

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

CAIO ANDRADE SANT’ ANNA SANTOS

PLANEJAMENTO CONCEITUAL DE UM DATA CENTER:
DA INFRAESTRUTURA AO PROJETO ELÉTRICO

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2022

CAIO ANDRADE SANT' ANNA SANTOS

PLANEJAMENTO CONCEITUAL DE UM DATA CENTER:
DA INFRAESTRUTURA AO PROJETO ELÉTRICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Facundo Sanches.

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2022

S237p

Santos, Caio Andrade Sant'anna

Planejamento Conceitual de um Data Center : da infraestrutura ao projeto elétrico / Caio Andrade Sant'anna Santos. -- São João da Boa Vista, 2022

199 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista

Orientador: Luiz Carlos Facundo Sanches

1. Projeto arquitetônico. 2. Normas técnicas (Engenharia). 3. Telecomunicações. 4. Engenharia elétrica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PLANEJAMENTO CONCEITUAL DE UM DATA CENTER:
DA INFRAESTRUTURA AO PROJETO ELÉTRICO

Aluno: Caio Andrade Sant’Anna Santos
Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Facundo Sanches

Banca Examinadora:

- Luiz Carlos Facundo Sanches (Orientador)
- Edgar Eduardo Benitez Olivo (Examinador)
- Natal Nerímio Regone (Examinador)

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no
prontuário do aluno (Expediente nº 121/2021)

São João da Boa Vista, 09 de setembro de 2022

De modo especial aos meus pais, Rita e José, a minha irmã Clara, a minha vó Maria e ao meu tio João que sempre me inspiraram, apoiaram e incentivaram em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

É com enorme satisfação que escrevo esta seção, momento em que deixo registrado minha gratidão a todas as pessoas que contribuíram comigo, de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

É muito emocionante e gratificante poder ver este trabalho sendo concluído, um trabalho que envolveu muito tempo, muito estudo e muita paixão pela área de projetos, redes e Data Center. Este trabalho faz parte da minha formação profissional, como também, acredito que irá ajudar os próximos profissionais que desejam estudar e se especializar na área.

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar tantos momentos inesquecíveis em minha vida; por me ajudar em todos os momentos em que me deparei com alguma dificuldade a minha frente; por me ajudar a manter a tranquilidade e ter forças para nunca desistir.

Agradeço a meus pais, Rita e José, por sempre se doarem e acreditarem no meu potencial; por terem se sacrificado em proporcionar o melhor ensino a minha formação; e por terem me ajudado sempre nas horas mais difíceis.

Agradeço a minha irmã Clara, por sempre me apoiar e a me ajudar em toda minha vida, mesmo sendo mais nova do que eu. Vejo o quanto sirvo de inspiração, e desejo um mundo cheio de conquistas e sonhos realizados a ela.

Agradeço a minha vó Maria e ao meu tio João, ambos que me ajudaram não só profissionalmente, como me apoiaram e me ensinaram muitas lições e experiências da vida.

Agradeço a minha namorada Ingrid, não só pela paciência nesse tempo de muito estudo e trabalho, como também por me apoiar sempre em minhas decisões, como sempre me ajudou a ter forças e a nunca a desistir dos meus sonhos.

Agradeço ao meu professor e orientador Luiz, assim como, a todos os professores da UNESP do campus de São João da Boa Vista, por todos os ensinamentos durante a minha graduação. Sem dúvida, carrego comigo, um pouquinho dos ensinamentos e experiências de cada um.

Agradeço a todos os meus amigos da graduação, Caio, Beatriz, Gustavo, Vinicius, e tantos outros, que mesmo não citados aqui, sabem quem são e que tenho um carinho enorme por cada um deles. Pois, cada um teve um papel muito importante não só na minha formação, mas também na minha vida.

Quero agradecer também aos meus chefes Sandra, Evandro, Diogo, Marlon e Diego, por acreditarem no meu potencial, por estarem ajudando em minha formação profissional e acima de tudo, permitirem que eu possa trabalhar com a área que mais me identifico que é a área de projetos, redes e Data Center.

Por fim, quero agradecer a todos os meus amigos de trabalho, amigos de infância e a todos os meus familiares por sempre me proporcionarem momentos inesquecíveis, de muita risada e alegria.

Finalmente, isso é tudo o que me dá forças a nunca desistir, como a correr sempre atrás dos meus sonhos. Um muito obrigado a todos que fazem parte da minha história. Sem dúvidas, cada um faz parte de um pedacinho deste trabalho.

“O trabalho vai preencher uma grande parte de sua vida, e a única maneira de ficar completamente satisfeito é fazer o que você acredita ser um bom trabalho. E a única forma de fazer um bom trabalho é amar aquilo que você faz. Se você ainda não descobriu o que é, continue procurando. Não se acomode. Da mesma forma que acontece com as coisas do coração, você vai saber quando encontrar”.

(Steve Jobs)

RESUMO

Nos últimos anos, houve uma evolução muito grande e rápida no processamento de dados, isso graças aos novos sistemas computacionais, como as novas tecnologias que vem surgindo diariamente no mercado, como a computação na nuvem (*Cloud Computing*), a internet das coisas (*Internet of Things*), o surgimento do 5G e entre muitas outras tecnologias.

Com essa alta demanda de dados sendo processados diariamente é necessário um ambiente confiável e com uma infraestrutura tecnológica muito avançada e atualizada. É pensando nisso que surgiram os Centros de Processamento de Dados (CPD), atualmente conhecidos como Data Centers.

Os Data Centers são ambientes físicos que armazenam equipamentos críticos de TI responsáveis por processarem e transmitirem dados de empresas e/ou usuários na rede, de forma segura e confiável.

Quando se fala em Data Center, se pensa em disponibilidade, confiabilidade e redundância. Logo, para se projetar um ambiente crítico como esse que não possa sofrer nenhuma parada (*downtime*), é necessário o desenvolvimento de vários sistemas que compõem a infraestrutura do ambiente como um todo, tais como: Projeto elétrico, projeto de climatização, cabeamento estruturado, sistema de segurança, sistema de proteção contra incêndio e eficiência energética.

Por fim, para a construção de um moderno Centro de Processamento de Dados com eficiência e baixo custo, é imprescindível o uso das normas tanto internacionais como nacionais.

Sendo assim, diante de todos esses fatores é que esse trabalho é criado, visando a demonstrar conceitos técnicos tanto na elaboração da infraestrutura de um Data Center, como na elaboração de um dos subprojetos que compõem o projeto de um Centro de Processamento de Dados. Sendo realizado de forma conceitual, a construção de duas plantas arquitetônicas, como o projeto elétrico de uma dessas plantas baixas criadas.

PALAVRAS-CHAVES: Data Center; Subprojetos; Projeto elétrico; Normas e Plantas arquitetônicas.

ABSTRACT

In recent years, there has been a very large and rapid evolution in data processing, thanks to new computer systems, such as new technologies that are emerging daily in the world, such as Cloud Computing, the Internet of Things (IoT), the emergence of 5G and many other technologies.

With this high demand for data being processed daily, a reliable environment with a very advanced and up-to-date technological infrastructure is required. It is with this in mind that the Data Processing Centers (DPC) emerged, currently known as Data Centers.

Data Centers are physical environments that store critical IT equipment responsible for processing and transmitting data from companies and/or users on the network, in a safe and reliable way.

When we talk about Data Center, we think about availability, reliability and redundancy. Therefore, to design a critical environment like this that cannot suffer any *downtime*, it is necessary to develop several systems that make up the infrastructure of the environment as a whole, such as: Electrical Project, Air Conditioning Project, Structured Cabling, Security System, Fire Protection System and Energy Efficiency.

Finally, for the construction of a modern Data Processing Center with efficiency and low cost, it is essential to use both international and national standards.

Therefore, in view of all these factors, this work is created, aiming to demonstrate technical concepts both in the elaboration of the infrastructure of a Data Center, as in the elaboration of one of the subprojects that make up the project of a Data Processing Center. Being carried out in a conceptual way, the construction of two architectural plans, such as the electrical project of one of these two architectures created.

KEYWORDS: Data Center; Subprojects; Eletrical Project; Standards and Architectures plans.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Centro de Processamento de Dados (CPD) no passado.....	21
Figura 2 - Sala de suporte.....	21
Figura 3 - Topologia de cabeamento estruturado.....	39
Figura 4 - Redundância entre elementos funcionais.....	40
Figura 5 - Topologia dos espaços inter-relacionados de um Data Center.....	42
Figura 6 - Topologia de um sistema híbrido em série.....	48
Figura 7 - Topologia de um sistema híbrido em paralelo.....	49
Figura 8 - Layout de um Data Center.....	53
Figura 9 - Esquema genérico de uma distribuição elétrica em um Data Center.....	55
Figura 10 - Transformador.....	57
Figura 11 - Chave de Transferência Automática (ATS).....	58
Figura 12 - Fonte de Alimentação Ininterrupta (UPS).....	59
Figura 13 - Banco de Baterias.....	59
Figura 14 - Grupo de Geradores.....	60
Figura 15 - Unidade de Distribuição de Energia (PDU).....	61
Figura 16 - Quadro de Distribuição de Circuitos (QDC).....	61
Figura 17 - Esquema elétrico simplificado Tier I.....	63
Figura 18 - Esquema elétrico simplificado Tier II.....	65
Figura 19 - Esquema elétrico simplificado Tier III.....	66
Figura 20 - Esquema elétrico simplificado Tier IV.....	68
Figura 21 - Data Center em um espaço único.....	70
Figura 22 - Data Center em um espaço compartilhado.....	71
Figura 23 - Típico sistema de aterramento de um edifício comercial.....	71
Figura 24 - Esquema de aterramento do Data Center.....	72
Figura 25 - Esquema de ciclo de climatização em ar-condicionado.....	79
Figura 26 - Esquema de corredores frio e quente em uma computer room.....	86
Figura 27 - Conceito de corredores frio e quente em uma computer room.....	86
Figura 28 - Esquema simplificado com unidade CRAC.....	87
Figura 29 - Esquema simplificado com unidade CRAH.....	88
Figura 30 - Topologia de cabeamento estruturado em Data Centers.....	90
Figura 31 - Cabeamento aéreo.....	92
Figura 32 - Cabeamento sob o piso elevado.....	93
Figura 33 - Topologia de cabeamento estruturado de um Data Center de pequeno	

porte.	94
Figura 34 - Topologia de cabeamento estruturado de um Data Center de médio porte.	95
Figura 35 - Topologia de cabeamento estruturado de um Data Center de grande porte.	96
Figura 36 - Caminho de distribuição do cabeamento estruturado.	97
Figura 37 - Detector iônico de fumaça.	100
Figura 38 - Sprinklers.	100
Figura 39 - Sistema completo de combate a incêndio.	101
Figura 40 - Portas corta fogo.	102
Figura 41 - Topologia geral de um sistema DCIM.	103
Figura 42 - Tela principal de um sistema DCIM da DataFaz.	104
Figura 43 - Gráfico termográfico no software DataFaz.	104
Figura 44 - Contenção de corredor frio em Data Centers.	110
Figura 45 - Confinamento de ar frio na computer room.	110
Figura 46 - Vedação das aberturas de placas de piso.	111
Figura 47 - Placas cegas para vedação de racks e gabinetes.	111
Figura 48 - Sistema de Free cooling.	112
Figura 49 - Planta baixa 01 (Data Center em um edifício).	115
Figura 50 - Planta baixa 02 (Data Center em uma edificação térrea).	116
Figura 51 - Pastas de arquivos.	119
Figura 52 - Inserção dos pontos de iluminação geral na sala do NOC.	121
Figura 53 - Inserção dos pontos de iluminação de emergência na sala de telecomunicações e da computer room.	121
Figura 54 - Inserção dos pontos de força na sala do NOC.	122
Figura 55 - Inserção dos pontos de rede na sala do NOC.	122
Figura 56 - Inserção dos pontos de monitoramento de câmeras e acesso na sala de telecomunicações.	123
Figura 57 - Inserção e divisão de circuitos.	124
Figura 58 - Inserção de circuito no sistema de monitoramento.	125
Figura 59 - Inserção de circuitos e pontos de força nos racks.	126
Figura 60 - Ar condicionado de ambiente comum.	127
Figura 61 - Ar condicionado de ambiente crítico.	128
Figura 62 - Potências nominais médias de condicionadores de ar.	129

Figura 63 - Quadros de distribuição de força na sala de distribuição geral.....	132
Figura 64 - Quadros de distribuição de força na sala de computadores.	132
Figura 65 - Inserção de tubulação para o cabeamento de iluminação.	135
Figura 66 - Inserção de tubulação para o cabeamento de força.	136
Figura 67 - Inserção de tubulação para o cabeamento de monitoramento.	136
Figura 68 - Inserção de tubulação para o cabeamento dos pontos de rede.	137
Figura 69 - Primeira etapa no preenchimento do QDCEL.....	139
Figura 70 - Primeira etapa no preenchimento do QDF-00.	139
Figura 71 - Tipos de linhas elétricas com base na norma NBR 5410.....	140
Figura 72 - Tipos de linhas elétricas com base na norma NBR 5410.....	141
Figura 73 - Seção mínima dos condutores.....	143
Figura 74 - Segunda etapa no preenchimento do QDCEL.....	143
Figura 75 - Segunda etapa no preenchimento do QDF-00.	144
Figura 76 - Agrupamento de circuitos segundo a norma NBR 5410.	145
Figura 77 - Capacidades de condução de corrente (A) para condutor de isolamento do tipo PVC.....	145
Figura 78 - Capacidades de condução de corrente (A) para condutor de isolamento do tipo EPR/XLPE.....	146
Figura 79 - Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo apenas em uma camada de condutores.....	146
Figura 80 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em mais de uma camada.	147
Figura 81 - Fatores de correção para temperaturas.....	147
Figura 82 - Terceira etapa no preenchimento do QDCEL.....	148
Figura 83 - Terceira etapa no preenchimento do QDF-00.	149
Figura 84 - Disjuntor NEMA.....	150
Figura 85 - Disjuntor NEMA.....	150
Figura 86 - Determinação de qual disjuntor utilizar.	151
Figura 87 - Dispositivo DR.....	152
Figura 88 - Determinação de qual DR utilizar.....	152
Figura 89 - Disjuntores e DRs no QDCEL.....	153
Figura 90 - Disjuntores e DRs no QDF-00.	154
Figura 91 - Balanceamento de fases no QDCEL.	155
Figura 92 - Balanceamento de fases no QDF-00.....	156

Figura 93 - Queda de tensão segundo NBR 5410.	157
Figura 94 - Queda de tensão nos circuitos do QDCEL	158
Figura 95 - Queda de tensão nos circuitos do QDF-00	158
Figura 96 - Definições para o cálculo de demanda.	159
Figura 97 - Fatores de demanda para pontos de iluminação e tomadas de uso geral.	159
Figura 98 - Fatores de demanda para equipamentos de uso residencial.....	160
Figura 99 - Fatores de demanda para equipamentos de ar condicionado.	160
Figura 100 - Fatores de demanda para fornos e fogões elétricos.	161
Figura 101 - Fatores de demanda para motores.	161
Figura 102 - Calculo de demanda simplificado.....	162
Figura 103 - Simbologia de condutores elétricos.	162
Figura 104 - Sequência dos condutores.....	163
Figura 105 - Inserção de fiação nas salas de reuniões, na sala de administração e na sala do financeiro.	163
Figura 106 - Inserção de fiação na sala de infraestrutura.	164
Figura 107 - Inserção dos cabos de rede nas salas de UPS, baterias e telecomunicações.....	164
Figura 108 - Inserção dos cabos de rede na sala do NOC.	165
Figura 109 - Exemplo de um diagrama unifilar.	166
Figura 110 - Exemplo de um quadro de distribuição elétrica.....	166
Figura 111 - Detalhes de projeto.	167
Figura 112 - Lista de materiais.	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões de desempenho para Data Centers com base na classificação Tier.	34
Tabela 2 - Requisitos de disponibilidade.	35
Tabela 3 - Parâmetros de avaliação para a determinação da classificação Tier do Data Center.....	62
Tabela 4 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier I.	64
Tabela 5 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier II.	65
Tabela 6 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier III.	67
Tabela 7 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier IV.	69
Tabela 8 - Equipamentos presentes em um suposto Data Center.....	74
Tabela 9 - Carga total do Data Center com exceção do sistema mecânico.	76
Tabela 10 - Carga total do Data Center com o sistema mecânico.....	77
Tabela 11 - Cargas térmicas dos sistemas do exemplo.	83
Tabela 12 - Conversão entre unidades.....	84
Tabela 13 - Comparativo entre as nomenclaturas adotadas pela ABNT e ANSI/TIA. 91	
Tabela 14 - Dados de consumo de um Data Center para calcular a PUE.....	106
Tabela 15 - Potência dos ares condicionados dos ambientes comuns.	130
Tabela 16 - Materiais de isolamento.	142
Tabela 17 - Pontos positivos e negativos dos materiais de isolamento.	142
Tabela 18 - Correntes nominais de disjuntores (A).....	151
Tabela 19 - Correntes nominais de DR (A).....	153

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE TABELAS	14
1. INTRODUÇÃO	20
1.1. DATA CENTERS VERSUS <i>CLOUD COMPUTING</i>	23
2. NORMAS E CLASSIFICAÇÃO DE DATA CENTERS.....	25
2.1. CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A <i>THE UPTIME INSTITUTE</i>	26
2.1.1. <i>TIER I</i> – DATA CENTER BÁSICO	26
2.1.2. <i>TIER II</i> – DATA CENTERS COM COMPONENTES REDUNDANTES ..	26
2.1.3. <i>TIER III</i> – DATA CENTERS COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO SIMULTÂNEAS	27
2.1.4. <i>TIER IV</i> – DATA CENTERS COM INFRAESTRUTURA TOLERANTE A FALHAS	27
2.2. CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A <i>TUV RHEINLAND</i>	27
2.2.1. <i>TR1</i> – DATA CENTER BÁSICO	28
2.2.2. <i>TR2</i> – DATA CENTER COM COMPONENTES REDUNDANTES.....	28
2.2.3. <i>TR3</i> – DATA CENTER COM SUSTENTABILIDADE SIMULTÂNEA	29
2.2.4. <i>TR4</i> – DATA CENTER TOLERANTE A FALHAS	29
2.3. NORMA ANSI/TIA-942-A.....	29
2.3.1. DATA CENTER BÁSICO (N).....	30
2.3.2. DATA CENTER COM REDUNDÂNCIA N+1	31
2.3.3. DATA CENTER COM REDUNDÂNCIA N+2	31
2.3.4. DATA CENTER COM REDUNDÂNCIA 2N	32
2.3.5. DATA CENTER COM REDUNDÂNCIA 2(N+1).....	32
2.4. NORMA ANSI/BICSI 002.....	35

2.4.1.	DATA CENTER CLASSE <i>F0</i>	36
2.4.2.	DATA CENTER CLASSE <i>F1</i>	36
2.4.3.	DATA CENTER CLASSE <i>F2</i>	37
2.4.4.	DATA CENTER CLASSE <i>F3</i>	37
2.4.5.	DATA CENTER <i>F4</i>	38
2.5.	NORMA ISO/IEC 24764:2010	39
2.6.	NORMA ABNT NBR 14565:2013	41
3.	CONCEITOS DE PROJETO DE UM DATA CENTER	44
3.1.	REDUNDÂNCIA, DISPONIBILIDADE E CONFIABILIDADE	46
3.1.1.	REDUNDÂNCIA	46
3.1.2.	DISPONIBILIDADE.....	46
3.1.3.	CONFIABILIDADE.....	50
3.2.	ESPAÇOS PRESENTES EM UM DATA CENTER	52
3.3.	INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM DATA CENTERS	54
3.3.1.	COMPONENTES PRESENTES EM UM EQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DE UM DATA CENTER.....	56
3.3.1.1.	TRANSFORMADORES	56
3.3.1.2.	CHAVE DE TRANSFERÊNCIA.....	57
3.3.1.3.	SISTEMAS DE UPS E BATERIAS	58
3.3.1.4.	GRUPO GERADORES	59
3.3.1.5.	QUADROS ELÉTRICOS E PDUS	60
3.3.2.	ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA COM BASE NA CLASSIFICAÇÃO <i>TIER</i>	61
3.3.2.1.	ESQUEMA ELÉTRICO <i>TIER I</i>	63
3.3.2.2.	ESQUEMA ELÉTRICO <i>TIER II</i>	64
3.3.2.3.	ESQUEMA ELÉTRICO <i>TIER III</i>	66
3.3.2.4.	ESQUEMA ELÉTRICO <i>TIER IV</i>	67

3.4.	ATERRAMENTO NO DATA CENTER	69
3.5.	EXEMPLO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA ELÉTRICO EM UM DATA CENTER	73
3.6.	SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO EM DATA CENTERS	78
3.6.1.	CICLO DE CLIMATIZAÇÃO.....	79
3.6.2.	CONSIDERAÇÕES DE PROJETO DE UM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO	80
3.6.3.	CONDIÇÕES TÉRMICAS EM UMA <i>COMPUTER ROOM</i>	84
3.6.4.	CONFIGURAÇÃO DOS CORREDORES NA <i>COMPUTER ROOM</i>	85
3.6.5.	ARQUITETURA DE CLIMATIZAÇÃO DA <i>COMPUTER ROOM</i>	87
3.7.	CABEAMENTO ESTRUTURADO	89
3.7.1.	CONSIDERAÇÕES DE PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO EM DATA CENTERS	93
3.7.2.	ENCAMINHAMENTO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO EM DATA CENTERS	96
3.8.	SISTEMA DE SEGURANÇA, AUTOMAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	98
3.8.1.	SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SEGURANÇA.....	99
3.8.2.	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	99
3.8.3.	SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO	102
3.9.	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM DATA CENTERS	105
3.9.1.	EFICIÊNCIA DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA (PUE).....	105
3.9.2.	EFICIÊNCIA DO DATA CENTER (DCE).....	107
3.9.3.	EFICIÊNCIA DE PERFORMANCE DO DATA CENTER (DCPE).....	107
3.9.4.	REDUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE TI	109
3.9.5.	REDUÇÃO DO CONSUMO DE CLIMATIZAÇÃO.....	109
3.9.6.	UTILIZAÇÃO DE OUTRAS FONTES DE ENERGIA	112
4.	ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE PLANTA BAIXA E PROJETO	

ELÉTRICO	114
4.1. PLANTA BAIXA	114
4.2. PROJETO ELÉTRICO	117
4.2.1. CRIAÇÃO DA PASTA DE ARQUIVOS	118
4.2.2. ANALISAR AS INFORMAÇÕES DO PROJETO.....	119
4.2.3. LIMPAR A PRANCHA DE ARQUITETURA.....	119
4.2.4. INSERÇÃO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS	120
4.2.5. DIVISÃO DE CIRCUITOS NA INSTALAÇÃO	123
4.2.6. INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO	132
4.2.7. ELABORAÇÃO DO QUADRO DE CARGAS	137
4.2.8. INSERÇÃO DE FIAÇÃO.....	162
4.2.9. MONTAGEM DO DIAGRAMA UNIFILAR	165
4.2.10. INSERÇÃO DE DETALHES NO PROJETO.....	167
4.2.11. MONTAGEM DA PRANCHA DE PLOTAGEM.....	167
4.2.12. ELABORAÇÃO DA LISTA DE MATERIAIS	167
4.2.13. ELABORAÇÃO DO MEMORIAL DESCRITIVO.....	168
4.2.14. ELABORAÇÃO DA ART	168
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
ANEXO A – PLANTA BAIXA DATA CENTER 01.....	178
ANEXO B – PLANTA BAIXA DATA CENTER 02	179
ANEXO C – PONTOS DE ILUMINAÇÃO DE USO GERAL	180
ANEXO D – PONTOS DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	181
ANEXO E – PONTOS DE TOMADAS DE USO GERAL E USO ESPECÍFICO	182
ANEXO F – PONTOS DE REDE.....	183
ANEXO G – PONTOS DE CÂMERA E MONITORAMENTO DE ACESSO	184
ANEXO H – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA A ILUMINAÇÃO DE USO GERAL E	

DE EMERGÊNCIA	185
ANEXO I – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA OS PONTOS DE FORÇA.....	186
ANEXO J – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA AS CÂMERAS E O SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ACESSO.....	187
ANEXO K – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA O CABEAMENTO DE REDES..	188
ANEXO L – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CÂMERAS, EMERGÊNCIA E ILUMINAÇÃO (QDCEL)	189
ANEXO M – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CÂMERAS, EMERGÊNCIA E ILUMINAÇÃO (QDCEL) (CONTINUAÇÃO).....	190
ANEXO N – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00).....	191
ANEXO O – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00) (CONTINUAÇÃO 01)	192
ANEXO P – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00) (CONTINUAÇÃO 02)	193
ANEXO Q – FIAÇÃO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO DE USO GERAL E DE EMERGÊNCIA	194
ANEXO R – FIAÇÃO DOS PONTOS DE FORÇA.....	195
ANEXO S – FIAÇÃO DOS PONTOS DE CÂMERAS E MONITORAMENTO DE ACESSO	196
ANEXO T – CABEAMENTO ESTRUTURADO DOS PONTOS DE CÂMERAS E MONITORAMENTO DE ACESSO.....	197
ANEXO U – CABEAMENTO ESTRUTURADO DOS PONTOS DE REDE	198
ANEXO V – DESCRIÇÃO / LEGENDA.....	199
ANEXO W – DESCRIÇÃO / LEGENDA (CONTINUAÇÃO).....	200

1. INTRODUÇÃO

Segundo Paulo Sérgio Marin, autor do livro *Data Centers Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética*; para ele, a definição de Data Center é:

Data Centers são ambientes conhecidos como de missão crítica, ou seja, são ambientes que abrigam equipamentos responsáveis pelo processamento e armazenamento de informações cruciais para a continuidade de negócios nos mais variados tipos de organizações (MARIN, 2011, p. 19).

Em termos mais simples, um Data Center é uma instalação física que as empresas usam para hospedar aplicativos e dados essenciais (CISCO, 2022).

Ao se falar em Data Centers, a maioria das pessoas imaginam os espaços onde estão instalados os equipamentos críticos de TI, mas na teoria, um Data Center é a infraestrutura do ambiente como um todo. Os espaços especificamente utilizados para abrigar os equipamentos críticos de TI é denominado como *computer room* (em português, sala de computadores) (MARIN, 2011).

Os Data Centers de hoje são comparados, assim como, entendidos como os antigos CPDs (Figura 1) de antigamente, mas na verdade há diferença entre eles, como (FAZION, 2016):

- A densidade de equipamentos ativos nas instalações modernas de um Data Center são superiores à dos antigos CPDs;
- O número de pessoas trabalhando dentro dos CPDs são superiores aos novos Data Centers, onde praticamente, não há presença de pessoas, pois hoje, há os espaços de suporte (Figura 2), onde o pessoal da operação efetivamente trabalha. Indo somente a sala de computadores quando necessário;
- Outra diferença é o tamanho dos equipamentos de antigamente comparados com os equipamentos atuais;

Figura 1 - Centro de Processamento de Dados (CPD) no passado.



Fonte: FAZION (2016).

Figura 2 - Sala de suporte.



Fonte: NEOENERGIA (2021).

Os Centros de Dados (DC) podem ser classificados por **infraestrutura**, que será apresentado no capítulo 2, ou por **serviços**, os quais são apresentados a seguir:

Data Center Enterprise: Conhecidos também como Data Centers corporativos, tradicionais, *on-premise* ou, ainda, “locais” (VIVO; 2021). Este modelo é aquele que fica alocado em um determinado espaço corporativo, ou seja, dentro do ambiente da própria organização (FURUKAWA, 2018).

A intenção em se adotar este modelo é de que, as empresas mantem o controle sobre toda a estrutura, seja por políticas de segurança interna ou por regulamentação de mercado.

Data Center Colocation: Neste modelo, os equipamentos são próprios de cada negócio, estando sob total controle da sua equipe. Mas a parte de conexão e

espaço físico é compartilhado com o provedor de serviço (FURUKAWA, 2018). Ou seja, neste modelo, uma empresa aluga um espaço físico, no caso, um ou mais racks para alocar seus equipamentos de TI. Nestes ambientes, há a presença de equipamentos de várias empresas.

Este modelo é adotado por empresas que não possuem mais espaço suficiente para crescer a sua estrutura, ou por possuírem filiais em diversas áreas geográficas.

Data Center Internet: Também conhecidos como IDC (*Internet Data Center*), é um modelo digital onde as informações, em vez de serem armazenadas em um local físico, ficam na rede, ou seja, na nuvem. Pode-se citar como exemplo a *Amazon Web Services (AWS)*, *Microsoft AZURE*, *Google Cloud* entre outros (VIVO, 2021).

A adoção deste modelo é a necessidade de uma conectividade rápida e operações ininterrupta para implantar sistemas e também estabelecer uma presença online.

Data Center Edge: Esse modelo é representado pelas instalações menores posicionadas na “borda da rede”, onde usuários finais e dispositivos precisam de uma resposta rápida (FURUKAWA, 2018).

Em teoria, há a presença de um Data Center central maior, o qual é conectado a vários outros Data Centers menores que estão próximos dos usuários finais, agilizando assim, o acesso as informações.

Exemplos de empresas que usam este modelo é os serviços de *streaming* como *Netflix*, *Spotify*, *Youtube* entre outros.

Data Center Hosting: Neste tipo, o provedor do serviço é responsável tanto pela hospedagem dos dados do cliente, quanto pela infraestrutura física que mantém o Data Center (VIVO, 2021).

Este modelo, permite o uso dos mesmos serviços, recursos e capacidade da versão física, entretanto, usa uma plataforma de hospedagem externa ao local ou à infraestrutura de TI.

Data Center Hyperscale: Este modelo é utilizado por empresas que trabalham com um vasto armazenamento na nuvem e que precisam de muito espaço e energia (FURUKAWA, 2021). Assim como, mantêm os serviços funcionando sem interrupções.

Como exemplo, temos a *Google*, *Facebook*, *Amazon* entre outras que possuem portais com um vasto volume de dados que são pesquisados diariamente.

1.1. Data centers versus *Cloud Computing*

Nos dias de hoje, um assunto bastante discutido é os serviços de *Cloud Computing* que já existem há algum tempo, no entanto começaram a se popularizar recentemente, principalmente no Brasil. Isso levou a surgir alguns questionamentos, como se com o surgimento da *Cloud*, se os Data Centers viriam a “morrer”.

Inicialmente, ao se falar em computação na nuvem, a palavra nuvem sugere a ideia de algo abstrato, desconhecido, ou seja, toda a parte de infraestrutura fica “escondida”, tendo o usuário o acesso apenas a uma interface padrão através da qual é disponibilizada todo o conjunto de aplicações e serviços (PEDROSA, 2010).

A computação na nuvem vem com esse principal objetivo de independência geográfica, ou seja, os dados não ficam armazenados em apenas um local específico, mas são replicados em diversos servidores espalhados pelo mundo inteiro. Assim, o local onde os arquivos ficam armazenados não é definido, originando o conceito da “nuvem”, que simboliza essa abstração e ausência geográfica (DURBANO, 2016).

Esse conceito possibilitou a segurança e a redundância para a obtenção de dados, ou seja, como se sabe, os Centros de Processamento de Dados é um local onde ficam instalados diversos equipamentos críticos de TI, como os servidores, que possibilitam o armazenamento e acesso de dados a qualquer momento e a qualquer horário do dia. Entretanto, ao se pensar em desastres naturais como enchentes ou incêndios, é algo de se preocupar, pois se o proprietário não tiver um backup destes dados em um outro local, essas informações são perdidas.

Com isso, surge uma das principais vantagens dos servidores na nuvem, ou seja, por eles ficarem localizados em diferentes locais do mundo, isso reduz drasticamente a chance de perda de dados por conta de desastres ambientais, falhas nos servidores ou por qualquer falha em outro equipamento de TI.

Outras vantagens em relação a *Cloud Computing* são em relação a flexibilidade e a escalabilidade dos serviços oferecidos, assim como em relação aos custos, ou seja, possuir um serviço de *Cloud*, possibilita a flexibilidade e escalabilidade para a alteração de memória, poder de processamento, entre outros aspectos de uma maneira simples sem burocracias (DURBANO, 2016). Bem como, manter um serviço de *Cloud*, os custos são bem menores em relação a se manter a operação e manutenção de um Centro de Processamento de Dados.

Contudo, a computação na nuvem também possui a suas desvantagens, como

em relação a segurança, confiabilidade, disponibilidade e interoperabilidade.

Em quesito de segurança, pode-se dizer que, por a informação não estar armazenada apenas em um local físico, mas sim em diversos locais, isso pode ocasionar na privacidade e integridade das informações através de ataques cibernéticos. Contudo, para se evitar a violação das informações, é utilizado a criptografia de dados, assim como o controle de acesso rigoroso e o gerenciamento de cópias de segurança (PEDROSA, 2010).

Com relação a confiabilidade, ela está relacionada à frequência com que o sistema falha e qual o impacto de sua falha, ou seja, a perda ou não de dados. Em quesito de aplicações desenvolvidas para computação em nuvem, elas devem possuir uma arquitetura que permita que os dados permaneçam intactos mesmo que haja falhas ou erros em um ou mais equipamentos virtuais sobre os quais essas aplicações estão sendo processadas (PEDROSA, 2010).

Já em relação a disponibilidade, ou seja, caso o seu prestador de serviço de *Cloud* fique fora do ar, algo que não se pode descartar é de que se tenha contratado mais um serviço de *Cloud* com outro prestador. Todavia, esta alternativa não é tão simples, pois pode haver a interoperabilidade entre as nuvens (PEDROSA, 2010).

É nesse ponto que a interoperabilidade entra como uma outra desvantagem, ou seja, a implementação de padrões e interfaces para que essa portabilidade de uma nuvem para outra ocorra não é tão simples de ser implementada (PEDROSA, 2010).

Contudo, as desvantagens de um serviço em computação na nuvem são as mesmas preocupações para um serviço de Data Center. A segurança, a interoperabilidade, a confiabilidade e a disponibilidade também são termos discutidos em relação a se obter um serviço de Data Center.

Por fim, pode-se concluir que a *Cloud Computing* é o futuro que já está presente, e que não será o fim dos Data Centers, pelo menos, não tão cedo. Pois o que acontece é que, empresas que fornecem serviços de *Cloud* como a *Microsoft AZURE*, *Google Cloud*, *Amazon AWS* entre outros, vão precisar sempre de um Data Center para manter suas *Clouds* funcionando. O que muda é que empresas que não são necessariamente da área de tecnologia vão preferir contratar serviços de *Cloud* do que possuir um Data Center.

2. NORMAS E CLASSIFICAÇÃO DE DATA CENTERS

Como já mencionado no capítulo 1, um Data Center pode ser classificado tanto de acordo com os serviços que ele pode oferecer, assim como, em relação a sua infraestrutura.

Sendo assim, para essa classificação em relação a sua infraestrutura, é necessário que o projeto de um Data Center, siga algumas normas. E dentre tantas normas, há algumas que são especialmente dedicadas para o seu desenvolvimento, como:

- ABNT NBR 14565:2013 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e Data Centers;
- ANSI/TIA 942-A (2012) – *Telecommunications Infrastructure for Data Centers*;
- ISO/IEC 24764:2010 – *Information Technology – Generic Cabling Systems for Data Centers*;
- ANSI/BICSI 002-2014 – *Data Center Design and Implementtaion Best Practices*.

Além destas normas, há alguns padrões que foram desenvolvidas por algumas instituições, as quais podemos destacar:

- *The Uptime Institute* (Organização de origem norte-americana).
- *TUV Rheinland do Brasil* (Organização de origem alemã).

Ambas as instituições têm como intuito estabelecer regras e procedimentos para a classificação de um Data Center. A primeira instituição classifica a infraestrutura de um Data Center com base em suas características de redundância e tolerância a falhas. Enquanto a segunda, classifica de acordo com a disponibilidade, segurança e eficiência do site (termo utilizado para se referir aos Data Centers) (MARIN, 2011).

A partir de então, ambos os modelos começaram a ser utilizados pelo mundo inteiro, principalmente os padrões desenvolvidos pela *The Uptime Institute*, as quais se forem seguidas, a própria instituição certifica o Data Center com sua determinada classificação. Contudo, por mais que esses “*standards*” (normas) são utilizados pelo mercado, não são normas oficiais (MARIN, 2011).

2.1. Classificação de acordo com a *The Uptime Institute*

A *The Uptime Institute* desenvolveu a classificação *Tier* com o principal objetivo de oferecer aos projetistas, assim como aos operadores e gerentes de Data Centers, uma forma para a identificação do desempenho de diferentes topologias de projeto de infraestrutura de distribuição elétrica e de climatização dos Centros de Dados, ou seja, esta classificação considera a operação satisfatória e eficiente da integração de seus sistemas.

Contudo, é apenas considerado os sistemas de distribuição elétrica e de climatização do site para concordância com as classificações *Tier* (MARIN, 2011). Pois sem alimentação elétrica, os equipamentos não podem operar, e sem um sistema de climatização eficiente, não tem como manter as condições ambientais dentro das especificações dos equipamentos de TI. No entanto, alguns profissionais da área, discordam de levar em consideração apenas esses dois fatores, mas sim, levar em consideração a integração do sistema como um todo (FAZION, 2016).

A classificação desenvolvida pela *The Uptime Institute* é baseada em quatro definições, sendo elas: *Tier I*, *Tier II*, *Tier III* e *Tier IV*.

2.1.1. *Tier I* – Data Center básico

Data Centers básicos que recebem a classificação *Tier I*, não possuem componentes ou sistemas redundantes em suas infraestruturas de distribuição elétrica e sistema de climatização, ou seja, caso algum problema venha acontecer nesses sistemas, há a parada do site como um todo, para a manutenção (MARIN, 2011).

Esses tipos de Data Centers são susceptíveis a paradas totais para serviços de manutenção planejada e não planejada.

2.1.2. *Tier II* – Data Centers com componentes redundantes

Diferente dos Data Centers *Tier I*, os Data Centers que recebem a classificação *Tier II*, são aqueles que possuem componentes redundantes, contudo, assim como os *Tier I*, eles apresentam uma única estrutura de distribuição de energia elétrica e de climatização.

Por essa razão, é necessário a presença de módulos de UPS (*Uninterruptable Power Supply*, em português, Fonte de Alimentação Ininterrupta) redundantes e de grupos de geradores para que caso ocorra algum imprevisto, o site não sofra uma

parada total. Porém, para uma manutenção preventiva e corretiva, o site deve ser completamente desligado (FAZION, 2016).

2.1.3. Tier III – Data Centers com manutenção e operação simultâneas

Diferente dos *Tier I* e *Tier II*, os Data Centers com esta classificação, tem como principal característica, a operação e a manutenção simultânea, ou seja, esses centros de dados possuem componentes redundantes e diferente das duas classificações anteriores, eles possuem vários ramos de distribuição elétrica e de ar condicionado (FAZION, 2016).

Podendo assim, realizar a manutenção sem precisar desligar todos os sistemas do site. Geralmente, nesses Data Centers, os equipamentos críticos de TI possuem fontes de alimentação dupla (FAZION, 2016).

2.1.4. Tier IV – Data Centers com infraestrutura tolerante a falhas

Esses Data Centers têm como principal característica a sua capacidade de recuperação de falhas dos sistemas de infraestrutura de distribuição. Eles são totalmente tolerantes a falhas em sua infraestrutura, por apresentarem sistemas redundantes e vários ramos de distribuição elétrica e de climatização que atendem, simultaneamente, os equipamentos críticos de TI da *computer room* (MARIN, 2011).

Portanto, a falha de qualquer sistema, componente ou elemento de distribuição não causará a interrupção dos serviços do site. Sendo assim, pode-se dizer que eles não são suscetíveis a interrupção por eventos isolados e causas acidentais.

Nesta classificação, todos os equipamentos de TI devem ter fontes de alimentação redundantes e devem ser instalados de acordo com a topologia e arquitetura do site (FAZION, 2016).

2.2. CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A TUV RHEINLAND

Assim como a *Uptime*, a *TUV Rheinland* possui também um sistema de certificações para Data Centers baseado na norma americana ANSI/TIA-942. No entanto, os *standards* desenvolvidos pela *TUV* também aplicam os conceitos e princípios de disponibilidade e segurança de forma ampla, conforme as normas ISO-27001 e ISO-27002, ambas voltadas para a segurança da informação (MARIN, 2011).

Portanto, pode-se dizer que as normas definidas pela *TUV* se baseiam em três critérios, os quais são: disponibilidade, segurança e eficiência. Diferente da classificação da *The Uptime Institute* que se baseiam nos sistemas de distribuição elétrica e de climatização.

De acordo com a *TUV*, um Data Center pode receber uma das seguintes classificações: *TR1*, *TR2*, *TR3* e *TR4*.

2.2.1. TR1 – Data Center básico

Um Centro de Dados com classificação *TR1* não apresenta redundância de componentes, assim como, apresenta apenas uma única via para o sistema de distribuição de energia elétrica. Contudo, deve haver a presença de um gerador de energia e de uma fonte de alimentação ininterrupta (UPS), sem a necessidade de redundância (MARIN, 2011).

Em um *TR1*, o site deve oferecer condições controladas de temperatura e umidade, entretanto, sem a necessidade de redundância. Assim como, deve-se ter a presença de um cabeamento estruturado, mas sem a necessidade da utilização de piso elevado (MARIN, 2011).

Em quesito de segurança, um Data Center com esta classificação deve apresentar itens básicos de segurança, como: Sistema de monitoramento e alarme, segurança de acesso e monitoramento contrafogo.

2.2.2. TR2 – Data Center com componentes redundantes

Um Data Center *TR2*, apresenta as mesmas características de um *TR1*, no entanto, apresenta alguns requisitos a mais, como o uso de fontes de alimentação dual nos equipamentos críticos de TI.

Além disso, os *TR2* devem ter redundância (N+1) (Termo presente na norma ANSI/TIA-942, a qual será apresentada na seção 2.3) para UPS e HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*, em português, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)). Já em relação a presença de um gerador de energia é opcional (MARIN, 2011).

Nesta classificação deve-se ter a presença de cabeamento dedicado, porém sem a necessidade de piso elevado. Assim como, a presença dos itens básicos para a segurança do site.

2.2.3. TR3 – Data Center com sustentabilidade simultânea

Um Data Center de nível *TR3*, diferente dos anteriores, possuem duas vias de distribuição de energia elétrica, sendo uma ativa e a outra reserva (*standby*), tendo a presença de UPS, HVAC, geradores e quadros de distribuições redundantes (MARIN, 2011).

Sites *TR3* apresentam entradas de provedor de acesso redundante, assim como, o uso de piso elevado no seu cabeamento estruturado, de forma que atenda às condições de redundância do site (MARIN, 2011).

Esse nível de Centro de Dados suporta falhas e paradas planejadas, sem interromper a operação dos sistemas do ambiente, como dos equipamentos críticos de TI na *computer room*.

2.2.4. TR4 – Data Center tolerante a falhas

Esse nível de Data Center possui duas linhas de distribuição de energia elétrica ativas, assim como, UPS, HVAC, geradores e afins, todos com redundância.

Todos os equipamentos de TI devem receber alimentação elétrica de ambas as vias, assim como, todos os equipamentos devem possuir fontes de alimentação dupla, e os que não obtiverem, devem ser providos de chave de transferência automática (ATS, em inglês, *Automatic Transfer Switch*) (MARIN, 2011).

Os Data Centers *TR4* possuem dois provedores de acesso diferentes. Enquanto os *TR3* apresentam um único provedor, só que com acesso redundante (MARIN, 2011).

Esses sites suportam uma parada planejada juntamente com uma falha simultânea, ou duas falhas simultâneas, sem comprometer a operação do ambiente.

Por fim, sites categorizados como *TR4* são providos de sistema de automação e sistema de segurança totalmente restritos a acesso de pessoas não autorizadas.

2.3. NORMA ANSI/TIA-942-A

A ANSI/TIA-942-A é uma norma de infraestrutura de telecomunicações para Data Centers, cuja o escopo da norma vai além de falar apenas sobre cabeamento estruturado.

O termo ANSI refere-se a *American Nacional Standards Institute*, ou seja, é uma organização de normas americanas privadas e sem fins lucrativos. Já o termo

TIA, refere-se a *Telecommunications Industry Association*, a qual é uma instituição de normas no setor de telecomunicações que também não obtêm fins lucrativos (FAZION, 2017).

Essa norma é baseada em trabalhos voluntários e consensuais das áreas cobertas pela tecnologia da informação e telecomunicações.

A ANSI/TIA-942-A abrange muito tópicos, como: Parte de cabeamento estruturado; Parte mecânica; Construção civil; Preocupação com o meio ambiente; Parte elétrica, entre muitos outros tópicos (FAZION, 2017). Contudo, a ANSI/TIA-942-A também estabelece uma classificação para Data Centers, baseada na classificação de *Tiers* criada pela *The Uptime Institute*.

No entanto, para essa classificação, é utilizado o termo básico “N” que se refere ao nível de redundância que o Data Center apresenta em seus sistemas. Logo, esses esquemas são apresentados a seguir (FAZION, 2017).

2.3.1. Data Center Básico (N)

Um Centro de Dados com condição “N” não apresenta nenhuma redundância, ou seja, com base na classificação da *The Uptime Institute*, é um Data Center *Tier I*, o qual apresenta o mínimo de disponibilidade para funcionamento (FAZION, 2017).

Um DC (Data Center), com essa classificação apresenta uma disponibilidade de 99,67%, o que está associado a uma parada anual (*downtime*) de 28,8 h (MARIN, 2011).

Algumas características desses Data Centers (MARIN, 2011):

- Tem um sistema de distribuição elétrica, assim como, um sistema de climatização, ambos sem redundância, mas dedicados a *computer room*;
- Pode haver a presença de UPS e um grupo de moto-geradores, assim como a presença ou não de piso elevado;
- Para serviços de manutenção preventiva ou corretiva, a infraestrutura deve ser completamente desligada;
- Falhas espontâneas da infraestrutura do site e erros de operação, podem levar a interrupções nas operações do site.

2.3.2. Data Center com Redundância N+1

Um site com requisito N+1, significa que ele apresenta uma unidade adicional de redundância, ou seja, caso haja alguma falha ou manutenção de qualquer unidade do Data Center de forma isolada, isso não causará a interrupção das operações (FAZION, 2017).

De acordo com a classificações de *Tiers*, esse seria um DC *Tier II*, o qual apresenta uma disponibilidade de 99,75%, ou seja, uma parada anual (*downtime*) de 22,0 h (MARIN, 2011).

Um site com requisito N+1, apresenta as seguintes características (MARIN, 2011):

- Tem apenas um sistema de distribuição elétrica, assim como, um sistema de climatização;
- Diferente de um Data Center básico, um site N+1 possui um sistema UPS e mais um módulo de backup, assim como, há a presença de um gerador principal e um gerador de backup;
- Pode ou não ter a presença de piso elevado;
- Por ter componentes redundantes, é um pouco menos suscetível a interrupções devido a causas acidentais ou manutenção planejada. No entanto, para manutenções no sistema elétrico necessitam de desligamento do Data Center.

2.3.3. Data Center com Redundância N+2

Um Data Center com a condição N+2 possui as mesmas características de um Data Center com redundância N+1, a diferença é que há a presença de duas unidades adicionais de redundância.

De acordo com a ANSI/TIA-942-A é possível termos redundâncias N+n, ou seja, N+1, N+2, N+3 e assim por diante, diferindo apenas na unidade adicional de redundância referente aos sistemas presentes na infraestrutura do site (FAZION, 2017).

Os Data Centers com essa classificação, continuam sendo Datas Centers *Tier II*, assim como, apresentando a mesma disponibilidade de 99,75% (MARIN, 2011).

2.3.4. Data Center com Redundância 2N

Um Data Center com requisito 2N, significa que além do mínimo necessário que cada sistema deve ter, há a presença de um sistema adicional completo. Permitindo assim, que nenhuma operação seja parada devido a alguma manutenção preventiva ou inesperada (FAZION, 2017).

Um Data Center com redundância 2N pode ser classificado como um *Tier III* ou até mesmo como um *Tier IV*, apresentando uma disponibilidade de 99,98%, o que está associado a uma parada anual (*downtime*) de 1,6 h (MARIN, 2011).

De acordo com a 942-A, também é possível termos redundâncias 3N, 4N, 5N e assim por diante, porém é muito raro encontrar sites com esse nível de redundância.

Logo abaixo, algumas características de Data Centers que possuem essa classificação (MARIN, 2011):

- Um Data Center com redundância 2N apresenta dois sistemas elétricos idênticos, só que cada um com uma concessionária diferente;
- Deve haver a utilização de piso elevado;
- Há a presença de um sistema de UPS, como o seu modulo de *backup*. Assim como, um gerador e o seu backup;
- Para o sistema de climatização, principalmente Data Centers que utilizam ar condicionado com *chillers* devem ter dois conjuntos de encanamentos independentes;
- Caso seja um DC com classificação *Tier III*, o mesmo pode ser atualizado para um *Tier IV*, contudo, é necessário um investimento adicional na infraestrutura.

2.3.5. Data Center com Redundância 2(N+1)

Um Data Center com a condição 2(N+1) tem duas unidades completas "N+1", ou seja, possui uma infraestrutura duplicada em relação a um Data Center com componentes redundantes, permitindo assim, um site que dificilmente sofrerá com interrupções por atividades planejadas ou não planejadas (FAZION, 2017).

Um site definido com redundância 2(N+1), pode ser classificado como *Tier III* ou *Tier IV*, apresentando 99,99% de disponibilidade, o que está associado a uma

parada anual (*downtime*) de 0,8h (MARIN, 2011).

Data Centers definidos como 2(N+1) possuem as seguintes características (MARIN, 2011):

- A infraestrutura do site oferece um alto grau de tolerância a falhas;
- O sistema de distribuição elétrica é alimentado por duas concessionárias, assim como, há a presença de dois módulos de UPS (o principal e o de *backup*) e dois geradores (o principal e o de *backup*). Como também pode haver a presença de mais geradores e UPS dependendo da infraestrutura do site;
- Os equipamentos instalados na *computer room*, devem apresentar duas fontes de alimentação, e caso algum equipamento não seja munido de duas entradas devem se utilizar ATS (Chaves de Transferência Automática);
- Esse site é tolerante a falhas, contudo, pode haver o desligamento por completo em eventos de alarmes de incêndio ou por procedimentos de corte elétrico de emergência;

Por fim, é apresentado duas tabelas nas quais simplificam os padrões de desempenho por classificação, como os requisitos de disponibilidade por categorização de *Tiers* (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Padrões de desempenho para Data Centers com base na classificação Tier.

Elemento	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Ramos de distribuição	1	1	1 normal e 1 alternativo	2 ativos simultaneamente
Fonte	N	N ou (N+1)	N+1	2N, mínimo
Redundância	N	N+1	N+1	N+1 (mínimo)
Separação de sistemas	Não	Não	Sim	Sim
Manutenção ativa	Não	Não	Sim	Sim
Tolerante a falhas	Não	Não	Não	Sim
<i>Downtime</i> (horas/ano)	28,8	22,0	1,6	0,4
Disponibilidade	99,67%	99,75%	99,98%	99,995%
Custo por kW	US\$10.000/ kW	US\$11.000/ kW	US\$20.000/ kW	US\$22.000/ kW

Fonte: MARIN (2011).

Tabela 2 - Requisitos de disponibilidade.

Classificação	Paradas por ano	Total anual	Disponibilidade
<i>Tier I</i>	2x 12h para manutenção	28,8 h	99,67%
<i>Tier II</i>	3x 2h para manutenção	22 h	99,75%
<i>Tier III</i>	-	1,6 h	99,98%
<i>Tier IV</i>	-	0,8 h	99,99%

Fonte: MARIN (2011).

2.4. NORMA ANSI/BICSI 002

A ANSI/BICSI 002 é a norma mais completa sobre infraestrutura para Data Centers, onde há vários tópicos que tratam e classificam toda a infraestrutura de um site, tais como: Sistema de distribuição elétrica; Cabeamento estruturado; Sistema de climatização; Meio Ambiente; Automação; Segurança e entre outros tópicos.

A norma ANSI/BICSI-002 (*Data Center Design and Implementation Best Practices*, em português, Projeto de Data Center e Melhores Práticas de Implementação) é uma norma desenvolvida pelo subcomitê de normalização BICSI 002 (SC 002), a qual também é uma associação norte-americana como a instituição ANSI (FAZION, 2017).

A norma ANSI/TIA-942-A foi originada através da norma da BICSI. A ANSI é uma instituição que faz a acreditação de normas de outras instituições, e isso aconteceu com a BICSI-002, a partir do momento em que além de desenvolver padrões para cabeamento estruturado, ela criou uma divisão dentro da associação, com a responsabilidade de desenvolver normas nacionais e internacionais alinhadas com as diretrizes da ISO. A partir de então, as normas da BICSI passaram a ser reconhecidas pela ANSI, como também, obtiveram o status de norma nacional nos Estados Unidos e também, obteve reconhecimento internacional (FAZION, 2016).

No entanto, por questões legais, essa norma não é adotada no Brasil. Vale

destacar que, as únicas normas reconhecidas no Brasil são as próprias normas brasileiras (NBR) e as normas internacionais (ISO) (FAZION, 2016).

A norma ANSI/BICSI-002, assim como as outras normas, também definiu uma classificação para Data Centers, definidas como F0 a F4. Sendo *F0* a classificação mais baixa e *F4* a classificação mais alta, as quais são classificadas de acordo com a disponibilidade da infraestrutura do site.

2.4.1. Data Center Classe F0

Os Data Centers que se enquadram nessa classificação, são sites que apresentam aproximadamente 400 h de manutenção planejada anualmente com a interrupção das operações dos sistemas durante essas atividades, obtendo assim, uma probabilidade de disponibilidade inferior a 99% (MARIN, 2011).

Um Data Center classe *F0* possui as seguintes características (FAZION, 2017):

- Apresenta uma infraestrutura básica para atender os equipamentos críticos de TI, ou seja, não há a presença de componentes ou subsistemas redundantes;
- Não há um sistema de backup para o sistema de alimentação elétrica, assim como, para o sistema de climatização;
- Não há um grupo de geradores e nem módulos de UPS.

2.4.2. Data Center Classe F1

Os sites com classe *F1*, apresentam uma totalidade de 100 a 400 h por ano para manutenção, levando a interrupção das operações do site devido a estas atividades, alcançando assim, uma disponibilidade de 99% (MARIN, 2011).

Um Data Center classe *F1* possui as seguintes características (FAZION, 2017):

- Assim como, a classe *F0*, há a presença de uma única infraestrutura básica para atender a carga crítica de TI, não obtendo nenhum componente ou subsistema de redundância;
- O sistema elétrico possui apenas um único caminho de distribuição, assim como o sistema de climatização;

- Diferente da classe *F0*, há a presença de um grupo de geradores, como também de módulos UPS.
- Equipamentos como estabilizadores de tensão e dispositivos de proteção contra surtos (DPS), são utilizados para proteger os equipamentos críticos de TI.

2.4.3. Data Center Classe *F2*

Os Data Centers com a condição *F2*, possuem uma disponibilidade superior aos níveis de redundância de sites classe *F0* e *F1*. A classe *F2* apresenta uma probabilidade mais baixa de falhas, proporcionando uma disponibilidade de 99,9%, ou seja, podem ter entre 50 a 90 h de manutenção por ano (MARIN, 2011).

Os Data Centers classe *F2* possui as seguintes características (FAZION, 2017):

- Oferecem um risco moderado de paradas para manutenção ou por diversos tipos de falhas;
- Diferente das classes *F0* e *F1*, uma classe *F2* possui redundância para componentes críticos;
- O sistema de distribuição elétrica possui redundância, como a utilização de módulos UPS (o principal e o de *backup*), grupos de geradores (o principal e o de backup), chaves de transferência automática (ATS) e controles;
- Os sistemas de climatização também possuem redundância.

2.4.4. Data Center Classe *F3*

A classe *F3* deve ser considerada para Data Centers com requisitos de disponibilidade mais exigentes. Os sites com esta classificação podem ter entre 0 a 40 h de manutenção por ano, possuindo assim, uma disponibilidade de 99,99% (MARIN, 2011).

Os Data Centers classe *F3* possuem as seguintes características (FAZION, 2017):

- Uma infraestrutura com maior confiabilidade e capacidade de manutenção, diminuindo a parada do site devido a falhas acidentais ou atividades planejadas;
- Permite a manutenção e operação simultaneamente;
- Apresenta um sistema de distribuição elétrica (principal) e um ramo alternativo para os equipamentos críticos de TI (*backup*). Esse ramo de distribuição elétrica não precisa ser mantido energizado;
- Possui sistema de climatização redundante, assim como, geradores, UPS e outros sistemas e componentes redundantes para não permitir a parada do site.

2.4.5. Data Center F4

Os Data Centers classificados como *F4* possuem uma infraestrutura projetada para garantir a operação contínua do site mesmo durante atividades planejadas ou imprevistas.

Data Centers *F4* não permitem paradas para manutenção em nenhum momento, eles devem operar ininterruptamente, apresentando uma disponibilidade de 99,999% (MARIN, 2011).

As principais características de um Data Center *F4* são as seguintes (FAZION, 2017):

- Todos os componentes e subsistemas críticos e não críticos apresentam redundância;
- Os sistemas do edifício são autossuficientes em eventos adversos, permitindo que não haja a parada do funcionamento dos equipamentos na *computer room*;
- Possui um sistema elétrico completamente tolerante a falhas. Apresenta um ramo alternativo de distribuição elétrica que é mantido energizado, diferente de um site classe F3;
- Possui sistemas, módulos e componentes redundantes.

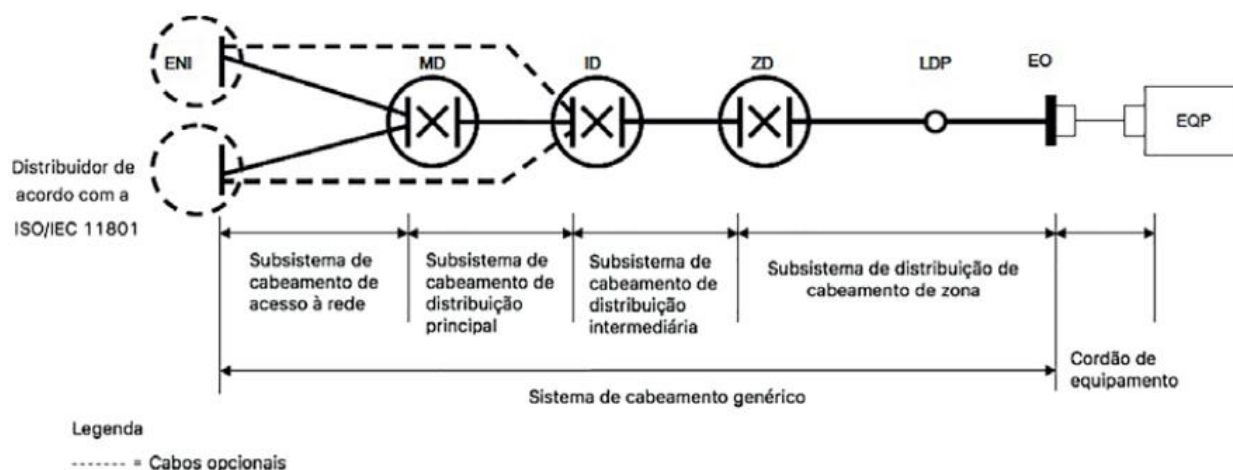
2.5. NORMA ISO/IEC 24764:2010

A norma ISO/IEC 24764:2010 especifica um sistema de cabeamento genérico que suporta uma ampla gama de serviços de comunicações para uso em Data Centers e cobre cabeamento metálico e óptico (FAZION, 2017).

A ISO/IEC 24764 é uma norma que não classifica um Data Center com base na sua infraestrutura, ela é apenas uma norma que especifica cabeamento estruturado principalmente para ambientes que possuem equipamentos críticos de TI, como os Data Centers.

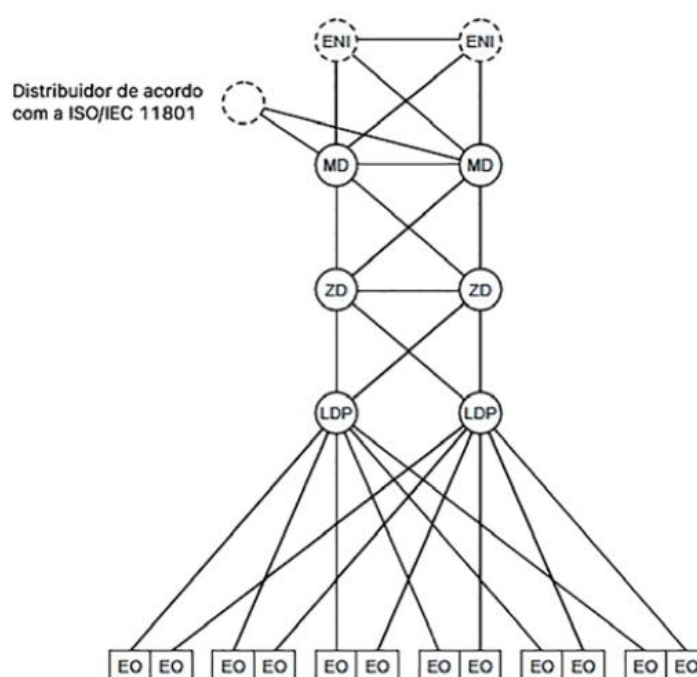
Essa norma, tem como principal objetivo ser um complemento a norma ISO/IEC 11801, a qual é uma norma de cabeamento estruturado genérico. Tanto a ISO/IEC 24764 como a ISO/IEC 11801, não apresentam uma classificação para Data Centers (FAZION, 2017). No entanto, ambas apresentam uma topologia de cabeamento estruturado (Figura 3), como também, uma topologia de redundância do cabeamento (Figura 4), considerando distribuidores, cabeamento e caminhos redundantes.

Figura 3 - Topologia de cabeamento estruturado.



Fonte: MARIN (2011).

Figura 4 - Redundância entre elementos funcionais.



Fonte: MARIN (2011).

Com base na primeira imagem dessa seção (Figura 3), é possível observar os elementos funcionais que constituem um cabeamento estruturado, tais como (MARIN, 2011):

- A interface de acesso à rede (ENI);
- O subsistema de cabeamento de acesso à rede;
- O Distribuidor principal (MD);
- O subsistema de cabeamento de distribuição principal (subsistema de *backbone*);
- O distribuidor intermediário (ID);
- O subsistema de cabeamento de distribuição intermediária;
- O distribuidor de zona (ZD);
- O subsistema de cabeamento de distribuição de zona (subsistema de cabeamento horizontal);

- O ponto de conexão local (LDP);
- O cabeamento do equipamento;
- A tomada de equipamento (EO).

Em seguida, com base na segunda imagem dessa seção (Figura 4), é possível observar que a topologia proposta na norma ISO/IEC 24764 apresenta um cabeamento totalmente redundante, ou seja, caso haja uma falha em algum dos caminhos na infraestrutura de cabeamento, haverá a conexão dos equipamentos ativos na *computer room* por outro caminho, garantindo assim, a continuidade das operações.

Logo, na parte inferior da topologia (Figura 4), é possível observar a instalação de duas tomadas de equipamentos (EO) para assegurar a energização e conexão dos equipamentos críticos de TI à rede em caso de falhas em equipamentos.

Por fim, ao observar a estrutura da norma ISO/IEC 24764:2010 como da norma ABNT NBR 14565:2013 que é será apresentada a seguir, é notável a semelhança em ambas as estruturas, contudo, a primeira trata-se apenas de cabeamento estruturado para Data Centers, enquanto a segunda, aborda também, outros aspectos relacionado a infraestrutura de Data Centers.

2.6. NORMA ABNT NBR 14565:2013

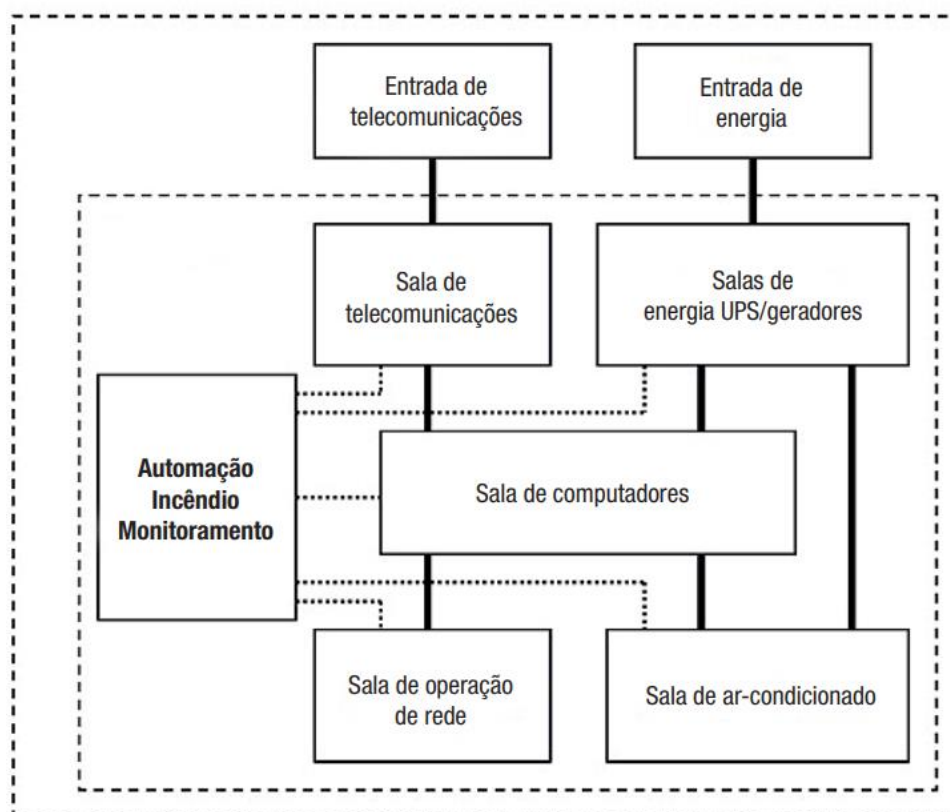
A NBR 14565:2013 é uma norma brasileira válida em todo o território nacional. Diferente da ISO/IEC 24764:2010, ela abrange conceitos de cabeamento estruturado, como também, toda parte de projeto não só de Data Centers como também, para edifícios comerciais (FAZION, 2017).

Inicialmente, a NBR 14565 tinha em seu título “Cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais”, o qual foi substituído e atualmente está presente como “Cabeamento estruturado para edifícios e Data Centers”, incluindo tópicos para a elaboração de projetos, distribuição elétrica, sistema de climatização, questões ambientais e de segurança entre outros (FAZION, 2017).

Mesmo tendo a presença de vários tópicos, o objetivo principal dessa norma é de fato, o cabeamento estruturado. Na ABNT NBR 14565 há a presença de topologias, como o anexo F (Figura 5) da própria norma que apresenta a topologia dos espaços

inter-relacionados de um Data Center.

Figura 5 - Topologia dos espaços inter-relacionados de um Data Center.



Fonte: MARIN (2011).

Com base nesta imagem (Figura 5), é apresentado os espaços que compõem um Data Center, podendo ser definidos como os espaços essenciais que vão existir sempre em um Data Center, como: Sala de computadores; Sala de Telecomunicações; Operação de rede; Sala de ar condicionado entre outros.

Além desses espaços principais, podem ser definidos como espaços de suporte, os seguintes ambientes, os quais podem ou não estarem presente na instalação, ou seja: Sala de armazenamento; Suporte técnico; espaço para teste de equipamentos; Sala de impressão e entre outros.

Por fim, um Data Center como um todo, pode ser entendido como um ambiente dentro de um edifício dedicado a abrigar a *computer room* (que abriga os equipamentos críticos de TI) e os espaços que garantem sua operação com alto grau de disponibilidade (MARIN, 2011).

Logo, pensando em quesito de classificação de Data Centers, a ABNT NBR 14565:2013 não defini classificações de infraestrutura de Data Center, no entanto adota o sistema de classificações em *Tiers*, o qual foi desenvolvido pela *The Uptime Institute* (FAZION, 2017). Sendo elas:

- *Tier I*: Data Center Básico;
- *Tier II*: Data Center com Componentes Redundantes;
- *Tier III*: Data Center com Manutenção e Operação Simultânea;
- *Tier IV*: Data Center tolerante a falhas.

3. CONCEITOS DE PROJETO DE UM DATA CENTER

Os Data Centers são ambientes de missão crítica, embora sejam ambientes que possam ser considerados de aplicação comercial, os critérios de projeto de infraestrutura de um site diferem totalmente de um projeto de infraestrutura de um típico edifício comercial (FAZION, 2016).

Sendo assim, o primeiro passo é a identificação de seus níveis de disponibilidade e redundância que são a base para definir o design do Data Center.

Após ter determinado esses critérios, o segundo passo é o planejamento dos espaços, tais como: Sala de baterias e UPS; Sala de ar condicionado; Sala de operações (NOC); Dimensionamento da sala de computadores, dos racks; Localização do Data Center entre outros aspectos (FAZION, 2016).

Em seguida, tendo a planta baixa esquematizada, o próximo passo é a elaboração da infraestrutura de distribuição elétrica que é considerada como o sistema mais crítico. E juntamente com essa etapa, também é realizada a parte de infraestrutura do sistema de climatização, que também é considerado tão crítico quanto a alimentação elétrica da carga de TI.

Pois, o sistema elétrico é o que permite o funcionamento do site como um todo, e o sistema de climatização é o que permite o resfriamento dos equipamentos de TI que proporcionam altas temperaturas na *computer room*. E se esses sistemas não forem devidamente planejados, ocorrerá falhas nas operações ou até mesmo desligamento dos equipamentos de TI (MARIN, 2011).

Por conseguinte, um próximo passo é a elaboração do cabeamento estruturado que deve ser projetado de modo a permitir um alto nível de cabeamento, que abrange tanto a parte interna do site como o cabeamento que vem da parte externa.

Em seguida, são elaborados os sistemas de automação e controle de incêndio, como também, os sistemas de segurança que são importantes para manter a integridade do site.

Por fim, como os Data Centers são ambientes que consomem uma quantidade grande de energia, o sistema de eficiência energética é outro passo muito importante para a elaboração do projeto.

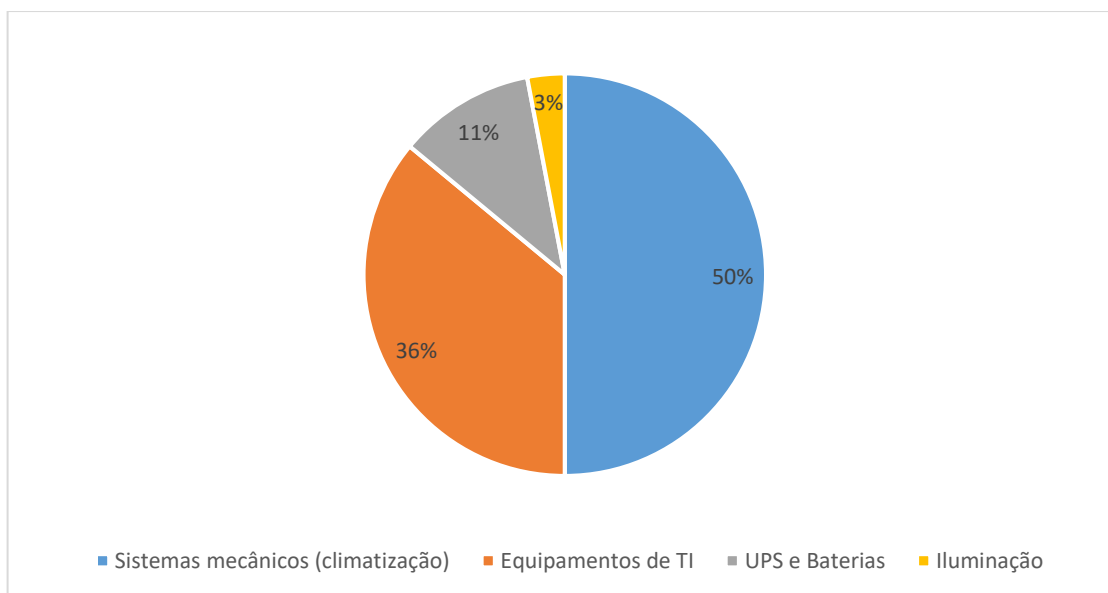
Logo, tendo projetado todos os sistemas desse ambiente de missão crítica, a execução é realizada primeiramente com obras civis, e após a instalação do contra piso, portas, paredes e afins, a instalação do piso elevado, principalmente na sala de

computadores é realizada. Tendo finalizado essas etapas, há a presença de múltiplas equipes que trabalham em paralelo para a execução dos subsistemas do Data Center que são: Infraestrutura elétrica e de comunicação; Sistema de detecção e combate a incêndio; Sistema preciso de climatização; Sistema elétrico e Sistema de comunicação e cabeamento estruturado.

Após a finalização da implementação do projeto, é realizado testes de validação na infraestrutura do ambiente para que a partir de então, o Data Center possa ser energizado, assim como, possa acontecer o processo de *moving* de ativos, ou seja, o transporte dos equipamentos críticos de TI para o novo site.

Por fim, é apresentado (Gráfico 1) uma estimativa proporcional dos custos dos sistemas principais que compõem um Data Center.

Gráfico 1 - Consumo médio de um Data Center em função de seus sistemas principais.



Fonte: MARIN (2011).

Logo, é possível observar que, os sistemas de energia e ar condicionado são os que apresentam um maior valor nos custos, por se tratarem dos sistemas mais críticos presentes em um DC, no entanto, os valores dos custos dos diversos sistemas que compõem o site irão variar dependendo de suas dimensões e de suas disponibilidades.

3.1. REDUNDÂNCIA, DISPONIBILIDADE E CONFIABILIDADE

Como já mencionado, o primeiro passo para realizar um projeto de um Data Center é definir e calcular os seus níveis de Redundância, Disponibilidade e Confiabilidade, pois, para se classificar um Data Center, deve-se analisar estes três fatores principais.

Os Data Centers são ambientes que devem oferecer o máximo de disponibilidade possível, próximos dos 100%, ou seja, por se tratarem de ambientes de missão crítica, eles devem garantir a operação ininterrupta dos sistemas e equipamentos, independente se seja uma falha técnica, humana ou uma manutenção preventiva ou corretiva (FAZION, 2016).

No entanto, para se garantir altos níveis de disponibilidade próximos dos 100%, é necessário a presença de sistemas e equipamentos que possuem redundância, os quais serão capazes de suprir qualquer tipo de falha por motivos conhecidos (manutenção preventiva ou corretiva) ou desconhecidos (falhas de operação ou humanas).

Por fim, pode-se dizer que a redundância em sistemas e equipamentos levam a um alto valor de disponibilidade dos sites, assim como, um alto valor de confiabilidade nos sistemas e equipamentos que estão presentes nesse ambiente.

3.1.1. REDUNDÂNCIA

Segundo Paulo Sérgio Marin, a redundância pode ser entendida como a duplicidades de partes, módulos, caminhos, componentes e sistemas com a finalidade de evitar o tempo de parada (*downtime*) de um site, que geralmente são paradas devido a manutenção corretiva ou preventiva, ou por falhas técnicas ou humanas (MARIN, 2011).

A redundância tem como objetivo aumentar a disponibilidade de um site, a qual é expressa em porcentagem (ao longo de um período de um ano) e se aplica a um sistema ou componentes.

3.1.2. DISPONIBILIDADE

Segundo Marin, a disponibilidade de um determinado sistema é o tempo durante o qual ele está em operação em relação ao tempo em que ele deve estar em operação (MARIN, 2011).

Logo, a disponibilidade é determinada como a razão entre o tempo do sistema em operação pelo tempo total em que o sistema existe entre as falhas. Em notação matemática, é definida da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (1)$$

onde,

[*MTBF*] é o tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Failures*);

[*MTTR*] é o tempo médio para reparo (*Mean Time To Repair*).

Ambos, são calculados da seguinte forma:

$$MTBF = \frac{\text{Somatório de horas em bom funcionamento}}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva}} \quad (2)$$

$$MTTR = \frac{\text{Somatório dos tempos de reparo}}{\text{Número de intervenções realizadas}} \quad (3)$$

Sendo assim, para exemplificar, pode-se verificar a disponibilidade que um Data Center com classificações *Tier I, II, III e IV* possuem, comprovando assim os valores presentes na Tabela 2.

Conforme a Tabela 2, um Data Center *Tier I* geralmente apresenta 2 paradas por ano de aproximadamente 12:00 h para manutenção, totalizando 28,8 h por ano. Portanto, utilizando a equação 1, e considerando um tempo de 1 ano (8760 h) do sistema em operação, encontra-se uma disponibilidade de:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{8760 \text{ (Total de horas em um ano)}}{8760 + 28,8} * 100 = 99,67\% \quad (4)$$

Realizando o mesmo cálculo e utilizando os valores da Tabela 2 para Data Centers *Tier II, III e IV*, obtém-se os seguintes valores de disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{8760 \text{ (Total de horas em um ano)}}{8760 + 22} * 100 = 99,75\% \quad (5)$$

$$Disponibilidade = \frac{8760 \text{ (Total de horas em um ano)}}{8760 + 1,6} * 100 = 99,98\% \quad (6)$$

$$Disponibilidade = \frac{8760 \text{ (Total de horas em um ano)}}{8760 + 0,8} * 100 = 99,99\% \quad (7)$$

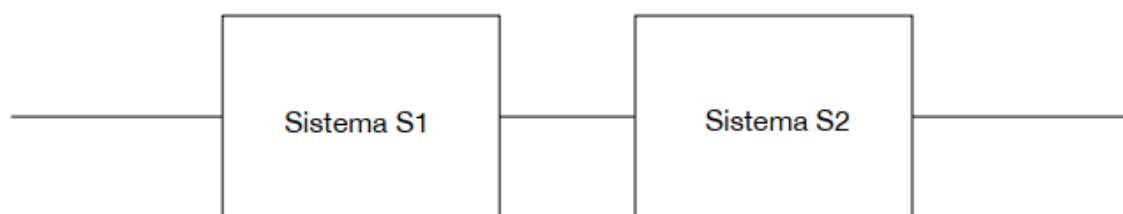
Logo, analisando os resultados encontrados, observa-se que a infraestrutura de um site deve apresentar no mínimo uma disponibilidade de 99,67% a uma disponibilidade máxima de 100%, no entanto, isso se trataria de uma situação ideal, ou seja, um sistema que jamais apresentaria falhas, o que na prática não é verdade.

Contudo, ao se comparar um sistema com disponibilidade de 99,99% com um sistema com disponibilidade de 99,999%, isso representa um valor muito significativo, pois cada “nove” adicional aumenta a ordem de grandeza de disponibilidade em um fator de 10. Em termos mais práticos, a adição de um “nove” pode representar um custo dez vezes superior no investimento de um sistema de um Data Center (MARIN, 2011).

Por fim, vale ressaltar que, a infraestrutura de um Data Center é formada por um sistema híbrido, ou seja, que há a presença de vários componentes ou elementos com diferentes *MTBF* que devem ser calculados com base em sua topologia híbrida que pode ser em série ou paralela.

Um sistema híbrido em série é representado da seguinte forma (Figura 6).

Figura 6 - Topologia de um sistema híbrido em série.



Fonte: MARIN (2011).

A disponibilidade de um sistema híbrido em série é calculada da seguinte forma:

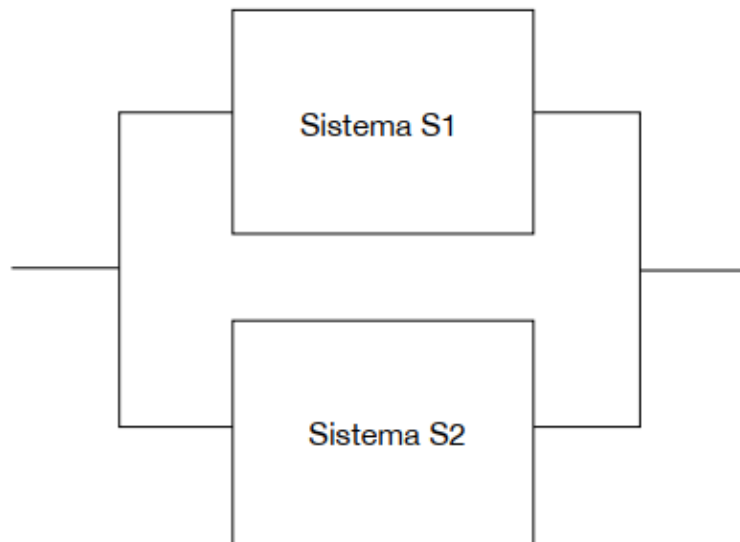
$$Disponibilidade_{série} = (S1) * (S2) = \left(\frac{MTBF_1}{MTBF_1 + MTTR_1} \right) * \left(\frac{MTBF_2}{MTBF_2 + MTTR_2} \right) \quad (8)$$

Logo, supondo um site que apresenta um Sistema 1 com disponibilidade de 60% e um Sistema 2 com disponibilidade de 80%, a disponibilidade total de um sistema híbrido em série, conforme a equação 8 é de:

$$Disponibilidade_{série} = (S1) * (S2) = (0,60) * (0,80) = 0,48 = 48\% \quad (9)$$

Já um sistema híbrido em paralelo é representado da seguinte forma (Figura 7).

Figura 7 - Topologia de um sistema híbrido em paralelo.



Fonte: MARIN (2011).

Onde, a disponibilidade de um sistema híbrido em paralelo é calculada da seguinte forma:

$$Disponibilidade_{paralelo} = (S1 + S2) - (S1) * (S2) \quad (10)$$

Logo, considerando os mesmos valores para o Sistema 1 e Sistema 2, exemplificados para um sistema em série, chega-se num valor de disponibilidade de:

$$Disponibilidade_{paralelo} = (0,60 + 0,80) - (0,60) * (0,80) = 0,92 = 92\% \quad (11)$$

Portanto, ao se comparar a disponibilidade de um sistema híbrido em série com um sistema híbrido em paralelo é notável que um sistema em paralelo vai possuir uma disponibilidade superior a um sistema em série. Isso se deve ao fato de que, em um sistema em série, caso um componente ou sistema venha a falhar, o outro não pode operar. E quando se trata de um sistema em paralelo, caso um componente ou sistema venha a falhar, a continuidade da operação não é interrompida.

3.1.3. CONFIABILIDADE

Conforme Paulo Marin, a confiabilidade pode ser definida como a probabilidade de um sistema não apresentar falhas antes de uma quantidade de horas bem determinada (t) (MARIN, 2011). A confiabilidade de um sistema é calculada da seguinte forma:

O primeiro passo é calcular o *MTBF* (Equação 12), para posteriormente calcular a Taxa de Falhas (Equação 13) e por fim, calcular a confiabilidade (Equação 14).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo em bom funcionamento}}{\text{Número de falhas}} \quad (12)$$

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF} \quad (13)$$

$$\text{Confiabilidade} = e^{-\lambda(t) * t} \quad (14)$$

Sendo,

[*MTBF*] o tempo médio entre falhas (*Main Time Between Failures*);

[$\lambda(t)$] a taxa de falhas.

Logo, para exemplificar o cálculo de confiabilidade, considera-se um Sistema com uma *MTBF* de 16.000 horas e um intervalo de tempo *t*, de um ano (8760 horas), deste modo:

$$\text{Confiabilidade} = e^{-\frac{8760}{16000}} * 100 = 57,83\% \quad (15)$$

Portanto, um sistema que não apresenta falhas durante um ano (8760 horas) de operação contínua, que apresenta um tempo médio entre falhas de 16.000 horas, apresenta uma confiabilidade de 57,83%.

Já para sistemas que apresentam vários componentes, o cálculo da confiabilidade total é determinado da seguinte forma (Equação 17):

$$\text{Confiabilidade} = e^{-t * \left[\left(\frac{1}{MTBF_1} \right) * \left(\frac{1}{MTBF_2} \right) * \left(\frac{1}{MTBF_3} \right) * \dots \right]} \quad (16)$$

Logo, exemplificando, para um sistema que apresenta três componentes com *MTBF* com valores de 16.000, 20.000 e 24.000 horas, respectivamente, medidas a um período de um ano (8760 horas) apresentará uma confiabilidade de:

$$\text{Confiabilidade} = e^{-8760 * \left[\left(\frac{1}{16000} \right) + \left(\frac{1}{20000} \right) + \left(\frac{1}{24000} \right) \right]} * 100 = 25,91 \% \quad (17)$$

Por fim, a confiabilidade de um sistema híbrido tanto em série (Equação 18) como em paralelo (Equação 19) podem ser determinadas da seguinte forma:

$$\text{Confiabilidade}_{\text{série}} = (S1) * (S2) \quad (18)$$

$$\text{Confiabilidade}_{\text{paralelo}} = 1 - [(1 - S1)(1 - S2)] \quad (19)$$

Logo, para exemplificar, utilizando os mesmos valores para os Sistema 1 e

Sistema 2 que já foram utilizados anteriormente para calcular a disponibilidade de um sistema, chega-se aos seguintes resultados:

$$Confiabilidade_{série} = (0,60) * (0,80) = 0,48 * 100 = 48\% \quad (20)$$

$$Confiabilidade_{paralelo} = 1 - [(1 - 0,6)(1 - 0,80)] = 92\% \quad (21)$$

Portanto, observa-se que tanto a confiabilidade como a disponibilidade de um mesmo sistema, são determinadas da mesma forma, e proporcionam o mesmo resultado.

3.2. ESPAÇOS PRESENTES EM UM DATA CENTER

Após ter determinado os níveis de Disponibilidade e Confiabilidade, assim como, a redundância que o Data Center terá. Deve-se realizar o design dos espaços da infraestrutura desse ambiente de missão crítica.

Um Data Center apresenta vários subsistemas que devem ser considerados para o dimensionamento do mesmo. Assim como, há a presença de espaços essenciais que devem estar presentes em sua arquitetura. Logo, a própria norma ABNT NBR 14565:2013, nos fornece esses ambientes que devem estar presentes, tais como:

Entrada de Telecomunicações: Também conhecido como *Entrance Facility* (Facilidade de Entrada) é o ambiente onde os serviços de telecomunicações que provem da área externa entram na área da edificação (VIGNOLI, 2017);

Entrada de Energia: É o ambiente em que se encontra a entrada de energia elétrica da edificação (MATTEDE, 2022);

Sala de Telecomunicações: É o ambiente que faz a transição dos serviços de telecomunicações para dentro da edificação, ou seja, é o ambiente onde se encontram os equipamentos das operadoras;

Sala de Energia / UPS e geradores: Local onde se abriga UPS, Geradores e Nobreaks, os quais por preferência devem estar em salas separadas;

Sala de Computadores (Computer room): Local onde se abriga todos os equipamentos críticos de TI, como: roteadores, switches, equipamentos de voz entre outros (MARIN, 2011);

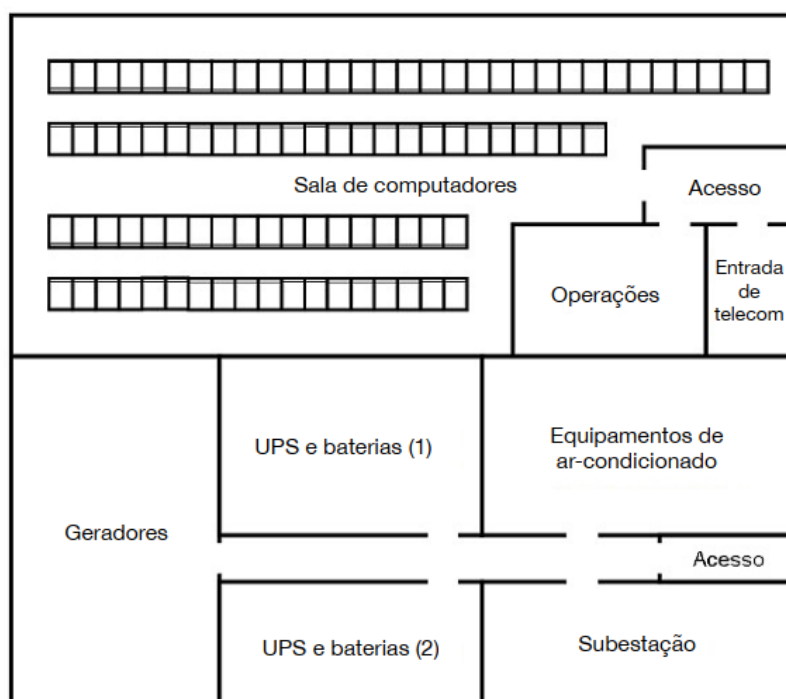
Automação incêndio e monitoramento: Ambiente em que se abriga os cilindros com gás extintor;

Sala de operação de rede: Também conhecido como NOC (*Network Operation Center*, em português, Centro de Operações de Rede), onde se encontra os analistas de rede que fazem todo o monitoramento da infraestrutura do Data Center;

Sala de Ar condicionado: Local onde se encontra as condensadoras do ar condicionado.

Logo, a mesma norma apresenta um *layout* de como esses espaços se relacionam entre si. No entanto, esse *layout* é apenas um exemplo da melhor locação dos espaços e não que deve ser rigorosamente seguido desta forma (FAZION, 2016). Abaixo é exemplificado estes espaços presentes em um Data Center (Figura 8).

Figura 8 - Layout de um Data Center.



Fonte: FAZION (2016).

Por fim, além da preocupação com o planejamento dos espaços que compõem um site, há uma preocupação com a localização geográfica em que se encontrará a instalação do Centro de Dados. Sendo assim, algumas normas como a NBR 14565:2013, ANSI/BICSI-002 e ANSI/TIA-942 trazem algumas recomendações sobre a localização geográfica ideal, tais como (FAZION, 2016):

- O local não deve estar sujeito a inundações (devem ser evitados locais próximos a rios, lagos, oceanos fundos de vales etc.);
- Deve-se evitar localidades próximas a cabeceiras de pistas de aeroportos por riscos de acidentes potenciais;
- Deve-se evitar a construção de Data Centers sob helipontos;
- Deve-se evitar locais sujeitos a abalos sísmicos;
- Deve-se evitar localidades muito próximas a linhas de transmissão elétrica;
- Locais com fácil acesso a rodovias são recomendados;
- Locais próximos às concessionárias de energia elétrica são recomendados;
- Locais próximos a centros de serviços são também recomendados;
- Condomínios comerciais específicos para abrigar Data Centers também podem ser boas localidades para se instalar um novo site (normalmente, eles já foram construídos levando-se os aspectos anteriormente citados em consideração).

3.3. INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM DATA CENTERS

A infraestrutura de distribuição elétrica é o sistema mais crítico presente em Data Centers, por ser responsável basicamente por toda a sua operação. Em questões de consumo de energia elétrica, esses ambientes podem estar no topo dos maiores consumidores de energia do mundo (FAZION, 2016).

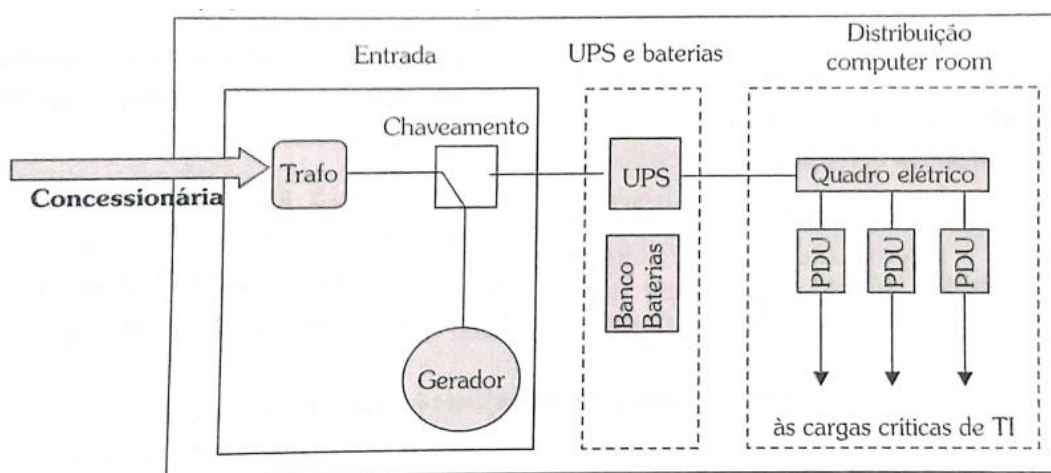
Pensando em questões de projetos, a infraestrutura de distribuição de energia é baseada de acordo com a classificação *Tier*, desenvolvida pela *The Uptime Institute*. Assim como, deve-se realizar cálculos para saber a capacidade de carga que será suportada por seu sistema elétrico.

“Se a capacidade do site for subestimada, as operações do Data Center podem ser afetadas (ou interrompidas) com o crescimento da carga devido as expansões futuras. Se a capacidade do site for superestimada, pode haver desperdício de dinheiro em soluções muito caras ou sofisticadas”. (MARIN, 2011, p. 91).

Logo, é apresentado de forma generalizada a distribuição de um sistema elétrico em um Data Center (Figura 9), onde está presente os seguintes elementos básicos, tais como (MARIN, 2011):

- Entrada de alimentação elétrica proveniente da concessionária;
- Grupo moto-gerador (referido simplesmente como gerador);
- Chaveadores (chaves de comutação);
- Sistema UPS (*Uninterruptable Power Supply*);
- Quadros/painéis de distribuição (PDU (*Power Distribution Unit*));
- Sistema de aterramento;

Figura 9 - Esquema genérico de uma distribuição elétrica em um Data Center.



Fonte: MARIN (2011).

No esquema (Figura 9), todos os componentes ali presentes podem estar instalados em um mesmo espaço físico ou podem ser instalados em espaços individuais. Geralmente, os bancos de baterias são instalados em uma sala isolada.

O quadro elétrico é normalmente instalado em uma sala de serviços elétricos e as PDUs, na maioria dos casos, são instalados dentro da *computer room* (MARIN, 2011). Contudo, as definições dos espaços vão depender muito das questões de projeto, assim como, da infraestrutura do site e da sua classificação *Tier*, bem como de acordo com os requisitos das normas, tais como a ABNT NBR 14565 e a ABNT NBR 5410 (Norma referente a cabeamento estruturado e a projetos elétricos).

3.3.1. COMPONENTES PRESENTES EM UM EQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DE UM DATA CENTER

Com base no diagrama (Figura 9) é possível observar a presença de vários componentes que compõem o sistema de distribuição elétrica de um site, e que independente de sua classificação em termos de disponibilidade e redundância, sempre estarão presente em um sistema elétrico de um Data Center.

Logo, é apresentado estes componentes, assim como, suas funcionalidades e a importância para a operação do sistema.

3.3.1.1. Transformadores

Também conhecidos como Trafo ou Transformador abaixador (Figura 10) é responsável por distribuir a energia gerada até os consumidores, com valores diferentes do que vem proveniente das linhas de transmissão. Geralmente, esses valores são padronizados entre 11 kV, 13,2 kV, 15 kV etc, adequados de acordo com cada tipo de consumidor (MATTEDE, 2022).

Em questões de projeto, um transformador, pode ser instalado tanto dentro quanto fora do Data Center em subestações abrigadas. Entretanto, por questões de segurança, é recomendado que seja instalado dentro das instalações do site (MARIN, 2011).

Figura 10 - Transformador.



Fonte: CRUSHTYMKS (2019).

3.3.1.2. Chave de Transferência

As chaves de transferência (Figura 11), também conhecidas como ATS (*Automatic Transfer Switch*) é um dos dispositivos essenciais de um sistema completo de fornecimento de energia. De acordo com o diagrama (Figura 9), a chave de transferência atua entre a concessionária e o gerador, ou até mesmo, pode atuar entre outros tipos de fontes de energia elétrica disponíveis.

Em questões de funcionalidade, quando a fonte de alimentação normal, proveniente da concessionária falha, a chave de transferência automática detecta isso e envia um comando de partida para o gerador que ao atingir a frequência e tensão adequada, a chave o conecta ao sistema de distribuição do site (MARIN, 2011).

Uma observação a se fazer, é em relação ao tempo de comutação entre as fontes, o qual é da ordem de dezenas de segundos ou até mesmo alguns poucos minutos. O fato é de que, durante o tempo de transição entre as fontes, as cargas conectadas ao sistema elétrico do Data Center não são capazes de operar (MARIN, 2011). É por este motivo que são utilizados os sistemas de UPS (*Uninterruptable Power Supply*).

Figura 11 - Chave de Transferência Automática (ATS).



Fonte: MERCADO LIVRE (2022).

3.3.1.3. Sistemas de UPS e Baterias

Os sistemas de UPS (Figura 12) possuem como principal funcionalidade a manutenção da carga crítica de TI no Data Center, até que os grupos geradores estejam prontos para assumir a alimentação desses equipamentos, devido há falta de energia proveniente da concessionária. Após os geradores assumirem a alimentação do site, o sistema de UPS deixa de suportar a carga e volta ao estado inicial e de carga das baterias.

De forma simplificada, o sistema de UPS é alimentado pela energia elétrica a concessionária local, o qual utiliza essa fonte de energia para manter o ciclo de carga das baterias por meio de um conversor AC/DC (conversor de tensão em corrente alternada para tensão em corrente contínua). Logo, caso haja queda de energia elétrica proveniente da concessionária local, a carga armazenada pelas baterias (em corrente contínua) é convertida em corrente alternada por meio de um inversor DC/AC (que converte a tensão em corrente contínua das baterias, em tensão em corrente alternada) para alimentar as cargas a ele conectadas por meio da chave estática AC/DC (MARIN, 2011).

Figura 12 - Fonte de Alimentação Ininterrupta (UPS).



Fonte: SHENZHEN (2022).

Figura 13 - Banco de Baterias.



Fonte: SUPPLIER (2022).

3.3.1.4. Grupo Geradores

Os geradores (Figura 14), são basicamente, motores movidos a diesel, que tem como principal funcionalidade a geração de energia elétrica para suportar o Data Center no evento de falta de energia proveniente da concessionária local (MARIN, 2011).

Figura 14 - Grupo de Geradores.



Fonte: IKATAKWI (2022).

3.3.1.5. Quadros elétricos e PDUs

Uma Unidade de Distribuição de Energia (PDU), é o último elo na cadeia de alimentação que garante a entrega de energia as cargas críticas de TI (VERTIV, 2022). Uma PDU (Figura 15) pode ser desde uma “régua de tomadas” até um equipamento sofisticado montado dentro de um gabinete, passando por um quadro elétrico (MARIN, 2011). A sua principal funcionalidade é fazer a alimentação das cargas críticas presentes na *computer room*.

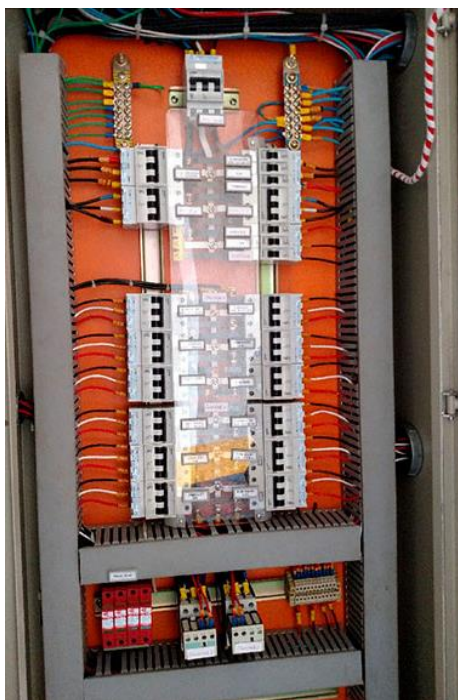
Já os quadros elétricos (Figura 16), são mais utilizados como referência ao quadro de distribuição principal, também conhecidos como QDC (Quadros de Distribuição de Circuitos) onde está presente todos os circuitos, assim como, todos os dispositivos de proteção da instalação.

Figura 15 - Unidade de Distribuição de Energia (PDU).



Fonte: EATON (2022).

Figura 16 - Quadro de Distribuição de Circuitos (QDC).



Fonte: ENERGY PARDIM (2022).

3.3.2. ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA COM BASE NA CLASSIFICAÇÃO TIER

As configurações de sistemas de distribuição elétrica baseadas na classificação Tier, são determinadas principalmente com base no nível de redundância que o

sistema oferece. Em questões de projeto, há parâmetros (Tabela 3) que ao ser relacionados com as classificações *Tier*, podem ajudar no dimensionamento do site, como na escolha da classificação mais adequada para o projeto em questão.

Tabela 3 - Parâmetros de avaliação para a determinação da classificação *Tier* do Data Center.

Parâmetros de Avaliação	Sim	Não
Há desconexão da carga crítica de TI com a queda da concessionária/subestação	Sem classificação <i>Tier</i>	<i>Tier I a Tier IV</i>
Há perda de redundância com a queda da concessionária	<i>Tier I</i>	<i>Tier II a Tier IV</i>
Há desconexões da carga em atividades de manutenção	<i>Tier I</i>	<i>Tier II a Tier IV</i>
Há perda de redundância durante as atividades de manutenção	<i>Tier I a Tier IV</i>	-
O Data Center deve ser desligado para a instalação de componentes adicionais no sistema elétrico do Data Center	<i>Tier I e Tier II</i>	<i>Tier III e Tier IV</i>
Tem capacidade de recuperação de falhas	<i>Tier IV</i>	<i>Tier I a Tier III</i>

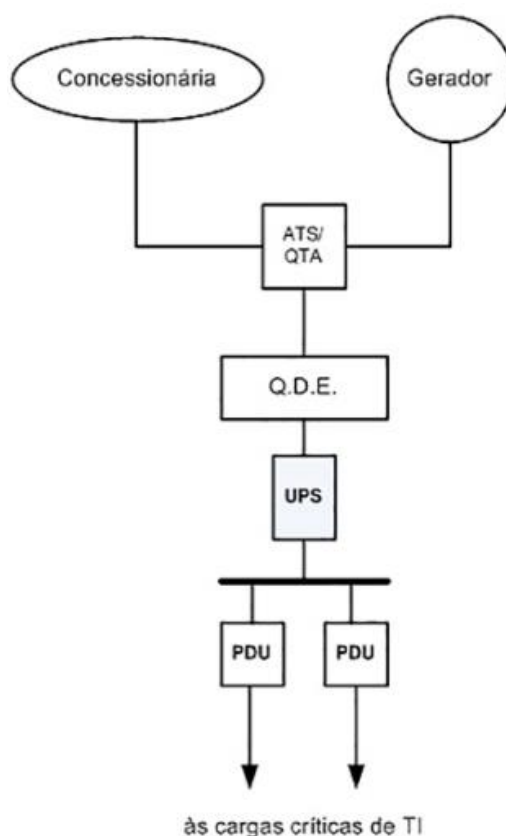
Fonte: MARIN (2011).

3.3.2.1. Esquema elétrico *Tier I*

Um esquema elétrico *Tier I* (Figura 17), não apresenta nenhuma redundância em seus componentes e no seu sistema, ou seja, ele apresenta o mínimo necessário para energizar o Data Center. Em condição normal de operação, o sistema elétrico é alimentado pela concessionária local. Em caso de falta de energia, o gerador assume a carga e, durante o período de comutação (quando a ATS/QTA aciona o gerador), o sistema de UPS mantém a carga crítica de TI em operação (FAZION, 2016).

Logo, é apresentado um resumo (Tabela 4) com as principais características que um Data Center com sistema de distribuição elétrica *Tier I* apresenta.

Figura 17 - Esquema elétrico simplificado Tier I.



Fonte: FAZION (2016).

Tabela 4 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier I.

Parâmetro	Característica
Redundância de componente	Não possui
Redundância de sistema	Não possui
UPS para cargas críticas de TI	Sim (pelo menos um equipamento)
Manutenção sob carga	Não permite sem a parada parcial ou total do site
Recuperação de Falhas	Não permite

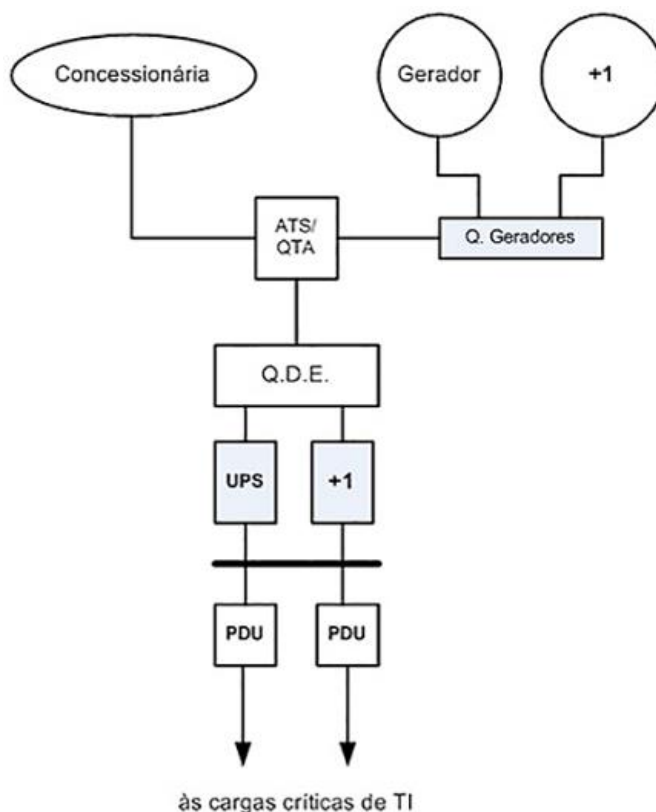
Fonte: MARIN (2011).

3.3.2.2. Esquema elétrico *Tier II*

Um esquema elétrico *Tier II* (Figura 18), é aquele que apresenta um grau de redundância em seus componentes. O sistema elétrico de um *Tier II* é alimentado pela concessionária local. Logo, em caso de falta de energia elétrica, o gerador é acionado por meio da ATS/QTA. Porém, caso haja uma falha no gerador principal (G), há um gerador redundante que é acionado (+1). Durante o período de comutação (quando ATS/QTA aciona os geradores), o sistema de UPS mantém a carga crítica de TI em operação. E caso o UPS principal (UPS) venha a falhar, o módulo redundante (+1) assume a carga crítica de TI (FAZION, 2016).

A seguir, é apresentado um resumo (Tabela 5) com as principais características que um Data Center com sistema de distribuição elétrica *Tier II* apresenta.

Figura 18 - Esquema elétrico simplificado Tier II.



Fonte: FAZION (2016).

Tabela 5 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier II.

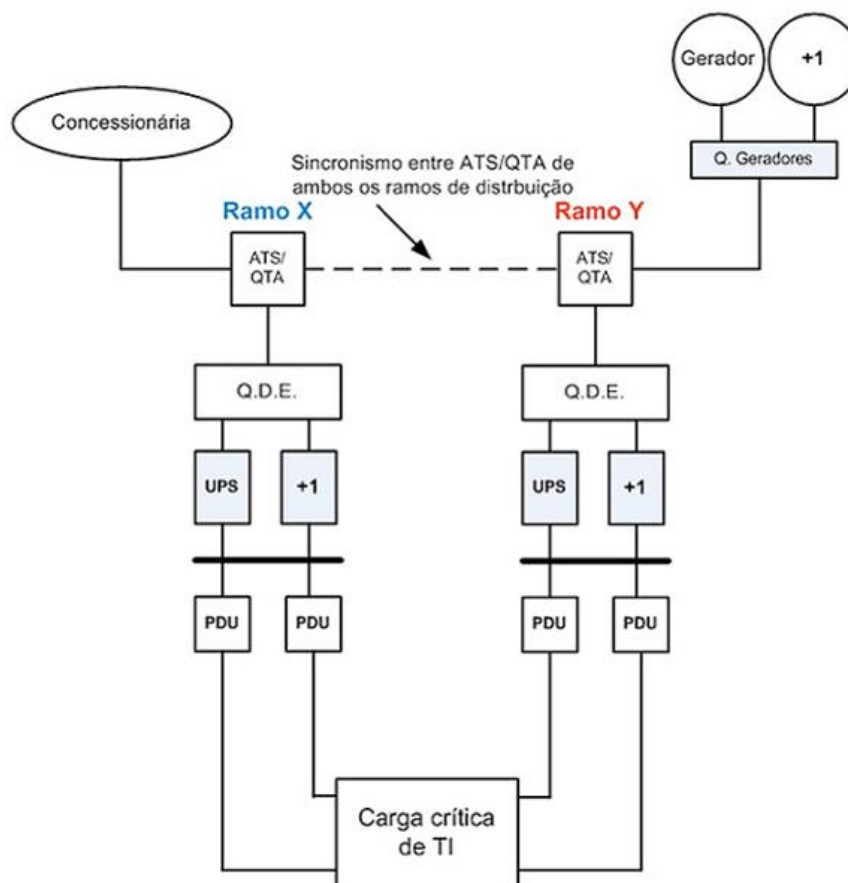
Parâmetro	Característica
Redundância de componente	N+1 (mínimo)
Redundância de sistema	N
UPS para cargas críticas de TI	Sim (pelo menos um equipamento)
Manutenção sob carga	Sim, em nível de sistema Não, em nível de distribuição
Recuperação de Falhas	Sim, em nível de sistema somente

Fonte: MARIN (2011).

3.3.2.3. Esquema elétrico Tier III

Um esquema elétrico *Tier III* (Figura 19), é aquele que permite que serviços de manutenção sejam realizados sem interrupção da operação.

Figura 19 - Esquema elétrico simplificado Tier III.



Fonte: FAZION (2016).

Conforme o esquema apresentado (Figura 19), o que o diferencia dos demais esquemas elétricos anteriormente apresentados é de que há a presença de um ramo alternativo para a alimentação da carga crítica de TI, ou seja, o “Ramo Y”. Cada ramo tem chaves de Transferência Automática (ATS/QTA) capazes de comutar a carga crítica para quaisquer dos ramos de distribuição e quaisquer das fontes, concessionárias e geradores (FAZION, 2016).

Como nas demais configurações apresentadas anteriormente, em operação normal a carga crítica é alimentada através do “Ramo X” pela concessionária local. Em caso de falta de energia, as chaves ATS/QTA sincronizadas comutam o “Ramo X”

aos geradores para a alimentação da carga crítica de TI. No entanto, em caso de falha elétrica em qualquer posição do “Ramo X”, a carga crítica de TI é comutada para qualquer das fontes através do “Ramo Y” (FAZION, 2016).

Logo, é apresentado um resumo (Tabela 6) com as principais características que um Data Center com sistema de distribuição elétrica *Tier III* apresenta.

Tabela 6 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier III.

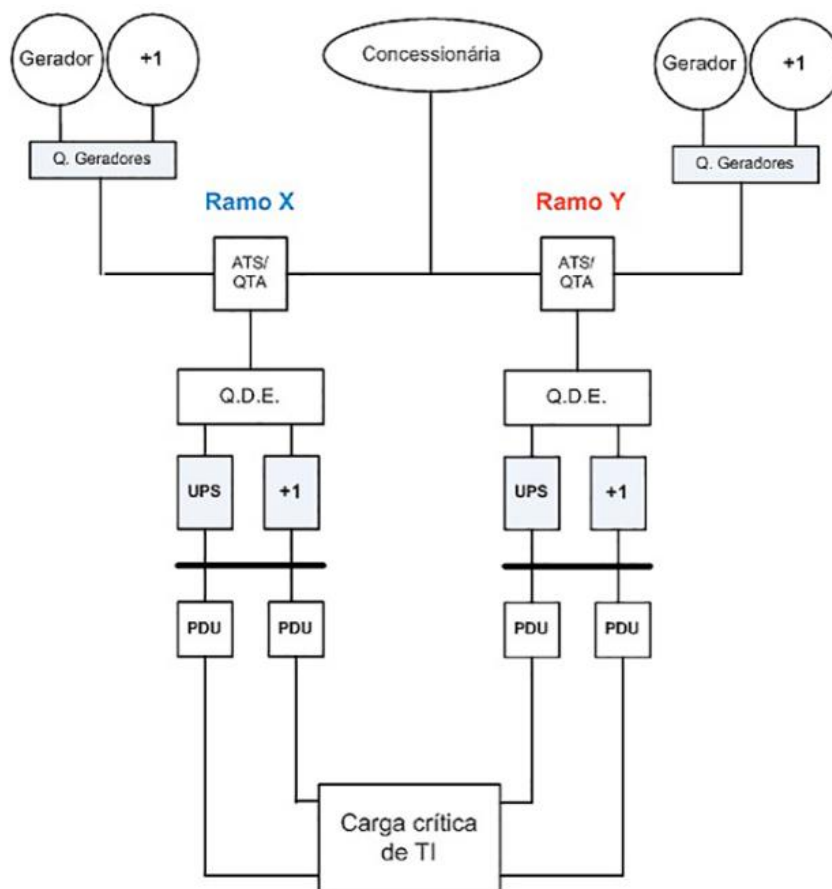
Parâmetro	Característica
Redundância de componente	N+1 (mínimo)
Redundância de sistema	Não
UPS para cargas críticas de TI	Sim (pelo menos um equipamento)
Manutenção sob carga	Sim, com a redução do sistema N+1 (ou maior) para N durante a manutenção
Recuperação de Falhas	Sim, em nível de distribuição, com a redução do sistema ou redundância de N+1 (ou maior), para N depois da falha e antes da recuperação

Fonte: MARIN (2011).

3.3.2.4. Esquema elétrico *Tier IV*

Um esquema elétrico *Tier IV* (Figura 20), é aquele que tem a capacidade de recuperação automática de falhas tanto de componentes e sistemas da distribuição elétrica quanto do ramo de distribuição.

Figura 20 - Esquema elétrico simplificado Tier IV.



Fonte: FAZION (2016).

Conforme esquema apresentado (Figura 20), o que caracteriza e diferencia o esquema elétrico de um *Tier IV* para um *Tier III* é de que este sistema apresenta dois ramos de distribuição de energia elétrica que estão simultaneamente ativos, ou seja, ambos os ramos de distribuição elétrica do Data Center são alimentados pela energia proveniente da concessionária. Logo, na falta de energia da concessionária, os geradores são acionados e as cargas permanecem em operação por qualquer um (ou ambos) dos ramos de distribuição (FAZION, 2016).

Logo, é apresentado um resumo (Tabela 7) com as principais características que um Data Center com sistema de distribuição elétrica *Tier IV* apresenta.

Tabela 7 - Parâmetros de um sistema elétrico de um Data Center Tier IV.

Parâmetro	Característica
Redundância de componente	Igual ou superior a N+1
Redundância de sistema	Sim
UPS para cargas críticas de TI	Sim (dois equipamentos, no mínimo)
Manutenção sob carga	Sim, com a redução da redundância do sistema para N em um sistema 2N e em sistema 2(N+1) durante a manutenção
Recuperação de Falhas	Sim, com a redução para uma redundância inferior a N em um sistema 2N, ou N+1 em um sistema 2(N+1) durante e após a falha e antes da recuperação

Fonte: MARIN (2011).

Por fim, tanto para um sistema elétrico com base na classificação *Tier III* como para a classificação *Tier IV*, recomenda-se que seja instalada uma unidade lógica programável (PLC, *Programmable Logic Control*, em português, Controlador Lógico Programável) para gerenciar o sistema mecânico do site, otimizar sua eficiência energética, ciclo de utilização do sistema, bem como disparar alarmes e sinais de alerta. (MARIN, 2011).

3.4. ATERRAMENTO NO DATA CENTER

O aterramento faz parte de qualquer projeto elétrico, tanto de edifícios comerciais como residenciais. Neste caso, falando-se no aterramento de um Data Center, pode-se dizer que não há um aterramento específico para ele, mas há normas como: a **NBR 5410** (Instalações Elétricas de Baixa Tensão); **NBR 5419** (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)); **ANSI/TIA-607-C** (Aterramento

para Sistemas de Telecomunicações em Edifícios); **ANSI/BICSI 002** (Projeto de Data Centers e Melhores Práticas de Implementação); entre outras que especificam como um aterramento de um Data Center deve ser realizado.

De acordo com essas normas técnicas, deve-se apresentar os seguintes elementos (MARIN, 2011):

- Sistema de aterramento do edifício;
- Aterramento do sistema elétrico (cargas não relacionadas aos equipamentos de TI);
- Sistema de aterramento da *computer room*;
- Aterramento de “sinal” (*Signal Reference Grid* (SRG), em português, Grade de Referência de Sinal).

Um Data Center pode ser construído em um edifício destinado exclusivamente a ele (Figura 21) ou compartilhar espaços, como é o caso de edifícios comerciais (Figura 22). Neste último caso, o aterramento do Data Center deve ser conectado ao aterramento do edifício. Logo, é apresentado um típico sistema de aterramento em um edifício comercial (Figura 23).

Figura 21 - Data Center em um espaço único.



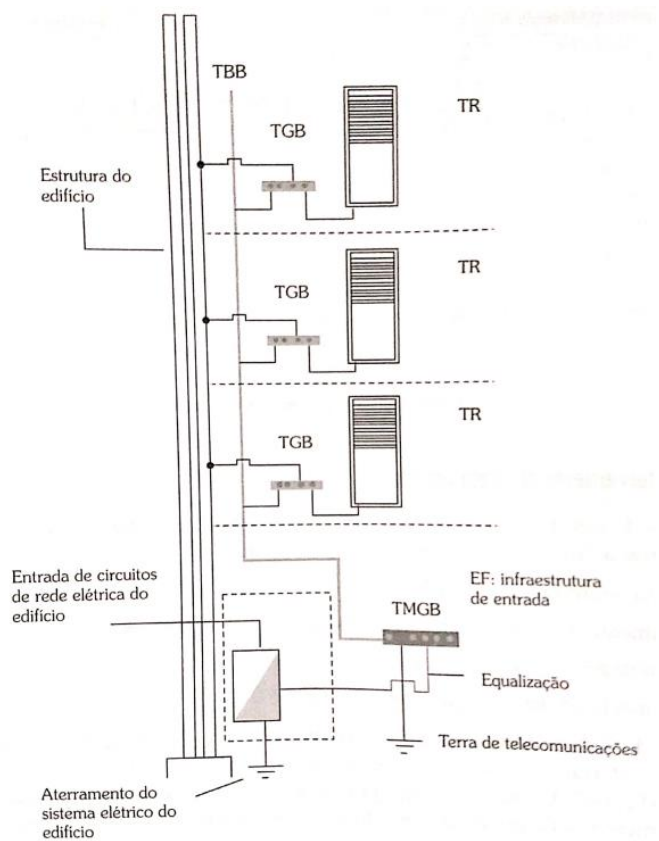
Fonte: OLHAR DIGITAL (2021).

Figura 22 - Data Center em um espaço compartilhado.



Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2018).

Figura 23 - Típico sistema de aterramento de um edifício comercial.

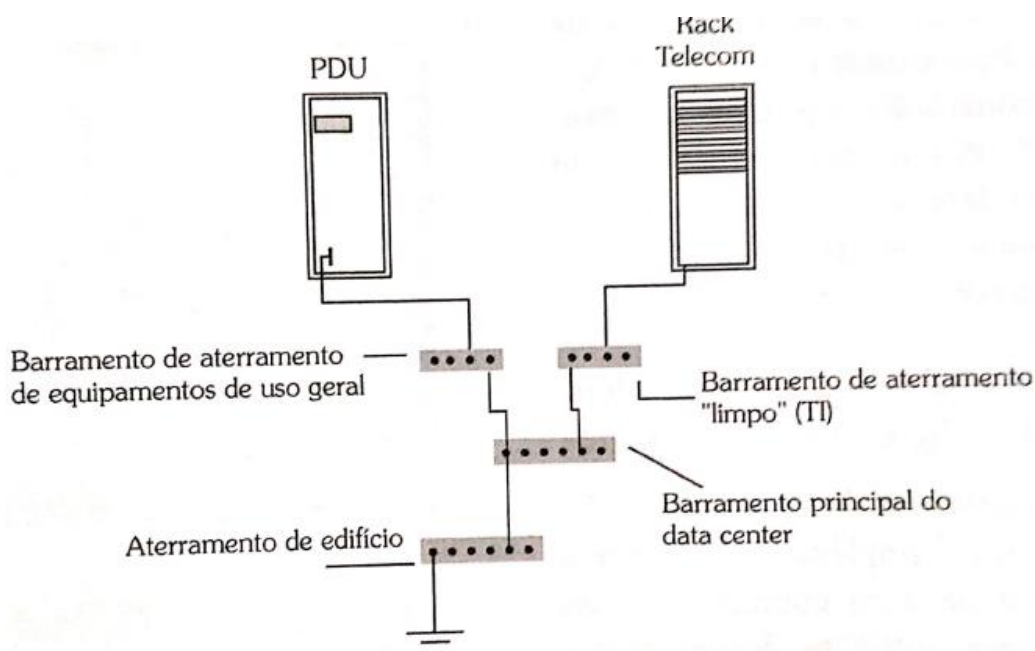


Fonte: MARIN (2011).

Além do sistema de aterramento do edifício, como do sistema elétrico, em um Data Center há a presença de um sistema de aterramento exclusivo para a *computer room* (Figura 24), a qual deve conter os seguintes elementos (MARIN, 2011):

- Um sistema de aterramento separado e dedicado às PDUs;
- Aterramento das cargas e equipamentos de uso geral;
- Aterramento para ambientes de missão crítica (*Signal Reference Grid* (SRG), que nada mais é do que uma malha de referência de sinal pré-fabricada de condutores de baixa impedância para criar um plano de equipotencialização para altas frequências, protegendo assim, as cargas críticas de TI contra surtos induzidos de tensões na rede, como também, de descargas atmosféricas) (PROLUZ, 2011).
- Aterramento para os equipamentos críticos de TI;
- Aterramento e proteção e para descargas eletroestáticas (ESD, *Eletrostatic Discharge*).

Figura 24 - Esquema de aterramento do Data Center.



Fonte: MARIN (2011).

No esquema de aterramento apresentado (Figura 24) é possível observar a presença dos seguintes elementos (MARIN, 2011):

- **EGB:** Barramento de aterramento de equipotencialização (*Equipment Ground Bus*);
- **CGB:** Barramento de aterramento “limpo”, TI (*Clean Ground Bus*);
- **DCMGB:** Barramento principal de aterramento do Data Center (*Data Center Master Ground Bus*);
- **BGB:** Barramento de aterramento do edifício (*Building ground Bus*).

Esse sistema funciona da seguinte forma:

Os racks de telecomunicações devem ser conectados ao CGB, os equipamentos de uso geral do Data Center (como as PDUs) devem ser conectados ao EGB. Ambos, CGB e EGB, devem ser conectados ao DCMGB, que deve ser conectado ao BGB; este é o esquema de aterramento comumente adotado em Data centers. (MARIN, 2011, p. 122).

3.5. EXEMPLO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA ELÉTRICO EM UM DATA CENTER

O dimensionamento da distribuição elétrica de um Data Center deve ser calculado corretamente, pensando não só na carga inicial instalada, mas sim, no crescimento futuro.

Não há um padrão para os cálculos de dimensionamento, mas há recomendações que podem ser aplicadas.

Para um dimensionamento preciso, é importante que se conheça os sistemas presentes em um Data Center, assim como, seus respectivos consumos e a classificação *Tier* que o sistema elétrico apresenta.

Os principais sistemas que apresentam consumo significativo de energia elétrica num Data Center e que devem ser levados em consideração no dimensionamento do projeto são os seguintes:

- Carga crítica de TI;
- Cargas mecânicas (ar condicionado e ventilação);
- Sistema UPS e baterias;

- Iluminação;
- Espaços de suporte.

Sendo assim, vamos considerar o seguinte exemplo a seguir, onde será dimensionado um sistema elétrico do tipo *Tier I*, ou seja, por questões práticas, um sistema sem redundância, para um Data Center com os seguintes equipamentos (Tabela 8):

Tabela 8 - Equipamentos presentes em um suposto Data Center.

Equipamento	Quantidade	Consumo individual (W)	Consumo total (carga, W)
Servidor do tipo <i>blade</i>	150 (15 chassis)	5600	84000
<i>Disk array</i>	40 (480 HDs)	520	20800
Switch Ethernet	8 (switches core)	7500	60000
Carga total de TI (W)			164800
Carga total de TI (kW)			164,8

Fonte: MARIN (2011).

Para este exemplo será considerado um fator de crescimento de 10% ao ano, durante um período de cinco anos. Vale observar que, para esse dimensionamento, é de extrema importância saber as quantidades desses equipamentos, suas características de consumo individual e o consumo total.

Sendo assim, primeiramente, devemos saber a carga crítica de TI total a ser instalada na *computer room*, que no caso é de 164,8 kW. Em seguida, deve-se calcular a carga futura, que no caso, durante um período de cinco anos terá um fator de crescimento de 10%. Portanto,

$$Carga_{futura} = Carga_{inicial} * Fator_{crescimento} (kW) \quad (22)$$

$$Carga_{futura} = 164,8 * 1,1 = 181,28 \text{ kW} \quad (23)$$

Por conseguinte, é determinado a carga dos espaços de suporte, que podem variar tanto em tamanho quanto em quantidade, dependendo das características da arquitetura do Data Center. Neste exemplo, é considerado os seguintes espaços: Sala de impressão; Centro de operações (NOC); Espaços destinados à entrada de serviços de telecomunicações; e Espaços para armazenagem de equipamentos e suprimentos.

Para efeito deste exemplo, é considerado que o consumo dos espaços de suporte é de aproximadamente 15% do consumo da carga de TI de projeto do site, portanto:

$$Carga_{\text{espaços suporte}} = Carga_{\text{inicial}} * Fator_{\text{carga}} \text{ (kW)} \quad (24)$$

$$Carga_{\text{espaços suporte}} = 164,8 * 0,15 = 24,72 \text{ kW} \quad (25)$$

Em seguida, é determinado a carga de iluminação tanto da *computer room* como da infraestrutura geral do site. De acordo com especificações de normas técnicas, a iluminação da sala de computadores, quando ocupada, deve ser de 500 lux no plano horizontal e 200 lux no plano vertical, e a densidade de iluminação neste espaço deve ser de aproximadamente 20 W/m² (FAZION, 2016). Para este exemplo, a sala de computadores possui 200 m². Assim, temos:

$$Carga_{\text{ilum.computer room}} = \text{Área}_{\text{computer room}} * \text{Densidade}_{\text{pot.ilum.}} \text{ (kW)} \quad (26)$$

$$Carga_{\text{ilum.computer room}} = 200 * 20 = 4 \text{ kW} \quad (27)$$

Já para a carga de iluminação da infraestrutura geral do Data Center, é realizado a soma das cargas de iluminação da sala de computadores e dos espaços de suporte. Em geral, adota-se uma carga igual à da *computer room* para os espaços de suporte. No entanto, algumas vezes pode-se adotar que a carga de iluminação dos espaços de suporte é igual ao dobro da carga de iluminação da sala de computadores. Neste caso, adota-se a primeira opção, então:

$$Carga_{\text{ilum.espaço suporte}} = Carga_{\text{ilum.computer room}} = 4 \text{ kW} \quad (28)$$

$$Carga_{iluminação\ total} = Carga_{ilum.computer\ room} + Carga_{ilum.espaço\ suporte} \text{ (kW)} \quad (29)$$

$$Carga_{iluminação\ total} = 4 + 4 = 8 \text{ kW} \quad (30)$$

Outro dimensionamento de cargas que é realizado, é a determinação em relação a operação do sistema de UPS e de baterias. O processo de cargas das baterias é constante e pode assumir entre 15% e 20% (esses valores variam de acordo com as baterias utilizadas) da carga do sistema de UPS. Outro parâmetro a ser utilizado neste cálculo é a ineficiência do UPS, ou seja, a potência consumida pelo sistema UPS durante sua operação. Portanto,

$$Carga_{UPS} = (Carga_{futura} * Fator_{carga\ baterias}) + (Carga_{futura} * Fator_{inefi.}) \quad (31)$$

$$Carga_{UPS} = (181,28 * 0,20) + (181,28 * 0,15) = 63,448 \text{ kW} \quad (32)$$

Para finalizar, é determinado a carga elétrica do sistema mecânico, ou seja, do sistema de climatização do Data Center, que pode incluir: Bombas; Compressores; Ventilação (*fan coils* ou ventiladores); *Chillers* (água gelada) etc.

Assim, para a determinação da carga elétrica do sistema mecânico, é necessário obter a carga total do Data Center (Tabela 9).

Tabela 9 - Carga total do Data Center com exceção do sistema mecânico.

Sistema	Carga (kW)
Equipamentos de TI	164,8
Espaços de suporte	24,72
Iluminação do site	8,0
Sistema UPS e baterias	63,448
Carga total do site (kW)	260,968

Fonte: MARIN (2011).

Obtendo o valor da carga total, pode-se calcular a carga do sistema mecânico. Para este exemplo, o sistema mecânico possui uma eficiência típica em torno de 70%.

$$Carga_{sistema\ mecânico} = Carga_{total\ Data\ Center} * Fator_{carga\ sistema\ mecânico} (kW) \quad (33)$$

$$Carga_{sistema\ mecânico} = 260,968 * 0,70 = 182,6776\ kW \quad (34)$$

Dessa forma, considerando a carga do sistema mecânico, pode-se determinar a carga total do site do exemplo em questão (Tabela 10).

Tabela 10 - Carga total do Data Center com o sistema mecânico.

Sistema	Carga (kW)
Equipamentos de TI	164,8
Espaços de suporte	24,72
Iluminação do site	8,0
Sistema UPS e baterias	63,448
Sistema mecânico	182,6776
Carga total do site (kW)	443,6456

Fonte: MARIN (2011).

Conhecida as características do sistema de distribuição elétrica do site, deve-se dimensionar o alimentador, ou seja, a entrada elétrica do Data Center. Esse dimensionamento, consiste na determinação da corrente de entrada do alimentador elétrico. Para isso, normalmente se utiliza um fator de sobrecarga ou um fator de pico, que no exemplo é adotado como 25%. Então,

$$Carga_{SE} = Carga_{total\ site} * Fator_{sobrecarga} (kW) \quad (35)$$

$$Carga_{SE} = 443,6456 * 1,25 = 554,557 \text{ kW} \quad (36)$$

Sendo, $Carga_{SE}$ a carga de projeto para dimensionamento da entrada de serviço elétrico do Data Center.

Considerando uma alimentação elétrica trifásica em 380 V (CA) e fator de potência igual a 1,0, a corrente do alimentador será:

$$SE = \left(\frac{Carga_{SE} * Fator_{Potência}}{Tensão_{entrada}} \right) (A) \quad (37)$$

$$SE = \left(\frac{554,557 * 1,0}{380\sqrt{3}} \right) = 842,5621 \text{ A} \quad (38)$$

Portanto, para este Data Center, o alimentador do sistema elétrico deve ter uma capacidade de corrente de 842 A, a partir do qual será feita a distribuição elétrica do Centro de Dados.

3.6. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO EM DATA CENTERS

Outro grande assunto referente a Data Centers, juntamente ao lado do assunto energia elétrica, é o sistema de climatização, o qual em comparação com os outros sistemas presentes, possui um consumo médio de energia muito elevado. No entanto, o sistema de climatização em ambientes de missão crítica possui uma tarefa muito importante, na verdade, três tarefas essenciais, ou seja (ZEITTEC, 2022):

- Evitar as paralisações não programadas, também conhecidos como *downtimes* (Um dos maiores motivos em empresas investirem ainda mais em sistemas de climatização);
- Conservar a “saúde” dos equipamentos. Pois, os equipamentos críticos de TI necessitam de condições ambientais específicas, as quais são informadas e definidas pelos fabricantes e em normas internacionais;
- E manter a capacidade e a velocidade de processamento das informações.

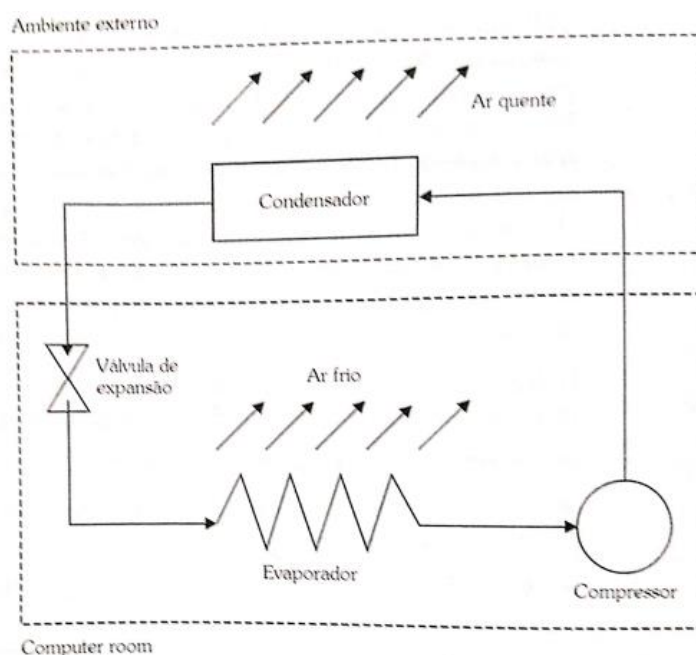
Essas três tarefas são vitais para a segurança e o bom funcionamento destes ambientes de missão crítica. Sendo assim, antes de falar sobre questões de projeto

referente a esse tipo de sistema, bem como, os modelos de ar condicionados que podem ser utilizados, é interessante saber, como um ar condicionado realmente funciona, já que tanto um ar condicionado de uso doméstico como um de uso industrial possuem o mesmo princípio de funcionamento.

3.6.1. CICLO DE CLIMATIZAÇÃO

De forma generalizada, um sistema de climatização é composto pelas seguintes peças (Figura 25): Compressor; Condensador; Válvula de expansão e Evaporador. Dentro deste conjunto de peças há a presença de um fluido conhecido como refrigerante, o qual em questões químicas, pode ser o clorodifluorometano (R22), ou o difluorometano (R32), ou ainda uma mistura de difluorometano e pentafluoroetano (R410A) (LARA, 2020).

Figura 25 - Esquema de ciclo de climatização em ar-condicionado.



Fonte: MARIN (2011).

Logo, o sistema de climatização funciona da seguinte forma (LARA, 2020):

O ar frio “produzido” pelos equipamentos de ar-condicionado acontece através da queda brusca de pressão no fluido refrigerante. Primeiramente, este fluido é “compactado” pelo compressor, o qual faz com que a sua pressão e temperatura aumente (Neste momento, o fluido está no estado gasoso).

Depois disso, este fluido é direcionado ao condensador, que através de uma serpentina é resfriado transformando-o novamente em líquido, mantendo-o em alta pressão.

Por conseguinte, há uma válvula de expansão, que nada mais é do que um pequeno orifício que causa uma restrição no fluxo do fluido pelo sistema de climatização. Ao passar dele e ir para um caminho de maior área, ele sofre uma queda brusca de pressão, fazendo com que uma parcela desse líquido se evapore, formando um conjunto de vapor e líquido de baixa pressão e temperatura.

Então, essa substância está pronta para provocar o resfriamento do ar. Assim, o fluido é direcionado ao evaporador, onde percorre uma serpentina, deixando sua superfície gelada (Nesta etapa do processo, ele está “roubando” calor do ambiente para retornar à sua condição normal de temperatura e pressão).

Por fim, ele retorna ao compressor, onde novamente todo o ciclo de climatização é iniciado novamente. Vale ressaltar que, para o controle de fluxo de ar que entra e sai do equipamento, há a presença de ventiladores que “puxam” o ar do ambiente, fazendo-o a passar pela serpentina do evaporador (onde há a troca de temperatura) e o retorne de volta ao ambiente.

3.6.2. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO DE UM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

O projeto de um sistema de climatização de um Data Center deve-se levar em consideração os seguintes parâmetros (MARIN, 2011):

Tamanho da sala: O tamanho da *computer room* serve como fator para a determinação da quantidade de equipamentos que pode ser instalado, assim como, determinar a configuração da sala, bem como o tipo de sistema que será utilizado;

Densidade de carga, kW por gabinete (ou por m²): é outro fator de suma importância para determinar a potência do sistema de climatização. Antigamente, projetistas baseavam-se seus dimensionamentos através da densidade de carga por área ocupada da *computer room*, ou seja, em watts por metro quadrado (W/m²). No entanto, hoje os equipamentos são mais modernos, menores e consomem menos potência. Portanto, uma abordagem mais moderna é se basear na densidade de carga da *computer room* em watts por rack ou gabinete (W/gabinete);

Número de unidades CRAC (Computer Room Air Conditioner): A determinação deste fator, depende muito da arquitetura da sala de computadores, ou

seja, depende tanto de seu tamanho, como também da configuração do ambiente;

Localização da sala no edifício: A localidade da sala de computadores é outro fator que influencia no projeto, pois é dependendo de onde ela se encontra que é determinado qual sistema de ar condicionado é mais viável a se utilizar;

Pé-direito (espaço entre o piso acabado e o teto) e características do piso elevado (quando existente): Pé-direito muito baixo dificulta a implantação de sistemas de ar-condicionado que distribuem o ar pelo teto (*overhead*), como também, de sistemas que insuflam o ar frio e coletam o ar quente através da utilização de pisos elevados;

Expansão futura: Todo projeto deve-se considerar um fator de crescimento ou expansão. Sendo assim, o sistema de climatização já deve ser projetado pensando em futuras modificações que podem ocorrer ao longo do tempo;

Requisitos de confiabilidade: Projetar um sistema em que proporciona alta confiabilidade, permitindo que não haja parada nas operações do site devido a imprevistos ou manutenções;

Características do clima local: Podem beneficiar a implementação de outros sistemas e técnicas, como o caso do *free cooling*, o qual utiliza o ar da temperatura ambiente para a climatização do Data Center.

Por fim, para se calcular um sistema de climatização de um Data Center, precisa-se dimensionar a sua carga térmica, mas para isso, deve-se levantar as cargas críticas do site com base em seus consumos de energia elétrica (conforme dimensionados na seção 3.5) para depois, convertê-las em carga térmica e então, poder determinar as unidades CRAC (*Computer Room Air Conditioner*, em português, Ar Condicionado da Sala de Computadores) (FAZION, 2016).

Para uma melhor compreensão é realizado o seguinte exemplo:

Vamos considerar um Data Center com as seguintes especificações:

- Área da sala de computadores: 200 m²
- Carga de iluminação da sala de computadores: 20 W/m²
- Carga nominal do Data Center: 165 kW
- Carga crítica de TI instalada: 72 kW

Para a determinação das cargas térmicas, vamos considerar que a carga

térmica de TI é igual à carga dos equipamentos críticos de TI. Logo,

$$Carga_{térmica\ TI} = Carga_{crítica\ TI} = 72\ kW \quad (39)$$

Em seguida, deve-se considerar as cargas térmicas da PDU, pois a distribuição elétrica para os equipamentos de TI também gera calor. Então,

$$Carga_{térmica\ PDU} = (0,02 * Carga_{nominal\ DC}) + (0,04 * Carga_{crítica\ TI}) \quad (40)$$

$$Carga_{térmica\ PDU} = (0,02 * 165) + (0,04 * 72) (kW) \quad (41)$$

$$Carga_{térmica\ PDU} = 6,18\ kW \quad (42)$$

Vale ressaltar que, os valores utilizados de 0,02 e 0,04 respectivamente, refere-se à dissipação em forma de calor da PDU, devido à distribuição elétrica para os equipamentos críticos de TI do Data Center. Por questões de projeto, normalmente é utilizado 2% da carga nominal do site e 4% da carga crítica de TI instalada na sala de computadores.

Por conseguinte, o cálculo da carga térmica do sistema de UPS também é realizado, pois o calor dissipado por esses sistemas também precisa ser retirado. Portanto,

$$Carga_{térmica\ UPS} = (0,04 * Carga_{nominal\ DC}) + (0,06 * Carga_{crítica\ TI}) \quad (43)$$

$$Carga_{térmica\ UPS} = (0,04 * 165) + (0,06 * 72) (kW) \quad (44)$$

$$Carga_{térmica\ UPS} = 10,92\ kW \quad (45)$$

Novamente, por questões de projeto, normalmente é utilizado 4% da carga nominal do site e 6% da carga crítica de TI instalada na sala de computadores. Estes valores utilizados de 0,04 e 0,06 respectivamente, refere-se à dissipação em forma de

calor no sistema de UPS, associados aos equipamentos críticos de TI do Data Center.

Por fim, é determinado a carga térmica de iluminação, que normalmente é determinada em função da área da *computer room*. Então,

$$Carga_{térmica\ iluminacao} = Área_{sala} * Densidade_{ilum} \quad (46)$$

$$Carga_{térmica\ iluminacao} = 200 * 20 = 4\ kW \quad (47)$$

Portanto, somando-se todas as cargas calculadas, a carga total é de 93,1 kW (Tabela 11).

Tabela 11 - Cargas térmicas dos sistemas do exemplo.

Sistema	Carga Elétrica (kW)	Carga Térmica (kW)
Sala de computadores (carga crítica de TI)	72	72
PDU	6,18	6,18
UPS	10,92	10,92
Iluminação da sala de computadores	4	4
Carga Total (kW)	93,1	93,1

Fonte: FAZION (2016).

A seguir, para finalizar os cálculos, deve-se realizar a conversão para unidades de medidas de cargas térmicas (Tabela 12). Normalmente, os sistemas de ar-condicionado para uso residencial ou mesmo comercial de pequeno porte são especificados em BTU/h (*British Thermal Unit* (Unidade Britânica Térmica por hora)). Já para complexos grandes que possuem cargas térmicas muito elevadas como os Data Centers, a unidade mais comum utilizada em projetos para esses ambientes é a TR (*Tonnage of Refrigeration* (Tonelada de Refrigeração)).

Tabela 12 - Conversão entre unidades.

Unidade	Multiplicar por	Unidade
kW	3,410	BTU/h
kW	0,283	TR
TR	3,53	kW
BTU/h	0,00029	kW

Fonte: FAZION (2016).

Aplicando os fatores de conversão (Tabela 12), é encontrado uma carga térmica total de aproximadamente 26 TR. Sendo que, deste total, 20 TR correspondem as cargas críticas de TI; os outros 6 TR correspondem aos outros sistemas.

Portanto, pode-se observar que a maior dissipação de calor é devido aos equipamentos de TI, e que outros sistemas (UPS, PDU, iluminação entre outros) contribuem para o aumento dessa carga, porém, de forma menos significativa. Logo, quanto menos fontes de cargas térmicas adicionais forem instaladas na sala de computadores, menor será o consumo do ar-condicionado para retirar esse calor do ambiente (FAZION, 2016).

3.6.3. CONDIÇÕES TÉRMICAS EM UMA *COMPUTER ROOM*

Condições térmicas dentro de uma *computer room* é um assunto de grandes discussões. Antigamente, os antigos Centros de Processamento de Dados (CPDs) operavam a temperaturas bastante baixas, aproximadamente entre 17°C a 20°C. Porém, isso era devido aos equipamentos daquela época que possuíam um grande porte, como um alto consumo de energia elétrica, conseqüentemente, tendo uma dissipação de calor muito alta comparada com os equipamentos da atualidade.

Hoje, em questões práticas é comum ver sistemas operando na faixa entre 20°C a 25°C com uma taxa de troca de calor de 5°C por hora; o mesmo se aplica à umidade relativa do ar que é entregue entre 20 a 80%. No entanto, se tratando de questões de projeto, é recomendado considerar os requisitos estabelecidos pela

ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, em português, Sociedade Americana de Engenheiros de climatização) (MARIN, 2011).

De acordo com a entidade norte-americana ASHRAE:

A temperatura na entrada de ar dos equipamentos críticos de TI deve estar entre 18°C e 27°C com uma umidade relativa do ar entre 40 e 50%. A saída de ar quente desses equipamentos (após refrigeração) deve estar a uma temperatura aproximada de 38°C com uma umidade relativa do ar em 20%. A saída do ar frio das unidades CRAC deve estar entre 13°C e 16 °C, com umidade relativa do ar em 90% (MARIN, 2011, p. 138).

3.6.4. CONFIGURAÇÃO DOS CORREDORES NA *COMPUTER ROOM*

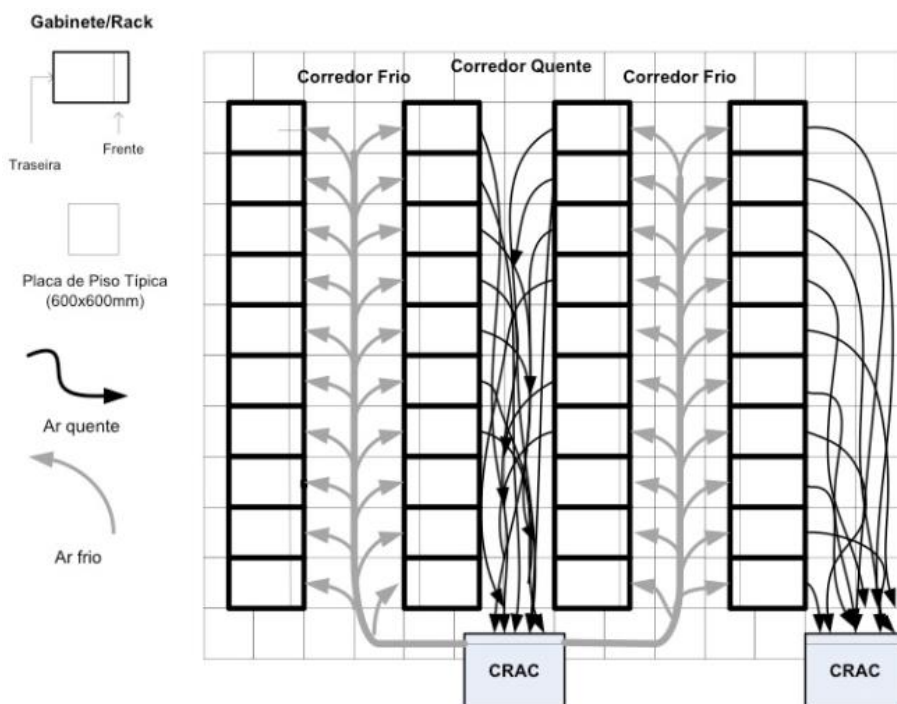
A configuração dos racks na *computer room* é de suma importância, pois é através dessa configuração em que se é determinado o tipo de sistema de ar-condicionado a ser utilizado, como a posição em que vai ser instalado.

É pensando nisso que surge o conceito de corredores frios e quentes, ou seja, este conceito é aplicado independentemente do tipo de distribuição de ar utilizado na sala de computadores (Por baixo, sob piso elevado ou por cima, como a distribuição *overhead*) para fornecer o melhor resfriamento das cargas críticas de TI de forma eficiente (MARIN, 2011).

É apresentado a seguir, a distribuição dos racks em corredores frios e quentes em uma *computer room* (Figuras 26 e 27), neste caso, com insuflação de ar por baixo através do piso elevado.

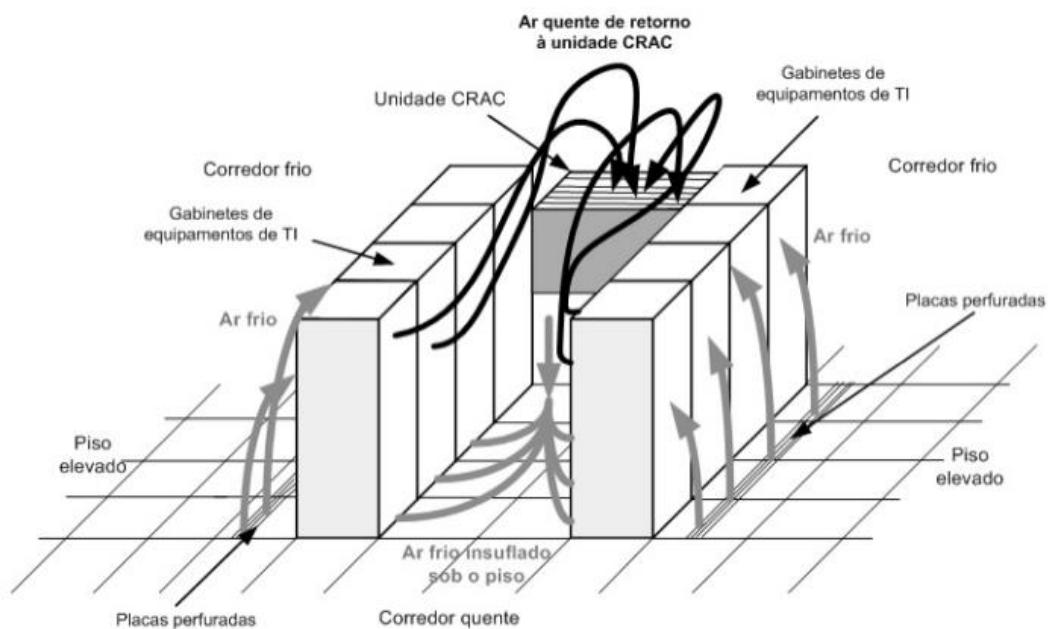
Para ocorrer a insuflação de ar pelo piso elevado, há a presença de placas de piso perfurada que são posicionadas de forma apropriada. E os racks ou gabinetes são posicionados de tal forma que os equipamentos críticos de TI fiquem com a frente (para aspirar o ar frio) orientada para esse corredor. Logo, o corredor quente é gerado na parte posterior (parte de trás) dos racks ou gabinetes, onde há a saída do ar quente dos equipamentos de TI, devido ao calor gerado pela operação desses equipamentos. O corredor quente não possui placas de piso perfurada para não haver vazamento de ar frio para dentro dele, prejudicando assim, a eficiência do sistema de climatização (FAZION, 2016).

Figura 26 - Esquema de corredores frio e quente em uma computer room.



Fonte: FAZION (2016).

Figura 27 - Conceito de corredores frio e quente em uma computer room.



Fonte: FAZION (2016).

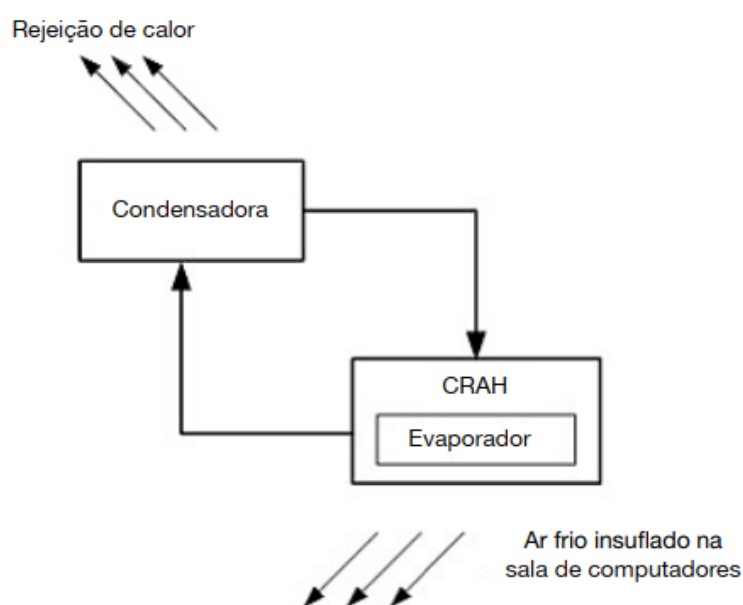
3.6.5. ARQUITETURA DE CLIMATIZAÇÃO DA COMPUTER ROOM

Antes de se falar nas possíveis e diferentes arquiteturas de climatização na sala de computadores, é importante saber quais equipamentos de ar-condicionado são utilizados em um ambiente que há equipamentos críticos de TI.

Sendo assim, pode-se dizer que há basicamente dois tipos de equipamentos de ar-condicionado utilizados em um Data Center, sendo eles: **CRAC** (*Computer Room Air Conditioner*, em português, Ar Condicionado da Sala de Computadores) e **CRAH** (*Computer Room Air Handling*, em português, Tratamento de Ar da Sala de Computadores).

O esquema a seguir é referente a uma unidade CRAC (Figura 28), que opera com a expansão direta de refrigerante dentro da própria unidade, ou seja, igual ao ar condicionado que é utilizado em edifícios residenciais. Isso significa que, o compressor e o evaporador utilizados no ciclo de climatização são montados dentro da unidade e a condensadora é montada do lado externo da unidade. Logo, o fluido refrigerante que entra frio na unidade CRAC absorve o calor e o transporta do ambiente interno (*computer room*) para o ambiente externo (FAZION, 2016).

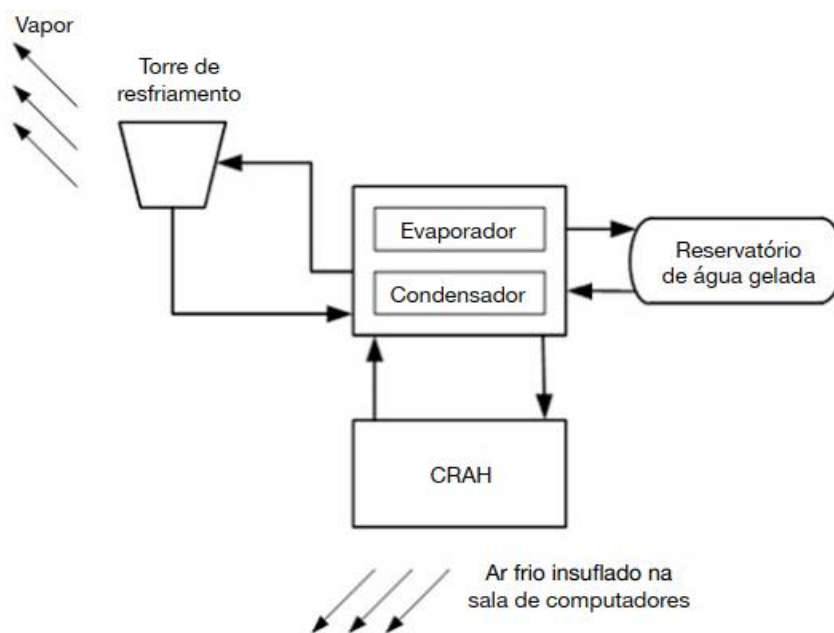
Figura 28 - Esquema simplificado com unidade CRAC.



Fonte: FAZION (2016).

Já um esquema de unidade CRAH (Figura 29) é apresentado em seguida, o qual operam com *chillers* de água gelada, como os sistemas de ar-condicionado central de grande porte utilizados em edifícios comerciais. A refrigeração é obtida por um fluxo de ar que sopra uma serpentina (*fan coil*) com água gelada para transferir o calor do refrigerante para o ambiente a ser climatizado. A água gelada é fornecida à unidade CRAH pelo *chiller*, localizado na casa de máquinas do sistema mecânico. A unidade CRAH podem possuir válvulas de fluxo variável, podendo modular a ventilação para manter uma pressão estática tanto sob o piso elevado quanto em dutos por cima (*overhead*) (FAZION, 2016).

Figura 29 - Esquema simplificado com unidade CRAH.



Fonte: FAZION (2016).

Agora, tendo um conhecimento destes equipamentos, pode-se apresentar as diferentes arquiteturas de um sistema de climatização em uma sala de computadores, tais como (MARIN, 2011):

Distribuição de ar por cima (Overhead): Essa arquitetura é uma boa opção quando não se utiliza piso elevado. A distribuição de ar *overhead* deve ser dimensionada para insuflar o ar frio diretamente no corredor frio pela parte superior do corredor. O ar quente resultante da refrigeração dos equipamentos de TI forma os corredores quentes, nos quais devem ser posicionados os exaustores para a retirada do ar quente da *computer room*.

Distribuição de ar por baixo (Utilização de piso elevado): Essa arquitetura é a mais comumente adotada em Data Centers, pois oferece certa flexibilidade na distribuição da carga térmica, bem como no posicionamento das unidades CRAC dentro da *computer room*. Nesta distribuição, a insuflação de ar acontece no corredor frio e não abaixo do rack ou gabinete de equipamentos de TI.

Distribuição de ar dentro do gabinete (*In Rack*): Nesse sistema, os racks já possuem espaço próprio para a instalação de ar-condicionado, ou seja, um ar-condicionado atende apenas um único rack. Esse tipo de sistema não é tão visto em Data Centers, mas sim em locais em que se possui poucos racks.

3.7. CABEAMENTO ESTRUTURADO

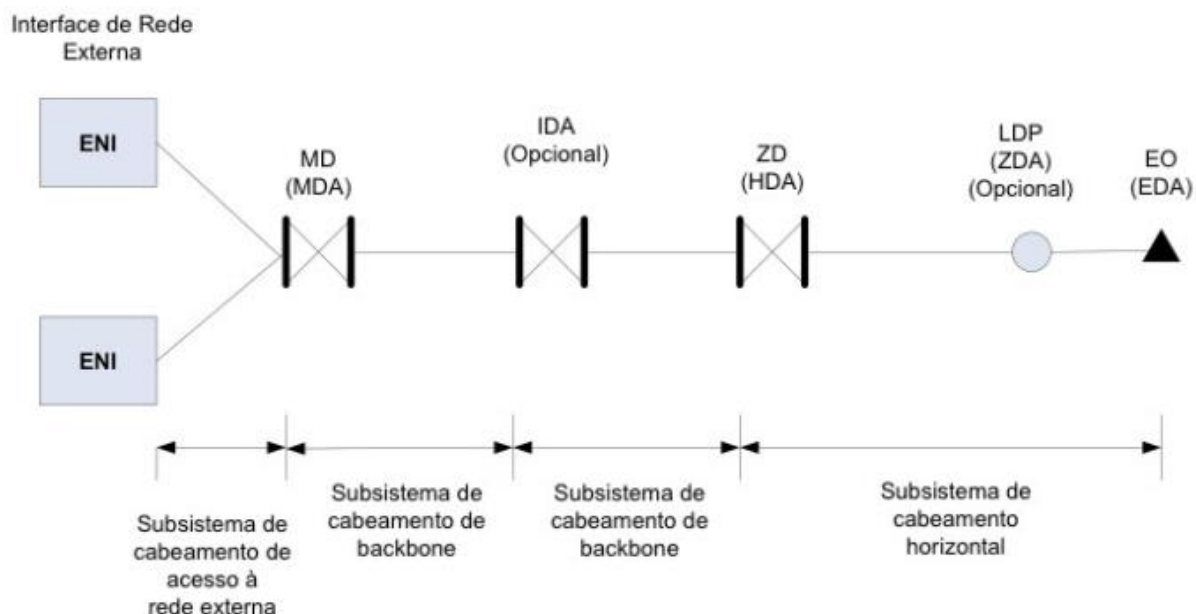
Outro sistema de fundamental importância em projetos de Data centers, é o sistema de telecomunicações e redes, também conhecido como, cabeamento estruturado, cuja principal finalidade é entregar conexões de redes aos equipamentos de TI e estabelecer conexões com os provedores de acesso e serviços de telecomunicações (FAZION, 2016).

Inicialmente, as técnicas de cabeamento estruturado foram desenvolvidas para uso em edifícios comerciais. Porém, passou a ser adotada em outros ambientes como: Hospitais, indústrias, escolas, hotéis, estações de metrô, Data Centers e entre outros.

No Brasil, uma norma bastante abrangente e ativa que trata este assunto é a NBR-14565. No entanto, muitos projetistas no Brasil também utilizam como base a norma ANSI/TIA-942, assim como a ANSI/BICSI-002 que é a norma mais completa sobre cabeamento estruturado (MARIN, 2011).

A seguir, é apresentado de forma geral a topologia de cabeamento estruturado de um Data Center (Figura 30), conforme as normas NBR-14565 e ANSI/TIA-942.

Figura 30 - Topologia de cabeamento estruturado em Data Centers.



Fonte: MARIN (2011).

Como pode ser observado (Figura 30), são apresentadas duas nomenclaturas (Tabela 13). A nomenclatura com base na NBR-14565, é a que está fora do parêntese. E a nomenclatura com base na ANSI/TIA-942, é a que está dentro do parêntese.

Logo, ao analisar essa topologia (Figura 30), observa-se que o cabeamento estruturado de um Data Center é constituído pelos seguintes elementos (MARIN, 2011):

- Interface de rede externa (ENI);
- Cabo de acesso à rede;
- Distribuidor principal (MD/MDA);
- Cabeamento de *backbone*;
- Distribuidor intermediário (IDA) (Opcional e não previsto na ABNT NBR 14565, geralmente presente apenas em cabeamento de Data Centers);
- Cabeamento de *backbone*;
- Distribuição de zona/cabeamento horizontal (ZD/HDA);
- Cabeamento horizontal;

- Ponto de distribuição local (LDP/ZDA);
- Cabo do ponto de distribuição local (cabo do LDP, cabo da ZDA);
- Tomada de equipamento (EO).

Tabela 13 - Comparativo entre as nomenclaturas adotadas pela ABNT e ANSI/TIA.

Nomenclaturas ABNT (NBR)	Nomenclaturas ANSI/TIA	Descrição
MD (Distribuidor principal)	MDA (Área de distribuição principal)	Gera o subsistema de <i>backbone</i> do Data Center
Sem equivalência na norma ABNT NBR 14565:2013	IDA (Área de distribuição intermediária)	Dividi o subsistema de <i>backbone</i> em dois (opcional)
ZD (Distribuidor de zona)	HDA (Área de distribuição horizontal)	Gera o subsistema de cabeamento horizontal do Data Center.
LDP (Ponto de distribuição)	ZDA (Área de distribuição de zona)	Equivalente ao CP em um cabeamento convencional.
EO (Tomada de equipamento)	EDA (Área de distribuição de equipamentos)	Onde é conectado o equipamento do Data Center.

Fonte: MARIN (2011).

Outra observação é de que, o sistema de cabeamento de um Data Center é composto por subsistemas de cabeamento de *backbone*, horizontal e vertical (este, presente em edifícios comerciais).

Na topologia (Figura 30), há a presença de dois sistemas de *backbone*: um entre MD/MDA e IDA (Opcional), e outro entre IDA e ZD/HDA. O sistema de *backbone* é responsável pela conexão dos serviços externos providos por terceiros (empresas de telecomunicações), que entram na edificação por meio da ENI (interface com a rede externa), a qual tem como função ser um ponto de demarcação, ou seja, definir o ponto até o qual, os provedores são responsáveis pela manutenção dos seus serviços, e a partir do qual passam a ser de responsabilidade do operador ou proprietário do Data Center (FAZION, 2016).

Já o subsistema de cabeamento horizontal, possui essa definição por compreender os segmentos de cabos que são lançados horizontalmente para fazer as conexões que vem do distribuidor de zona (ZD/HDA) às tomadas de equipamento (EO). Essa distribuição de cabos pode ser feita por meio de calhas e dutos aéreos (Figura 31), contudo, em Data Centers, é mais comum o uso de bandejas sob o piso elevado (Figura 32) (MARIN, 2011).

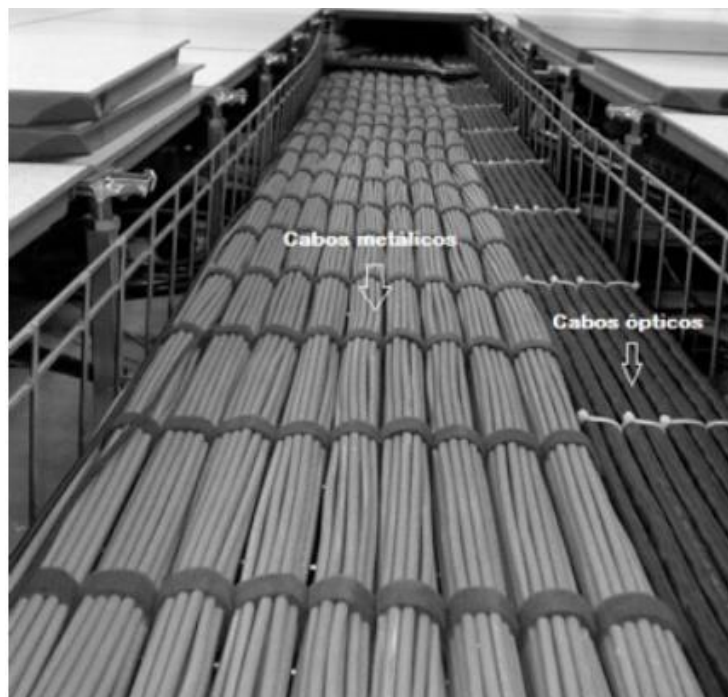
Por fim, é possível, porém não muito comum, o uso do LDP/ZDA (Ponto de distribuição local) que está presente entre um distribuidor de zona (ZD/HDA) e uma tomada de equipamento (EO/EDA). Sua funcionalidade é a mesma de um CP (ponto de consolidação) que geralmente está presente em cabeamentos de edifícios comerciais.

Figura 31 - Cabeamento aéreo.



Fonte: MARIN (2011).

Figura 32 - Cabeamento sob o piso elevado.



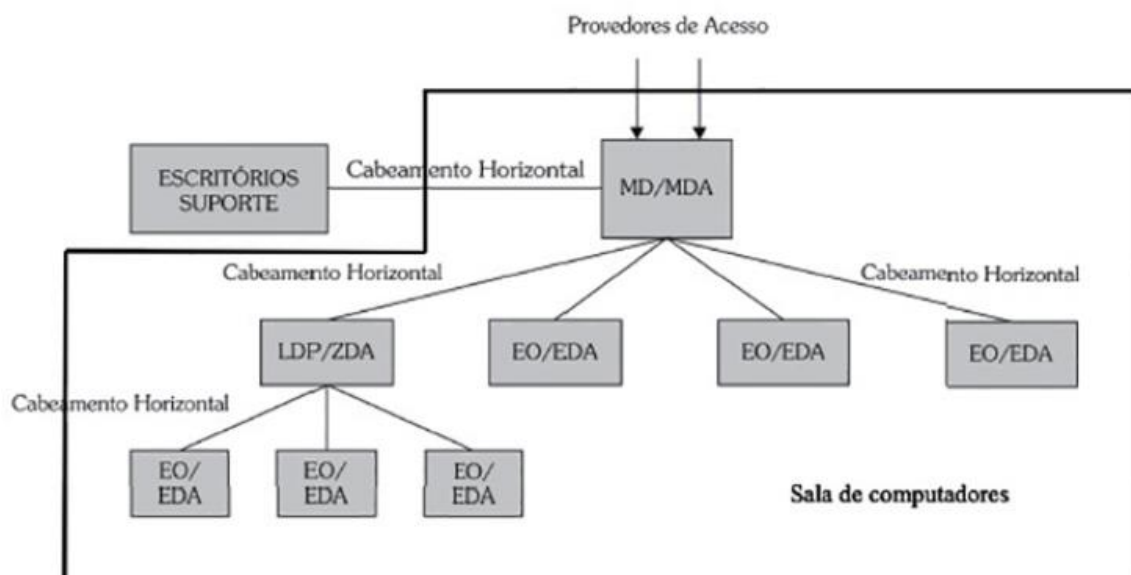
Fonte: MARIN (2011).

3.7.1. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO EM DATA CENTERS

O projeto de cabeamento de um Data Center deve levar em consideração o seu tamanho, podendo ser pequeno, médio ou de grande porte. Assim como, considerar especialmente, o tamanho da sala de computadores, como também a topologia a ser adotada. Em seguida, é apresentado de forma geral a topologia de distribuição de um Data Center de pequeno (Figura 33), médio (Figura 34) e grande porte (Figura 35).

Inicialmente, é apresentado a topologia de um Centro de Dados de porte menor (Figura 33). Onde, através desta topologia é possível observar que há conexões diretas entre o distribuidor principal (MD/MDA) e as tomadas de equipamentos (EO/EDA). Como também, pode haver um ponto de distribuição local (LDP/ZDA) entre um MD/MDA e um EO/EDA. Neste caso, o sistema de cabeamento do Data Center terá apenas o subsistema de cabeamento horizontal. Nota-se também que, as áreas de suporte são conectadas diretamente ao cabeamento da *computer room* por meio do distribuidor principal, assim como as entradas dos provedores de acessos e serviços (MARIN, 2011).

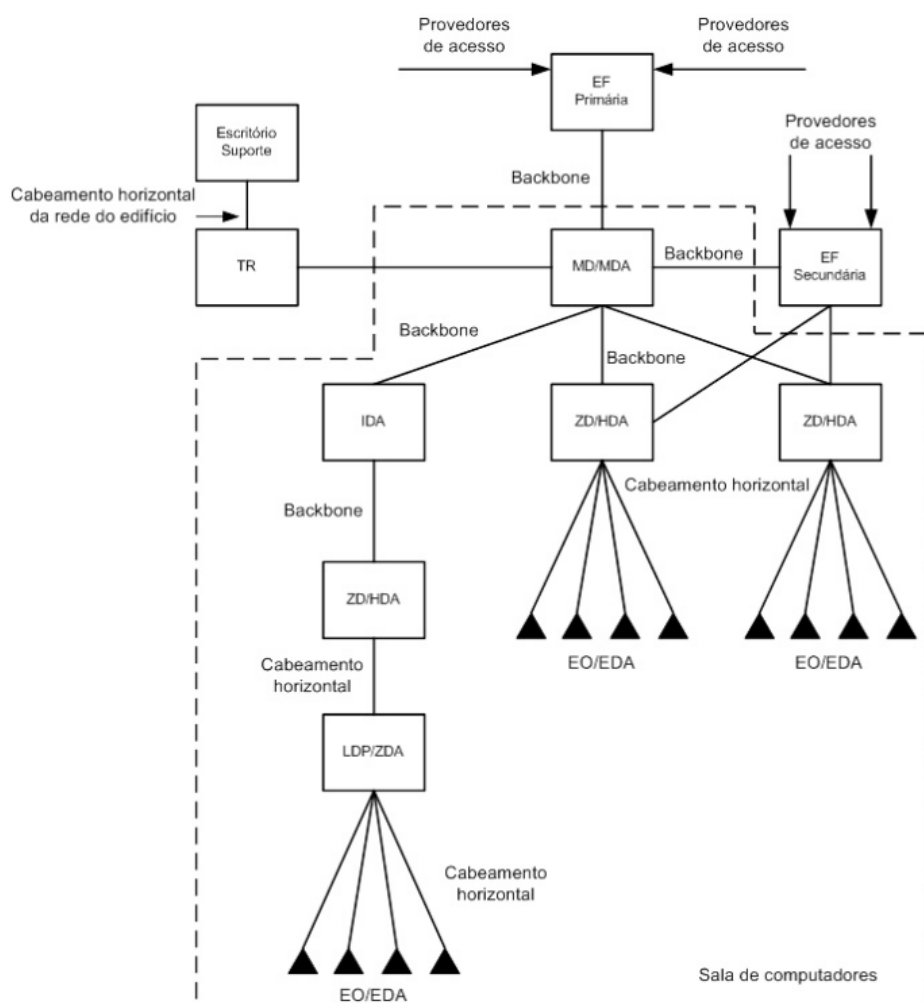
Figura 33 - Topologia de cabeamento estruturado de um Data Center de pequeno porte.



Fonte: FAZION (2016).

Em seguida, é apresentada a topologia de um DC de porte médio (Figura 34). Nesse esquema, nota-se que, as áreas de suporte não precisam estar necessariamente na mesma infraestrutura de cabeamento da *computer room*, no entanto, devem estar conectadas ao mesmo sistema de cabeamento. Em um Data Center com essa topologia, a conexão entre as áreas de suporte e a *computer room* é feita pelo distribuidor do edifício (FD (*Floor Distributor*)) presente na sala de telecomunicações (TR (*Telecommunications Room*)) que atende ao cabeamento dessas áreas. Outro ponto importante, é que há a entrada de serviços e acesso redundante no Data Center (EF (*Entrance Faciliteis*)) (MARIN, 2011).

Figura 35 - Topologia de cabeamento estruturado de um Data Center de grande porte.



Fonte: FAZION (2016).

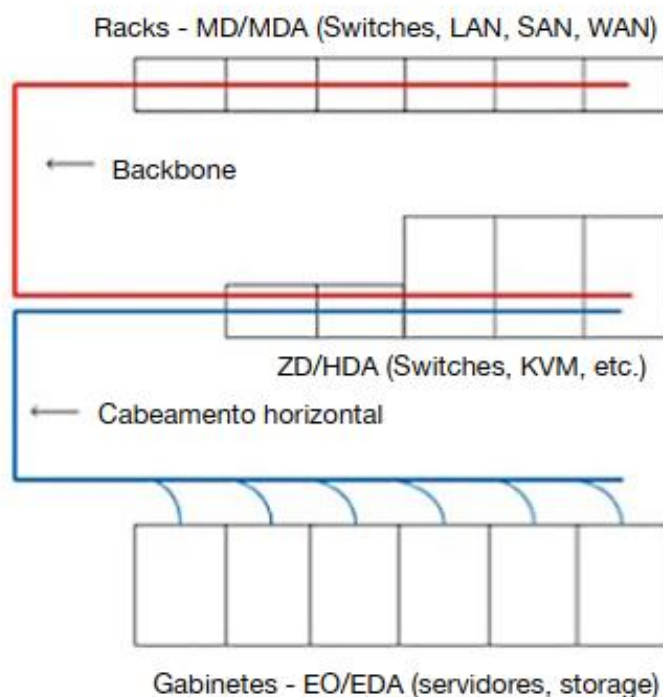
3.7.2. ENCAMINHAMENTO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO EM DATA CENTERS

Os encaminhamentos de cabos em um Data Center devem ser implementados de acordo com as normas. O cabeamento estruturado é distribuído tanto sob o piso elevado como por via área, através de eletrocalhas, bandejas, aramados, entre outros. Não há uma regra geral, mas normalmente a distribuição do cabeamento entre equipamentos instalados em racks em uma mesma fileira é feita por caminhos aéreos. Já entre distribuidores e as filas de racks, sob o piso elevado. Os cabos de sistemas elétricos são normalmente distribuídos sob o piso elevado.

Contudo, estas são apenas algumas práticas de cabeamento que podem ser seguidas. Em seguida, é apresentado um esquema que segue esse padrão de

implementação (Figura 36).

Figura 36 - Caminho de distribuição do cabeamento estruturado.



Fonte: FAZION (2016).

Ao analisar o esquema de distribuição de cabeamento estruturado (Figura 36), o trecho em vermelho (*backbone*) é normalmente distribuído por via aérea, pois são segmentos de cabos que podem necessitar de substituição e/ou adições mais frequentes. Já o trecho em azul (cabeamento horizontal) é normalmente distribuído sob o piso elevado.

Algumas recomendações que devem ser observadas com relação aos encaminhamentos de cabos são (MARIN, 2011):

- Os encaminhamentos metálicos devem ser conectados ao sistema de aterramento do Data Center/edifício;
- Interferências mecânicas com outros sistemas do Data Center (ar condicionado, elétrica, controle, etc.) devem ser evitadas e coordenadas pelo gerente de projeto;

- Quando lançadas pelo piso, as rotas usadas para o cabeamento devem ser dedicadas ao cabeamento do Data Center e não devem ser compartilhadas com outros sistemas do site;
- Deve haver uma separação segura entre o cabeamento estruturado/telecomunicações e a distribuição elétrica do site.

3.8. SISTEMA DE SEGURANÇA, AUTOMAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Outros sistemas de fundamental importância são os sistemas de segurança, de proteção contra incêndio e de automação, pois, um Data Center é um ambiente de missão crítica onde estão abrigados equipamentos computacionais de alto custo com alta disponibilidade.

Sendo assim, quando se realiza um projeto relacionado a um desses três tipos de sistemas, um projetista deve pensar na presença desses principais tópicos (MARIN, 2011):

- Automação do edifício;
- Sala de controle;
- Monitoramento e CFTV (Circuito Fechado de TV);
- Cabeamento BAS (*Bulding Automation System*);
- Sistema de controle e gerenciamento elétrico;
- Gerenciamento do cabeamento;
- Sensores de vazamento e fumaça;
- Controle de acesso (biométrico; cartão magnético, de aproximação etc.);
- Detecção e alarme de incêndio, entre outros.

3.8.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SEGURANÇA

O sistema de segurança em um Data Center, normalmente é dividido em dois tipos: vigilância física (seguranças) e vigilância eletrônica (CFTV, alarmes, travas eletrônicas entre outros).

O principal objetivo desse sistema é permitir a segurança e monitoramento das pessoas como dos equipamentos ali presentes. Pois a falta de segurança em um ambiente crítico como este, pode levar a violação de dados não só da empresa, como também de clientes. É pensando nisso que surge os requisitos de vigilância do Data Center.

A vigilância física é composta por seguranças que possuem a responsabilidade de liberar acesso ou não a entrada de pessoas ao local, mantendo assim a segurança das pessoas e dos equipamentos críticos de TI. Já a vigilância eletrônica é composta por circuitos fechados de TV (CFTV), alarmes e travas biométricas que geralmente estão presentes em áreas como (MARIN, 2011):

- Áreas de circulação e acesso comum;
- Espaços de serviços e manutenção;
- Salas técnicas (ar-condicionado, telecomunicações e redes, cabines primárias, perímetros internos e externos);
- Elevadores, escadas e halls;
- E principalmente na *computer room*.

Vale ressaltar que, as câmeras devem ser posicionadas levando-se em consideração a iluminação do local a ser monitorado, como também, ser protegidas contra roubos, vandalismos e desligamento. Alguns modelos de câmeras possuem um sistema de alarme que em caso de desconexão acidental ou criminoso, um alarme é acionado no sistema de monitoramento (MARIN, 2011).

3.8.2. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Um sistema de proteção contra incêndio é composto basicamente pelos seguintes elementos (MARIN, 2011):

- **Detecção:** Detectores de calor, fumaça e fogo (Figura 37);

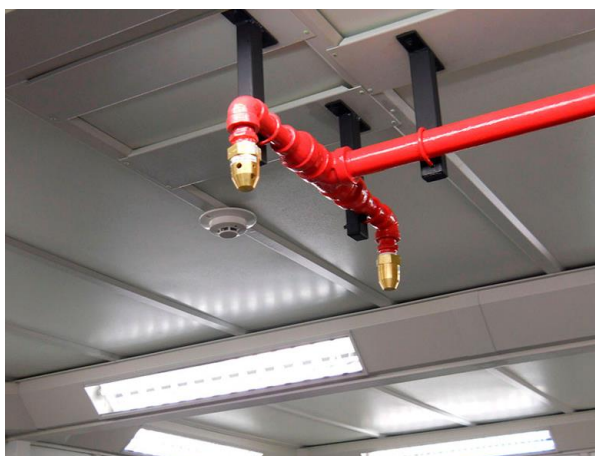
Figura 37 - Detector iônico de fumaça.



Fonte: FAZION (2016).

- **Supressão:** Sistema de extinção de fogo, que podem ser *sprinklers* (Figura 38) (sistemas com água) ou gases inertes não inflamáveis (como por exemplo, o FM-200 ou o NOVEC 1230);

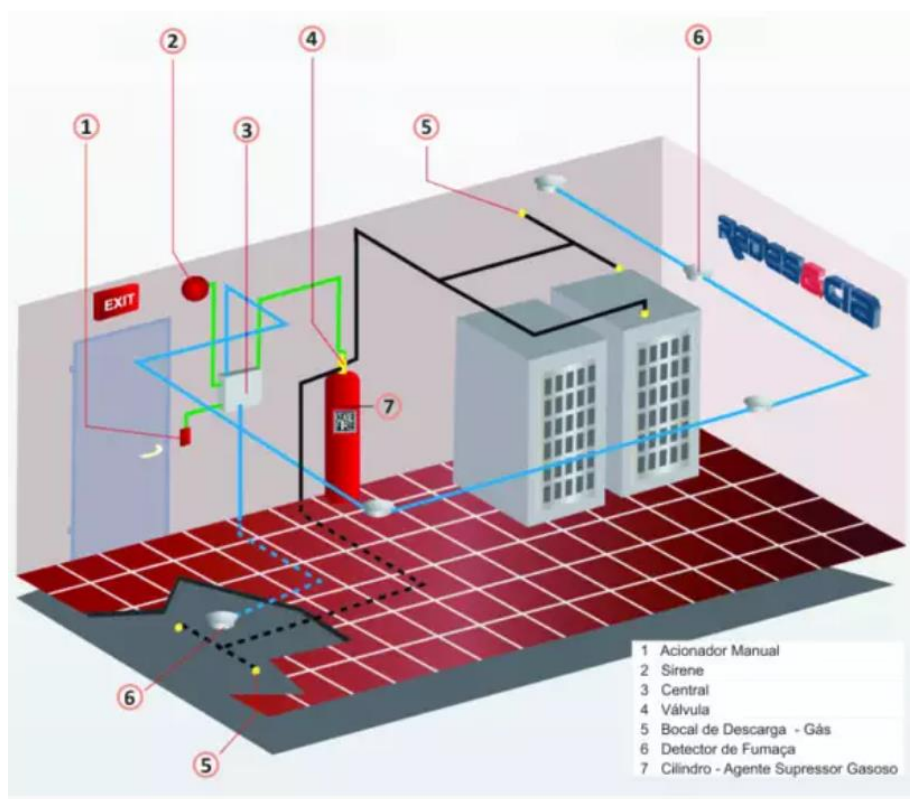
Figura 38 - *Sprinklers*.



Fonte: ECOSAFETY (2022).

- **Sistema:** Inclui os sistemas de detecção, bem como os meios de acionar avisos sonoros e visuais, além de notificar o departamento pertinente e acionar sistemas automáticos de contenção do incêndio. A seguir, é apresentado de forma geral um sistema de combate a incêndio (Figura 39).

Figura 39 - Sistema completo de combate a incêndio.



Fonte: FIGUEIREDO (2017).

Há diferentes normas que tratam sobre este tipo de assunto, como também devem ser seguidas, sendo a norma americana NFPA (*National Fire Protection Association*, em português, Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios), mais especificamente a NFPA-75 utilizada em ambientes de Data Center.

Há vários requisitos que devem ser seguidos, como (MARIN, 2011):

- As paredes que separam a *computer room* dos demais espaços, assim como, as salas de distribuição elétrica, sala de baterias, salas de telecomunicações, de ar-condicionado; devem retardar a queima em, no mínimo, uma hora em um evento de incêndio;
- Salas acima e abaixo da *computer room* devem suportar o fogo sem propagá-lo a outros espaços e/ou andares do edifício, por no mínimo, duas horas;

- As portas (Figura 40) usadas para entrar na *computer room* devem ser classificadas quanto à propagação de chamas, que devem ser das classes F60 (60 minutos), F90 (90 minutos) ou F120 (120 minutos);
- Essas portas utilizadas na entrada da *computer room* devem ser duplas e com uma abertura mínima de 1,80m (em duas folhas de 0,90m cada). As portas devem ser de madeira sólida ou aço, com uma espessura mínima de 4,50cm.
- Entre muitos outros requisitos.

Figura 40 - Portas corta fogo.



Fonte: ASSA ABLOY (2022).

3.8.3. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO

Um Data Center possui diversos sistemas, assim como, há a presença de muitos equipamentos críticos de TI. Sendo assim, para que não haja a paralisação nas operações, o mesmo deve possuir um sistema de monitoramento e automação eficaz em todo o ambiente.

Logo, para a garantia da manutenção dos níveis de disponibilidade requeridos pelos Data Centers, a recomendação é a adoção de um sistema dedicado ao monitoramento da infraestrutura do site, conhecido como DCIM (*Data Center Infrastructure Monitoring*, em português, Monitoramento de Infraestrutura de Data Center), o qual possui como principal objetivo:

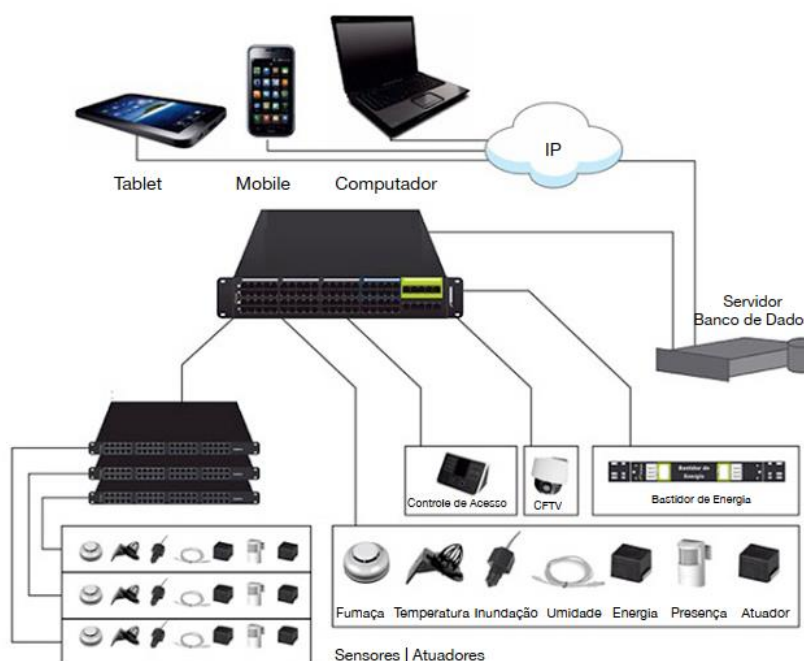
Oferecer ferramentas aos gestores de Data Centers para que possam obter informações em tempo real sobre recursos utilizados e estados de sensores (de umidade, temperatura, presença, inundação etc.), de modo a atuarem nos diversos sistemas, quando necessário, e garantirem a segurança da infraestrutura e da operação (FAZION, 2016).

Um sistema DCIM além de monitorar a temperatura, umidade, fumaça, vazamento e inundação (sob o piso elevado). Dependendo do sistema implementado, ele pode monitorar também a utilização do espaço, a segurança (imagens do sistema de vigilância eletrônica, controle de acesso etc.), gestão de ativos e consumo de energia elétrica por quadros, PDUs, fase etc.

A seguir, é apresentado um esquema de implementação de um sistema DCIM (Figura 41), como também um exemplo de software que faz o monitoramento dos espaços (Figura 42 e 43).

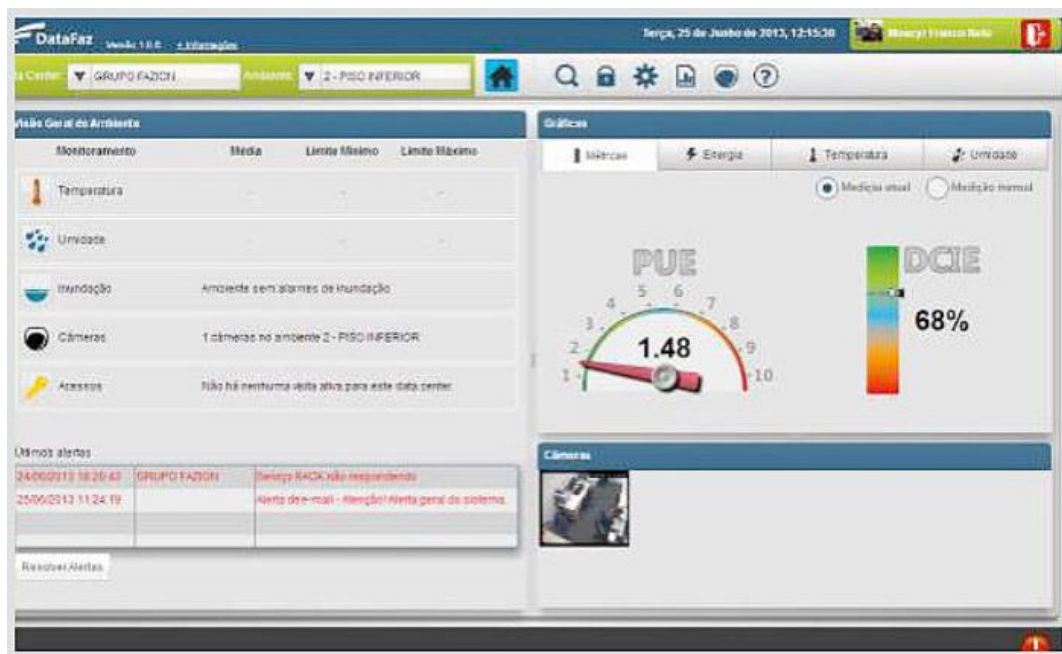
Por fim, pode-se concluir que uma ferramenta DCIM eficiente deve ser capaz de atuar nas camadas físicas e de aplicação, e deve ser implementado por meio de Hardware (equipamentos), dispositivos (sensores, câmeras, atuadores etc.) e uma plataforma de software.

Figura 41 - Topologia geral de um sistema DCIM.



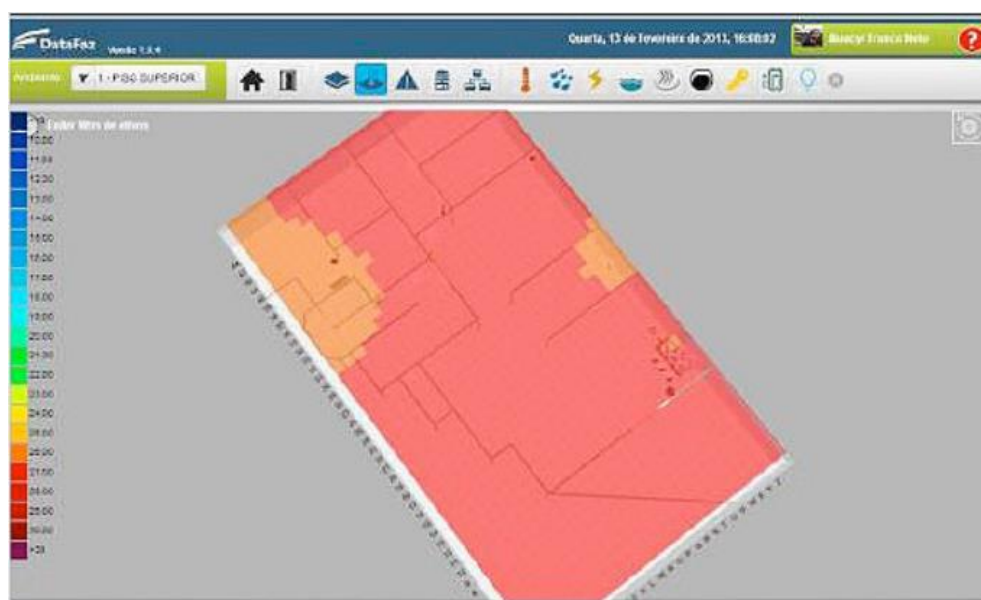
Fonte: FAZION (2016).

Figura 42 - Tela principal de um sistema DCIM da DataFaz.



Fonte: FAZION (2016).

Figura 43 - Gráfico termográfico no software DataFaz.



Fonte: FAZION (2016).

3.9. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM DATA CENTERS

Atualmente, independente do setor, a preocupação com o consumo energético é constante no mundo inteiro. Os Data Centers são considerados um dos maiores consumidores de energia elétrica do mundo, pois nestes ambientes além de serem presentes uma alta quantidade de equipamentos de TI, há também a presença dos sistemas de climatização que ajuda neste aumento de consumo de energia.

É pensando nestes requisitos, assim como, em questões ambientais e principalmente financeiras que surgiu a ideia dos *Green Data Centers*, ou seja, sites que são projetados e implementados de modo a otimizar o uso de energia, oferecendo economia e ajudando em questões ambientais.

O conceito de *Green Data Centers* não é oficial, como também não há métricas definidas para avaliação e classificação. No entanto, há uma instituição sem fins lucrativos formada por profissionais de TI que tem apresentado métricas associadas ao consumo de energia em Data Centers que é o *The Green Grid*, o qual tem como objetivo o aumento da eficiência do uso de energia elétrica (MARIN, 2011).

Logo, o *The Green Grid* propõe o uso de três métricas, onde as duas primeiras podem fornecer aos gestores de Data Center a eficiência do uso de energia de forma imediata. E a terceira métrica, utilizada para medidas ao longo prazo.

Essas métricas são apresentadas a seguir:

3.9.1. Eficiência do uso de Energia Elétrica (PUE)

O *Power Usage Efficiency* (PUE), em português, Eficiência do uso de Energia Elétrica é definido como a carga total do Data Center dividida pela carga crítica de TI instalada no site, podendo assim ser expressa como (Equação 48):

$$PUE = \frac{C_{infraestrutura}}{C_{TI}} \quad (48)$$

onde:

$C_{infraestrutura}$ é a carga total da infraestrutura do site (KW ou KVA).

C_{TI} é a carga total dos equipamentos de TI instalados no site (KW ou KVA).

Logo,

A PUE pode apresentar valores a partir de 1,00. Num cenário ideal, uma PUE cujo valor é 1,00 estaria associada a uma eficiência de 100%, ou seja, toda a carga disponível para a alimentação dos equipamentos do Data Center seria consumida pelos equipamentos de TI. (FRIGO, 2015).

Para exemplificar, é calculado a PUE de um Data Center que apresenta as seguintes características de consumo de energia elétrica (Tabela 14):

Tabela 14 - Dados de consumo de um Data Center para calcular a PUE.

Sistema	Carga (kW)
Equipamentos críticos de TI	300
Climatização (ar-condicionado)	400
Iluminação	20
UPS e baterias	70
Carga total do site (kW)	800 kW

Fonte: MARIN (2011).

Analisando os dados e utilizando a expressão para calcular a PUE (Equação 48), chega-se ao seguinte resultado:

$$PUE = \frac{800}{300} = 2,67 \quad (49)$$

Portanto, uma PUE de 2,67 indica que a demanda do Data Center é de 2,67 vezes maior que a energia necessária para alimentar os equipamentos de TI. Em outras palavras, se neste mesmo CPD que possui uma PUE de 2,67 forem instalados novos equipamentos de TI, cujo consumo seja de 10 kW, o sistema elétrico de distribuição deve ser capaz de fornecer 26,70 kW para a alimentação desses novos equipamentos.

Por fim, pesquisas recentes mostram que a maioria dos Data Centers tem uma PUE de 3,00 ou superior. Ainda de acordo com medições realizadas em vários Data Centers, acredita-se que uma PUE entre 1,60 e 2,00 pode ser obtida por meio de práticas adequadas de projeto, bem como de operação (MARIN, 2011).

3.9.2. Eficiência do Data Center (DCE)

O *Data Center Efficiency* (DCE), em português, Eficiência do Data Center, é definido como o oposto da PUE, de forma que seu melhor valor é o mais próximo de 1 (FRIGO, 2015). Essa métrica é expressa da seguinte forma (Equação 50):

$$DCE = \frac{C_{TI}}{C_{infraestrutura}} \quad (50)$$

onde:

C_{TI} é a carga total dos equipamentos de TI instalados no site (KW ou KVA).

$C_{infraestrutura}$ é a carga total da infraestrutura do site (KW ou KVA).

Para exemplificar, utiliza-se os mesmos valores do exemplo anterior (Tabela 14) e aplicando a expressão do cálculo de DCE (Equação 50), chega-se ao seguinte valor:

$$DCE = \frac{300}{800} = 0,375 \quad (51)$$

Portanto, de forma análoga, pode-se entender que, uma DCE de 0,375 (equivalente a uma PUE de 2,67) é um indicador de que os equipamentos de TI consomem 37,5% de toda a carga do Data Center.

3.9.3. Eficiência de Performance do Data Center (DCPE)

O *Data Center Performance Efficiency* (DCPE), em português, Eficiência de Performance do Data Center, é considerado como uma melhoria da PUE e da DCE, a qual pode ser expressa da seguinte forma (Equação 52):

$$DCPE = \frac{T_{\text{útil}}}{C_{\text{infraestrutura}}} \quad (52)$$

onde:

$T_{\text{útil}}$ é o trabalho útil dos processos do site (KW ou KVA).

$C_{\text{infraestrutura}}$ é a carga total da infraestrutura do site (KW ou KVA).

Logo, pode-se dizer que:

Para a determinação da PUE e DCE são levadas em consideração as cargas elétricas da infraestrutura do Data Center e dos equipamentos de TI, no entanto o trabalho útil ($T_{\text{útil}}$) que pode ser entendido como a quantidade de energia usada pelos equipamentos de TI para efetivamente executarem suas tarefas, não entra no cálculo. Desta forma, enquanto métricas como PUE e DCE nos mostram a eficiência energética de um Data Center, elas não mostram quanto da energia usada pelo Data Center foi realmente utilizada pelos equipamentos de TI para realizar uma dada tarefa (MARIN, 2011).

É por este motivo que o DCPE não é fácil de ser medido ou avaliado em um cenário real.

O exemplo a seguir mostra cálculos de DCE e DCPE de um Data Center com os seguintes parâmetros abaixo. Ressaltando que, esses cálculos são apenas para exemplificar a aplicação dessas métricas, uma vez que a avaliação do trabalho útil é muito subjetiva e de difícil aferição.

Portanto, supondo os seguintes valores:

- Carga de TI: 6200 kW
- Carga total da Infraestrutura: 12400 kW
- Trabalho útil de TI: 3000 kW

Logo, aplicando as métricas (Equações 50 e 52), chega-se aos seguintes resultados:

$$DCE = \frac{6200}{12400} = 0,50 \quad (53)$$

$$DCPE = \frac{3000}{12400} = 0,24 \quad (54)$$

Sendo assim, de acordo com a DCE, 50% da energia consumida pelo Data Center é usada pelos equipamentos de TI. No entanto, comparando com a DCPE, ela nos mostra que 24% da energia total consumida pelo Data Center é efetivamente usada para o processamento de informações.

Por fim, além dessas métricas há outras métricas que podem ser utilizadas, como: a CADE (*Corporate Average Data Center Efficiency*, em português, Eficiência Média Corporativa do Data Center), USGBC (*United States Green Building Council*, em português, Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos), BGBC (*Brazil Green Building Council*, em português, Conselho de Construção Verde do Brasil).

Assim como, há soluções para o aumento da eficiência energética nos Data Centers, tais como:

3.9.4. Redução dos Equipamentos de TI

Obviamente, o primeiro passo a se diminuir o consumo de energia, como a possuir uma boa eficiência energética é a redução dos equipamentos de TI, ou seja, substituir equipamentos antigos por novos; desativar equipamentos que não se estejam utilizando; utilizar a virtualização de máquinas e fazer o dimensionamento correto.

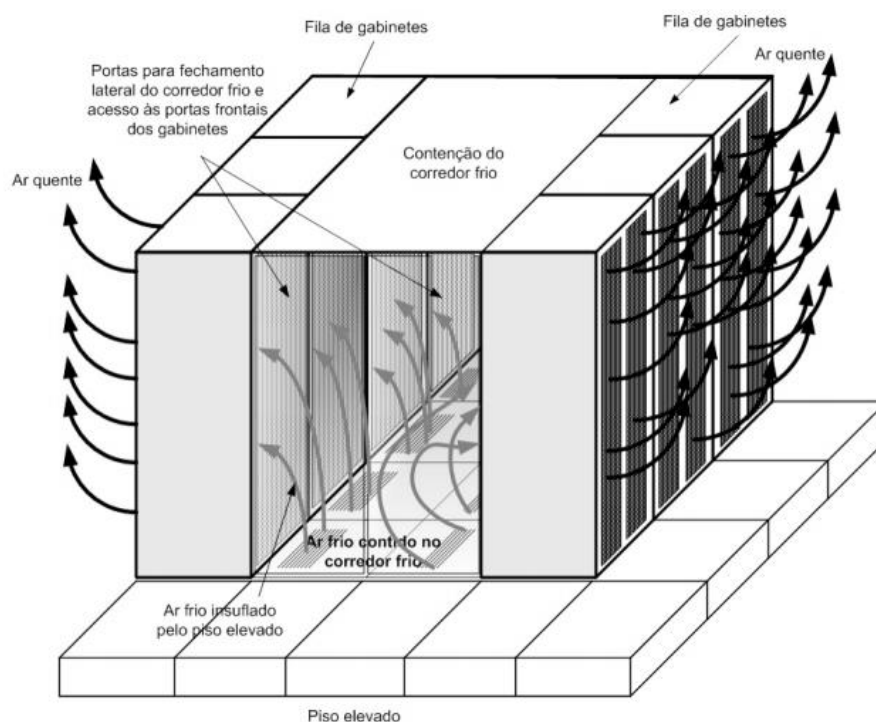
3.9.5. Redução do consumo de climatização

O sistema de ar-condicionado em um DC é o que consome mais energia. Sendo assim, há técnicas que ajudam no aproveitamento da eficiência energética, como:

- A adoção de corredores quentes e frios, com o confinamento dos mesmos (Figura 44 e 45). Como também, a vedação de qualquer abertura nos racks para que não ocorra a mistura de ares quente e frio (Figura 46 e 47).
- A escolha da temperatura da *computer room*, já que quanto mais baixa for a temperatura, maior será o consumo de energia.

- A utilização de outras técnicas como o *Free cooling* (Figura 48), que consiste em aproveitar o ar frio externo para realizar a refrigeração do ambiente.

Figura 44 - Contenção de corredor frio em Data Centers.



Fonte: FAZION (2016).

Figura 45 - Confinamento de ar frio na computer room.



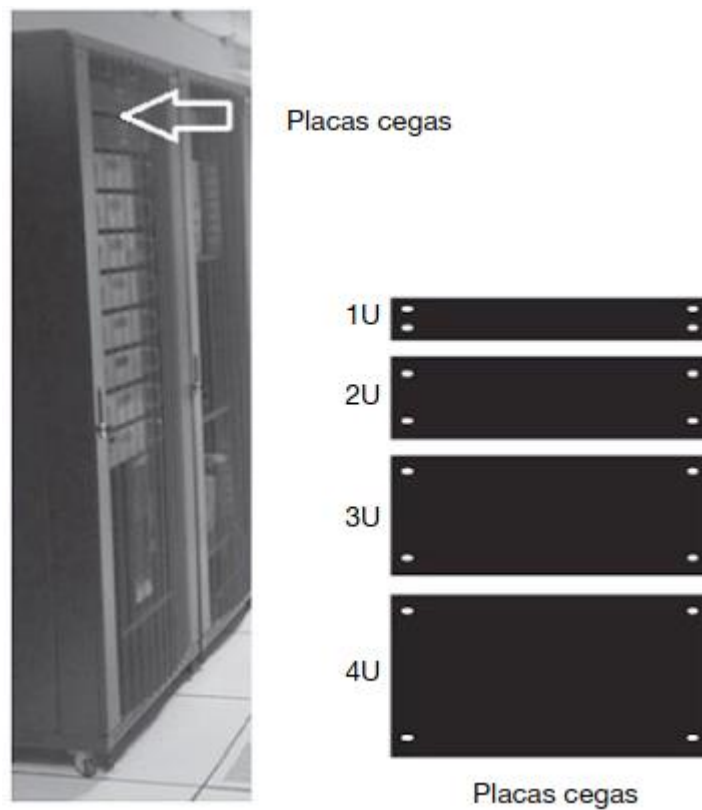
Fonte: FAZION (2016).

Figura 46 - Vedação das aberturas de placas de piso.



Fonte: FAZION (2016).

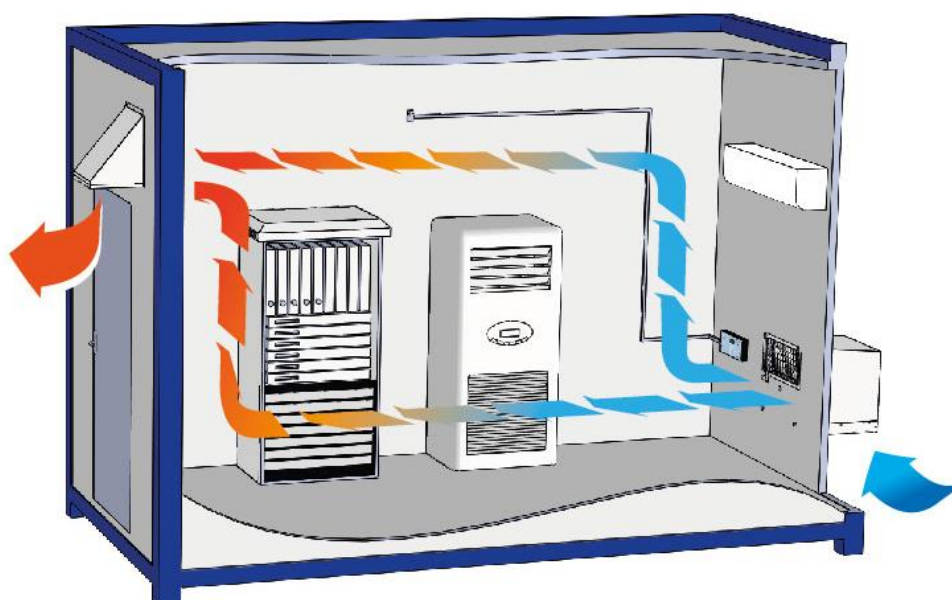
Figura 47 - Placas cegas para vedação de racks e gabinetes.



Fonte: FAZION (2016).

Existem três tipos de técnicas de *Free cooling*: Direto, Indireto e Parcial. O direto consiste em colocar o ar externo dentro da sala de computadores, o que exige realizar filtragens e ajustes na umidade do ar antes de inseri-los no ambiente crítico. O indireto consiste em utilizar o ar externo para resfriar o fluido refrigerante ou a água. E por fim, o parcial, que consiste tanto na utilização do ar externo para resfriar os equipamentos, como também, o sistema de ar-condicionado principal (FRIGO, 2015).

Figura 48 - Sistema de Free cooling.



Fonte: PIXEL TEAM OF PROFESSIONALS (2022).

3.9.6. Utilização de outras fontes de energia

A maioria dos Data Centers utilizam energia que vem proveniente das usinas hidrelétricas, no entanto, outros são alimentados através de outras fontes de energia como, as termoeletricas e as eólicas. Porém, ao se pensar em eficiência energética e principalmente no ambiente, uma outra fonte de energia que vem sendo utilizada em Data Centers é a energia solar, uma energia limpa e que é obtida através de placas solares.

Essa iniciativa de se utilizar a tecnologia fotovoltaica para a geração de energia elétrica para alimentação de Data Centers, não é uma novidade. Já que, grandes empresas como *Apple*, *IBM*, *Dell*, *Facebook* entre outras já estão utilizando esses

recursos tecnológicos em seus Data Centers.

Desta forma, é possível utilizar esses métodos ou recursos para reduzir o consumo energético. Assim como, outras soluções quem vem sendo estudada a cada ano em busca das melhores soluções possíveis.

4. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE PLANTA BAIXA E PROJETO ELÉTRICO

O projeto de um Data Center, assim como, a execução desse projeto é algo muito complexa, pois além de desenvolver subprojetos com detalhes precisos, seguindo todos os critérios de normas vigentes, o maior desafio a encontrar, é a construção de um CPD que atenda aos planos de negócio e as perspectivas de crescimento da empresa.

Sendo assim, para exemplificar a construção de um Data Center, é desenvolvido um projeto conceitual de dois modelos destes que são presentes na realidade, ou seja, um Data Center construído em uma edificação térrea e o outro construído em um prédio, ambos com classificações *Tiers* diferentes.

Em seguida, com o intuito de se estudar e analisar um dos subprojetos que são presentes na elaboração de um Data Center, são realizados o estudo e o desenvolvimento de um projeto elétrico em cima de uma das plantas baixas criadas.

Logo, vale observar que, é apresentado de forma conceitual, pois, o nível de detalhamento de um projeto elétrico é muito grande, principalmente se tratando de um ambiente que apresenta um alto consumo de energia elétrica.

4.1. PLANTA BAIXA

Para a elaboração da arquitetura do Data Center, deve-se estudar e compreender os espaços que são presentes, como também, utilizar os conceitos que estão presentes nas normas. Logo, inicialmente é importante saber o tipo de serviço e o nível de disponibilidade e redundância que o site irá fornecer.

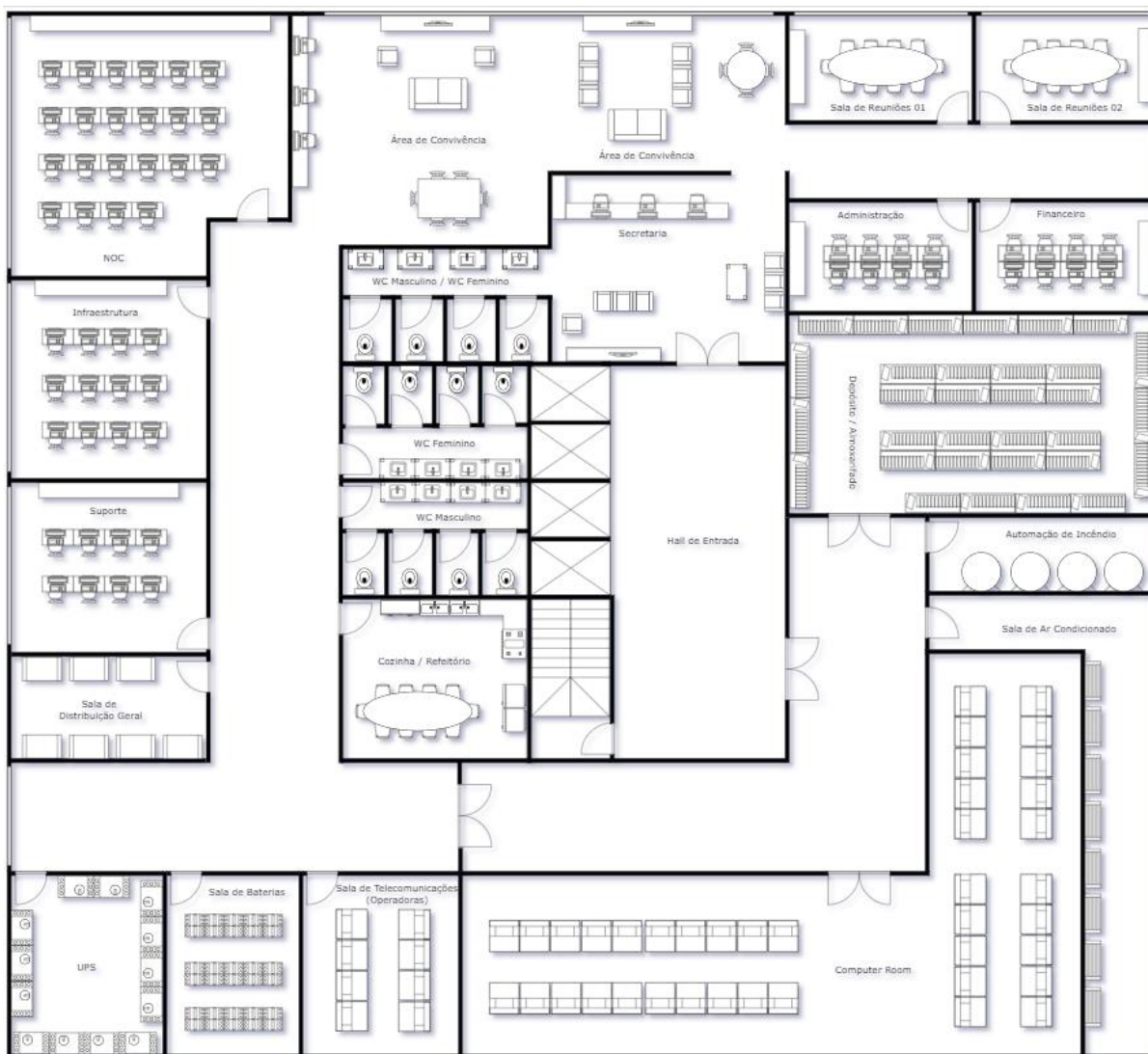
Então, tendo esses requisitos estabelecidos, é possível definir um design para a planta baixa, como a definir o local da construção do projeto. Podendo em seguida, dimensionar os subsistemas do Data Center.

Pensando nestes fatores, é desenvolvido duas plantas baixas de Data Centers classificados como *Colocation*, ou seja, seu principal serviço é fornecer (alugar) um espaço (um ou mais racks) na infraestrutura do site para alocar os equipamentos de TI do cliente, como também a prestar serviços de *Remote Hands* e manutenção destes equipamentos.

O primeiro *Colocation* (Figura 49 – ANEXO A) é criado de forma a exemplificar um site que possui classificação *Tier II*, ou seja, possui componentes redundantes, no

entanto, apresenta uma única estrutura de distribuição de energia elétrica.

Figura 49 - Planta baixa 01 (Data Center em um edifício).



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software diagrams.net.

Nesta primeira planta baixa (Figura 49 – ANEXO A) é possível observar a presença de fontes de alimentação ininterrupta (UPS), como também de uma sala de baterias para manter o site em atividade, pois se tratando de um ambiente crítico que possui uma única distribuição de energia elétrica, caso haja falta de energia, os sistemas redundantes irão assumir. Neste CPD, também há a presença de geradores, no entanto, por ser um edifício comercial, o grupo de moto-geradores se encontram na parte térrea ou até mesmo no subsolo.

Outra observação é em relação a *computer room*, como também em relação a

de Dados que apresenta duas fontes de distribuição elétrica, ou seja, ele é alimentado por duas concessionárias de energia.

Neste mesmo Data Center, diferente do primeiro caso, é possível observar uma sala de expansão para futuros clientes que irão alugar estes espaços, assim como, espaços de suporte e monitoramento mais restritos do que o primeiro.

4.2. PROJETO ELÉTRICO

Um projeto elétrico apresenta diversos processos como: Inserção dos pontos de iluminação e força; divisão dos circuitos; tubulação; fiação; projeto de SPDA; aterramento; projeto de subestação entre muitos outros projetos que devem ser realizados.

Sendo assim, é apresentado de forma conceitual o processo para se elaborar um projeto elétrico, principalmente em cima de uma das plantas baixas desenvolvidas anteriormente. Neste caso, é realizado o projeto elétrico com base na planta baixa do primeiro *Colocation* (Figura 49 – ANEXO A).

Cada projetista segue uma sequência de processos para a elaboração de um projeto elétrico, contudo, mais importante do que o processo de elaboração, é seguir as normas que são vigentes, como a NBR 5410:2004 (Instalações elétricas de baixa tensão), como as normas de fornecimento de energia elétrica da concessionária local entre outras normas.

Para este estudo de caso, é utilizado os padrões presentes nas normas NBR 5410, NBR 14565, NBR 5444, como também a norma NTC-04 que é a norma de fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição da concessionária local de Goiânia. A mesma é utilizada por questões de praticidade em se obter os dados que se precisa para a elaboração do projeto.

A seguir, é apresentado o processo que é usado para a elaboração do projeto elétrico em cima da planta baixa em estudo. Logo, o procedimento que será descrito é composto em 16 etapas divididos em:

- Criação das pastas de arquivos recebidos;
- Analisar as informações do projeto;
- Limpar a prancha de arquitetura;

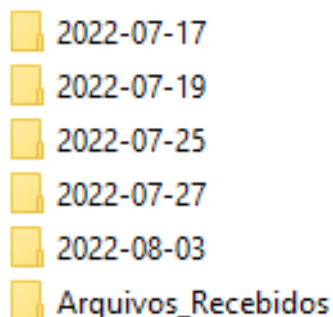
- Inserção dos pontos de iluminação e força;
- Divisão de circuitos na instalação;
- Inserção de tubulação;
- Elaboração do quadro de cargas;
- Elaboração do cálculo de demanda e queda de tensão;
- Balanceamento de fases e dimensionamento final;
- Inserção de fiação;
- Montagem do diagrama unifilar;
- Inserção de detalhes de projeto;
- Montagem da prancha de plotagem;
- Elaboração da lista de materiais;
- Elaboração do memorial descritivo;
- Elaboração da ART;
- Projetos complementares: Cabeamento estrutura e sistema de monitoramento e alarme do Data Center.

4.2.1. CRIAÇÃO DA PASTA DE ARQUIVOS

Ao se realizar um projeto elétrico é de extrema importância seguir um processo e ter organização. Sendo assim, o primeiro passo é criar uma pasta onde é depositado todos os arquivos (plantas baixas, detalhes de projetos pertinentes e o próprio projeto elétrico que será desenvolvido).

Em seguida, é apresentado um exemplo de como pode-se organizar essa pasta (Figura 51).

Figura 51 - Pastas de arquivos.



Fonte: Autoria própria (2022).

Como pode observar, há uma pasta de arquivos recebidos, que geralmente é onde está a planta baixa elaborada pelo arquiteto, como também, outras plantas ou arquivos referentes a detalhes de projeto que são pertinentes para a elaboração do projeto elétrico. Já as outras pastas nomeadas com datas são os dias em que o projetista atuou no projeto. É muito importante que toda vez que for atuar no projeto, criar uma nova pasta, para ter uma cópia de *backup*, como também ter um controle de quanto tempo levou para desenvolvimento do projeto.

4.2.2. ANALISAR AS INFORMAÇÕES DO PROJETO

Tendo criado a pasta de arquivos, o próximo passo antes mesmo de se iniciar o projeto elétrico é analisar cada detalhe da planta arquitetônica, como também, a criar um *checklist* e tirar todas as dúvidas com o arquiteto ou o cliente. Pois entender o funcionamento dos espaços, a alvenaria da edificação, identificar objetos que talvez não sejam tão claros fazem parte do processo de análise para a elaboração de um projeto elétrico.

4.2.3. LIMPAR A PRANCHA DE ARQUITETURA

Após ter analisado toda a planta baixa e tirado todas as dúvidas em relação ao projeto, o próximo passo é realizar a limpeza da planta baixa, ou seja, tirar cotas de medidas, cotas de nivelção, vista de cortes e todos os detalhes que não são necessários.

Para a planta baixa em estudo, ela praticamente já está limpa para facilitar e agilizar o projeto elétrico. No entanto, foram limpados alguns móveis e/ou equipamentos que se julgou necessário para a elaboração do mesmo.

4.2.4. INSERÇÃO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Finalizado a limpeza da planta baixa, o próximo passo é a inserção dos pontos de iluminação, retorno e força. Como neste projeto também é realizado o projeto de monitoramento e de cabeamento estruturado, também é neste passo em que são alocados os pontos de câmeras de monitoramento, caixas de entrada para sistemas de acesso aos ambientes, como também os pontos de rede.

Na norma NBR 5410:2004 há tópicos que falam a respeito da aplicação dos pontos de iluminação e dos pontos de tomadas tanto em ambientes internos como externos.

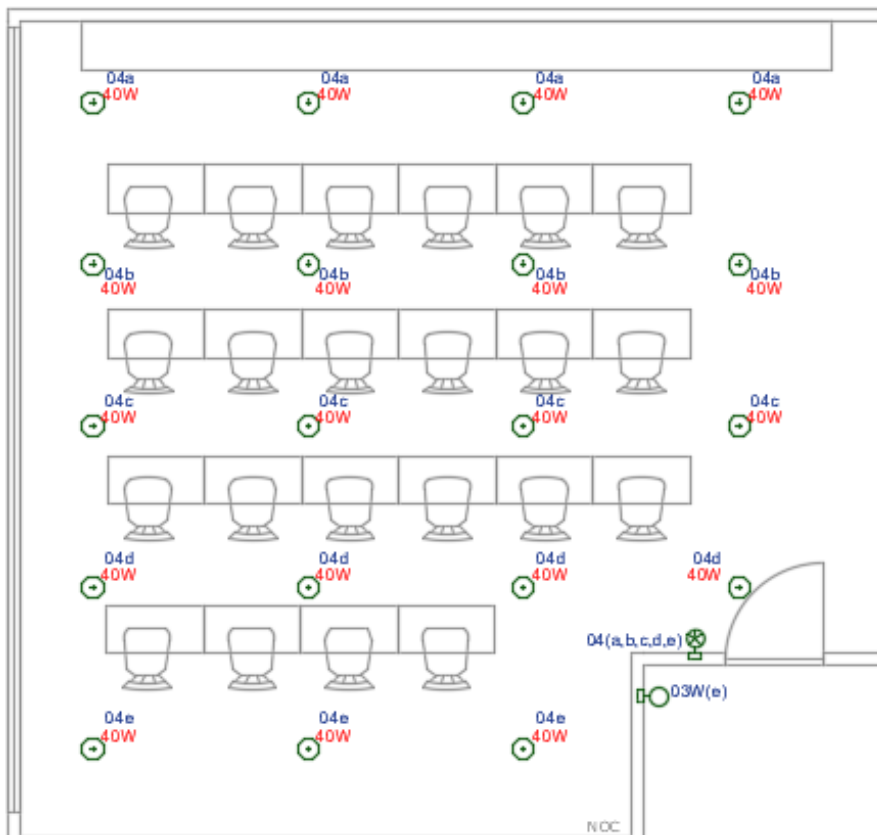
Como por exemplo, a norma nos defini quantas tomadas de uso geral devem ter em uma área específica, ou seja, caso seja uma área menor ou igual a 6 m², deve ter pelo menos um ponto de força; se for uma área maior do que 6 m², um ponto a cada 5 m ou fração de perímetro. Como também, para ambientes como cozinha, copa, copa-cozinha, a norma nos defini que deve ser utilizado um ponto a cada 3,5 m ou fração de perímetro (SANTOS, 2022).

No entanto, uma planta baixa desenvolvida por um arquiteto ou um engenheiro civil sempre terá mais pontos do que é especificado na norma. O padrão presente na NBR 5410 geralmente é utilizado quando não se tem uma base do posicionamento dos móveis e equipamentos.

Inicialmente, para a planta baixa em estudo, é alocado os pontos de iluminação geral (Figura 52), como também, os pontos de iluminação de emergência (Figura 53). Posteriormente, é colocado os pontos de energia (Figura 54), tanto de uso geral (TV, computador, impressora) como de uso específico (Micro-ondas, forno a resistência, ar condicionado). E por fim, são inseridos os pontos de conexão de rede (Figura 55), e de câmeras e monitoramento de acesso (Figura 56). Todos esses detalhes de alocação dos pontos de iluminação e força em toda a edificação podem ser vistos nos anexos C, D, E, F e G.

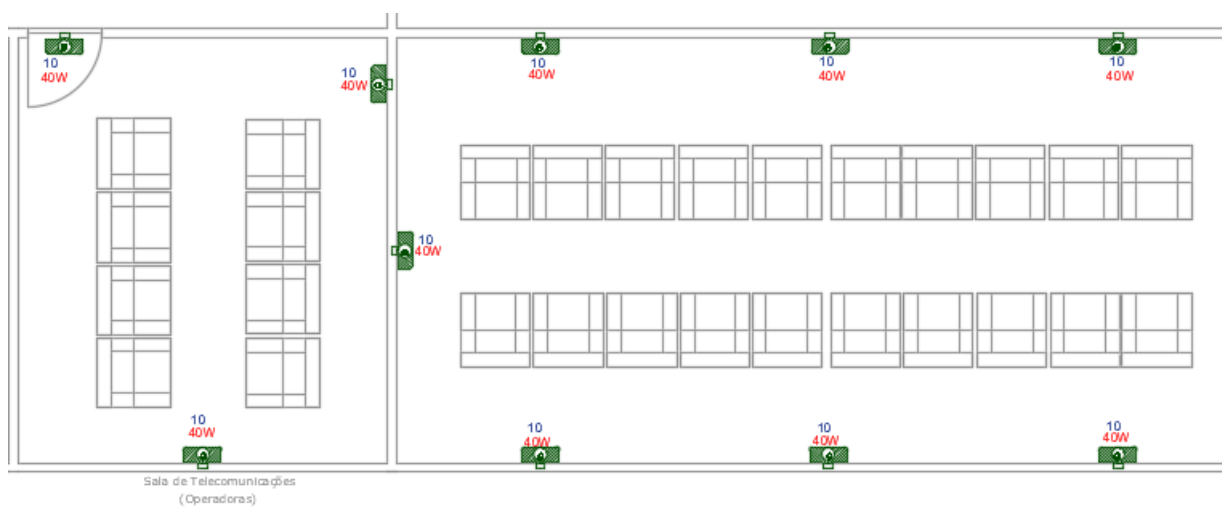
Por fim, uma observação que se pode fazer é de que, há uma norma de símbolos gráficos para instalações elétricas prediais, ou seja, a norma NBR 5444:1989, a qual pode ser seguida ou não, pois é uma norma que não está mais válida. Alguns projetistas ainda utilizam essa norma como base. No entanto, outros criam seus próprios símbolos gráficos.

Figura 52 - Inserção dos pontos de iluminação geral na sala do NOC.



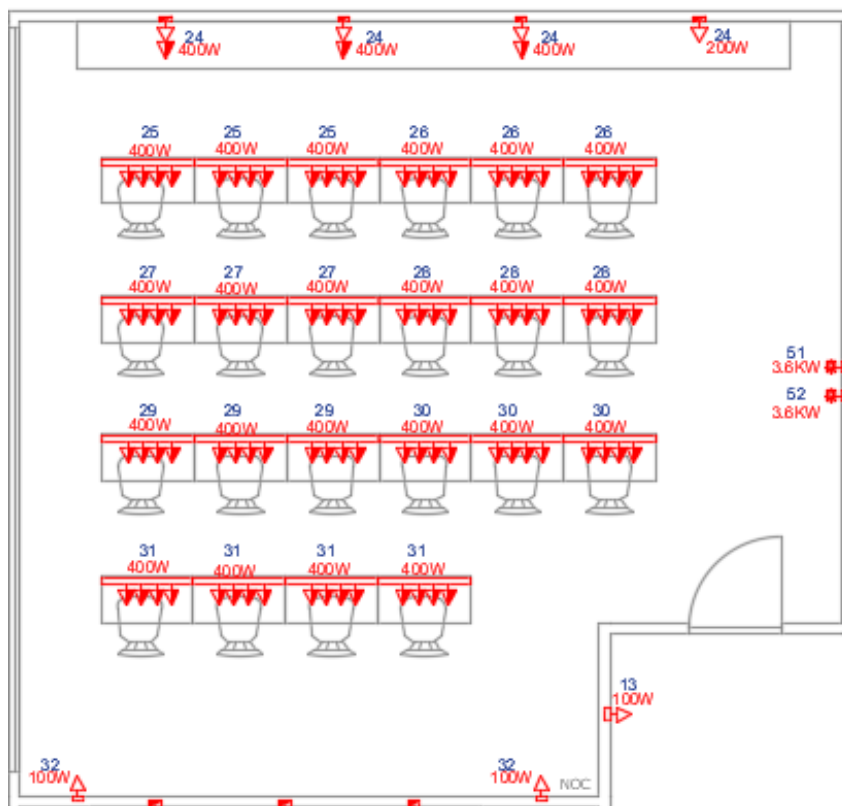
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 53 - Inserção dos pontos de iluminação de emergência na sala de telecomunicações e da computer room.



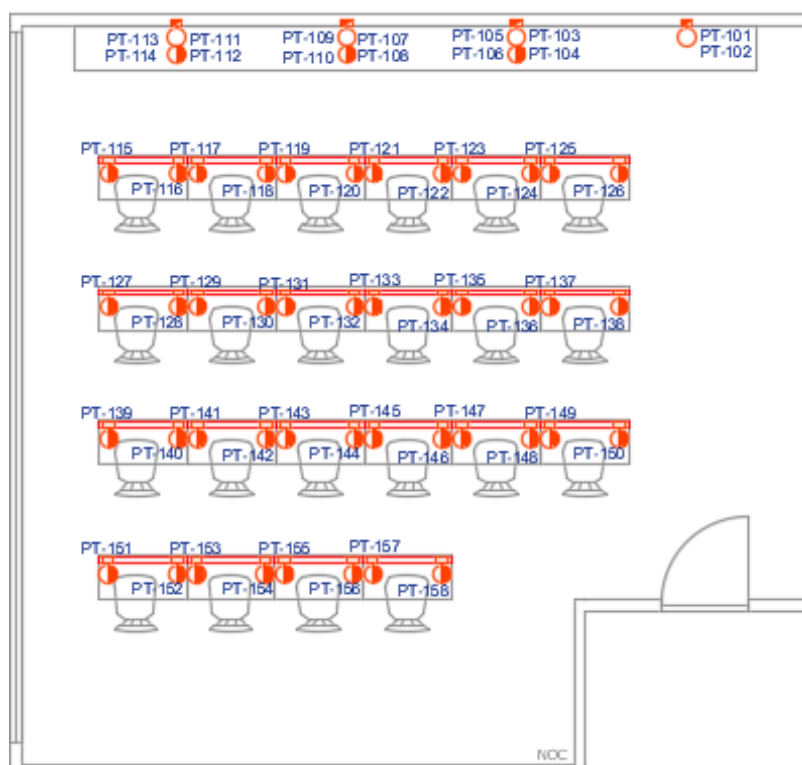
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 54 - Inserção dos pontos de força na sala do NOC.



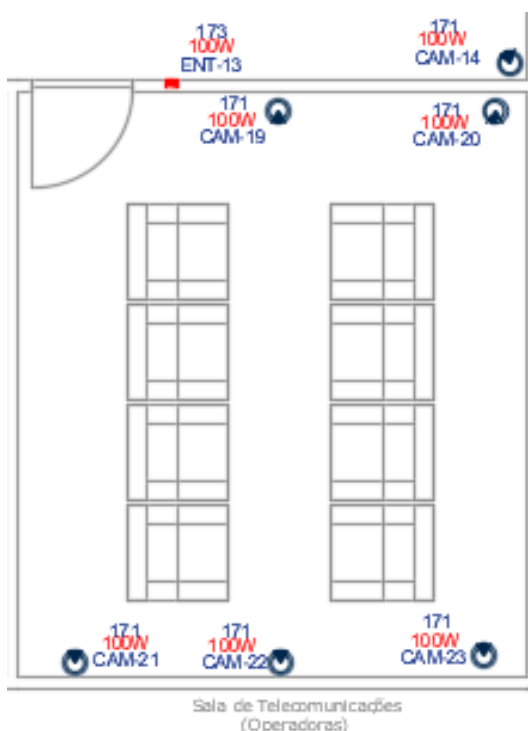
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 55 - Inserção dos pontos de rede na sala do NOC.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 56 - Inserção dos pontos de monitoramento de câmeras e acesso na sala de telecomunicações.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

4.2.5. DIVISÃO DE CIRCUITOS NA INSTALAÇÃO

A medida que é realizado a inserção dos pontos de iluminação e força, é realizado ao mesmo tempo a divisão dos circuitos na instalação, como também especificado o valor de potência em cada ponto.

Para a divisão dos circuitos, é utilizado como base o seguinte critério: 1100 W para circuito de iluminação e 1200 W para circuito de tomadas, ou seja, toda vez que um circuito de iluminação atinge um total de 1100 W ou que, um circuito de tomada atinge 1200 W, cria-se um novo circuito. No entanto, este não é um critério que deve ser obrigatoriamente seguido, é apenas uma questão de aplicação prática de projeto (SANTOS, 2022).

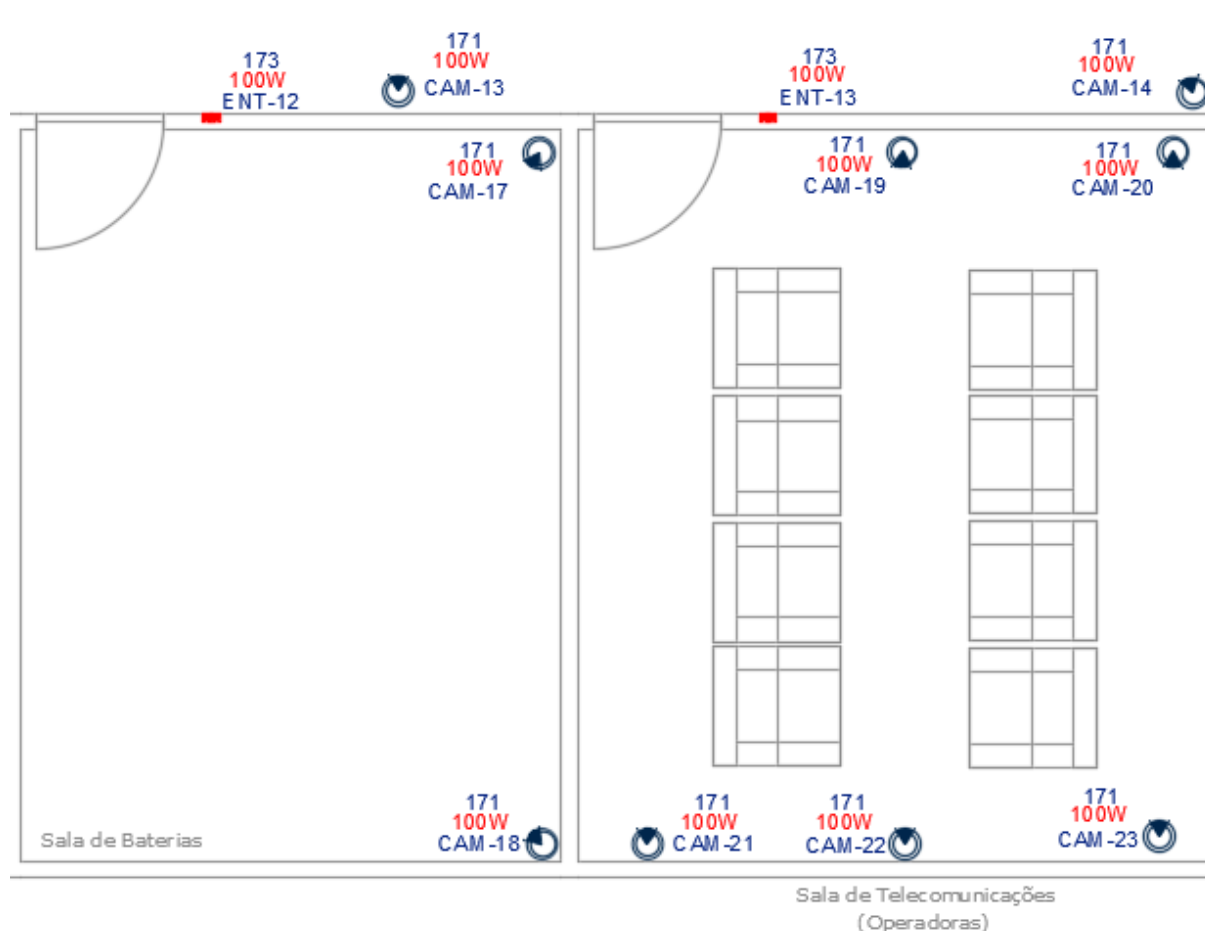
Para circuitos específicos como de ar condicionados, chuveiros, iluminação de emergência, equipamentos de cozinha, nobreaks, régua de racks entre outros, deve-se criar um circuito totalmente dedicado somente a isso.

Logo, para este projeto é seguido estes critérios como base, no entanto, possuindo apenas algumas diferenças no valor total de potência de alguns circuitos, devido a critérios de estratégia na elaboração e utilização dos espaços, como também,

nos cálculos. Contudo, poderia ser dividido em mais circuitos ou simplesmente utilizar cabos *PoE* (*Power over Ethernet*), ou seja, utilizar cabos de rede (LAN) que possuem esta tecnologia de transmitir dados juntamente com energia elétrica (FURUKAWA, 2017).

Já para o sistema de monitoramento de acesso (Figura 58), também é dividido em apenas um circuito (173), por questões de praticidade. No entanto, é viável dividir este sistema em vários circuitos, pois caso haja algum problema, a manutenção deverá ocorrer afetando o sistema como um todo, impossibilitando a entrada e saída das pessoas dos ambientes. Já com a separação dos circuitos para este sistema, caso haja algum problema, afetará apenas uma parte do sistema de monitoramento de acesso.

Figura 58 - Inserção de circuito no sistema de monitoramento.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Para os pontos de força, é respeitado o critério de 1200 W, e para cada circuito específico é criado um circuito independente. Para estes, é válido ressaltar a determinação das potências definidas, tanto para os pontos de força nas régua dos racks como para os pontos de força dos ares condicionados.

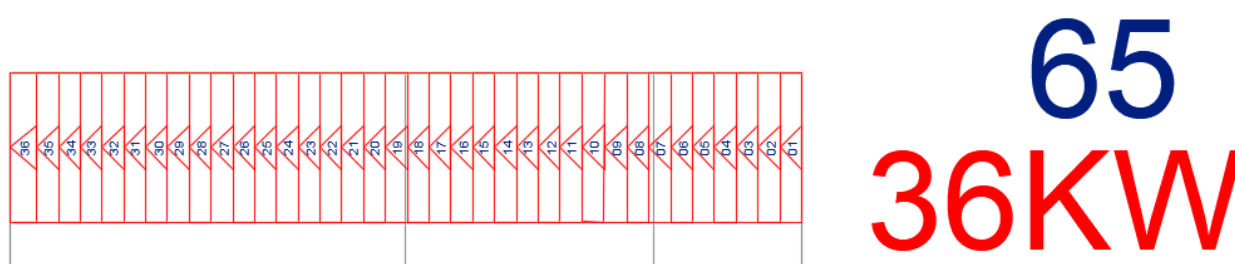
Primeiramente, para a definição das potências definidas para os circuitos das régua dos racks tanto no espaço das salas de telecomunicações como na *computer room*, é pensado da seguinte forma:

Geralmente, na prática, existem vários tamanhos de racks, como racks inteiros, 1/2 rack como até 1/4 de rack, sendo presentes muitas ou poucas RU (*Rack Unit*, em português, Unidade de Rack), que são cada espaço em que se pode fixar um equipamento de TI. Logo, para o projeto em questão, é utilizado racks inteiros com 45 unidades de racks (RU).

No total, este projeto apresenta 48 racks, sendo em cada rack instalado duas PDU (*Power Distribution Unit*) por questões de redundância. Logo, cada PDU apresenta 36 pontos de força, totalizando 36 kW, ou seja, 1000 W para cada ponto de força (Figura 59). Isso é definido de modo a exemplificar o projeto conceitual. Pois na prática, sabendo a carga total instalada do site, quando um cliente vai alugar um ou mais racks, geralmente se pergunta, quantos kVA ele irá precisar, assim como, quanto a infraestrutura do ambiente pode fornecer aos equipamentos dele.

Então, pensando desta forma, como na potência que geralmente os equipamentos críticos de TI precisam, é que é definido estes valores para exemplificar. Para estes circuitos específicos para alimentar as PDUs, são criados 95 circuitos (Circuito 57 a 152).

Figura 59 - Inserção de circuitos e pontos de força nos racks.

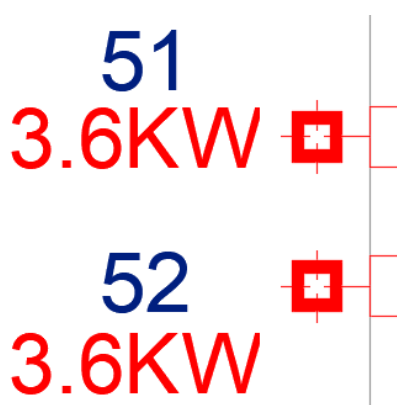


Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Em seguida, para estabelecer as potências dos ares condicionados, tanto das áreas comuns (Figura 60) como dos ambientes críticos (Figura 61), são utilizados os seguintes critérios (SANTOS, 2022):

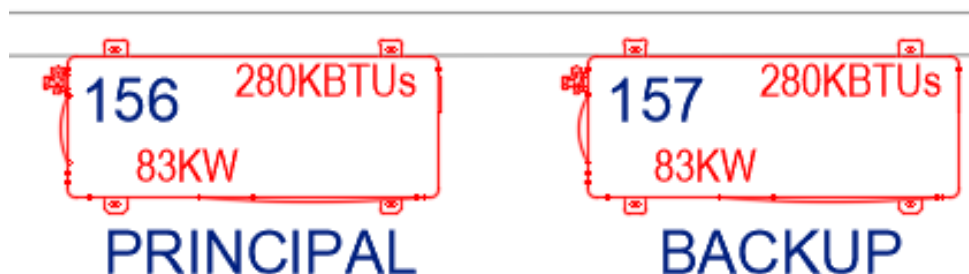
- Calcular a área do espaço onde se encontrará o equipamento de ar condicionado;
- Para ambientes sem janela, utilizar 600 BTU nos cálculos;
- Para ambientes com janela, utilizar 800 BTU nos cálculos;
- Adicionar 600 BTU nos cálculos (ambientes sem janela) por pessoa no local (sem contar a primeira pessoa). Caso o ambiente apresente janelas, acrescentar 800 BTU por pessoa no local (sem contar a primeira pessoa);
- Pensando da mesma forma, é utilizado 600 BTU (ambientes sem janela) ou 800 BTU (ambientes com janela) para cada equipamento eletrônico (TV, computador, impressora, celular entre outro).
- Para ambientes que possuem um pé direito maior do que 3,00 m, calcula-se normalmente seguindo os critérios estabelecidos e depois acrescenta-se 200 BTU (a cada metro de altura) x X m² (área do espaço) no cálculo final.

Figura 60 - Ar condicionado de ambiente comum.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 61 - Ar condicionado de ambiente crítico.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Vale ressaltar que, o cálculo de dimensionamento de ar condicionado é muito complexo, pois envolve diversos fatores, principalmente, falando em equipamentos de ar condicionado de porte industrial. Nestes casos, não envolve apenas os critérios acima estabelecidos, mas também, critérios como a umidade do ar naquele ambiente; a retirada do ar quente; a potência para empurrar o ar frio para os espaços; alguns critérios de normas que devem ser utilizadas, como outros fatores.

Hoje, há projetistas que são responsáveis apenas para o desenvolvimento desses sistemas, como também há softwares para ajudar nesses cálculos e dimensionamentos.

Os critérios acima são apenas alguns que são utilizados para poder exemplificar no projeto em estudo. Logo, é apresentado o cálculo que é desenvolvido para o ambiente crítico, como para a área comum.

Para uma área comum, é utilizado a sala do NOC para exemplificar:

Primeiramente é calculado a área do ambiente, totalizando um valor de 44,4554 m². Se tratando de um ambiente com janelas, então é utilizado 800 BTU nos cálculos. Portanto,

$$Total_1 = 44,4554 * 800 = 35564,32 \text{ BTU} \quad (55)$$

Em seguida, contando-se o número de equipamentos supostamente presentes no local, assim como, juntamente com o número de pessoa, há um total de 50. Logo,

$$Total_2 = 50 * 800 = 40000 \text{ BTU} \quad (56)$$

Somando-se ambos os totais, chega-se num valor de:

$$Total_{FINAL} = 35.564,32 + 40.000 = 75564,32 \text{ BTU} \quad (57)$$

Pensando-se em utilizar dois ares condicionados para esse ambiente. É necessário no mínimo que cada ar condicionado tenha uma capacidade de:

$$Capacidade = \frac{75564,32}{2} = 37782,16 \text{ BTU} \quad (58)$$

Por fim, consultando a tabela 9 (Figura 62) da norma NTC-04, conclui-se que cada ar condicionado terá no mínimo uma potência de 3.6 kW.

Figura 62 - Potências nominais médias de condicionadores de ar.

CAPACIDADE		POTÊNCIA NOMINAL	
BTU/h	kcal/h	W	VA
7000	1775	900	1100
8500	2125	1300	1550
10000	2500	1400	1650
12000	3000	1600	1900
14000	3500	1900	2100
18000	4500	2600	2860
21000	5250	2800	3080
30000	7500	3600	4000

Fonte: NORMA TÉCNICA CELG D (2016).

Logo, realizando-se o mesmo cálculo para os outros ambientes, chega-se aos seguintes valores para os equipamentos de ares condicionados (Tabela 15).

Tabela 15 - Potência dos ares condicionados dos ambientes comuns.

Ambiente	Circuito	Capacidade (BTU)	Potência (W)
Secretaria	44	22040,16	2800
Área de Convivência	45	24237,36	2800
Área de Convivência	46	24237,36	2800
Administração	47	18078,78	2600
Financeiro	48	18078,78	2600
Sala de Reuniões 01	49	20508,24	1900
Sala de Reuniões 02	50	20508,24	1900
59 NOC	51	37782,16	3600
NOC	52	37782,16	3600
Infraestrutura	53	21418,08	2800
Infraestrutura	54	21418,08	2800
Suporte	55	33511,84	3600
Cozinha	56	20000,10	2600

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor.

Já para o cálculo dos ares condicionados que terão a função de resfriar os ambientes da sala de computadores e sala de telecomunicações, são utilizados os mesmos critérios para exemplificar no dimensionamento. No entanto, vale ressaltar novamente, que para um cálculo mais preciso e correto, deve-se considerar outros fatores que são de extrema importância no dimensionamento.

Então, inicialmente é calculado as áreas dos ambientes, sendo 18,3588 m² para a sala de telecomunicações, e 95,1548 m² para a *computer room*. E como são espaços confinados (sem janelas), é utilizado nos cálculos 600 BTU. Portanto,

$$Total_1 = 18,3588 * 600 = 11015,28 \text{ BTU} \quad (59)$$

$$Total_2 = 95,1548 * 600 = 57092,88 \text{ BTU} \quad (60)$$

Considerando-se que em cada RU de rack há um equipamento instalado. Logo,

$$Total_{Sala\ Telecomunica\c{c}o\es} = 8\ racks * 36\ equipamentos = 288\ equipamentos \quad (61)$$

$$Total_{Computer\ Room} = 40\ racks * 36\ equipamentos = 1440\ equipamentos \quad (62)$$

Multiplicando-se por 600 BTU, chega-se a um valor de:

$$Total_{01} = 288 * 600 = 172800\ BTU \quad (63)$$

$$Total_{02} = 1440 * 600 = 864000\ BTU \quad (64)$$

Supondo que entre os ambientes circule um total de quatro pessoas. Portanto,

$$Total_{03} = 4 * 600 = 2400\ BTU \quad (65)$$

Somando-se todos os totais, é obtido um valor de:

$$Total = 11015,28 + 57092,88 + 172800 + 864000 + 2400 = 1107308,16\ BTU \quad (66)$$

Dividindo essa capacidade para quatro equipamentos de ar condicionado, é obtido um valor de:

$$Total_{Capacidade} = 280000\ BTU \quad (67)$$

Logo, serão utilizados oito equipamentos de ar condicionado com uma potência de 83 kW, sendo quatro equipamentos como principais e quatro de backup.

Também, é dividido circuitos específicos tanto para o banco de baterias, como para os UPS. No entanto, no projeto em questão não é realizado ou demonstrado como é feito os cálculos para dimensionamento desses sistemas. Mas o princípio

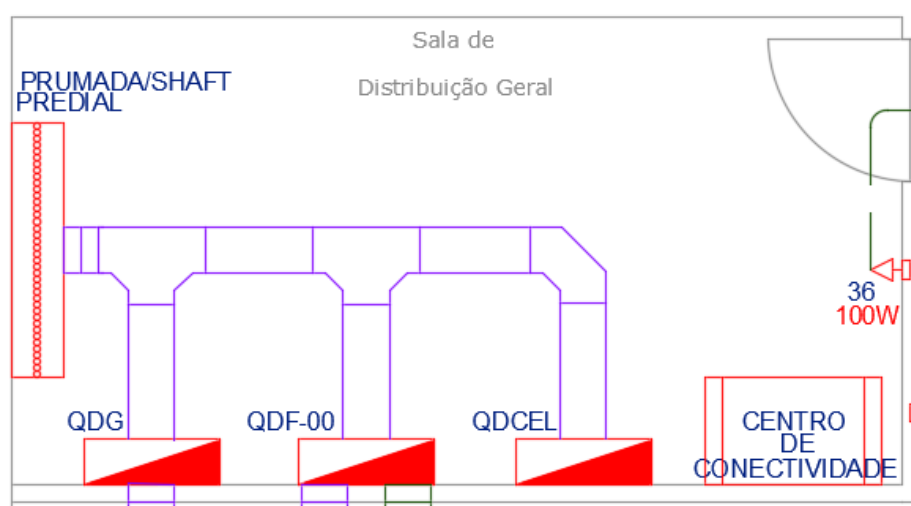
básico para o dimensionamento dos UPS, assim como para o banco de baterias, é em pensar no total de carga que desejasse manter ativa quando há falta de energia, como o tempo total que manterá a carga ativa.

4.2.6. INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO

Inserido todos os pontos de força e iluminação e dividido todos os circuitos, o próximo passo é realizar a tubulação da infraestrutura para posteriormente passar a fiação no projeto. Mas antes mesmo de se iniciar essa etapa, deve-se colocar o quadro de distribuição ou como no caso deste projeto, alocar os quadros de distribuições, assim como, definir um centro de conectividade para a parte de interligação do cabeamento interno de rede do andar.

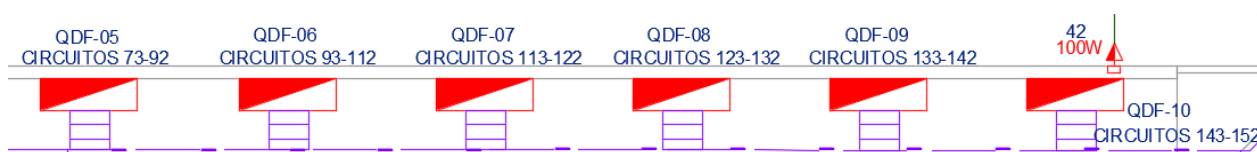
Então, para este projeto são alocados de forma estratégica 14 quadros de distribuição de circuitos (Figura 63 e 64), ou seja, apenas os quadros presentes no andar sem contar o quadro do edifício.

Figura 63 - Quadros de distribuição de força na sala de distribuição geral.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 64 - Quadros de distribuição de força na sala de computadores.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

A seguir, é especificado como ficou a divisão dos quadros de distribuição elétrica, os quais também podem ser observados nos anexos H, I, J e K:

- QDECEL (Quadro de Distribuição Elétrica de Câmeras, Entrada e Iluminação): Neste quadro está presente todos os circuitos de câmeras, sistema de monitoramento de acesso e dos pontos de iluminação;
- QDF-00 (Quadro de Distribuição de Força 00): Neste quadro está presente todos os circuitos de força das áreas comuns, presente tantos circuitos de uso geral, como circuitos específicos (ar condicionado e equipamentos elétricos da cozinha);
- QDF-01 (Quadro de Distribuição de Força 01): Neste quadro está presentes os circuitos das UPS;
- QDF-02 (Quadro de Distribuição de Força 02): Neste quadro está presente os circuitos dos bancos de baterias;
- QDF-03 (Quadro de Distribuição de Força 03) e QDF-04 (Quadro de Distribuição de Força 04): Nesses quadros estão presente todos os circuitos dos racks da sala de telecomunicações;
- QDF-05 (Quadro de Distribuição de Força 05) a QDF-10 (Quadro de Distribuição de Força 10): Nesses quadros estão presentes todos os circuitos dos racks da sala de computadores;
- QDF-11 (Quadro de Distribuição de Força 11): Neste quadro está presente todos os circuitos dos ares condicionados da área crítica do Data Center;
- QDG (Quadro de Distribuição Geral): é o quadro onde se reúne todos os circuitos de todos os quadros presentes no andar.

Em seguida, é iniciada a passagem de tubulação no projeto. A norma NBR 5410:2004 traz critérios muito importantes e que devem ser seguidos principalmente para aprovação de projetos

Por exemplo, a NBR 5410 nos traz qual é a taxa de ocupação de um eletroduto (item 6.2.11.1.6 alínea “a”) (SANTOS, 2022), definida como:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;

- 40% no caso de três ou mais condutores.

Na própria norma é especificado de como se deve utilizar, dimensionar e qual é a taxa de ocupação de um eletroduto, uma eletrocalha, perfilados e leitos tanto em ambientes abertos, fechados e arejados.

A seguir, é demonstrado como é realizado o dimensionamento de um eletroduto seguindo os padrões da norma (SANTOS, 2022):

Deseja verificar se 6 cabos de 4 mm² em uma instalação interna cabem em um eletroduto de 3/4", sabendo-se que, este tipo de eletroduto possui um diâmetro externo de 15,4 mm.

Inicialmente, o primeiro passo é verificar as características do condutor, podendo ser de:

- PVC, 0,6/1kV, 70°C, Classe 2;
- PVC, 450/750V, 70°, Classe 5;
- EPR/XLPE, 0,6/1kV, 90°C, Classe 2.

Em seguida, tendo identificado o material do condutor, o próximo passo é verificar o diâmetro externo desse condutor de acordo com suas características e com a tabela do fabricante. No caso desse exemplo, é adotado um diâmetro de 4,0 mm.

O terceiro passo é encontrar a área que um cabo ocupa por inteiro multiplicado pela quantidade de cabos, ou seja:

$$A_1 = \frac{\pi d^2}{4} * \text{quantidade de cabos} \quad (68)$$

Portanto,

$$A_1 = \frac{\pi * 4^2}{4} * 6 = 12,56 \text{ mm}^2 \quad (69)$$

O quarto passo, antes de saber se cabe dentro de um eletroduto, é encontrar a área que um eletroduto ocupa por inteiro multiplicado pela determinação da norma. Neste caso se tratando de mais de 3 condutores, utiliza-se o valor de 40%. Portanto,

$$A_2 = \frac{\pi d^2}{4} * \text{determinação da norma (53\%, 31\% ou 40\%)} \quad (70)$$

$$A_2 = \frac{\pi 15,4^2}{4} * 0,4 = 74,50 \text{ mm} \quad (71)$$

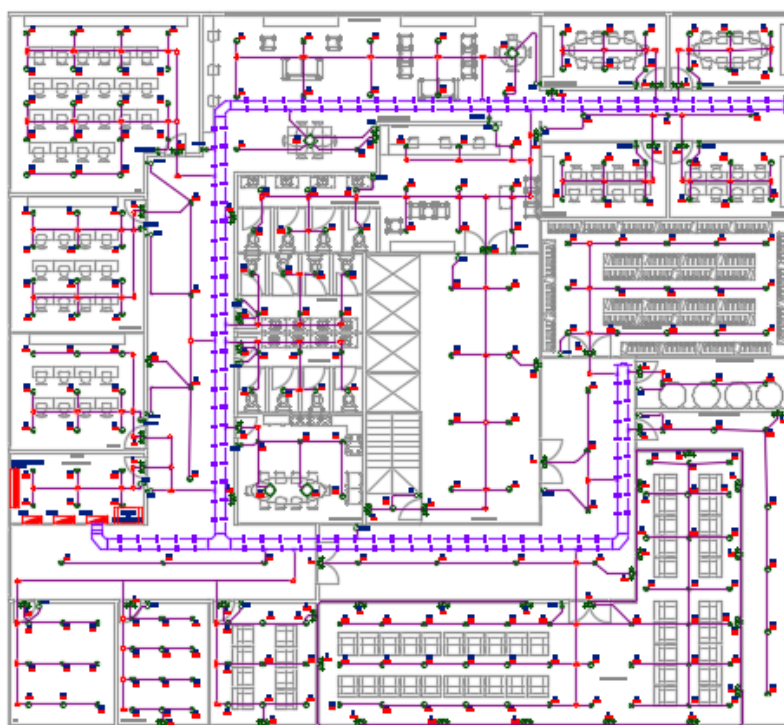
Logo, comparando ambas as áreas A_1 e A_2 , observa-se que A_2 é maior do que a A_1 , portanto esses 6 cabos cabem dentro de um eletroduto de 3/4".

Por fim, todos esses dimensionamentos podem ser realizados em software ou até mesmo em planilhas automatizadas no Excel, como no caso desse projeto em estudo.

Para o desenvolvimento deste projeto, são utilizados os seguintes equipamentos para infraestrutura: Eletrocalhas (Bandejas) lisas e perfuradas; leitos; eletrodutos rígidos e metálicos; eletrodutos com curvas; condutores; perfilados; caixa de passagem; entre outros.

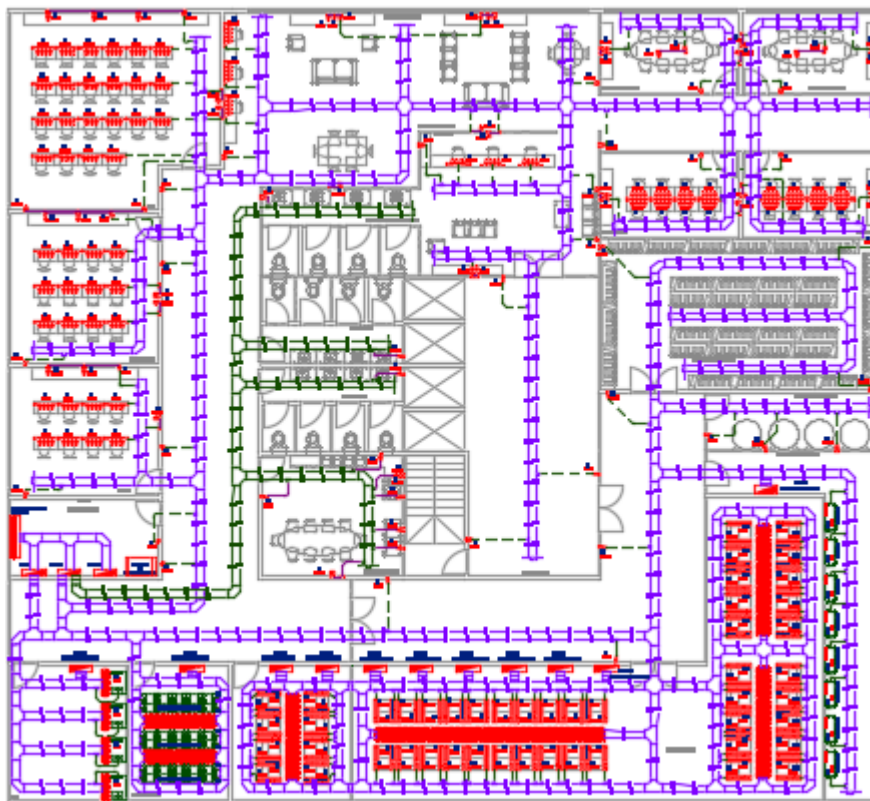
Portando, a seguir é demonstrado como está a passagem de infraestrutura em todo o andar da edificação (Figuras 65, 66, 67 e 68), assim como, também podem ser observados com maiores detalhes nos anexos H, I, J e K.

Figura 65 - Inserção de tubulação para o cabeamento de iluminação.



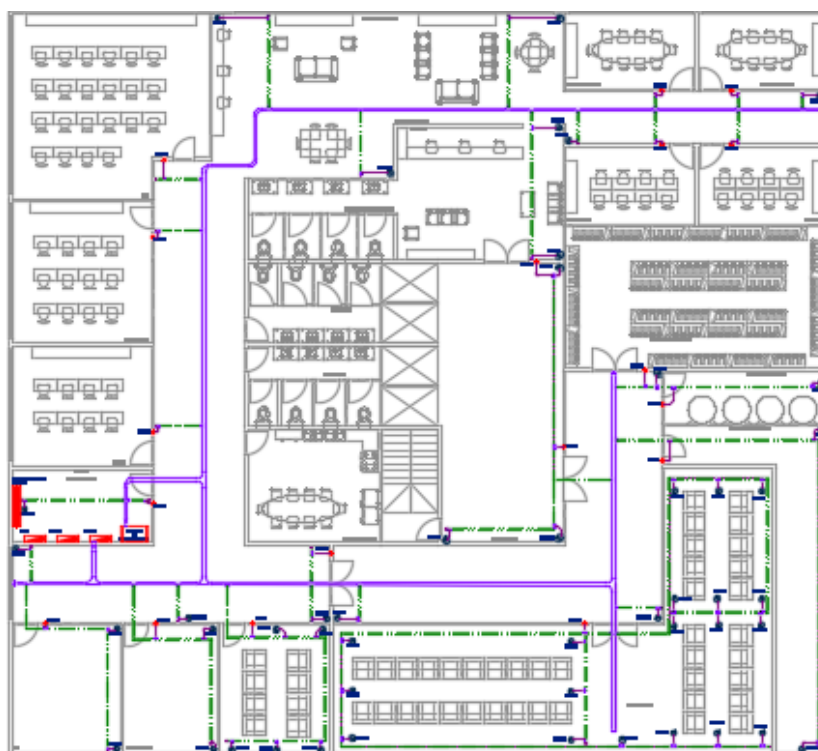
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 66 - Inserção de tubulação para o cabeamento de força.



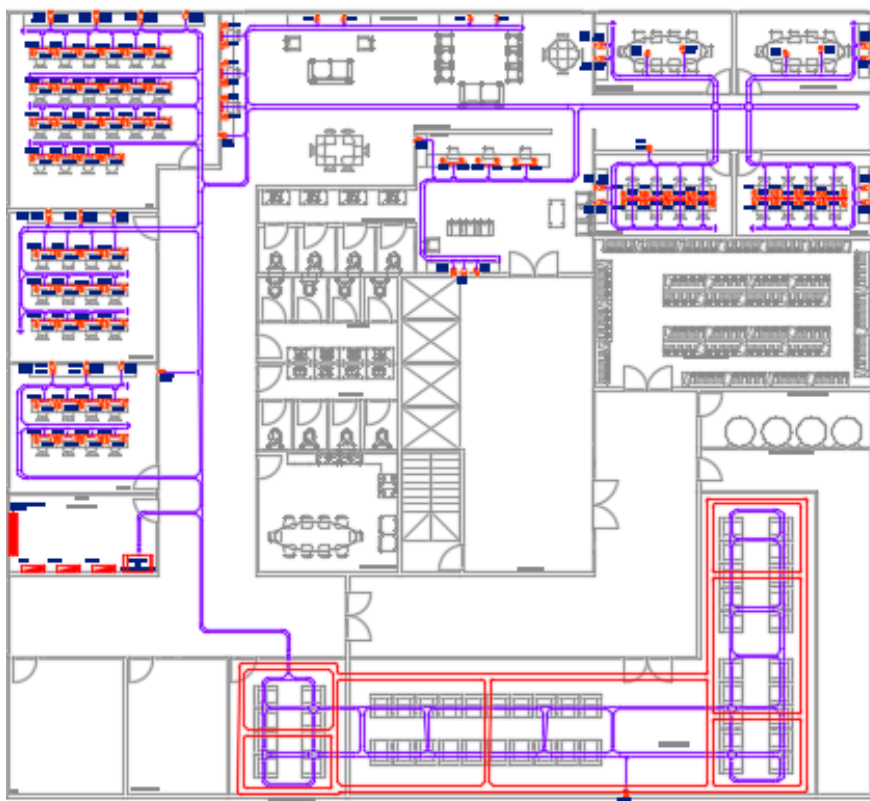
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 67 - Inserção de tubulação para o cabeamento de monitoramento.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 68 - Inserção de tubulação para o cabeamento dos pontos de rede.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

4.2.7. ELABORAÇÃO DO QUADRO DE CARGAS

Para o projeto em estudo, é elaborado apenas os quadros de cargas de QDECEL e QDF-00. Contudo, na prática, pode-se desenvolver um quadro de cargas para cada quadro ou apenas um quadro de cargas para o todo.

Para a construção de um quadro de distribuição, é necessário o conhecimento de alguns conceitos básicos de elétrica, como:

- **Potência Instalada:** É a soma das potências nominais de todos os equipamentos (dado em kW ou em kVA), ou seja, o valor de potência que seria consumida se todos os equipamentos estivessem operando ao mesmo tempo (SCARPIN, 2018).
- **Demanda:** É o valor de potência somente de uma parte da carga instalada que está em funcionamento (SANTOS, 2022).
- **Potência Ativa (W):** É a potência utilizada para o trabalho, também conhecida como potência real (SANTOS, 2022).

- Potência Aparente (VA): É a potência que um determinado equipamento é capaz de fornecer (MATTEDE, 2019).
- Potência reativa (VAr): É a potência perdida, ou seja, esta potência não realiza trabalho efetivo. É a parte da potência que é aplicada para as cargas indutivas e capacitivas (MATTEDE, 2019).
- Fator de Potência: É a relação entre a potência ativa e a potência aparente, ou seja, é a relação entre a quantidade de energia que é efetivamente transformada em trabalho com a relação a quantidade de energia entregue pela fonte. Quanto maior o fator de potência de uma carga, mais ela se aproxima de uma carga resistiva, consumindo uma quantidade maior de potência ativa (MATTEDE, 2019).

O fator de potência é calculado pela seguinte fórmula:

$$FP \text{ (fator de potência)} = \cos \varphi = \frac{\text{Potência ativa (W)}}{\text{Potência aparente (VA)}} \quad (72)$$

Como também, há a relação entre os três tipos de potência através do triângulo retângulo, obtendo assim, a seguinte expressão:

$$\text{Potência aparente (VA)}^2 = \text{Potência ativa (W)}^2 + \text{Potência reativa (VAr)}^2 \quad (73)$$

Por fim, é importante saber que segundo a Resolução Normativa Nº 414/2010 traz na seção IV a seguinte definição no Art.95:

“O fator de potência de referência “ f_r ”, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras do grupo A e B, o valor de 0,92. ” (SANTOS, 2022).

Portanto, para o projeto em estudo é utilizado um fator de potência de 0,92, para os pontos de tomadas e iluminação, variando-se apenas para as cargas indutivas e capacitivas.

Com esses conceitos em mente, é possível preencher a primeira parte da

tabela que consiste em: Colocar o número dos circuitos e a descrição em que ambiente que ele se encontra; fazer a contagem de quantos pontos de tomadas e/ou iluminação há naquele circuito para aquela determinada potência presente; E juntamente com esses valores e com o fator de potência estabelecido, é possível determinar as Potências ativas (W), aparente (VA) e reativa (VAR), assim como a tensão (V), e a corrente (A).

Abaixo é demonstrado o preenchimento desses dados na tabela feita em Excel, tanto para o QDCEL (Figura 69 – ANEXO L) como para o QDF-00 (Figura 70 – ANEXO N).

Figura 69 - Primeira etapa no preenchimento do QDCEL.

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)		Pontos de Iluminação (W)		Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Potência reativa (VAR)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	200	100	40							
1	ILUMINAÇÃO - HALL DE ENTRADA / SECRETARIA / BANHEIRO / CORREDOR	-	-	-	28	-	1.120,0	0,92	1.217,4	477,1	220	5,5
2	ILUMINAÇÃO - ADMINISTRAÇÃO / FINANCEIRO / SALA DE REUNIÕES 01 E 02	-	-	-	24	-	960,0	0,92	1.043,5	409,0	220	4,7
3	ILUMINAÇÃO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA / CORREDOR	-	-	-	17	-	680,0	0,92	739,1	289,7	220	3,4
4	ILUMINAÇÃO - NOC / INFRAESTRUTURA	-	-	-	31	-	1.240,0	0,92	1.347,8	528,2	220	6,1
5	ILUMINAÇÃO - SUPORTE / DISTRIBUIÇÃO GERAL / CORREDOR	-	-	-	18	-	720,0	0,92	782,6	306,7	220	3,6
6	ILUMINAÇÃO - BANHEIRO / COZINHA	-	-	-	20	-	800,0	0,92	869,6	340,8	220	4,0
7	ILUMINAÇÃO - UPS / SALA DE BATERIAS / SALA DE TELECOMUNICAÇÕES	-	-	-	30	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
8	ILUMINAÇÃO - CORREDOR / DEPÓSITO / AUTOMAÇÃO DE INCÊNDIO / AR CONDICIONADO	-	-	-	32	-	1.280,0	0,92	1.391,3	545,3	220	6,3
9	ILUMINAÇÃO - COMPUTER ROOM	-	-	-	41	-	1.640,0	0,92	1.782,6	698,6	220	8,1
10	ILUMINAÇÃO - EMERGÊNCIA	-	-	-	51	-	2.040,0	0,92	2.217,4	869,0	220	10,1
171	TOMADAS - CÂMERAS 01	24	-	-	-	-	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
172	TOMADAS - CÂMERAS 02	24	-	-	-	-	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
173	TOMADAS - SISTEMA DE ENTRADA	18	-	-	-	-	1.800,0	0,92	1.956,5	766,8	220	8,9
	QDFL	66	-	-	292	-	18.280,0	0,92	19.869,6	7.787,2	380	30,2

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Figura 70 - Primeira etapa no preenchimento do QDF-00.

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (V)		Pontos de Iluminação (V)		Carga Especial (V)	Potência Ativa (V)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Potência reativa (VAR)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	200	100	40							
11	TOMADAS - HALL DE ENTRADA / SECRETARIA	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
12	TOMADAS - SECRETARIA	14	-	-	-	-	1400,0	0,92	1521,7	596,4	220	6,9
13	TOMADAS - CORREDORES / ÁREA DE CONVIVÊNCIA	13	-	-	-	-	1300,0	0,92	1413,0	553,8	220	6,4
14	TOMADAS - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
15	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
16	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
17	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	9	-	-	-	-	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
18	TOMADAS - FINANCEIRO	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
19	TOMADAS - FINANCEIRO	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
20	TOMADAS - FINANCEIRO	9	-	-	-	-	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
21	TOMADAS - SALA DE REUNIÕES 02	13	-	-	-	-	1300,0	0,92	1413,0	553,8	220	6,4
22	TOMADAS - SALA DE REUNIÕES 01	13	-	-	-	-	1300,0	0,92	1413,0	553,8	220	6,4
23	TOMADAS - BANHEIROS	-	-	-	-	1800,0	1800,0	0,92	1956,5	766,8	220	8,9
24	TOMADAS - NOC	14	-	-	-	-	1400,0	0,92	1521,7	596,4	220	6,9
25	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
26	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
27	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
28	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
29	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
30	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
31	TOMADAS - NOC	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
32	TOMADAS - NOC / INFRAESTRUTURA	12	-	-	-	-	1200,0	0,92	1304,3	511,2	220	5,9
33	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
34	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
35	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
36	TOMADAS - INFRAESTRUTURA / SUPORTE	13	-	-	-	-	1300,0	0,92	1413,0	553,8	220	6,4
37	TOMADAS - SUPORTE	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
38	TOMADAS - SUPORTE	16	-	-	-	-	1600,0	0,92	1739,1	681,6	220	7,9
174	TOMADAS - COZINHA	3	-	-	-	800,0	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
175	TOMADAS - COZINHA (MICROONDAS)	-	-	-	-	1100,0	1100,0	0,92	1195,7	468,6	220	5,4
39	TOMADAS - COZINHA (FOGÃO ELÉTRICO)	-	-	-	-	2.400,0	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
40	TOMADAS - COZINHA (GELADEIRA)	-	-	-	-	800,0	800,0	1,00	800,0	-	220	2,7
41	TOMADAS - COZINHA (GELADEIRA)	-	-	-	-	600,0	600,0	1,00	600,0	-	220	2,7
42	TOMADAS - CORREDOR / DEPÓSITO	8	-	-	-	-	800,0	0,92	869,6	340,8	220	4,0
43	TOMADAS - AUTOMAÇÃO DE INCÊNDIO	6	-	-	-	-	600,0	0,92	652,2	256,6	220	3,0
44	AR CONDICIONADO - SECRETARIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
45	AR CONDICIONADO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
46	AR CONDICIONADO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
47	AR CONDICIONADO - ADMINISTRAÇÃO	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
48	AR CONDICIONADO - FINANCEIRO	-	-	-	-	2.600,0	2.600,0	0,90	2.888,9	1.259,2	220	13,1
49	AR CONDICIONADO - SALA DE REUNIÕES 02	-	-	-	-	1.900,0	1.900,0	0,90	2.111,1	920,2	220	9,6
50	AR CONDICIONADO - SALA DE REUNIÕES 01	-	-	-	-	1.900,0	1.900,0	0,90	2.111,1	920,2	220	9,6
51	AR CONDICIONADO - NOC	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
52	AR CONDICIONADO - NOC	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
53	AR CONDICIONADO - INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
54	AR CONDICIONADO - INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
55	AR CONDICIONADO - SUPORTE	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
56	AR CONDICIONADO - COZINHA	-	-	-	-	2.600,0	2.600,0	0,90	2.888,9	1.259,2	220	13,1
	QDFL	387	-	-	-	43.500,0	82.200,0	0,91	90.122,7	36.949,5	380	136,9

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

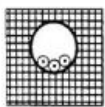
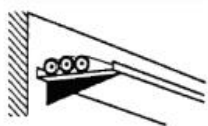
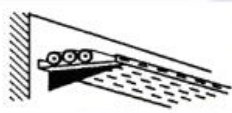
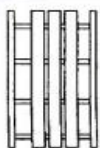
Preenchidos esses dados, o próximo passo é dimensionar os condutores, ou seja, preencher os seguintes dados: Método de referência de Instalação; Classe de encordoamento; Material de Isolação; Tensão de Isolação; Fase (mm²), Neutro (mm²) e proteção (mm²).

Método de referência de instalação: É o modo de como será a infraestrutura do local, ou seja, é utilizado eletrodutos ou eletrocalhas; estão em locais internos, externos ou enterrados.

Tudo isso, é importante para os cálculos, pois dependendo do método de instalação, maior ou menor será a capacidade de dissipação de calor gerado pela passagem da corrente elétrica e, por consequência, maior ou menor será a capacidade de condução dos condutores (JUNIOR, 2020).

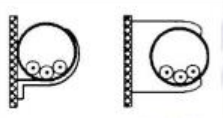
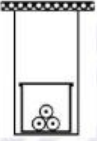
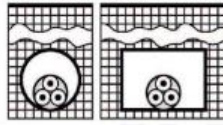
A NBR 5410 traz ao todo 75 métodos diferentes de instalação de condutores. Em seguida (Figuras 71 e 72) estão demonstrados alguns dos métodos presentes na tabela 33 da norma e que são utilizados para dimensionar os condutores desse projeto.

Figura 71 - Tipos de linhas elétricas com base na norma NBR 5410.

7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira ³⁾	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical ⁴⁾	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)

Fonte: SANTOS (2022).

Figura 72 - Tipos de linhas elétricas com base na norma NBR 5410.

3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B1
61		Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D

Fonte: SANTOS (2022).

Classe de encordoamento: É o que defini a flexibilidade dos cabos, ou seja, quanto menor o diâmetro dos fios, maior será a classe e conseqüentemente maior será a flexibilidade. A norma que especifica os tipos de encordoamento é a NBR NM 280 (PRIMUS, 2021). Segue abaixo a definição das classes de encordoamento:

- **CLASSE I:** Fios sólidos;
- **CLASSE II:** Cabos rígidos;
- **CLASSE IV E V:** Cabos flexíveis;

Geralmente, em instalações aéreas são utilizados cabos rígidos (Classe II) e em instalações internas em eletrodutos, normalmente, são utilizados cabos flexíveis (Classe IV ou V). Mas isso, vai depender não só do ambiente em que será instalado, como também, o tamanho da bitola do cabo e do material de isolação.

Por exemplo, para a alimentação do quadro elétrico de uma edificação, é possível utilizar tanto um cabo de material PVC, 0,6/1 kV, Classe II (Cabos até 35 mm²), como também um Classe V (Cabos acima de 50 mm²); ou até mesmo um cabo de outro material como, EPR/XLPE, 0,6/1 kV, 90°C Classe II (SANTOS, 2022).

Material de Isolação: Em aplicações práticas, há três tipos de materiais que são utilizados para isolar os condutores, sendo eles: PVC (cloreto de polivinila), EPR (etileno-propileno) e XLPE (polietileno reticulado).

A seguir, é demonstrado os pontos positivos e negativos de cada material de isolamento, como também, as temperaturas que esses tipos de materiais suportam (Tabelas 16 e 17).

Tabela 16 - Materiais de isolamento.

Material de Isolação	Temp. máx. em regime permanente	Temp. máx. em regime de sobrecarga	Temp. máx. em regime de curto-circuito
PVC	70°C	100°C	160°C
XLPE	90°C	130°C	250°C
EPR	90°C	130°C	250°C

Fonte: SANTOS (2022).

Tabela 17 - Pontos positivos e negativos dos materiais de isolamento.

Material de Isolação	Pontos Positivos	Pontos Negativos
PVC	Boas propriedades mecânicas e elétricas; não propagaste chama	Baixo índice de estabilidade térmica
XLPE	Excelentes propriedades elétricas; boa resistência térmica	Baixa flexibilidade; baixa resistência à chama
EPR	Excelentes propriedades elétricas; boa resistência térmica	Baixa resistência mecânica; baixa resistência à chama

Fonte: JÚNIOR (2020).

Tensão de Isolação: Correspondem as tensões para as quais os cabos foram projetados. Na prática, geralmente esses valores são 450/750 V ou 0,6/1 kV (SANTOS, 2018).

Dimensionamento dos condutores de Fase, Neutro e Terra: Para esse dimensionamento, a própria norma NBR 5410 traz na tabela 47 (Figura 73) a seção mínima que esses condutores devem ter.

Logo, para condutores e cabos isolados utilizados em circuitos de iluminação deve-se utilizar cabos com seção mínima do condutor de 1,5 mm², caso seja de material de cobre (Cu) ou 16 mm², caso seja de alumínio (Al). Já para circuitos de

força, 2,5 mm² para Cu e 16 mm² para Al.

No entanto, vale ressaltar que, inicialmente trabalha-se com esses valores e posteriormente ao analisar as correntes de projeto e correntes reais, a primeira não pode ser maior do que a segunda, caso isso ocorra, o diâmetro do condutor deve ser dimensionado para um número acima.

Figura 73 - Seção mínima dos condutores.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
	Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	

1) Seções mínimas ditadas por razões mecânicas
2) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².
4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Fonte: SANTOS (2022).

Logo, esses dados são preenchidos e demonstrados a seguir, tanto para o QDCEL (Figura 74 – ANEXO M) como para o QDF-00 (Figura 75 – ANEXO O).

Figura 74 - Segunda etapa no preenchimento do QDCEL.

Condutor						
Método de Ref. Instalação	Classe encord.	Material de Isolação	Tensão de isolamento	Fase (mm ²)	Neutro (mm ²)	Proteção (mm ²)
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50
B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Para isso, a norma nos traz a seguinte definição (Figura 76), como também as seguintes tabelas (Figuras 77, 78, 79 e 80).

Figura 76 - Agrupamento de circuitos segundo a norma NBR 5410.

6.2.5.5.3 As capacidades de condução de corrente indicadas nas tabelas 36 e 37 são válidas para maneiras de instalar que se enquadrem nos métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D, e para:

- a) dois condutores carregados (dois condutores isolados, dois cabos unipolares ou um cabo bipolar);
- b) três condutores carregados (três condutores isolados, três cabos unipolares ou um cabo tripolar).

Para um número maior de condutores agrupados, devem ser aplicados os fatores de correção especificados nas tabelas 42 a 45.

2 Os fatores de correção da tabela 42 são aplicáveis a condutores agrupados em feixe, seja em linhas abertas ou fechadas (os fatores pertinentes são os da linha 1 da tabela 42), e a condutores agrupados num mesmo plano e numa única camada (demais linhas da tabela). Já os fatores de correção da tabela 43 são aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores. Assim, no caso de agrupamento em camadas, os fatores de correção aplicáveis são os da tabela 42, quando a camada for única, ou os da tabela 43, quando houver mais de uma camada.

Fonte: SANTOS (2022).

Figura 77 - Capacidades de condução de corrente (A) para condutor de isolamento do tipo PVC.

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

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

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52

Fonte: SANTOS (2022).

Figura 78 - Capacidades de condução de corrente (A) para condutor de isolamento do tipo EPR/XLPE.

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

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

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61

Fonte: SANTOS (2022).

Figura 79 - Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo apenas em uma camada de condutores.

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

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

Fonte: SANTOS (2022).

Figura 80 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em mais de uma camada.

Tabela 43 — Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores – Métodos de referência C (tabelas 36 e 37), E e F (tabelas 38 e 39)

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

Fonte: SANTOS (2022).

Fator de temperatura: É outro fator que deve ser levado em consideração no dimensionamento, pois a temperatura ambiente interfere na capacidade de corrente dos condutores.

Para temperaturas ambientes de 20°C a 30°C, as tabelas apresentadas, podem ser utilizadas. Caso contrário, deve-se utilizar a tabela (Figura 81) fornecida pela norma NBR 5410.

Figura 81 - Fatores de correção para temperaturas.

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

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89

Fonte: SANTOS (2022).

Capacidade de corrente nominal: É o valor de corrente obtido na análise das tabelas apresentadas (Figuras 77 e 78) com base nos fatores anteriormente mencionados.

Capacidade de corrente real: É a máxima corrente que irá passar pelo condutor elétrico, com base em todos os fatores que influenciam na sua condução.

Logo, no projeto em estudo são preenchidos esses dados, tanto para o QDCEL (Figura 82 – ANEXO M) como para o QDF-00 (Figura 83 – ANEXO O).

Figura 82 - Terceira etapa no preenchimento do QDCEL.

Fator de Agrupam	Fator de Temperatura	Capac. Cond. de corrente nominal	Capac. Cond. de corrente real
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,50	1,00	23,00	11,5
0,70	1,00	31,00	21,7
0,70	1,00	31,00	21,7
0,70	1,00	31,00	21,7

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Os disjuntores podem ser tanto do padrão NEMA (*National Electrical Manufactures Association*, em português, Associação Nacional de Fabricantes de Eletricidade) (Figura 84), como também, do padrão DIN (*Deutsches Institut Für Normung*) (Figura 85). O primeiro protege apenas contra sobrecarga, o segundo protege contra sobrecarga e curto-circuito (SANTOS, 2022).

Figura 84 - Disjuntor NEMA.



Fonte: SANTOS (2022).

Figura 85 - Disjuntor NEMA.



Fonte: SANTOS (2022).

Além disso, os disjuntores apresentam curvas características de tempo de atuação, como também, níveis de proteção. Podendo ser:

- Classe I: Maior proteção;
- Classe II: Proteção intermediária;
- Classe III: Menor proteção.

Em relação as curvas características apresentam:

- Curva B: Utilizada para cargas resistivas como, chuveiros, forno elétrico, aquecedores elétricos e afins;
- Curva C: Utilizado para cargas indutivas como, ar condicionado e motores;
- Curva D: Utilizado para cargas indutivas como, grandes motores e transformadores.

Segue, as correntes nominais típicas de disjuntores para aplicação em circuitos (Tabela 18):

Tabela 18 - Correntes nominais de disjuntores (A).

Corrente Nominal (A)	6	8	10	13	16	20	25
Corrente Nominal (A)	32	40	50	63	80	100	125

Fonte: SANTOS (2022).

Logo, para a determinação de qual disjuntor deve-se utilizar, a norma NBR NM 60898 nos fornece a seguinte regra (Figura 86):

Figura 86 - Determinação de qual disjuntor utilizar.

5.3.4.1 Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção

Para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

a) $I_B \leq I_n \leq I_z$; e

b) $I_2 \leq 1,45 I_z$

Onde:

I_B é a corrente de projeto do circuito;

I_z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação (ver 6.2.5);

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

I_2 é a corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis.

Fonte: SANTOS (2022).

Portanto, com base no critério acima, para se determinar qual disjuntor deve ser utilizado, é analisado tanto a corrente de projeto, como a corrente real. Então, o disjuntor que é utilizado é aquele que possui uma corrente que está no meio entre as duas correntes citadas, para que o dispositivo possa atuar no seccionamento caso haja sobrecarga ou curto-circuito.

Já em relação a DR (Figura 87), a norma nos traz a seguinte definição (Figura 88):

Figura 87 - Dispositivo DR.



Fonte: SANTOS (2022).

Figura 88 - Determinação de qual DR utilizar.

5.1.3.2.2 Casos em que o uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade como proteção adicional é obrigatório

Além dos casos especificados na seção 9, e qualquer que seja o esquema de aterramento, devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n}$ igual ou inferior a 30 mA:

- os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro (ver 9.1);
- os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

Fonte: SANTOS (2022).

Segue as correntes nominais típicas de DR para aplicação em circuitos (Tabela 19):

Tabela 19 - Correntes nominais de DR (A).

Corrente Nominal (A)	25	40	63	100	125
-----------------------------	----	----	----	-----	-----

Fonte: SANTOS (2022).

Logo, tendo essas informações é possível preencher os dados do quadro de distribuição a respeito de disjuntores e DRs (Figuras 89 – ANEXO L e Figura 90 – ANEXO O).

Figura 89 - Disjuntores e DRs no QDCEL

Disjuntor (A)			Dispositivo DR	
Corrente Nominal	Curva	Interrupção	Corrente nominal	Tipo/Apl.
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
10,00	B	3 kA	-	-
16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral
16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral
16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

um critério que não está presente nas normas, mas que são aplicações práticas utilizadas por projetistas. Portanto, seguindo o mesmo procedimento é possível realizar o balanceamento de fases (Figura 91 – ANEXO M e Figura 92 – ANEXO P) dos quadros de cargas.

Figura 91 - Balanceamento de fases no QDCEL.

Balanceamento de Fases			
Distr. de Fases	Fases		
	A	B	C
B	-	1.217,4	-
B	-	1.043,5	-
C	-	-	739,1
C	-	-	1.347,8
B	-	782,6	-
A	869,6	-	-
A	1.304,3	-	-
B	-	1.391,3	-
C	-	-	1.782,6
A	2.217,4	-	-
B	-	2.608,7	-
C	-	-	2.608,7
A	1.956,5	-	-
ABC	6.347,8	7.043,5	6.478,3
	28,9	32,0	29,4

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Figura 92 - Balanceamento de fases no QDF-00.

Balanceamento de Fases			
Distr. de Fases	Fases		
	A	B	C
A	1.739,1	-	-
B	-	1.521,7	-
B	-	1.413,0	-
A	1.304,3	-	-
B	-	1.739,1	-
C	-	-	1.739,1
A	978,3	-	-
B	-	1.739,1	-
C	-	-	1.739,1
A	978,3	-	-
B	-	1.413,0	-
C	-	-	1.413,0
A	1.956,5	-	-
B	-	1.521,7	-
C	-	-	1.304,3
A	1.304,3	-	-
B	-	1.304,3	-
C	-	-	1.304,3
A	1.304,3	-	-
B	-	1.304,3	-
C	-	-	1.739,1
A	1.304,3	-	-
B	-	1.739,1	-
C	-	-	1.739,1
A	1.739,1	-	-
B	-	1.413,0	-
C	-	-	1.739,1
A	1.739,1	-	-
B	-	978,3	-
C	-	-	1.195,7
A	2.608,7	-	-
C	-	-	600,0
C	-	-	600,0
C	-	-	869,6
B	-	652,2	-
C	-	-	3.111,1
A	3.111,1	-	-
B	-	3.111,1	-
C	-	-	2.888,9
A	2.888,9	-	-
B	-	2.111,1	-
C	-	-	2.111,1
A	4.000,0	-	-
B	-	4.000,0	-
C	-	-	3.111,1
A	3.111,1	-	-
B	-	4.000,0	-
C	-	-	2.888,9
ABC	30.067,6	29.961,4	30.093,7
	136,7	136,2	136,8

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Por fim, a última etapa na elaboração do quadro de cargas é realizar a queda de tensão que há em cada circuito. Conforme a NBR 5410, ela nos especifica que (Figura 93):

Figura 93 - Queda de tensão segundo NBR 5410.

6.2.7 Quedas de tensão

6.2.7.1 Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

Fonte: SANTOS (2022).

Portanto, para o cálculo da queda de tensão é necessário ter as seguintes informações: A distância do circuito (em km); a corrente do circuito e a queda de tensão que é tabelada de acordo com o fabricante.

Logo, tendo essas informações é possível preencher a última aba do quadro de cargas, ou seja:

- Na primeira coluna definida como $V/A.km$, é o valor tabelado de acordo com o fabricante;
- Na segunda coluna definida como dist (km), é a média entre a distância mais longa e a distância mais curta que o circuito percorre;
- Na terceira coluna, é definida a queda de tensão em porcentagem.

Logo, são obtidos os seguintes valores para ambos os quadros de cargas do projeto (Figuras 94 – ANEXO M e Figura 95 – ANEXO P):

Figura 94 - Queda de tensão nos circuitos do QDCEL

Queda de Tensão		
V/A.km	dist (km)	$\Delta V\%$
27,80	0,047	3,27
27,80	0,045	2,71
27,80	0,031	1,33
27,80	0,029	2,27
27,80	0,015	0,68
27,80	0,018	0,87
27,80	0,022	1,68
27,80	0,031	2,51
27,80	0,030	3,03
27,80	0,033	4,14
17,30	0,027	2,49
17,30	0,035	3,29
17,30	0,030	2,07

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Figura 95 - Queda de tensão nos circuitos do QDF-00

Queda de Tensão		
V/A.km	dist (km)	$\Delta V\%$
17,30	0,047	2,94
17,30	0,043	2,36
17,30	0,025	1,24
17,30	0,028	1,32
17,30	0,047	2,95
17,30	0,047	2,92
17,30	0,051	1,79
17,30	0,048	2,98
17,30	0,050	3,08
17,30	0,052	1,81
17,30	0,048	2,41
17,30	0,047	2,37
17,30	0,021	1,46
17,30	0,030	1,63
17,30	0,030	1,42
17,30	0,028	1,31
17,30	0,029	1,36
17,30	0,027	1,25
17,30	0,028	1,30
17,30	0,026	1,19
17,30	0,026	1,64
17,30	0,027	1,24
17,30	0,024	1,50
17,30	0,025	1,57
17,30	0,027	1,66
17,30	0,024	1,19
17,30	0,018	1,11
17,30	0,017	1,04
17,30	0,015	0,54
17,30	0,019	0,79
17,30	0,019	1,73
17,30	0,020	0,42
17,30	0,021	0,44
17,30	0,035	1,10
17,30	0,037	0,86
7,10	0,037	1,67
7,10	0,036	1,64
7,10	0,028	1,29
7,10	0,048	2,03
7,10	0,048	2,03
10,80	0,047	2,23
10,80	0,046	2,16
4,20	0,027	0,95
4,20	0,026	0,91
7,10	0,026	1,19
7,10	0,027	1,24
4,20	0,018	0,61
17,30	0,022	2,23

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

Por fim, terminado os cálculos de queda de tensão, é realizado o cálculo de demanda da instalação, o qual é realizado de acordo com a concessionária local, a qual traz os parâmetros pré-estabelecidos para serem calculados.

Para exemplificar como é realizado esse cálculo, são utilizadas as tabelas fornecidas pela norma NTC-04. (Figuras 96, 97, 98, 99, 100 e 101).

Figura 96 - Definições para o cálculo de demanda.

Sendo:

- D = demanda total da edificação, em kVA;
 a = iluminação e tomadas de uso geral, Tabela 2;
 b1 = chuveiros elétricos, Tabela 3;
 b2 = tomeiras elétricas, Tabela 3;
 b3 = máquinas de lavar louça, Tabela 3;
 b4 = aquecedores de passagem, Tabela 3;
 b5 = aquecedores de acumulação, Tabela 3;
 b6 = fornos e fogões elétricos, Tabela 5;
 b7 = máquinas de secar roupas, Tabela 3;
 b8 = fornos de micro-ondas, Tabela 3;
 c = aparelhos de ar condicionado, tipo split ou janela, Tabela 4;
 d = demanda de força (motores, bombas e máquinas de solda tipo motor-gerador) calculada aplicando-se os seguintes fatores de demanda:

Fonte: NTC-04 (2016).

Figura 97 - Fatores de demanda para pontos de iluminação e tomadas de uso geral.

TABELA 2

CARGA MÍNIMA E FATORES DE DEMANDA PARA INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL

DESCRIÇÃO	CARGA MÍNIMA (W/m²)	FATOR DE DEMANDA (%)
AUDITÓRIOS, SALÕES PARA EXPOSIÇÕES E SEMELHANTES	15	100
BANCOS E SEMELHANTES	50	100
BARBEARIAS, SALÕES DE BELEZA E SEMELHANTES	30	100
CLUBES E SEMELHANTES	30	100
ESCOLAS E SEMELHANTES	30	100 PARA OS PRIMEIROS 12 kW 50 P/ O QUE EXCEDER DE 12 kW
ESCRITÓRIOS	50	100 PARA OS PRIMEIROS 20 kW 70 P/ O QUE EXCEDER DE 20 kW
GARAGENS E SEMELHANTES	5	86
HOSPITAIS E SEMELHANTES	20	70 PARA OS PRIMEIROS 20 kW 40 P/ O QUE EXCEDER DE 20 kW
HOTÉIS E SEMELHANTES	20	50 PARA OS PRIMEIROS 20 kW 40 P/ O QUE EXCEDER DE 20 kW
IGREJAS E SEMELHANTES	15	100
LOJAS E SEMELHANTES	40	100
RESTAURANTES E SEMELHANTES	20	100
RESIDÊNCIAS	30	0 < P ≤ 1 86 1 < P ≤ 2 75 2 < P ≤ 3 66 3 < P ≤ 4 59 4 < P ≤ 5 52 5 < P ≤ 6 45 6 < P ≤ 7 40 7 < P ≤ 8 35 8 < P ≤ 9 31 9 < P ≤ 10 27 10 < P 24 (*)

Fonte: NTC-04 (2016).

Figura 98 - Fatores de demanda para equipamentos de uso residencial.

TABELA 3

FATORES DE DEMANDA PARA EQUIPAMENTOS DE USO RESIDENCIAL

Número de Aparelhos	TIPO				
	Chuveiro Elétrico (%)	Torneira Elétrica, Máquina de Lavar Louça e Aquecedor de Passagem (%)	Aquecedor de Acumulação (%)	Máquina de Secar Roupa (%)	Forno de Micro-ondas (%)
01	100	100	100	100	100
02	68	72	71	95	60
03	56	62	64	90	48
04	48	57	60	85	40
05	43	54	57	80	37
06	39	52	54	70	35
07	36	50	53	62	33
08	33	49	51	50	32
09	31	48	50	54	31
10 a 11	30	46	50	50	30
12 a 15	29	44	50	46	28
16 a 20	28	42	47	40	26
21 a 25	27	40	46	36	26
26 a 35	26	38	45	32	25
36 a 40	26	36	45	26	25
41 a 45	25	35	45	25	24
46 a 55	25	34	45	25	24
56 a 65	24	33	45	25	24
Mais de 65	23	32	45	25	23

Fonte: NTC-04 (2016).

Figura 99 - Fatores de demanda para equipamentos de ar condicionado.

TABELA 4

FATORES DE DEMANDA DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

NÚMERO DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	
	COMERCIAL	RESIDENCIAL
1 a 10	100	100
11 a 20	90	86
21 a 30	82	80
31 a 40	80	78
41 a 50	77	75
51 a 75	75	70
76 a 100	75	65
Acima de 100	75	60

Fonte: NTC-04 (2016).

Figura 100 - Fatores de demanda para fornos e fogões elétricos.

TABELA 5

FATORES DE DEMANDA DE FORNOS E FOGÕES ELÉTRICOS

NÚMERO DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)		NÚMERO DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	
	POTÊNCIA Até 3,5 kW	POTÊNCIA Superior a 3,5 kW		POTÊNCIA Até 3,5 kW	POTÊNCIA Superior a 3,5 kW
1	80	80	16	39	26
2	75	65	17	38	28
3	70	55	18	37	28
4	66	50	19	36	28
5	62	45	20	35	28
6	59	43	21	34	26
7	56	40	22	33	26
8	53	36	23	32	26
9	51	35	24	31	26
10	49	34	25	30	26
11	47	32	26 a 30	30	24
12	45	32	31 a 40	30	22
13	43	32	41 a 50	30	20
14	41	32	51 a 60	30	18
15	40	32	61 ou mais	30	16

Fonte: NTC-04 (2016).

Figura 101 - Fatores de demanda para motores.

TABELA 6

DEMANDAS INDIVIDUAIS - MOTORES MONOFÁSICOS

VALORES NOMINAIS DO MOTOR					DEMANDA INDIVIDUAL ABSORVIDA DA REDE (kVA)				
EIXO (cv)	POTÊNCIA ABSORVIDA DA REDE (kW)	Cos φ	η	CORRENTE (A)		1 motor	2 motores	3 a 5 motores	mais de 5 motores
				220 V	440 V				
1/4	0,39	0,63	0,47	2,8	1,4	0,62	0,50	0,43	0,37
1/3	0,52	0,71	0,47	3,3	1,6	0,73	0,58	0,51	0,44
1/2	0,66	0,72	0,56	4,2	2,1	0,92	0,74	0,64	0,55
3/4	0,89	0,72	0,62	5,6	2,8	1,24	0,99	0,87	0,74
1,0	1,10	0,74	0,67	6,8	3,4	1,49	1,19	1,04	0,89
1,5	1,58	0,82	0,70	8,8	4,4	1,93	1,54	1,35	1,16
2,0	2,07	0,85	0,71	11,0	5,5	2,44	1,95	1,71	1,46
3,0	3,07	0,96	0,72	15,0	7,5	3,20	2,56	2,24	1,92
4,0	3,98	0,96	0,74	19,0	9,5	4,15	3,32	2,91	2,49
5,0	4,91	0,94	0,75	24,0	12,0	5,22	4,18	3,65	3,13
7,5	7,46	0,94	0,74	36,0	18,0	7,94	6,35	5,56	4,76
10,0	9,44	0,94	0,78	46,0	23,0	10,04	8,03	7,03	6,02
12,5	12,10	0,93	0,76	59,0	29,5	13,01	10,41	9,11	7,81

Notas

1) O fator de potência e rendimento são valores médios, referidos a 3600 rpm.

2) Exemplo de aplicação da tabela:

2 Motores de 1,0 cv 2 x 0,89 = 1,78

3 Motores de 1/2 cv 3 x 0,55 = 1,65

1 Motor de 2,0 cv 1 x 1,46 = 1,46

6 = TOTAL DE MOTORES

TOTAL = 4,89 kVA

3) No caso de existirem motores monofásicos e trifásicos na relação de carga da unidade consumidora, a demanda individual deve ser computada considerando a quantidade total de motores.

4) A presente tabela não deve ser aplicada a unidades consumidoras pertencentes a edificações residenciais de uso coletivo.

Fonte: NTC-04 (2016).

Logo, é possível realizar de forma simplificada o cálculo de demanda, o qual é obtido um valor de 103963,46 VA, com uma corrente de 157,95 A (Figura 102 – ANEXO W). No entanto, vale lembrar que, para um cálculo de demanda exato, deve-se considerar todos os quadros do projeto. Este é apenas um cálculo para exemplificar de como é realizado o cálculo de demanda em um projeto elétrico.

Figura 102 - Calculo de demanda simplificado.

CÁLCULO DE DEMANDA QDFL

QDFL
ILUMINAÇÃO E TOMADAS USO GERAL - (64543,5 VA) FD = 1
 $a = (64543,5 \text{ VA}) \times 1$
 $a = 64543,5 \text{ VA}$

FORNO ELÉTRICO - 01 UNIDADE - (2400 VA) FD = 0,80
 $b6 = (2400 \text{ VA}) \times 0,80$
 $b6 = 1920 \text{ VA}$

FORNO MICROONDAS - 01 UNIDADE - (1100 VA) FD = 1,00
 $b8 = (1100 \text{ VA}) \times 1,00$
 $b8 = 1100 \text{ VA}$

AR CONDICIONADO - 13 UNIDADES - (40444,4 VA) FD = 0,90
 $c = (40444,4 \text{ VA}) \times 0,90$
 $c = 36399,96 \text{ VA}$

ONDE:
 $a =$ Iluminação e tomadas de uso geral - Tabela 2 (NTC-04 Rev.04)
 $b6 =$ Fornos e fogões elétricos - Tabela 5 (NTC-04 Rev.04)
 $b8 =$ Forno de micro-ondas - Tabela 3 (NTC-04 Rev.04)
 $c =$ Aparelhos de ar condicionado tipo split ou janela

$D(\text{VA}) = a + b6 + b8 + c$
 $D(\text{VA}) = 64543,5 + 1920 + 1100 + 36399,96 = 103963,46 \text{ VA}$
 $D(\text{VA}) \text{ QDFL} = 103963,46 \text{ VA} \longrightarrow I(\text{A}) = 157,95$





PARA ESTA DEMANDA ADOTAREMOS CONDUTOR DE ENTRADA DE 4#10,0mm² + Pe#10,0mm² 0,6/1KV PVC 70°C CLASSE 2 EM ELETRODUTO EMBUTIDO DE Ø32mm COM PROTEÇÃO GERAL DE 40A CURVA C PADRÃO DIN, CATEGORIA T1 CONFORME NTC.04 REV.04 TABELA 1.

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

4.2.8. INSERÇÃO DE FIAÇÃO

Em seguida, é realizada a inserção de fiação em todo o projeto. Para isso, é utilizado a simbologia presente na tabela 2, seção 5.6 da norma NBR 5444 (Figura 103).

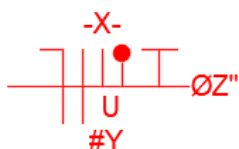
Figura 103 - Simbologia de condutores elétricos.

5.6		Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um condutor. Indicar a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm ²
5.7		Condutor neutro no interior do eletroduto	
5.8		Condutor de retorno no interior do eletroduto	
5.9		Condutor terra no interior do eletroduto	

Fonte: SANTOS (2022).

Por questão de organização, é utilizada a seguinte sequência: Neutro, Fase, Retorno, Retorno Ponte e Terra (Figura 104).

Figura 104 - Sequência dos condutores.



- Condutores de Neutro, Fase, Retorno, Retorno Ponte e Proteção

ONDE: X - Indica os Circuitos

Y - Indica a Área dos Condutores

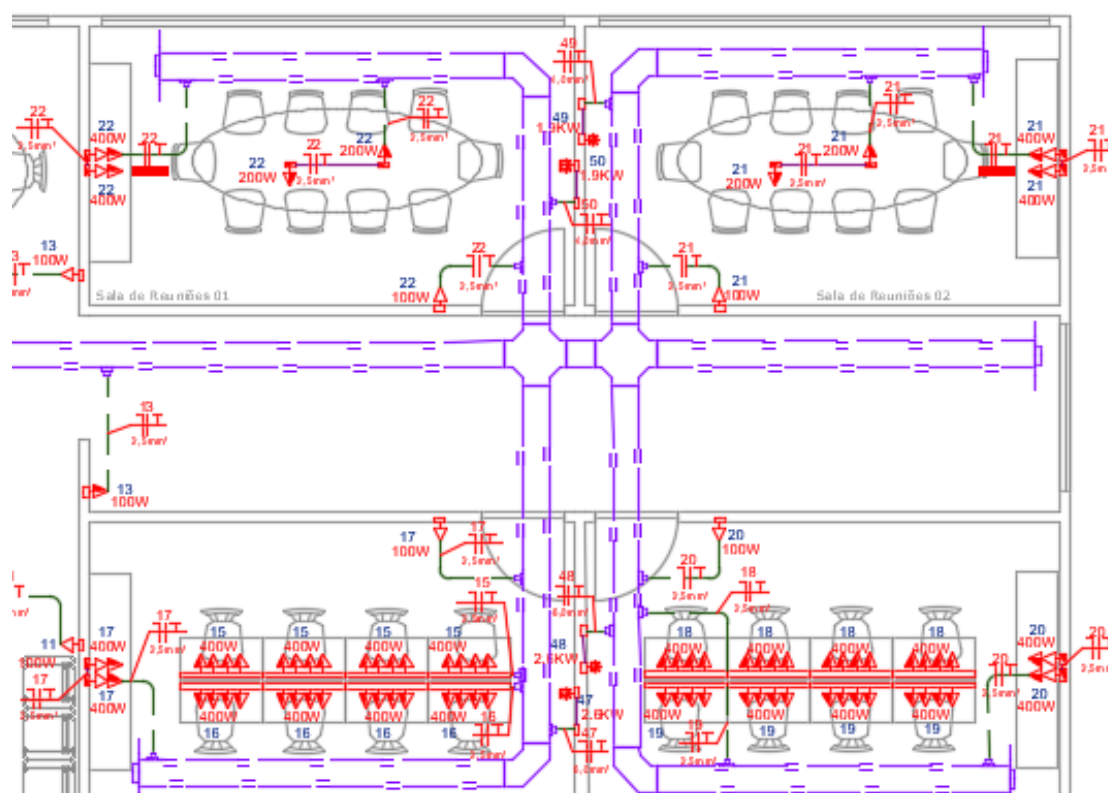
Z - Indica o Diâmetro do Eletroduto

U - Indica a Seção da Luminária

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

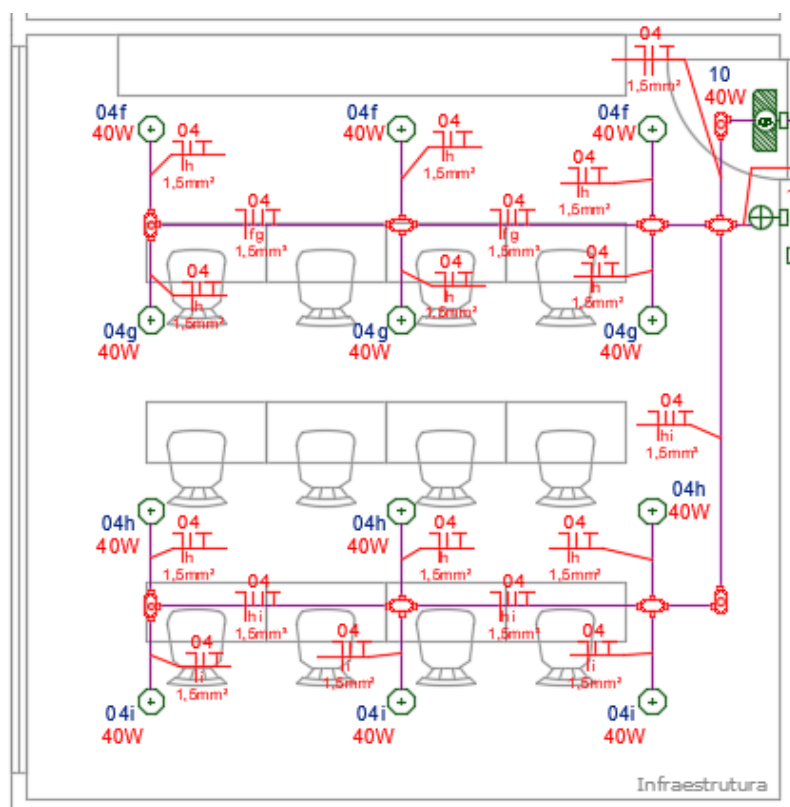
A seguir, é demonstrado a passagem de fiação no projeto (Figuras 105, 106, 107 e 108), assim como, é possível observar com maiores detalhes nos anexos Q, R, S, T e U.

Figura 105 - Inserção de fiação nas salas de reuniões, na sala de administração e na sala do financeiro.



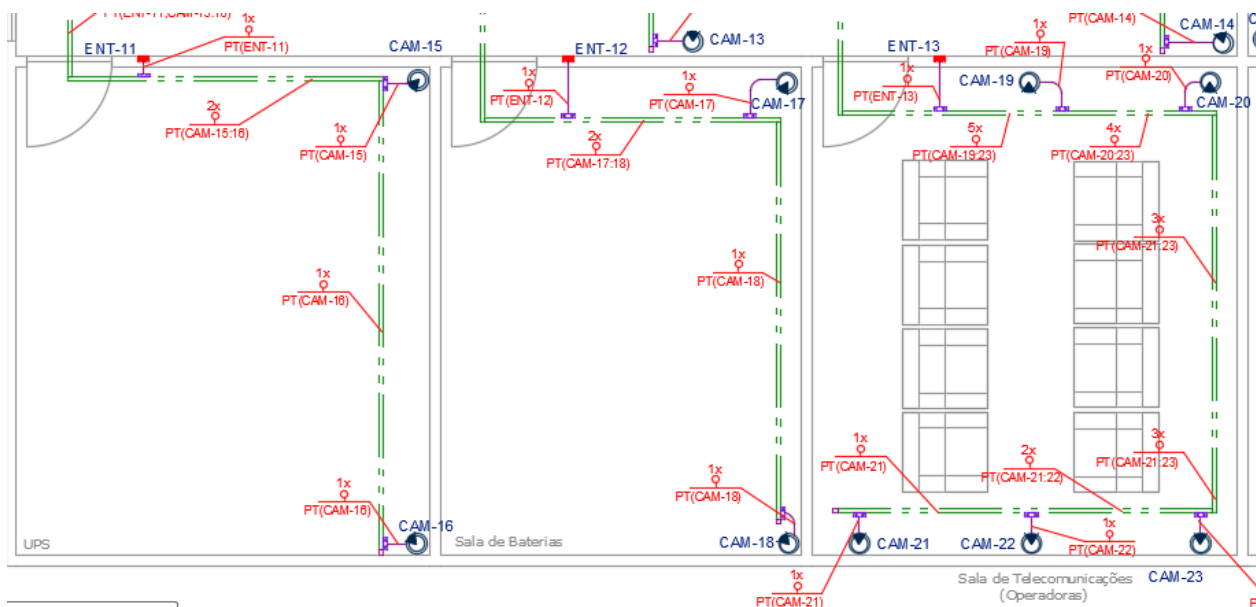
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 106 - Inserção de fiação na sala de infraestrutura.



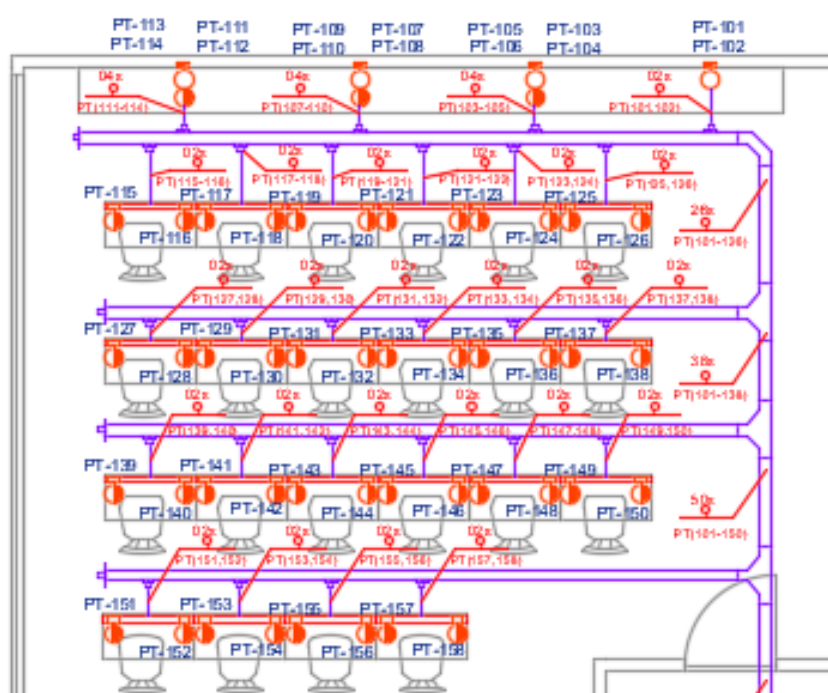
Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 107 - Inserção dos cabos de rede nas salas de UPS, baterias e telecomunicações.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

Figura 108 - Inserção dos cabos de rede na sala do NOC.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

4.2.9. MONTAGEM DO DIAGRAMA UNIFILAR

Após dimensionar todo o sistema, o próximo passo é realizar o diagrama unifilar do quadro de cargas, como também, demonstrar como é a montagem desse quadro, ou seja, como fica a posição dos dispositivos de proteção neste quadro.

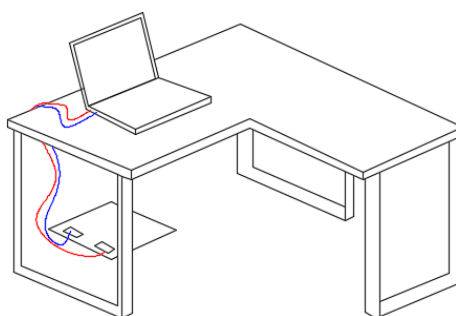
Essa parte de projeto não é realizada nesse estudo de caso, mas para exemplificar, é demonstrado como é um diagrama unifilar de um quadro elétrico (Figura 109), como também, a montagem do próprio quadro (Figura 110).

4.2.10. INSERÇÃO DE DETALHES NO PROJETO

Um projeto elétrico bem desenvolvido, é um projeto que está organizado e com vários detalhes que se julgue necessário, pois é de extrema importância o entendimento na hora em que estiverem realizando a implementação da obra.

Por exemplo, detalhar a posição que as tomadas devem ficar; detalhar a instalação de um rack; detalhar um detalhe de instalação de tubulações; de fiação entre outros, ou seja, qualquer detalhe que o projetista julgue necessário colocar.

Figura 111 - Detalhes de projeto.



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software AUTOCAD (2022).

4.2.11. MONTAGEM DA PRANCHA DE PLOTAGEM

Terminado a inserção dos detalhes, o próximo passo é realizar a montagem da prancha de plotagem, é nesta etapa em que são colocadas as plantas baixas, assim como, os detalhes de projeto, como também o quadro de cargas.








As pranchas de plotagem variam de acordo com o projeto e com os detalhes que podem ou não estarem na mesma folha. Elas variam de acordo com o tamanho da folha, podendo ser A4, A3, A2 ou A0.

4.2.12. ELABORAÇÃO DA LISTA DE MATERIAIS

Terminado o projeto, um diferencial é realizar a lista de materiais (Figura 112). E isso por mais trabalhoso que seja, é possível realizar no AUTOCAD com comandos que fazem a contagem dos materiais utilizados na elaboração do projeto.

Uma pequena observação é de que, lista de materiais é diferente de planilha orçamentária, ou seja, no primeiro, você realiza a contagem dos equipamentos; e no segundo caso, você realiza não só a contagem dos equipamentos, como também, fornece os valores desses produtos.

Figura 112 - Lista de materiais.

1. Caixas de Passagem				
Quantidade	Undidade	Dimensão	Foto	Descrição
1 un.		30x30x10		Caixa metálica de embutir na parede - Aplicação: fontes piscina
1 un.		1/2"		Caixa de passagem para instalação piscina em alumínio anodizado
7 un.		10x10x5cm		Caixa de passagem em alumínio
2 un.		4x4x2"		Caixa octogonal simples de PVC - Aplicação: embutida na laje (iluminação)
2 un.		4x2x2"		Caixa Termoplástica Retangular
2. Eletrodutos				
Quantidade	Undidade	Dimensão	Foto	Descrição
10 m		1"		Eletroduto polietileno flexível leve - Amarelo - Aplicação: Parede
15 m		3/4"		Eletroduto polietileno flexível reforçado - Laranja - Aplicação: Piso, laje.

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor no software EXCEL (2022).

4.2.13. ELABORAÇÃO DO MEMORIAL DESCRITIVO

Por fim é realizado o memorial descritivo, o qual é um documento que traz com todos os detalhes o que será executado na obra. Esse documento é essencial tanto para os responsáveis que irão executar o projeto como para o cliente.

4.2.14. ELABORAÇÃO DA ART

Finalizado o memorial descritivo, para dar inicial a obra é necessária aprovação do projeto, como também a elaboração da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), que é um documento que defini quem é o responsável técnico pela a execução da obra. Esse documento só pode ser emitido por profissionais registrados no CREA (Concelho Regional de Engenharia e Agronomia).

Por fim, essas são algumas etapas que se englobam no desenvolvimento de um projeto elétrico. No entanto, há outros tópicos que são muito importantes na elaboração do projeto, tais como: projeto de aterramento, de SPDA, de subestações entre outros. Mesmo apresentando de forma conceitual é possível ter uma base da complexidade que é desenvolver um projeto elétrico, principalmente para um ambiente crítico como um Data Center.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como objetivo descrever conceitos técnicos na elaboração de um projeto de um Data Center, focando principalmente na construção da infraestrutura, como no desenvolvimento de forma conceitual do sistema elétrico do ambiente.

Logo de início, nos primeiros capítulos é abordado a importância que um Centro de Processamento de Dados possui, assim como, conceitos presentes em normas técnicas tanto internacionais como nacionais.

Adicionalmente, um tópico muito importante e que é discutido é o tema Disponibilidade, Confiabilidade e Redundância. Pois ao se falar em Data Centers, o primeiro fator que vem em mente principalmente na elaboração de um CPD, é o quanto de disponibilidade, redundância e confiabilidade esse ambiente de missão crítica irá fornecer para que não haja a parada das atividades.

Posteriormente, são apresentados conceitos para o planejamento dos espaços que compõem um Centro de Processamento de Dados, assim como, os subprojetos que estão presentes, tais como: Projeto elétrico, sendo considerado um dos projetos mais críticos e complexos, por estar relacionado a manter as atividades em funcionamento; Projeto de climatização, outro projeto de altíssima importância, por manter as condições térmicas ideais para os equipamentos críticos de TI; Cabeamento estruturado, projeto responsável por oferecer a melhor infraestrutura na passagem dos cabos de forma a ajudar nas futuras manutenções; Segurança e proteção contra incêndio, projeto responsável não só pela proteção dos equipamentos mas principalmente da proteção das pessoas ali presentes; E eficiência energética, projeto que fornece eficiência nos sistemas gerando baixos custos a empresa.

Após essa parte introdutória é realizado de forma conceitual o desenvolvimento de duas plantas baixas, sendo uma elaborada em uma edificação térrea e a outra em um prédio. Para essa parte prática, não se teve complicações na elaboração das arquiteturas, após um conhecimento dos espaços que estão presentes em um Data Center e de como eles funcionam.

Em seguida, uma das plantas baixas é escolhida para ser desenvolvido o projeto elétrico deste Data Center, no caso, o que está presente em um edifício. Logo, é possível obter conhecimentos na parte de elétrica, como também, os critérios que as diversas normas, como a NBR 5410, NBR 14565 entre outras, nos fornece para o

desenvolvimento de um projeto na parte de infraestrutura e elétrica.

Nesta etapa é possível observar os processos que devem ser seguidos para a elaboração de um projeto elétrico, como o funcionamento do sistema elétrico como um todo. Como também, é possível perceber a complexidade que é em se desenvolver um projeto elétrico, principalmente de um ambiente crítico como os Data Centers, os quais podem ou não apresentar sistemas de backup para os diversos sistemas que o compõem.

Por fim, diante de todos esses fatos mencionados, este trabalho procura de forma conceitual mostrar a importância que os Data Centers possuem; como eles funcionam; a interação dos sistemas presentes nos seus ambientes; a elaboração dos subprojetos que devem ser realizados, focando principalmente no projeto elétrico. Contribuindo assim, não só para o desenvolvimento profissional do autor, como também, servindo como material de apoio para futuros projetos acadêmicos ou profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACESSOPERCON. ACESSOPERCON. **Automação e Incêndio**, 2020. Disponível em: <https://acessopercon.com.br/percon/automacao-e-incendio/>. Acesso em: 14 abril 2022.
2. BEZERRA, Juliana. TodaMatéria. **História da Televisão**, 2016. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-da-televisao/>. Acesso em: 02 maio 2022.
3. CHAGAS, Marcos W. P. **Sistemas de Energia e Climatização**. 1. ed. São Paulo: Érica Ltda., 2014.
4. CISCO. CISCO. **O que é um Data Center?**, 2018. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/data-center-virtualization/what-is-a-data-center.html. Acesso em: 2022 março 12.
5. COMMONS, WIKIMEDIA. WIKIMEDIA COMMONS. **Edifício Mercantil Finasa**, 2018. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Edif%C3%ADcio_Mercantil_Finasa. Acesso em: 16 maio 2022.
6. CORREIA, Flavia. Olhar Digital. **Expansão de equipe: ODATA** previsão de novas vagas de emprego na América Latina até o fim do ano, 2021. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2021/08/09/pro/odata-vagas-de-emprego-sp-america-latina/>. Acesso em: 16 maio 2022.
7. COTRIM, Ademaro A. M. B. **instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Person, 2009.
8. CRUSHTYMKS. CRUSHTYMKS. **8 equipamentos de subestação necessários para ligar o data center**, 2021. Disponível em: <https://crushtymks.com/pt/datacenters/69-8-substation-equipment-needed-to-power-up-data-center.html>. Acesso em: 16 maio 2022.
9. DEPOSITPHOTOS. depositphotos. **Telégrafo**, 2022. Disponível em: <https://br.depositphotos.com/stock-photos/tel%C3%A9grafo.html>. Acesso em: 02 maio 2022.
10. DIAS, Joaquim. Blogspot. **O Telégrafo Chape**, 2017. Disponível em: https://professorjoaquimdias.blogspot.com/2017_06_08_archive.html. Acesso

em: 02 maio 2022.

11. DURBANO, Vinicius. EcoIT. **Qual a diferença do Data Center e Cloud Computing?**, 2020. Disponível em: <https://blog.ecoit.com.br/qual-a-diferenca-do-data-center-e-cloud-computing/>. Acesso em: 2022 março 19.
12. EATON. EATON. **Rack PSU buyin guide**, 2022. Disponível em: <https://www.eaton.com/us/en-us/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/power-distribution-for-it-equipment/rack-pdu-buying-guide.html>. Acesso em: 16 maio 2022.
13. ELECTRIC, Furukawa. Furukawa Electric. **Quais são os tipos de Data Center? Entenda!**, 2018. Disponível em: <https://www.furukawalatam.com/pt-br/conexao-furukawa-detalhes/quais-sao-os-tipos-de-data-center-entenda/>. Acesso em: 2022 março 12.
14. ELECTRIC, Furukawa. Data Center ITMAX Guia de Aplicação, 2022.
15. EQUIPE WIKIHOW. WikiHow. **Como Aprender Código Morse**, 2022. Disponível em: <https://pt.wikihow.com/Aprender-C%C3%B3digo-Morse>. Acesso em: 12 março 2022.
16. FESCINA, Daniela. Super Interessante. **Quem inventou a Internet?**, 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quem-inventou-a-internet/>. Acesso em: 2022 março 12.
17. FAZION, Mauro. **DataFaz - Data Center Infrastructure Management Software**. 1. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2012.
18. FAZION, Mauro. **Conceitos e infraestruturas de datacenters**. 1. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2016.
19. FAZION, Mauro. **Gestão da Infraestrutura do Datacenter**. 1. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2016.
20. FAZION, Mauro. **Normas e classificação de datacenters**. 1. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2017.
21. FIRMINO, Macêdo. **Arquitetura de Computadores**. 1. ed. Rio Grande do Norte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2019.
22. FLOSI, Fabio S. Unicamp. **Father Landell de Moura Radio Broadcasting Pioneer**, 2012. Disponível em: <https://www.aminharadio.com/radio/files/Artigo-Revista-PCP-USA.pdf>. Acesso em: 02 maio 2022.

23. FRIGO, Aline B. G. *Infraestrutura de Data Centers e suas tendências com Foco em Eficiência Energética*, Guaratinguetá, 2015.
24. FUKS, Rebeca. ebiografia. **Quem inventou a televisão?**, 2021. Disponível em: https://www.ebiografia.com/quem_inventou_a_televisao/. Acesso em: 2022 março 12.
25. GONÇALVES DE BARROS, Álvaro ; MEDEIROS DE SOUZA, Carlos H.; TEIXEIRA, Risiberg. *Evolução das comunicações até a Internet das coisas: A passagem para uma nova era da comunicação humana*, Rio de Janeiro, 2015.
26. JÚNIOR, Pedro A. D. S. Instituto Federal Santa Catarina. **Dimensionamento de Condutores**, 2020. Disponível em: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/4/47/Dimensionamento_Condutores.pdf. Acesso em: 28 julho 2022.
27. LARA, Rodrigo. UOL. **Entenda a tecnologia por trás do ar-condicionado**, 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/12/31/heroi-do-verao-entenda-a-tecnologia-por-tras-do-ar-condicionado.htm>. Acesso em: 19 maio 2022.
28. LIVRE, MERCADO. MERCADO LIVRE. **Quadro de Transferência Automática Rede/Gerador 32 A**, 2022. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1052210126-quadro-de-transferencia-automatica-redegerador-32-a_JM. Acesso em: 16 maio 2022.
29. MARCO. Malima. **Introdução e Breve História da Comunicação via Satélite**, 2014. Disponível em: <https://www.malima.com.br/introducao-e-breve-historia-da-comunicacao-via-satelite/>. Acesso em: 2022 março 12.
30. MARIN, Paulo S. **Data Centers: Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética**. 1. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2011.
31. MARSCHNER, Cintia. ZEITTEC. **Climatização para Data Center**, 2022. Disponível em: <https://zeittec.com.br/climatizacao-para-data-center/>. Acesso em: 19 maio 2022.
32. MATTEDE, henrique. Mundo da Elétrica. **Tipos de transformadores**, 2017. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/tipos-de-transformadores/>. Acesso em: 14 maio 2022.
33. MATTEDE, Henrique. Mundo da Elétrica. **Padrão de entrada**, 2018. Disponível em:

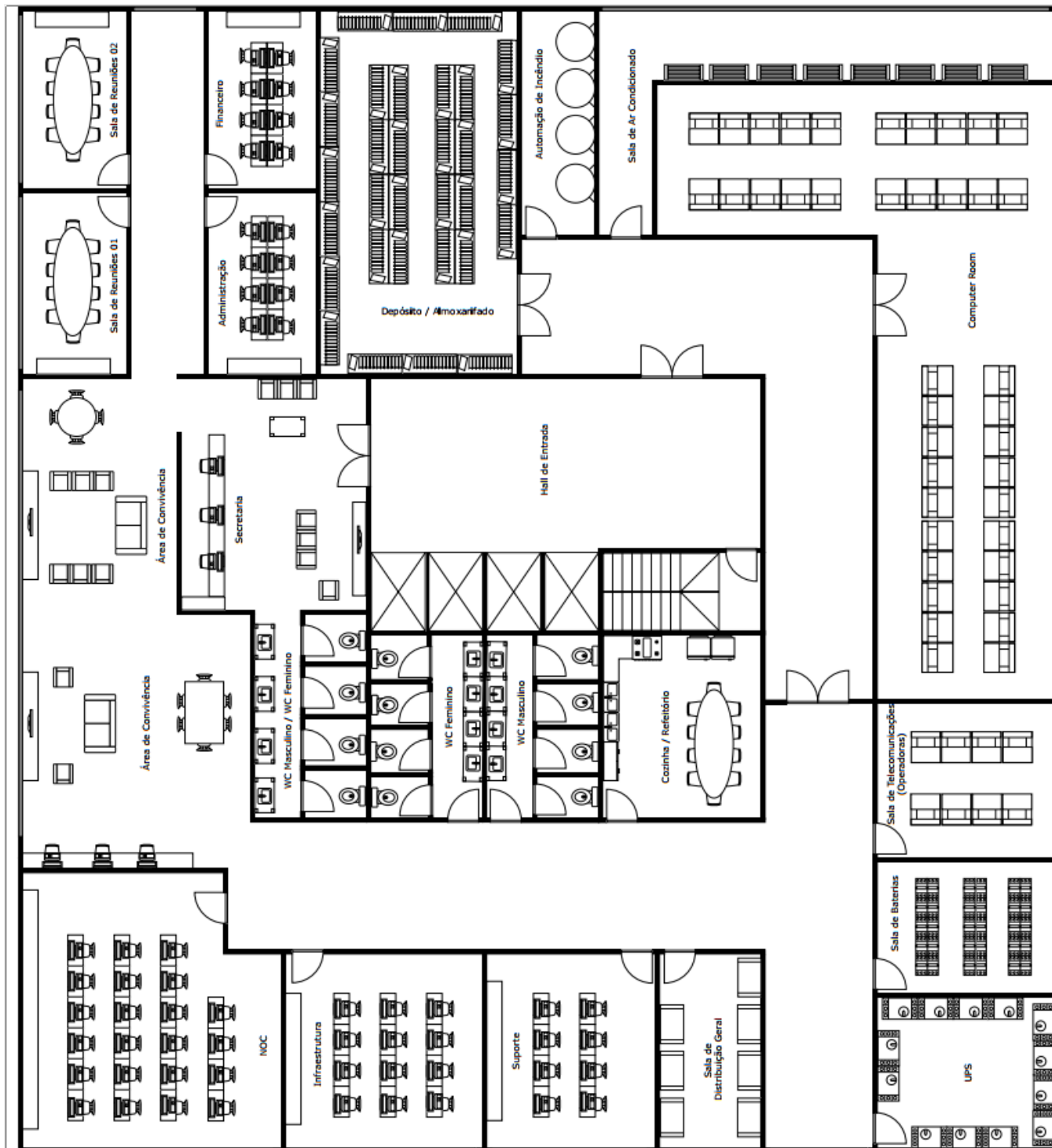
- <https://www.mundodaeletrica.com.br/padrao-de-entrada-tudo-que-precisa-saber/>. Acesso em: 14 abril 2022.
34. MATTEDE, Henrique. Mundo da Elétrica. **Fórmulas de potência, quais são?**, 2019. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/formulas-de-potencia-quais-sao/>. Acesso em: 28 julho 2022.
35. MATTEDE, henrique. Mundo da Elétrica. **Como montar um quadro de distribuição residencial**, 2020. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-montar-um-quadro-de-distribuicao-residencial/>. Acesso em: 14 maio 2022.
36. NEOENERGIA. NEOENERGIA. **Neoenergia assume operação da CEB-D com foco na qualidade do serviço, expansão e modernização da rede, gestão eficiente esatisfação dos clientes**, 2021. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-assume-operacao-ceb-d-com-foco-na-qualidade-do-servico-expansao-e-modernizacao-da-rede-gestao-eficiente.aspx>. Acesso em: 03 maio 2022.
37. PEDROSA, Paulo H. C.; NOGUEIRA, Thiago. Unicamp. **Computação em Nuvem**, 2012. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2011/T2/Artigos/G04-095352-120531-t2.pdf>. Acesso em: 19 março 2022.
38. PERUCH, Thiago. UFMG. **História do Rádio**, 2021. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/historia-do-radio/>. Acesso em: 2022 março 12.
39. PRIMUS. PRIMUS Materiais Elétricos. **Entenda melhor as classes de encordoamento dos fios**, 2017. Disponível em: <https://www.primusmateriaiseletricos.com.br/93-dica-entenda-melhor-as-classes-de-encordoamento-dos-fios-em-rosario-ba-e-posse-go>. Acesso em: 2022 julho 2022.
40. PROLUZ. ProLuz. **Malha de Aterramento Industrial, SPDA e referência de Sinal e Equipotencialização**, 2022. Disponível em: <http://proluz.com.br/produtos/5324/malha-de-aterramento-industrial--spda-e-referncia-de-sinal-e-equipotencializao.html#:~:text=A%20malha%20de%20Refer%C3%AAncia%20>

- de%20Sinal%20%28%20SRG,de%20sinais%20digitais%20geralmente%20s%C3%A3o%20de%20baixa%20tens%C3%. Acesso em: 14 maio 2022.
41. QUEM INVENTOU. Quem Inventou? **Quem Inventou o Rádio?**, 2020. Disponível em: <https://queminventou.com.br/quem-inventou-o-radio/>. Acesso em: 12 março 2022.
 42. RENATO, Flávio. techtudo. **A história dos telefones celulares**, 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2012/06/historia-dos-telefones-celulares.ghtml>. Acesso em: 2022 março 12.
 43. SANTOS, Moacir. **Balanceamento de Fases**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 44. SANTOS, Moacir. **Cálculo de demanda no projeto**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 45. SANTOS, Moacir. **Circuitos, Capacidade de Condução**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 46. SANTOS, Moacir. **Condutores**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 47. SANTOS, Moacir. **Disjuntores**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 48. SANTOS, Moacir. **Dispositivo Diferencial-Residual**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 49. SANTOS, Moacir. **Eletrocalhas e Leitões**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 50. SANTOS, Moacir. FAM ENGENHARIA. **Especificando cabos elétricos**, 2022. Disponível em: <https://engfam.com.br/cabos-eletricos/#:~:text=Tens%C3%B5es%20de%20isola%C3%A7%C3%A3o%20correspondem%20as,tens%C3%A3o%20entre%20condutores%20fase%2Dfase>. Acesso em: 28 julho 2022.
 51. SANTOS, Moacir. FAM ENGENHARIA. **Fator de Agrupamento em um Projeto Elétrico**, 2022. Disponível em: <https://engfam.com.br/fator-de-agrupamento-projeto-eletrico/>. Acesso em: 28 julho 2022.
 52. SANTOS, Moacir. **Fatores que influenciam na capacidade de condução**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 53. SANTOS, Moacir. **Iluminação e Tomadas**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 54. SANTOS, Moacir. **Infraestrutura de projeto - Eletroduto Flexível**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 55. SANTOS, Moacir. **Linhas enterradas e eletrodutos rígidos**. Goiás: FAM

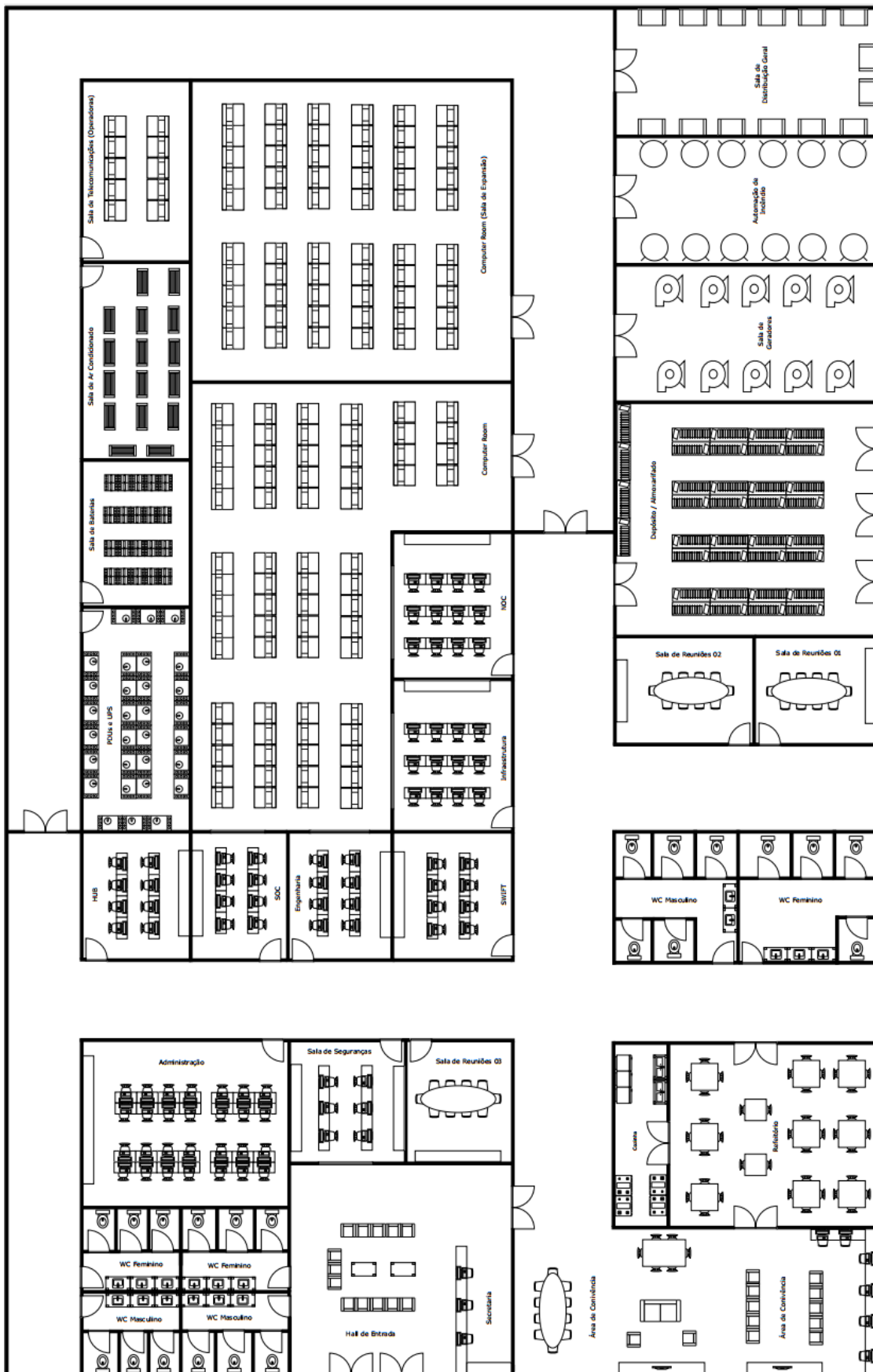
- ENGENHARIA, 2022.
56. SANTOS, Moacir. **Quadro de Cargas**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 57. SANTOS, Moacir. **Queda de Tensão**. Goiás: FAM ENGENHARIA, 2022.
 58. SCARPIN, Bruno. Cubi energia. **Fator de Demanda - O que é?**, 2018. Disponível em: <https://www.cubienergia.com/fator-de-demanda/>. Acesso em: 28 julho 2022.
 59. SEWER, Andy *et al.* Smithsonian. **Alexander Granham Bell Experimental Telephone**, 2020. Disponível em: https://www.si.edu/object/alexander-graham-bell-experimental-telephone%3Anmah_689864. Acesso em: 02 maio 2022.
 60. SOUSA, Rafael. Mundo e Educação. **Meios de Comunicação**, 2014. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/meios-comunicacao.htm>. Acesso em: 2022 março 12.
 61. SUPPLIER. SUPPLIER. **Banco de Baterias**, 2022. Disponível em: <http://www.supplier.ind.br/produto/solucoes-para-microrredes-de-energia/17/banco-de-baterias/145>. Acesso em: 16 maio 2022.
 62. TECHNOLOGY, Shenzhen C. Shenzhen Consnat Technology Co. **Sistema redundante de UPS da série CNM331, poder alternativo UPS modular 20-300kVA de Data Center**, 2022. Disponível em: <https://portuguese.upsuninterruptedpowersupply.com/sale-10297230-cnm331-series-redundant-ups-system-data-center-backup-power-modular-ups-30-300kva.html>. Acesso em: 16 maio 2022.
 63. TELES, Jhonata. ENGETELES. **Como calcular disponibilidade**, 2017. Disponível em: <https://engeteles.com.br/como-calcular-disponibilidade/>. Acesso em: 09 abril 2022.
 64. TELES, Jhonata. ENGETELES. **O que é Confiabilidade?**, 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/o-que-e-confiabilidade/>. Acesso em: 09 abril 2022.
 65. TRINDADE, Chris. Blog.Ar. **Componentes básicos de um ar condicionado: Entenda cada um deles**, 2021. Disponível em: <https://blog.centralar.com.br/componentes-basicos-de-um-ar-condicionado-entenda-cada-um-deles/>. Acesso em: 14 abril 2022.
 66. TURBOSQUID. TURBOSQUID. **Sputnik 1 Modelo 3D**, 2022. Disponível em: https://www.turbosquid.com/pt_br/3d-models/3d-model-sputnik-1/864043. Acesso em: 02 maio 2022.

67. USP. LSI. **Normas de Infraestrutura**, 2022. Disponível em: http://www.lsi.usp.br/~ramc/cabeamento_arquivos/Normas%20de%20Infraestrutura.pdf. Acesso em: 14 abril 2022.
68. VERTIV. VERTIV. **O que é um rack PDU?**, 2022. Disponível em: <https://www.vertiv.com/pt-latam/about/news-and-insights/articles/educational-articles/what-is-a-rack-pdu/>. Acesso em: 14 maio 2022.
69. VIGNOLI, Reinaldo. ISPblog. **Sala de Telecomunicações - Porque segmentar a Rede?**, 2017. Disponível em: <https://www.ispblog.com.br/2017/06/16/sala-de-telecomunicacoes-porque-segmentar-a-rede/#:~:text=A%20Sala%20de%20Telecomunica%C3%A7%C3%B5es%20ou,backbone%20para%20o%20cabeamento%20horizontal>. Acesso em: 14 abril 2022.
70. VIVO, Redação. VIVO. **Ter um data center é importante para o negócio? Entenda o que é e quem deve investir nessa solução**, 2021. Disponível em: <https://vivomeunegocio.com.br/conteudos-gerais/expandir/tudo-sobre-data-center/#:~:text=Especificamente%2C%20foi%20em%201965%20que,Proposta%20Nacional%20do%20data%20center%E2%80%9D>. Acesso em: 2022 março 12.
71. ZUCCHI, Wagner L.; BARRETO AMANCIO, Anderson. Construindo um Data Center. **Revista USP**, São Paulo, n. 93, 2013.

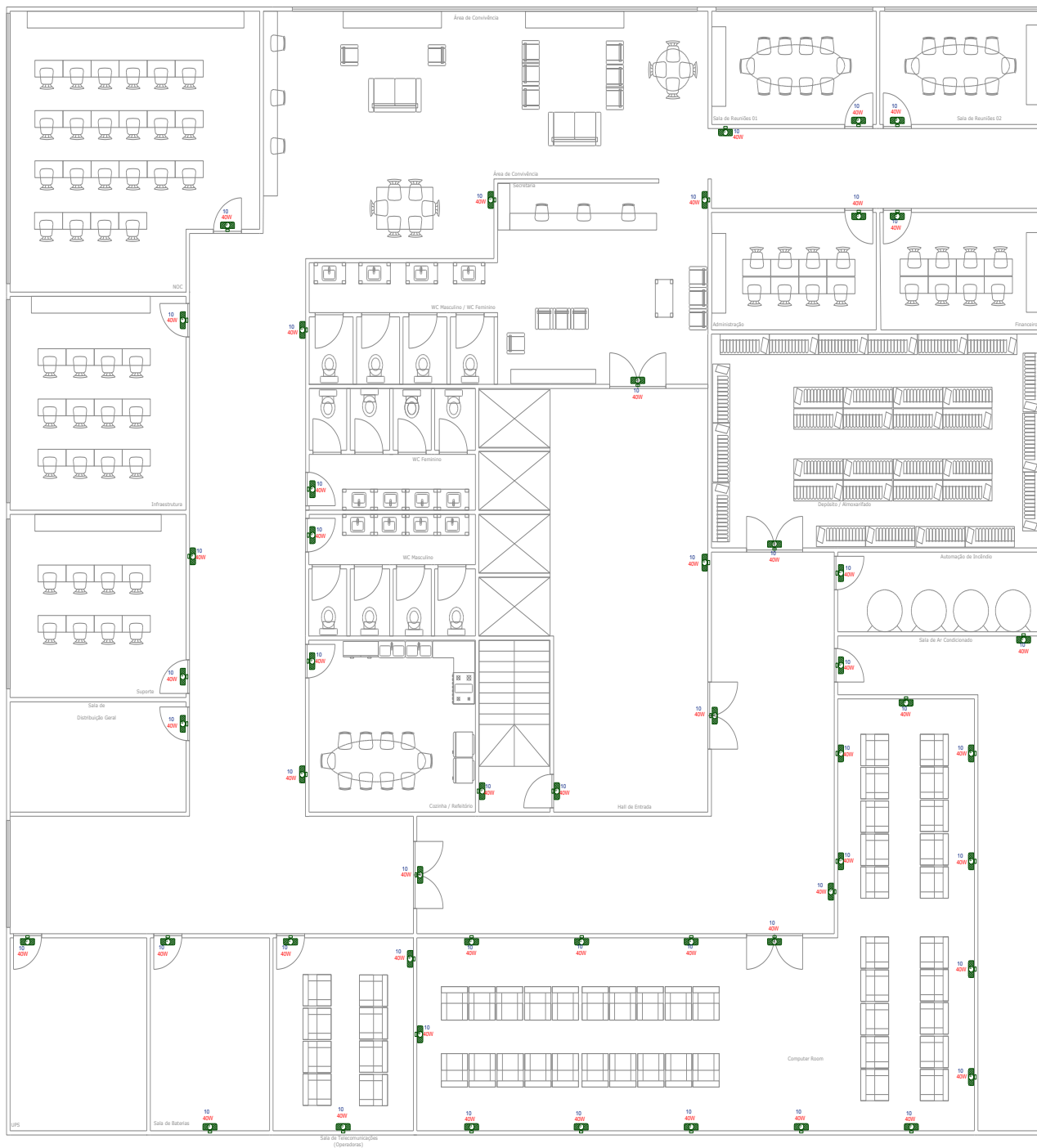
ANEXO A – PLANTA BAIXA DATA CENTER 01



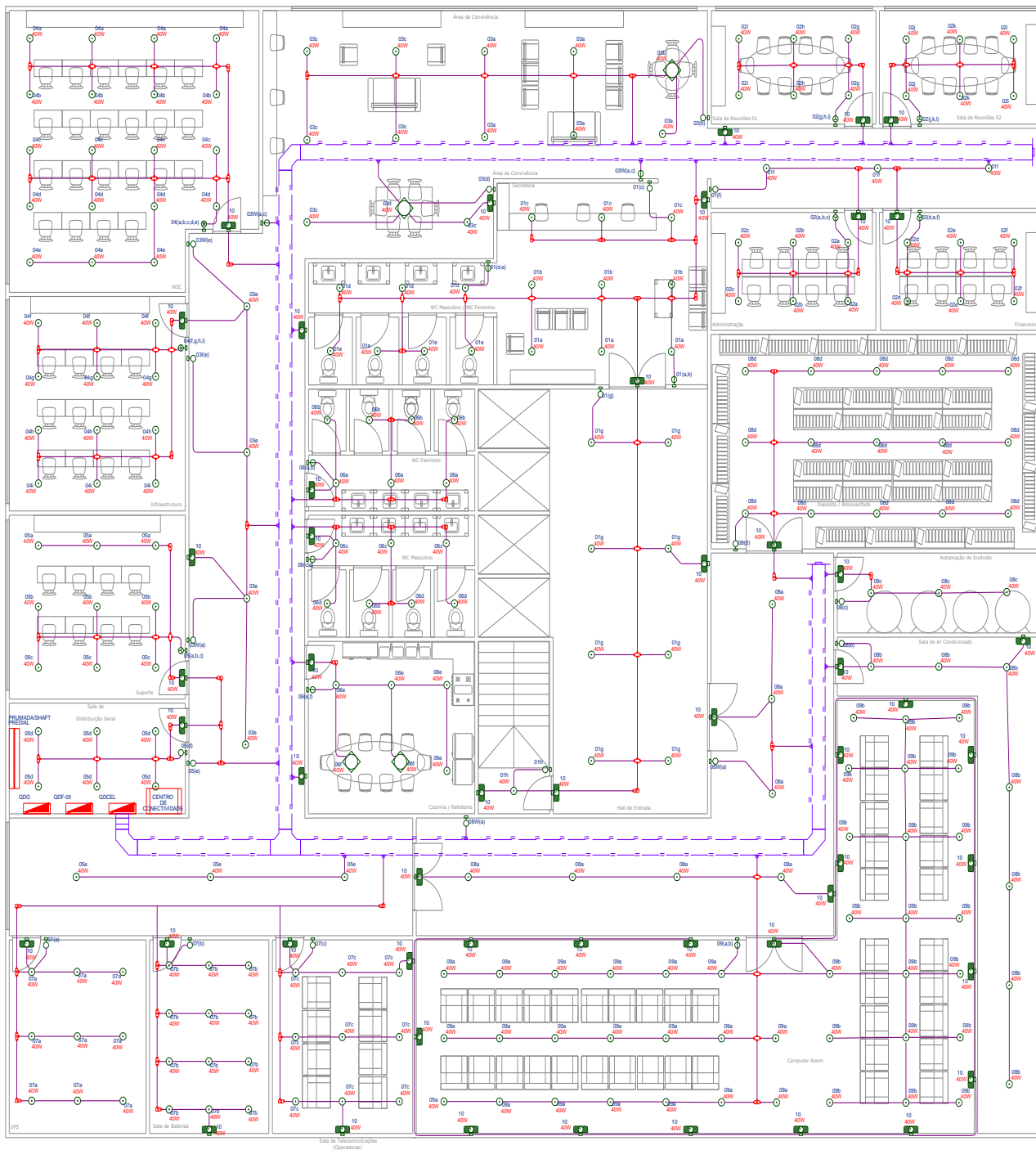
ANEXO B – PLANTA BAIXA DATA CENTER 02



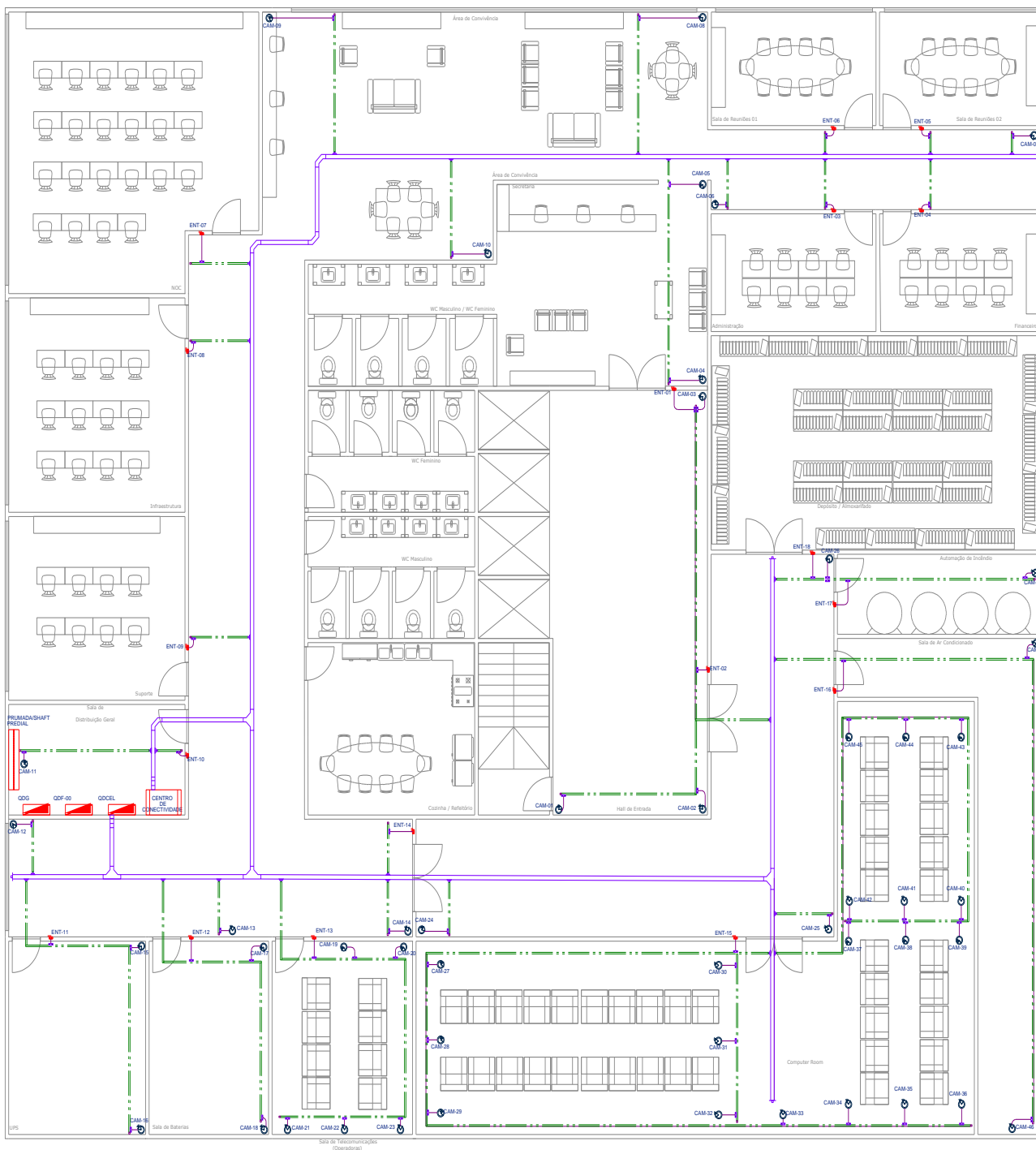
ANEXO D – PONTOS DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA



ANEXO H – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA A ILUMINAÇÃO DE USO GERAL E DE EMERGÊNCIA



ANEXO J – INSERÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA AS CÂMERAS E O SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ACESSO



ANEXO L – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CÂMERAS, EMERGÊNCIA E ILUMINAÇÃO (QDCEL)

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)		Pontos de Iluminação (W)		Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Potência reativa (VAr)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	200	100	40							
1	ILUMINAÇÃO - HALL DE ENTRADA / SECRETARIA / BANHEIRO / CORREDOR	-	-	-	28	-	1.120,0	0,92	1.217,4	477,1	220	5,5
2	ILUMINAÇÃO - ADMINISTRAÇÃO / FINANCEIRO / SALA DE REUNIÕES 01 E 02	-	-	-	24	-	960,0	0,92	1.043,5	409,0	220	4,7
3	ILUMINAÇÃO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA / CORREDOR	-	-	-	17	-	680,0	0,92	739,1	289,7	220	3,4
4	ILUMINAÇÃO - NOC / INFRAESTRUTURA	-	-	-	31	-	1.240,0	0,92	1.347,8	528,2	220	6,1
5	ILUMINAÇÃO - SUPORTE / DISTRIBUIÇÃO GERAL / CORREDOR	-	-	-	18	-	720,0	0,92	782,6	306,7	220	3,6
6	ILUMINAÇÃO - BANHEIRO / COZINHA	-	-	-	20	-	800,0	0,92	869,6	340,8	220	4,0
7	ILUMINAÇÃO - UPS / SALA DE BATERIAS / SALA DE TELECOMUNICAÇÕES	-	-	-	30	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
8	ILUMINAÇÃO - CORREDOR / DEPÓSITO / AUTOMAÇÃO DE INCÊNDIO / AR CONDICIONADO	-	-	-	32	-	1.280,0	0,92	1.391,3	545,3	220	6,3
9	ILUMINAÇÃO - COMPUTER ROOM	-	-	-	41	-	1.640,0	0,92	1.782,6	698,6	220	8,1
10	ILUMINAÇÃO - EMERGÊNCIA	-	-	-	51	-	2.040,0	0,92	2.217,4	869,0	220	10,1
171	TOMADAS - CÂMERAS 01	24	-	-	-	-	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
172	TOMADAS - CÂMERAS 02	24	-	-	-	-	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
173	TOMADAS - SISTEMA DE ENTRADA	18	-	-	-	-	1.800,0	0,92	1.956,5	766,8	220	8,9
	QDFL	66	-	-	292	-	18.280,0	0,92	19.869,6	7.787,2	380	30,2

Circuito	Disjuntor (A)			Dispositivo DR	
	Corrente Nominal	Curva	Interrupção	Corrente nominal	Tipo/Apl.
1	10,00	B	3 kA	-	-
2	10,00	B	3 kA	-	-
3	10,00	B	3 kA	-	-
4	10,00	B	3 kA	-	-
5	10,00	B	3 kA	-	-
6	10,00	B	3 kA	-	-
7	10,00	B	3 kA	-	-
8	10,00	B	3 kA	-	-
9	10,00	B	3 kA	-	-
10	10,00	B	3 kA	-	-
171	16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral
172	16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral
173	16,00	B	3 kA	25	3 mA/Geral
	-	-	-	-	-

ANEXO M – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CÂMERAS, EMERGÊNCIA E ILUMINAÇÃO (QDCEL) (CONTINUAÇÃO)

Circuito	Condutor										Capac. Cond. de corrente nominal	Capac. Cond. de corrente real
	Método de Ref. Instalação	Classe encord.	Material de Isolação	Tensão de isolação	Fase (mm ²)	Neutro (mm ²)	Proteção (mm ²)	Fator de Agrupa m.	Fator de Temperatura			
1	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
2	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
3	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
4	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
5	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
6	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
7	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
8	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
9	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
10	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x1,50	1x1,50	1x1,50	0,50	1,00	23,00	11,5	
171	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50	0,70	1,00	31,00	21,7	
172	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50	0,70	1,00	31,00	21,7	
173	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 kV	1x2,50	1x2,50	1x2,50	0,70	1,00	31,00	21,7	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Circuito	Balanceamento de Fases			Queda de Tensão			
	Distr. de Fases	Fases			V/A.km	dist (km)	ΔV%
	A	B	C				
1	B	1.217,4	-	27,80	0,047	3,27	
2	B	1.043,5	-	27,80	0,045	2,71	
3	C	-	739,1	27,80	0,031	1,33	
4	C	-	1.347,8	27,80	0,029	2,27	
5	B	-	782,6	27,80	0,015	0,68	
6	A	869,6	-	27,80	0,018	0,87	
7	A	1.304,3	-	27,80	0,022	1,68	
8	B	-	1.391,3	27,80	0,031	2,51	
9	C	-	1.782,6	27,80	0,030	3,03	
10	A	2.217,4	-	27,80	0,033	4,14	
171	B	-	2.608,7	17,30	0,027	2,49	
172	C	-	2.608,7	17,30	0,035	3,29	
173	A	1.956,5	-	17,30	0,030	2,07	
ABC	6.347,8	7.043,5	6.478,3	-	-	-	

ANEXO N – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00)

Circuito	Descrição do Circuito	Pontos de Tomadas (W)			Pontos de Iluminação (W)	Carga Especial (W)	Potência Ativa (W)	Fator de Potência	Potência Aparente (VA)	Potência reativa (VAr)	Tensão (V)	Corrente (A)
		100	200	100								
11	TOMADAS - HALL DE ENTRADA / SECRETARIA	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
12	TOMADAS - SECRETARIA	14	-	-	-	-	1.400,0	0,92	1.521,7	596,4	220	6,9
13	TOMADAS - CORREDORES / ÁREA DE CONVIVÊNCIA	13	-	-	-	-	1.300,0	0,92	1.413,0	553,8	220	6,4
14	TOMADAS - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
15	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
16	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
17	TOMADAS - ADMINISTRAÇÃO	9	-	-	-	-	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
18	TOMADAS - FINANCEIRO	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
19	TOMADAS - FINANCEIRO	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
20	TOMADAS - FINANCEIRO	9	-	-	-	-	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
21	TOMADAS - SALA DE REUNIÕES 02	13	-	-	-	-	1.300,0	0,92	1.413,0	553,8	220	6,4
22	TOMADAS - SALA DE REUNIÕES 01	13	-	-	-	-	1.300,0	0,92	1.413,0	553,8	220	6,4
23	TOMADAS - BANHEIROS	-	-	-	-	1.800,0	1.800,0	0,92	1.956,5	766,8	220	8,9
24	TOMADAS - NOC	14	-	-	-	-	1.400,0	0,92	1.521,7	596,4	220	6,9
25	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
26	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
27	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
28	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
29	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
30	TOMADAS - NOC	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
31	TOMADAS - NOC	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
32	TOMADAS - NOC / INFRAESTRUTURA	12	-	-	-	-	1.200,0	0,92	1.304,3	511,2	220	5,9
33	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
34	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
35	TOMADAS - INFRAESTRUTURA	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
36	TOMADAS - INFRAESTRUTURA / SUPORTE	13	-	-	-	-	1.300,0	0,92	1.413,0	553,8	220	6,4
37	TOMADAS - SUPORTE	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
38	TOMADAS - SUPORTE	16	-	-	-	-	1.600,0	0,92	1.739,1	681,6	220	7,9
174	TOMADAS - COZINHA	3	-	-	-	600,0	900,0	0,92	978,3	383,4	220	4,4
175	TOMADAS - COZINHA (MICROONDAS)	-	-	-	-	1.100,0	1.100,0	0,92	1.195,7	468,6	220	5,4
39	TOMADAS - COZINHA (FOGÃO ELÉTRICO)	-	-	-	-	2.400,0	2.400,0	0,92	2.608,7	1.022,4	220	11,9
40	TOMADAS - COZINHA (GELADEIRA)	-	-	-	-	600,0	600,0	1,00	600,0	-	220	2,7
41	TOMADAS - COZINHA (GELADEIRA)	-	-	-	-	600,0	600,0	1,00	600,0	-	220	2,7
42	TOMADAS - CORREDOR / DEPÓSITO	8	-	-	-	-	800,0	0,92	869,6	340,8	220	4,0
43	TOMADAS - AUTOMAÇÃO DE INCÊNDIO	6	-	-	-	-	600,0	0,92	652,2	255,6	220	3,0
44	AR CONDICIONADO - SECRETARIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
45	AR CONDICIONADO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
46	AR CONDICIONADO - ÁREA DE CONVIVÊNCIA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
47	AR CONDICIONADO - ADMINISTRAÇÃO	-	-	-	-	2.600,0	2.600,0	0,90	2.888,9	1.259,2	220	13,1
48	AR CONDICIONADO - FINANCEIRO	-	-	-	-	2.600,0	2.600,0	0,90	2.888,9	1.259,2	220	13,1
49	AR CONDICIONADO - SALA DE REUNIÕES 02	-	-	-	-	1.900,0	1.900,0	0,90	2.111,1	920,2	220	9,6
50	AR CONDICIONADO - SALA DE REUNIÕES 01	-	-	-	-	1.900,0	1.900,0	0,90	2.111,1	920,2	220	9,6
51	AR CONDICIONADO - NOC	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
52	AR CONDICIONADO - NOC	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
53	AR CONDICIONADO - INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
54	AR CONDICIONADO - INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	2.800,0	2.800,0	0,90	3.111,1	1.356,1	220	14,1
55	AR CONDICIONADO - SUPORTE	-	-	-	-	3.600,0	3.600,0	0,90	4.000,0	1.743,6	220	18,2
56	AR CONDICIONADO - COZINHA	-	-	-	-	2.600,0	2.600,0	0,90	2.888,9	1.259,2	220	13,1
	QDFL	387	-	-	-	43.500,0	82.200,0	0,91	90.122,7	36.949,5	380	136,9

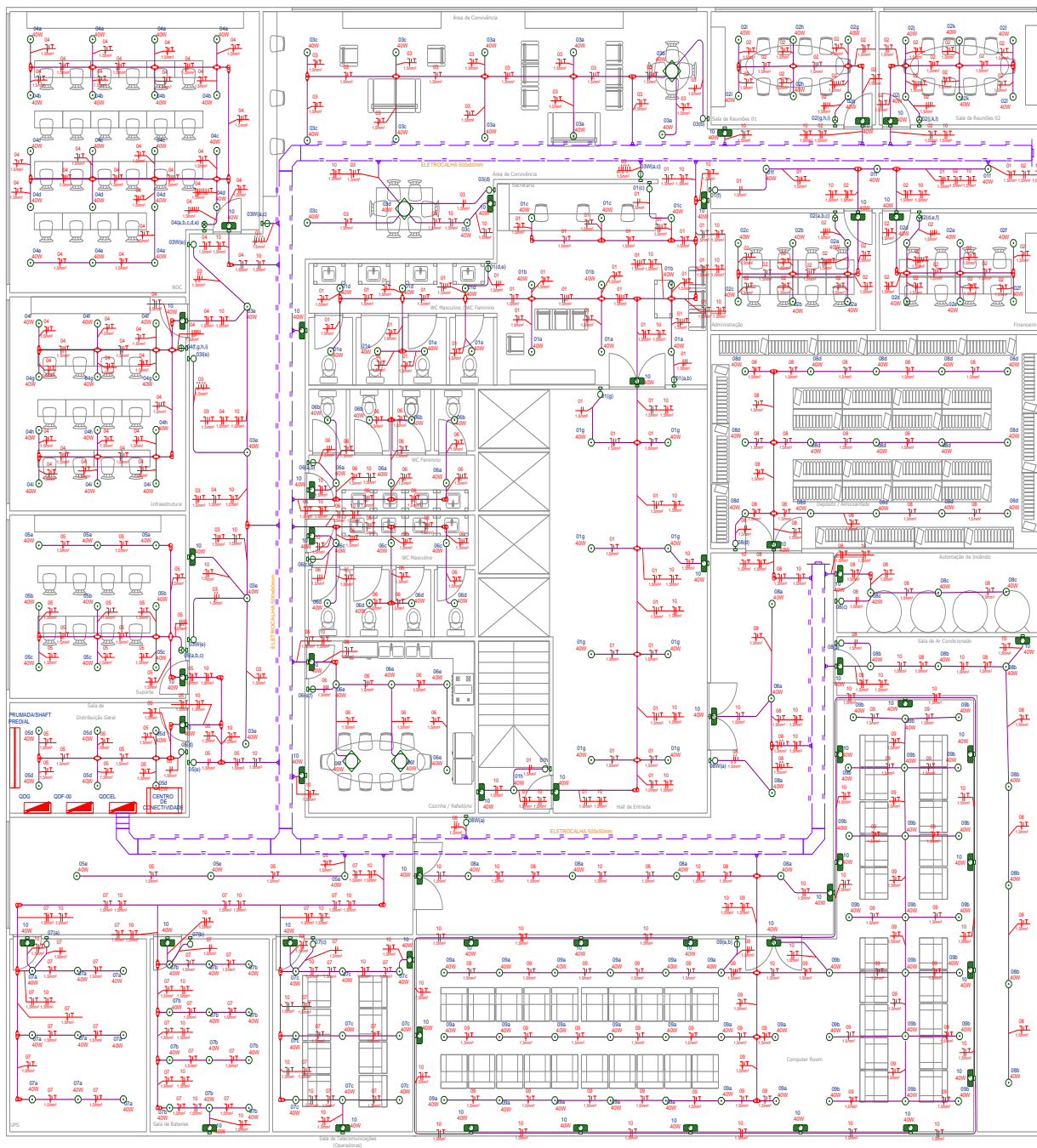
**ANEXO O – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00)
(CONTINUAÇÃO 01)**

Circuito	Disjuntor (A)		Dispositivo DR		Condutor							Fator de Temperatura	Capac. Cond. de corrente nominal	Capac. Cond. de corrente real		
	Corrente Nominal	Curva	Interrupção	Corrente nominal	Tipo/Apl.	Método de Ref. Instalação	Classe encond.	Material de Isolação	Tensão de isolação	Fase (mm ²)	Neutro (mm ²)				Proteção (mm ²)	Fator de Agrupa m.
11	10,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
12	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
13	10,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
14	10,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
15	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
16	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
17	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
18	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
19	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
20	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
21	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
22	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
23	10,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
24	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
25	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
26	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
27	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
28	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
29	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
30	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
31	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
32	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
33	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
34	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
35	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
36	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
37	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
38	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
174	16,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,57	1,00	31,00	17,7
175	16,00	B	3 kA	25	30 mA/Especifico	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,57	1,00	31,00	17,7
39	16,00	B	3 kA	25	30 mA/Especifico	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,57	1,00	31,00	17,7
40	16,00	B	3 kA	25	30 mA/Especifico	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,57	1,00	31,00	17,7
41	16,00	B	3 kA	25	30 mA/Especifico	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,57	1,00	31,00	17,7
42	10,00	B	3 kA	25	30 mA/Geral	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
43	10,00	B	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X2,5	1X2,5	1X2,5	0,38	1,00	31,00	11,8
44	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
45	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
46	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
47	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
48	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
49	10,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X4,0	1X4,0	1X4,0	0,38	1,00	42,00	16,0
50	10,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X4,0	1X4,0	1X4,0	0,38	1,00	42,00	16,0
51	25,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1x10,0	1x10,0	1x10,0	0,38	1,00	75,00	28,5
52	25,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1x10,0	1x10,0	1x10,0	0,38	1,00	75,00	28,5
53	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
54	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1X6,0	1X6,0	1X6,0	0,38	1,00	54,00	20,5
55	25,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	0,6/1 KV	1x10,0	1x10,0	1x10,0	0,38	1,00	75,00	28,5
56	16,00	C	3 kA	-	-	B1	5,00	EPR/XLPE	1X4,0	1X4,0	1X4,0	1X2,5	0,57	1,00	42,00	23,9

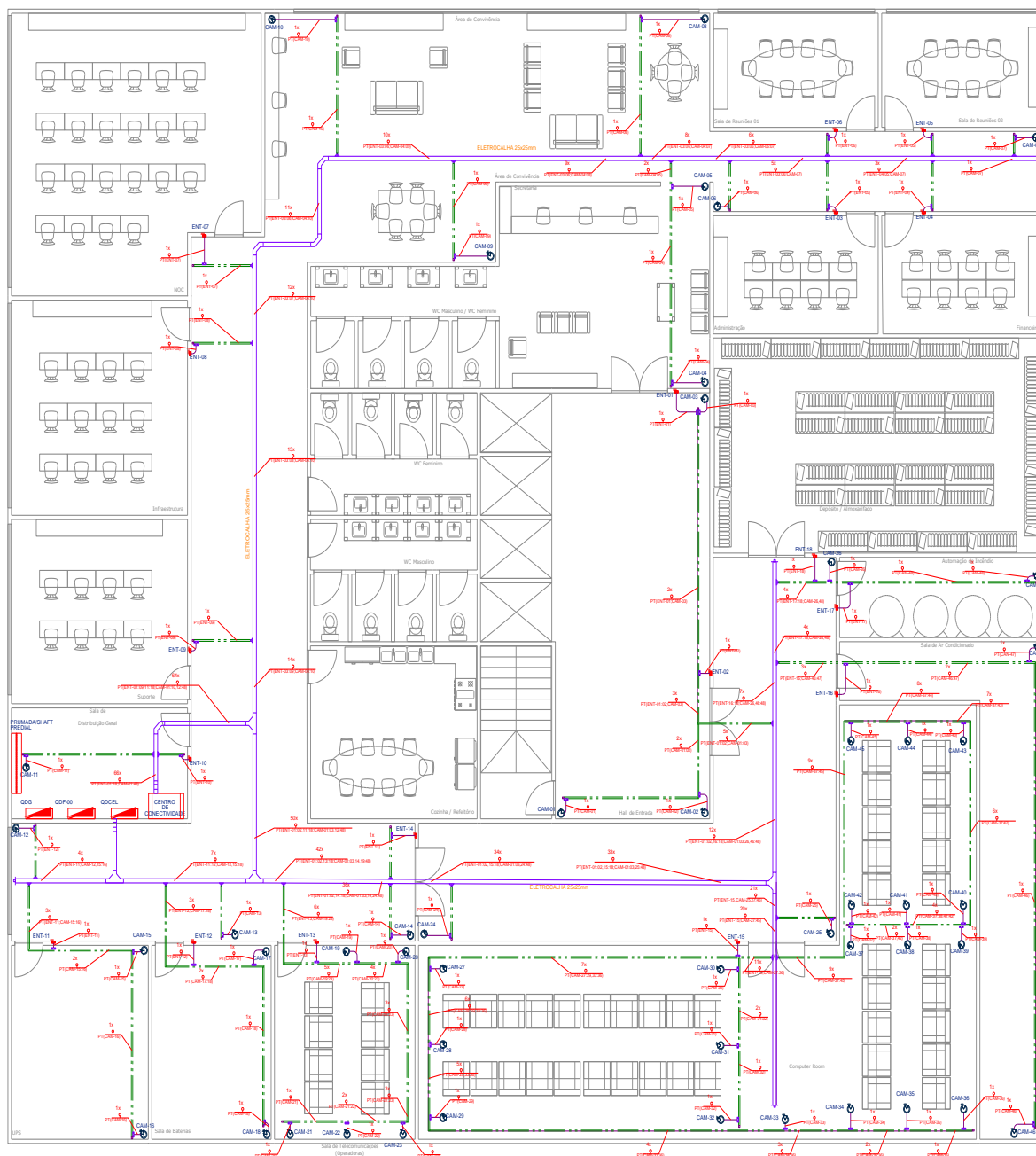
**ANEXO P – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA 00 (QDF-00)
(CONTINUAÇÃO 02)**

Circuito	Balançamento de Fases				Queda de Tensão		
	Distr. de Fases	Fases			V/A.km	dist (km)	ΔV%
		A	B	C			
11	A	1.739,1	-	-	17,30	0,047	2,94
12	B	-	1.521,7	-	17,30	0,043	2,36
13	B	-	1.413,0	-	17,30	0,025	1,24
14	A	1.304,3	-	-	17,30	0,028	1,32
15	B	-	1.739,1	-	17,30	0,047	2,95
16	C	-	-	1.739,1	17,30	0,047	2,92
17	A	978,3	-	-	17,30	0,051	1,79
18	B	-	1.739,1	-	17,30	0,048	2,98
19	C	-	-	1.739,1	17,30	0,050	3,08
20	A	978,3	-	-	17,30	0,052	1,81
21	B	-	1.413,0	-	17,30	0,048	2,41
22	C	-	-	1.413,0	17,30	0,047	2,37
23	A	1.956,5	-	-	17,30	0,021	1,46
24	B	-	1.521,7	-	17,30	0,030	1,63
25	C	-	-	1.304,3	17,30	0,030	1,42
26	A	1.304,3	-	-	17,30	0,028	1,31
27	B	-	1.304,3	-	17,30	0,029	1,36
28	C	-	-	1.304,3	17,30	0,027	1,25
29	A	1.304,3	-	-	17,30	0,028	1,30
30	B	-	1.304,3	-	17,30	0,026	1,19
31	C	-	-	1.739,1	17,30	0,026	1,64
32	A	1.304,3	-	-	17,30	0,027	1,24
33	B	-	1.739,1	-	17,30	0,024	1,50
34	C	-	-	1.739,1	17,30	0,025	1,57
35	A	1.739,1	-	-	17,30	0,027	1,66
36	B	-	1.413,0	-	17,30	0,024	1,19
37	C	-	-	1.739,1	17,30	0,018	1,11
38	A	1.739,1	-	-	17,30	0,017	1,04
174	B	-	978,3	-	17,30	0,015	0,54
175	C	-	-	1.195,7	17,30	0,019	0,79
39	A	2.608,7	-	-	17,30	0,019	1,73
40	C	-	-	600,0	17,30	0,020	0,42
41	C	-	-	600,0	17,30	0,021	0,44
42	C	-	-	869,6	17,30	0,035	1,10
43	B	-	652,2	-	17,30	0,037	0,86
44	C	-	-	3.111,1	7,10	0,037	1,67
45	A	3.111,1	-	-	7,10	0,036	1,64
46	B	-	3.111,1	-	7,10	0,028	1,29
47	C	-	-	2.888,9	7,10	0,048	2,03
48	A	2.888,9	-	-	7,10	0,048	2,03
49	B	-	2.111,1	-	10,80	0,047	2,23
50	C	-	-	2.111,1	10,80	0,046	2,16
51	A	4.000,0	-	-	4,20	0,027	0,95
52	B	-	4.000,0	-	4,20	0,026	0,91
53	C	-	-	3.111,1	7,10	0,026	1,19
54	A	3.111,1	-	-	7,10	0,027	1,24
55	B	-	4.000,0	-	4,20	0,018	0,61
56	C	-	-	2.888,9	17,30	0,022	2,23
	ABC	30,067,6	29,961,4	30,093,7	-	-	-

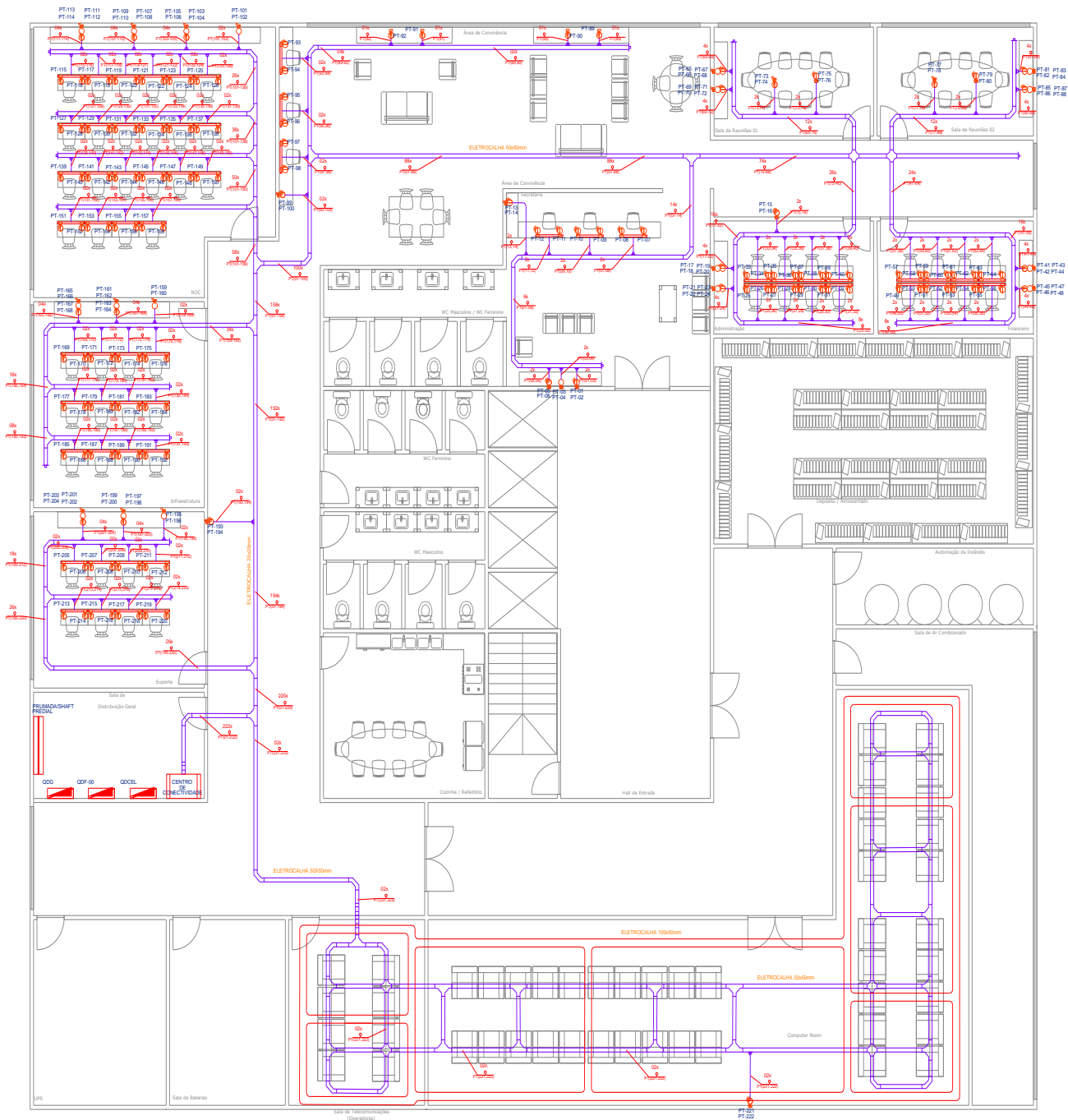
ANEXO Q – FIAÇÃO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO DE USO GERAL E DE EMERGÊNCIA



ANEXO T – CABEAMENTO ESTRUTURADO DOS PONTOS DE CÂMERAS E MONITORAMENTO DE ACESSO



ANEXO U – CABEAMENTO ESTRUTURADO DOS PONTOS DE REDE














ANEXO V – DESCRIÇÃO / LEGENDA

LEGENDA ILUMINAÇÃO

	- Lum. pendente p/ lúmp. LED
	- Ponto de iluminação no teto - Potência indicada
	- Interruptor emb. p/ lum. 01 seqões - h=110cm
	- Interruptor emb. p/ lum. 02 seqões - h=110cm
	- Interruptor emb. p/ lum. 03 seqões - h=110cm
	- Interruptor emb. p/ lum. 04 seqões - h=110cm
	- Interruptor emb. p/ lum. 05 seqões - h=110cm
	- Eletroduto no piso
	- Eletroduto no teto
	- Centro de distrib. geral de luz e força - h=150cm
	- Luminária de emergência na parede - h=200cm - (Potência indicada)













































LEGENDA TOMADAS

	- Tomada dupla 2P+T 10A - h=30cm
	- Tomada dupla 2P+T 10A - h=80cm
	- Tomada simples 2P+T 10A - h=30cm
	- Tomada simples 2P+T 10A - h=80cm
	- Ponto de força monofásico não plugável - h=40cm
	- Tomada simples 2P+T 10A - h=230cm
	- Tomada simples 2P+T 20A - h=40cm
	- Cx. termoplástica octogonal 4x4x4 embutida no teto
	- No Break
	- Ar condicionado Industrial
	- Saída de ar pelo piso elevado











LEGENDA CFTV









	- Câmera CFTV Mini Dome analógica policrom. IR. (65°-15m) no teto
---	---

LEGENDA EST.

	- Caixa termoplástica 4x4x2" com placa cega
	- Tomada dados com 2 pontos RJ-45 Cat.5e no teto
	- Tomada dados com 1 ponto RJ-45 - h=230cm
	- Tomada dados com 2 pontos RJ-45 - h=30cm
	- Saída horizontal eletrocalha para eletroduto
	- Tê Horizontal 90 'U' 100x100mm
	- Eletrocalha lisa 'U' 100mmx100mm
	- Curva de Inversão 'U' 100x100mm
	- Conductor de Lógica (Cabo UTP-4P- Cat. 5e)
	- Tomada dados com 2 pontos RJ-45 - h=230cm
	- Tomada dados com 2 pontos RJ-45 - h=110cm
	- Tomada dados com 1 pontos RJ-45 - h=110cm
	 - Acoplamento de eletrocalha para perfilado 38x38mm - Ref.: VL 34
	 - Caixa de Tomada em perfilado 38x38mm - Ref.: VL 1.183
	 - Cruzeta Horizontal 90 'U' 50x50mm - Ref.: VL 13
	 - Curva de Inversão 'U' 100x100mm - Ref.: VL 07
	 - Curva de Inversão 'U' 200x100mm - Ref.: VL 07
	 - Curva Horizontal 90 'U' 100x100mm - Ref.: VL 01
	 - Caixa condutele tipo C com tampa com furo no teto
	 - Caixa condutele tipo E com tampa com furo no teto
	 - Caixa condutele tipo LL com tampa com furo no teto
	 - Caixa condutele tipo LR com tampa com furo no teto
	 - Caixa condutele tipo T com tampa com furo no teto
	 - Caixa condutele tipo T com tampa cega no teto
	 - Caixa condutele tipo X com tampa cega no teto
	 - Emenda interna com base perfurada 'U' 100x100mm - Ref.: VL 24
	 - Emenda interna com base perfurada 'U' 200x100mm - Ref.: VL 24
	 - Emenda interna com base perfurada 'U' 50x50mm - Ref.: VL 24

ANEXO W – DESCRIÇÃO / LEGENDA (CONTINUAÇÃO)

-   - Redução Concentrica 'U' 200x100x100mm - Ref.: VL 18
-   - Redução Concentrica 'U' 200x100x50mm - Ref.: VL 18
-   - Saída Final para perfilado 3/4" 38x38mm - Ref.: VL 1.31
-   - Saída horizontal para eletroduto - Ø3/4" quando não indicado - Ref.: VL 33
-   - Acooplamento de eletrocalha para perfilado 38x38mm - Ref.: VL 34

-   - Eletroduto FºGº semipesado no teto e parede (aparente) - Ø3/4" quando não indicado
 -   - Eletrocalha em chapa tipo 'U' #14 de teto perfurada com tampa 200mmX100mm, 100X100mm e 50X50mm, FºGº semipesado - Ref.: VL 3.02
 -   - Perfilado perfurado 38x38x6000mm - Ref.: VL 1.00
 -   - Condutores de Neutro, Fase, Retorno, Retorno Ponte e Proteção
- ONDE: X - Indica os Circuitos
 Y - Indica a Área dos Condutores (2,5mm² quando não indicado)
 Z - Indica o Diâmetro do Eletroduto
 U - Indica a Seção da Luminária

CÁLCULO DE DEMANDA QDFL

QDFL

ILUMINAÇÃO E TOMADAS USO GERAL - (64543,5 VA) FD = 1

$$a = (64543,5 \text{ VA}) \times 1$$

$$a = 64543,5 \text{ VA}$$

FORNO ELÉTRICO - 01 UNIDADE - (2400 VA) FD = 0,80

$$b6 = (2400 \text{ VA}) \times 0,80$$

$$b6 = 1920 \text{ VA}$$

FORNO MICROONDAS - 01 UNIDADE - (1100 VA) FD = 1,00

$$b8 = (1100 \text{ VA}) \times 1,00$$

$$b8 = 1100 \text{ VA}$$

AR CONDICIONADO - 13 UNIDADES - (40444,4 VA) FD = 0,90

$$c = (40444,4 \text{ VA}) \times 0,90$$

$$c = 36399,96 \text{ VA}$$

ONDE:

a= Iluminação e tomadas de uso geral - Tabela 2 (NTC-04 Rev.04)

b1= Chuveiros elétricos - Tabela 3 (NTC-04 Rev.04)

b6= Fornos e fogões elétricos - Tabela 5 (NTC-04 Rev.04)

b8= Forno de micro-ondas - Tabela 3 (NTC-04 Rev.04)

c= Aparelhos de ar condicionado tipo split ou janela

d= Demanda de força (motores) - Tabela 6 (NTC-04 Rev.04)

$$D(\text{VA}) = a + b6 + b8 + c$$

$$D(\text{VA}) = 64543,5 + 1920 + 1100 + 36399,96 = 103963,46 \text{ VA}$$

$$D(\text{VA}) \text{ QDFL} = 103963,46 \text{ VA} \quad \rightarrow \quad I(\text{A}) = 157,95$$

PARA ESTA DEMANDA ADOTAREMOS CONDUTOR DE ENTRADA DE 4#10,0mm² + Pe#10,0mm² 0,6/1kV PVC 70°C CLASSE 2 EM ELETRODUTO EMBUTIDO DE Ø32mm COM PROTEÇÃO GERAL DE 40A CURVA C PADRÃO DIN, CATEGORIA T1 CONFORME NTC.04 REV.04 TABELA 1.