em: 16/01/2015.
- [7] ALMEIDA, Genoilton C.. Notas de aula de instalações elétricas - Cap.3: Condutores.
- [8] CAVALIN, Geraldo e CERVELIN, Severino. Instalações elétricas prediais. São Paulo: Érica, 1998.
- [9] *Manual e Catálogo do Eletricista.* Disponível em: <<http://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual-residencial.pdf>> Acesso em: 02/03/2015.

# Anexo A – Memorial Descritivo

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande

Localidade: Campina grande

Título do projeto: Projeto elétrico do pavimento térreo do bloco CW da UFCG.

## 1 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 5410/2004 – Instalações elétricas de baixa Tensão;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 – Iluminação de Ambientes de Trabalho Parte 1: Interior
- Norma de Distribuição Unificada NDU-001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária.

## 2 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

### 2.1 NÍVEIS DE TENSÃO

- Tensão nos bornes secundários do transformador – 380/220 V;
- 220 V (monofásico) – Luminárias e tomadas de uso geral;
- 220 V (monofásico) – Tomadas de uso específico (condicionadores de ar e máquinas elétricas monofásicas);
- 380 V (trifásico) – Tomadas de uso específico (máquinas elétricas trifásicas).

### 2.2 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E QUADRO GERAL

Os quadros a serem utilizados devem possuir as seguintes características:

- Os quadros devem ser de embutir ou de sobrepôr e deverão conter barramentos de cobre para as três fases, neutro e terra. Os barramentos serão do tipo espinha de peixe,

- respeitando sempre as características de corrente nominal geral do quadro;
- Os quadros de distribuição devem ter capacidade para 24 circuitos, ter padrão europeu DIN e barramentos trifásicos de 150 A. Além disso, devem conter disjuntores trifásicos, monofásicos e DDR tetrapolar.
  - Devem ter grau de mínimo de proteção IP-40 (protegidos contra objetos sólidos com diâmetro maior que 1 mm e não protegidos contra a água);
  - Podem ser metálicos ou de PVC;
  - Devem possuir espelho para a fixação da identificação dos circuitos e proteção do usuário (evitando o acesso aos barramentos).
  - O quadro geral deve ter tamanho igual a 1,2 m x 0,8m e possuir barramentos de cobre para as três fases, neutro e terra. Os barramentos devem ser do tipo espinha de peixe. Deverá conter:
    - Dois barramentos de 3/8" x 1/16" (suporta 35 A);
    - Dois barramentos de 3/8" x 1/8" (suporta até 73 A);
    - Um barramento de 1/2" x 1/8" (suporta até 97 A);
    - Barramento principal de 2" x 1/8" (suporta até 390 A);

### 2.3 DISJUNTORES

Os disjuntores utilizados devem ser do tipo termomagnético (disparo para sobrecarga e curto-circuito), com curva característica tipo "C" (5 a 10 x  $I_n$ ), tensão nominal máxima de 440 V, corrente máxima de interrupção de pelo menos 10 kA, corrente nominal de acordo com os quadros de carga.

A proteção de todos os circuitos de força deve ser realizada através de disjuntores termomagnéticos com dispositivo diferencial residual (DDR), com corrente nominal conforme os quadros de carga, corrente diferencial residual máxima de 30 mA e tetrapolar. No projeto são utilizados os seguintes disjuntores:

- Disjuntor DR (DDR) tetrapolar (diferencial residual) 80 A-30 mA e 32 A-30 mA;
- Disjuntores trifásicos de 20 e 25 A;

- Disjuntores monofásicos de 16-63 A.

## 2.4 TOMADAS

Para a alimentação dos equipamentos elétricos de uso geral e específicos foram previstas tomadas de força do tipo universal 2P+T (10/250 V).

Todas as tomadas deverão ser conforme as normas ABNT e possuir certificação de produto.

## 2.5 INTERRUPTORES

Os interruptores devem ter as seguintes características nominais: 10 A/250 V e devem estar de acordo com as normas brasileiras. Os tipos a serem utilizados são: simples, duplo, triplo e paralelo (threeway).

## 2.6 ELETRODUTOS

Os eletrodutos utilizados devem ser do tipo embutidos de PVC rígido, antichama e de seções iguais a 3/4", 1 1/2" e 1".

## 2.7 ILUMINAÇÃO

Para os circuitos de iluminação devem ser utilizados:

- Lâmpadas fluorescentes tubulares de 16 e 32 W;
- Lâmpadas fluorescentes compactas de 20 W;
- Luminárias fluorescentes de sobrepor 2x32 W, que suporta 2 lâmpadas de 32 W (lâmpada + reator = 40 W);
- Luminárias fluorescentes de sobrepor 2x16 W, que suporta 2 lâmpadas de 16 W (lâmpada + reator = 20 W);
- Luminárias arandelas;

- Fotocélula para acionamento da iluminação externa;
- Reatores eletrônicos de partida instantânea de alto fator de potência (acima de 0,92) e baixa distorção harmônica (DHT < 10%).

## 2.8 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para a iluminação de emergência devem ser utilizadas unidades autônomas de iluminação de emergência (com bateria interna selada) com autonomia mínima de uma hora. O equipamento é ligado manualmente logo após a ocorrência de uma falta de energia. A recarga das baterias será feita internamente ao equipamento.

## 2.9 CAIXAS

Todas as caixas de passagem devem ser de embutir e de material PVC antichama. As caixas de passagem utilizadas para os circuitos de iluminação devem ser do tipo 4x4, com fundo móvel e formato octogonal. Já as caixas de passagem para os circuitos de força devem ser do tipo 4X2 e formato retangular. Nos pontos de lógica para projetores de imagem, devem ser utilizadas caixas 4x4 quadradas. Para as redes de alimentação, são utilizadas caixas de passagem 20x20x10 cm.

## 2.10 CABOS

### 2.10.1 INSTALAÇÕES GERAIS

Devem ser utilizados cabos de cobre flexíveis com isolamento antichama (450/750 V) de PVC. Serão utilizados valores de bitolas conforme Memorial de Cálculo.

### 2.10.2 INTERLIGAÇÃO ENTRE TRANSFORMADOR E QUADRO GERAL

Esta instalação já existe e os cabos utilizados são: cabos unipolares flexíveis de cobre com isolação em EPR/XLPE, 70 ° C, 0,6/1 kV do tipo antichama e isolamento igual a 1000 V, de bitolas iguais a 150 mm<sup>2</sup> para as três fases e neutro e 70 mm<sup>2</sup> para o condutor de proteção.

### 2.10.3 INTERLIGAÇÃO ENTRE QUADRO GERAL E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Os circuitos de distribuição, que partem do quadro Geral para os quadros de distribuição, devem ser trifásicos com cabos flexíveis de 16 mm<sup>2</sup> e 4 mm<sup>2</sup>, isolamento EPR ou XLPE, 90 °C, 0,6/1 kV, para as três fases, neutro e terra.

### 2.10.4 IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS

Conforme a NBR 5410, “as linhas elétricas devem ser dispostas ou marcadas de modo a permitir sua identificação quando da realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações na instalação”. Portanto, deve ser rigorosamente seguida a convenção de cores prevista nessa norma para a identificação dos cabos:

- Condutor neutro – isolamento azul-clara;
- Condutor de proteção (PE) – isolamento verde-amarela ou apenas verde;
- Condutor fase – Qualquer cor, exceto a cor amarela (para evitar confusão com a cor verde-amarela do condutor PE) e as cores dos demais condutores já citadas.

No caso de cabos com bitola 6 mm<sup>2</sup> ou superior, poderão ser utilizados cabos com isolamento na cor preta marcados com fita isolante colorida em todos os pontos visíveis (quadros de distribuição, caixas de saída e de passagem).

### 2.10.5 OBSERVAÇÕES

Os cabos não devem ser seccionados exceto onde absolutamente necessário. Em cada circuito, os cabos devem ser contínuos desde o disjuntor de proteção até a última carga, sendo que, nas cargas intermediárias, são permitidas derivações. As emendas devem ser feitas com conectores apropriados e isoladas com fita tipo auto-fusão. As emendas só poderão ocorrer em caixas de passagem.

O fabricante deverá possuir certificação de qualidade do INMETRO.

## ANEXO B – MEMORIAL DE CÁLCULO

### 1 PREVISÃO DE CARGAS

Tabela 8. Previsão da Carga de Tomadas de uso Geral e específico.

Ambiente	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Nº mínimo de TUGs	Nº de TUGs do projeto por ambiente	Potência por ambiente (carga)
Sala de aula 1	25,4	38,07	$25,4=5*5+0,4 \Rightarrow$ $5+1=6$	7	1200 VA
Sala de aula 2	25,4	38,07	$25,4=5*5+0,4 \Rightarrow$ $5+1=6$	7	1200 VA
Sala para técnicos	15,45	13,94	$15,45=5*3+0,45 \Rightarrow$ $3+1=4$	6	1000 VA
Sala para professor pequena	15,55	14,19	$15,55=5*3+0,55 \Rightarrow$ $3+1=4$	6	1000 VA
4 Salas para professor	17,4	18,7	$17,4=5*3+2,4 \Rightarrow$ $3+1=4$	7	1100 VA
Secretaria	17,4	18,7	$17,4=5*3+2,4 \Rightarrow$ $3+1=4$	7	1100 VA
Cantina	13,4	8,97	$13,4=3*3,5+2,9 \Rightarrow$ $3+1=4$	5	2000 VA
Sala de balanças	13,4	8,97	$13,4=5*2+3,4 \Rightarrow$ $2+1=3$	3	300 VA
Laboratório de Estruturas	43,4	116,6	$43,4=8*5+3,4 \Rightarrow$ $8+1=9$	23	37425 W
Laboratório de ensaios químicos	21,4	28,37	$21,4=4*5+1,4 \Rightarrow$ $4+1=5$	10	1600 VA
Laboratório de Materiais	47,4	140,42	$47,4=9*5+2,4=9+1=10$	14	8400 VA

## 2 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Tipo de circuito: Monofásico a três condutores (F+N+PE)

Número de condutores carregados: 2

Método de instalação: 7-B1

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

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

Tabela 9. Dimensionamento dos condutores dos circuitos de iluminação.

<b>Circuito</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>FP</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto- <math>I_p</math> (A)</b>	<b>FCA</b>	<b>FCT</b>	<b>Corrente corrigida <math>I_C</math></b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>
1	0,9	0,92	1920	220	10,54	0,7	1	15,0	1,5
2	0,9	0,92	1560	220	8,56	0,7	1	12,23	1
3	0,9	0,92	1440	220	7,9	0,7	1	11,28	1
4	0,9	0,92	1792	220	9,84	1	1	9,84	0,75
5	0,9	0,92	1832	220	10	1	1	10	0,75

A maior seção mínima encontrada foi igual a 1,5 mm<sup>2</sup>. Porém, no projeto dos circuitos de iluminação será utilizada uma bitola de 2,5 mm<sup>2</sup>, cuja capacidade de corrente é igual a 24 A. A utilização de uma única bitola barateia o produto no momento da compra e simplifica a instalação.

Tabela 10. Dimensionamento dos condutores dos circuitos de força (uso geral).

<b>Circuito</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto- <math>I_p</math> (A)</b>	<b>FCA</b>	<b>FCT</b>	<b>Corrente corrigida <math>I_C</math></b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>
7	1500	220	6,82	0,6	1	11,37	1
8	2000	220	9,1	0,6	1	15,15	1,5
9	2400	220	10,91	0,57	1	19,14	2,5
10	2400	220	10,91	0,57	1	19,14	2,5

13	1800	220	8,18	0,57	1	14,35	1,5
14	1800	220	8,18	0,57	1	14,35	1,5
59	1100	220	5	0,57	1	8,77	0,5
60	1100	220	5	0,65	1	7,69	0,5
61	1100	220	5	0,65	1	7,69	0,5
62	1200	220	5,45	0,7	1	7,79	0,5
63	1400	220	6,36	0,6	1	10,6	0,75
64	800	220	3,64	0,6	1	6,1	0,5
65	800	220	3,64	0,7	1	5,2	0,5
68	1300	220	5,91	0,5	1	11,82	1
69	2000	220	9,1	0,65	1	14	1

Para os circuitos de força da Tabela 10, serão utilizadas bitolas de 2,5 mm<sup>2</sup> para todos os circuitos.

Tabela 11. Equipamentos que serão instalados no laboratório de estruturas.

<b>Tipo de máquina</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência da unidade (W)</b>	<b>Circuito</b>
Prensa eletrohidráulica com indicador digital-100.000 Kgf 220 V monofásico – 60 Hz	1	750	11
Mesa vibratória 50X100cm – 220 V trifásico	1	2250 W	12
Estufa	4	3500	15 e 37
Moto para vibrador de imersão 220 V – monofásico.	1	1500	40
Retifica vertical trifásica 220/380 V – 50/60 Hz	1	4000	53
Permeâmetro para concreto automático 4 provas 220 V monofásico	1	750	11
Serra para corte de corpos de prova trifásica 220/380 V	1	4000	52
Betoneira capacidade útil 320 litros 220 V – trifásica	1	1500	12
Prensa hidráulica para rocha,	1	750	11

capacidade 5000 Kgf			
Britador de Mandíbulas 220/380 V – trifásico	1	2250	52
Argamassadeira com pá e cuba 220 V – trif. – classe B.	1	550	12
Bomba de vácuo de alto desempenho 220 V monofásico	1	1125	11
Reserva para outros equipamentos	1	4000	40

Tabela 12. Dimensionamento dos condutores dos circuitos do laboratório de estruturas.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto- <math>I_p</math> (A)</b>	<b>FCA</b>	<b>FCT</b>	<b>Corrente corrigida <math>I_c</math></b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>
11	3375	220 V F+N	19,37	0,57	1	33,98	6
12	4300	380 V F+F	8,25	0,6	1	13,75	1,5
15	7000	220 V F+N	31,82	0,57	1	55,82	10
37	7000	220 V F+N	31,82	0,57	1	55,82	10
40	5500	220 V F+N	31,56	0,6	1	52,6	10
52	6250	380 V F+F	12	0,57	1	21,05	4
53	4000	380 V F+F	7,67	0,57	1	13,46	1,5

Para o cálculo da seção mínima dos condutores da Tabela 12, foi considerado um fator de potência igual a 0.88 indutivo e um rendimento igual a 0.9 para todos os motores. Para os condutores dos circuitos 12 e 53, serão utilizadas bitolas iguais a 2,5 mm<sup>2</sup>; para os circuitos 15, 37 e 40, serão utilizadas bitolas iguais a 16 mm<sup>2</sup>, por excesso, cuja capacidade de corrente é igual a 76 A e para os demais, serão utilizadas as bitolas calculadas, conforme a Tabela 12.

Tabela 13. Dimensionamento dos condutores dos circuitos dos condicionadores de ar.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto- <math>I_p</math> (A)</b>	<b>FCA</b>	<b>FCT</b>	<b>Corrente corrigida <math>I_C</math></b>	<b>Seção mínima(mm<sup>2</sup>)</b>
16	2414	220	10,97	0,57	1	19,24	2,5
17	1529	220	6,95	0,57	1	12,2	1
18	1529	220	6,95	0,6	1	11,58	1
19	1140	220	5,18	0,6	1	8,63	0,5
20	1529	220	6,95	0,6	1	11,58	1
21	1140	220	5,18	0,65	1	7,97	0,5
22	1529	220	6,95	0,65	1	10,69	0,75
23	2414	220	10,97	0,6	1	18,28	2,5
24	1529	220	6,95	0,6	1	11,58	1
25	2414	220	10,97	0,57	1	19,24	2,5
26	1140	220	5,18	0,6	1	8,63	0,5
27	1140	220	5,18	0,6	1	8,63	0,5
28	1140	220	5,18	0,6	1	8,63	0,5
29	1140	220	5,18	0,7	1	7,4	0,5
30	1140	220	5,18	0,65	1	7,97	0,5
31	1140	220	5,18	0,65	1	7,97	0,5
32	2414	220	10,97	0,7	1	15,67	1,5
33	2414	220	10,97	0,57	1	19,24	2,5

Para o cálculo realizado na Tabela 13, foi considerado o fator de potência e o rendimento igual a 1.

Nos circuitos dos condicionadores de ar a maior seção encontrada foi igual a 2,5 mm<sup>2</sup>. Porém, no projeto dos circuitos de força dos condicionadores de ar será utilizada uma bitola de 4 mm<sup>2</sup>, cuja capacidade de corrente é igual a 32 A. A escolha dessa bitola garante que a tomada utilizada, de corrente nominal igual a 10 A, queime primeiro que os condutores, caso haja uma anormalidade no circuito. Além disso, garante uma reserva de carga para acréscimos futuros de equipamentos. Outro motivo dessa escolha, é que a empresa que executa o projeto, pode utilizar condicionadores de ar de potência um pouco acima da utilizada nos cálculos. Dessa forma, a bitola de 4 mm<sup>2</sup> estará com uma margem de segurança.

As bitolas iguais a 4 mm<sup>2</sup> estão indicadas no projeto elétrico, conforme Anexo E. Os circuitos que não tem as bitolas de seus condutores indicadas no projeto, possuem bitola igual a 2,5 mm<sup>2</sup>.

## 2.1 CÁLCULO DA CORRENTE DOS CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO

Tabela 14. Cálculo da demanda do QD1.

Potência ativa da iluminação	Potência ativa de TUG's	Soma	Correção pelo FD	Demanda
4920 W	$15200 \text{ VA} \times 0,92 = 13984 \text{ W}$	18904 W	$12000 \times 0,86 + 6904 \times 0,5$	13772 W

Tabela 15. Cálculo da demanda do QD2.

Potência ativa TUE's	Correção pelo FD	Demanda
12701 W	$12701 \times 1$	12701 W

Tabela 16. Cálculo da demanda do QD3.

Potência ativa da iluminação	Potência ativa de TUG's	Soma	Correção pelo FD	Demanda
3624 W	$7500 \text{ VA} \times 0,92 = 6900 \text{ W}$	10524 W	$10524 \times 0,86$	9050,54 W

Tabela 17. Cálculo da demanda do QD4.

Potência ativa TUE's	Correção pelo FD	Demanda
13586 W	$13586 \times 1$	13586 W

Tabela 18. Cálculo da demanda do QD10.

Potência ativa TUE's	Correção pelo FD	Demanda
37425 W	$37425 \times 1$	37425 W

Para calcular a demanda dos circuitos de distribuição que partem do quadro geral para alimentar os quadros 2 e 4, foi utilizado o fator de demanda igual a 1, conforme Tabela 6, já que os circuitos terminais desses quadros são condicionadores de ar (uso específico). Também

foi utilizado fator de demanda igual a 1 para o circuito de distribuição que alimenta o quadro 10, já que os circuitos terminais desse quadro são todos de uso específico para alimentar as máquinas do laboratório. Durante a realização de um experimento, pode ser que seja necessário ligar todas essas máquinas de uma só vez. Para os quadros de distribuição 1 e 3, foram utilizados os fatores de demanda da Tabela 5.

Dividindo-se o valor da demanda (W) pelo fator de potência médio de 0.92, obtêm-se a potência em VA da Tabela 19.

Tabela 19. Dimensionamento dos condutores dos circuitos de distribuição.

Circuito	Potência/demanda (VA)	Tensão entre fases (V)	I (A)	FCA	FCT	Corrente corrigida $I_c$	Seção mínima (mm <sup>2</sup> )
QD1	14.970	380	22,74	1	1	22,74	2,5
QD2	13.805	380	20,97	1	1	20,97	2,5
QD3	9.837,65	380	17,95	1	1	14,95	1
QD4	14.767	380	11,94	1	1	22,44	2,5
QD10	40.679	380	61,8	1	1	61,8	10

Para os circuitos QD01, QD02, QD03 e QD04 serão utilizados condutores XLPE/EPR de 4 mm<sup>2</sup> por excesso, cuja capacidade de corrente é igual a 37 A. Já para o circuito QD10, será utilizada uma bitola igual a 16 mm<sup>2</sup>, por excesso, cuja capacidade de corrente é igual a 88 A. A potência em VA dos quadros 5 ao 9 (parte já instalada nos pavimentos superiores) é igual a 102.290 VA. Logo, a demanda prevista da entrada deve ser igual a 196.348 VA (94.058+102.290). A corrente da entrada pode ser calculada da seguinte forma:

$$I_{entrada} = \frac{196348}{\sqrt{3} \cdot 380} = 298,32 \text{ A}$$

A bitola das três fases da entrada deve ser de XLPE/EPR igual a no mínimo 120 mm<sup>2</sup> e a bitola do condutor neutro deve ser igual a no mínimo 70 mm<sup>2</sup>. Como a entrada existente está sobredimensionada (150 mm<sup>2</sup> para as três fases e neutro) cuja capacidade de condução de corrente é igual a 358 A, ela poderá suprir a demanda do bloco CW.

### 3 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Tabela 20. Especificação dos eletrodutos utilizados no projeto.

<b>Diâmetro interno</b>	<b>Diâmetro interno(mm)</b>	<b>Área interna (mm<sup>2</sup>)</b>
3/4"	19,05 mm	285,02
1"	25,4 mm	506,71
1 1/2"	38,1 mm	1140,1

Tabela 21. Área externa dos condutores.

<b>Seção nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diâmetro externo nominal (mm)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>
2,5	3,5	9,62
4	4	12,57
16	7,5	44,18

Tabela 22. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 31% de ocupação.

<b>Diâmetro externo</b>	3/4"	1"
<b>Área livre de ocupação-2 condutores (31%)</b>	88,35	157,1
<b>Nº máx. de condutores de 2,5 mm<sup>2</sup> suportáveis</b>	9	16
<b>Nº máx. de condutores de 4 mm<sup>2</sup> suportáveis</b>	7	12

Tabela 23. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.

<b>Diâmetro externo</b>	3/4"	1"
<b>Área livre de ocupação-3 ou mais condutores (40%)</b>	114	202,68
<b>Nº máx. de condutores de 2,5 mm<sup>2</sup> suportáveis</b>	11	21
<b>Nº máx. de condutores de 4 mm<sup>2</sup> suportáveis</b>	9	16

Tabela 24. Quantidade máxima de condutores nos eletrodutos para 40% de ocupação.

<b>Diâmetro externo</b>	<b>Área livre de ocupação-3 ou mais condutores (40%)</b>	<b>Nº máx. de condutores de 16 mm<sup>2</sup> suportáveis</b>
1"	202,68	4
1 1/2"	456,04	10

Portanto, para os circuitos com apenas dois condutores (de 2,5 mm<sup>2</sup> ou de 4 mm<sup>2</sup>) será utilizado o diâmetro de eletroduto de 3/4", por excesso, já que conforme a Tabela 22, esse diâmetro de eletroduto suportaria um número além de dois condutores.

Para os circuitos de iluminação, o número máximo de condutores em um mesmo eletroduto foi igual a 9 condutores, todos de bitola igual a 2,5 mm<sup>2</sup>. Portanto, o eletroduto utilizado será o de 3/4", por excesso (suporta até 11 condutores de 2,5 mm<sup>2</sup>). Para os circuitos de força, foi utilizada uma planilha Excell (ver Anexo D) para o dimensionamento de eletrodutos, já que como em um mesmo eletroduto passa condutores de bitolas diferentes, ficaria inviável calcular manualmente.

Os eletrodutos de 1" e 1 1/2" estão indicados no projeto elétrico, conforme Anexo E. Os eletrodutos não indicados possuem diâmetro igual a 3/4".

#### 4 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

Tabela 25. Valores comerciais de disjuntores unipolares 127/230 V.

<b>Corrente nominal (A)</b>
4
6
10
16
20
25
32
40

50
63
70
80
90
100
125
300

Tabela 26. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de iluminação.

<b>Circuito</b>	$I_B$	$I_z$	$I_B \leq I_n \leq I_z$
1	15,0	24	20
2	12,23	24	20
3	11,28	24	20
4	9,84	24	16
5	10	24	16

Tabela 27. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de força.

<b>Circuito</b>	$I_B$	$I_z$	$I_B \leq I_n \leq I_z$
7	11,37	24	20
8	15,15	24	20
9	19,14	24	20
10	19,14	24	20
13	14,35	24	20
14	14,35	24	20
59	8,77	24	16
60	7,69	24	16
61	7,69	24	16
62	7,79	24	16
63	10,6	24	20
64	6,1	24	16
65	5,2	24	16

68	11,82	24	20
69	14	24	20

Tabela 28. Cálculo dos disjuntores dos circuitos dos condicionadores de ar.

<b>Circuito</b>	$I_B$	$I_z$	$I_B \leq I_n \leq I_z$
16	19,24	32	25
17	12,2	32	20
18	11,58	32	20
19	8,63	32	16
20	11,58	32	20
21	7,97	32	16
22	10,69	32	20
23	10,36	32	20
24	10,36	32	20
25	13,9	32	20
26	10,69	32	20
27	7,97	32	16
28	7,97	32	16
29	8,63	32	16
30	8,63	32	16
31	8,63	32	16
32	7,4	32	16
33	7,97	32	16

Tabela 29. Cálculo dos disjuntores dos equipamentos do laboratório de estruturas.

<b>Circuito</b>	$I_B$	$I_z$	$I_B \leq I_n \leq I_z$
11	33,98	41	40
12	13,75	24	20
15	55,82	76	63
37	55,82	76	63
40	52,6	76	63
52	21,05	28	25
53	13,46	24	20

Tabela 30. Cálculo dos disjuntores dos circuitos de distribuição.

<b>Circuito</b>	$I_B$	$I_z$	$I_B \leq I_n \leq I_z$
QD1	22,74	37	32
QD2	20,97	37	32
QD3	14,95	37	32
QD4	22,44	37	32
QD10	61,8	88	80

O disjuntor geral não poderá ser o disjuntor existente de 275 A, pois a corrente nominal do disjuntor deve ficar no seguinte intervalo:

$$298,32 \leq I_n \leq 358$$

Portanto, é aconselhável substituir o disjuntor geral existente por um disjuntor de corrente nominal igual a 300 A.

## 5 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO UTILIZANDO O DIALUX

Tabela 31. Valores de iluminância mantida utilizados no projeto –NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Iluminância mantida</b>
Sala de espera (Hall)	200
Áreas de circulação e corredores	100
Refeitório/Cantina	200
Banheiros	200
Sala de leitura	500
Laboratórios	500

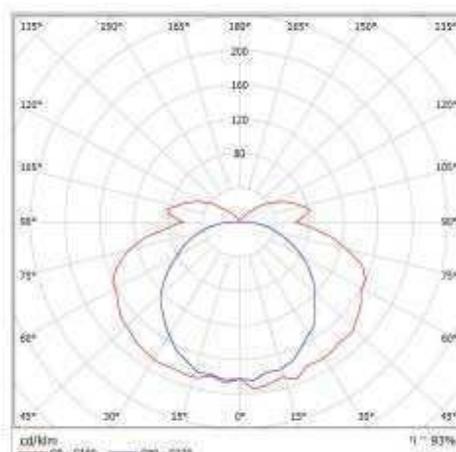
## 5.1 LUMINÁRIAS UTILIZADAS NO DIALUX



Classificação de luminárias conforme CIE: 85  
Código de Fluxo (CIE): 34 63 86 85 93

CCN10-S232  
Body: steel sheet, white powder painting  
Installation: Ceiling mounted  
Optics: steel backside reflector, white powder painting  
Lamp: 2x32W/840 T8 Fluorescent  
LOR: 94%  
Total power (including ECG): 67W

Emissão luminosa 1:



Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

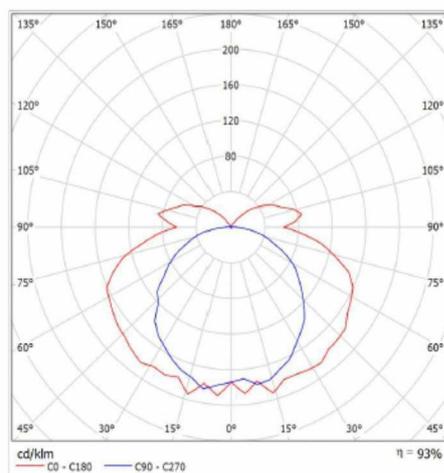
Figura 1. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-32 e sua curva de isolux.



Classificação de luminárias conforme CIE: 84  
Código de Fluxo (CIE): 35 64 87 84 93

CCN10-S216  
Body: steel sheet, white powder painting  
Installation: Ceiling mounted  
Optics: steel backside reflector, white powder painting  
Lamp: 2x16W/840 T8 Fluorescent  
LOR: 94%  
Total power (including ECG): 33W

Emissão luminosa 1:



Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

Figura 2. Luminária LUMICENTER CCN10 S2-16 e sua curva de isolux.

## 5.2 INFORMAÇÕES OBTIDAS NO DIALUX

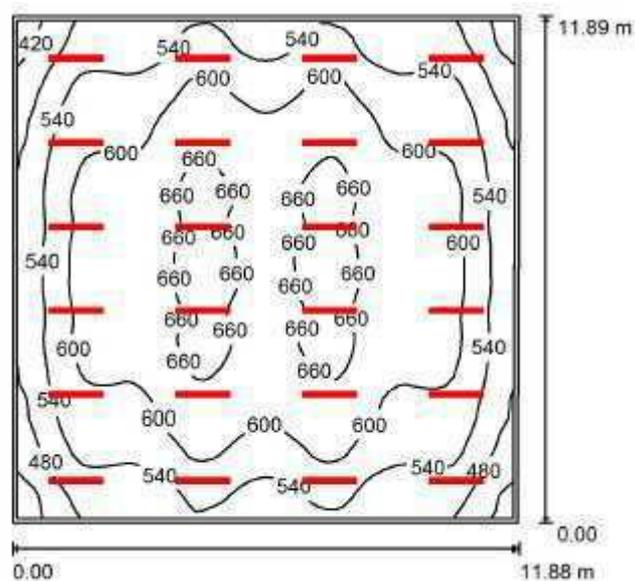


Figura 3. Disposição das luminárias no laboratório de materiais e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	582	393	684	0.675
Solo	20	521	342	617	0.655
Tecto	50	260	136	1213	0.522
Paredes (4)	50	430	265	854	/

Figura 4. Níveis de iluminação no laboratório de materiais.

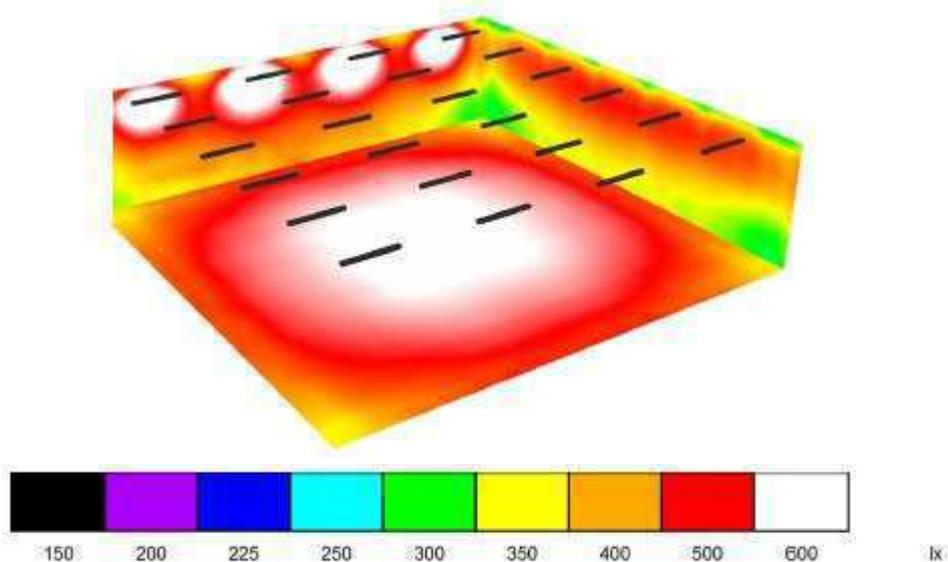


Figura 5. Representação de cores falsas no laboratório de materiais.

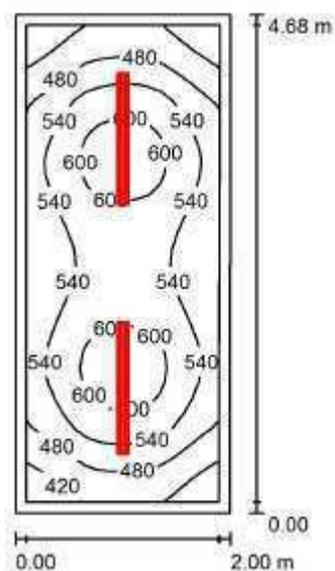


Figura 6. Disposição das luminárias no laboratório de estruturas e suas linhas de isolux- parte 1.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano de uso	/	531	373	633	0.702
Solo	20	360	266	412	0.740
Tecto	80	305	147	1206	0.480
Paredes (4)	50	367	175	718	/

Figura 7. Níveis de iluminação no laboratório de estruturas - parte 1.

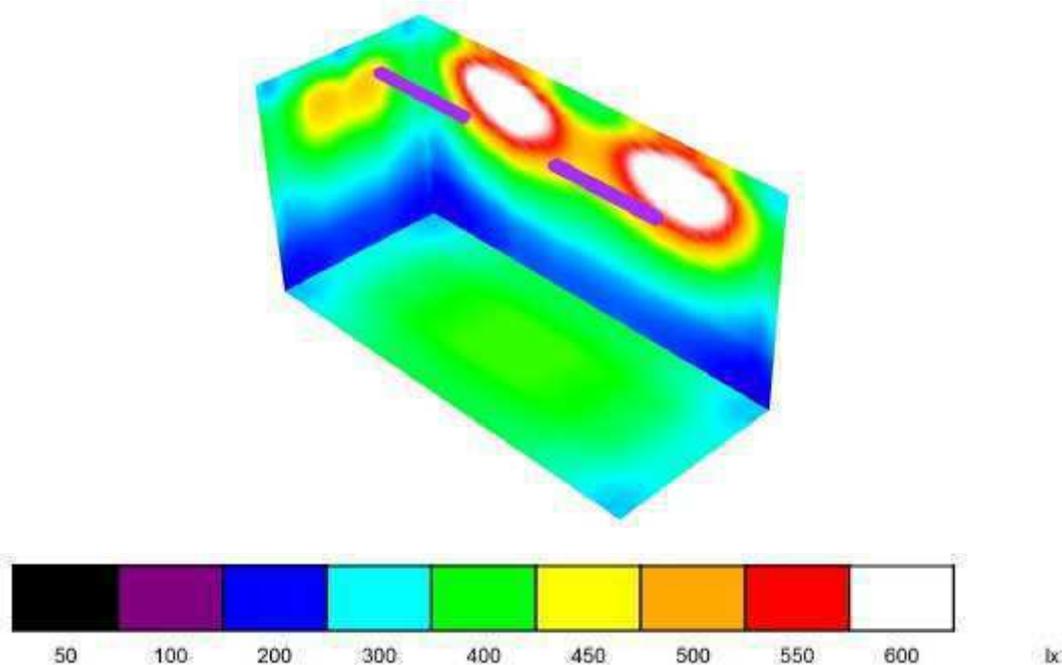


Figura 8. Representação de cores falsas no laboratório de estruturas - parte 1.

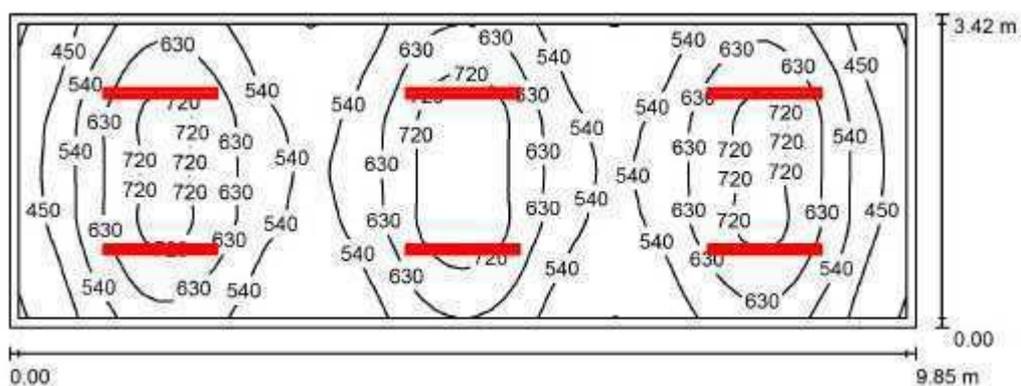


Figura 9. Disposição das luminárias no laboratório de estruturas e suas linhas de isolux- parte 2.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	588	354	786	0.601
Solo	20	463	311	568	0.672
Tecto	80	276	134	1116	0.486
Paredes (4)	50	406	226	943	/

Figura 10. Níveis de iluminação no laboratório de estruturas - parte 2.

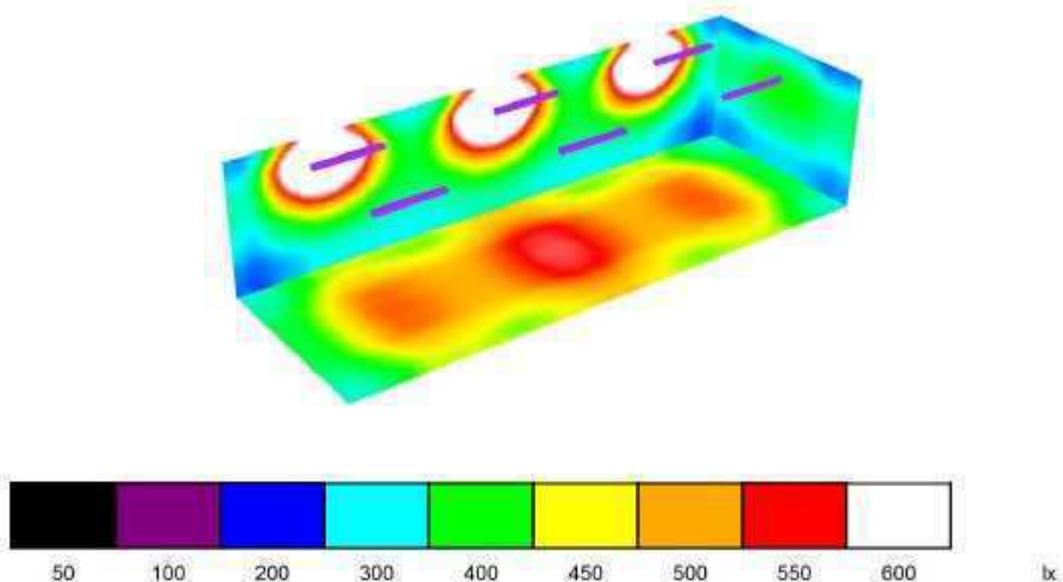


Figura 11. Representação em cores falsas do laboratório de estruturas - parte 2.

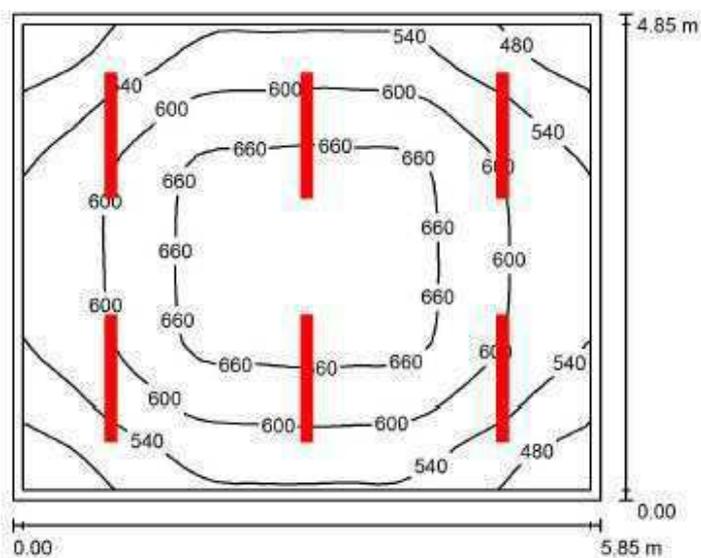


Figura 12. Disposição das luminárias no laboratório de ensaios químicos.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	591	432	686	0.731
Solo	20	476	356	566	0.747
Tecto	80	320	166	1223	0.518
Paredes (4)	50	436	248	846	/

Figura 13. Níveis de iluminação no laboratório de ensaios químicos.

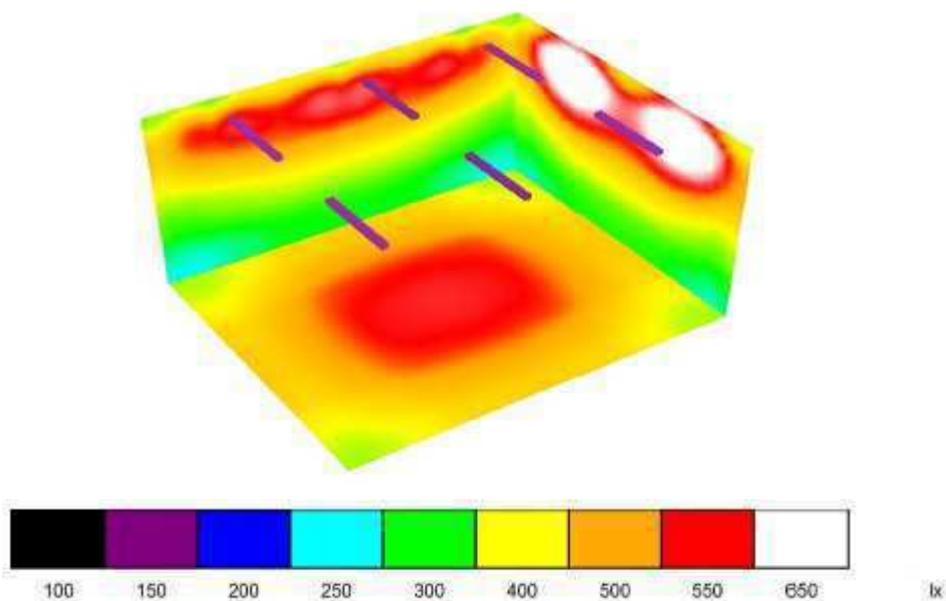


Figura 14. Representação de cores falsas no laboratório de ensaios químicos.

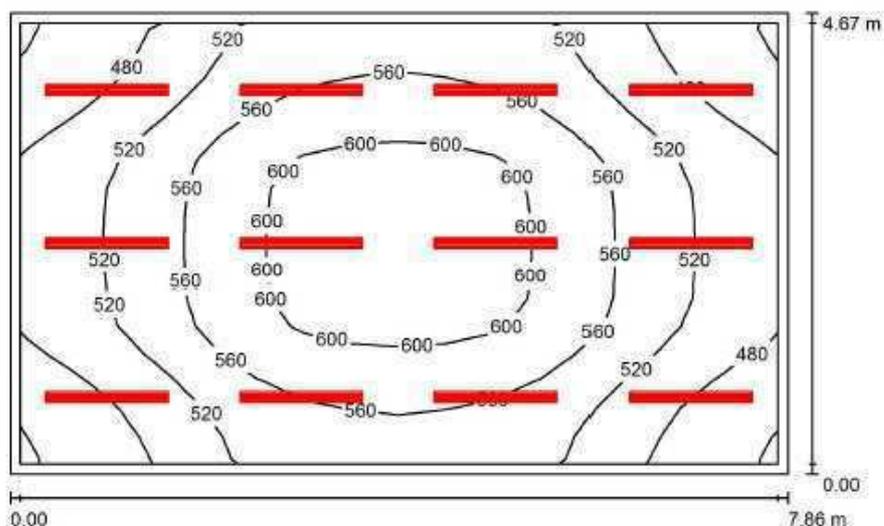


Figura 15. Disposição das luminárias no teto do laboratório de estruturas e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	541	440	620	0.813
Solo	20	458	371	521	0.809
Tecto	80	487	251	1340	0.515
Paredes (4)	50	529	222	1343	/

Figura 16. Níveis de iluminação no teto do laboratório de estruturas.

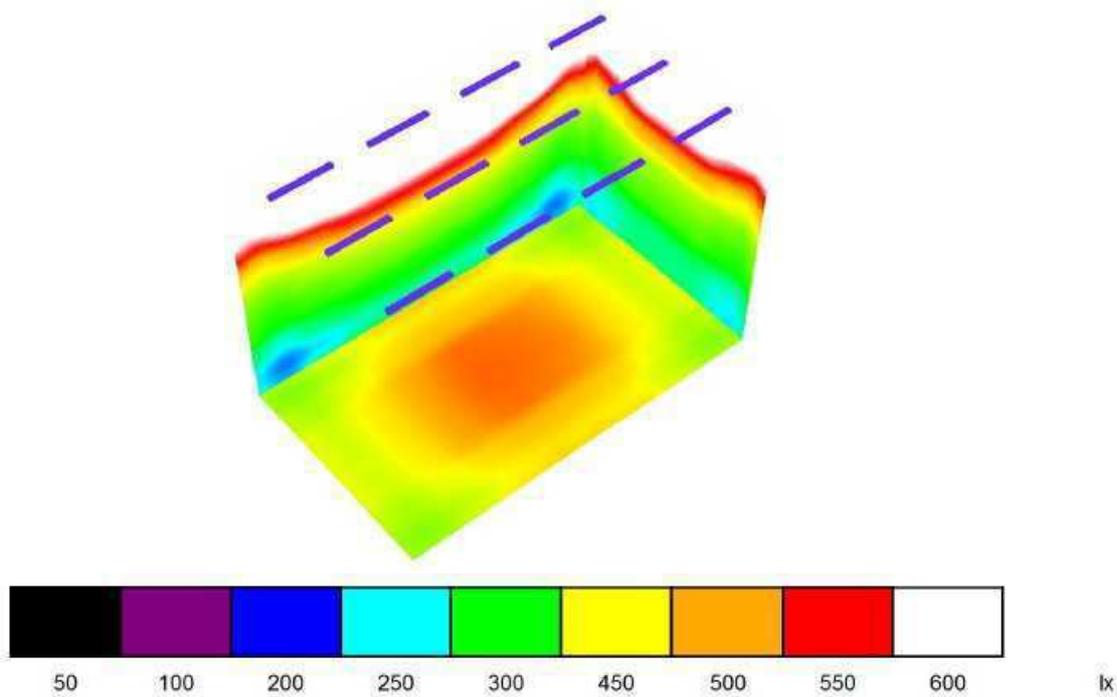


Figura 17. Representação de cores falsas no teto do laboratório de estruturas.

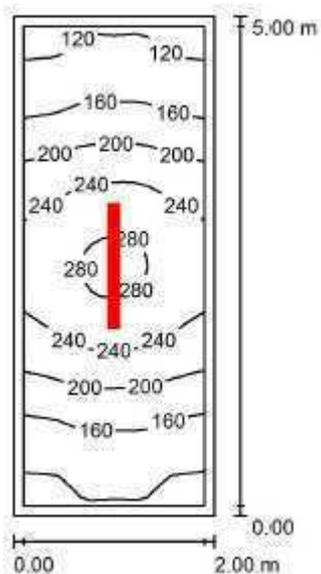


Figura 18. Disposição das luminárias no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	195	112	287	0.572
Solo	20	137	94	179	0.686
Tecto	80	140	45	1140	0.321
Paredes (4)	50	145	55	623	/

Figura 19. Níveis de iluminação no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes.

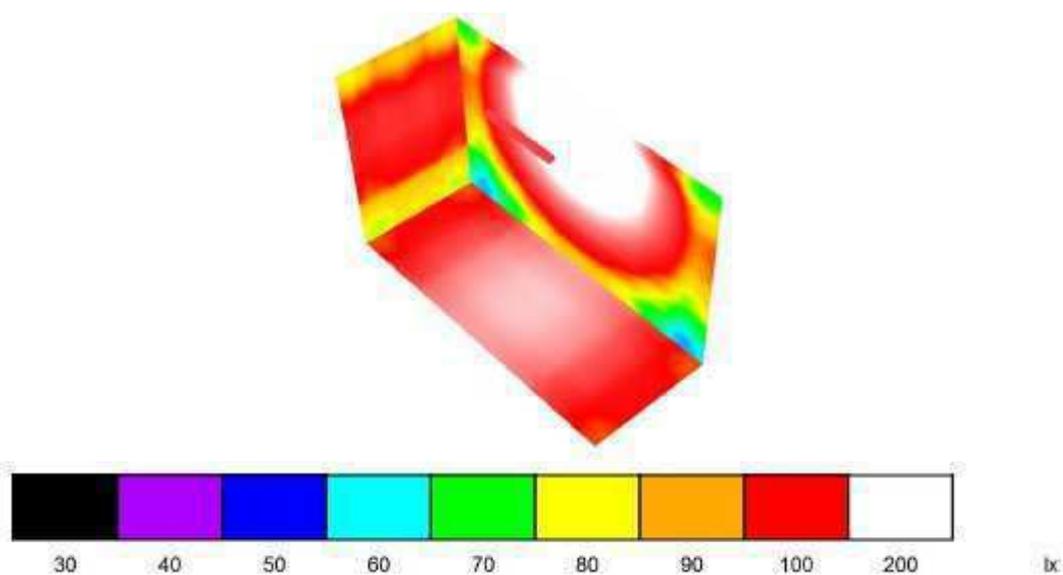


Figura 20. Representação de cores falsas no corredor de acesso aos banheiros para cadeirantes.

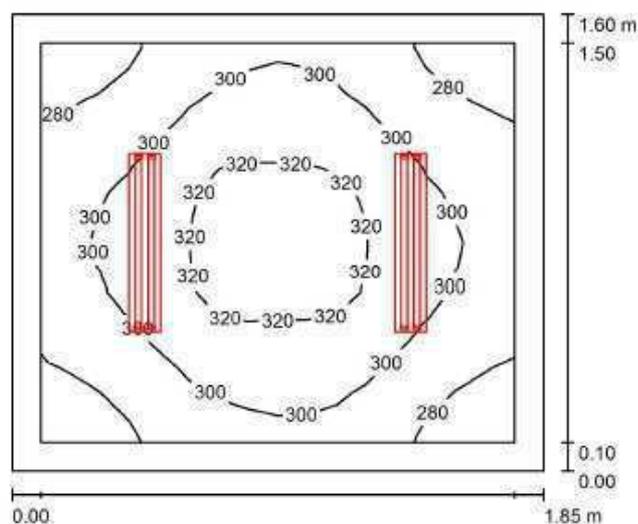


Figura 21. Disposição das luminárias nos banheiros para cadeirantes e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	300	267	327	0.891
Solo	20	184	162	197	0.882
Tecto	80	413	192	1168	0.465
Paredes (4)	50	313	86	1372	/

Figura 22. Níveis de iluminação nos banheiros para cadeirantes.

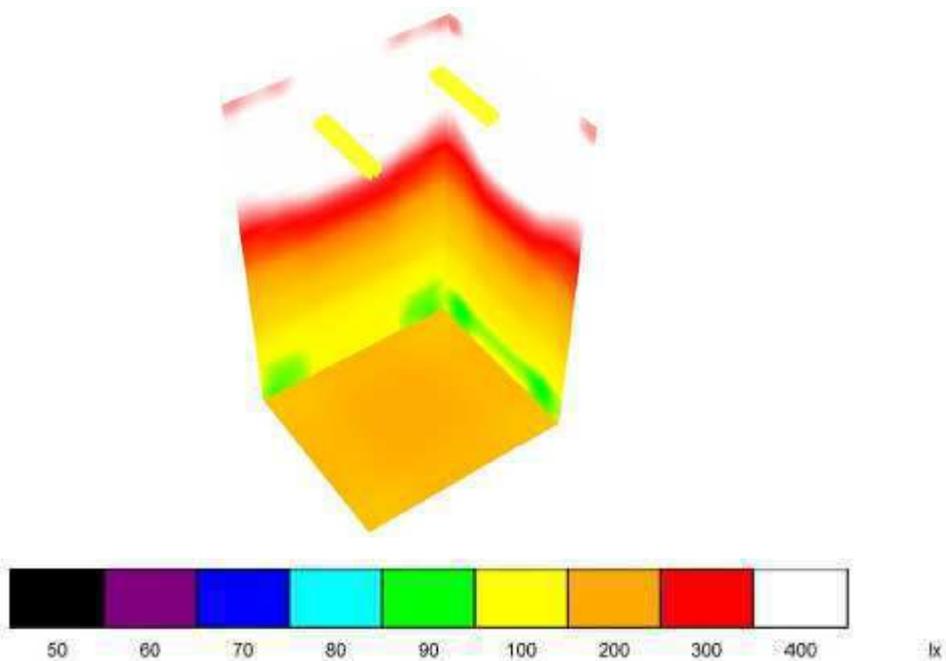


Figura 23. Representação em cores falsas dos banheiros para cadeirantes.

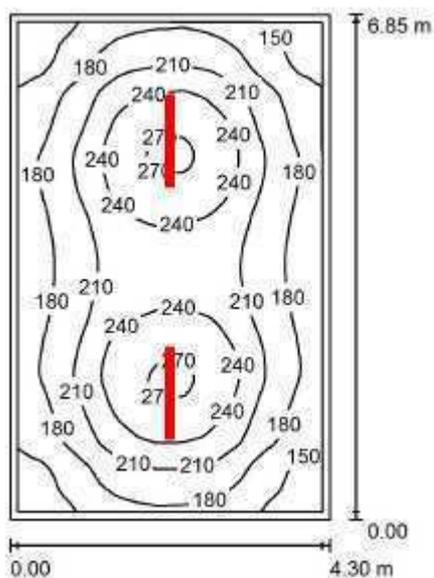


Figura 24. Disposição das luminárias no Hall e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	204	128	276	0.629
Solo	20	162	111	196	0.686
Tecto	80	102	51	1079	0.495
Paredes (4)	50	138	86	203	/

Figura 25. Níveis de iluminação no Hall.

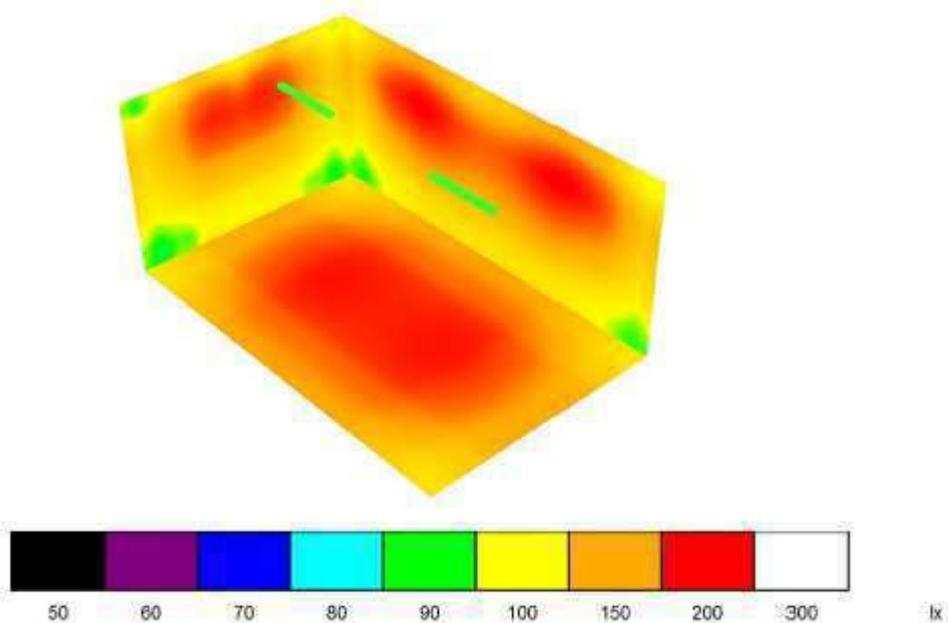


Figura 26. Representação em cores falsas do Hall.

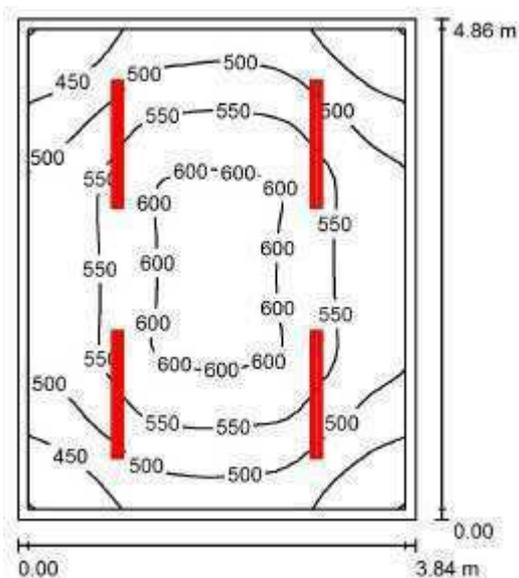


Figura 27. Disposição das luminárias nas salas de professores e na secretaria e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	529	399	609	0.755
Solo	20	409	307	478	0.751
Tecto	80	324	174	1197	0.536
Paredes (4)	50	407	212	843	/

Figura 28. Níveis de iluminação nas salas de professores e na secretaria.

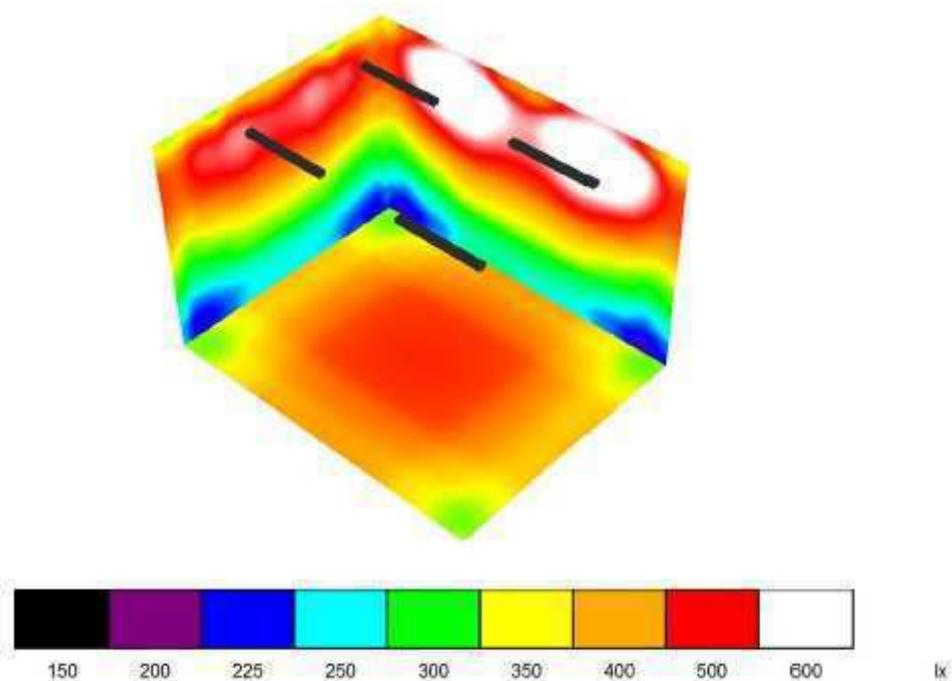


Figura 29. Representação em cores falsas das salas de professores e da secretaria.

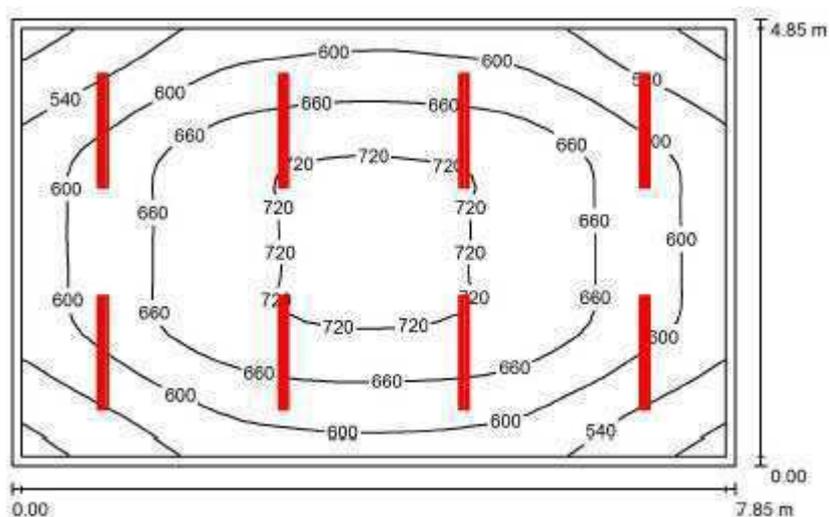


Figura 30. Disposição das luminárias nas salas de aula e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{mn}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	630	461	732	0.731
Solo	20	519	378	615	0.724
Tecto	80	328	170	1205	0.521
Paredes (4)	50	458	264	855	/

Figura 31. Níveis de iluminação nas salas de aula.

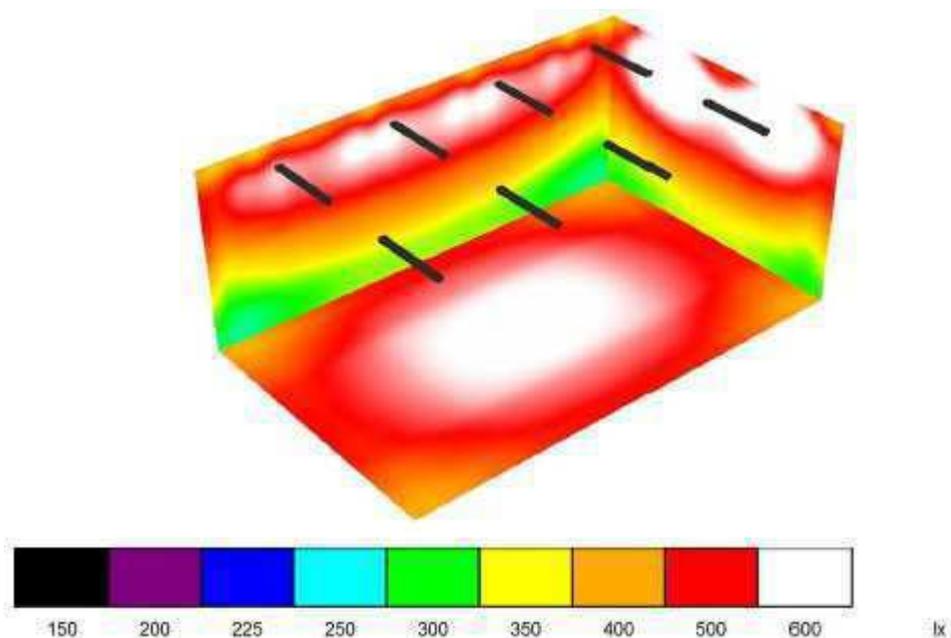


Figura 32. Representação das cores falsas nas salas de aula.

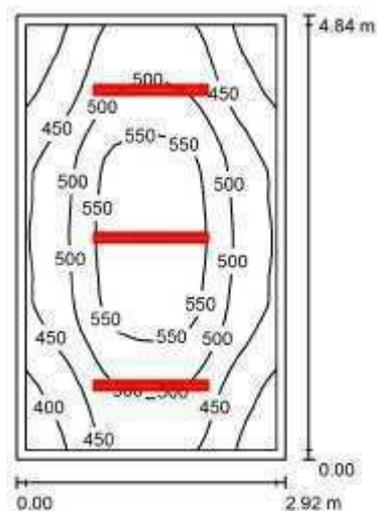


Figura 33. Disposição das luminárias na sala de técnicos e na sala pequena de professores e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	528	444	586	0.839
Solo	20	362	276	423	0.763
Tecto	80	307	140	1217	0.457
Paredes (4)	50	363	178	1031	/

Figura 34. Níveis de iluminamento na sala de técnicos e na sala pequena de professores.

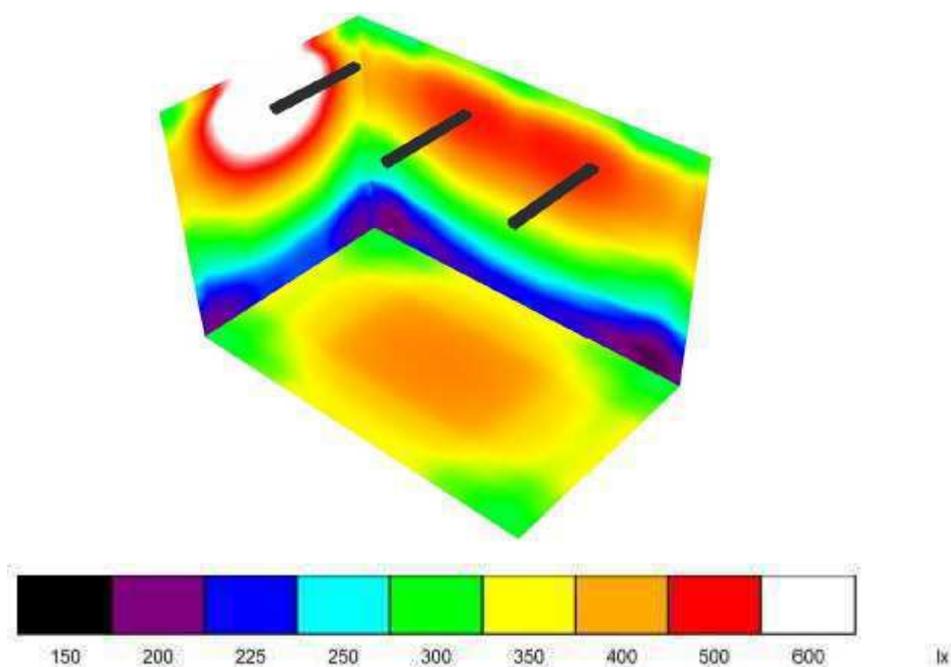


Figura 35. Representação em cores falsas da sala de técnicos e da sala pequena de professores.

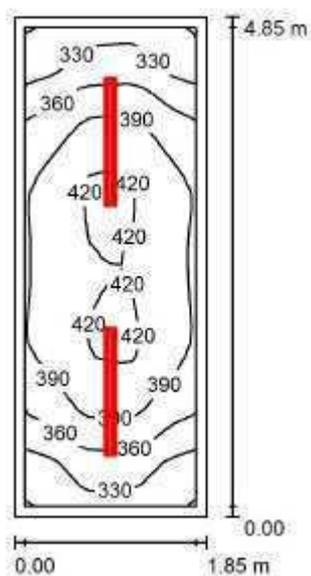


Figura 36. Disposição das luminárias nos banheiros masculino, feminino e na cantina e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	379	299	424	0.787
Solo	20	266	211	303	0.793
Tecto	80	318	147	1156	0.464
Paredes (4)	50	321	119	804	/

Figura 37. Níveis de iluminação nos banheiros masculino, feminino e na cantina.

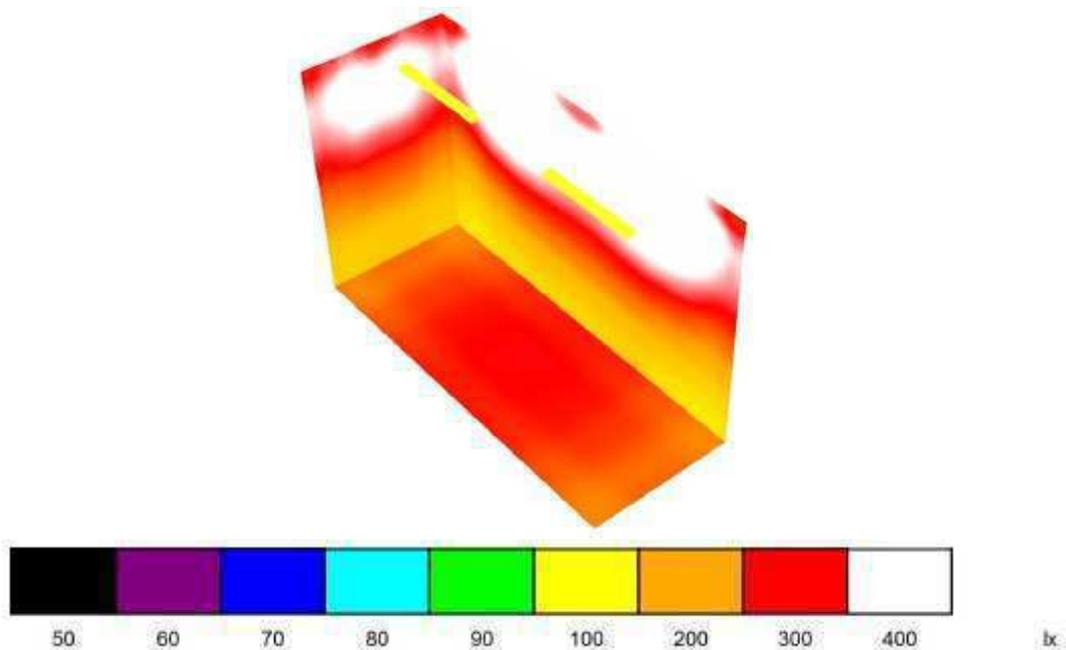


Figura 38. Representação em cores falsas dos banheiros masculino, feminino e na cantina.

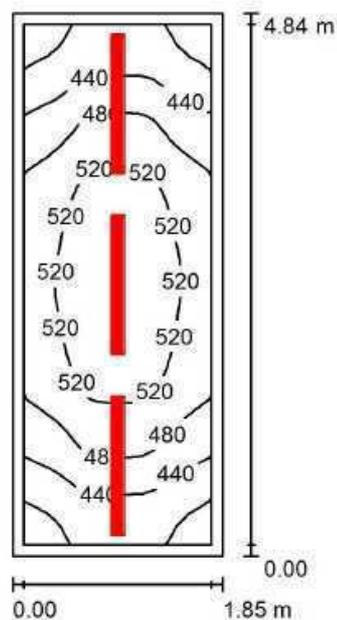


Figura 39. Disposição das luminárias na sala de balanças e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	482	379	550	0.788
Solo	20	340	270	389	0.796
Tecto	70	420	213	1103	0.508
Paredes (4)	50	419	152	1156	/

Figura 40. Níveis de iluminação na sala de balanças.

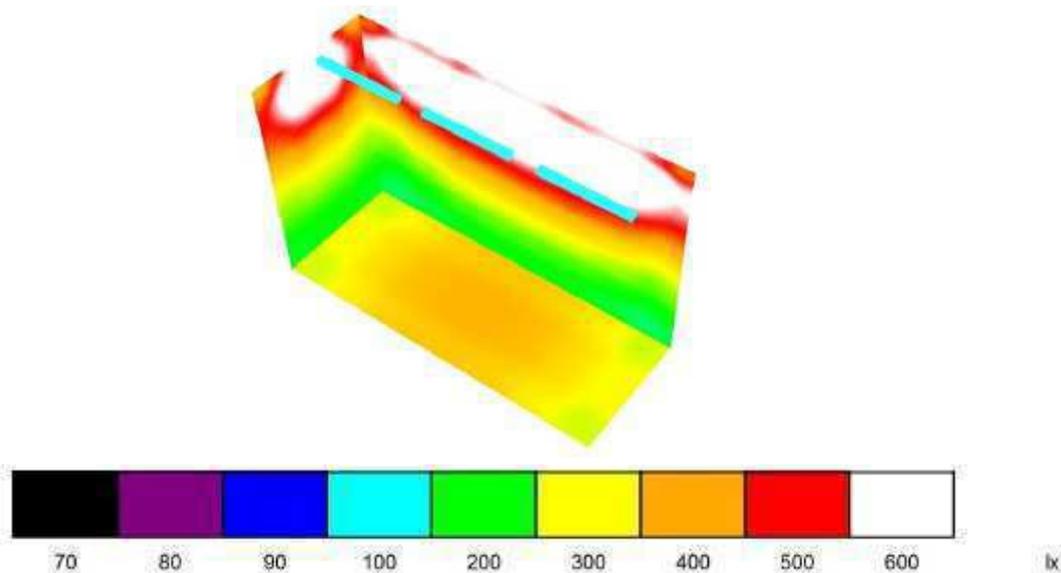


Figura 41. Representação em cores falsas da sala de balanças.

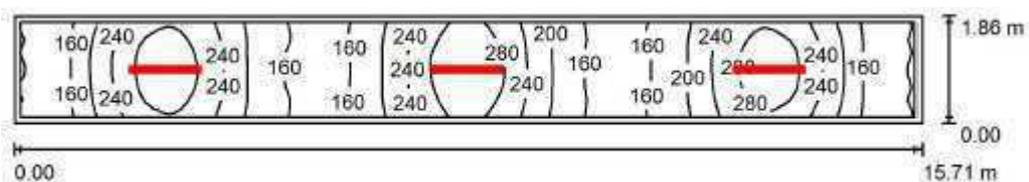


Figura 42. Disposição das luminárias no corredor a oeste e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Piano de uso	/	212	118	309	0.557
Solo	20	160	100	204	0.625
Tecto	80	153	47	1117	0.308
Paredes (4)	50	171	59	717	/

Figura 43. Níveis de iluminação no corredor a oeste.

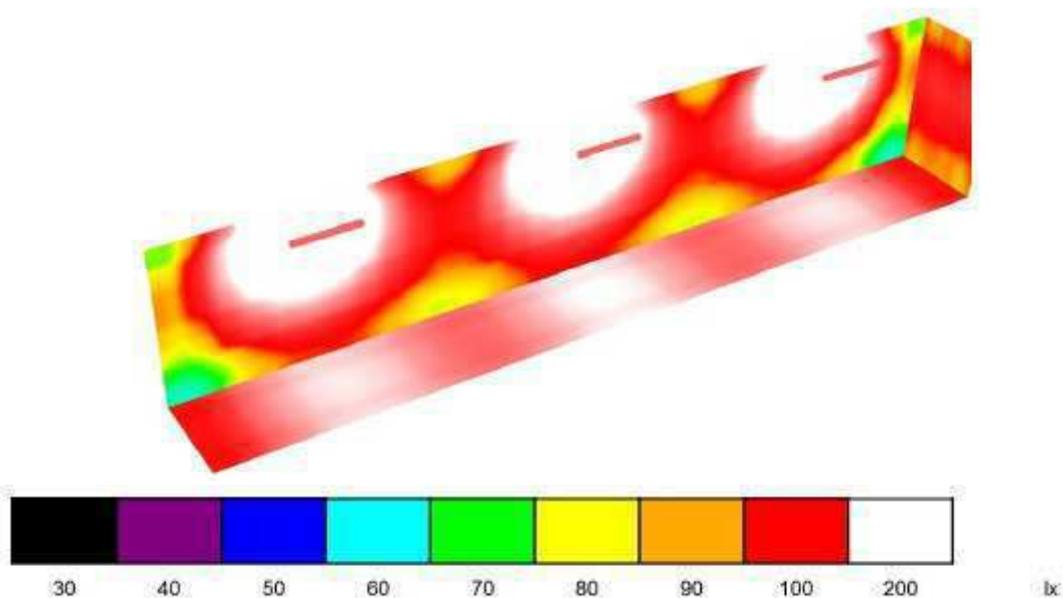


Figura 44. Representação de cores falsas do corredor a oeste.

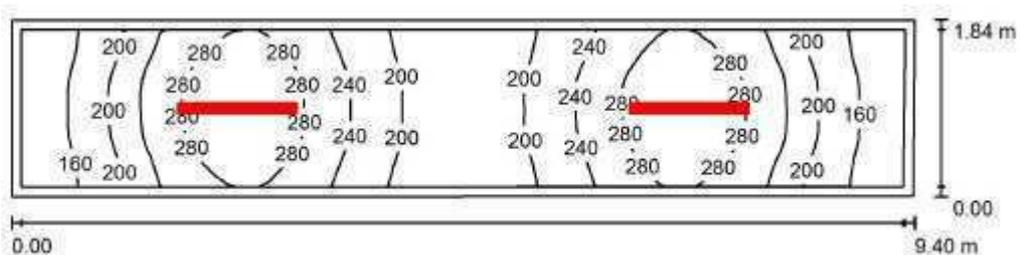


Figura 45. Disposição das luminárias no corredor a leste e suas linhas de isolux.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	228	136	312	0.596
Solo	20	167	112	203	0.671
Tecto	80	169	54	1102	0.320
Paredes (4)	50	182	65	733	/

Figura 46. Níveis de iluminação no corredor a leste.

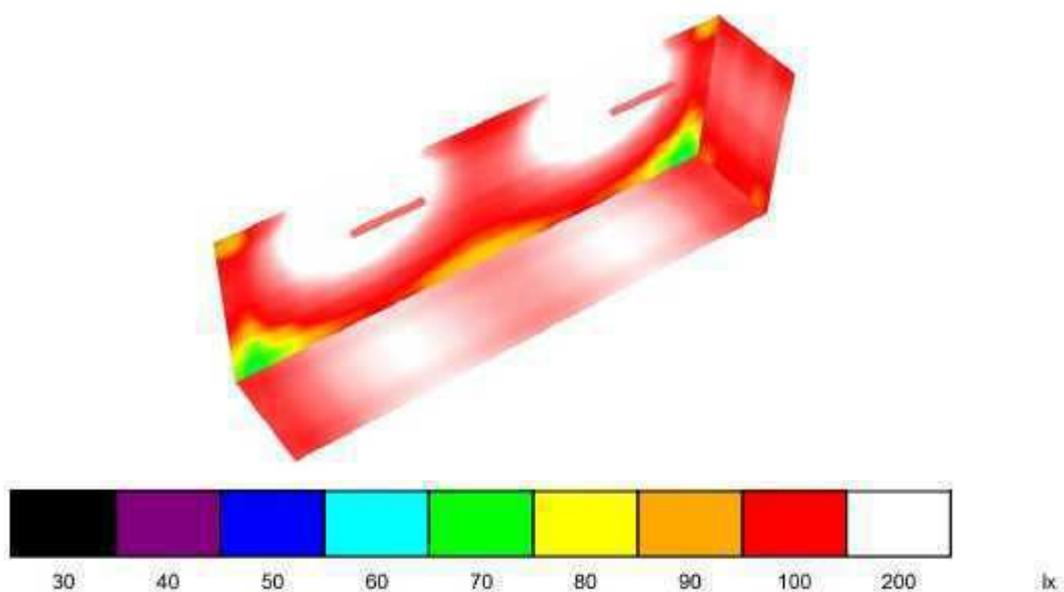


Figura 47. Representação de cores falsas do corredor a leste.

## ANEXO C – PLANILHA EXCELL PARA CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

**CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA**

Segundo NBR - 5858/1983

Local:

**1 Janelas: Insolação**

Typo de Vidro	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator
C	Norte	-	240	115	70	115
C	Nordeste	-	240	95	70	
C	Leste	-	270	130	85	
C	Sudeste	21,60	200	85	70	85
C	Sul	-	0	0	0	0
C	Sudoeste	-	400	160	115	
C	Oeste	-	500	220	150	
C	Noroeste	21,60	350	150	95	150

**2 Janelas: Condução(Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)**

	Área (m <sup>2</sup> )	Fator
Vidro Comum	-	50
Tijolo de Vidro	-	25

**3 Paredes:**

<b>paredes externas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Construção Leve	Construção Pesada	Fator
orientação Sul	-	13	10	13
outra orientação	69,01	20	12	20

<b>paredes internas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Fator
paredes	36,74	13

**4 Teto:**

	Área (m <sup>2</sup> )	Fator
Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75
Em laje com 2,5cm de isolação ou mais	-	30
Entre andares	140,42	13
Sob telhadocomisolação	-	18
Sob telhadosemisolação	-	50

**5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)**

	Área (m <sup>2</sup> )	Fator
Piso	-	13

**6 Número de Pessoas**

	Número	Fator
Em atividade normal	30,00	150
Em repouso	-	75
Em forte atividade	-	750

**7 Outras fontes de Calor**

	Potência (W)	Fator
Aparelhos elétricos	1.288,00	0,86
Forno Elétrico	-	0,86
Aparelhos de Grelhar	-	0,86
Mesa Quente	-	1



-		
-		
-		
-		
960,00		
#VALOR!		
#VALOR!		
#VALOR!		

Carga térmica (m³/s)		
Carga total (m³/s)		
Potência total para as máquinas (BTU)		
Potência total para as máquinas (TR)		

## ANEXO D – PLANILHA EXCELL PARA CÁLCULO DE ELETRODUTOS

**DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC**

Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
2,5	3,6	10,17		0,00
4	4,2	13,85		0,00
6	4,7	17,34		0,00
10	5,9	27,33		0,00
16	6,9	37,37		0,00
25	8,5	56,72		0,00
35	9,5	70,85		0,00
50	11,0	94,99		0,00
70	13,0	132,67		0,00
95	15,0	176,63		0,00
120	16,5	213,72		0,00
<b>Área total instalada</b>				<b>0,00</b>

**DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SUPERASTIC FLEX**

Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
2,5	3,6	10,17	13	132,26
4	4,2	13,85		0,00
6	4,7	17,34		0,00
10	6,0	28,26		0,00
16	7,6	45,34		0,00
25	9,4	69,36		0,00
35	10,8	91,56		0,00
50	12,8	128,61		0,00
70	14,6	167,33		0,00
95	16,8	221,56		0,00
120	18,7	274,51		0,00

**Área total instalada****132,26****DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS EPROTENAX GSETTE 0,6/1kV**

<b>Seção nominal (mm2)</b>	<b>Diâmetro externo (mm)</b>	<b>Área unitária (mm2)</b>	<b>Quantidade de cabos</b>	<b>Área total</b>
2,5	5,4	22,89		0,00
4	5,9	27,33		0,00
6	6,5	33,17		0,00
10	7,7	46,54	0	0,00
16	9,3	67,89	0	0,00
25	11,4	102,02	0	0,00
35	12,7	126,61		0,00
50	14,7	169,63		0,00
70	16,8	221,56		0,00
95	19,2	289,38		0,00
120	21,3	356,15		0,00
150	23,7	440,93		0,00
185	25,8	522,53		0,00
240	29,2	669,32		0,00
<b>Área total instalada</b>				<b>0,00</b>

**DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS SINTENAX FLEX 0,6/1kV**

<b>Seção nominal (mm2)</b>	<b>Diâmetro externo (mm)</b>	<b>Área unitária (mm2)</b>	<b>Quantidade de cabos</b>	<b>Área total</b>
2,5	5,4	22,89		0,00
4	6,5	33,17		0,00
6	7,0	38,47		0,00

10	8,0	50,24		0,00
16	9,5	70,85		0,00
25	11,6	105,63		0,00
35	12,9	130,63		0,00
50	15,3	183,76		0,00
70	17,1	229,54		0,00
95	19,6	301,57		0,00
120	21,5	362,87		0,00
150	24,0	452,16		0,00
185	26,2	538,86		0,00
240	29,8	697,11		0,00
<b>Área total instalada</b>				<b>0,00</b>

<b>DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS AFUMEX UNIPOLAR 0,6/1kV</b>				
<b>Seção nominal (mm2)</b>	<b>Diâmetro externo (mm)</b>	<b>Área unitária (mm2)</b>	<b>Quantidade de cabos</b>	<b>Área total</b>
2,5	6,4	32,15		0,00
4	7,0	38,47		0,00
6	7,5	44,16		0,00
10	10,6	88,20		0,00
16	11,3	100,24		0,00
25	12,4	120,70		0,00
35	13,0	132,67		0,00
50	15,0	176,63		0,00
70	16,7	218,93		0,00
95	18,6	271,58		0,00
120	20,7	336,36		0,00
150	23,1	418,88		0,00
185	25,0	490,63		0,00
240	28,3	628,70		0,00

<b>Área total instalada</b>	<b>0,00</b>
-----------------------------	-------------

<b>DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DOS CABOS AFUMEX UNIPOLAR 750V</b>
---

Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
2,5	3,6	10,17		0,00
4	4,1	13,20		0,00
6	4,6	16,61		0,00

<b>Área total instalada</b>	<b>0,00</b>
-----------------------------	-------------

<b>CABOS PARA TELECOMUNICAÇÕES</b>
------------------------------------

Cabos	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
UTP-4P CAT.5E	5,3	22,05		0
FTP-4P CAT.5E	6,2	30,18		0
UTP-4P CAT.6	6,2	30,18		0
UTP-4P CAT.6A	8,6	58,06		0
CFO	9,6	72,35		0
RG 59	6,1	29,21		0
CA-SN 50-10	13,5	143,07		0
CA-SN 50-20	15,0	176,63		0
CCI-3P	5,2	21,23		0
CI-50-10	10,0	78,50		0
CI-50-20	13,0	132,67		0
CI-50-30	15,0	176,63		0
CI-50-50	18,5	268,67		0
CI-50-100	24,5	471,20		0
CI-50-200	34,0	907,46		0

<b>Área total instalada</b>	<b>0</b>
-----------------------------	----------

<b>DIMENSIONAMENTO DOS CABOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO</b>
--

Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
1,5	6,6	34,19		0,00
2,5	8,5	56,72		0,00
<b>Área total instalada</b>				<b>0,00</b>

<b>DIMENSIONAMENTO DOS CABOS DE ALARME DE INCÊNDIO</b>				
Seção nominal (mm2)	Diâmetro externo (mm)	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total
1,5	2,9	6,38		0,00
2,5	3,6	10,06		0,00
<b>Área total instalada</b>				<b>0,00</b>

<b>PVC - CONFORME NBR 15465:2007</b>			
Eletrodutos dimensões - interna (mm)	Área total (mm2)	Área útil (mm2)	Eletrodutos dimensões - DN (mm)
20,2	320,3	128,12	25
26,4	547,1	218,85	32
34,8	950,7	380,27	40
40,0	1.256,0	502,40	50
51,4	2.073,9	829,58	60
65,7	3.388,4	1355,38	75
78,0	4.775,9	1910,38	85
101,1	8.023,6	3209,46	110

<b>SUPERASTIC</b>
<b>0,00</b>

<b>AÇO CARBONO - CONFORME FABRICANTE - CARBINOX</b>
---

<b>Eletrodutos dimensões - interna (mm)</b>	<b>Área total (mm2)</b>	<b>Área útil (mm2)</b>	<b>Eletrodutos dimensões - DN (mm)</b>
28,9	655,6	262,26	25
37,0	1.074,7	429,87	32
42,6	1.424,6	569,83	40
54,5	2.331,6	932,66	50
69,6	3.802,7	1521,07	65
82,3	5.317,0	2126,81	80
107,4	9.054,8	3621,91	100

<b>KANALEX - CONFORME FABRICANTE - KANAFLEX</b>			
<b>Eletrodutos dimensões - interna (mm)</b>	<b>Área total (mm2)</b>	<b>Área útil (mm2)</b>	<b>Eletrodutos dimensões - DN (mm)</b>
31,5	778,9	311,57	30
43,0	1.451,5	580,59	40
50,8	2.025,8	810,32	50
75,0	4.415,6	1766,25	75
102,0	8.167,1	3266,86	100
128,8	13.022,7	5209,08	125
155,6	19.005,9	7602,37	150

<b>Perfilado/Eletrocalha dimensões (mm)</b>	<b>Área total (mm2) 100%</b>	<b>Área útil (mm2)</b>	<b>Percentual %</b>
38x38	1.444,0	578	<b>0,09</b>
50x75	3.750,0	1.500	<b>0,04</b>
75x75	5.625,0	2.250	<b>0,02</b>
100X75	7.500,0	3.000	<b>0,02</b>

100x100	10.000,0	4.000	<b>0,01</b>
100x200	20.000,0	8.000	<b>0,01</b>
100x300	30.000,0	12.000	<b>0,00</b>
100x400	40.000,0	16.000	<b>0,00</b>
100x500	50.000,0	20.000	<b>0,00</b>
100x600	60.000,0	24.000	<b>0,00</b>
100x700	70.000,0	28.000	<b>0,00</b>

ELETRODUTOS PVC		
VER NBR 5410 pg.120		
Máximo:	40%	Polegadas
#VALOR!	20mm	3/4"
24,17%	25mm	1"
13,91%	32mm	1 1/4"
10,53%	40mm	1 1/2"
6,38%	50mm	2"
3,90%	75mm	2 1/2"
2,77%	85mm	3"
1,65%	110mm	4"

ELETRODUTOS AÇO CARBONO		
VER NBR 5410 pg.120		
Máximo:	40%	Polegadas
20,17%	25mm	1"
12,31%	32mm	1 1/4"
9,28%	40mm	1 1/2"
5,67%	50mm	2"
3,48%	65mm	2 1/2"
2,49%	80mm	3"
1,46%	100mm	4"

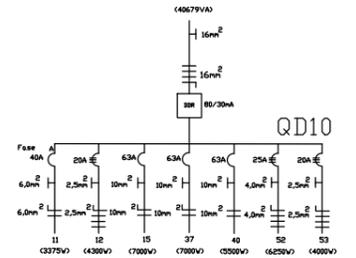
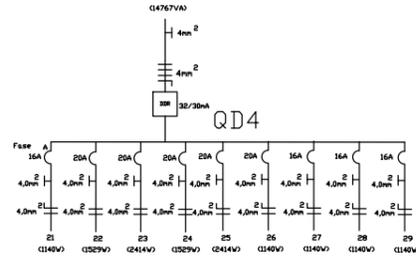
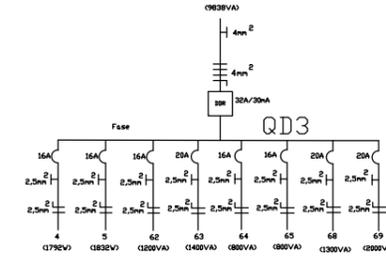
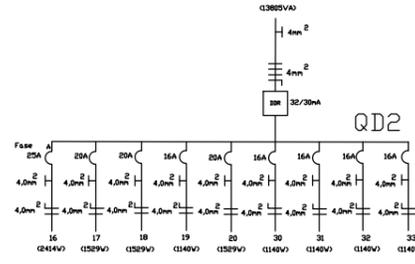
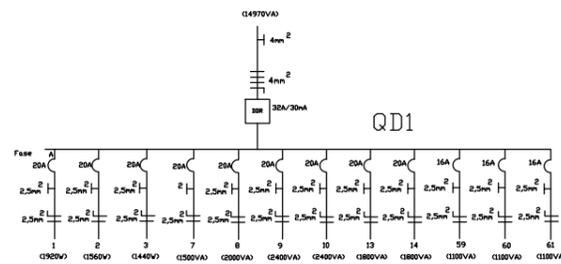
ELETROCALHAS	
VER NBR 5410 pg.120	
Máximo:	40%
9,16%	38x38
3,53%	50x75
2,35%	75x75
1,76%	100x75
1,32%	100x100
0,66%	100x200
0,44%	100x300
0,33%	100x400
0,26%	100x500
0,22%	100x600
0,19%	100x700

ELETRODUTOS KANALEX		
VER NBR 5410 pg.120		
Máximo:	40%	Polegadas
16,98%	30mm	1 1/4"

<b>9,11%</b>	<b>40mm</b>	<b>1 1/2"</b>
<b>6,53%</b>	<b>50mm</b>	<b>2"</b>
<b>3,00%</b>	<b>75mm</b>	<b>3"</b>
<b>1,62%</b>	<b>100mm</b>	<b>4"</b>
<b>1,02%</b>	<b>125mm</b>	<b>5"</b>
<b>0,70%</b>	<b>150mm</b>	<b>6"</b>

## ANEXO E – PROJETO ELÉTRICO NO AUTOCAD





- LEGENDAS:
- Disjuntor Monofásico
  - Condutores Fase, Neutro e Terra, respectivamente.
  - Disjuntor Diferencial Residual

PRANCHA		UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE	
08/09		PREFEITURA UNIVERSITÁRIA	
		PROJETO ELÉTRICO	
RESPONSÁVEL	RUBRICA	PROJETO PARA AMPLIAÇÃO DO BLOCO DE ARQUITETURA (CW) CAMPUS/C. GRANDE CCT/UFCC.	
Estagiária	Jordane Gonçalves dos Santos		
ESCALA	DESENHO:	ÁREAS:	
1/100	DIAGRAMAS UNIFILARES	PAV. TERREO	584,04m <sup>2</sup>
		PAV. SUPERIOR	580,78m <sup>2</sup>
		COBERTA	655,19m <sup>2</sup>

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

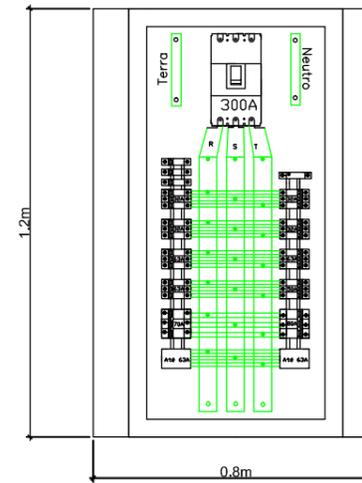
LEGENDA

- Ponto de tomada p/ar condicionado caixa 4x2' com tampa cega (ver diagrama unifilar).
- Tomada 2P+T (novo padrão brasileiro) na parede a 200cm do piso
- Tomada 2P+T (novo padrão brasileiro) na parede a 30cm do piso
- Ponto de tomada 2P+T (novo padrão brasileiro) a 130 cm do piso
- Tomada 2P+T (novo padrão brasileiro) na parede a 2,5m do piso (para luminária de emergência)
- Tomada 2P+T (novo padrão brasileiro) na parede a 2,6m do piso
- Luminária arandela com lâmpada fluorescente 1x20W
- Eletroduto pvc embutido na parede ou teto
- Eletroduto pvc pelo piso
- Condutor: Terra, Retorno, Fase e Neutro
- Luminária fluorescente 1 x 20W no teto com reator eletrônico
- Luminária fluorescente 2 x 40W no teto com reator eletrônico
- Fotocélula
- Quadro de distribuição com barramentos na parede a 1,50m do piso
- Quadro Geral (QG). Quadro montado seguindo diagrama e instruções do projeto.
- Quadro Transformador (QT). Quadro montado seguindo diagrama e instruções do projeto.
- Caixa am alvenaria 60x60x60cm localizada no piso com tampa de concreto armado e dreno
- Interruptor de N seções na parede a 1,20m do piso
- Interruptor de N seções thre-way na parede a 1,20m do piso
- Ponto de Lógica para Datashow na parede a 30cm do piso
- Ponto de Lógica para Datashow na parede a 2,3m do piso

**DBS:**  
- Cores dos condutores: Fase vermelho, Neutro preto, Retorno azul, Terra verde.

- Deverá constar em cada tomada bem como em cada disjuntor uma etiqueta de identificação com o número do circuito a que pertence
- A fase deverá se encontrar no pino direito, tendo como referência
- Todos os componentes do quadro geral foram desenhados em dm
- A parte em azul do diagrama unifilar do quadro geral já se encontra instalada

VISTA DO QG  
QUADRO GERAL



Tampa Interna do QG

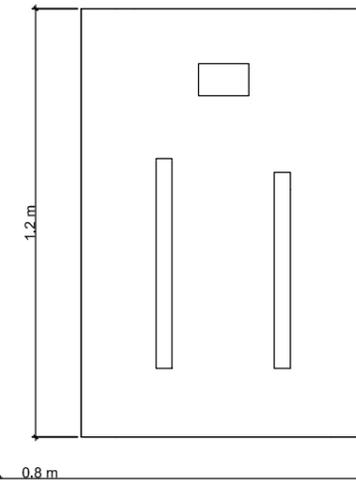
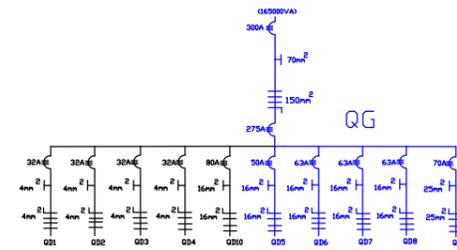


DIAGRAMA UNIFILAR



PRANCHA		UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE	
09/09		PREFEITURA UNIVERSITÁRIA	
		PROJETO ELÉTRICO	
RESPONSÁVEL	RUBRICA	PROJETO PARA AMPLIAÇÃO DO BLOCO DE ARQUITETURA (CW) CAMPUS/C. GRANDE CCT/UFCC.	
Estagiária	Jordane Gonçalves dos Santos		
ESCALA	DESENHO:	ÁREAS:	
1/100	- SIMBOLOGIA E LEGENDAS - DIAG. UNIFILAR E QUADRO GERAL	PAV. TERREO	584,04m <sup>2</sup>
		PAV. SUPERIOR	580,78m <sup>2</sup>
		COBERTA	655,19m <sup>2</sup>