



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

FILIPPE RAFAEL FARIAS DE SÁ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2015

FILIPPE RAFAEL FARIAS DE SÁ

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*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: Instalações Elétricas

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2015

FILIPPE RAFAEL FARIAS DE SÁ

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*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: Instalações Elétricas

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, Francisco Genésio de Sá e Rosilda Farias da Silva Sá (in memoriam), que foram os principais motivadores do meu interesse pela formação acadêmica.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me dado saúde e força de vontade para superar cada desafio que surgia durante a caminhada em busca da formação acadêmica.

Agradeço também a meu pai, Genésio, por sempre estar presente em todos os momentos dando totais condições para que pudesse ter foco exclusivo nos estudos e à minha mãe, Rosilda (in memoriam), que enquanto esteve presente em vida fez tanto quanto meu pai.

Agradeço também a todos os meus familiares, que sempre torceram bastante por mim, dando apoio nas horas que surgiam adversidades e que contribuíram de alguma forma na construção dessa caminhada.

Agradeço ao meu orientador, Leimar de Oliveira, pela paciência que sempre teve comigo e pela disponibilidade em orientar de maneira elucidativa na execução deste trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos, dos quais tive a honra de ter convivido todo esse tempo, compartilhando momentos de alegrias e dificuldades, dos quais também sou muito grato por todo apoio que foi dado.

Por fim agradeço aos professores que puderam transmitir seus conhecimentos, em especial àqueles que se mostraram serem mais solícitos, à instituição UFCG que sempre me recebeu de portas abertas por meio de seus funcionários, e a qualquer outra pessoa que tenha colaborado para a construção da personalidade que tenho hoje.

## RESUMO

Este relatório descreve o que foi desenvolvido durante o estágio curricular obrigatório, cuja carga horária foi de 240 horas, ocorrido na Prefeitura Universitária da UFCG. Nele são descritas as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos durante o tempo de trabalho. O estágio ocorreu basicamente na criação de um projeto elétrico para a Usina Piloto, que será construída no campus da UFCG de Pombal. Para tal foi necessário o conhecimento de várias normas, cujas principais partes utilizadas são descritas no decorrer deste texto. Além dessa parte mais teórica foram desenvolvidas plantas, memoriais, diagramas e quadros, caracterizando atividades mais práticas sendo também mostrados os resultados no decorrer do texto.

**Palavras-chave:** Atividades, diagrama, memorial, normas, planta, projeto elétrico, quadro.

## ABSTRACT

This report describes what has been developed during the mandatory traineeship, whose workload was 240 hours, occurred in the UFCG. It is described the activities developed and the results obtained during working time. The traineeship was basically to create an electrical design for the Pilot Plant, which will be built on the campus of UFCG in Pombal. For this was necessary knowledge of various standards, whose main parts used are described later in this text. Beyond this more theoretical part, were developed floor plans, memorials, diagrams and tables, featuring more practical activities, which also shows the results throughout the text.

**Keywords:** Activities, diagram, electrical design, floor plans, memorial, standards, table.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Diagrama Unifilar do QD3.....	28
Figura 2. Quadro de cargas do QD2.....	28
Figura 3. Luminária LUMICENTER FHT03-S128 e sua curva fotométrica.....	65
Figura 4. Luminária LUMICENTER FHT03-S228 e sua curva fotométrica.....	65
Figura 5. Luminária LUMICENTER FHT03-S114 e sua curva fotométrica.....	66
Figura 6. Luminária LUMICENTER FHT03-S214 e sua curva fotométrica.....	66
Figura 7. Luminária LUMICENTER CAA01-S232 e sua curva fotométrica.....	67
Figura 8. Luminária PHILIPS BGP303 1XLED73-3S/740 DM e sua curva fotométrica.....	67
Figura 9. Representação das cores falsas de uma das recepções.....	68
Figura 10. Disposição das luminárias em uma das recepções e as curvas de isolux.....	68
Figura 11. Níveis de iluminância em uma das recepções.....	68
Figura 12. Representação das cores falsas de um dos almoxarifados.....	69
Figura 13. Disposição das luminárias em um dos almoxarifados e as curvas de isolux.....	69
Figura 14. Níveis de iluminância em um dos almoxarifados.....	69
Figura 15. Representação das cores falsas de um das salas de embalagem.....	70
Figura 16. Disposição das luminárias em uma das salas de embalagem e as curvas de isolux.....	70
Figura 17. Níveis de iluminância em uma das salas de embalagem.....	70
Figura 18. Representação das cores falsas do ambiente de leites e derivados.....	71
Figura 19. Disposição das luminárias no ambiente de leites e derivados e as curvas de isolux.....	71
Figura 20. Níveis de iluminância no ambiente de leites e derivados.....	71
Figura 21. Representação das cores falsas do ambiente de frutas e hortaliças.....	72
Figura 22. Disposição das luminárias no ambiente de frutas e hortaliças e as curvas de isolux.....	72
Figura 23. Níveis de iluminância no ambiente de frutas e hortaliças.....	72
Figura 24. Representação das cores falsas do ambiente de processamento mínimo.....	73
Figura 25. Disposição das luminárias no ambiente de processamento mínimo e as	

curvas de isolux.....	73
Figura 26. Níveis de iluminância no ambiente de processamento mínimo.....	73
Figura 27. Representação das cores falsas da circulação interna.....	74
Figura 28. Disposição das luminárias da circulação interna e as curvas de isolux.....	74
Figura 29. Níveis de iluminância da circulação interna.....	74
Figura 30. Representação das cores falsas de uma das câmaras frias.....	75
Figura 31. Disposição das luminárias em uma das câmaras frias e as curvas de isolux.....	75
Figura 32. Níveis de iluminância na câmara fria.....	75
Figura 33. Representação das cores falsas do ambiente de carnes e pescados.....	76
Figura 34. Disposição das luminárias no ambiente de carnes e pescados e as curvas de isolux.....	76
Figura 35. Níveis de iluminância no ambiente de carnes e pescados.....	76
Figura 36. Representação das cores falsas do ambiente de panificação.....	77
Figura 37. Disposição das luminárias no ambiente de panificação e as curvas de isolux.....	77
Figura 38. Níveis de iluminância no ambiente de panificação.....	77
Figura 39. Representação das cores falsas da sala com o forno.....	78
Figura 40. Disposição das luminárias na sala com o forno e as curvas de isolux.....	78
Figura 41. Níveis de iluminância da sala com o forno.....	78
Figura 42. Representação das cores falsas do ambiente da confeitaria.....	79
Figura 43. Disposição das luminárias no ambiente da confeitaria e as curvas de isolux.....	79
Figura 44. Níveis de iluminância no ambiente da confeitaria.....	79
Figura 45. Representação das cores falsas no depósito geral.....	80
Figura 46. Disposição das luminárias no depósito geral e as curvas de isolux.....	80
Figura 47. Níveis de iluminância do depósito geral.....	80
Figura 48. Representação das cores falsas na barreira sanitária.....	81
Figura 49. Disposição das luminárias na barreira sanitária e as curvas de isolux.....	81
Figura 50. Níveis de iluminância na barreira sanitária.....	81
Figura 51. Representação das cores falsas em um dos vestiários.....	82
Figura 52. Disposição das luminárias em um dos vestiários e as curvas de isolux.....	82
Figura 53. Níveis de iluminância em um dos vestiários.....	82
Figura 54. Representação das cores falsas no escritório.....	83

Figura 55. Disposição das luminárias no escritório e as curvas de isolux.....	83
Figura 56. Níveis de iluminância no escritório.....	83
Figura 57. Representação das cores falsas no depósito da loja.....	84
Figura 58. Disposição das luminárias no depósito da loja e as curvas de isolux.....	84
Figura 59. Níveis de iluminância no depósito da loja.....	84
Figura 60. Representação das cores falsas da loja.....	85
Figura 61. Disposição das luminárias na loja e as curvas de isolux.....	85
Figura 62. Níveis de iluminância na loja.....	85
Figura 63. Representação das cores falsas no hall e escada.....	86
Figura 64. Disposição das luminárias no hall e escada e as curvas de isolux.....	86
Figura 65. Níveis de iluminância no hall e escada.....	86
Figura 66. Representação das cores falsas em uma das áreas de circulação externa.....	87
Figura 67. Disposição das luminárias em uma das áreas de circulação externa e as curvas de isolux.....	87
Figura 68. Representação das cores falsas na área externa.....	88
Figura 69. Disposição dos postes para iluminação da área externa.....	88
Figura 70. Representação das cores falsas na central de gás.....	89
Figura 71. Disposição das luminárias na central de gás e as curvas de isolux.....	89
Figura 72. Níveis de iluminância na central de gás.....	89
Figura 73. Representação das cores falsas na lixeira.....	90
Figura 74. Disposição das luminárias na lixeira e as curvas de isolux.....	90
Figura 75. Níveis de iluminância na lixeira.....	90
Figura 76. Representação das cores falsas em um dos banheiros do pavimento superior.....	91
Figura 77. Disposição das luminárias em um dos banheiros do pav. superior e as curvas de isolux.....	91
Figura 78. Níveis de iluminância em um dos banheiros do pavimento superior.....	91
Figura 79. Representação das cores falsas na sala de reunião.....	92
Figura 80. Disposição das luminárias na sala de reunião e as curvas de isolux.....	92
Figura 81. Níveis de iluminância na sala de reunião.....	92
Figura 82. Representação das cores falsas no espaço de uso múltiplo.....	93
Figura 83. Disposição das luminárias no espaço de uso múltiplo e as curvas de isolux.....	93
Figura 84. Níveis de iluminância no espaço de uso múltiplo.....	93

Figura 85. Cálculo da carga térmica do espaço de uso múltiplo.....94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.....	7
Tabela 2. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD1.....	40
Tabela 3. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD2.....	40
Tabela 4. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD3.....	41
Tabela 5. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD4.....	41
Tabela 6. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD5.....	42
Tabela 7. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD1.....	42
Tabela 8. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD2.....	43
Tabela 9. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD3.....	44
Tabela 10. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD4.....	44
Tabela 11. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD5.....	45
Tabela 12. Previsão das cargas alimentadas pelo QD6.....	45
Tabela 13. Divisão dos circuitos por quadro.....	46
Tabela 14. Dimensionamento dos condutores do QD1.....	47
Tabela 15. Dimensionamento dos condutores do QD2.....	48
Tabela 16. Dimensionamento dos condutores do QD3.....	49
Tabela 17. Dimensionamento dos condutores do QD4.....	50
Tabela 18. Dimensionamento dos condutores do QD5.....	51
Tabela 19. Dimensionamento dos condutores do QD6.....	52
Tabela 20. Fatores de demanda para as TUE's.....	53
Tabela 21. Cálculo da demanda do QD1.....	54
Tabela 22. Cálculo da demanda do QD2.....	54
Tabela 23. Cálculo da demanda do QD3.....	54
Tabela 24. Cálculo da demanda do QD4.....	55
Tabela 25. Cálculo da demanda do QD5.....	55
Tabela 26. Cálculo da demanda do QD6.....	55
Tabela 27. Dimensionamento dos condutores para os circuitos de distribuição.....	56
Tabela 28. Área externa dos condutores usados no projeto.....	57
Tabela 29. Área de eletrodutos comerciais padrão.....	57



Tabela 30. Número máximo de condutores para ocupação de 31% do eletroduto.....	57
Tabela 31. Número máximo de condutores para ocupação de 40% do eletroduto.....	58
Tabela 32. Número máximo de condutores de 10 mm <sup>2</sup> .....	58
Tabela 33. Eletrodutos dos circuitos de distribuição.....	58
Tabela 34. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD1.....	59
Tabela 35. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD2.....	60
Tabela 36. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD3.....	61
Tabela 37. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD4.....	61
Tabela 38. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD5.....	62
Tabela 39. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD6.....	63
Tabela 40. Dimensionamento dos disjuntores dos circuitos de distribuição.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Ampère  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica  
BTU – British Thermal Unit  
CIE – Commission Internationale L’Eclairage  
EPR – Borracha etileno-propileno  
FCA – Fator de correção de agrupamento  
FCT – Fator de correção de temperatura  
in - Polegada  
IP – Proteção Internacional  
ISO – International Organization of Standardization  
k - Kilo  
LED – Diodo emissor de luz  
m - Metro  
mm – Milímetro  
NBR – Norma Brasileira  
NDU – Norma de Distribuição Unificada  
NR – Norma Regulamentadora  
NPT – National Pipe Thread  
PU – Prefeitura Universitária  
PVC – Policloreto de vinila  
QD – Quadro de distribuição  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande  
TUE – Tomada de uso específico  
TUG – Tomada de uso geral  
V - Volt  
W - Watt  
XLPE – Polietileno reticulado

# SUMÁRIO

Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Ilustrações .....	viii
Lista de Tabelas .....	xii
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	xiv
Sumário .....	xv
1 Introdução.....	1
1.1 O local de estágio .....	2
2 Embasamento teórico .....	3
2.1 Normas regulamentadoras.....	4
2.1.1 NDU 001 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária .....	4
2.1.2 NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.....	5
2.1.3 NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho .....	5
2.1.4 NBR 5444 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais .....	5
2.1.5 NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.....	6
2.2 Previsão de carga de iluminação.....	6
2.3 Previsão da carga de tomadas.....	9
2.4 Divisão dos circuitos.....	10
2.5 Dimensionamento dos condutores.....	12
2.5.1 Dimensionamento dos condutores de distribuição.....	14
2.6 Dimensionamento das linhas elétricas .....	15
2.6.1 Dimensionamento dos eletrodutos.....	15
2.6.2 Dimensionamento das eletrocalhas.....	15
2.7 Dimensionamento da proteção.....	16
2.8 Dimensionamento dos quadros .....	18
3 Atividades realizadas .....	19
3.1 Cálculo luminotécnico .....	20
3.2 Elaboração da planta.....	22
3.3 Memoriais .....	27
3.3.1 Memorial Descritivo .....	27
3.3.2 Memorial de cálculo.....	27
3.4 Diagrama unifilar e quadro de cargas .....	27
3.5 Levantamento de materiais .....	28
4 Conclusão .....	30
Referências .....	31
ANEXO A – Memorial descritivo .....	32
1 Normas técnicas de referência .....	32

2	Descrição do projeto elétrico.....	32
2.1	Considerações gerais.....	32
2.2	Níveis de tensão.....	32
2.3	Quadros de distribuição e quadro geral .....	33
2.4	Proteção.....	34
2.5	Tomadas .....	34
2.6	Eletrodutos e eletrocalhas .....	35
2.7	Interruptores .....	35
2.8	Iluminação .....	35
2.9	Iluminação de emergência .....	36
2.10	Caixas .....	36
2.11	Aterramento .....	37
2.12	Condutores.....	37
2.12.1	Instalações gerais .....	37
2.12.2	Interligação entre o transformador e o quadro geral .....	38
2.12.3	Interligação entre o quadro geral e os quadros de distribuição .....	38
2.12.4	Identificação dos cabos .....	38
2.12.5	Observações .....	39
	ANEXO B– Memorial de Cálculo .....	40
1	Resultados do Cálculo Luminotécnico .....	40
2	Previsão de Carga .....	42
3	Dimensionamento dos condutores .....	46
3.1.1	Dimensionamento dos circuitos de distribuição .....	53
4	Dimensionamento dos eletrodutos .....	57
4.1.1	Dimensionamento das eletrocalhas .....	58
5	Dimensionamento dos disjuntores .....	59
	ANEXO C – Cálculo Luminotécnico .....	65
1	Luminárias utilizadas.....	65
2	Iluminação por ambiente.....	68
	ANEXO D – Cálculo da carga térmica .....	94
	ANEXO E – Plantas, Diagrama Unifilar e Quadro de Cargas .....	96

# 1 INTRODUÇÃO

Neste documento são relatadas as atividades desenvolvidas no Estágio Supervisionado realizado no setor de projetos da Prefeitura Universitária da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Esse estágio é curricular e obrigatório cuja carga horária cumprida foi de 240 horas dentro de um período de oito semanas compreendido entre os dias 03/08/2015 e 28/09/2015. As atividades foram supervisionadas pelo Engenheiro Jonas Agápito Medeiros, com o auxílio dos demais engenheiros eletricitistas do setor.

Durante o período em que ocorreu esse estágio foi quando houve a possibilidade de se ter um contato maior com o que realmente é a profissão do engenheiro. A fim de se cumprir os objetivos pré-determinados escolhidos em conjunto com os engenheiros da Prefeitura surgiram alguns desafios comuns do dia-a-dia de um engenheiro, que puderam ser superados com sucesso, acarretando em uma excelente experiência para desafios futuros. Além disso, o convívio diário com pessoas dedicadas a mais tempo na área também foi de grande importância para um maior desenvolvimento da formação profissional. Dentre os objetivos desse estágio, esses eram os maiores.

Os outros objetivos, também importantes, eram o desenvolvimento de um projeto elétrico a ser implantado na construção de uma Usina Piloto no campus da cidade de Pombal, a familiarização com softwares comumente utilizados em projetos de engenharia e a importância de se agir com a maior prudência possível em respeito as normas.

Vinculadas a esses objetivos traçados estavam as atividades desenvolvidas. Dentre elas se tinha: estudo das normas NBR 5410, NBR ISO/CIE 8995-1 e NR 10, análise de projeto elétrico predial e industrial, elaboração de memorial descritivo, elaboração de memorial de cálculo, elaboração de planta baixa e diagrama elétrico unifilar, além do levantamento do material necessário.

Assim o relatório é organizado da seguinte maneira: no capítulo 2 é feita uma breve revisão teórica a respeito da elaboração de projetos elétricos, no capítulo 3 é descrito com mais detalhes como ocorreu o desenvolvimento das atividades supracitadas e no capítulo 4 são feitas as considerações finais. Em anexo são

documentados os resultados práticos obtidos, com a documentação dos memoriais, das plantas baixas e dos diagramas unifilares.

## 1.1 O LOCAL DE ESTÁGIO

A Prefeitura Universitária (PU) da UFCG existe desde os tempos em que a universidade ainda era um campus pertencente à UFPB, com a condição de subprefeitura. A partir de 2002, com a lei que determinava a criação da UFCG, passou a condição atual de prefeitura.

É de competência da Prefeitura uma série de atribuições, segundo Regimento Interno da UFCG. Dentre elas se destacam: colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento; elaborar estudos e projetos de edificações e infraestrutura nos campi ou fora deles quando do interesse da universidade; solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia; manter e conservar bens móveis e imóveis da universidade; planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações.

Para realização dessas atribuições, a Prefeitura é dividida em setores, sendo os de projeto, de manutenção e de fiscalização com a presença de engenheiros eletricitas. Ao longo dos últimos anos a PU tem recrutado engenheiros pré concluintes para ter a oportunidade de ganhar experiência atuando na área e ao mesmo tempo cumprindo os requisitos de estágio curricular obrigatório. Os benefícios sempre são mútuos, tendo em vista os ganhos já descritos para os alunos e uma maior quantidade de mão de obra para a instituição, ocasionando aumento da produtividade.

Para realização do estágio ficou previamente definida a atuação junto ao setor de projetos, cuja sala tem uma estrutura com bancada mais um computador com todas as ferramentas necessárias (softwares, internet, etc) para que o estagiário tenha plena capacidade de desempenhar o seu melhor papel durante o período de trabalho. Além disso, os engenheiros da Prefeitura sempre são muito solícitos para buscar sanar qualquer eventual dúvida que surja no encaminhamento das atividades.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para o desenvolvimento correto das atividades requeridas durante o estágio foi necessário ter uma boa base teórica de disciplinas cursadas durante a graduação, em especial os conceitos aprendidos em Instalações Elétricas e o seu respectivo laboratório, no que diz respeito à elaboração de projetos.

Diante disso define-se projeto elétrico como a representação gráfica e escrita das futuras instalações elétricas de qualquer local em que se faça necessária a utilização de energia elétrica. Para se atingir esse objetivo o projetista deve elaborar: memória, com a descrição dos encaminhamentos encontrados para a realização do projeto; plantas, com o melhor nível de detalhamento possível a fim de favorecer a fase de execução; especificações de materiais a serem utilizados e os respectivos orçamentos com os custos destes materiais e de mão-de-obra.

Além desses podem ser necessários outros tipos de detalhes como esquemas verticais (prumada), quadros de distribuição de cargas e a descrição mais precisa de algumas convenções adotadas. Também podem vir a ser necessários documentos como Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária

Alguns critérios devem ser levados em consideração para um projeto. Um deles é a acessibilidade para que se possa efetuar manobras adequadas e manutenções. Outro critério é a flexibilidade, pois pode haver uma eventual expansão da instalação e caso ela seja flexível o trabalho fica mais facilitado. Ainda pode-se citar a confiabilidade de forma que garanta o perfeito funcionamento do sistema e de acordo com o atendimento às normas.

Existem dois tipos de projetos elétricos: predial e industrial. No projeto predial procura-se: quantificar, localizar e dimensionar pontos de utilização de energia; definir os tipos e dimensionar os condutores e condutos; definir, localizar e dimensionar a proteção, os circuitos de comando, de medição e demais acessórios. Já no industrial se tem isso que é descrito para o predial mais outras atribuições como acionamentos de máquinas, estudo de especificações de motores, dimensionamento de contatores, entre outros.

## 2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS

Um projeto, seja de qual for o tipo, não pode ser realizado de qualquer maneira que o projetista queira. Existem normas e regulamentações que orientam como se elaborar um projeto com o compromisso entre responsabilidade e eficácia. Falando mais especificamente de projetos elétricos, existem algumas normas que tratam exclusivamente deste assunto.

As Normas de Distribuição Unificadas (NDU) são documentos de caráter público elaborados por algumas concessionárias de energia, cujo intuito principal é indicar como devem ser executadas as instalações de entrada de serviço das unidades consumidoras vinculadas à mesma. Se o projeto não estiver em conformidade com a NDU a concessionária pode impedir a ligação da unidade consumidora à rede de distribuição.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também elabora documentos que devem ser obedecidos pelo projetista durante a realização de seu projeto. Uma das normas a ser seguida na grande maioria dos projetos é a que se refere às instalações elétricas de baixa tensão, que traz recomendações acerca de dimensionamentos (condutores, condutos, quadros, proteção), aterramento, fatores de segurança, entre outros. Outra norma de grande relevância é a que diz respeito à iluminação de interiores que indica como deve se efetuar corretamente o cálculo luminotécnico e se escolher luminárias com níveis de iluminância adequados para cada tipo de ambiente.

Neste projeto foram tomadas as Normas Brasileiras como documentos a serem seguidos e as NDU's da Energisa como instrumentos de auxílio e complemento em situações que não se tinha uma definição clara em alguma das NBR's. A seguir são descritos de forma breve os documentos consultados.

### 2.1.1 NDU 001 – FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA

A NDU 001 trata de instalações em edificações individuais ou agrupadas com até três unidades consumidoras. Essa norma abrange as instalações de entrada de serviço cuja carga instalada da unidade consumidora possua até 75 kW. A principal contribuição dessa NDU é com relação ao cálculo da demanda, onde apresenta os



fatores de demanda relacionados aos tipos de equipamento das instalações além das tensões de fornecimento e categoria de consumidores, para a realização desse cálculo.

#### 2.1.2 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Esta norma brasileira descreve como se proceder em um projeto elétrico de baixa tensão de acordo com o que já foi citado anteriormente em relação às recomendações que são feitas. Além disso, a norma procura dar a garantia de segurança a pessoas, animais e bens no caso de se realizar o projeto cumprindo o que se determina. Embora ela seja uma norma voltada em grande parte para instalações prediais, e, este projeto ser de um local com caráter industrial, é imprescindível se considerar o que se tem escrito nela, em especial às instalações de tomadas de uso geral e de alguns dos pontos de iluminação, conforme serão descritos adiante.

#### 2.1.3 NBR ISO/CIE 8995-1 – ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO

Esta norma foi publicada no ano de 2013 e substituiu a antiga NBR 5413 que era a referência utilizada nos projetos de iluminação. Essa nova NBR também abrange apenas os ambientes de trabalho interno, descrevendo os níveis de iluminamento necessários para cada um dos tipos de locais e levando em consideração a precisão da atividade a ser executada, refletância, proteção contra ofuscamento, entre outros, tudo isso auxiliando ao máximo o projetista a efetuar o cálculo luminotécnico com a maior precisão possível.

#### 2.1.4 NBR 5444 – SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Desta norma que trata dos símbolos gráficos foram retirados os modelos para a simbologia de pontos de luz, de tomada, interruptores, condutores de fase, neutro, proteção e retorno, eletrodutos, eletrocalhas, quadros, caixas e dispositivos de proteção utilizados na planta. Alguns desses símbolos foram tomados de forma idêntica ao que se tem na norma e outros de maneira semelhante.

### 2.1.5 NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Esta é uma norma regulamentadora que trata das providências a serem tomadas de modo que se garanta a segurança e a saúde dos trabalhadores que de alguma forma interajam com instalações elétricas ou serviços de eletricidade. Um dos pontos dessa norma diz respeito à segurança em projetos, em que o projetista deve aplicar em seu trabalho medidas que possam garantir as recomendações exigidas nessa norma, como dispositivos de proteção contra choques, sinalizações de advertência, impedimento de religamentos indevidos, descrição de outros itens de segurança no memorial descritivo.

## 2.2 PREVISÃO DE CARGA DE ILUMINAÇÃO

O conceito geral de previsão da carga de iluminação é se definir a quantidade necessária de luminárias no projeto e a potência total que será consumida por elas. Essa definição deve ser baseada em critérios técnicos que na maioria das vezes são retirados de alguma das normas já citadas.

A NBR 5410 fala de modo restrito e bastante generalista acerca de como se escolher a quantidade de pontos de iluminação de um ambiente. Os tópicos a seguir são transcritos do texto desta norma.

- Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto comandado por interruptor;
- Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:
  - Em cômodos ou dependência com área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
  - Em cômodos ou dependência com área superior a 6 m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup>, acrescida de 4 m<sup>2</sup> para cada aumento de 4 m<sup>2</sup> inteiros.

No período em que foi elaborada a NBR 5410 a norma mais específica em vigência para iluminação ainda era a NBR 5413. Por isso a própria Norma 5410 indica

que é mais adequado consultar o texto que trata com maior particularidade dessa questão, usando este trecho citado acima apenas para casos excepcionais.

Com relação à NBR ISO/CIE 8995-1, que trata de maneira mais ampla a questão da previsão da iluminação, ela possui tabelas com valores de iluminância médios ( $\overline{E_m}$ ) para diversos tipos de ambiente, além de índices limites de ofuscamento ( $UGR_L$ ) e de reprodução de cor ( $R_a$ ). A Tabela 1 retrata parte do que é visto no texto da norma.

Tabela 1. Planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	$\overline{E_m}$ (lux)	$UGR_L$	$R_a$
<b>1. Áreas gerais da edificação</b>			
Saguão de entrada	100	22	60
Sala de espera	200	22	80
Áreas de circulação e corredores	100	28	40
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes	150	25	40
Vestiários, banheiros, toaletes	200	25	80
Enfermaria	500	19	80

Fonte: Adaptado de NBR ISO/CIE 8995-1

No caso de não haver algum tipo de ambiente procurado nas tabelas, devem-se considerar os índices de um ambiente similar ao que se procura. Para a obtenção da previsão de carga de iluminação mediante ao que é fornecido pela norma é necessário realizar um cálculo luminotécnico na área de interesse. Para isso podem ser efetuados de acordo com três métodos:

- Método dos lúmens;
- Método do ponto-a-ponto;
- Método das cavidades zonais;

No método dos lúmens o primeiro passo é a escolha da iluminância adequada segundo as tabelas da NBR ISO/CIE 8995-1. Em seguida se escolhe o tipo de luminária a ser utilizada no projeto. Posteriormente são calculados diversos índices que serão utilizados em seguida no cálculo do fluxo luminoso, conforme demonstrado por CREDER (2007), em [5]. Com o fluxo luminoso total requerido e o fluxo de cada

luminária pode-se calcular o número de luminárias necessárias fazendo a razão entre estas duas grandezas.

O método do ponto-a-ponto se baseia na quantidade de luz que incide em um ponto de determinada área de trabalho. Por isso, para esse tipo de cálculo, deve-se considerar a influência de cada luminária separadamente, diferente do método dos lúmens. Em termos de cálculo é utilizada a Lei Lambert que indica que a iluminância de uma fonte puntiforme é proporcional à intensidade luminosa dela e inversamente proporcional ao quadrado da distância dela ao ponto de interesse, conforme mostrado na expressão a seguir:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{H^2 + D^2 + L^2}$$

Onde: E – Iluminância.

I – Intensidade luminosa.

H – Altura do ponto em relação à fonte.

D – Distância horizontal entre a fonte e o plano vertical que contém o ponto.

L – Distância horizontal entre a fonte e a normal ao ponto.

$\alpha$  – Ângulo entre a direção do feixe da fonte e a do ponto.

O método das cavidades zonais é utilizado em cálculos onde é exigida uma grande precisão, como em casos de instalações de alto padrão técnico. Este método se baseia na teoria da transferência de fluxos, em que considera além de iluminância em si, a forma como refletâncias, fatores de utilização e de depreciação são levados em conta nos cálculos de maneira bem mais precisa.

Todos esses métodos, da forma como são descritas, ocasionam a realização manual dos cálculos, que muitas vezes podem ser bastante trabalhosos. Por isso foram criados alguns softwares que os executam, bastando apenas o usuário entrar com alguns parâmetros necessários. Para o cálculo luminotécnico deste projeto foi utilizado o software DIALux, que é disponibilizado para ser baixado gratuitamente na internet. Esse software faz uso do método dos lúmens e será descrito com maiores detalhes no capítulo seguinte.

## 2.3 PREVISÃO DA CARGA DE TOMADAS

A previsão da carga de tomadas consiste no estudo dos possíveis equipamentos que venham a ser utilizado em algum ambiente após a execução do projeto, a fim de se estimar a quantidade de pontos de tomadas necessários, sejam elas de uso geral (TUG) ou de uso específico (TUE). Também deve ser prevista a potência que cada tomada deve fornecer e a localização exata em que deverão se situar, localizando-as na planta.

Entretanto em muitos casos é um trabalho bastante árduo se prever quais os tipos e as quantidades de equipamentos que o proprietário do local irá possuir. Diante disso a NBR 5410 possui tópicos de boa abrangência com relação à escolha de quantidades mínimas de pontos de tomada de uso geral em um projeto. Alguns deles são transcritos abaixo:

- Em banheiros deve haver pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório, desde que respeitada a distância mínima de segurança para banheiras e/ou chuveiros;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo dois pontos de tomada de corrente;
- Em varandas deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- 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;
- Nos demais cômodos e dependências deve ser atribuído pelo menos:
  - Um ponto de tomada se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m<sup>2</sup>, podendo ser instalado no seu exterior a até 0,8 m de distância do seu 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;
- A potência a ser atribuída a cada ponto de TUG é a seguinte:

- 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 nos pontos excedentes. Se a quantidade de pontos exceder seis admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto até dois pontos e 100 VA nos pontos excedentes, sempre considerando cada ambiente separadamente;
- Nos demais cômodos e dependências no mínimo 100 VA por tomada;
- Em halls de serviço, salas de manutenção, casas de máquinas, salas de bombas, barriletes e locais análogos devem ser previstos no mínimo um ponto de TUG, cujo circuito terminal tenha uma potência atribuída mínima de 1000 VA;

A NBR 5410 também indica que os equipamentos cuja corrente nominal seja superior a 10 A devam possuir um circuito independente exclusivo, onde o ponto de força terá uma TUE. Normalmente se utiliza esse tipo de tomada para chuveiros elétricos, aparelhos de ar-condicionado, e máquinas industriais de maior potência. Para a atribuição da potência a ser fornecida por cada ponto é extraído diretamente da norma:

- Em pontos para uso específico deve ser a ele atribuído uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado, ou a soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados. Se as potências forem desconhecidas deve-se atribuir a potência do equipamento mais potente ou a soma das potências dos equipamentos mais potentes;
- Os pontos de tomadas de uso específico devem ser localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser instalado;

## 2.4 DIVISÃO DOS CIRCUITOS

Conhecidos todos os pontos de carga que deverão constar no projeto o passo seguinte é realizar a divisão dos circuitos que irão fornecer energia a esses pontos. Primeiramente define-se circuito como o conjunto de pontos conectados a um mesmo dispositivo de proteção e alimentados por um mesmo condutor. A NBR 5410 também faz menção sobre este quesito, cujo texto é transcrito nos tópicos a seguir.

- A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quanto necessário, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito;
- A divisão da instalação em circuitos deve ser de modo a atender, entre outras, às seguintes exigências:
  - Segurança: evitando que a falha em um circuito prive toda a alimentação de uma área;
  - Conservação de energia: possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades;
  - Funcionais: viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, recintos de lazer, etc;
  - De produção: minimizando as paralisações resultantes de uma ocorrência;
  - De manutenção: facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo;
- 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);
- Na divisão das instalações devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem refletir não só na potência da alimentação, mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros;
- 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 pontos de tomada;
- As cargas devem ser distribuídas entre fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível;

Normalmente o projetista seleciona um valor de potência máximo possível por circuito, de acordo com o tipo de equipamento a ser instalado e o valor máximo de corrente admissível pelas tomadas a serem instaladas, e então aplica algumas das considerações mostradas acima para efetuar a divisão correta dos circuitos.

## 2.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Após efetuar a divisão dos circuitos o próximo passo do projeto é realizar o dimensionamento dos seus condutores. De acordo com FILHO (2001), em [7], dimensionar um circuito é definir a seção mínima dos condutores de forma a garantir que os mesmos suportem satisfatoriamente as condições de:

- Limite de temperatura, determinado pela Capacidade de Condução de Corrente;
- Limite de Queda de Tensão;
- Capacidade dos Dispositivos de Proteção contra Sobrecargas;
- Capacidade de Condução da Corrente de Curto-Circuito por tempo limitado;

Existem dois critérios padrão para o dimensionamento. Um deles é o da queda de tensão, onde são estabelecidos pela NBR 5410 limites máximos de queda de tensão entre trechos da instalação e se escolhe um condutor cuja seção não exceda esse limite. Outro critério, e que é utilizado no dimensionamento dos condutores deste projeto, é o da condução de corrente, em que se calcula a corrente máxima permissível de ocorrer no circuito e se seleciona um condutor cuja seção suporte, no mínimo, essa corrente calculada. Para o dimensionamento pelo critério da condução de corrente é importante que se siga os seguintes passos:

- Etapa 1 – Escolha do tipo de condutor: Nesta etapa é selecionado o material condutor a ser utilizado, sendo de alumínio ou cobre, e o material da isolação dos cabos, sendo de PVC (policloreto de vinila), EPR (borracha etileno-propileno) ou XLPE (polietileno reticulado);
- Etapa 2 – Escolha de como instalar o condutor: Escolhe-se o tipo de linha elétrica e a maneira como a mesma será instalada, de acordo com a Tabela 33 da NBR 5410;
- Etapa 3 – Determinação da corrente nominal do circuito: A corrente nominal do circuito é determinada mediante o conhecimento da potência dos equipamentos que irão se conectar à instalação, ou por meio da previsão desse valor. O cálculo da corrente é mostrado nas equações a seguir, para circuitos monofásicos e trifásicos, respectivamente:

$$I_p = \frac{P_n}{\eta \cdot V_f \cdot \cos \emptyset}$$



$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot \eta \cdot V_L \cdot \cos \emptyset} = \frac{P_n}{3 \cdot \eta \cdot V_f \cdot \cos \emptyset}$$

Onde:  $I_p$  – Corrente de projeto ou corrente nominal.

$P_n$  - Potência Nominal.

$\eta$  – Rendimento.

$V_f$  – Tensão de fase.

$V_L$  – Tensão de linha.

$\cos \emptyset$  – Fator de potência.

- Etapa 4 – Verificação do número de condutores carregados e/ou circuitos instalados conjuntamente: O número de condutores carregados a ser considerado para cada tipo de circuito (monofásico, bifásico, trifásico e suas derivações), pode ser observado na Tabela 46 da NBR 5410. Já o número de circuitos agrupados deve ser contado observando essas quantidades em todos os trechos de linhas elétricas representadas na planta do projeto;
- Etapa 5 – Determinar a corrente corrigida, caso ela exista: A corrente corrigida é um valor de corrente fictícia considerando fatores que podem comprometer o funcionamento pleno dos condutores quando se engloba apenas fatores relacionados com perdas elétricas nos cálculos. Por isso a corrente pode ser corrigida, caso a temperatura ambiente seja maior ou menor que a padrão, ou caso a quantidade de circuitos agrupados esteja em certos valores acima dos permissíveis, dependendo do tipo de instalação. Os fatores de correção de temperatura (FCT) e de agrupamento (FCA) podem ser observados nas Tabelas 40, 42, 43, 44 e 45 da NBR 5410. O cálculo da corrente corrigida é procedido da seguinte forma:

$$I'_p = \frac{I_p}{FCA \cdot FCT}$$

- Etapa 6 – Determinação da seção do condutor com capacidade para conduzir a corrente do circuito: Com o valor da corrente corrigida o último passo é consultar a tabela adequada, dentre as de número 36, 37, 38 e 39 da NBR 5410, que atenda as especificações definidas em etapas anteriores, e escolher aquele condutor que, por excesso, atenda as exigências mínimas requeridas;

Para o dimensionamento de condutores de neutro e de proteção, escolhem-se seções de acordo com o que foi definido para os condutores de fase, explicados até então, mediante a observação das Tabelas 48 e 58 da norma adotada;

### 2.5.1 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES DE DISTRIBUIÇÃO

Para o dimensionamento dos condutores de distribuição algumas considerações a mais devem ser realizadas. Para o cálculo devem-se somar as potências dos circuitos que esse condutor alimenta. Tendo em vista que é de probabilidade extremamente baixa que todos os pontos de carga estejam funcionando ao mesmo em uma instalação, a demanda total que esse circuito irá possuir é essa potência total que é somada, multiplicada por um fator de demanda adotado pelo projetista. Neste projeto adotam-se os fatores de demanda estabelecidos pela NDU 001 da Energisa.

Essa norma estabelece que, para circuitos de TUG's e de iluminação, devem-se multiplicar os primeiros 12 kVA por um fator de 0,86 e por um fator de 0,5 para a quantidade de kVA excedentes. Para TUE's a norma possui em seu Anexo I uma variedade de tabelas com fatores de demanda para diferentes tipos de equipamentos.

O cálculo da demanda a ser considerada é procedido da seguinte forma:

- Somam-se as potências das TUG's e dos pontos de iluminação e em seguida multiplica-se esse valor pelo fator de demanda adotado;
- Observa-se a potência das TUE's e multiplica-se esse valor pelo fator de demanda indicado. Caso a carga seja realmente utilizada de maneira simultânea considera-se o fator de demanda como 100%;
- Então são somados os valores obtidos nos cálculos descritos nestes dois tópicos anteriores e depois se divide o mesmo pelo fator de potência adotado (no caso 0,92 na NDU), obtendo-se a potência aparente do circuito de distribuição;
- A corrente é calculada utilizando a expressão:

$$I_d = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_L}$$

Onde:  $I_d$  é a corrente do circuito de distribuição e S é a potência aparente.

Com o valor da corrente calculado o procedimento é o mesmo utilizado para o dimensionamento dos circuitos terminais, obtendo-se a seção adequada mediante a observância das tabelas da NBR 5410.

## 2.6 DIMENSIONAMENTO DAS LINHAS ELÉTRICAS

### 2.6.1 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Para o correto dimensionamento dos eletrodutos deve ser tomado como base o que diz a NBR 5410. O trecho da norma referente a essa questão indica que nas instalações elétricas só são admitidos eletrodutos não propagantes de chama e que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada, também suportando solicitações químicas, mecânicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos. Os condutores a ser instalados deverão ser cabos isolados, condutores unipolares ou multipolares.

Relacionado ao espaço físico, a quantidade definida de espaço ocupado para os eletrodutos é tomado como a razão entre a área interna total do conduto e soma das áreas totais dos condutores (partes vivas mais isolação), sendo o máximo permissível:

- 53% de ocupação no caso de um condutor;
- 31% de ocupação no caso de dois condutores;
- 40% de ocupação no caso de 3 ou mais condutores, ou cabos multipolares;

A norma ainda indica que os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas e 30 m para linhas externas, caso os trechos sejam retilíneos. Se houverem curvas os limites de 15 m e de 30 m devem ser reduzidos 3 m para cada curva de 90°.

### 2.6.2 DIMENSIONAMENTO DAS ELETROCALHAS

As eletrocalhas utilizadas no projeto são do tipo suspensa nas quais se podem instalar condutores isolados, além de cabos unipolares e multipolares. Estas linhas elétricas devem ser escolhidas de modo a não comprometer nem danificar o desempenho dos condutores, devendo possuir propriedades que lhes permitam suportar sem danos as influências internas a que possam ser submetidas.

Em termos de quantidade física de aproveitamento de espaço a norma não cita quantidades máximas, diferentemente do caso dos eletrodutos. Diante disso a escolha das dimensões da eletrocalha fica a cargo do projetista, devendo sempre haver o senso

crítico com relação a eventuais subdimensionamentos ou sobredimensionamentos, de forma que a escolha possa suportar possíveis expansões futuras.

## 2.7 DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção são equipamentos que atuam para o caso de uma corrente acima da permissível que é calibrada para o sensor presente neles. As sobrecorrentes podem ser causadas por sobrecarga em que o aumento não é impulsivo, mas perdura enquanto o circuito possuir cargas acima do limite permitido. Também podem ser causadas por curto-circuito, em que ocorre um aumento abrupto da corrente que percorria o condutor e, caso não seja interrompida o mais rápido possível pode danificar de forma irreparável a instalação. Outro tipo de problema é causado por correntes diferenciais residuais, em que ocorre uma soma fasorial de correntes diferente de zero em um ponto do circuito, podendo causar choques elétricos.

Os tipos de proteção comumente utilizados são os disjuntores termomagnéticos, que protegem contra sobrecargas e curtos-circuitos, os dispositivos DR que atuam em caso de haver corrente diferencial residual e os dispositivos DDR, que executam a função de disjuntor e de DR simultaneamente.

Na escolha de uma proteção contra sobrecarga a NBR 5410 faz algumas considerações a respeito do modo de instalação e das especificações a serem seguidas para o correto dimensionamento, de acordo com o trecho a seguir:

- Os dispositivos de proteção contra sobrecarga devem ser localizados onde haja uma mudança qualquer que assinala uma redução do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores;
- Os dispositivos de proteção contra sobrecarga em circuitos de motor devem ser sensíveis a corrente absorvida pelo motor, tendo, no entanto, as características compatíveis com o regime de corrente de partida, tempo admissível com rotor bloqueado e tempo de aceleração;
- As condições que são estabelecidas para a atuação contra corrente de sobrecarga são mostradas nas equações a seguir:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45I_z$$

Onde:  $I_B$  – Corrente de projeto calculada.

$I_n$  – Corrente nominal do dispositivo de proteção, ou corrente de ajuste para dispositivos ajustáveis.

$I_z$  – Corrente máxima suportável pelo condutor do circuito.

$I_2$  – Corrente convencional de atuação.

Para a proteção contra curtos-circuitos a norma indica nos seguintes trechos as considerações a se realizar para o dimensionamento dos dispositivos:

- Os dispositivos de proteção devem ter sua capacidade de interrupção ou de ruptura igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de sua instalação;
- O dispositivo de proteção deve ser localizado no ponto onde haja mudança no circuito que provoque redução na capacidade de condução de corrente dos condutores;
- As condições estabelecidas de corrente e de tempo para dimensionamento da proteção contra curtos-circuitos estão contidas nas equações a seguir:

$$I_{NT} \geq I_{CS}$$

$$T_{DD} \leq T_L$$

Onde:  $I_{NT}$  – Capacidade de interrupção do dispositivo de proteção.

$I_{CS}$  – Corrente de curto-circuito que atravessa o dispositivo.

$T_{DD}$  – Tempo de disparo do dispositivo para o valor de  $I_{CS}$ .

$T_L$  – Tempo limite de atuação do dispositivo.

A influência do tempo para especificação de dispositivos para este fim é de extrema relevância, devido aos enormes danos que uma corrente de curto-circuito pode causar se existir por muito tempo.

Para dimensionamento de proteção contra correntes diferenciais residuais a NBR 5410 prevê que devam ser instalados para proteção nos seguintes casos:

- Circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheiras ou chuveiros;
- Circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

- Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- Circuitos que sirvam a pontos de tomadas situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

A escolha da corrente nominal de um dispositivo DR é efetuada de forma que esta corrente seja igual ou superior a corrente do dispositivo imediatamente a montante. Já a corrente diferencial permissível pelo dispositivo é escolhida de acordo com o que se deseja proteger. A norma indica que essa corrente não deva ser superior a 30 mA, para que se possa proteger vidas e também as instalações elétricas.

## 2.8 DIMENSIONAMENTO DOS QUADROS

Os quadros presentes na instalação são: o de medição, o quadro geral e os quadros de distribuição. No quadro de medição chegam os condutores e condutos que partem do ponto em que é entregue a eletricidade pela concessionária. Esse quadro deve ser dimensionado de forma que comporte, além desses condutores, condutos e dos equipamentos de medição, os dispositivos de proteção desse ramal de entrada.

O quadro geral recebe o circuito de distribuição vindo do quadro de medição e o divide em vários outros circuitos que vão para os quadros de distribuição. Todos esses quadros são dimensionados de forma que possam comportar os condutores de fase, de neutro e de proteção calculados para os circuitos de distribuição, além das respectivas proteções, devendo também conter espaço para possíveis expansões de carga.

### 3 ATIVIDADES REALIZADAS

Além do estudo teórico acerca dos procedimentos de elaboração de um projeto, cujos principais trechos foram descritos anteriormente, foram também desenvolvidas atividades práticas, onde o projeto, denominado Usina Piloto, pôde ser elaborado. Com o auxílio dos engenheiros da PU foram efetuados os estudos preliminares das plantas e da descrição de como o solicitante da obra queria que fossem implantadas as instalações elétricas do local. Esse período de estudos e definições foi importante, pois ocorreu uma maior familiarização com detalhes técnicos neste tipo de representação e com termos que ainda eram desconhecidos.

Apesar de ser um local que irá ser construído no campus da UFCG de Pombal com caráter de laboratório, para maior prática dos alunos, essa Usina apresenta algumas características industriais, pois haverá produção de alimentos, embora que em baixa escala. Diante disso, por indicação dos engenheiros e a pedido do solicitante ficou definido que as instalações elétricas nesse local seriam quase todas aparentes, sendo embutidas apenas nas áreas externas. A motivação para isso seria a de que ainda não se sabe exatamente o que vai haver de equipamentos para o local, e, com uma instalação desse tipo, é mais viável de se realizar modificações que possam vir a ser necessárias no futuro. A área total a ser construída neste projeto é de 979,66 m<sup>2</sup>, sendo a soma dos dois pavimentos existentes.

Os ambientes existentes são: 4 recepções, 4 almoxarifados, 2 salas de embalagem, 1 ambiente de processamento mínimo para frutas e hortaliças, 1 ambiente para forno de padaria, 4 vãos para câmaras frias, 1 ambiente para leites e derivados, 1 ambiente para frutas e hortaliças, 1 ambiente para carnes e pescados, 1 ambiente para panificação, 1 ambiente para confeitaria, 1 escritório, 1 depósito geral, 1 loja varejo com 1 depósito, 2 vestiários (masculino e feminino), 1 barreira sanitária, 1 central de gás, 1 lixeira, 1 sala de reunião, 2 banheiros (masculino e feminino), 3 casas de máquinas (ar-condicionados), 1 espaço de uso múltiplo e circulações internas e externas.

Nos itens a seguir são descritos os passos utilizados para a elaboração das plantas, diagramas, quadros e memoriais do projeto.

### 3.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

O primeiro passo para a elaboração da planta foi a realização do cálculo luminotécnico, onde inicialmente foram selecionadas as luminárias cuja as curvas fotométricas e condições de proteção se adequavam aos ambientes previstos para a Usina. Na maior parte dos ambientes foi dada prioridade a luminárias de IP 66, que possuem alto grau de proteção e são adequadas para locais úmidos e que necessitam ser lavados rotineiramente. Em outros pontos foram escolhidas luminárias que se encaixavam na necessidade específica do local, como a luminária da escada com uma curva fotométrica diferente das demais e a luminária da Central de Gás que deve ser anti explosão, além de luminárias de LED para a iluminação das calçadas, a pedido dos responsáveis pela solicitação do projeto. As luminárias utilizadas e suas curvas fotométricas são mostradas no Anexo C.

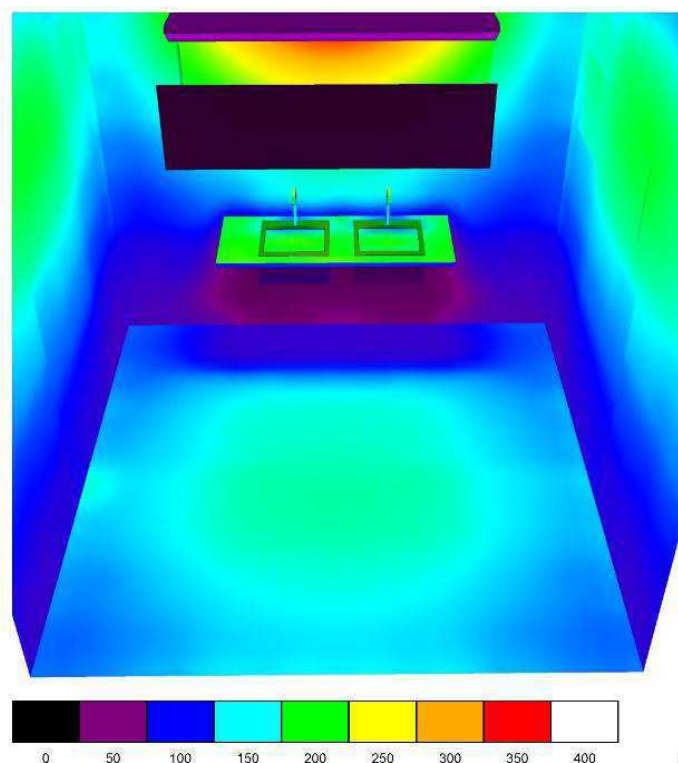
Depois disso foi iniciada a utilização do software de cálculo luminotécnico DIALux. Primeiramente foi importado o arquivo *.dwg* com as plantas baixas da Usina e também as luminárias que seriam usadas no projeto. Em seguida foram construídos os ambientes que se queria simular, com a maior precisão de detalhes possíveis, como a representação de portas, janelas, aparelhos de ar-condicionado e outros elementos que pudessem influenciar no cálculo, devido às refletâncias. Também se considerou refletâncias padrão para as paredes, solo e teto no caso de ambientes internos. Para o caso de ambientes externos o software possui cenários com a consideração de que há escuridão total no local.

Com isso, após a construção dos ambientes e dos cenários externos iniciou-se o cálculo, procurando, por tentativa e erro, qual a distribuição ótima de luminárias para cada local específico. Foram consideradas as recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1 para as iluminâncias que seriam as mais adequadas, conforme é registrado no memorial de cálculo, contido no Anexo B. No caso dos ambientes internos foi possível se encontrar uma distribuição que atenda as exigências, com exceção de alguns ambientes, como o do forno, em que o compromisso entre curva fotométrica x grau de proteção da luminária não era possível de ser atendido devido às dimensões do equipamento. Para não colocar uma luminária diferente das que serão utilizadas em apenas um ambiente decidiu-se manter duas delas iluminando a frente do forno e pela colocação de luminárias arandelas a prova de tempo ao redor do equipamento.



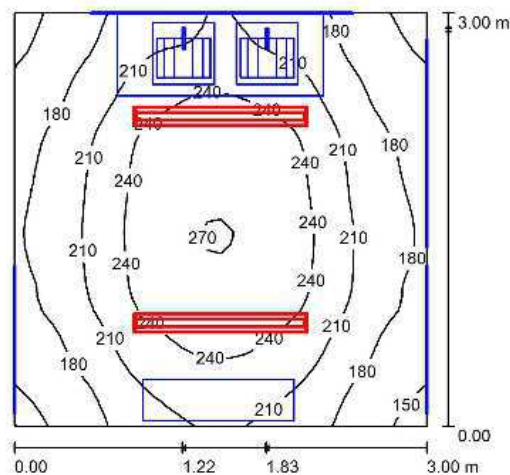
No caso dos ambientes externos, como não há norma específica para a iluminância adequada, considerou-se o mesmo valor que o dos corredores, tanto para a circulação externa, quanto para as calçadas. Nesses locais os resultados também foram satisfatórios. As Figuras 7, 8 e 9 exemplificam o que é trazido de resultados pelo software para um ambiente de recepção de alimentos, cuja iluminância indicada pela norma é de 200 lux. Os demais resultados do cálculo luminotécnico também pode ser vistos no Anexo C, com os gráficos e tabelas gerados pelo DIALux.

Figura 7. Representação das cores falsas de uma das recepções.



Fonte: DIALux

Figura 8. Disposição das luminárias em uma das recepções e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux

Figura 9. Níveis de iluminação em uma das recepções.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	211	142	273	0.673
Solo	20	136	78	169	0.574
Tecto	80	111	13	390	0.121
Paredes (4)	50	142	33	466	/

Fonte: DIALux

Com a seleção da quantidade de luminárias finalizada e as potências conhecidas foi exportado o arquivo gerado pelo software e convertido para .dwg, para que as luminárias escolhidas ficassem exatamente no mesmo ponto da planta, ao ser visualizado o arquivo no AutoCad.

### 3.2 ELABORAÇÃO DA PLANTA

A elaboração da planta em si teve início com exportação das luminárias obtidas no cálculo luminotécnico. Entretanto os símbolos que as representam não estão em conformidade com a NBR 5444, então se decidiu trocar por um símbolo padrão para luminárias fluorescentes tubulares. Ainda foi notado que, por questões de espaço físico, a quantidade de luminárias estava excessiva em alguns ambientes. Foi verificado que, ao remover algumas, a iluminação permanecia dentro dos padrões adequados então se procedeu a retirada delas.

O passo seguinte foi a escolha da quantidade de quadros para o projeto. Juntamente com os engenheiros ficou decidido que cada um dos ambientes maiores, que haverá a produção propriamente dita, deveria possuir um quadro de distribuição independente para eles e para suas adjacências. Também se decidiu que esses quadros de distribuição deveriam ser alimentados por um quadro geral.

Após a escolha dos ambientes que seriam alimentados por cada quadro iniciou-se a implantação da rede de linhas elétricas aparentes que seriam usados nos ambientes internos, com a representação das eletrocalhas, que serão suspensos no teto, acima das luminárias.

Depois disso foi realizada a previsão das cargas de tomadas, com a observação das recomendações da NBR 5410, conforme as tabelas contidas no memorial de cálculo, e a colocação dos símbolos na planta. A Tabela 7 retrata essa etapa do projeto para um dos quadros de distribuição.

Tabela 7. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD1.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Recepção	11,0	7,5	$11=2*5+1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	3	500
Almo xarifado	10,0	6,0	1	1	100
Embalagem	12,8	10,2	$12,8=2*5+2,8$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	800
WC masculino	22,0	23,23	1	1	600
WC feminino	22,0	23,23	1	1	600
Carnes e Pescados + Câmara Fria	40,0	71,53	$40=11*3,5+1,5$ $11+1 \rightarrow 12$ TUG's	20	15000

Fonte: Autor.

Também foram colocados os símbolos para os interruptores e os eletrodutos aparentes que os ligam a rede de eletrocalhas. Paralelamente a essa atividade foi efetuado o cálculo da carga térmica em cada ambiente que necessita possuir aparelho de ar-condicionado. Para isso foi usada a planilha desenvolvida no Excel, que calcula a quantidade de aparelhos necessária de acordo com várias características do ambiente e as respectivas potências. Com isso pôde ser obtida a previsão de carga para TUE's desses aparelhos. O anexo D contém o cálculo efetuado pela planilha para o Espaço de Uso Múltiplo.

Em seguida foram tomadas as potências consideradas para cada ponto de iluminação e de força e se efetuou a divisão dos circuitos, sempre isolando os pontos de força dos de iluminação, conforme prevê a norma. A quantidade de circuitos para cada quadro está registrada na Tabela 13 do Anexo B. Com os circuitos devidamente divididos pôde-se efetuar o dimensionamento dos mesmos.

Tabela 13. Divisão dos circuitos por quadro.

<b>Quadro</b>	<b>Quantidade de Circuitos</b>
QD1	14
QD2	16
QD3	13
QD4	14
QD5	18
QD6	23

Fonte: Autor.

A etapa posterior foi a representação dos circuitos contidos em cada trecho das linhas elétricas, tanto para a parte de iluminação, quanto para a parte de pontos de força. Com isso foram verificados fatores de agrupamento que acarretaram na revisão dos cálculos para o dimensionamento dos condutores. O resultado final pode ser visto nas Tabelas 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 27 do memorial de cálculo. A Tabela 17 é mostrada a seguir.

Tabela 17. Dimensionamento dos condutores do QD4.

Circuito	Potência (W)	$\eta$	f.p.	Tipo	Tensão (V)	Corrente de projeto (A)	FC	Corrente corrigida (A)	Seção mínima (mm <sup>2</sup> )	Seção escolhida (mm <sup>2</sup> )
1-Iluminação	680	0,8	0,92	MON	220	4,2	0,45	9,33	0,75	2,5
2-Iluminação	442	0,8	0,92	MON	220	2,73	0,45	6,07	0,5	2,5
3-Iluminação	1102	0,8	0,92	MON	220	6,8	0,45	15,11	1,5	2,5
4-Iluminação	986	0,8	0,92	MON	220	6,09	0,45	15,53	1,5	2,5
5 – Força	1200	1	0,8	MON	220	6,82	0,45	15,15	1,5	2,5
6 – Ar Cond.	1400	1	0,85	MON	220	7,5	0,45	16,67	1,5	4
7 – Ar Cond.	1200	1	0,85	MON	220	6,42	0,45	14,27	1,5	4
8 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20,0	2,5	4
9 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,45	18,93	2,5	4
10 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
11 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,45	18,93	2,5	4
12 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
13-Câm. Fria	2400	1	0,8	TRI	380	4,54	0,45	10,09	0,75	2,5
14-Força	1840	1	0,8	MON	220	10,45	0,45	23,23	2,5	2,5

Fonte: Autor

Também foi possível, após esta etapa, efetuar o dimensionamento dos eletrodutos, com o devido conhecimento da quantidade de condutores em cada trecho, pois são específicos para os interruptores e as tomadas. A Tabela 31 exemplifica o que foi realizado nesta etapa, com as demais tabelas contidas no Anexo B.

Tabela 31. Número máximo de condutores para ocupação de 40% do eletroduto.

Diâmetro externo	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
Área para ocupação (mm <sup>2</sup> )	114	202,68	316,68	456
Máximo de condutores de 2,5 mm <sup>2</sup>	5	9	14	20
Máximo de condutores de 4,0 mm <sup>2</sup>	3	6	9	14
Máximo de condutores de 6,0 mm <sup>2</sup>	2	5	8	11

Fonte: Autor.

Outro ponto que pôde ser efetuado após o dimensionamento dos condutores foi o dimensionamento da proteção, de acordo com as especificações da norma descritas

anteriormente. Foram usados DDR para a proteção de todos os circuitos de distribuição e os circuitos terminais de força, especificados para proteção contra sobrecarga e calibrados para atuar contra correntes residuais acima de 30 mA. Para os circuitos de iluminação e do ramal de entrada foram escolhidos disjuntores termomagnéticos. O memorial de cálculo possui as Tabelas 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40 que apresentam o dimensionamento da proteção. A seguir é mostrada a Tabela 37.

Tabela 37. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD4.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	9,33	24	16
2	6,07	24	16
3	15,11	24	20
4	15,53	24	20
5	15,15	24	20
6	16,67	32	25
7	14,27	32	25
8	20,0	32	25
9	18,93	28	25
10	18,93	32	25
11	18,93	28	25
12	18,93	32	25
13	10,09	21	16
14	18,18	24	20

Fonte: Autor

O Anexo E contém todas as plantas que foram elaboradas seguindo os passos descritos até então neste capítulo.

### 3.3 MEMORIAIS

#### 3.3.1 MEMORIAL DESCRITIVO

O memorial descritivo contém as especificações dos tipos de materiais a serem utilizados durante a execução do projeto. Diante disso, foi elaborado um memorial com esta finalidade após o término da elaboração da planta podendo ser observado no Anexo A. Nele estão contidas informações de caráter construtivo e técnico a respeito do que deve ser utilizado no projeto, devendo-se respeitar as exigências definidas neste documento.

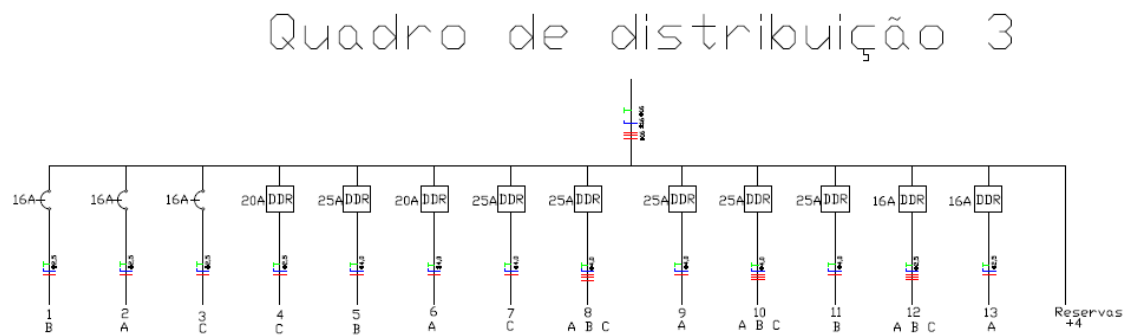
#### 3.3.2 MEMORIAL DE CÁLCULO

Como foi citado algumas vezes, durante a descrição da elaboração da planta, o memorial de cálculo foi escrito simultaneamente com a mesma, uma vez que ia se realizando os cálculos necessários para a correta adequação do projeto às normas. Nele estão contidos todos os cálculos, além de outras considerações, a respeito da previsão de cargas (iluminação e força), divisão dos circuitos, dimensionamento dos condutores, dimensionamento das linhas elétricas (eletrocalhas e eletrodutos) e dimensionamento da proteção.

### 3.4 DIAGRAMA UNIFILAR E QUADRO DE CARGAS

O diagrama unifilar é uma representação simples dos circuitos contendo o número de condutores, a seção dos mesmos e a proteção utilizada. Foi desenhado no AutoCad um diagrama unifilar para o conjunto de circuitos de cada quadro de distribuição mais o quadro geral.

Figura 1. Diagrama unifilar do QD3.



Fonte: Autor

O quadro de carga contém um resumo dos dados mais importantes de cada circuito, como potência, tensão, corrente, seção do condutor, fase ao qual está ligado (caso seja monofásico) e proteção. Também foram elaboradas tabelas com esses dados no AutoCad junto com o diagrama unifilar e as plantas.

Figura 2. Quadro de cargas do QD2.

## Quadro de distribuição 2

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	944	220	15,34	M	2,5	20	B
2	Iluminação	646	220	10,53	M	2,5	16	A
3	Força	960	220	18,17	M	2,5	20	C
4	Ar condicionado	1200	220	16,9	M	4	25	C
5	Forno	8000	380	40,38	T	10	50	A B C
6	Ar condicionado	1400	220	25,0	M	4	25	B
7	Força	5760	380	28,7	T	6	32	A B C
8	Força	1920	220	28,7	M	6	32	A
9	Força	5760	380	28,7	T	6	32	A B C
10	Força	1920	220	28,7	M	6	32	B
13	Câmara Fria	2400	380	11,96	T	2,5	16	A B C
16	Força	2240	220	33,5	M	6	40	C
17	Força	1680	220	25,12	M	6	32	A
19	Força	1280	220	19,14	M	2,5	20	C
20	Ar condicionado	1770	220	23,7	M	4	25	A
21	Ar condicionado	1400	220	19,74	M	4	25	B
-	Demanda total	31360,6	380	95,65	T	25	100	A B C

Fonte: Autor

Tanto o diagrama unifilar quanto o quadro de cargas para todos os quadros de distribuição estão contidos no Anexo E.

### 3.5 LEVANTAMENTO DE MATERIAIS

Com o término da elaboração da planta e dos quadros e diagramas foram contabilizadas as quantidades requeridas de cada tipo de material a ser utilizado na execução do projeto. Materiais como luminárias, lâmpadas, interruptores, caixas, entre



outros, foram contados por quantidade de unidades necessárias e materiais como condutores, eletrodutos e eletrocalhas foram contadas a quantidade de metros necessária. Os acessórios necessários para a instalação de alguns deles, como porcas, parafusos, suportes e arruelas no caso das luminárias, também foram contabilizados. Entretanto o levantamento não foi completado devido a alguns detalhes construtivos relacionados a esses acessórios e que ficaram a cargo dos engenheiros da PU para o levantamento poder ser concluído.

## 4 CONCLUSÃO

Diante de tudo que foi relatado até então fica comprovada a importância de algumas disciplinas da grade curricular e da dedicação dos alunos a elas implicando em uma boa base para o desenvolvimento de projetos, como este que aqui é descrito. Ficou claro que os subsídios dados aos alunos, em termos de conhecimento, são de grande importância para os desafios que venham a surgir após a conclusão da graduação. Por conta disso as dificuldades que surgiam eram resolvidas de forma simples, com o auxílio dos engenheiros da PU e a rápida compreensão das dicas que eram dadas para solucionar os empecilhos que apareciam.

Apesar de terem existido, essas dificuldades foram importantes, pois as soluções encontradas para elas acabavam sendo fixadas com maior clareza e ocasionaram um crescimento que será levado para sempre como aprendizado para a vida profissional. Outra experiência adquirida foi o convívio com pessoas dedicadas a mais tempo na área, onde foi possível aprender como lidar com eventuais problemas que surjam e encontrar as melhores soluções possíveis.

Contudo o projeto foi finalizado com êxito, tendo sido efetuadas todas as atividades que foram propostas previamente, antes do início do estágio. Um ponto importante a ser destacado foi o maior contato com o AutoCad, pois é de grande utilidade para o engenheiro que deseja seguir na área de desenvolvimento de projetos e não é tão utilizado em disciplinas iniciais do curso, onde deveria ser ensinados alguns comandos básicos para o uso desse tipo de programa.

Em suma pode-se dizer que o estágio foi muito proveitoso, onde foi dada uma dedicação diária quase que total ao cumprimento das atividades e foi encontrado um ambiente propício a execução de tudo que era solicitado.

## REFERÊNCIAS

- 1 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas; **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro/RJ, 2001.
- 2 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas; **NBR 5444: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais.** Rio de Janeiro/RJ, 1989.
- 3 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas; **NBR ISO/CIE 8895-1: Iluminação para ambientes de trabalho. Parte 1: Interior.** Rio de Janeiro/RJ, 2013.
- 4 CAVALIN, G.; CERVELIN, S.; **Instalações Elétricas Prediais.** 14ª ed. São Paulo: Érica, 2006.
- 5 CREDER, H.; **Instalações Elétricas.** 15ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- 6 ENERGISA; **Norma de Distribuição Unificada. NDU 001: Fornecimento de Energia em Tensão Secundária – Edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras.** Julho, 2012.
- 7 FILHO, D. L. L.; **Projeto de Instalações Elétricas Prediais.** 6ª ed. São Paulo: Érica, 2001.
- 8 IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers. COSTA FILHO, C. F. F.; ALBUQUERQUE, A., T.; COSTA, M. G. F.; **Luminance Optimization in Closed Environments by Simulated Annealing.** IEEE Latin America Transactions, vol. 8, NO.3, Junho, 2010.
- 9 Lumicenter; Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/pt/home.html> Acessado por último em: 24/08/2015
- 10 Philips; Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/> Acessado por último em: 20/08/2015
- 11 Prefeitura Universitária - UFCG; Disponível em: <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/2015-04-27-17-54-31/sobre> Acessado em: 08/08/2015
- 12 Prysmian; Disponível em: [http://br.prysmiangroup.com/br/business\\_markets/catalogos/energia/](http://br.prysmiangroup.com/br/business_markets/catalogos/energia/) Acessado por último em: 01/09/2015
- 13 MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO; **NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Brasília/DF, 1978.
- 14 Wetzel; Disponível em: <http://www.wetzel.com.br/> Acessado por último em: 01/09/2015

# ANEXO A – MEMORIAL DESCRITIVO

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande

Localidade: Pombal

Título do projeto: Projeto elétrico da Usina Piloto do campus de Pombal.

## 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;
- ABNT NBR 5444:1989 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NDU 001 da Energisa – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária;
- NDU 002 da Energisa – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária;

## 2 DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

### 2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O projeto elétrico da Usina Piloto foi dimensionado conforme a quantidade mínima de pontos de força prevista na NBR 5410. Entretanto os responsáveis pela solicitação do projeto não tem a precisão necessária da quantidade de equipamentos e que irão existir no local, e conseqüentemente de suas potências. Por isso eles solicitaram que o projeto fosse de instalações aparentes, e que os circuitos tivessem margem para suportar uma quantidade considerável de equipamentos que pudessem vir a existir na Usina no futuro e também poder haver mudanças nas instalações com maior facilidade, caso fosse necessário. Essas considerações justificam todo o material a ser utilizado que será descrito a seguir.

### 2.2 NÍVEIS DE TENSÃO

- Tensão nos bornes secundários do transformador – 380/220 V;

- 220 V (monofásico) – Luminária e tomadas de uso geral;
- 220 V (monofásico) – Tomadas de uso específico (aparelhos de ar-condicionado e máquinas monofásicas);
- 380 V (trifásico) – Tomadas de uso geral e tomadas de uso específico (máquinas trifásicas);

### 2.3 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E QUADRO GERAL

Os quadros que serão utilizados devem possuir as seguintes características:

- Os quadros devem ser de sobrepor 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 padrão europeu DIN com capacidade para 14 circuitos + 4 reserva no QD1, 16 circuitos + 4 reserva no QD2, 13 circuitos + 4 reserva no QD3, 14 circuitos + 4 reserva no QD4, 18 circuitos + 4 reserva no QD5 e 23 circuitos + 4 reserva no QD6. Deverão possuir barramento trifásico de 150 A para o QD1, QD2, QD3, QD4 e QD5, e 225 A para o QD6. Além disso, todos eles devem conter disjuntores monofásicos (circuitos de iluminação) e DDR tetrapolar (para os demais);
- Devem possuir grau mínimo de proteção IP-66;
- Devem ser de aço com pintura eletrostática;
- Deve possuir espelho para a fixação da identificação dos circuitos e proteção do usuário;
- O quadro geral deve ter tamanho igual a 1,2 m x 0,8 m e possuir barramento de cobre para as três fases, neutro e terra. Os barramentos devem ser do tipo espinha de peixe. Deverá conter:
  - Barramento principal de 1" x 1/4" (suporta até 359 A);
  - Três barramentos de 1/2" x 1/8" (suporta até 97 A);
  - Dois barramentos de 5/8" x 1/8" (suporta até 122 A);
  - Um barramento de 3/4" x 3/16" (suporta até 211 A);

## 2.4 PROTEÇÃO

Para os circuitos de iluminação e para o circuito de entrada no quadro geral devem ser utilizados disjuntores termomagnéticos (disparo para sobrecarga e curto-circuito), com curva característica tipo C ( $5 \sim 10 I_n$ ), corrente máxima de interrupção de 10 kA, tensão nominal máxima de 440 V e corrente nominal do dispositivo de acordo com o especificado no quadro de cargas.

Para todos os circuitos de força e os de distribuição devem ser utilizados dispositivos DDR (disparo para sobrecarga e correntes residuais), calibrados para 30 mA de corrente residual máxima, com corrente nominal conforme o quadro de cargas.

São utilizados para o projeto:

- Disjuntores monofásicos de 16 e 20 A;
- Disjuntor trifásico de 350 A;
- Dispositivos DDR de 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 A (monofásico);
- Dispositivos DDR de 80 – 100 - 200 A (trifásico);

## 2.5 TOMADAS

Para a alimentação dos equipamentos elétricos de uso geral e específicos, monofásicos, devem ser utilizadas tomadas de sobrepor de IP 67, contendo carcaça, alojamento, prensa cabos, aliviador de tensão termo-plástico auto-extinguível, tampa, trava sub-tampa, arruela trava de poliamida 6.6, vedações e guarnições e terminais de latão maciço. As tomadas serão do tipo 2P + T (16 A/220~240V).

Para a alimentação dos equipamentos elétricos de uso geral e específicos, trifásicos, devem ser utilizadas tomadas de sobrepor de IP 67, contendo carcaça, alojamento, prensa cabos, aliviador de tensão termo-plástico auto-extinguível, tampa, trava sub-tampa, arruela trava de poliamida 6.6, vedações e guarnições e terminais de latão maciço. As tomadas serão do tipo 4P + T (32 A/380~440V).

Para os pontos específicos de ar condicionado devem ser usadas tomadas aparentes de 20 A, padrão brasileiro (2P + T).

Nos pontos onde serão utilizados módulos com tomadas monofásicas/trifásicas devem ser selecionados de forma que atendam as prescrições técnicas e construtivas para as tomadas simples descritas acima.

## 2.6 ELETRODUTOS E ELETROCALHAS

Os eletrodutos aparentes deverão ser de PVC rígido, roscável, anti-chama e de seções: 3/4", 1", 1 1/4", 2", 2 1/2", 3" e 4", na cor cinza.

Os eletrodutos embutidos deverão ser de PVC rígido, roscável, anti-chama e de seções: 3/4", 1", 1 1/4".

As eletrocalhas devem ser de aço galvanizado perfurado, chapa 22, com tampa de encaixe e dimensões especificadas no memorial de cálculo. As eletrocalhas que contém os circuitos terminais devem ter divisórias que a separe em duas partes iguais, separando também os circuitos em quantidades iguais nas duas metades.

## 2.7 INTERRUPTORES

Os interruptores também serão aparentes e instalados sobre condutes. Os condutes deverão ser do tipo NPT com vedação em PVC e IP 54 e deverão possuir corpo e tampa em liga de Alumínio-Silício, parafusos em aço zincado biocromatizados, junta de vedação pré-moldada flexível, entradas rosqueadas, tampas intercambiáveis com outros modelos equipados com tomadas e/ou interruptores, rosca NPT cônica e acabamento em epóxi-poliéster. As bitolas das entradas dos condutes deverão estar de acordo com as especificadas nos eletrodutos.

Os interruptores deverão ser de 10 A / 250 V, sendo utilizado os do tipo simples, duplo, triplo e paralelo (three-way).

## 2.8 ILUMINAÇÃO

Para os circuitos de iluminação devem ser usados:

- Lâmpadas fluorescentes tubulares de 14 W e 28 W, além de duas específicas de 32 W para iluminação das escadas;
- Lâmpadas fluorescentes compactas de 20 W;
- Luminárias de sobrepor de 1 x 14 W que suporta uma lâmpada de 14 W (lâmpada + reator = 17 W);

- Luminárias de sobrepor de 2 x 14 W que suporta duas lâmpadas de 14 W (lâmpada + reator = 34 W);
- Luminárias de sobrepor de 1 x 28 W que suporta uma lâmpada de 28 W (lâmpada + reator = 34 W);
- Luminárias de sobrepor de 2 x 28 W que suporta duas lâmpadas de 28 W (lâmpada + reator = 66 W);
- Luminária de sobrepor de 2 x 32 W que suporta duas lâmpadas de 32 W (lâmpada + reator = 67 W);
- Luminárias do tipo arandela a prova de tempo;
- Luminária anti explosão para a Central de Gás;
- Reatores eletrônicos de partida instantânea de alto fator de potência e baixa distorção harmônica;
- Fotocélula e poste para a iluminação externa;

## 2.9 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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

## 2.10 CAIXAS

Para as luminárias da circulação externa e dos ambientes ao fundo da Usina, que serão embutidas no teto, deverão ser acompanhadas caixas de PVC antichama, do tipo 4x4 com fundo móvel e formato octogonal. Para os interruptores e circuitos de força dessa área externa deverão ser utilizadas caixas do tipo 4x2 e formato retangular. Na derivação de circuitos para eletrodutos embutidos no solo devem ser usadas caixas de piso baixas 4x4, fundidas em liga de Alumínio Silício com entradas rosqueadas.

Para as luminárias dos postes de iluminação externa deverão ser colocadas caixas de alvenaria, com fundo de brita e tampa de concreto armado, com dimensões de 60 x 60 x 60 cm.



Em locais onde for necessário caixas para passagem de condutores nas áreas internas da Usina, devem ser utilizados os condutores já especificados em um dos itens anteriores.

## 2.11 ATERRAMENTO

A estrutura de aterramento é obrigatória para qualquer edificação, segundo a NBR 5410. De acordo com o item 6.4.1.1.1 deve-se ter para os eletrodos de aterramento:

- Preferencialmente o uso das próprias armaduras do concreto das fundações, ou
- Uso de fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto das fundações, ou
- No mínimo uso do anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente;

Para este projeto determina-se a utilização de esquema de aterramento TN-S, com cabos de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup> e hastes de aço revestido de 3 m de comprimento e 5/8" de diâmetro.

## 2.12 CONDUTORES

### 2.12.1 INSTALAÇÕES GERAIS

Os cabos deverão ser flexíveis (600/1000 V) de cobre nu, têmpera mole, com isolamento termoplástica em PVC sem chumbo e antichama, enchimento e cobertura também termoplásticos em PVC sem chumbo e antichama, e temperatura máxima de 70 °C em serviço contínuo. As instalações dos circuitos embutidos só deverão ser efetuadas após a conclusão de todos os serviços de revestimento nas paredes. As seções dos condutores para cada circuito estão descritas no memorial de cálculo e indicadas na planta.

### 2.12.2 INTERLIGAÇÃO ENTRE O TRANSFORMADOR E O QUADRO GERAL

Os cabos deverão ser flexíveis (600/1000 V) de cobre nu, têmpera mole, com isolamento de composto termofixo em dupla camada de borracha EPR, enchimento e cobertura termoplásticos em PVC sem chumbo e antichama, e temperatura máxima de 90 °C em serviço contínuo. O ramal de entrada deve ser instalado de forma subterrânea. As seções dos condutores são dois cabos paralelos de 120 mm<sup>2</sup> para cada fase do circuito e cabos de 120 mm<sup>2</sup> para o neutro e proteção.

Os cabos paralelos para a fase deverão ser instalados conforme é descrito na NBR 5410, garantindo-se que:

- Sejam cabos unipolares com seção superior a 50 mm<sup>2</sup> em cobre ou 70 mm<sup>2</sup> em alumínio;
- A divisão da corrente entre os condutores em paralelo seja igual;

### 2.12.3 INTERLIGAÇÃO ENTRE O QUADRO GERAL E OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Os cabos deverão ser flexíveis (600/1000 V) de cobre nu, têmpera mole, com isolamento de composto termofixo em dupla camada de borracha EPR, enchimento e cobertura também termoplásticos em PVC sem chumbo e antichama, e temperatura máxima de 90 °C em serviço contínuo. As instalações dos circuitos embutidos só deverão ser efetuadas após a conclusão de todos os serviços de revestimento nas paredes. As seções dos condutores para cada circuito estão descritas no memorial de cálculo e indicadas na planta.

### 2.12.4 IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS

A convenção de cores descrita a seguir deve ser rigorosamente seguida para identificação dos cabos:

- Conductor neutro: isolamento azul clara;
- Conductor de proteção: isolamento verde-amarela ou apenas verde;
- Condutores de fase: isolamento preta, branca ou vermelha, devendo o mesmo circuito possuir uma única cor do seu início ao seu fim;
- Condutores de retorno: isolamento amarela;

### 2.12.5 OBSERVAÇÕES

- Os cabos não devem ser seccionados exceto onde for absolutamente necessário. As emendas e/ou derivações devem ocorrer em caixas nos locais onde as instalações forem embutidas e nas eletrocalhas, ou preferencialmente nos condutores nas instalações aparentes. As emendas e/ou derivações jamais devem ser feitas nos eletrodutos. Devem ser feitas com conectores apropriados, isolando com fita tipo anti-fusão;
- Os locais previstos para barriletes e caixa d'água não estão contidos nas plantas baixas. Por isso é descrito aqui que devem ser instaladas luminárias arandelas a prova de tempo nestes ambientes, sendo 6 pontos no da caixa d'água e 4 pontos no dos barriletes, com lâmpadas de 20 W. Além disso, deve ser instalado um ponto de tomada de 1000 VA para o local dos barriletes, conforme prevê a NBR 5410. Os circuitos que alimentam estes pontos, bem como o quadro ao qual pertencem estão contidos no diagrama unifilar (circuitos 17 e 18 do QD5);
- Os aparelhos de ar condicionado com potência acima de 15000 BTUs deverão ser alimentados diretamente nas condensadoras que se situam no pavimento superior, sendo as TUE colocadas neste local reservado para estes equipamentos. Os equipamentos com potência inferior deverão ser alimentados pela evaporadora, cuja TUE será próxima ao aparelho de ar.

## ANEXO B– MEMORIAL DE CÁLCULO

### 1 RESULTADOS DO CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Tabela 2. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD1.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância adequada (lux)</b>	<b>Número de luminárias</b>	<b>Potência total (W)</b>
Recepção	200	2	68
Almoxarifado	200	2	68
Embalagem	300	4	136
WC masculino	200	4	272
WC feminino	200	4	272
Carnes e Pescados + Câmara Fria	500	12	816

Fonte: Autor.

Tabela 3. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD2.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância adequada (lux)</b>	<b>Número de luminárias</b>	<b>Potência total (W)</b>
Recepção	200	2	68
Almoxarifado	200	2	68
Forno	300	5	128
Panificação + Câmara Fria	300	10	340
Confeitaria	500	5	340
Depósito Geral	200	3	204
Escritório	500	2	136
Depósito Loja	200	3	102
Loja Varejo	500	6	204

Fonte: Autor.

Tabela 4. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD3.

<b>Ambiente</b>	<b>Illuminância adequada (lux)</b>	<b>Número de luminárias</b>	<b>Potência total (W)</b>
Recepção	200	2	68
Almoxarifado	200	2	68
Embalagem	300	4	136
Leites e Derivados + Câmara Fria	200	12	408
Central de Gás		2	92
Lixeira	200	2	136
Circulação externa	-	38	1496

Fonte: Autor.

Tabela 5. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD4.

<b>Ambiente</b>	<b>Illuminância adequada (lux)</b>	<b>Número de luminárias</b>	<b>Potência total (W)</b>
Recepção	200	2	68
Almoxarifado	200	2	68
Processamento Mínimo	300	4	136
Frutas e Hortaliças + Câmara Fria	200	12	408
Circulação Interna + Hall	100	11	374
Barreira Sanitária	200	2	68
Externo	-	36	2088

Fonte: Autor.

Tabela 6. Cálculo luminotécnico para os ambientes alimentados pelo QD5.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância adequada (lux)</b>	<b>Número de luminárias</b>	<b>Potência total (W)</b>
Sala de Reunião	500	3	204
WC masculino	200	4	68
WC feminino	200	4	68
Espaço de uso múltiplo	300	23	1564
Circulação + Hall	100	7	186

Fonte: Autor.

No anexo C se verifica com maiores detalhes a forma como cálculo luminotécnico foi realizado.

## 2 PREVISÃO DE CARGA

Tabela 7. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD1.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Recepção	11,0	7,5	$11=2*5+1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	3	500
Almoxarifado	10,0	6,0	1	1	100
Embalagem	12,8	10,2	$12,8=2*5+2,8$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	800
WC masculino	22,0	23,23	1	1	600
WC feminino	22,0	23,23	1	1	600
Carnes e Pescados + Câmara Fria	40,0	71,53	$40=11*3,5+1,5$ $11+1 \rightarrow 12$ TUG's	20	15000

Fonte: Autor.

Tabela 8. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD2.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Recepção	11,0	7,5	$11=2*5+1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	3	500
Forno	12,8	10,2	$12,8=2*5+2,8$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	800
Panificação + Câmara Fria	34,2	52	$34,2=9*3,5+2,7$ $9+1 \rightarrow 10$ TUG's	24	19200
Confeitaria	21,8	22,4	$21,8=6*3,5+0,8$ 7 TUG's	7	4900
Depósito Geral	21,6	21,6	1	1	100
Escritório	11,0	7,5	$11=2*5+1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	600
Depósito Loja	10,88	7,3	1	1	100
Loja Varejo	12,1	9,15	$12,1=2*5+2,1$ 3 TUG's	4	800
Almo xarifado	10,0	6,0	1	1	100

Fonte: Autor.

Tabela 9. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD3.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Recepção	12,0	9,0	$12=2*5+2$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	3	500
Almo xarifado	10,0	6,0	1	1	100
Embalagem	13,8	11,7	$13,8=2*5+3,8$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	800
Leites e Derivados + Câmara Fria	40,0	68,53	$40=11*3,5+1,5$ $11+1 \rightarrow 12$ TUG's	20	15000
Central de Gás	13,1	8,7	$13,1=2*5+3,1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	2	200
Lixeira	13,1	8,7	$13,1=2*5+3,1$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	2	200

Fonte: Autor.

Tabela 10. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD4.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Recepção	12,0	9,0	$12=2*5+2$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	3	500
Almo xarifado	10,0	6,0	1	1	100
Processamento Mínimo	13,8	11,7	$13,8=2*5+3,8$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	800
Frutas e Hortaliças + Câmara Fria	40,0	68,53	$40=11*3,5+1,5$ $11+1 \rightarrow 12$ TUG's	20	15000
Circulação/Hall	77,3	88,65	1	8	800
Barreira Sanitária	9,9	6,05	$9,9=2*3,5+2,9$ $2+1 \rightarrow 3$ TUG's	4	1900

Fonte: Autor.



Tabela 11. Previsão de Carga dos ambientes alimentados pelo QD5.

<b>Ambiente</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade mínima de TUG's</b>	<b>Quantidade utilizada no projeto</b>	<b>Carga (VA)</b>
Sala de Reunião	16,92	14,4	$16,3=3*5+1,3$ $3+1 \rightarrow 4$ TUG's	4	800
WC masculino	10,68	7,0	1	1	600
WC feminino	10,64	7,0	1	1	600
Espaço de uso múltiplo	62,72	176,22	$62,72=12*5+2,72$ $12+1 \rightarrow 13$ TUG's	58	48000
Circulação + Hall	34,5	39,86	1	1	100

Fonte: Autor.

Além dessa carga prevista para ser alimentada com TUG existem outras parcelas que deverão ser alimentadas com TUE. Uma delas é a Câmara Fria, que será modulada e necessita de uma TUE. Como não há definição da potência exata do aparelho se considerou um valor comercial padrão de 3000 VA. Outra carga a ser alimentada com TUE é o forno, cuja potência foi indicada no projeto arquitetônico e possui um valor de 8000 VA. Os aparelhos de ar condicionado com potência abaixo de 15000 BTUs também serão alimentados com TUE com potências correspondentes àsquelas indicadas na NDU 001 para este tipo de equipamento. Os aparelhos com potência superior, ligados diretamente a condensadora, possuem TUE cujos circuitos pertencem ao QD6 e são mostrados na Tabela 12.

Com o valor da potência total prevista é realizada a divisão dos circuitos por quadro, conforme indicado na Tabela 13.

Tabela 12. Previsão das cargas alimentadas pelo QD6.

<b>Potência (BTU/h)</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Carga</b>
18000	2600	2 aparelhos	2 circuitos de 2860 VA
30000	3600	21 aparelhos	21 circuitos de 4000 VA

Fonte: Autor.

Tabela 13. Divisão dos circuitos por quadro.

<b>Quadro</b>	<b>Quantidade de Circuitos</b>
QD1	14
QD2	16
QD3	13
QD4	14
QD5	18
QD6	23

Fonte: Autor.

### 3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Tipos de circuito: Monofásico a três condutores e trifásico com neutro e proteção.

Número de condutores carregados: 2 para os circuitos monofásicos e 3 para os trifásicos.

Métodos de instalação: 3, 31, 32 e 35 – Referência B1.

Condutor: Cobre.

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C.

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

Tabela 14. Dimensionamento dos condutores do QD1.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1-Iluminação	1088	0,8	0,92	MON	220	6,72	0,41	16,39	1,5	2,5
2-Iluminação	544	0,8	0,92	MON	220	3,36	0,41	8,2	0,5	2,5
3 - Força	1200	1	0,8	MON	220	6,82	0,41	16,63	1,5	2,5
4 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9	0,41	21,95	2,5	4
5 – Ar Cond.	1200	1	0,85	MON	220	6,42	0,41	15,66	1,5	4
6 – Ar Cond.	1400	1	0,85	MON	220	7,5	0,41	18,29	2,5	4
7 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,41	20,78	2,5	4
8 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,41	20,78	2,5	4
9 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,41	20,78	2,5	4
10 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,41	20,78	2,5	4
13–Câm. Fria	2400	1	0,8	TRI	380	4,54	0,41	11,07	1	2,5
15 - Força	960	1	0,8	MON	220	5,45	0,41	13,29	1	2,5
16 – Ilum. Elevador	60	1	0,92	MON	220	0,3	0,41	0,72	0,5	2,5
17 - Elevador	1100	1	0,8	MON	220	6,25	0,41	15,24	1,5	4

Fonte: Autor.

Tabela 15. Dimensionamento dos condutores do QD2.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1-Iluminação	944	0,8	0,92	MON	220	5,83	0,38	15,34	1,5	2,5
2-Iluminação	646	0,8	0,92	MON	220	4,0	0,38	10,53	1	2,5
3 - Força	960	1	0,8	MON	220	5,45	0,3	18,17	1,5	2,5
4 – Ar Cond.	1200	1	0,85	MON	220	6,42	0,38	15,66	1,5	4
5 – Forno	8000	1	1	TRI	380	12,12	0,3	40,38	10	10
6 – Ar Cond.	1400	1	0,85	MON	220	7,5	0,3	25,0	4	4
7 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,38	28,7	6	6
8 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,38	28,7	4	6
9 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,38	28,7	6	6
10 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,38	28,7	4	6
13–Câm. Fria	2400	1	0,8	TRI	380	4,54	0,38	11,96	1	2,5
16 – Força	2240	1	0,8	MON	220	12,73	0,38	33,5	6	6
17 - Força	1680	1	0,8	MON	220	9,54	0,38	25,12	4	6
19 - Força	1280	1	0,8	MON	220	7,27	0,38	19,14	2,5	2,5
20- Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9	0,38	23,7	4	4
21- Ar Cond.	1400	1	0,85	MON	220	7,5	0,38	19,74	2,5	4

Fonte: Autor.

Tabela 16. Dimensionamento dos condutores do QD3.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1-Iluminação	680	0,8	0,92	MON	220	4,2	0,45	9,33	0,75	2,5
2-Iluminação	799	0,8	0,92	MON	220	4,93	0,45	10,95	0,75	2,5
3-Iluminação	697	0,8	0,92	MON	220	4,3	0,45	9,55	0,75	2,5
4 – Força	1200	1	0,8	MON	220	6,82	0,45	15,15	1,5	2,5
5 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20,0	1,5	4
6 – Ar Cond.	1200	1	0,85	MON	220	6,42	0,45	14,27	1,5	4
7 – Ar Cond.	1980	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20	4	4
8 - Força	4500	1	0,8	TRI	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
9 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
10 - Força	4500	1	0,8	TRI	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
11 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
12-Câm. Fria	2400	1	0,8	TRI	220	4,54	0,45	10,09	0,75	2,5
13 - Força	320	1	0,8	MON	220	1,82	0,45	4,04	0,5	2,5

Fonte: Autor.

Tabela 17. Dimensionamento dos condutores do QD4.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1-Iluminação	680	0,8	0,92	MON	220	4,2	0,45	9,33	0,75	2,5
2-Iluminação	442	0,8	0,92	MON	220	2,73	0,45	6,07	0,5	2,5
3-Iluminação	1102	0,8	0,92	MON	220	6,8	0,45	15,11	1,5	2,5
4-Iluminação	986	0,8	0,92	MON	220	6,09	0,45	15,53	1,5	2,5
5 – Força	1200	1	0,8	MON	220	6,82	0,45	15,15	1,5	2,5
6 – Ar Cond.	1400	1	0,85	MON	220	7,5	0,45	16,67	1,5	4
7 – Ar Cond.	1200	1	0,85	MON	220	6,42	0,45	14,27	1,5	4
8 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20,0	2,5	4
9 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,45	18,93	2,5	4
10 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
11 - Força	4500	1	0,8	TRI	380	8,52	0,45	18,93	2,5	4
12 - Força	1500	1	0,8	MON	220	8,52	0,45	18,93	2,5	4
13-Câm. Fria	2400	1	0,8	TRI	380	4,54	0,45	10,09	0,75	2,5
14-Força	1840	1	0,8	MON	220	10,45	0,45	23,23	2,5	2,5

Fonte: Autor.

Tabela 18. Dimensionamento dos condutores do QD5.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1-Iluminação	816	0,8	0,92	MON	220	5,04	0,52	9,7	0,75	2,5
2-Iluminação	748	0,8	0,92	MON	220	4,62	0,52	8,9	0,5	2,5
3-Iluminação	686	0,8	0,92	MON	220	3,9	0,52	7,5	0,5	2,5
4 – Força	1840	1	0,8	MON	220	10,45	0,45	23,22	2,5	4
5 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20	2,5	4
6 – Ar Cond.	1770	1	0,85	MON	220	9,0	0,45	20	2,5	4
7 – Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,52	20,96	2,5	4
8 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,52	20,96	2,5	4
9 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,52	20,96	2,5	4
10 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,52	20,96	2,5	4
11 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,52	20,96	2,5	4
12 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,52	20,96	2,5	4
13 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,52	20,96	2,5	4
14 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,52	20,96	2,5	4
15 - Força	5760	1	0,8	TRI	380	10,9	0,52	20,96	2,5	4
16 - Força	1920	1	0,8	MON	220	10,9	0,52	20,96	2,5	4
17 - Iluminação	200	0,8	0,92	MON	220	1,24	0,52	2,38	0,5	2,5
18 - Força	800	1	0,8	MON	220	4,54	0,52	8,74	0,5	2,5

Fonte: Autor.

Tabela 19. Dimensionamento dos condutores do QD6.

<b>Circuito</b>	<b>Potência (W)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>f.p.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
1 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
2 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
3 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
4 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
5 - Ar Cond.	2600	1	0,85	MON	220	13	0,38	34,21	6	6
6 - Ar Cond.	2600	1	0,85	MON	220	13	0,38	34,21	6	6
7 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
8 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
9 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
10 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
11 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
12 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
13 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
14 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
15 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
16 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
17 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
18 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
19 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
20 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
21 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
22 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10
23 - Ar Cond.	3600	1	0,85	MON	220	18,18	0,38	47,85	10	10

Fonte: Autor.

Os fatores de correção (FC) são sempre fatores de agrupamento, exceto no caso dos circuitos que se encontram presentes no ambiente em que está o forno, onde se aplica também um fator de correção de temperatura para 45 °C.

Para este dimensionamento existe um padrão de escolha realizado pelos engenheiros do setor de projetos da PU em que se adota um valor mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação e de TUG's e um valor de 4 mm<sup>2</sup> em TUE's para aparelhos de ar condicionado. No caso dos valores dimensionados nas tabelas anteriores deve-se



adotar esse mínimo padrão para os circuitos em que a seção calculada ainda é menor que a comumente adotada.

A seção dos condutores de neutro e proteção serão sempre as mesmas calculadas para os condutores de fase, conforme o que se prevê nas Tabelas 48 e 58 da NBR 5410.

### 3.1.1 DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO

Tipo de circuito: Trifásico com neutro e proteção.

Número de condutores carregados: 3.

Métodos de instalação: 3, 31, 32 e 35 – Referência B1.

Condutor: Cobre.

Isolação: EPR ou XLPE.

Temperatura no condutor: 90°C.

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

O projeto, conforme já mencionado, possui tomadas de uso específico para aparelhos de ar condicionado, câmaras frias, forno de padaria e elevador. Para esses pontos é contada a quantidade necessária para os mesmos em todo o projeto e os fatores de demanda que deverão ser aplicados a cada um destes, de acordo com a NDU 001, mostrados na Tabela 20.

Tabela 20. Fatores de demanda para as TUE's.

<b>Tipo de aparelho/equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Fator de Demanda</b>
Ar Condicionado	38	0,8
Câmara Fria	4	0,7
Forno de padaria	1	1
Elevador (motor)	1	1

Fonte: Autor.

Tabela 21. Cálculo da demanda do QD1.

<b>Potência de iluminação</b>	1839 VA
<b>Potência de TUG's</b>	17700 VA
<b>Demanda (Ilum. + TUG's)</b>	$12000 \times 0,86 + 7539 \times 0,5 = 14089,5$ VA
<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	5042 VA
<b>Potência TUE (Câmara Fria)</b>	3000 VA
<b>Potência TUE (Elevador)</b>	1375 VA
<b>Demanda (TUE's)</b>	$5042 \times 0,8 + 3000 \times 0,7 + 1375 \times 1 = 7508,6$ VA
<b>Demanda total do QD1</b>	$7508,6 + 14089,5 = 21598,1$ VA = 19870,25 W

Fonte: Autor.

Tabela 22. Cálculo da demanda do QD2.

<b>Potência de iluminação</b>	1728 VA
<b>Potência de TUG's</b>	26900 VA
<b>Demanda (Ilum. + TUG's)</b>	$12000 \times 0,86 + 16228 \times 0,5 = 18634$ VA
<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	6692 VA
<b>Potência TUE (Câmara Fria)</b>	3000 VA
<b>Potência TUE (Forno)</b>	8000 VA
<b>Demanda (TUE's)</b>	$6692 \times 0,8 + 3000 \times 0,7 + 8000 \times 1 = 15453,6$ VA
<b>Demanda total do QD2</b>	$18634 + 15453,6 = 34087,6$ VA = 31360,6 W

Fonte: Autor.

Tabela 23. Cálculo da demanda do QD3.

<b>Potência de iluminação</b>	2365 VA
<b>Potência de TUG's</b>	16900 VA
<b>Demanda (Ilum. + TUG's)</b>	$12000 \times 0,86 + 7265 \times 0,5 = 13952,5$ VA
<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	5372 VA
<b>Potência TUE (Câmara Fria)</b>	3000 VA
<b>Demanda (TUE's)</b>	$5372 \times 0,8 + 3000 \times 0,7 = 6397,6$ VA
<b>Demanda total do QD3</b>	$13925,5 + 6397,6 = 20350,1$ VA = 18722,1 W

Fonte: Autor.

Tabela 24. Cálculo da demanda do QD4.

<b>Potência de iluminação</b>	3489 VA
<b>Potência de TUG's</b>	18800 VA
<b>Demanda (Ilum. + TUG's)</b>	$12000 \times 0,86 + 10289 \times 0,5 = 15464,5$ VA
<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	5042 VA
<b>Potência TUE (Câmara Fria)</b>	3000 VA
<b>Demanda (TUE's)</b>	$5042 \times 0,8 + 3000 \times 0,7 = 6133,6$ VA
<b>Demanda total do QD4</b>	$15464,5 + 6133,6 = 21598,1$ VA = 19870,25 W

Fonte: Autor.

Tabela 25. Cálculo da demanda do QD5.

<b>Potência de iluminação</b>	2674 VA
<b>Potência de TUG's</b>	51300 VA
<b>Demanda (Ilum. + TUG's)</b>	$12000 \times 0,86 + 41974 \times 0,5 = 31307$ VA
<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	3960 VA
<b>Demanda (TUE's)</b>	$3960 \times 0,8 = 3168$ VA
<b>Demanda total do QD5</b>	$31307 + 3168 = 34475$ VA = 31717 W

Fonte: Autor.

Tabela 26. Cálculo da demanda do QD6.

<b>Potência TUE's (Ar Cond.)</b>	89720 VA
<b>Demanda total do QD6</b>	$89720 \times 0,8 = 71176$ VA = 65481,92 W

Fonte: Autor.

Tabela 27. Dimensionamento dos condutores para os circuitos de distribuição.

<b>Quadro</b>	<b>Demanda (VA)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente de projeto (A)</b>	<b>FC</b>	<b>Corrente corrigida (A)</b>	<b>Seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção escolhida (mm<sup>2</sup>)</b>
QD1	21598,1	380	32,72	0,54	60,6	10	16
QD2	34087,6	380	51,65	0,54	95,65	25	25
QD3	20350,1	380	30,83	0,54	57,1	10	16
QD4	21598,1	380	32,72	0,54	60,6	10	16
QD5	34475	380	52,23	0,57	91,64	25	25
QD6	65481,92	380	99,21	0,57	174,06	50	70

Fonte: Autor.

Os fatores utilizados para a correção das correntes correspondem a fatores de agrupamento, devido aos circuitos percorrer eletrodutos e eletrocalhas de forma simultânea. Algumas seções de condutores são escolhidas com valores maiores que a seção mínima devido à questão do dimensionamento do disjuntor adequado, conforme é visto na seção 5 deste anexo.

Os condutores de neutro serão de seção igual aos de fase, exceto no circuito do QD6, cujo valor deve ser 35 mm<sup>2</sup>, conforme a Tabela 48 da NBR 5410. Já os condutores de proteção terão seção igual aos dos condutores de fase nos circuitos do QD1, QD3 e QD4. Nos demais se tem: 16 mm<sup>2</sup> para o circuito do QD2 e o do QD5, e 35 mm<sup>2</sup> para o circuito do QD6, conforme a Tabela 58 da NBR 5410.

A demanda total do circuito de entrada é calculada somando as demandas individuais de cada quadro de distribuição, resultando em um valor de 197590,82 VA. Daí calcula-se a corrente do circuito de entrada, cujo valor é de aproximadamente 300 A. Com isso define-se a utilização de dois condutores em paralelo de 120 mm<sup>2</sup> para cada fase deste circuito, além de 120 mm<sup>2</sup> para o neutro e 120mm<sup>2</sup> para o condutor de proteção, de acordo com o que é indicado na NDU 002 da Energisa.

## 4 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Tabela 28. Área externa dos condutores usados no projeto.

<b>Seção nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diâmetro externo (mm)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>
2,5	5,3	22,06
4	6,4	32,17
6	7,0	38,48
10	7,9	49,01
16	8,9	62,21
25	10,2	81,71
35	12,2	116,9
70	16,3	208,67

Fonte: Autor.

Tabela 29. Área de eletrodutos comerciais padrão.

<b>Diâmetro interno (in)</b>	<b>Diâmetro interno (mm)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>
3/4	19,05	285
1	25,4	506,7
1 1/4	31,75	791,7
1 1/2	38,1	1140
2	50,8	2026,77
2 1/2	63,5	3166,83
3	76,2	4560,23
4	101,6	8107

Fonte: Autor.

Tabela 30. Número máximo de condutores para ocupação de 31% do eletroduto.

<b>Diâmetro externo</b>	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
<b>Área para ocupação (mm<sup>2</sup>)</b>	88,35	157	245,43	353,4
<b>Máximo de condutores de 2,5 mm<sup>2</sup></b>	4	7	11	16
<b>Máximo de condutores de 4,0 mm<sup>2</sup></b>	2	4	7	10
<b>Máximo de condutores de 6,0 mm<sup>2</sup></b>	2	4	6	9

Fonte: Autor.

Tabela 31. Número máximo de condutores para ocupação de 40% do eletroduto.

<b>Diâmetro externo</b>	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
<b>Área para ocupação (mm<sup>2</sup>)</b>	114	202,68	316,68	456
<b>Máximo de condutores de 2,5 mm<sup>2</sup></b>	5	9	14	20
<b>Máximo de condutores de 4,0 mm<sup>2</sup></b>	3	6	9	14
<b>Máximo de condutores de 6,0 mm<sup>2</sup></b>	2	5	8	11

Fonte: Autor.

Tabela 32. Número máximo de condutores de 10 mm<sup>2</sup>.

<b>Diâmetro externo</b>	2"	2 1/2"
<b>Área para ocupação (mm<sup>2</sup>)</b>	810,7	1266,73
<b>Máximo de condutores</b>	16	25

Fonte: Autor.

Tabela 33. Eletrodutos dos circuitos de distribuição.

<b>Diâmetro externo</b>	3"	4"
<b>Área para ocupação (mm<sup>2</sup>)</b>	1824,1	3242,83

Fonte: Autor.

Para o projeto ficou constatado que diferentes trechos necessitavam de eletrodutos com diferentes seções internas. Foram escolhidos eletrodutos de 3/4", 1", de 1 1/4", 2" e 2 1/2". Além disso, foram utilizados eletrodutos de 4" para a saída do quadro geral e de 3" para a passagem dos circuitos de distribuição que vão para os quadros do pavimento superior, conforme é indicado na planta. Algumas das seções foram tomadas como sendo padrão, indicadas na legenda e as demais indicadas ao lado do trecho na planta.

#### 4.1.1 DIMENSIONAMENTO DAS ELETROCALHAS

Algumas das eletrocalhas devem possuir dimensões de 100 x 100, percorrendo a maioria dos ambientes, outras com dimensões de 200 x 50, presentes nos corredores, e de dimensões 100 x 50, chegando/saindo dos quadros de distribuição. Com esses valores é possível abrigar todos os condutores necessários, com uma razoável folga para possíveis expansões da instalação.

Para as eletrocalhas de 200x50, devem ser utilizadas duas paralelas. Uma delas abriga os circuitos de distribuição, devendo ficar abaixo e a outra abriga os circuitos terminais que saem dos quadros, devendo ficar acima.

## 5 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

Tabela 34. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD1.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	16,39	24	20
2	8,2	24	20
3	16,63	24	20
4	21,95	32	25
5	15,66	32	25
6	18,29	32	25
7	20,78	28	25
8	20,78	32	25
9	20,78	28	25
10	20,78	32	25
13	11,07	21	16
15	13,29	24	20
16	0,72	24	16
17	15,24	32	25

Fonte: Autor.

Tabela 35. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD2.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	15,34	24	20
2	10,53	24	16
3	14,34	24	20
4	16,9	32	25
5	40,38	50	50
6	19,74	32	25
7	28,7	36	32
8	28,7	41	32
9	28,7	36	32
10	28,7	41	32
13	11,96	21	16
16	33,5	41	40
17	25,12	41	32
19	19,14	24	20
20	23,7	32	25
21	19,74	32	25

Fonte: Autor.



Tabela 36. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD3.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	9,33	24	16
2	10,95	24	16
3	9,55	24	16
4	15,15	24	20
5	20,0	32	25
6	14,27	32	20
7	20	32	25
8	18,93	28	25
9	18,93	32	25
10	18,93	28	25
11	18,93	32	25
12	10,09	21	16
13	4,04	24	16

Fonte: Autor.

Tabela 37. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD4.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	9,33	24	16
2	6,07	24	16
3	15,11	24	20
4	15,53	24	20
5	15,15	24	20
6	16,67	32	25
7	14,27	32	25
8	20,0	32	25
9	18,93	28	25
10	18,93	32	25
11	18,93	28	25
12	18,93	32	25
13	10,09	21	16
14	18,18	24	20

Fonte: Autor.

Tabela 38. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD5.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	9,7	24	16
2	8,9	24	16
3	7,5	24	16
4	20,1	32	25
5	17,3	32	25
6	17,3	32	25
7	20,96	28	25
8	20,96	32	25
9	20,96	28	25
10	20,96	32	25
11	20,96	28	25
12	20,96	32	25
13	20,96	28	25
14	20,96	32	25
15	20,96	28	25
16	20,96	32	25
17	2,38	24	16
18	8,74	24	16

Fonte: Autor.

Tabela 39. Dimensionamento dos disjuntores para os circuitos do QD6.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
1	47,85	57	50
2	47,85	57	50
3	47,85	57	50
4	47,85	57	50
5	34,21	41	40
6	34,21	41	40
7	47,85	57	50
8	47,85	57	50
9	47,85	57	50
10	47,85	57	50
11	47,85	57	50
12	47,85	57	50
13	47,85	57	50
14	47,85	57	50
15	47,85	57	50
16	47,85	57	50
17	47,85	57	50
18	47,85	57	50
19	47,85	57	50
20	47,85	57	50
21	47,85	57	50
22	47,85	57	50
23	47,85	57	50

Fonte: Autor.

Tabela 40. Dimensionamento dos disjuntores dos circuitos de distribuição.

<b>Circuito</b>	$I'_{proj}$	$I_{cond}$	$I'_{proj} \leq I_n \leq I_{cond}$
QD1	60,6	88	80
QD2	95,65	117	100
QD3	57,1	88	80
QD4	60,6	88	80
QD5	90	117	100
QD6	174,06	222	200

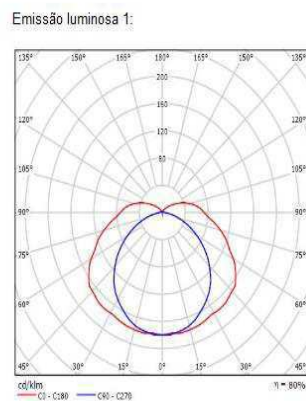
Fonte: Autor.

O disjuntor do circuito de entrada deverá possuir um valor nominal de 350 A, conforme a NDU 002 da Energisa.

# ANEXO C – CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

## 1 LUMINÁRIAS UTILIZADAS

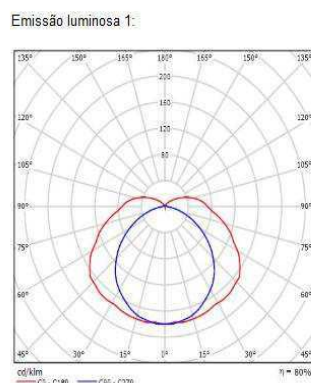
Figura 3. Luminária LUMICENTER FHT03-S128 e sua curva fotométrica.



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

Fonte: DIALux.

Figura 4. Luminária LUMICENTER FHT03-S228 e sua curva fotométrica.



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

Fonte: DIALux.

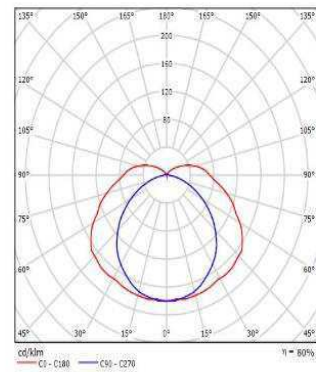
Figura 5. Luminária LUMICENTER FHT03-S114 e sua curva fotométrica.



Classificação de luminárias conforme CIE: 88  
Código de Fluxo (CIE): 37 67 88 88 80

FHT03-S114  
Body: polycarbonate  
Installation: Ceiling mounted  
Optics: textured transparent acrylic, white backside reflector  
Lamp: 1x14W/840 T5 Fluorescent  
LOR: 80%  
Total power (including ECG): 17W  
IP66

Emissão luminosa 1:



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

Fonte: DIALu x.

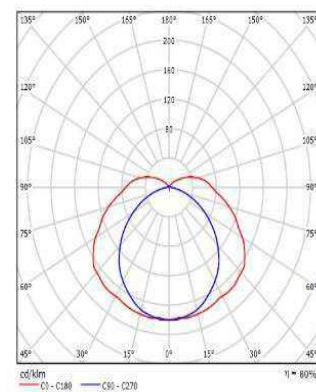
Figura 6. Luminária LUMICENTER FHT03-S214 e sua curva fotométrica.



Classificação de luminárias conforme CIE: 88  
Código de Fluxo (CIE): 37 67 88 88 80

FHT03-S214  
Body: polycarbonate  
Installation: Ceiling mounted  
Optics: textured transparent acrylic, white backside reflector  
Lamp: 2x14W/840 T5 Fluorescent  
LOR: 80%  
Total power (including ECG): 34W  
IP66

Emissão luminosa 1:



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

Fonte: DIALu x.

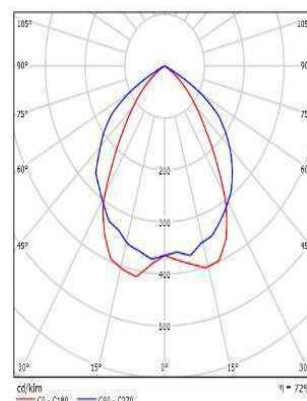
Figura 7. Luminária LUMICENTER CAA01-S232 e sua curva fotométrica.



Classificação de luminárias conforme CIE: 100  
Código de Fluxo (CIE): 70 97 100 100 72

CAA01-S232  
Body: steel sheet, white powder painting  
Installation: Ceiling mounted  
Optics: 99,85% pure anodized aluminum parabolic louver  
Lamp: 2x32W/840 T8 Fluorescent  
LOR: 73%  
Total power (including ECG): 67W

Emissão luminosa 1:



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

Fonte: DIALux.

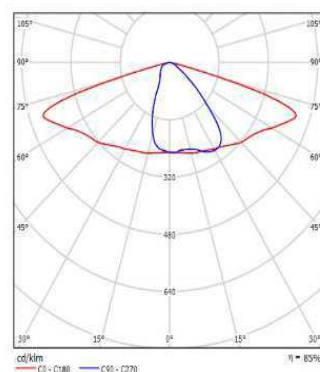
Figura 8. Luminária PHILIPS BGP303 1XLED73-3S/740 DM e sua curva fotométrica.



Classificação de luminárias conforme CIE: 100  
Código de Fluxo (CIE): 42 76 97 100 85

ClearWay – economical LED performance  
LED technology represents a breakthrough in lighting in many different respects. The light quality provided by LEDs, for example, has made our roads safer, while the tremendous efficacy of LEDs is helping cities reduce their energy bills.  
At Philips, we believe we can make even more roads safer, and help more municipalities achieve their goal of reducing energy consumption. That's why we have developed ClearWay – a LED road luminaire that is affordable yet does not compromise on light quality and energy efficiency.

Emissão luminosa 1:

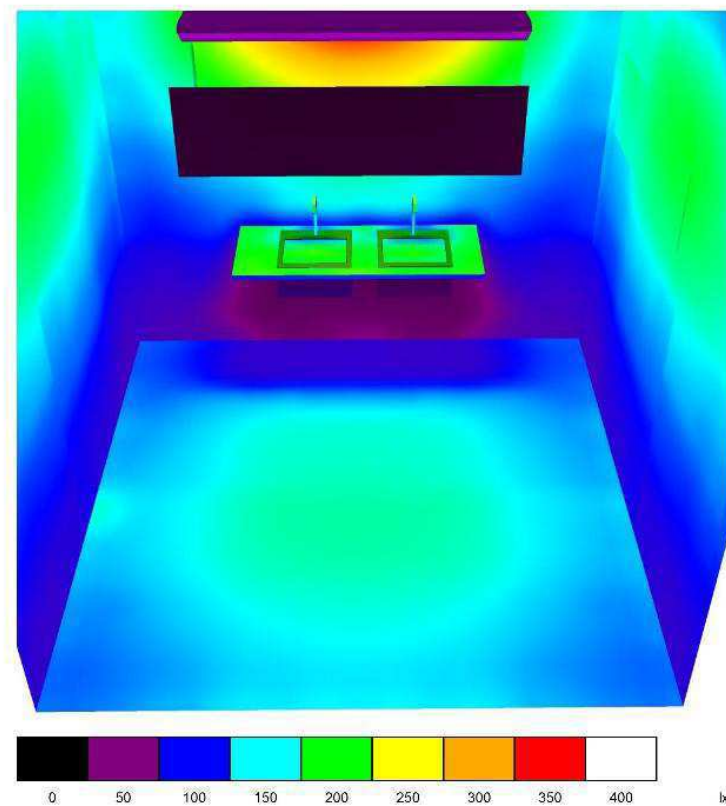


Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

Fonte: DIALux.

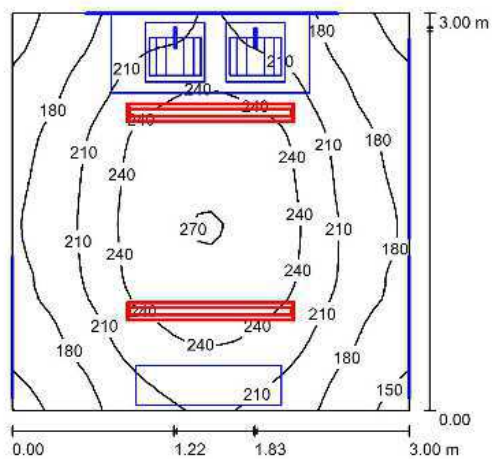
## 2 ILUMINAÇÃO POR AMBIENTE

Figura 9. Representação das cores falsas de uma das recepções.



Fonte: DIALux.

Figura 10. Disposição das luminárias e em uma das recepções e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

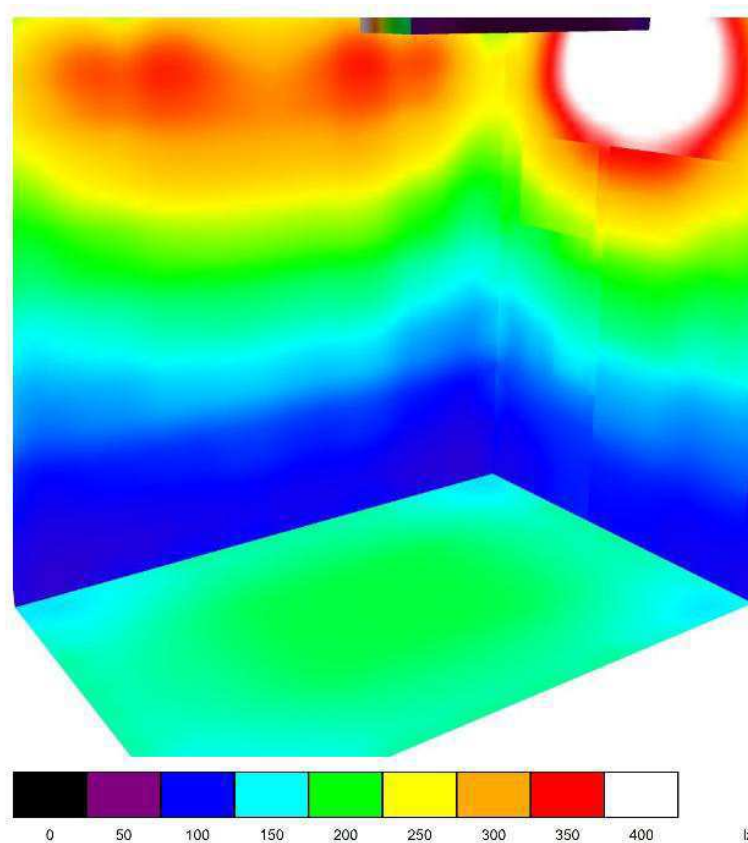
Figura 11. Níveis de iluminância em uma das recepções.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano de uso	/	211	142	273	0.673
Solo	20	136	78	169	0.574
Tecto	80	111	13	390	0.121
Paredes (4)	50	142	33	466	/

Fonte: DIALux.

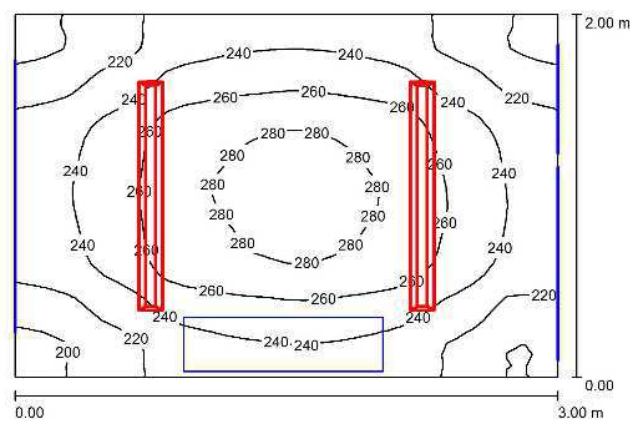


Figura 12. Representação das cores falsas de um dos almo xarifados.



Fonte: DIALux.

Figura 13. Disposição das luminárias em um dos almo xarifados e as curvas de isolux.



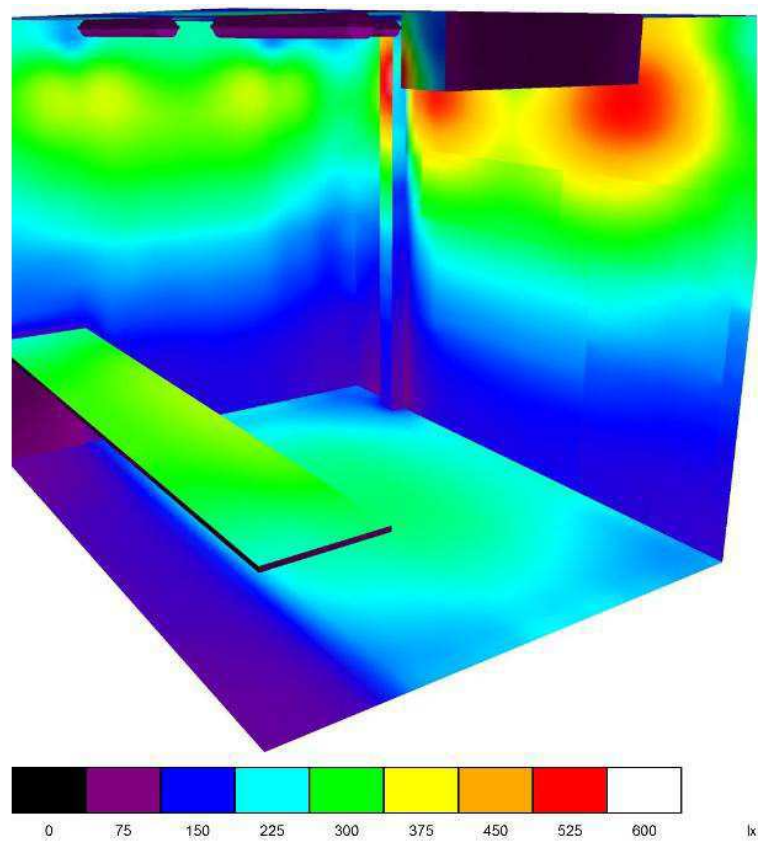
Fonte: DIALux.

Figura 14. Níveis de iluminação em um dos almo xarifados.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	244	189	287	0.774
Solo	20	169	142	189	0.836
Tecto	80	171	25	312	0.145
Paredes (4)	50	204	55	503	/

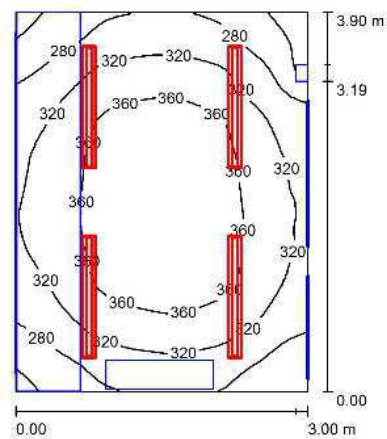
Fonte: DIALux.

Figura 15. Representação das cores falsas de um das salas de embalagem.



Fonte: DIALux.

Figura 16. Disposição das luminárias em uma das salas de embalagem e as curvas de isolux.



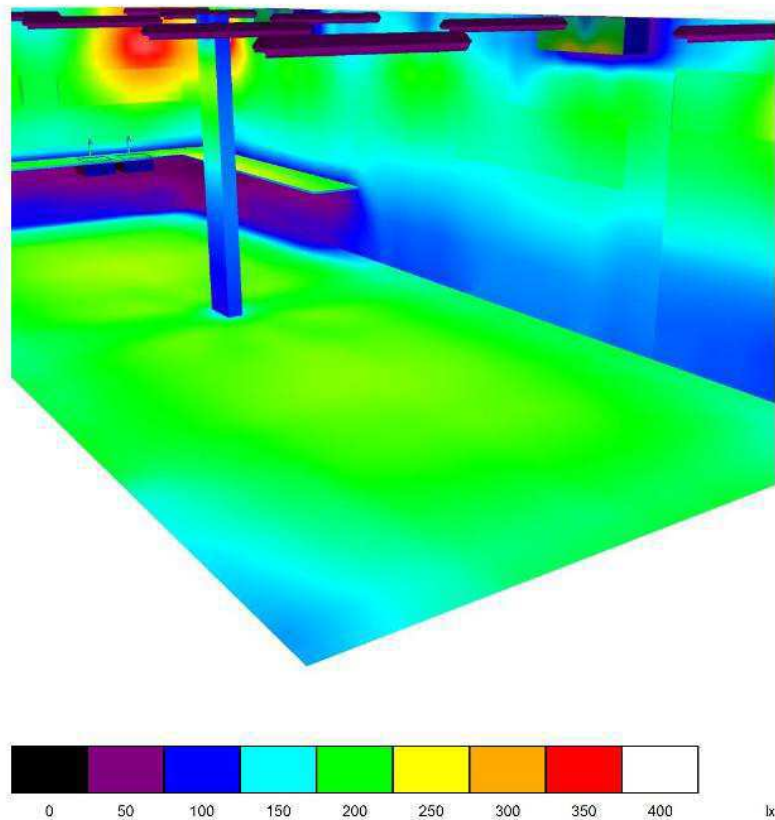
Fonte: DIALux.

Figura 17. Níveis de iluminação em uma das salas de embalagem.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	328	219	392	0.668
Solo	20	203	87	270	0.428
Tecto	80	176	44	313	0.248
Paredes (4)	50	226	40	533	/

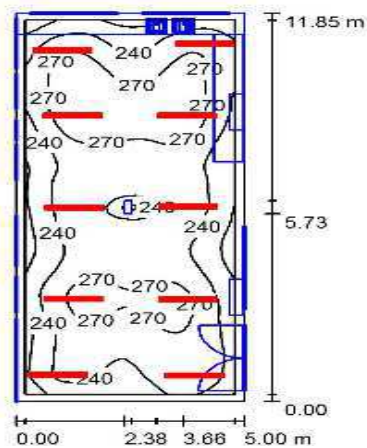
Fonte: DIALux.

Figura 18. Representação das cores falsas do ambiente de leites e derivados.



Fonte: DIALux.

Figura 19. Disposição das luminárias no ambiente de leites e derivados e as curvas de isolux.



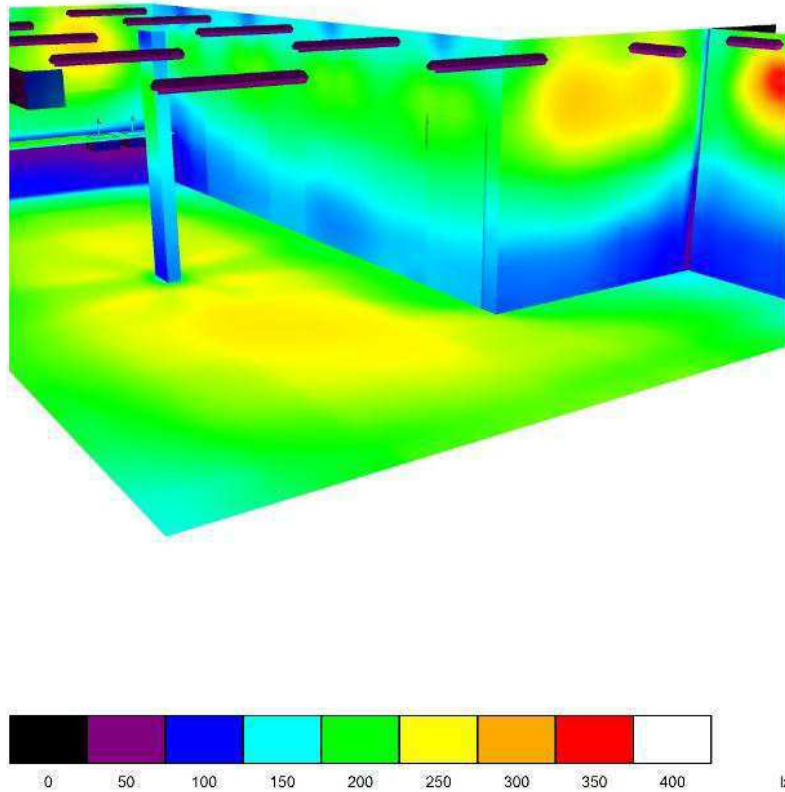
Fonte: DIALux.

Figura 20. Níveis de iluminância no ambiente de leites e derivados.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	252	186	300	0.738
Solo	20	189	50	234	0.262
Tecto	80	94	32	276	0.342
Paredes (4)	50	158	32	432	/

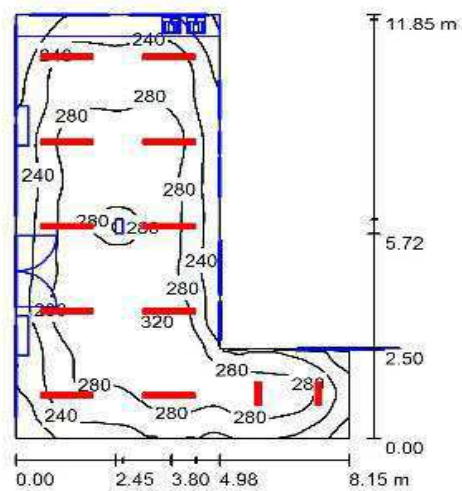
Fonte: DIALux.

Figura 21. Representação das cores falsas do ambiente de frutas e hortaliças.



Fonte: DIALux.

Figura 22. Disposição das luminárias no ambiente de frutas e hortaliças e as curvas de isolux.



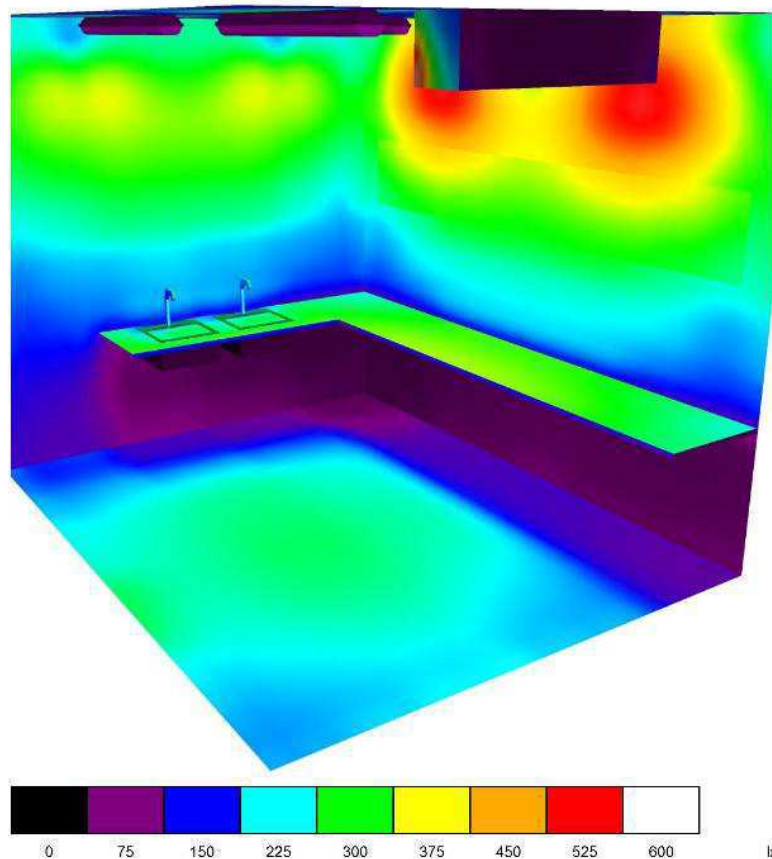
Fonte: DIALux.

Figura 23. Níveis de iluminação no ambiente de frutas e hortaliças.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	263	154	322	0.585
Solo	20	211	81	261	0.382
Tecto	80	103	29	364	0.285
Paredes (6)	50	167	42	363	/

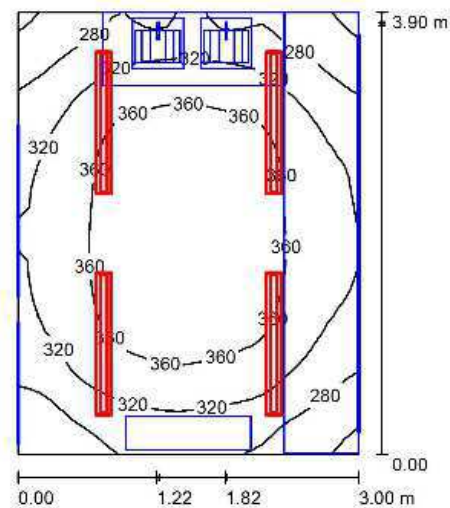
Fonte: DIALux.

Figura 24. Representação das cores falsas do ambiente de processamento mínimo.



Fonte: DIALux.

Figura 25. Disposição das luminárias no ambiente de processamento mínimo e as curvas de isolux.



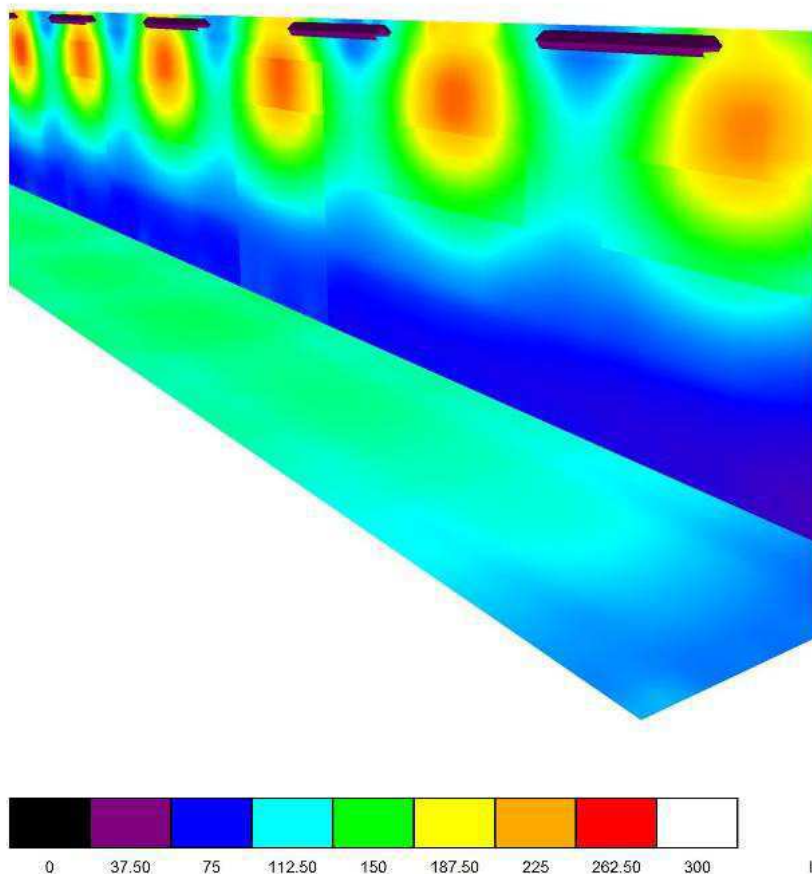
Fonte: DIALux.

Figura 26. Níveis de iluminância no ambiente de processamento mínimo.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	332	232	396	0.700
Solo	20	192	53	277	0.276
Tecto	80	180	34	316	0.191
Paredes (4)	50	231	30	536	/

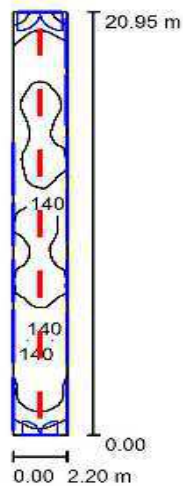
Fonte: DIALux.

Figura 27. Representação das cores falsas da circulação interna.



Fonte: DIALux.

Figura 28. Disposição das luminárias da circulação interna e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

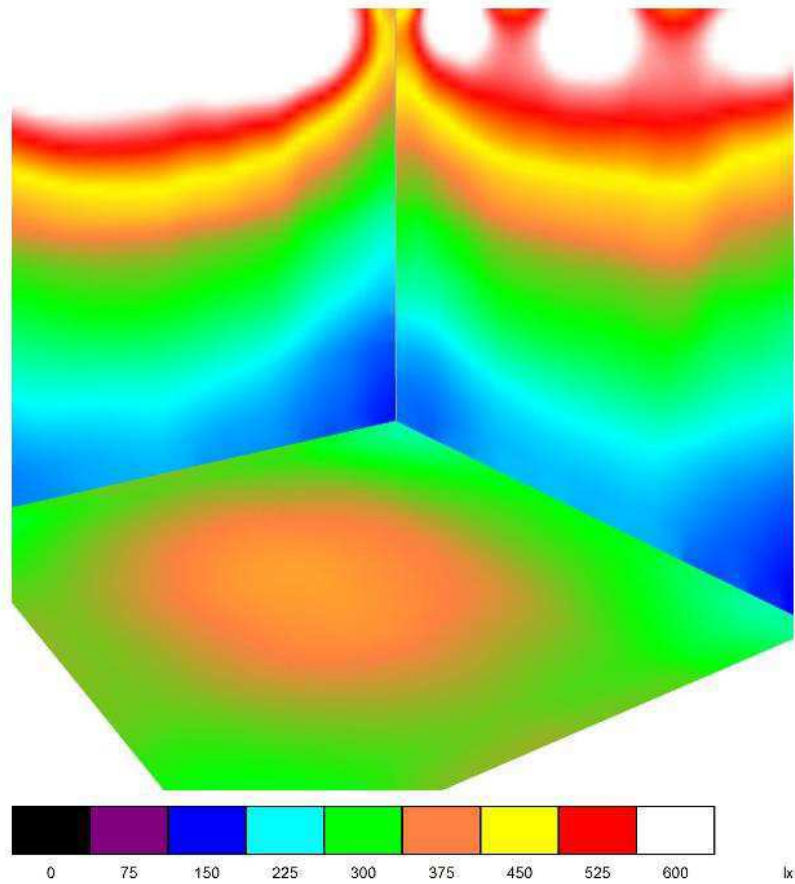
Figura 29. Níveis de iluminação da circulação interna.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	133	87	150	0.651
Solo	20	124	82	138	0.664
Tecto	80	77	35	247	0.448
Paredes (4)	50	114	53	250	/

Fonte: DIALux.

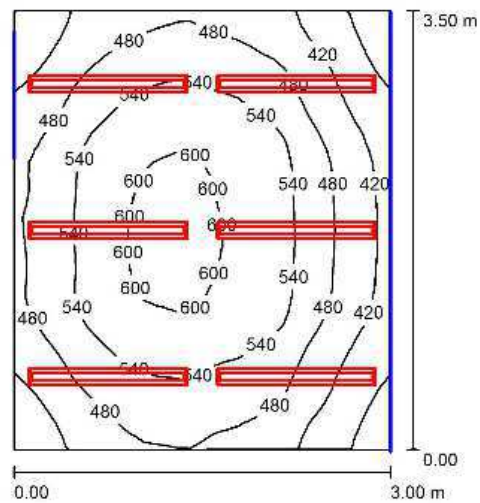


Figura 30. Representação das cores falsas de uma das câmaras frias.



Fonte: DIALux.

Figura 31. Disposição das luminárias em uma das câmaras frias e as curvas de isolux.



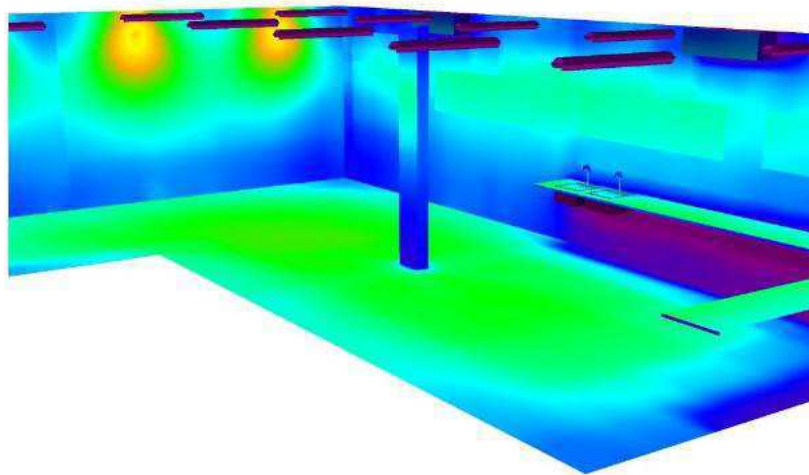
Fonte: DIALux.

Figura 32. Níveis de iluminação na câmara fria.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	502	324	620	0.645
Solo	20	335	245	398	0.730
Tecto	80	249	104	396	0.419
Paredes (4)	50	375	151	821	/

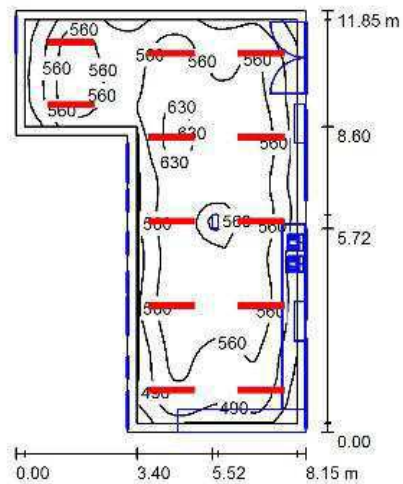
Fonte: DIALux.

Figura 33. Representação das cores falsas do ambiente de carnes e pescados.



Fonte: DIALux.

Figura 34. Disposição das luminárias no ambiente de carnes e pescados e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

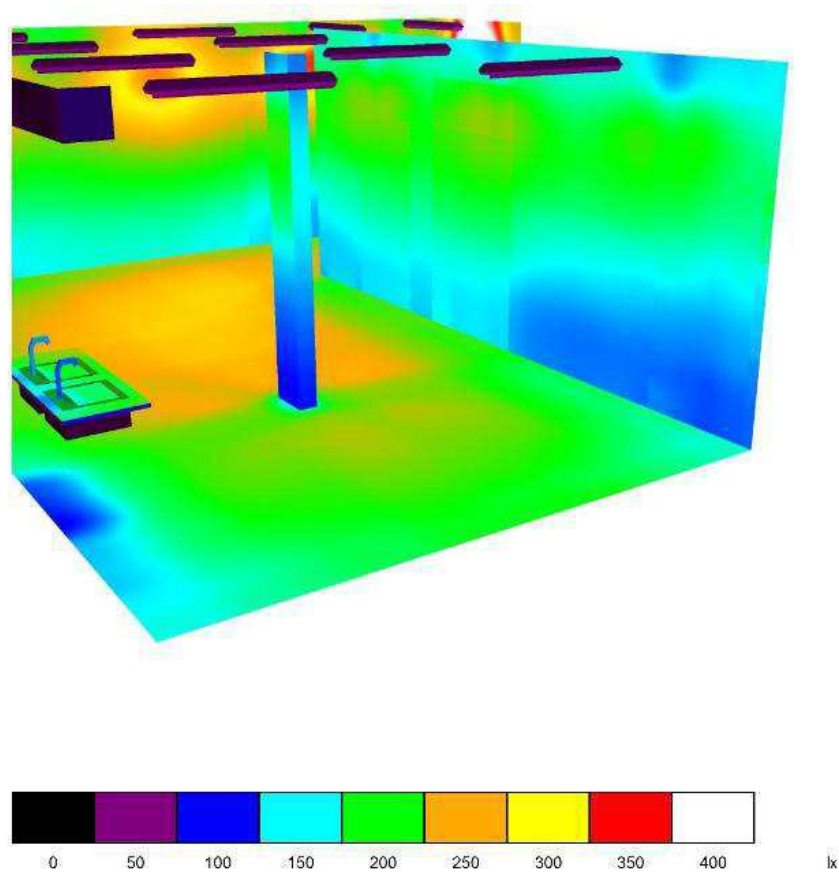
Figura 35. Níveis de iluminação no ambiente de carnes e pescados.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	547	352	653	0.645
Solo	20	417	107	532	0.256
Tecto	80	203	59	863	0.292
Paredes (7)	50	331	74	1747	/

Fonte: DIALux.

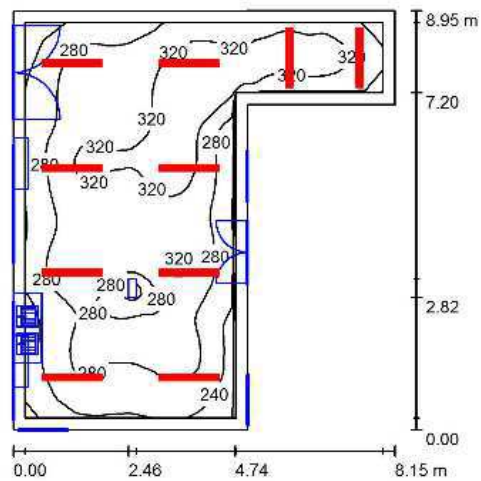


Figura 36. Representação das cores falsas do ambiente de panificação.



Fonte: DIALux.

Figura 37. Disposição das luminárias no ambiente de panificação e as curvas de isolux.



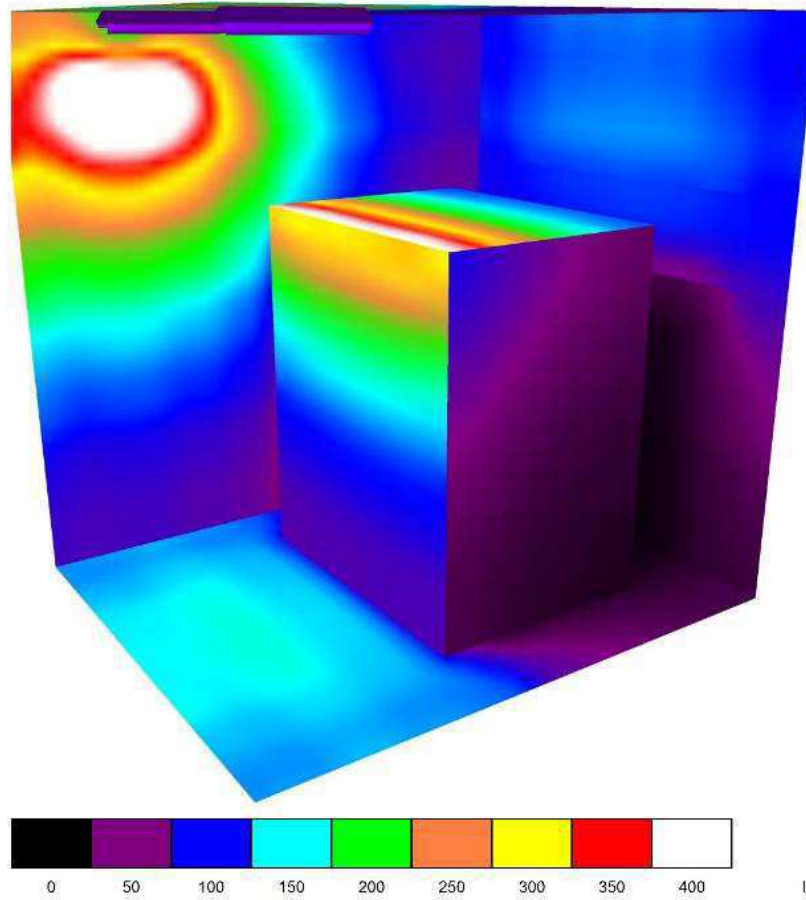
Fonte: DIALux.

Figura 38. Níveis de iluminância no ambiente de panificação.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	290	189	345	0.653
Solo	20	222	96	277	0.434
Tecto	80	115	37	305	0.323
Paredes (7)	50	185	48	493	/

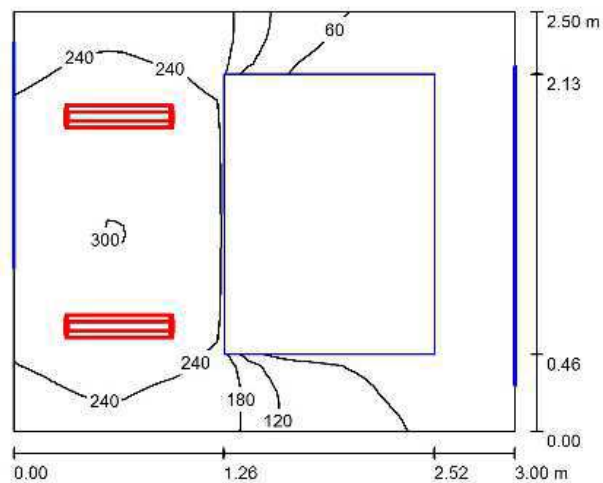
Fonte: DIALux.

Figura 39. Representação das cores falsas da sala com o forno.



Fonte: DIALux.

Figura 40. Disposição das luminárias na sala com o forno e as curvas de isolux.



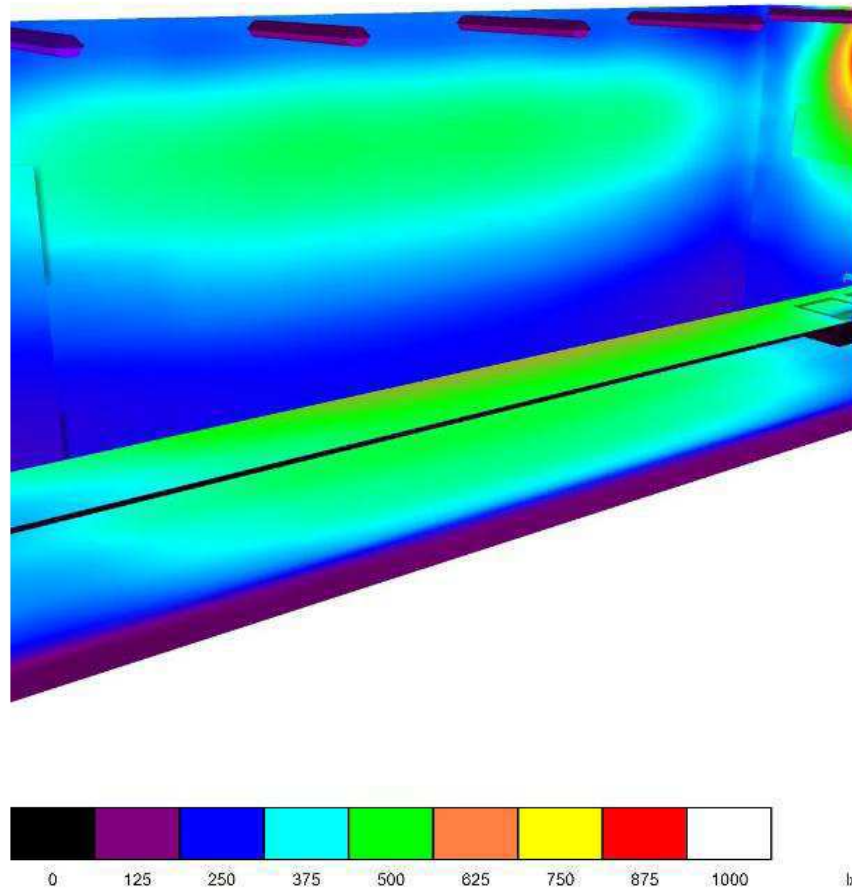
Fonte: DIALux.

Figura 41. Níveis de iluminância da sala com o forno.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	172	13	302	0.077
Solo	20	70	0.98	157	0.014
Tecto	80	127	43	395	0.341
Paredes (4)	50	139	4.32	691	/

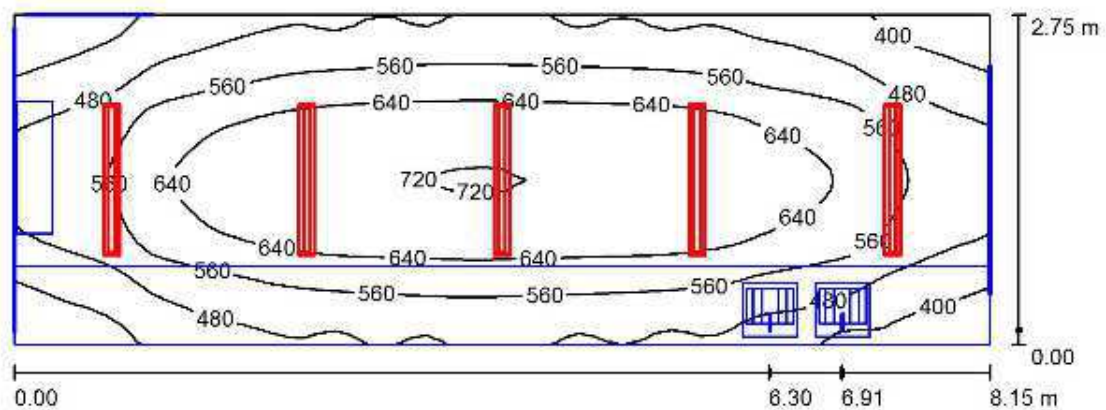
Fonte: DIALux.

Figura 42. Representação das cores falsas do ambiente da confeitaria.



Fonte: DIALux.

Figura 43. Disposição das luminárias no ambiente da confeitaria e as curvas de isolux.



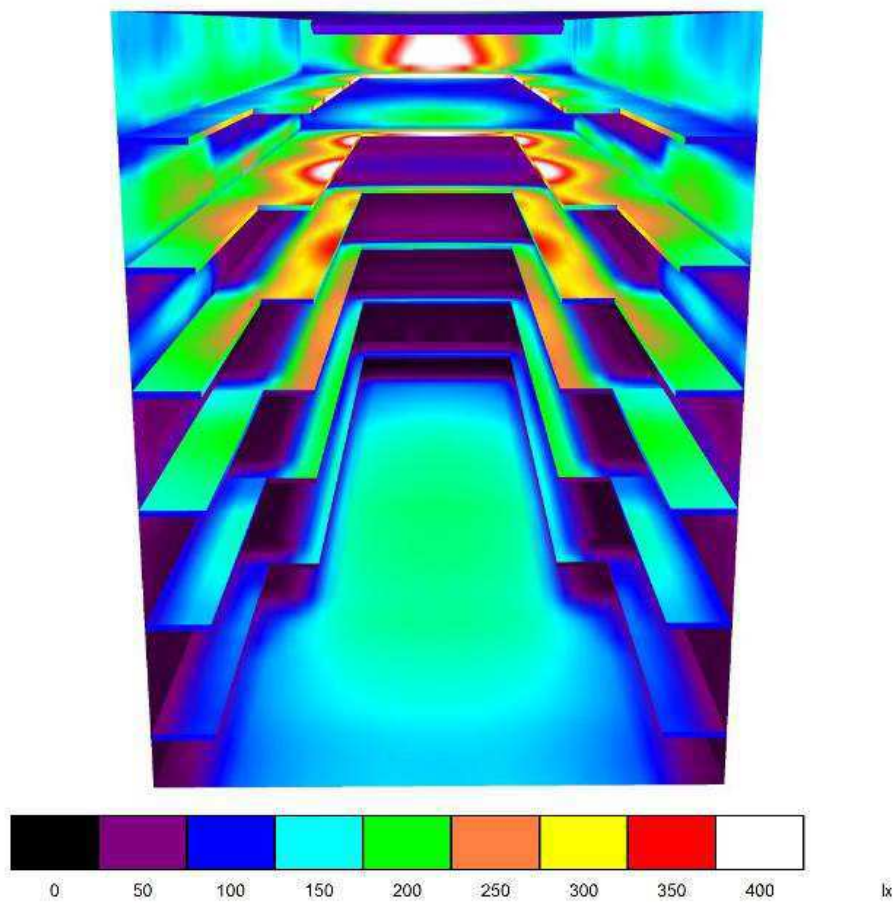
Fonte: DIALux.

Figura 44. Níveis de iluminação no ambiente da confeitaria.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano de uso	/	561	343	725	0.612
Solo	20	351	87	480	0.247
Tecto	80	246	78	1579	0.318
Paredes (4)	50	320	67	2154	/

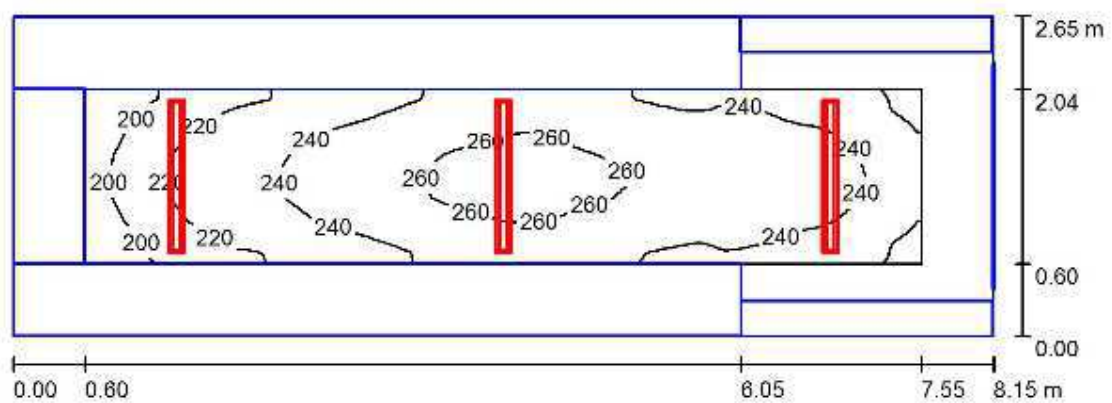
Fonte: DIALux.

Figura 45. Representação das cores falsas no depósito geral.



Fonte: DIALux.

Figura 46. Disposição das luminárias no depósito geral e as curvas de isolux.



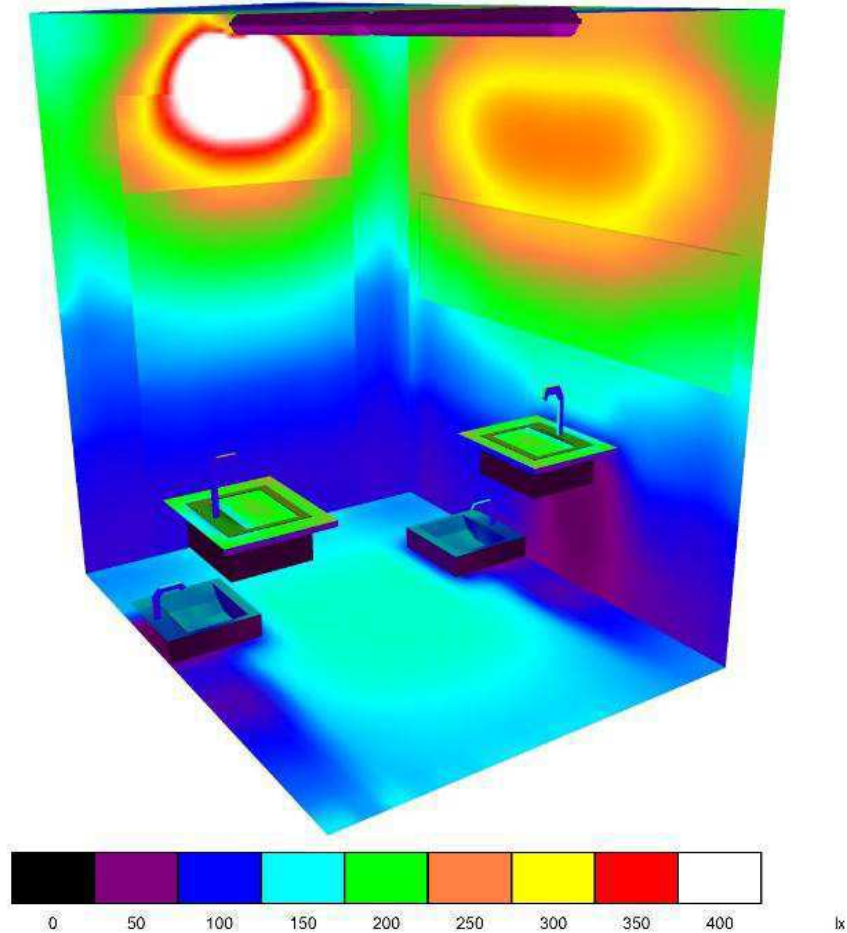
Fonte: DIALux.

Figura 47. Níveis de iluminância do depósito geral.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	239	180	269	0.754
Solo	20	100	9.45	179	0.094
Tecto	80	125	57	735	0.456
Paredes (4)	50	79	4.47	482	/

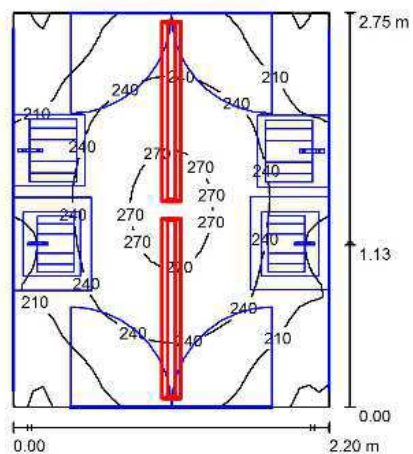
Fonte: DIALux.

Figura 48. Representação das cores falsas na barreira sanitária.



Fonte: DIALux.

Figura 49. Disposição das luminárias na barreira sanitária e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

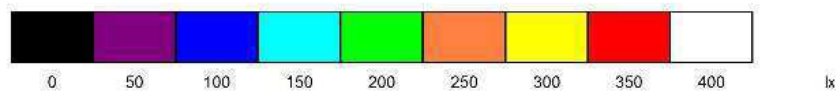
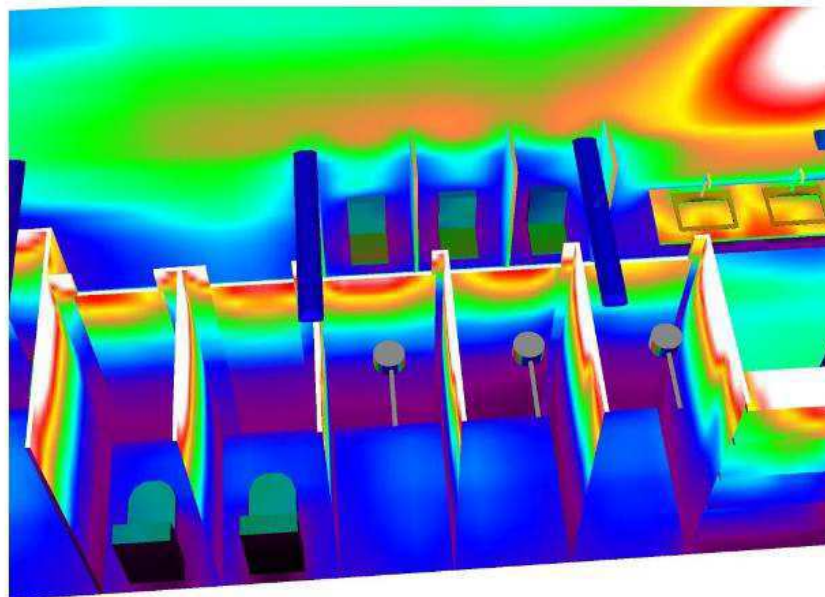
Figura 50. Níveis de iluminação na barreira sanitária.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	229	173	276	0.757
Solo	20	130	30	165	0.235
Tecto	80	152	93	279	0.611
Paredes (4)	50	181	34	824	/

Fonte: DIALux.

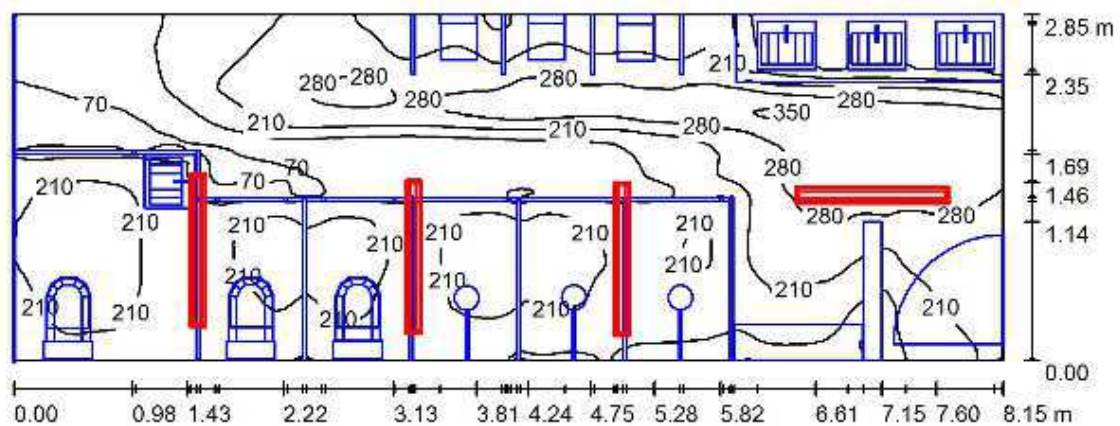


Figura 51. Representação das cores falsas em um dos vestiários.



Fonte: DIALux.

Figura 52. Disposição das luminárias em um dos vestiários e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

Figura 53. Níveis de iluminação em um dos vestiários.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	195	33	369	0.170
Solo	20	112	20	214	0.182
Tecto	80	190	59	1062	0.312
Paredes (4)	50	196	9.67	612	/

Fonte: DIALux.

Figura 54. Representação das cores falsas no escritório.

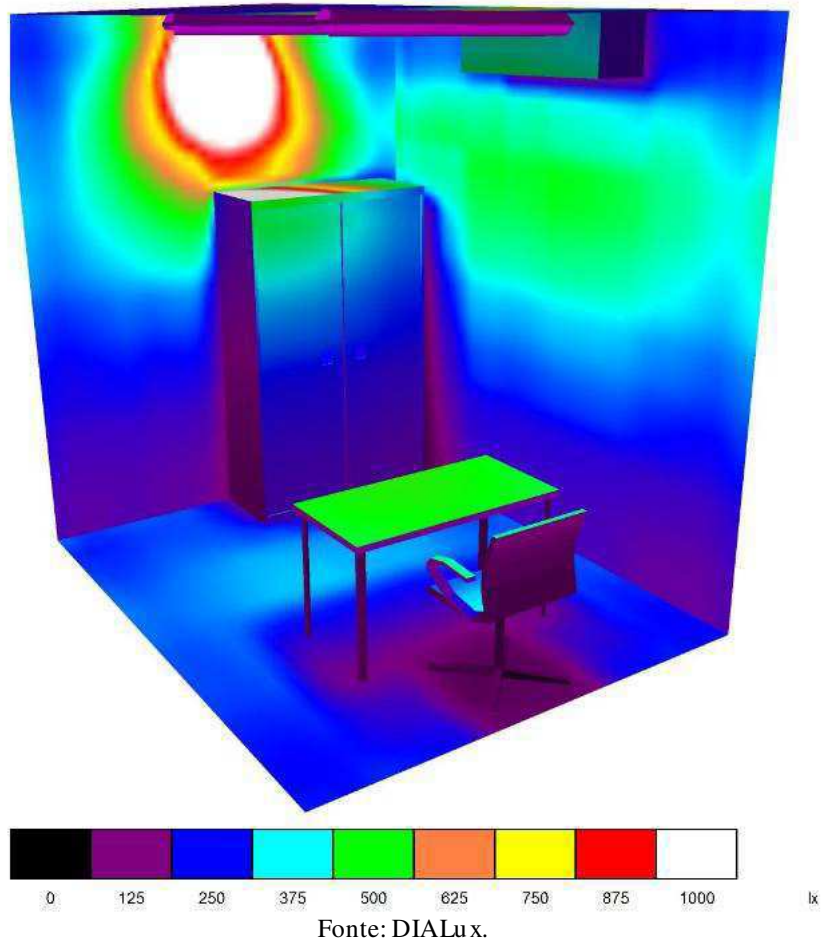


Figura 55. Disposição das luminárias no escritório e as curvas de isolux.

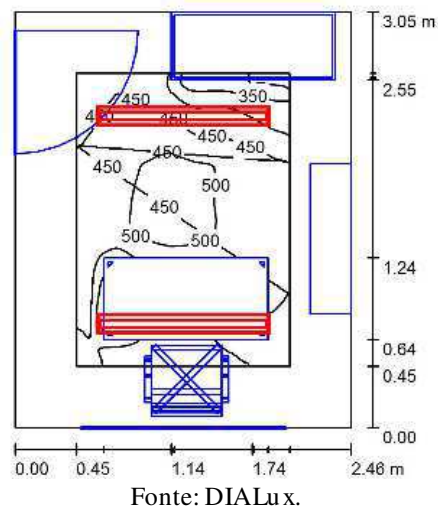
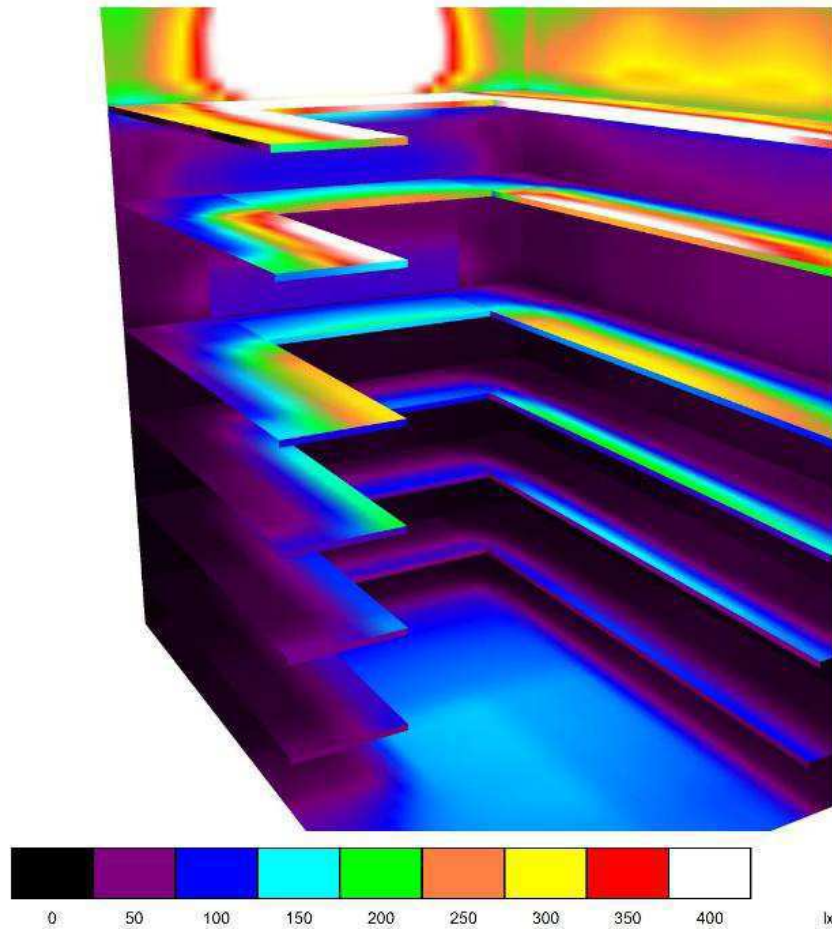


Figura 56. Níveis de iluminância no escritório.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	459	286	518	0.624
Solo	20	234	38	352	0.162
Tecto	80	298	47	999	0.157
Paredes (4)	50	325	3.16	2978	/

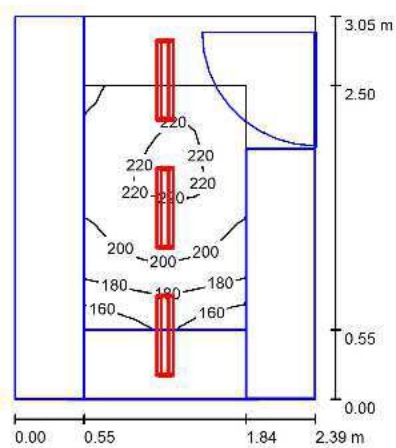
Fonte: DIALux.

Figura 57. Representação das cores falsas no depósito da loja.



Fonte: DIALux.

Figura 58. Disposição das luminárias no depósito da loja e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

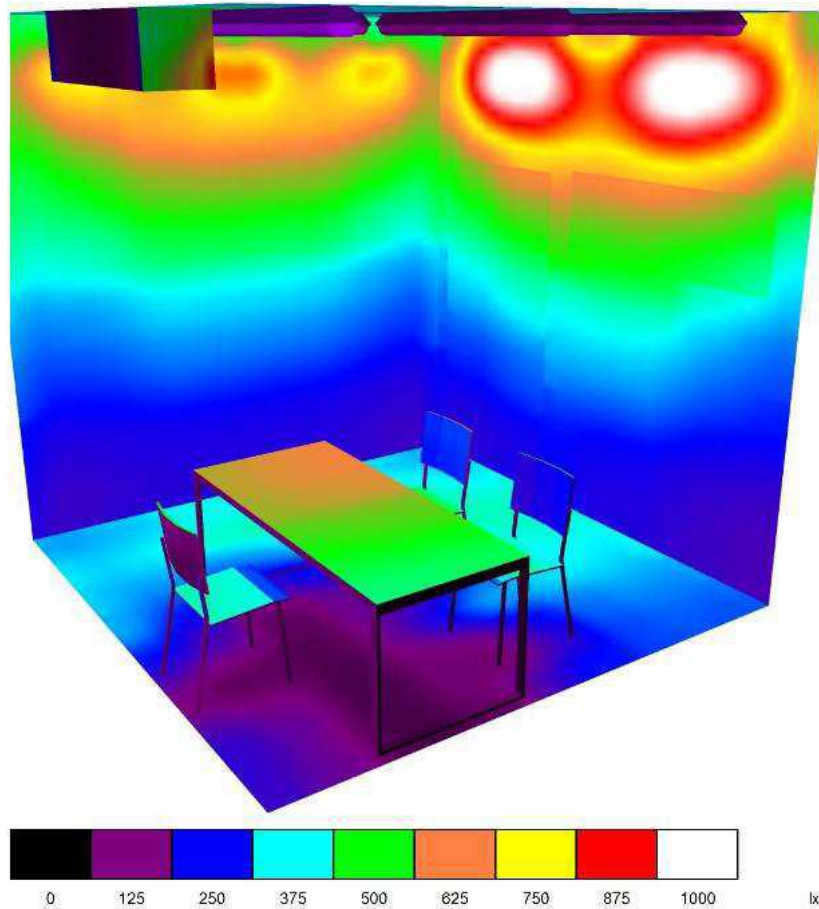
Figura 59. Níveis de iluminância no depósito da loja.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	201	150	226	0.743
Solo	20	71	8.35	140	0.117
Tecto	80	194	86	503	0.442
Paredes (4)	50	118	2.81	1095	/

Fonte: DIALux.

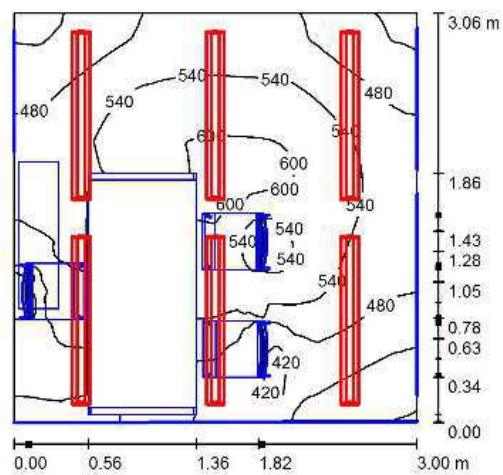


Figura 60. Representação das cores falsas da loja.



Fonte: DIALux.

Figura 61. Disposição das luminárias na loja e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

Figura 62. Níveis de iluminância na loja.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	498	333	620	0.669
Solo	20	288	64	445	0.223
Tecto	80	342	56	822	0.163
Paredes (4)	50	498	80	1061	/

Fonte: DIALux.

Figura 63. Representação das cores falsas no hall e escada.

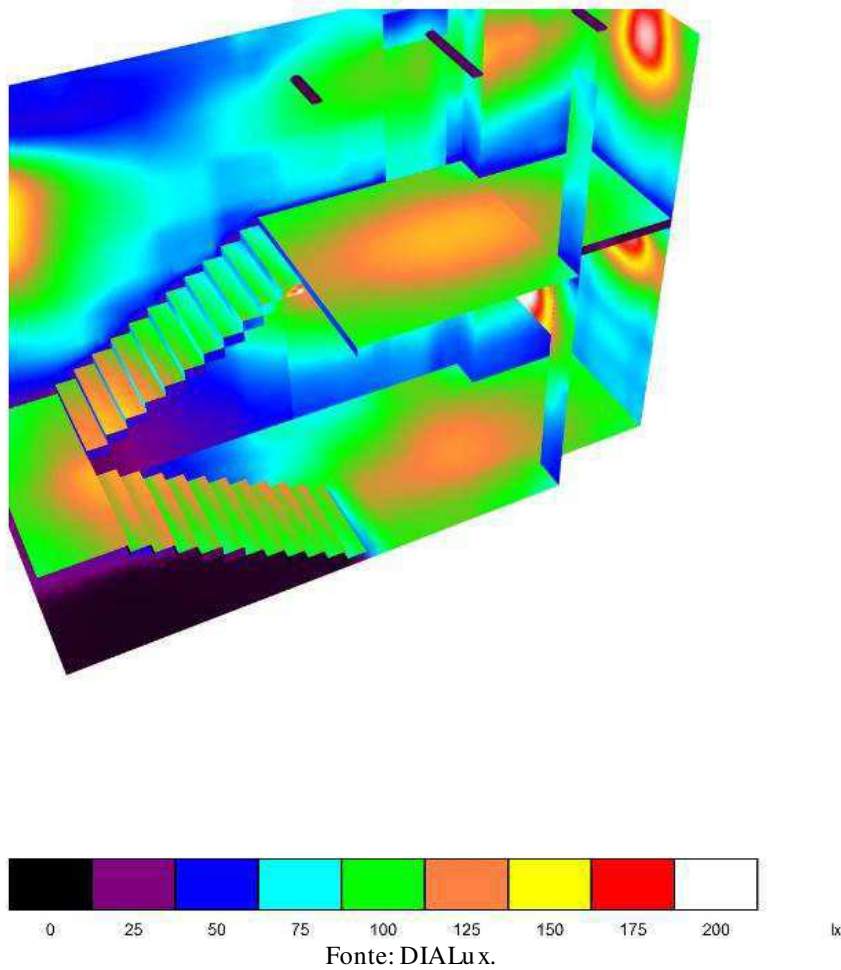


Figura 64. Disposição das luminárias no hall e escada e as curvas de isolux.

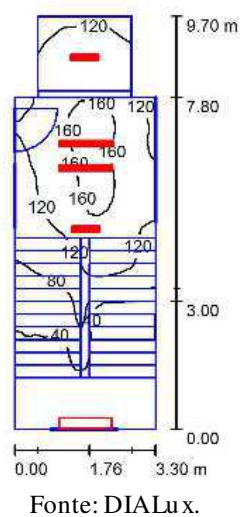
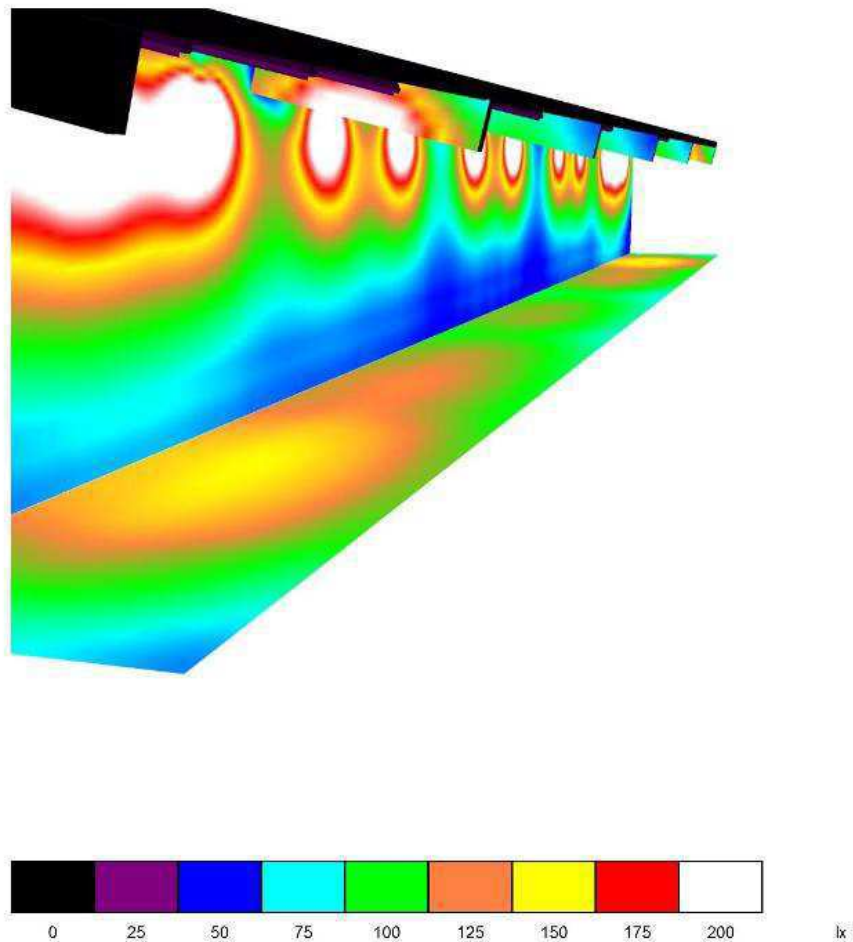


Figura 65. Níveis de iluminância no hall e escada.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	94	3.80	172	0.040
Solo	20	69	5.45	130	0.079
Tecto	80	54	31	235	0.576
Paredes (8)	50	79	4.94	725	/

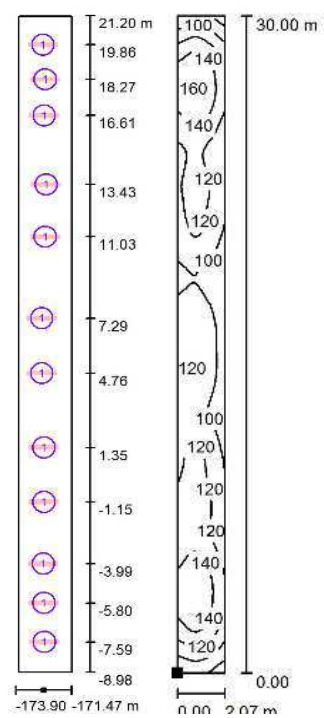
Fonte: DIALux.

Figura 66. Representação das cores falsas em uma das áreas de circulação externa.



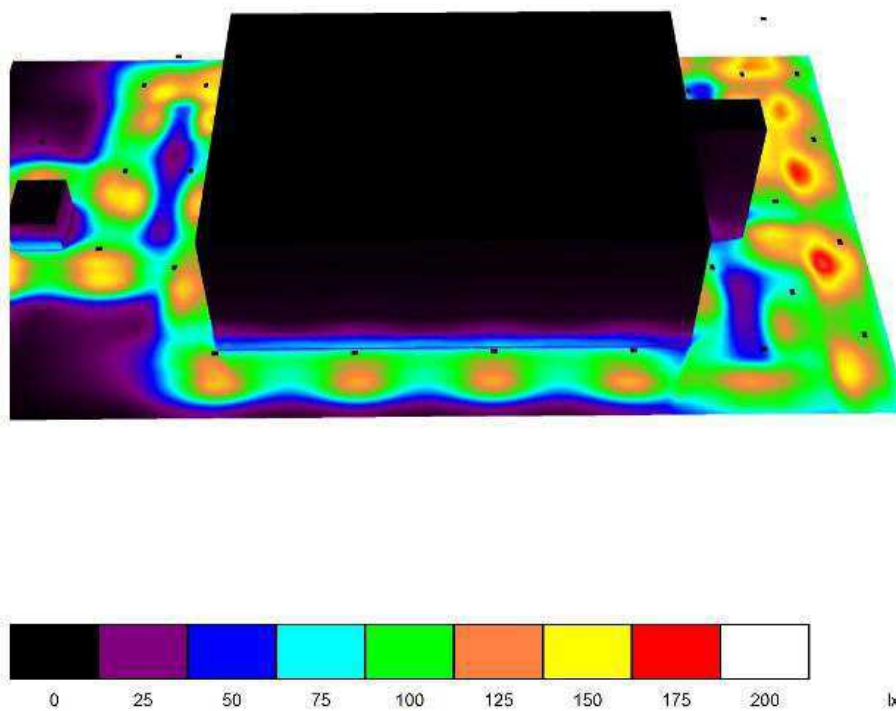
Fonte: DIALux.

Figura 67. Disposição das luminárias e em uma das áreas de circulação externa e as curvas de isolux.



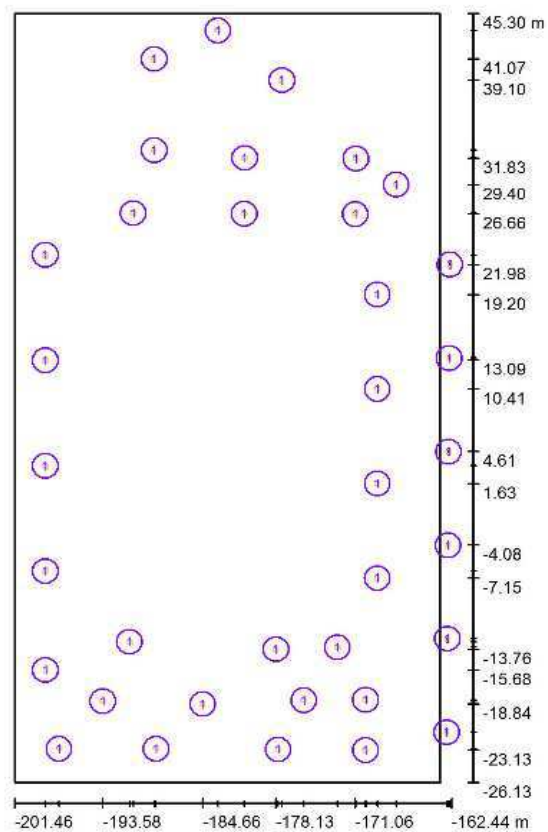
Fonte: DIALux.

Figura 68. Representação das cores falsas na área externa.



Fonte: DIALux.

Figura 69. Disposição dos postes para iluminação da área externa.



Fonte: DIALux.

Figura 70. Representação das cores falsas na central de gás.

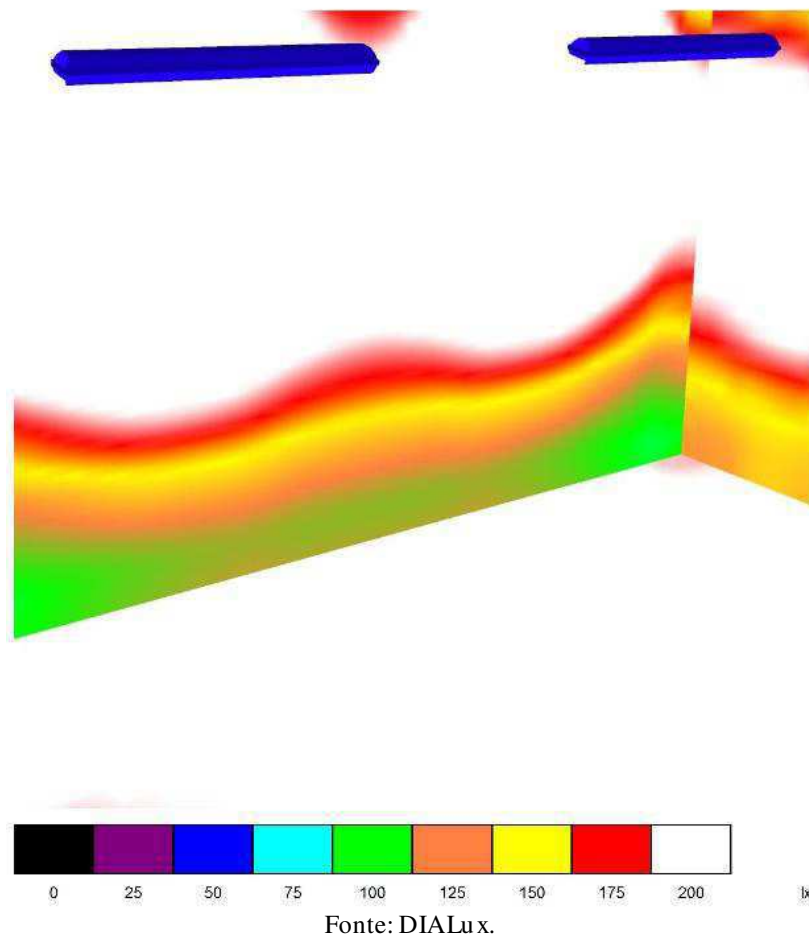


Figura 71. Disposição das luminárias na central de gás e as curvas de isolux.

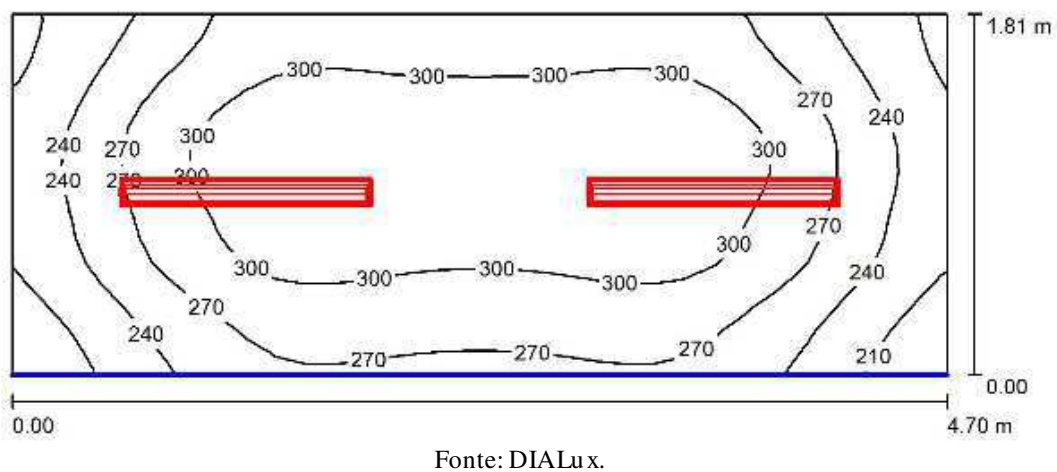


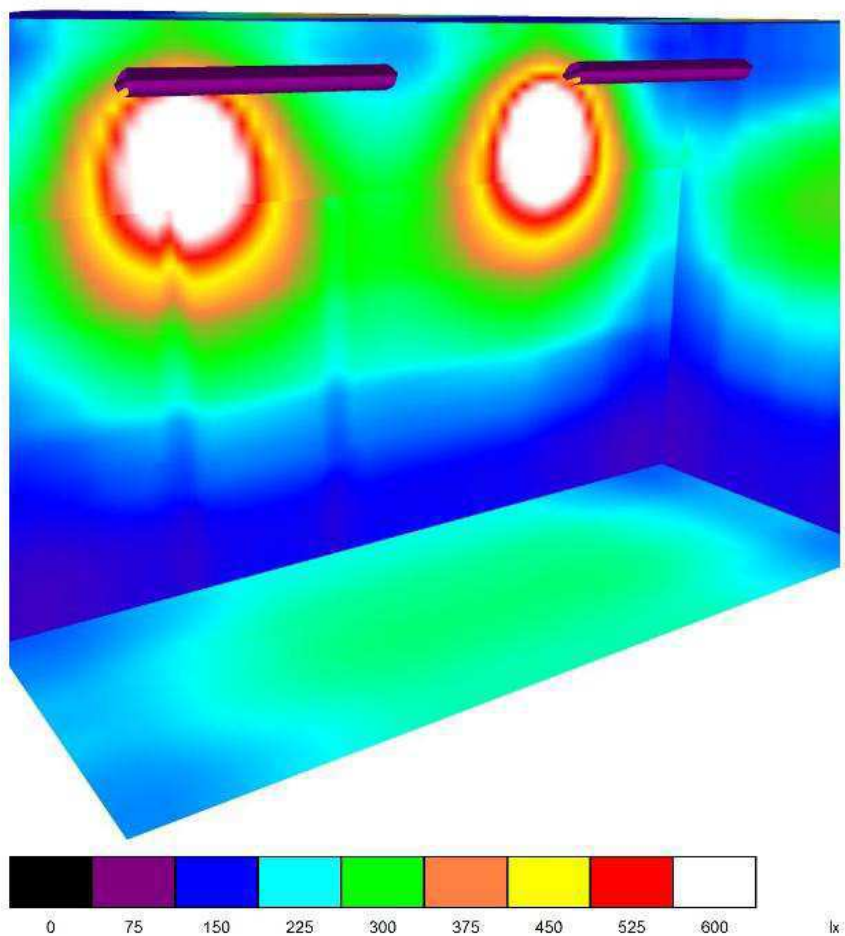
Figura 72. Níveis de iluminância na central de gás.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	277	184	327	0.662
Solo	20	242	176	279	0.729
Tecto	80	141	83	330	0.587
Paredes (4)	50	255	90	1668	/

Fonte: DIALux.

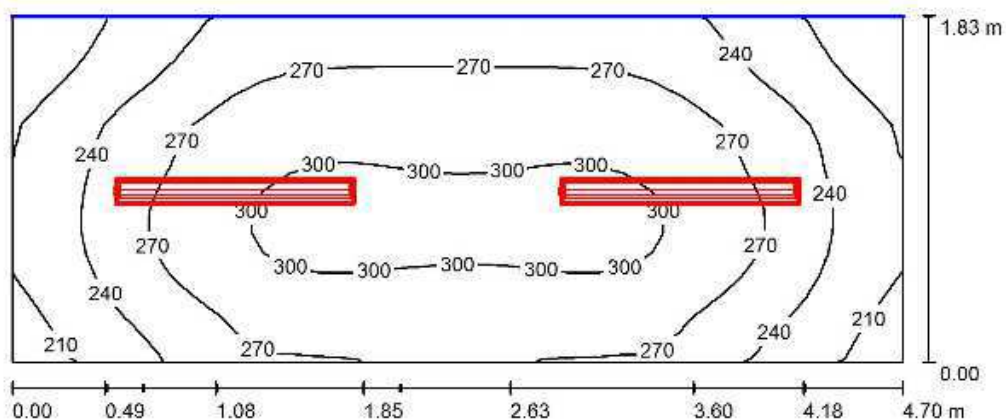


Figura 73. Representação das cores falsas na lixeira.



Fonte: DIALux.

Figura 74. Disposição das luminárias na lixeira e as curvas de isolux.



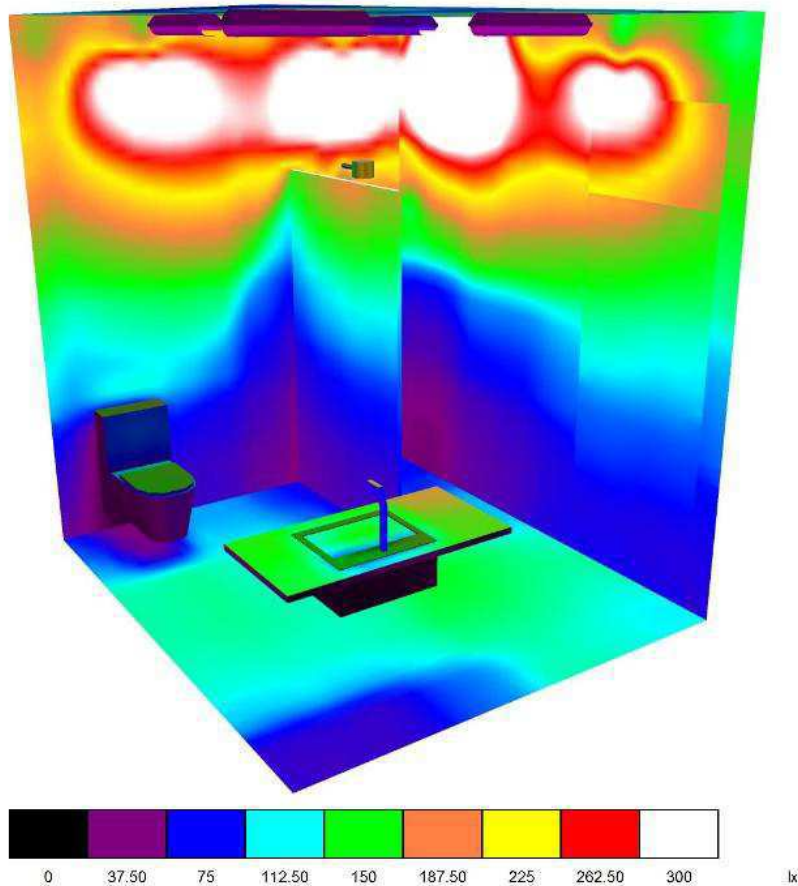
Fonte: DIALux.

Figura 75. Níveis de iluminância na lixeira.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	264	182	310	0.688
Solo	20	231	174	266	0.751
Tecto	80	180	93	591	0.519
Paredes (4)	50	300	87	1598	/

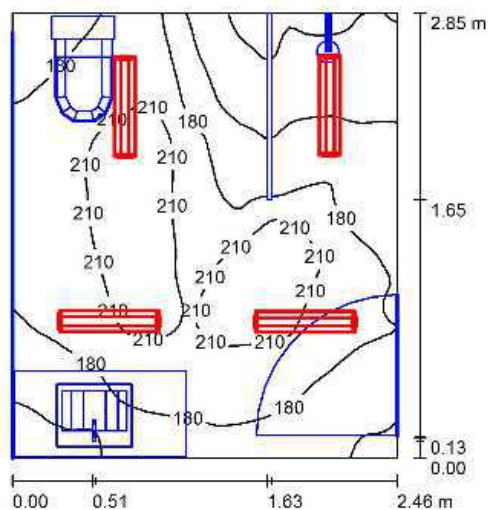
Fonte: DIALux.

Figura 76. Representação das cores falsas em um dos banheiros do pavimento superior.



Fonte: DIALux.

Figura 77. Disposição das luminárias em um dos banheiros do pav. superior e as curvas de isolux.



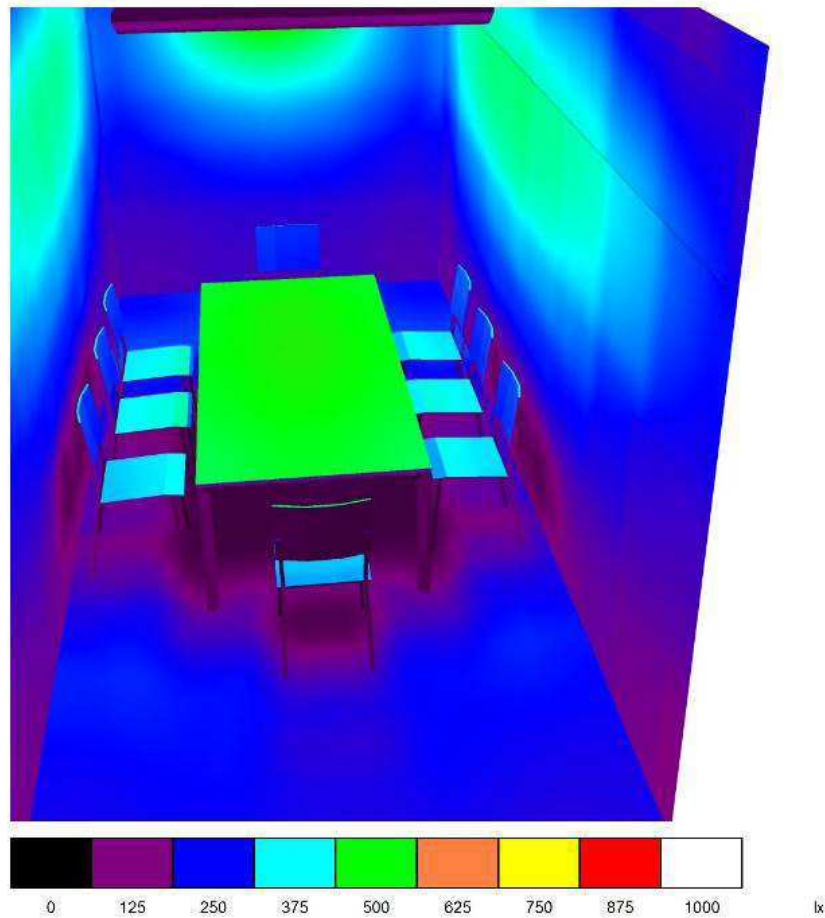
Fonte: DIALux.

Figura 78. Níveis de iluminação em um dos banheiros do pavimento superior.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano de uso	/	182	109	235	0.601
Solo	20	106	33	146	0.314
Tecto	80	127	65	297	0.512
Paredes (4)	50	148	10	668	/

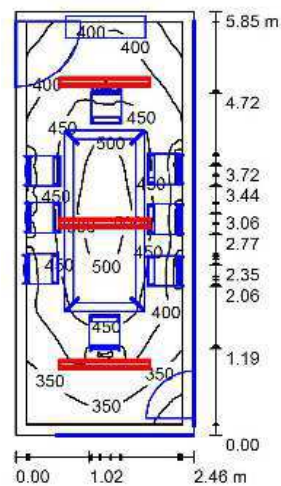
Fonte: DIALux.

Figura 79. Representação das cores falsas na sala de reunião.



Fonte: DIALux.

Figura 80. Disposição das luminárias na sala de reunião e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

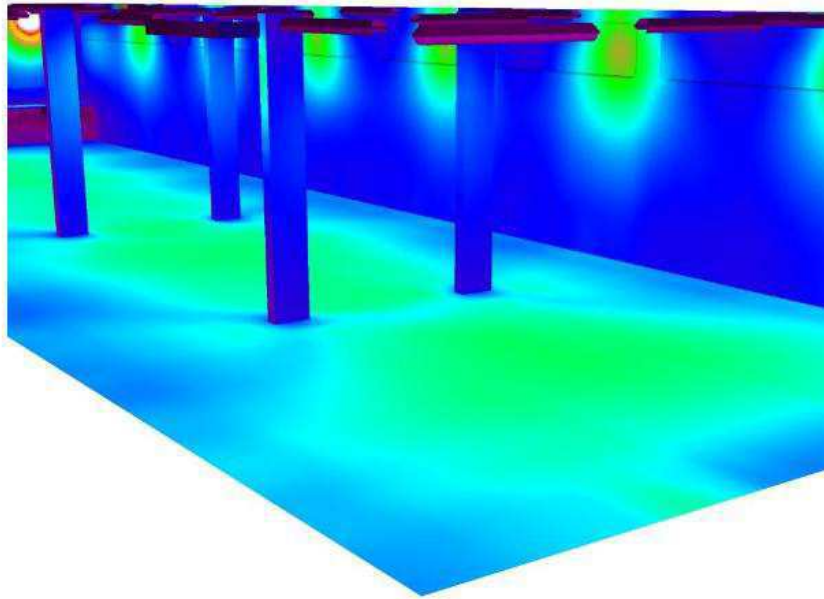
Figura 81. Níveis de iluminância na sala de reunião.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano de uso	/	419	274	520	0.654
Solo	20	187	62	296	0.330
Tecto	80	215	45	1818	0.210
Paredes (4)	50	271	63	970	/

Fonte: DIALux.

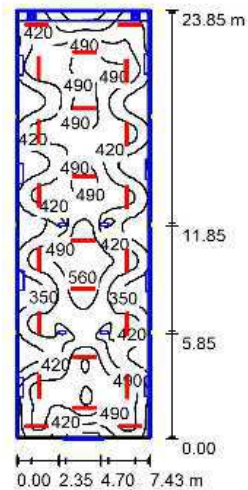


Figura 82. Representação das cores falsas no espaço de uso múltiplo.



Fonte: DIALux.

Figura 83. Disposição das luminárias no espaço de uso múltiplo e as curvas de isolux.



Fonte: DIALux.

Figura 84. Níveis de iluminação no espaço de uso múltiplo.

Superfície	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano de uso	/	427	249	576	0.583
Solo	20	365	146	455	0.400
Tecto	80	142	48	852	0.340
Paredes (4)	50	278	82	6098	/

Fonte: DIALux.

## ANEXO D – CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

A seguir é mostrado um exemplo da obtenção da carga térmica extraído da planilha Excel que efetua este cálculo. Foi escolhido o ambiente do espaço de uso múltiplo para esta exemplificação.

Figura 85. Cálculo da carga térmica do espaço de uso múltiplo.

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA							
Segundo NBR - 5858/1983							
Local:							
<b>1 Janelas: Insolação</b>							
Tipo de Vidro	Localização	Área (m <sup>2</sup> )	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	Calor gerado (kcal/h)
C	Norte	27,75	240	115	70	240	6.660,25
C	Nordeste		240	95	70		-
C	Leste	13,44	270	130	85	85	1.142,40
C	Sudeste		200	85	70		-
C	Sul	-	0	0	0		-
C	Sudoeste	-	400	160	115		-
C	Oeste	13,44	500	220	150	150	2.016,00
C	Noroeste		350	150	95		-
<b>2 Janelas: Condução (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)</b>							
		Área (m <sup>2</sup> )		Fator			
	Vidro Comum	-		50			-
	Tijolo de Vidro	-		25			-
<b>3 Paredes:</b>							
	<b>paredes externas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Construção Leve	Construção Pesada	Fator		
	orientação Sul		13	10			-
	outra orientação	31,33	20	12	20		626,64
	<b>paredes internas</b>	Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
	paredes	126,07	13				1.638,92
<b>4 Teto:</b>							
		Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
	Em laje exposta ao Sol sem isolamento	-	75				-
	Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais	-	30				-
	Entre andares		13				-
	Sob telhadocomisolamento	28,45	18				512,10
	Sob telhadosemisolamento		50				-
<b>5 Piso (exceto os diretamente sobre o solo)</b>							
		Área (m <sup>2</sup> )	Fator				
	Piso	176,20	13				2.290,60
<b>6 Número de Pessoas</b>							
		Número	Fator				
	Em atividade normal	40,00	150				6.000,00
	Em repouso	-	75				-
	Em forte atividade	-	750				-
<b>7 Outras fontes de Calor</b>							
		Potência (W)	Fator <td></td> <td></td> <td></td>				
	Aparelhos elétricos	46.400,00	0,86				39.904,00
	Forno Elétrico	-	0,86				-
	Aparelhos de Grelhar	-	0,86				-
	Mesa Quente	-	0,86				-
	Cafeteiras	-	0,86				-

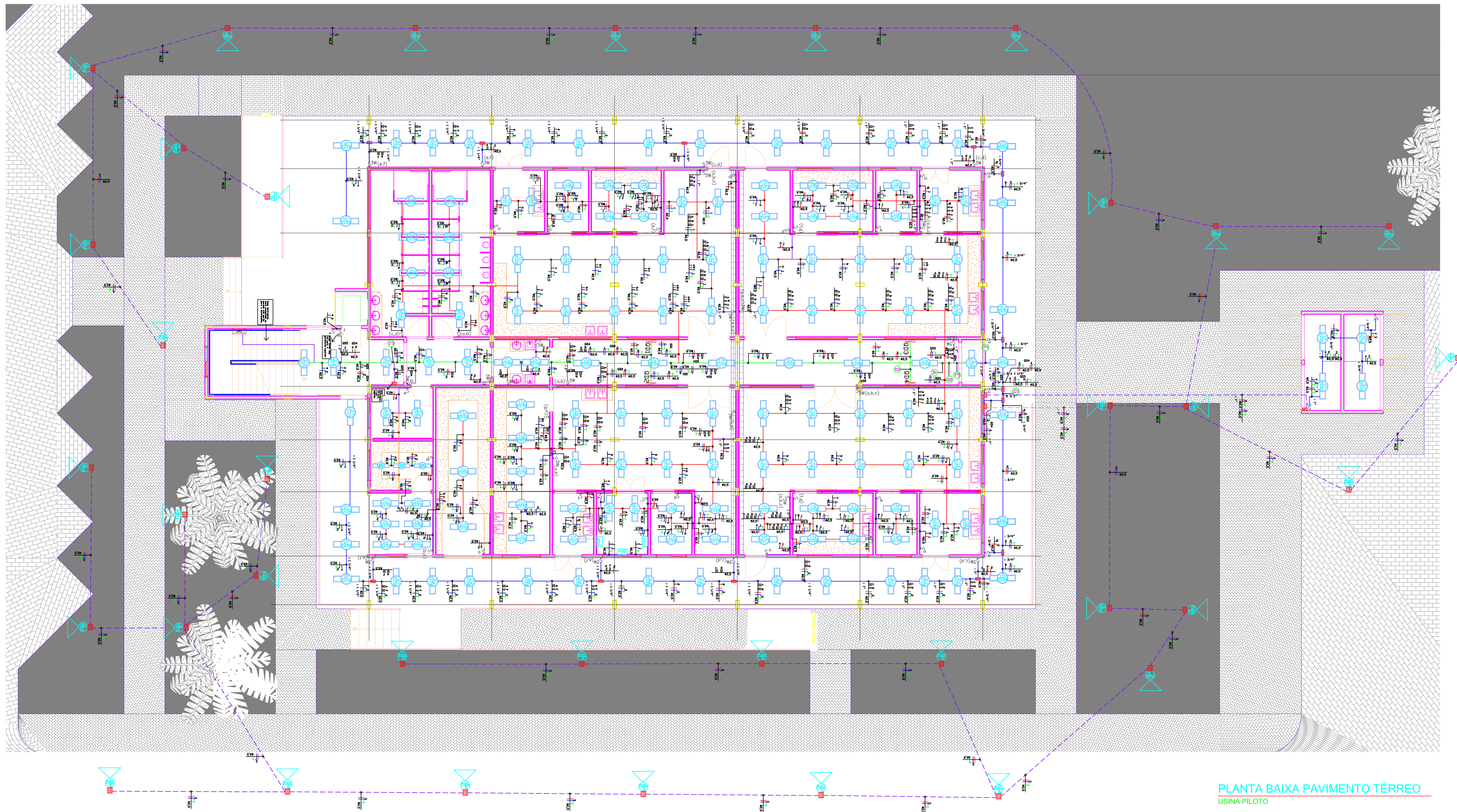
Figura 83. Cálculo da carga térmica do espaço de uso múltiplo (continuação).

Motores	Potência (HP)	Fator			
	-	645		-	
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator			
	-	16		-	
Iluminação	Potência (W)	Fator			
	Incandescente	-	1		
Fluorescente	1.564,00	0,5		782,00	
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas					
Portas	Área (m²)	Fator			
	9,24	150		1.386,00	
9	Sub - Total em (kcal/h)			62.958,90	
10	Fator Geográfico:	0,95	em (kcal/h)		59.810,96
11	<b>Carga Térmica Total</b>			em(kcal/h)	59.810,96
				em(BTU/h)	237.329,88
				emTR	19,78
				emkW	23,18
12	Número de Equipamentos				
	31,6	7.500 BTU	13,2	18.000 BTU	
	23,7	10.000 BTU	7,9	30.000 BTU	
	19,0	12.500 BTU	4,0	60.000 BTU	
		13.448,69	Carga térmica (m³/s)		
		14.019,69	Carga total (m³/s)		
		247.406,35	Potência total para as máquinas (BTU)		
		20,62	Potência total para as máquinas (TR)		

Fonte: Medeiros e Oliveira, J. (2015)

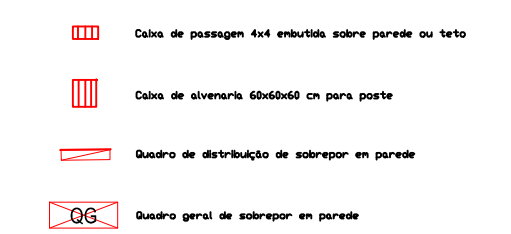
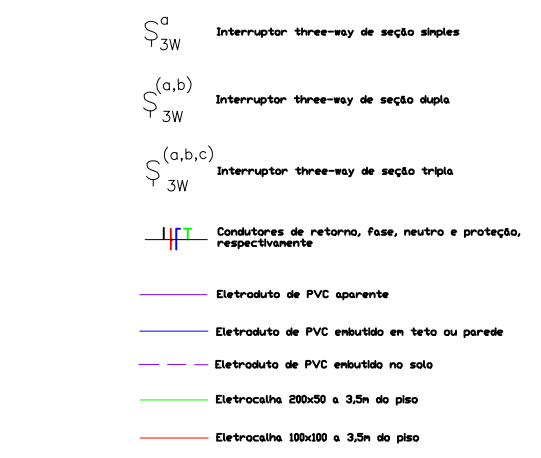
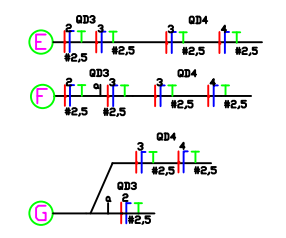
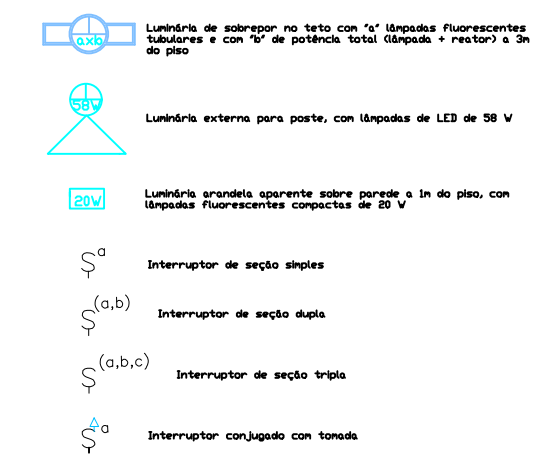
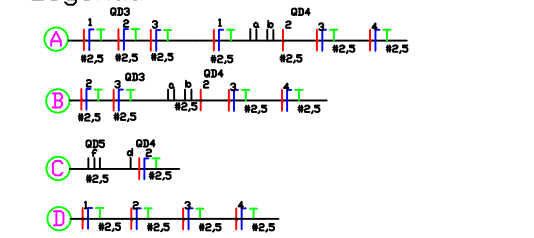
ANEXO E – PLANTAS, DIAGRAMA UNIFILAR E  
QUADRO DE CARGAS





PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO  
USINA PILOTO

Legenda:

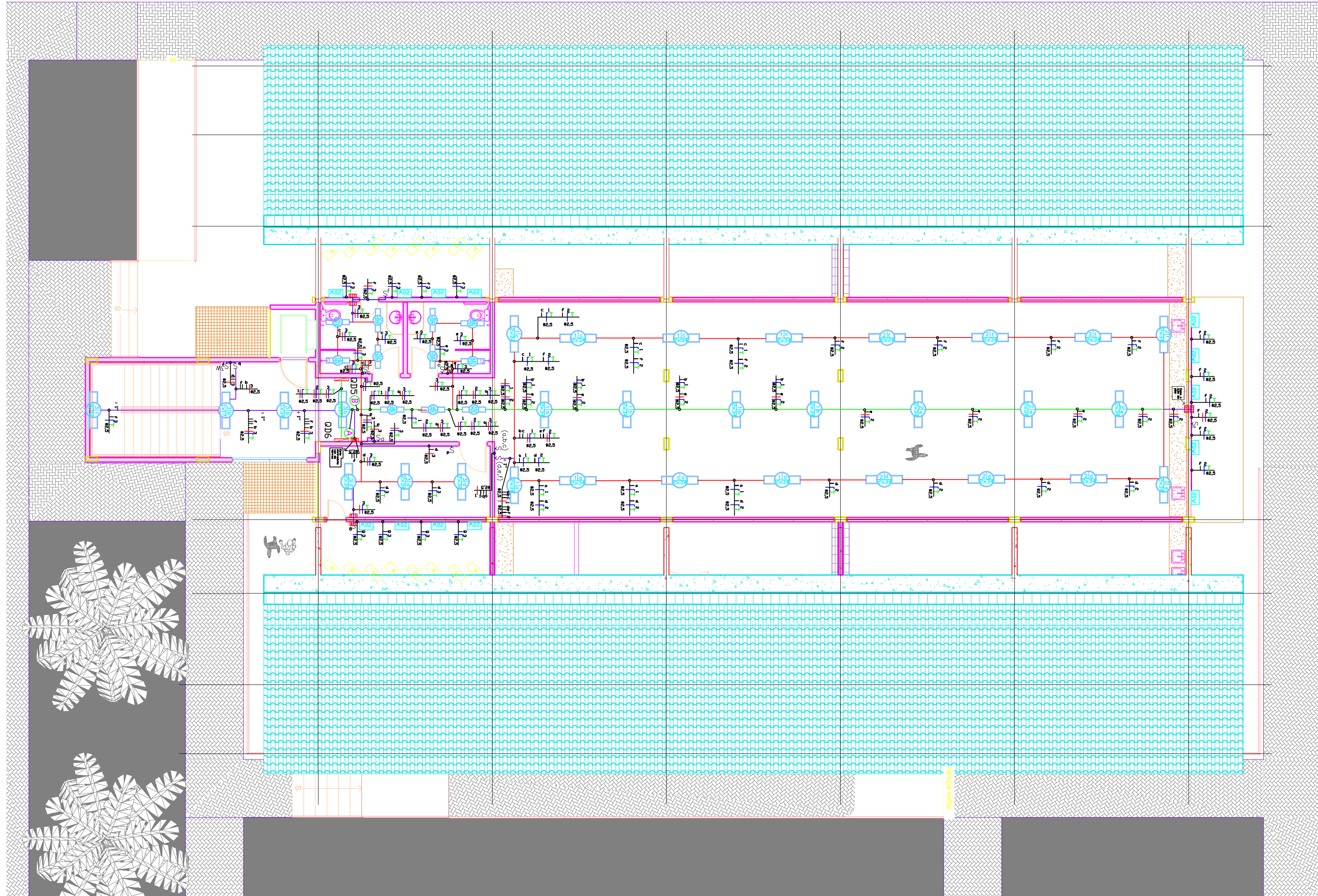


Observações:

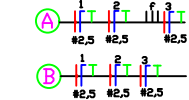
- 1- Todos os interruptores deverão estar a 1,5m do piso.
- 2- De 2 metros em pontos de entrada de ar condicionado, sem indicação de outro caso contrário.
- 3- Os interruptores e lâmpadas deverão ser colocados em cômodas e não em locais estreitos. Nos locais estreitos devem ser colocados em cantoneiras.
- 4- Os quadros de passagem embutidos na parede deverão estar a 0,2m do piso.
- 5- Os quadros de distribuição devem ter seu centro a 1,5m do piso.
- 6- O quadro geral deve ter seu centro a 1,5m do piso.
- 7- De distribuição de PVC externo não se menos nas plantas de fachada e de fachada.
- 8- De distribuição aparente deverão ser colocadas distribuidoras e abajour no teto.
- 9- Em todos os pontos que representam estruturas (BMS), deve ser colocada uma conexão entre um ponto de distribuição e outro no teto ou parede nas aberturas para os quadros.
- 10- Todos os abajouros que contenham circuitos terminais devem ser indicados no piso.

<b>UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGÁPITO (SUPERVISOR)		PRANCIA
PROJETO ELÉTRICO LOCAL:	USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	01 / 08
REQUERENTE:	PLANTA BAIXA ILUMINAÇÃO - PAV. TÉRREO	OBSERVAÇÕES:
DESENHO:		
ESCALA:		
DATA:	SETEMBRO 2015	





**Legenda:**



Luminária de sobrepôr no teto com 4x lâmpadas fluorescentes tubulares e com 50' de potência total (lâmpada + reator) a 3m do piso

Luminária grande aparente sobre parede a 1m do piso, com lâmpadas fluorescentes compactas de 20 V

Interruptor de seção simples

Interruptor de seção dupla

Interruptor de seção tripla

Interruptor three-way de seção simples

Condutores de retorno, fase, neutro e proteção, respectivamente

Eletroduto de PVC aparente

Eletrocabo 20x25 a 3,2m do piso

Eletrocabo 100x100 a 3,2m do piso

Eletroduto de PVC embutido em teto ou parede

Caixa de passagem 4x4 embutida sobre parede ou teto

Quadro de distribuição de sobrepôr em parede

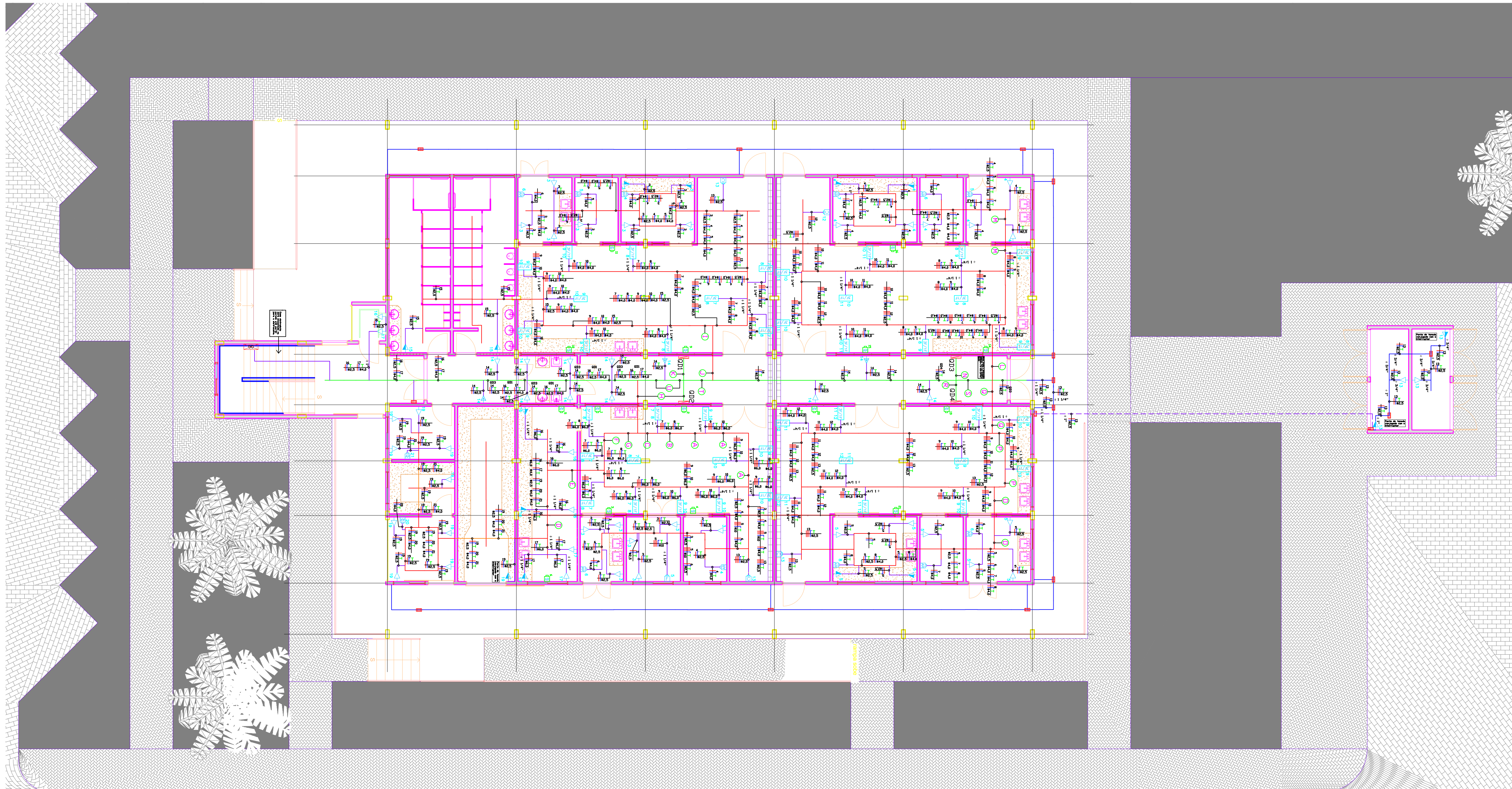
**PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR**  
USINA PILOTO

**Observações:**

- 1- Todos os interruptores deverão estar a 1,2m do piso, exceto nos casos de máquinas onde deverão estar a 1m
- 2- Os trechos de eletrodutos desta prancha sem indicação de seção possuem 3/4"
- 3- Os interruptores e tomadas deverão ser colocados em cabos 4x4 nos áreas externas, nas áreas internas devem ser colocados em condutas
- 4- As caixas de passagem embutidas na parede deverão estar 0,3m do piso
- 5- Os quadros de distribuição devem ter seu centro a 1,5m do piso
- 6- Os eletrodutos aparentes deverão ser conectados diretamente a eletrocabo ou perfurado
- 7- Em todos os trechos que representam eletrocabos 20x25, devem ser colocadas duas parafusos, sendo uma acima da outra nas centrais e uma ao lado da outra, nas derivações para os quadros
- 8- Todos os eletrocabos que contém os circuitos terminais devem ser divididos ao meio

<b>UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGÁPITO (SUPERVISOR)		PRANCHA <b>02 / 08</b>
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE	USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	
DESENHO ESCALA DATA	PLANTA BAIXA ILUMINAÇÃO - PAV. SUPERIOR SETEMBRO 2015	OBSERVAÇÕES:





**Legenda:**

- ① - Cabos de energia para iluminação em parede a 1,20m de altura
- ② - Cabos de energia para tomadas em parede a 1,20m de altura
- ③ - Cabos de energia para tomadas em parede a 1,50m de altura
- ④ - Cabos de energia para tomadas em parede a 2,20m de altura
- ⑤ - Cabos de energia para tomadas em parede a 2,50m de altura
- ⑥ - Cabos de energia para tomadas em parede a 3,00m de altura
- ⑦ - Cabos de energia para tomadas em parede a 3,50m de altura
- ⑧ - Cabos de energia para tomadas em parede a 4,00m de altura
- ⑨ - Cabos de energia para tomadas em parede a 4,50m de altura
- ⑩ - Cabos de energia para tomadas em parede a 5,00m de altura
- ⑪ - Cabos de energia para tomadas em parede a 5,50m de altura
- ⑫ - Cabos de energia para tomadas em parede a 6,00m de altura
- ⑬ - Cabos de energia para tomadas em parede a 6,50m de altura
- ⑭ - Cabos de energia para tomadas em parede a 7,00m de altura
- ⑮ - Cabos de energia para tomadas em parede a 7,50m de altura
- ⑯ - Cabos de energia para tomadas em parede a 8,00m de altura
- ⑰ - Cabos de energia para tomadas em parede a 8,50m de altura
- ⑱ - Cabos de energia para tomadas em parede a 9,00m de altura
- ⑲ - Cabos de energia para tomadas em parede a 9,50m de altura
- ⑳ - Cabos de energia para tomadas em parede a 10,00m de altura
- ㉑ - Cabos de energia para tomadas em parede a 10,50m de altura
- ㉒ - Cabos de energia para tomadas em parede a 11,00m de altura
- ㉓ - Cabos de energia para tomadas em parede a 11,50m de altura
- ㉔ - Cabos de energia para tomadas em parede a 12,00m de altura
- ㉕ - Cabos de energia para tomadas em parede a 12,50m de altura
- ㉖ - Cabos de energia para tomadas em parede a 13,00m de altura
- ㉗ - Cabos de energia para tomadas em parede a 13,50m de altura
- ㉘ - Cabos de energia para tomadas em parede a 14,00m de altura
- ㉙ - Cabos de energia para tomadas em parede a 14,50m de altura
- ㉚ - Cabos de energia para tomadas em parede a 15,00m de altura
- ㉛ - Cabos de energia para tomadas em parede a 15,50m de altura
- ㉜ - Cabos de energia para tomadas em parede a 16,00m de altura
- ㉝ - Cabos de energia para tomadas em parede a 16,50m de altura
- ㉞ - Cabos de energia para tomadas em parede a 17,00m de altura
- ㉟ - Cabos de energia para tomadas em parede a 17,50m de altura
- ㊱ - Cabos de energia para tomadas em parede a 18,00m de altura
- ㊲ - Cabos de energia para tomadas em parede a 18,50m de altura
- ㊳ - Cabos de energia para tomadas em parede a 19,00m de altura
- ㊴ - Cabos de energia para tomadas em parede a 19,50m de altura
- ㊵ - Cabos de energia para tomadas em parede a 20,00m de altura
- ㊶ - Cabos de energia para tomadas em parede a 20,50m de altura
- ㊷ - Cabos de energia para tomadas em parede a 21,00m de altura
- ㊸ - Cabos de energia para tomadas em parede a 21,50m de altura
- ㊹ - Cabos de energia para tomadas em parede a 22,00m de altura
- ㊺ - Cabos de energia para tomadas em parede a 22,50m de altura
- ㊻ - Cabos de energia para tomadas em parede a 23,00m de altura
- ㊼ - Cabos de energia para tomadas em parede a 23,50m de altura
- ㊽ - Cabos de energia para tomadas em parede a 24,00m de altura
- ㊾ - Cabos de energia para tomadas em parede a 24,50m de altura
- ㊿ - Cabos de energia para tomadas em parede a 25,00m de altura
- ⚡ - Tomada de uso geral a 0,20m do piso
- ⚡ - Tomada de uso geral a 1,20m do piso
- ⚡ - Tomada para função de emergência a 2,20m do piso
- ⚡ - Abaixo de tomada 270° de abastecimento a 0,20m do piso
- ⚡ - Tomada de uso específico para ar condicionado abastecido em parede a 1,20m de altura
- ⚡ - Tomada de uso específico para forno abastecido em parede a 1,50m de altura
- ⚡ - Condutores de retorno, fase, neutro e proteção, respectivamente
- Distribuição de PVC aparente
- Distribuição de PVC embutido em teto ou parede
- Distribuição de PVC embutido no piso
- Estrutura SB020 a 0,20m do piso
- Estrutura SB030 a 0,20m do piso
- Estrutura SB030 a 0,25m do piso
- Caixa de passagem de energia sobre parede ou teto
- Quadro de distribuição de energia em parede
- Quadro geral de abastecimento em parede

**Observações:**

- 1- Os pontos de força colocados no diagrama devem ser em um ponto específico para função e abastecimento de rede
- 2- Os trabalhos de infraestrutura desta planta são indicados de acordo com o projeto
- 3- As tomadas deverão ser colocadas em altura 0,20m das áreas externas nas áreas internas devem ser colocadas em conformidade
- 4- As caixas de passagem embutidas no parede deverão estar a 0,20m do piso
- 5- Os quadros de distribuição devem ter seu centro a 1,20m do piso
- 6- O quadro geral deve ter seu centro a 1,20m do piso
- 7- Os abastecimentos de área externa são os mesmos nos projetos de fundação e de obras
- 8- Os abastecimentos aparentes deverão ser conectados em bandeja e distribuídos ao perfilado
- 9- Em todos os trabalhos as representações elétricas (RBE), devem ser elaboradas para cada ambiente, sendo que cada um deles em planta e corte e uma cópia de cada um das derivações para os quadros
- 10- As derivações que contém os circuitos terminais devem ser elaboradas em corte

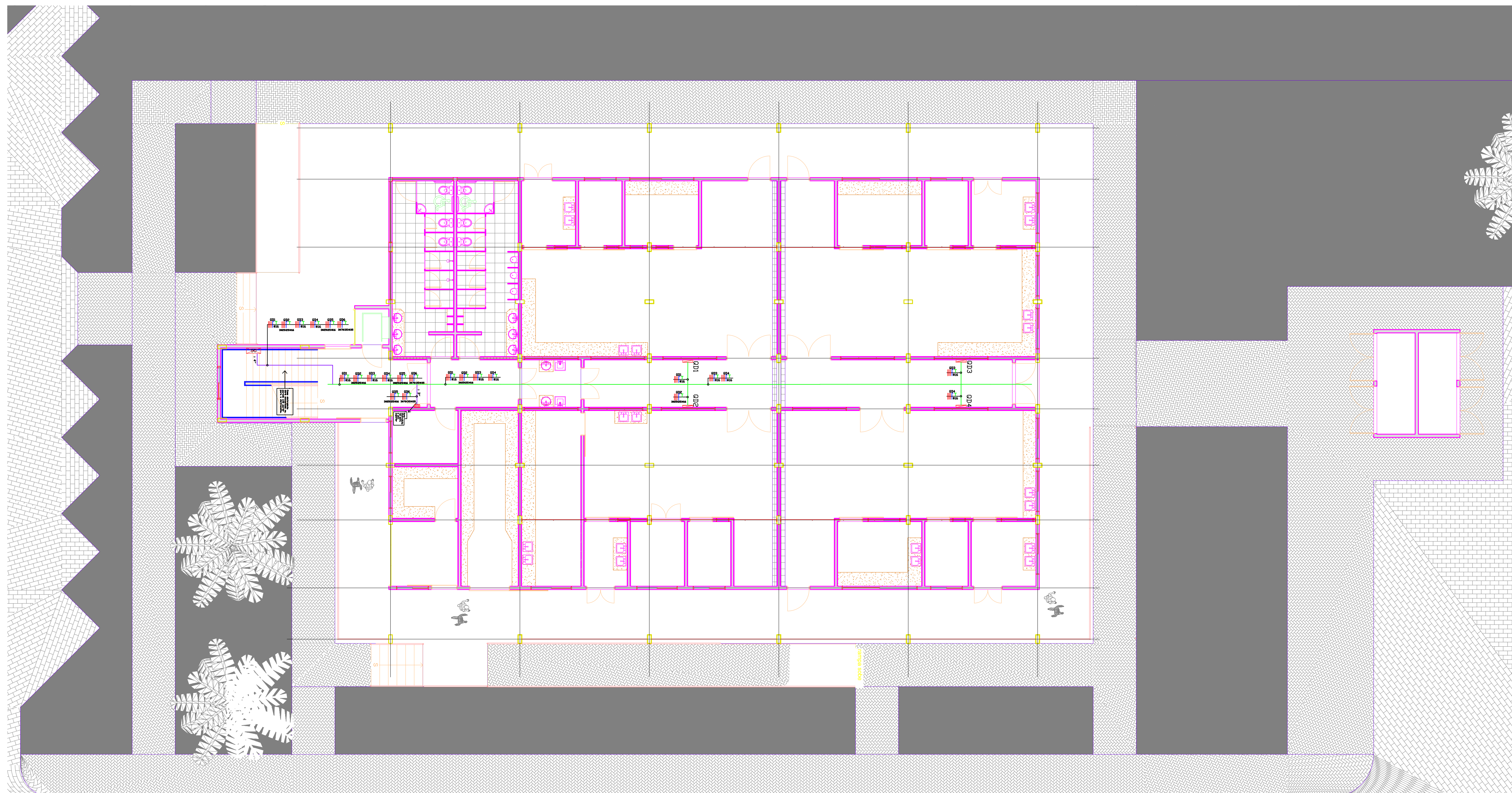
**PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO**  
USINA PILOTO

<b>UFPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGÁPITO (SUPERVISOR)		PRANCHA <b>03 / 08</b>
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	PLANTA BAIXA TOMADAS - PAV. TÉRREO ESCALA SETEMBRO 2015	OBSERVAÇÕES:









**Legenda:**

- Condutores de alumínio, ferro, cobre e proteção, respectivamente
- Eletroduto de PVC aparente
- Eletrocabo 20x25 x 3.5m ao piso
- Cais de passagem (se aplicável) sobre parede ou teto
- Quadro de distribuição de energia em parede
- Quadro geral de abastecimento em parede

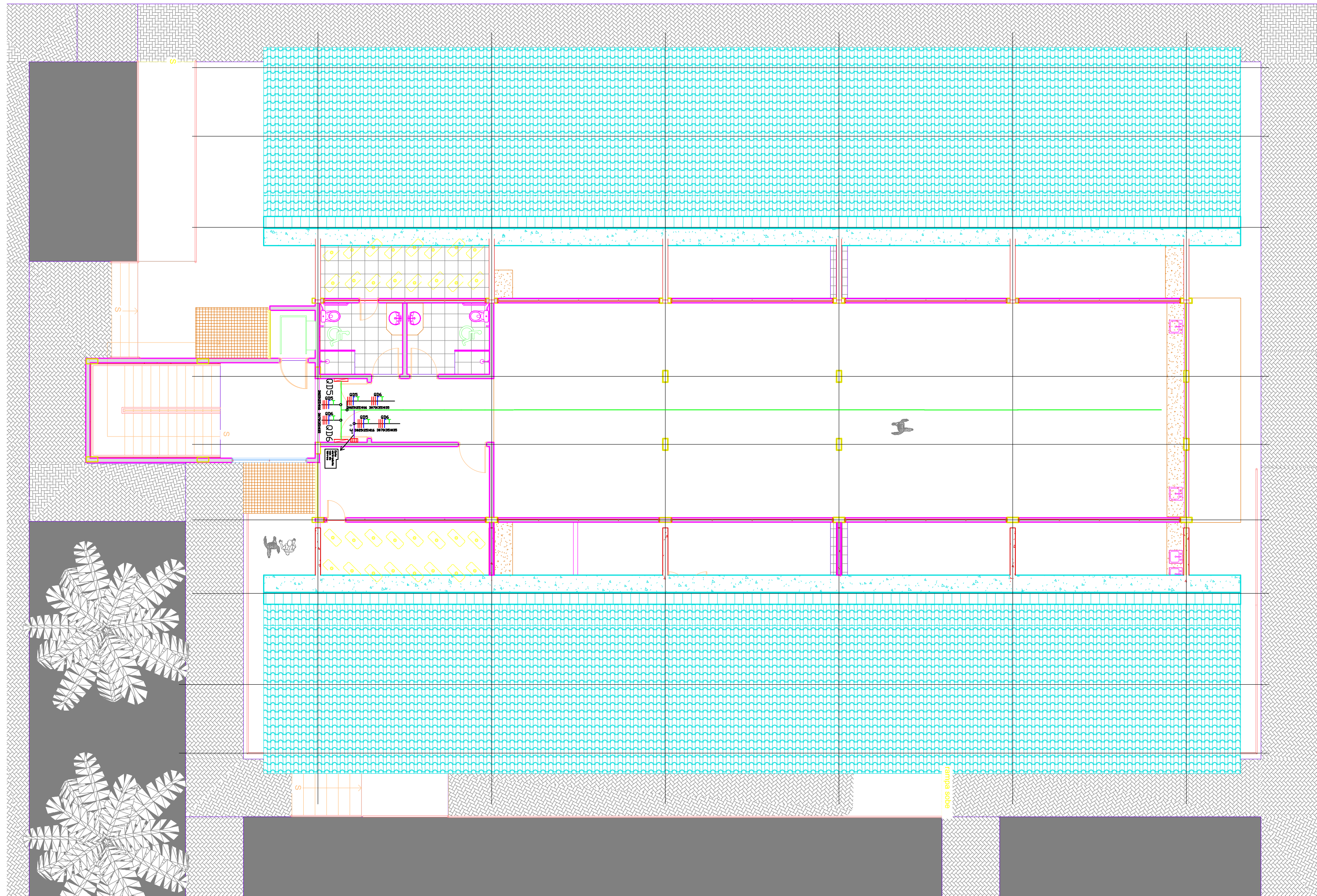
**Observações:**

- 1- Os pontos de distribuição desta planta, em indicação de cada quadro QD.
- 2- As notas de passagem eletrônica no parafuso deverão estar 0,5m do piso.
- 3- Os quadros de distribuição devem ter seu centro a 1,5m do piso.
- 4- O quadro geral deve ter seu centro a 1,5m do piso.
- 5- Os eletrodutos aparentes deverão ser conectados diretamente à distribuição no edifício.
- 6- Em todos os pontos que representarem eletrodutos (EDU), devem ser colocadas duas perfisados, sendo um sobre o outro, nos centros e um ao lado do outro nos derivações para os quadros.






**PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO**  
USINA PILOTO

<b>UFPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGAPITO (SUPERVISOR)		
PROJETO ELÉTRICO: LOCAL: REQUERENTE:	USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	PRANCHA <b>05 / 08</b>
DESENHO: ESCALA: DATA:	REDES DE ALIMENTAÇÃO DOS QD SETEMBRO 2015	OBSERVAÇÕES:






**Legenda:**

-  Condutores de retorno, fase, neutro e proteção, respectivamente
-  Eletroduto de PVC aparente
-  Eletrocabo 200x50 a 3,5m do piso
-  Caixa de passagem 4x4 embutida sobre parede ou teto
-  Quadro de distribuição de sobrepôr em parede

**Observações:**

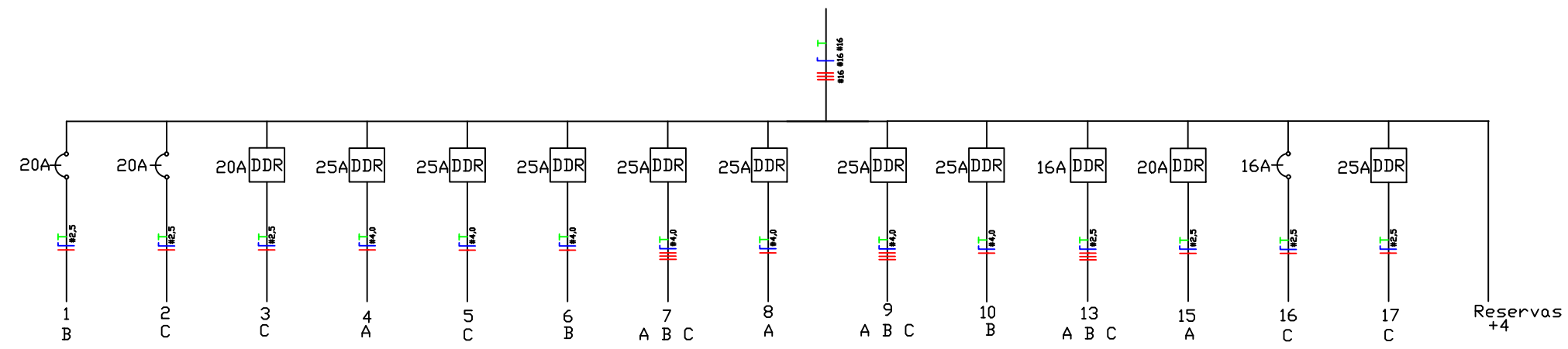
- 1- Os trechos de eletrodutos desta prancha sem indicação de seção possuem 3/4"
- 2- As caixas de passagem embutidas na parede deverão estar 0,3m do piso
- 3- Os quadros de distribuição devem ter seu centro a 1,5m do piso
- 4- O quadro geral deve ter seu centro a 1,5m do piso
- 5- Os eletrodutos aparentes deverão ser conectados diretamente a eletrocabo ou perfurado
- 6- Em todos os trechos que representam eletrocabo 200x50, devem ser colocadas duas paralelas, sendo uma sobre o outro nas curvas e uma ao lado da outra nas derivações para os quadros

**PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR**  
USINA PILOTO

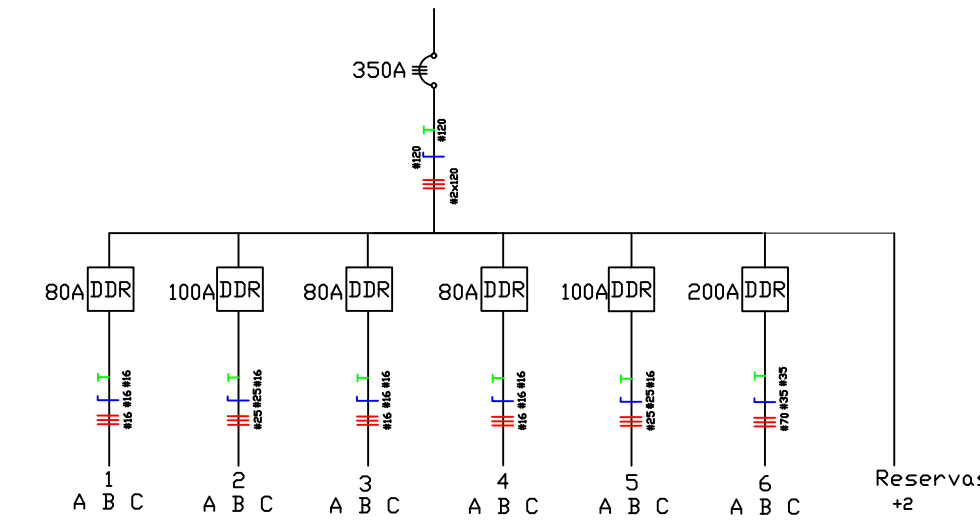
		<b>UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGÁPITO (SUPERVISOR)	
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE	USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	PRANCHA <b>06 / 08</b>	
DESENHO ESCALA DATA	REDES DE ALIMENTAÇÃO DOS QD SETEMBRO 2015	OBSERVAÇÕES:	



Quadro de distribuição 1

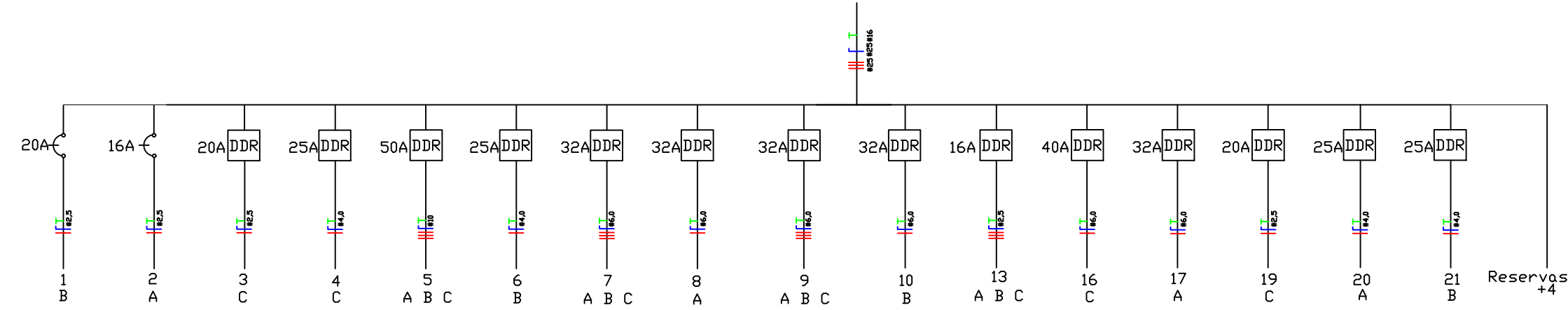


Quadro geral

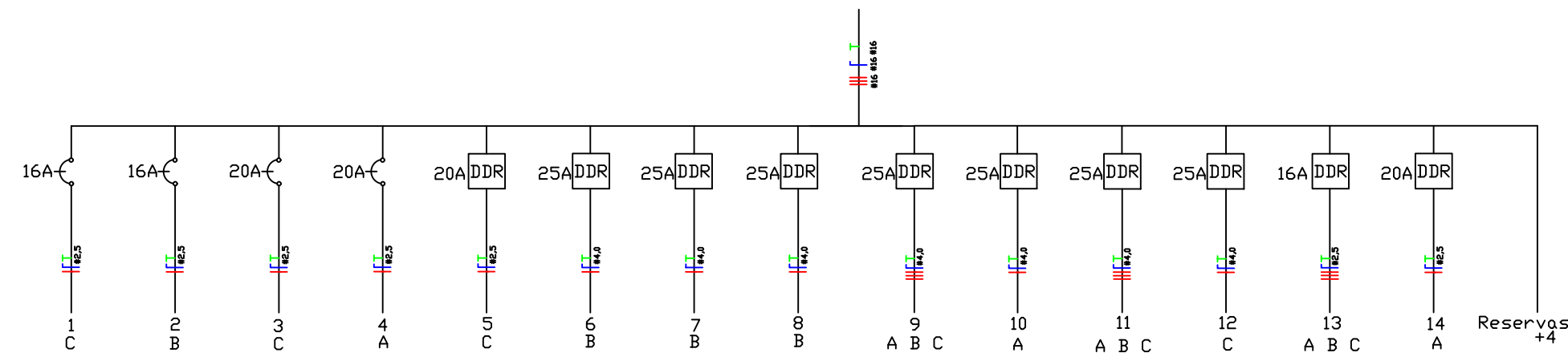


- Legenda
- Dispositivo DDR de 30 mA
  - Disjuntor tripolar
  - Disjuntor monopolar
  - Condutor fase, neutro e terra, respectivamente

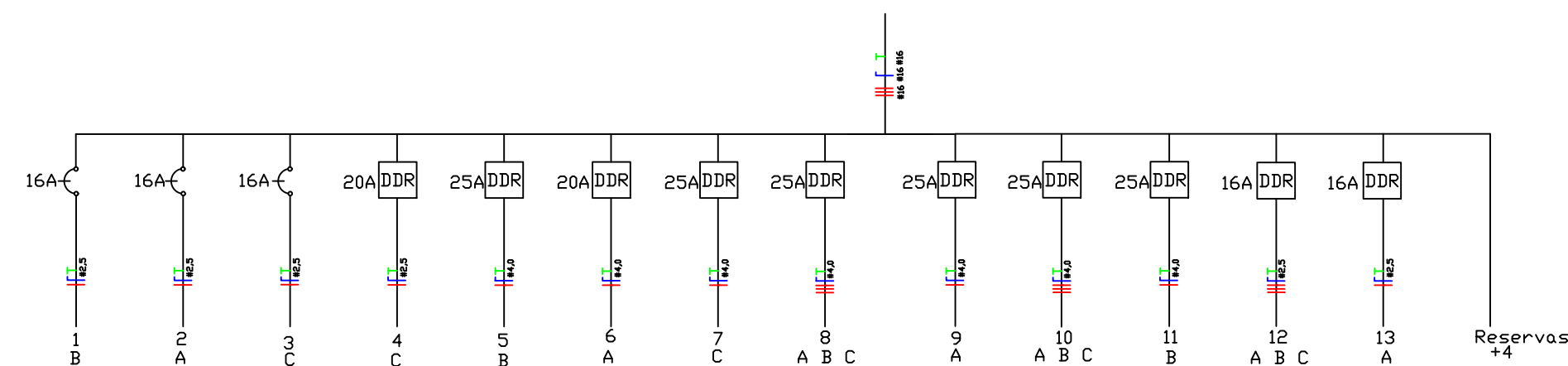
Quadro de distribuição 2



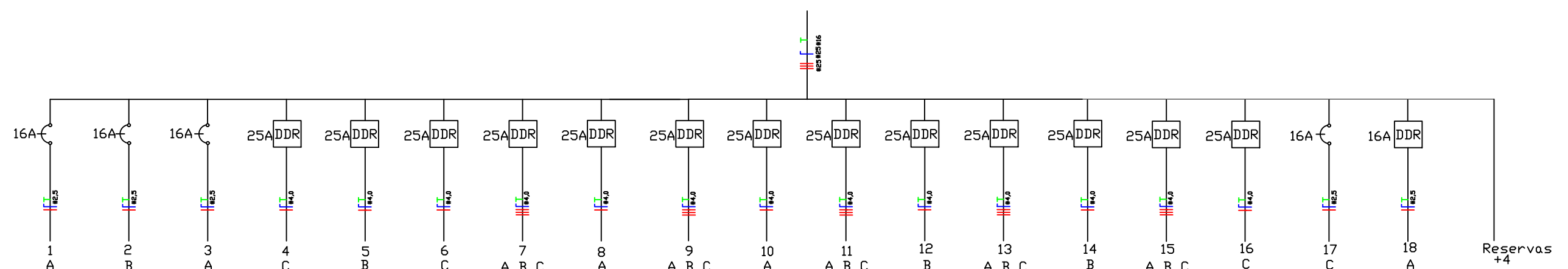
Quadro de distribuição 4



Quadro de distribuição 3



Quadro de distribuição 5



Quadro de distribuição 6

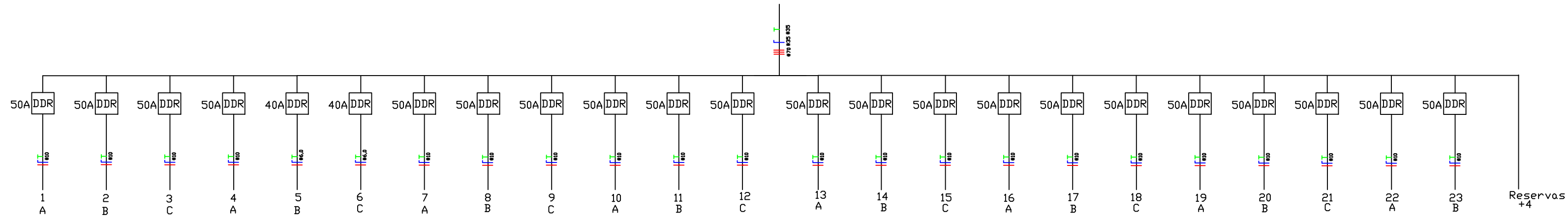


DIAGRAMA UNIFILAR  
USINA PILOTO

## Quadro de distribuição 1

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	1088	220	16,39	M	2,5	20	B
2	Iluminação	544	220	8,2	M	2,5	20	C
3	Força	1200	220	16,63	M	2,5	20	C
4	Ar condicionado	1770	220	21,95	M	4	25	A
5	Ar condicionado	1200	220	15,66	M	4	25	C
6	Ar condicionado	1400	220	18,29	M	4	25	B
7	Força	4500	380	20,78	T	4	25	A B C
8	Força	1500	220	20,78	M	4	25	A
9	Força	4500	380	20,78	T	4	25	A B C
10	Força	1500	220	20,78	M	4	25	B
13	Câmara Fria	2400	380	11,07	T	2,5	16	A B C
15	Força	960	220	13,29	M	2,5	20	A
16	Ilum. Elevador	60	220	0,72	M	2,5	16	C
17	Elevador	1100	220	15,24	M	4	25	C
-	Demanda total	19870,5	380	60,6	T	16	80	A B C

## Quadro de distribuição 2

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	944	220	15,34	M	2,5	20	B
2	Iluminação	646	220	10,53	M	2,5	16	A
3	Força	960	220	18,17	M	2,5	20	C
4	Ar condicionado	1200	220	16,9	M	4	25	C
5	Forno	8000	380	40,38	T	10	50	A B C
6	Ar condicionado	1400	220	25,0	M	4	25	B
7	Força	5760	380	28,7	T	6	32	A B C
8	Força	1920	220	28,7	M	6	32	A
9	Força	5760	380	28,7	T	6	32	A B C
10	Força	1920	220	28,7	M	6	32	B
13	Câmara Fria	2400	380	11,96	T	2,5	16	A B C
16	Força	2240	220	33,5	M	6	40	C
17	Força	1680	220	25,12	M	6	32	A
19	Força	1280	220	19,14	M	2,5	20	C
20	Ar condicionado	1770	220	23,7	M	4	25	A
21	Ar condicionado	1400	220	19,74	M	4	25	B
-	Demanda total	31360,6	380	95,65	T	25	100	A B C

## Quadro de distribuição 3

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	680	220	9,33	M	2,5	16	B
2	Iluminação	799	220	10,95	M	2,5	16	A
3	Iluminação	697	220	9,55	M	2,5	16	C
4	Força	1200	220	15,15	M	2,5	20	C
5	Ar condicionado	1770	220	20,0	M	4	25	B
6	Ar condicionado	1200	220	14,27	M	4	20	A
7	Ar condicionado	1770	220	20,7	M	4	25	C
8	Força	4500	380	18,93	T	4	25	A B C
9	Força	1500	220	18,93	M	4	25	A
10	Força	4500	380	18,93	T	4	25	A B C
11	Força	1500	220	18,93	M	4	25	B
12	Câmara Fria	2400	380	10,09	T	2,5	16	A B C
13	Força	320	220	4,04	M	2,5	16	A
-	Demanda total	18722,1	380	57,1	T	16	80	A B C

## Quadro de distribuição 4

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	680	220	9,33	M	2,5	16	C
2	Iluminação	442	220	6,07	M	2,5	16	B
3	Iluminação	1102	220	15,11	M	2,5	20	C
4	Iluminação	986	220	15,53	M	2,5	20	A
5	Força	1200	220	15,15	M	2,5	20	C
6	Ar condicionado	1400	220	16,67	M	4	25	B
7	Ar condicionado	1200	220	14,27	M	4	25	B
8	Ar condicionado	1770	220	20,0	M	4	25	B
9	Força	4500	380	18,93	T	4	25	A B C
10	Força	1500	220	18,93	M	4	25	A
11	Força	4500	380	18,93	T	4	25	A B C
12	Força	1500	220	18,93	M	4	25	C
13	Câmara Fria	2400	380	10,09	T	2,5	16	A B C
14	Força	1840	220	23,23	M	2,5	20	A
-	Demanda total	19870,25	380	60,6	T	16	80	A B C

## Quadro de distribuição 5

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Iluminação	816	220	9,7	M	2,5	16	A
2	Iluminação	748	220	8,9	M	2,5	16	B
3	Iluminação	686	220	7,5	M	2,5	16	A
4	Força	1840	220	23,22	M	4	25	C
5	Ar condicionado	1770	220	20,0	M	4	25	B
6	Ar condicionado	1770	220	20,0	M	4	25	C
7	Força	5760	380	20,96	T	4	25	A B C
8	Força	1920	220	20,96	M	4	25	A
9	Força	5760	380	20,96	T	4	25	A B C
10	Força	1920	220	20,96	M	4	25	A
11	Força	5760	380	20,96	T	4	25	A B C
12	Força	1920	220	20,96	M	4	25	B
13	Força	5760	380	20,96	T	4	25	A B C
14	Força	1920	220	20,96	M	4	25	B
15	Força	5760	380	20,96	T	4	25	A B C
16	Força	1920	220	20,96	M	4	25	C
17	Iluminação	200	220	2,38	M	2,5	16	C
18	Força	800	220	8,74	M	2,5	16	A
-	Demanda total	31717	380	91,64	T	25	100	A B C

## Quadro de distribuição 6

Circuito	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)	Fase
1	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
2	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
3	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
4	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
5	Ar condicionado	2600	220	34,21	M	6	40	B
6	Ar condicionado	2600	220	34,21	M	6	40	C
7	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
8	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
9	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
10	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
11	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
12	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
13	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
14	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
15	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
16	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
17	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
18	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
19	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
20	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
21	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	C
22	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	A
23	Ar condicionado	3600	220	47,85	M	10	50	B
-	Demanda total	65481,92	380	174,06	T	70	200	A B C


## Quadro geral

Circuito	Descrição	Demanda (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	NF	Seção (mm2)	Disjuntor (A)
1	QD1	19870,25	380	60,6	T	16	80
2	QD2	31360,6	380	95,65	T	25	100
3	QD3	18722,1	380	57,1	T	16	80
4	QD4	19870,25	380	60,6	T	16	80
5	QD5	31717	380	91,64	T	25	100
6	QD6	65481,92	380	174,06	T	70	200
-	Total	181783,56	380	200,0	T	120	350

### Observações:

- 1- As correntes foram determinadas considerando fator de correção.
- 2- A potência total do quadro geral foi determinado considerando fator de demanda.
- 3- Nos circuitos que apresentam diferentes seções para fase, neutro e terra, considera-se a seção do condutor de fase nos quadros.

**QUADRO DE CARGAS**  
USINA PILOTO

 <b>UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> PREFEITURA UNIVERSITÁRIA / SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA ENGENHEIRO ELETRICISTA: FILIPE FARIAS (ESTAGIÁRIO), JONAS AGÁPITO (SUPERVISOR)		PRANCHA
PROJETO ELÉTRICO LOCAL REQUERENTE	USINA PILOTO CAMPUS POMBAL	<b>08 / 08</b>
DESENHO ESCALA DATA	QUADRO DE CARGAS SETEMBRO 2015	OBSERVAÇÕES: