



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Critérios de projecto de um *Data Centre*

ANTÓNIO MANUEL DE JESUS MOURA PEREIRA

Licenciado em Engenharia Civil

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de especialização de Edificações

Orientadores:

Especialista, Engenheiro João António Antunes Hormigo (Eq. Prof. Adjunto do ISEL)

Doutor, Pedro Miguel Matos Soares (Eq. Prof. Adjunto do ISEL)

Júri:

Presidente: Doutor, Pedro Miguel Soares Raposeira da Silva (Eq. a Assistente 2.ºT do ISEL)

Vogais:

Doutora, Ana Cristina Gaminha Ribeiro Borges Azevedo (Eq. Prof. Adjunto do ISEL)

Especialista, Engenheiro João António Antunes Hormigo (Eq. Prof. Adjunto do ISEL)

Janeiro, 2015

Agradecimentos

Alcançado o final deste trabalho, agradeço a todos que directamente ou indirectamente me proporcionaram superar esta meta, em especial:

Aos meus orientadores, Especialista João António Antunes Hormigo e Doutor Pedro Matos Soares, pela disponibilidade, atenção, transmissão de conhecimentos e motivação que sempre me proporcionaram, desempenhando um papel essencial para a realização do presente documento;

À Andreia pelo seu apoio incondicional nas alturas mais difíceis;

Ao Manuel por todo o seu companheirismo e amizade;

A todos os meus amigos pelo seu apoio;

À minha família, em especial aos meus pais e irmã por toda a dedicação, amor e esperança sempre demonstrados durante a minha vida académica.

Resumo

As tecnologias de informação são a revolução do século XX. Estas têm apresentado um ritmo exponencial de desenvolvimento e um crescente número de utilizadores a nível mundial. Deste conjunto de tecnologias, a *internet* detém o maior destaque, permitindo a troca de dados entre lugares distantes numa fracção de minutos. A sua multiplicidade de aplicações confere um papel fundamental e indispensável na sociedade moderna e está presente em tarefas elementares como o envio de um *e-mail*.

Apesar de toda esta tecnologia ser desenvolvida num meio virtual é necessário um espaço físico para alojamento dos equipamentos informáticos. Este espaço físico denomina-se em termos técnicos de *data centre* tratando-se de um edifício dotado de características específicas que possuem a capacidade de acomodar eficientemente o suporte físico (servidores) desse meio virtual. Os *data centres* acomodam os requisitos funcionais dos servidores, proporcionando segurança e condições ambientais adequadas ao funcionamento dos mesmos.

No presente documento serão referenciadas todas as variáveis fundamentais a ter em conta num novo *data centre*.

Além da explicação do sistema básico de um *data centre*, serão ainda alvo de análise as redes de electricidade, de dados e de voz, oferecendo assim uma visão globalizada do tema.

Palavras-chave: *internet*, telecomunicações, *data centre*, segurança, tecnologia.

Abstract

I.T. technologies are the revolution of the twentieth century. They have shown an exponential development and a growing number of users worldwide. Modern technology has created a network, the Internet, which holds the biggest highlight, allowing the exchange of data between distant places in a fraction of minutes. Its multitude of applications provides a fundamental and indispensable role in modern society and it's present in elementary tasks such as sending an email.

Despite the progress of all of this technology occurs through a virtual space, the technology needs a physical space. This physical space is called data centre and it is a building provided with specific characteristics that have the ability to efficiently accommodate the hardware (servers). The data centres accommodate the functional requirements of servers, providing security and appropriate temperatures for the operation thereof.

This document refers the key variables to be considered in a new data centre.

Besides the explanation of the basic system that operates in the data centre, it will be the target of further analysis the electricity and the data and voice network that offer a global view on the subject.

Keywords: internet, telecommunications, data centre, security, technology.

Our greatest weakness lies in giving up. The most certain way to succeed is always to try just one more time.

- Thomas A. Edison

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento Geral.....	1
1.2 Objectivos.....	3
1.3 <i>Data Centres</i> no Mundo e em Portugal.....	3
2. <i>Data Centre</i>	7
2.1 Estrutura base	7
2.2 Classificação <i>TIER</i>	8
2.3 Serviços fornecidos por um <i>data centre</i>	16
2.4 Critérios de Projecto	20
2.4.1 Programa Base.....	21
2.4.2 Acção Sísmica	24
2.4.3 Acção do vento	32
2.4.4 Segurança contra incêndio.....	32
2.4.5 Instalações eléctricas	36
2.4.6 Instalações de redes de voz e dados.....	48
2.4.7 Bastidores	68
2.5 Programa base tipo	71
3. Sistemas automáticos.....	77
3.1 Sistemas de Segurança Física.....	77
3.2 Sistemas de climatização	82
3.3 Sistemas automáticos de detecção e extinção de incêndios	87
3.4 Sistemas interruptos de fornecimento de energia eléctrica	92
4. Conclusão e perspectivas futuras.....	97
Referências Bibliográficas.....	99
Anexos.....	111

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1 - Utilizadores de Internet no Mundo, 2012 [s2].....	1
Figura 1.2 - <i>Modular Data Centre</i> [s15]	3
Figura 1.3 - <i>Data Center</i> dentro de um <i>bunker</i> [s12]	4
Figura 1.4 - Utilizadores de <i>Internet</i> em Portugal Continental [s16]	5
Figura 1.5 - <i>Data Centre</i> da Portugal Telecom [s31].....	6

Capítulo 2

Figura 2.1 - Esquema interno de um <i>data centre</i> [s21]	7
Figura 2.2 - Natureza progressiva dos requisitos TIER	9
Figura 2.3 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível <i>TIER I</i> [adaptado: s21]	11
Figura 2.4 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível <i>TIER II</i> [adaptado: s21]	12
Figura 2.5 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível <i>TIER III</i> [adaptado: s21]	13
Figura 2.6 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível <i>TIER IV</i> [s21].....	15
Figura 2.7 - Serviço Cloud [s26]	17
Figura 2.8 - Ligação VPN [s29]	19
Figura 2.9 - Serviço ADSL E SDSL [s30]	19
Figura 2.10 - Fases de um projecto.....	20
Figura 2.11 - Zonas de maior risco sísmico na Europa e Turquia para os próximos 50 anos, publicado em 2013 [s98].....	25
Figura 2.12 - Diferença entre o comportamento de uma base fixa (à esquerda) e uma base móvel (à direita) sobre o efeito da acção sísmica [s33].....	28
Figura 2.13 - Esquema de fornecimento eléctrico redundante a um edifício	37
Figura 2.14 - Fornecimento de energia eléctrica do fornecedor ao consumidor [12]	38
Figura 2.15 - Fornecimento eléctrico tipo de um <i>data centre</i> [10].....	38
Figura 2.16 - Esquema básico de fornecimento de energia eléctrica interno [10] [s39]	39

Figura 2.17 - <i>Power Distribution Unit</i> [s36]	39
Figura 2.18 - Quadro Geral de Baixa Tensão [s37].....	41
Figura 2.19 - Constituição tipo de um cabo de energia eléctrica [s38]	42
Figura 2.20 - Calhas para cablagem tipo [s41].....	46
Figura 2.21 - Ligações à terra nas instalações de equipamentos de tratamento de informação [15]	47
Figura 2.22 - Sistema de cablagem desorganizada [s42].....	49
Figura 2.23 - Esquema tipo de acesso de serviços de dados e voz a um edifício.....	50
Figura 2.24 - A: Condutores sólidos; B: Condutores Entrelaçados; C: Cordão [s43] [s44] [s45].....	54
Figura 2.25 - A: Conector RJ45 de categoria 6; B: Ponto de consolidação [s46] [s47].	55
Figura 2.26 - Esquema tipo para uma rede de cabos de par de cobre	55
Figura 2.27 - Cabo de par cobre com estrela [s22].....	56
Figura 2.28 - Constituição de um cabo coaxial [15].....	58
Figura 2.29 - Distribuição da rede de cabo coaxial	59
Figura 2.30 - Funcionamento interno de um derivador interior [15].....	62
Figura 2.31 - Tomada de telecomunicações mistas [s48].....	63
Figura 2.32 - Conector dotado de sistema de compressão [s49]	64
Figura 2.33 - Conector tipo SC/APC [S50].....	65
Figura 2.34 - A: Montagem das calhas no servidor; B: Montagem do servidor no bastidor [s51].....	69
Figura 2.35 - Organização de uma sala de bastidores [adaptado s21].....	70
Figura 2.36 - Sistema corredor de ar quente - corredor de ar frio [s54].....	70

Capítulo 3

Figura 3.1 - Aumento do nível de segurança em função da zona [adaptado de s55]	78
Figura 3.2 - Sistema de identificação de visitantes [s57]	79
Figura 3.3 - A: Câmara exterior fixa; B: Câmara dotada de um sistema de infravermelhos; C: Câmara dome; D: Controlador de câmara para controlo remoto. [s62] [s63] [s64] [s65]	79
Figura 3.4 - A: Sistema de código secreto; B: Sistema biométrico; C: Sistema de leitura de um cartão magnético/chip [s60] [s66] [s67]	80

Figura 3.5 - A: Detector volumétrico; B: Barreira de infravermelhos [s69] [s70].....	81
Figura 3.6 - A: Funcionamento do detector volumétrico; B: Funcionamento de uma barreira de infravermelhos [s72] [s73]	81
Figura 3.8 - Funcionamento do sistema de climatização com corredores de ar quente isolados [s78].....	84
Figura 3.9 - Sistema de climatização com unidades de refrigeração locais indiretas [s74]	84
Figura 3.10 - Sistema de climatização em sala sem pavimento falso sobrelevado [s74]	85
Figura 3.11- A: Bastidor dotado de dutos de exaustão; B: Bastidor instalado sobre uma base de piso especial dotada de ventiladores [s76].....	85
Figura 3.12 - Sistema de climatização a água [s74]	86
Figura 3.13 - Sistema de climatização misto [s74].....	86
Figura 3.14 - Esquema de um sistema automático de detecção de incêndios [s83]	88
Figura 3.15 - Detectores automáticos por fase de incêndio [17]	89
Figura 3.16 - Esquema ilustrativo de um sistema automático de extinção de incêndio .	91
Figura 3.17 - A: Sistema <i>Firetrace</i> directo; B: Sistema <i>Firetrace</i> indirecto; C: Aplicação do sistema <i>Firetrace</i> a um quadro eléctrico [adaptado de s87, s88 e s93]	92
Figura 3.18 - Esquema do sistema de escape [19].....	93
Figura 3.19- Sistema de amortecimento de vibração [19].....	93
Figura 3.20 - Sistema de refrigeração de um gerador [adaptado de 19].....	95
Figura 3.21- Sistema de fornecimento de combustível a um gerador com depósito enterrado [adaptado de 19]	95

Índice de Quadros

Capítulo 2

Quadro 2.1 - Equipamentos tipo em cada área [adaptado de: s22]	8
Quadro 2.2 - Comparação entre os níveis <i>TIER</i> [adaptado: s22]	15
Quadro 2.3 - Sistemas de Protecção Sísmica Passivos - isolamento de base [23]	26
Quadro 2.4 - Sistemas de Protecção Sísmica Passivas - dissipadores de energia [23]...	27
Quadro 2.5 - Classe de importância dos edifícios segundo a Norma Europeia EN 1998-1 [7]	29
Quadro 2.6 - Consequências da regularidade estrutural na análise e no cálculo sísmico [7]	30
Quadro 2.7 - Resistência ao fogo padrão mínima nos elementos de construção [9].....	34
Quadro 2.8 - Separação mínima entre cabos de energia eléctrica e cabos de dados e voz [15]	51
Quadro 2.9 - Característica de um cabo de Par de Cobre [15]	53
Quadro 2.10 - Tipos de cabos de par de cobre [15].....	54
Quadro 2.11 - Ensaios para testar uma rede de cabo de par de cobre [s92]	57
Quadro 2.12 - Características mínimas de um cabo coaxial [15].....	58
Quadro 2.13 - Graus de uma cabeça de rede [15]	60
Quadro 2.14 - Características mínimas obrigatórias do modulador em função da cabeça de rede [15].....	61
Quadro 2.15 - Estruturas tipo para cabos de fibra óptica [15].....	64
Quadro 2.16 - Forças de impacto [adaptado de 24].....	73
Quadro 2.17 - Valores de coeficiente de transferência de calor para 5 cm de material isolante térmico [adaptado de 5].....	76

Glossário

Ampére (A) - intensidade de uma corrente eléctrica constante que, se mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezável, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produz entre estes condutores uma força igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento.

Atenuação - perda gradual de intensidade de um sinal analógico ou digital transmitido através de cabos.

Áudio mono - som gravado num único canal audível, não permitindo desta maneira distinguir diferentes notas musicais e não existe percepção de profundidade (efeito 3D).

Canal PAL - forma de codificação de cor usada nos sistemas de transmissão televisiva.

Decibel (dB) - número que permite representar relações entre duas grandezas de mesmo tipo, como relações de potências, tensões, correntes ou qualquer outra relação adimensional. Permite caracterizar ganhos e atenuações.

Diafonia - interferência sentida numa transmissão de dados devida a variações de tensão nos fios ou em cabos adjacentes.

Encriptação - prática de codificação e decodificação de dados que permite que os mesmos fiquem ilegíveis a terceiros, evitando o acesso não autorizados aos dados.

Equipotencializado - tentativa de dois ou mais corpos condutores não apresentem diferença de potencial eléctrico.

Esquema unifilar - esquema que utilizando simbologia específica, representa graficamente uma instalação eléctrica.

Firewall - elemento de rede, podendo ser física ou apenas virtual, que tem a capacidade de analisar o tráfego de rede para determinar quais operações de transmissão ou recepção de dados podem ser executadas. Constituindo um filtro contra tráfego de dados indesejados.

Força electromotriz - força eléctrica produzida pela conversão de qualquer forma de energia em energia eléctrica, que gera uma corrente eléctrica.

Forças de inércia - produto de uma massa por uma aceleração.

Frequência própria do edifício - modo natural com que o edifício vibra.

Hertz (Hz) - unidade que define ciclos por segundo, a frequência de um evento periódico, oscilações (vibrações) ou rotações.

Impedância - oposição que um circuito eléctrico faz à passagem de corrente eléctrica quando submetido a uma diferença de potencial.

Indução electromagnética - fenómeno que origina a produção de uma força electromotriz.

Intranet - rede de computadores privada de uso exclusivo dentro de um determinado lugar.

Isolamento RF - material que permita evitar interferências ao sinal de radiofrequência.

Ligação franca - ligação directa, sem atenuações nem ampliação de sinal.

Ligação *cross-connect* - ligação entre o equipamento distribuidor de piso e o aparelho final de linha, sendo que para realizar esta ligação é necessário recorrer a um *patch panel* ou *switches* para perlongar o alcance da cablagem sem desrespeitar os tamanhos máximos para a determinada linha.

Lux - unidade fotométrica usada para medir o nível de iluminação. É definida como sendo a iluminação sobre uma superfície quando o fluxo luminoso de 1 lumen incide sobre uma área de 1 metro quadrado.

Modelação - variação de um parâmetro de uma onda portadora, de modo a que esta transporte uma determinada informação. A modulação da onda pode ser feita através da alteração de um dos seguintes parâmetros: amplitude (AM), frequência (FM) e modulação em fase.

Multiplexer - dispositivo que codifica as informações de duas ou mais fontes de dados num único canal.

Ohm (Ω) - resistência eléctrica que um condutor de mercúrio de 1,063 metros e de 1 milímetro quadrado de secção oferece à passagem da corrente eléctrica, num ambiente a zero graus centígrados.

PABX - aparelho que permite efetuar chamadas entre telefones internos sem intervenção manual.

Plastificação (comportamento plástico de um material) - quando sujeito a um carregamento, ocorre deformação do corpo que, quando retirado o carregamento apresenta uma deformação residual.

Ponto de orvalho - temperatura à qual o vapor de água presente no ar ambiente passa ao estado líquido. A ocorrência deste fenómeno depende de três variáveis, a temperatura do ar, quantidade de vapor de água e da pressão. Quanto mais quente estiver o ar maior capacidade tem para reter maiores quantidades de vapor de água sem esta passar para o estado líquido, uma vez que a dispersão molecular do ar é maior.

Punçoamento - tipo de rotura característico de lajes sujeitas a forças aplicadas em pequenas áreas.

Rede trifásica - forma comum da geração, transmissão e distribuição de energia eléctrica em corrente alternada. Este sistema utiliza quatro fios: três fases e um neutro, possibilitando instalar potências superiores a 25000 W.

Registos corta-fogo - componente física que permite isolar de forma automática zonas de fogo em sistemas de ar condicionado.

Resistência Óhmica - capacidade do corpo se opor à passagem de corrente eléctrica.

Ressonância - fenómeno físico sentido quando uma construção é sujeita a uma oscilação igual à sua oscilação natural. Todas as construções apresentam uma oscilação natural, isto é o tempo que a estrutura leva a oscilar de um determinado ponto para outro. Quando sujeitas a uma perturbação que apresente uma oscilação igual à oscilação natural da construção, este apresenta oscilações cada vez maiores (efeito de ressonância) podendo resultar na ruptura da mesma.

Revestimentos intumescentes - ao atingir uma dada temperatura o material expande, formando uma espuma protectora que retarda a acção do fogo sobre a superfície a proteger.

Router - dispositivo que encaminha pacotes de dados entre redes de computadores.

Ruído eléctrico - interferências parasitas sentidas na rede.

Stereo Dual/Stereo Nicam - som gravado em pelo menos dois canais audíveis, permitindo desta maneira distinguir diferentes notas musicais e existir percepção de profundidade (efeito 3D).

Superestrutura - elemento de uma estrutura que se projeta acima do solo.

Switches - equipamento que permite a interligação de equipamentos de uma rede.

Tensão tangencial - tipo de tensão gerado por forças aplicadas em sentidos iguais ou opostos, em direcções semelhantes, mas com intensidades diferentes.

VoiP - tecnologia que permite estabelecer chamadas utilizando uma rede de dados.

Volt (V) - diferencia de potencial eléctrico que existe entre dois pontos de um condutor eléctrico que transporta uma corrente de intensidade constante de 1 A quando a potencia dissipada entre estes pontos é igual a 1 W.

Voltampere (VA) - unidade de medida de potência aparente em sistemas eléctricos em corrente alternada.

Watt (W) - unidade utilizada para medir a potência, representando a energia consumida por unidade de tempo.

Wimax - rede sem fios, semelhante à rede de Wi-Fi mas tem maior velocidade e menos interferências.

1. Introdução

1.1 Enquadramento Geral

Desde o aparecimento das primeiras construções que estas têm evoluído de maneira a poder responder às necessidades impostas pela sociedade. Isto originou uma distinção entre construções para habitação e construções especializadas na prestação de um determinado serviço.

Actualmente nas sociedades modernas ou em vias de desenvolvimento, o papel das telecomunicações assume especial relevância em diversos domínios. Tal facto deve-se predominantemente à implementação generalizada da *internet*, cuja invenção no século XX revolucionou o modo de comunicar, transformando o planeta numa aldeia global. Apesar da sua curta existência, a *internet* apresenta uma enorme adesão a nível global, devido fundamentalmente à velocidade entre a troca de informação (dados) e à possibilidade de comunicar em tempo real independentemente da distância entre os intervenientes. Esta ferramenta tem uma aplicação transversal quer a nível individual quer a nível empresarial, político e militar. [s1]

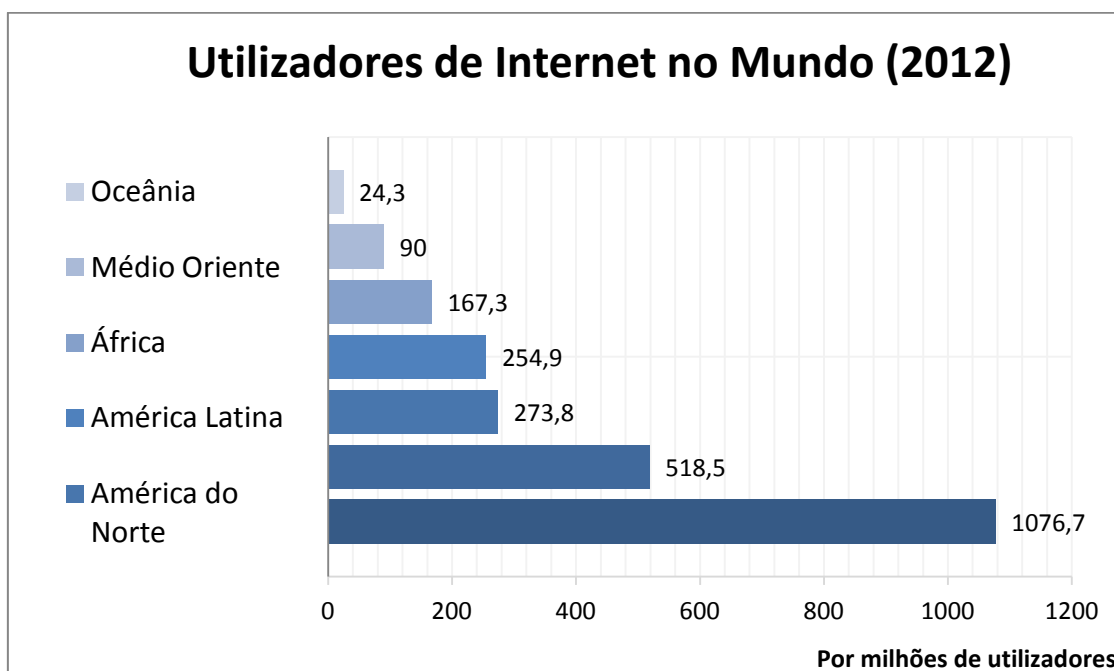


Figura 1.1 - Utilizadores de Internet no Mundo, 2012 [s2]

As tecnologias de suporte às aplicações de telecomunicações (voz, dados, TV, *internet*, *intranet*, voz sobre protocolo IP, *wifi*, *wimax* (*worldwide interoperability for microwave access*), etc.) baseiam-se em equipamentos de redes de transmissão e de redes de acesso, de alto débito. Esses equipamentos, de elevado custo, apresentam exigências funcionais, nomeadamente de instalação, operação e manutenção. [s3]

Os *data centres* surgiram como resposta à necessidade de existirem espaços com ambientes específicos, com exigências do ponto de vista técnico, para a colocação de servidores e de bancos de armazenamento de dados. A importância deste tipo de edificações é facilmente perceptível se tivermos em conta a evolução de utilizadores de telecomunicações, nomeadamente de *Internet*. [s4]

Grandes multinacionais, como a Google, a Microsoft, a Cisco, a Alcatel, a Apple, e à escala do país, a Portugal Telecom, bem como grandes, pequenas e médias empresas necessitam de telecomunicações para o seu funcionamento regular, o que levou à necessidade de deterem *data centres* de maiores ou menores dimensões, consoante o negócio que desenvolvem. Essencialmente podem-se definir dois tipos de *data centre*: o *data centre* privado e o *data centre* industrial. O *data centre* privado é propriedade de uma empresa para seu uso exclusivo, enquanto o *data centre* industrial oferece serviços de alojamento (em regime *housing* e *hosting*) a diferentes empresas. [s5][s6][s7][s8][s9][s10]

Tratando-se de infraestruturas vitais para qualquer empresa, surgiram normas regulamentares tais como:

- TIA-942 (Norma Americana);
- EN 50173-5 (Norma Europeia);
- ISO/IEC 24764 (Norma Internacional).

A Norma Americana, TIA-942, aprovada em 2005 é actualmente a norma de referência. O documento normativo descreve como se deve organizar fisicamente o edificado, definindo todos os elementos a considerar como os compartimentos base e seus requisitos essenciais (temperatura, humidade relativa, pavimento falso sobre elevado, etc.). [s11]

1.2 Objectivos

O desenvolvimento da presente dissertação tem como objetivo descrever de forma simples e compreensível as singularidades e requisitos a ter em consideração no projecto de execução de um futuro *data centre*.

1.3 Data Centres no Mundo e em Portugal

Como referido anteriormente, os *data centres* são um requisito fundamental para o funcionamento eficiente da *internet*, servindo também para o armazenamento de dados de uma forma segura e confidencial.

Data Centres no Mundo

Os maiores *data centres* em operações mundiais pertencem às grandes empresas do sector da tecnologia de telecomunicações.

A *Microsoft* é detentora de *data centres* em vários países. A necessidade de deter este tipo de infra-estruturas passa pelo fornecimento de serviços dependentes da *internet*, apresentando um acumular de mais de duzentos serviços distintos (entre *data centres*) e contando com mais de um bilião de clientes. [s12]



Figura 1.2 - Modular Data Centre [s15]

O *data centre* de maior área da Microsoft encontra-se na cidade de Chicago, com 65.032 metros quadrados. [s13]

A particularidade desta estrutura passa pelo facto de ser um *data centre* misto, contendo dois pisos: um regido pelos padrões actuais e outro segundo um novo conceito (piso térreo). O piso térreo apresenta um pé direito elevado de modo a proporcionar condições de receber os *modular data centre*. O *modular data centre* é um espaço infra estruturado para *data centre*, com climatização, instalação eléctrica, rede de dados adequados. Estas unidades modulares são energeticamente mais eficientes, fáceis de transportar e podem conter um número elevado de servidores (neste caso dois mil servidores). [s14] [s15]

A WikiLeaks é detentora de um *data centre* na Suécia construído dentro de um *bunker*. Este tipo de construção era inicialmente utilizado para fins militares pelo facto de apresentar uma maior segurança contra catástrofes naturais e conflitos armados. [s12]

Existem diversas vantagens na utilização deste tipo de estruturas, tais como:

1. Mais eficácia:

- No controlo de entradas/saídas.

2. Maior protecção de dados:

- Em catástrofes naturais;
- Nas variações térmicas;
- Conflito armado.



Figura 1.3 - Data Center dentro de um bunker [s12]

Data Centres em Portugal

A generalização das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) em Portugal como ferramenta de lazer e trabalho originou um consumo exponencial de *Internet* num curto intervalo temporal.

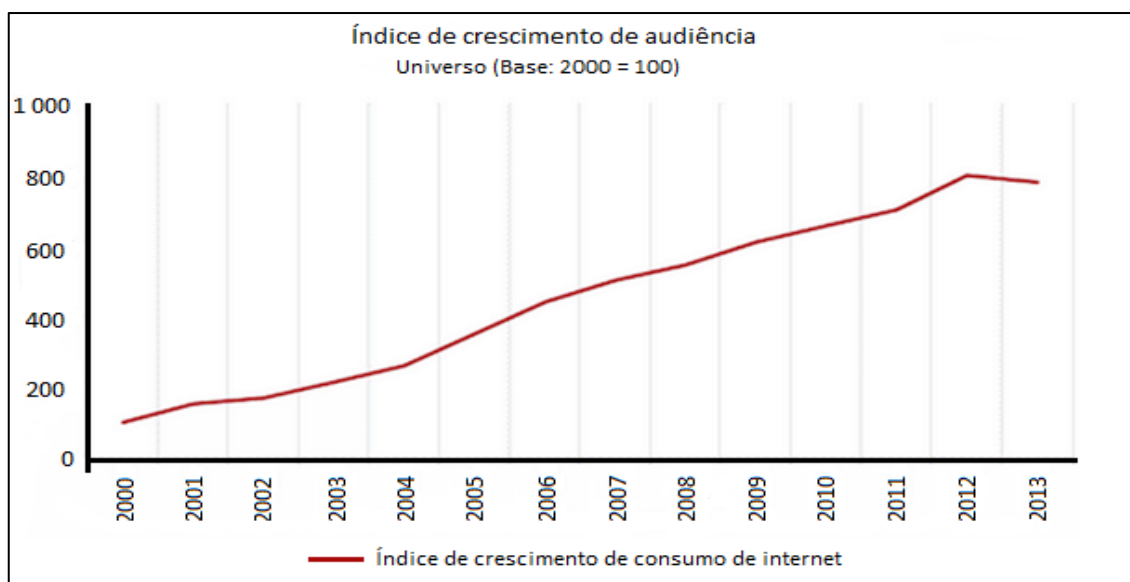


Figura 1.4 - Utilizadores de *Internet* em Portugal Continental [s16]

Esta nova necessidade tecnológica da sociedade proporcionou uma oportunidade de negócio, a construção e a exploração de *data centres*. Empresas como a Webtuga, Claranet, Oni, Brisatel, AT&T, Belgacom, Telefonica, Vianet, Orange, Jazztel, AR Telecom, Refertelecom, Rentelecom, Portugal Telecom e outras, atuam em Portugal prestando serviços indispensáveis para o seu próprio negócio e para outras empresas (como em alguns casos o acesso a redes de fibras ópticas, o armazenamento de dados, o alojamento de servidores de dados e serviços de transmissão via *Web*). [s17] [s18]

O *Data Centre* mais relevante em Portugal pertence à Portugal Telecom, está situado na Covilhã, é classificado pelo Uptime Institute com nível *TIER III* (numa escala de quatro níveis), atribuindo-lhe assim um reconhecimento de competências a nível internacional. [s19]

As suas particularidades passam por:

-
1. Um **sistema de alimentação energética** redundante com 12 grupos de geradores instalados, com capacidade aproximada para fornecer eletricidade equivalente ao consumo de 500 mil habitantes;
 2. Uma **central fotovoltaica** com 1.610 painéis com capacidade instalada de 500 kW;
 3. **Sistema de free cooling 99 % do ano**, pois a baixa temperatura do ar desta localidade durante grande parte do ano o permite;
 4. **Previsão de construção** de um parque eólico para fornecimento de energia eléctrica.

Note-se que o custo deste *Data Centre* rondou o montante de 90 milhões de Euros.
[s20]



Figura 1.5 - Data Centre da Portugal Telecom [s31]

2. Data Centre

2.1 Estrutura base

Na elaboração do projecto de execução de um *data centre* é recomendado respeitar as exigências descritas na norma, neste caso a TIA-942, obtendo-se assim um resultado otimizado.

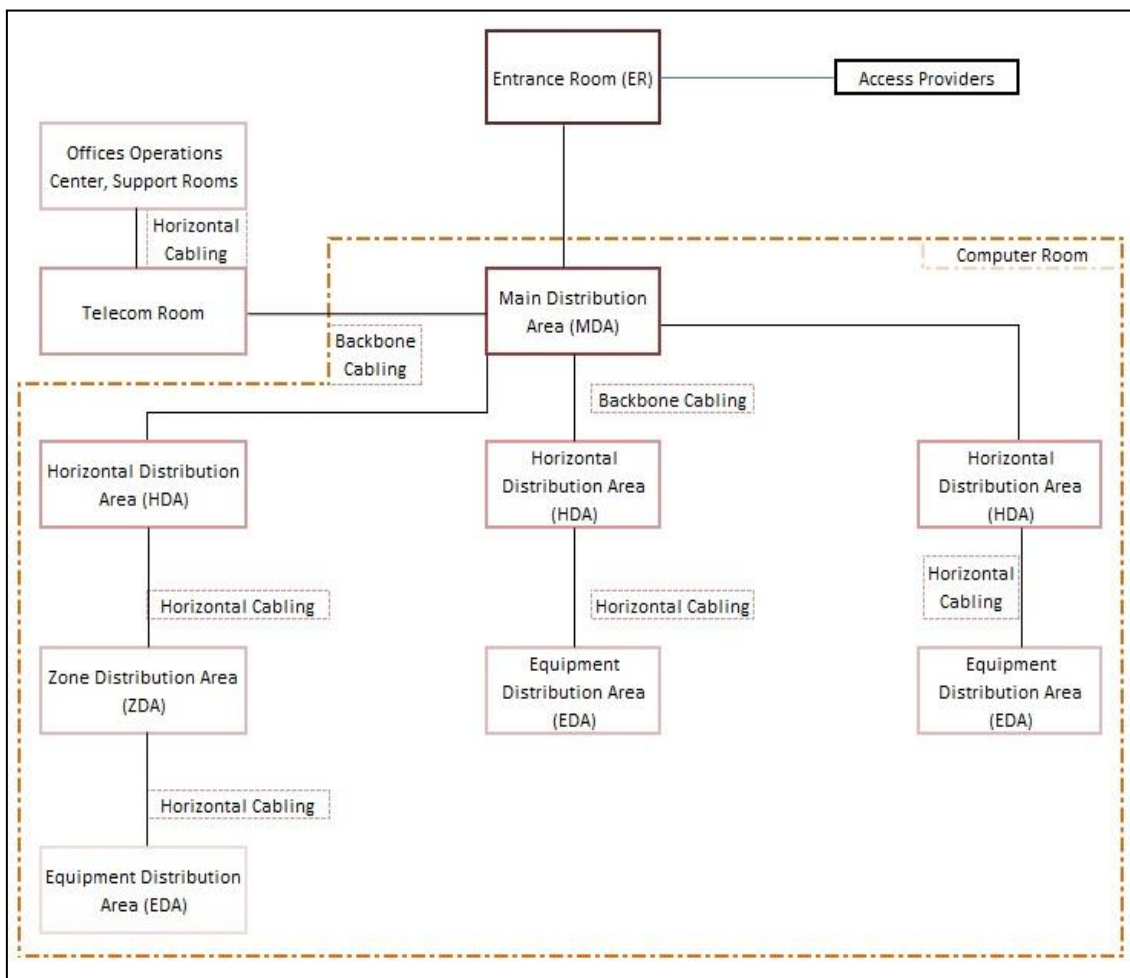


Figura 2.1 - Esquema interno de um *data centre* [s21]

Assim, a estrutura física de um *data centre* é definida pelas seguintes áreas:

Entrance Room (ER): espaço destinado à instalação de equipamentos da operadora de telecomunicações e de interconexão entre a cablagem interna do *data centre* com a cablagem da operadora de telecomunicações.

Telecom Room (TR): suporte para distribuição de serviços fornecidos pelo operador de telecomunicações (em geral o mesmo *data centre* é “alimentado” por operadores distintos, por questões de garantia de redundância) a outras zonas (como: escritórios ou serviços de apoio ao cliente).

Main Distribution Area (MDA): zona central onde se realizam as principais *ligações cross-connect*. É necessário existir uma separação física dos diversos tipos de cablagem, através da utilização de calhas e/ou esteiras de cabos. Deve existir pelo menos uma zona desta natureza, dependendo da dimensão do *data centre*.

Horizontal Distribution Area (HDA): zona muito semelhante à anterior, com a particularidade de existir o *cross-connect* horizontal (HC). Recomenda-se a utilização de *switches* para minimizar os comprimentos e simplificar as ligações. Esta área está limitada a um número máximo de duas mil ligações.

Zone Distribution Area (ZDA): zona de interconexão da cablagem horizontal, que permite a ligação entre pisos de duas áreas distintas a *Equipment Distribution Area* e a *Horizontal Distribution Area*. É recomendado estar limitado a duzentas e oitenta e oito conexões para facilitar a gestão da cablagem.

Equipment Distribution Area (EDA): este espaço contém todos os equipamentos terminais, como os servidores. [s21] [s22]

Quadro 2.1 - Equipamentos tipo em cada área [adaptado de: s22]

Área	Equipamento(s)
<i>Entrance Room</i>	<i>Router, Modem de fibra óptica, Interfaces coaxiais metálicas e/ou ópticas, Multiplexer</i>
<i>Telecom Room</i>	<i>Switch, Switch KVM</i>
<i>Main Distribution Area</i>	<i>Switch core, Router core, Switch SAN, Switch NAS, Rack de cross-connect, PABX</i>
<i>Horizontal Distribution Area</i>	<i>Switch LAN, Switch SAN, Racks</i>
<i>Equipment Distribution Area</i>	<i>Switch LAN, Switch SAN, Racks</i>

2.2 Classificação *TIER*

Classificação própria de *data centres* que indica o quão preparados estão para lidar com falhas dos seus elementos chave e quão sólidas são as suas infraestruturas. O sistema apresenta estrema importância por constituir um reconhecer de qualidade a nível mundial.

A classificação *TIER* é um sistema de avaliação para *data centres*. Este sistema é de natureza progressiva, por cada nível *TIER* incluir os requisitos do nível anterior. A classificação divide-se em quatro níveis, em que são descritos as características base para a atribuição de cada nível. [s21]

Este sistema não impõe requisitos funcionais, refere sim os requisitos mínimos exigíveis para pertencer a um determinado nível.

Porém há que ter em conta que um *data centre* tem que dispor de um sistema contra incêndios e sistema de controlo de acessos bastante seguro independentemente do seu nível. Estes dois requisitos são de elevada importância pois para além da necessidade de se protegerem equipamentos de elevado valor, é mandatário garantir a protecção de dados que podem ser únicos e únicos e/ou confidenciais. [s21]

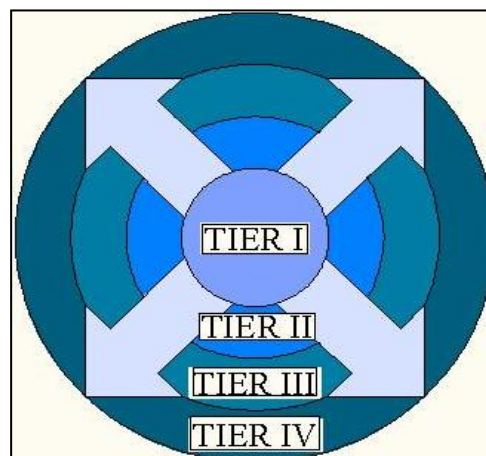


Figura 2.2 - Natureza progressiva dos requisitos TIER

De modo a simplificar a percepção dos requisitos presentes em cada nível *TIER*, é estabelecido pela norma TIA-942 um sistema de classificação de redundância para certos componentes presentes num *data centre*.

Simplificadamente define-se o seguinte: [s22]

- N - sem nenhum tipo de redundância;
- N+1 - apresenta um módulo adicional;
- N+2 - no mínimo tem dois módulos adicionais, por exemplo: se existir uma falha no fornecimento de energia eléctrica, o *data centre* poderá ultrapassá-la por acção de uma UPS (fonte de alimentação ininterrupta) e de um gerador, apresentando assim duas redundâncias;
- 2N - apresenta dois serviços para desempenhar a mesma função, por exemplo: dispor de dois serviços de fornecimento de energia eléctrica independentes;
- 2(N+1) - apresenta dois serviços para desempenhar a mesma função, estando cada serviço dotado de um módulo adicional.

Nível *TIER I*

Este primeiro nível, com requisitos mais simples, define um *data centre* básico e pouco robusto em que a falha de algum dos principais componentes resulta na interrupção do funcionamento do sistema. Para pertencer a esta categoria a edificação deve:

1. Garantir que, no mínimo, a cablagem:

- Cumpre os requisitos presentes na TIA-942 e que a sua gestão está segundo o disposto na EIA-606-A ou outra norma equivalente;
- A cablagem para distribuição do serviço de comunicações entre *entrance room* e as restantes áreas poderá ser feita através de um único caminho.

2. Assegurar:

- Um espaço para o fornecimento de serviços prestados por uma operadora de telecomunicações;
- Um sistema de climatização que garante um ambiente adequado ao funcionamento de todos os aparelhos presentes do *data centre*, contudo não é obrigatório haver redundância.

As falhas mais comuns são:

1. **Falha** no serviço de fornecimento de energia eléctrica, por normalmente ser efectuado por um único fornecedor;
2. **Avaria**
 - Nos componentes internos do *data centre*;
 - Nos equipamentos da operadora de telecomunicações.
3. **Destruição parcial ou completa** dos cabos de interligação entre as diferentes zonas.

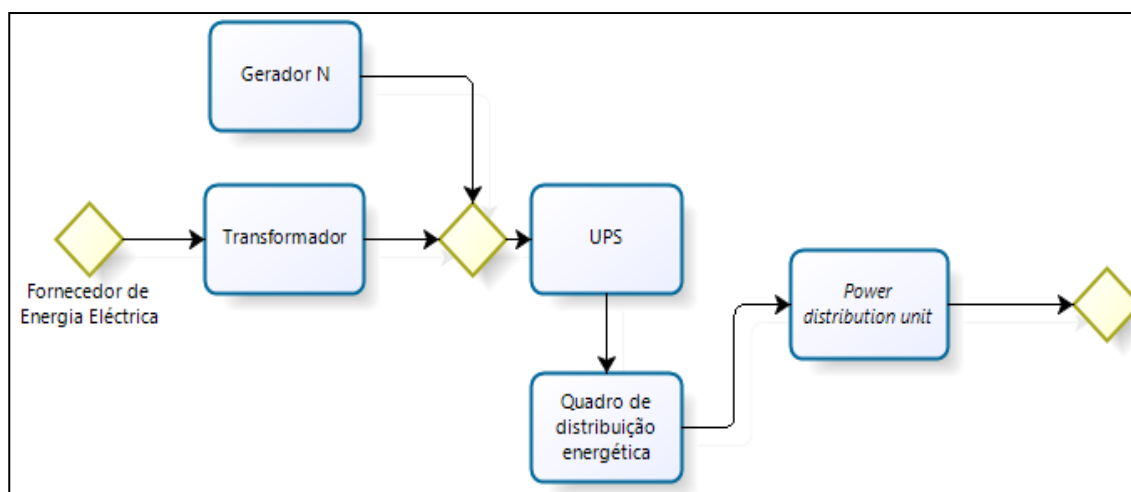


Figura 2.3 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível *TIER I*
[adaptado: s21]

A manutenção desta estrutura será realizada regularmente, de acordo com um plano de manutenção adequado, sendo admissível uma indisponibilidade serviço de no máximo 28,8 horas/ano. [s21] [s22]

Nível *TIER II*

Nesta segunda categoria são estabelecidos novos requisitos, respeitando o nível anterior e atribuindo-lhe alguma redundância.

Para ser atribuído este nível o *data centre* deverá estar dotado de:

1. **Duas caixas de acesso para o mesmo operador de telecomunicações** com dois caminhos distintos separados por uma distância mínima de vinte metros:
 - o Os equipamentos utilizados pela operadora de telecomunicações e os próprios equipamentos do *data centre* devem ser altamente fiáveis.
2. **O sistema de alimentação eléctrica** será garantido por um único fornecedor mas deverá existir uma solução alternativa com grande nível de fiabilidade, como um sistema UPS (redundância N+1);
3. **O sistema de climatização** deve funcionar ininterruptamente o ano todo, apresentando no mínimo um grau de redundância de N+1;
4. Ser dotado de **piso falso sobre elevado** (para a passagem de cablagem);
5. **A cablagem** deve ser redundante entre a *main distribution area* e a *horizontal distribution area*.

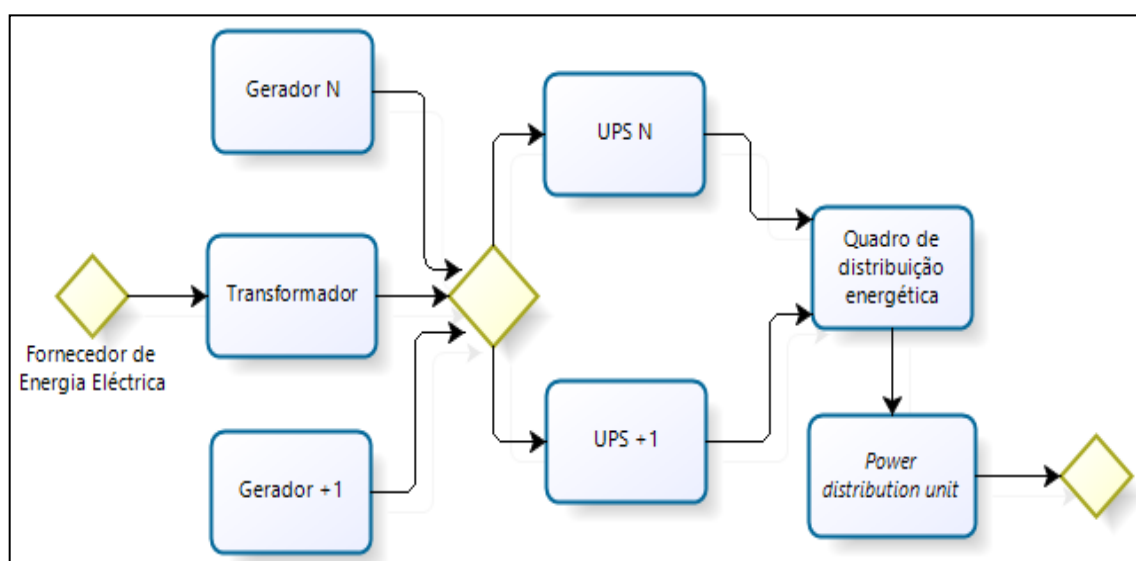


Figura 2.4 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível *TIER II*
[adaptado: s21]

Para este nível é possível ocorrerem períodos de inactividade relativos ao sistema de alimentação energética ou ao sistema de climatização, sendo admissível no máximo 22 horas (vinte e duas horas por ano). [s21] [s22]

Nível *TIER III*

Um *data centre* de nível *TIER III* deve dispor de características tais que garantam a possibilidade de realização de manutenção sem interrupção do serviço, proporcionando assim um funcionamento praticamente contínuo, podendo apenas estar inactivo 1,6 horas por ano. Este valor só é garantido recorrendo a medidas de manutenção mais rigorosas e dotando o *data centre* de infra estruturas adequadas, mas respeitando os parâmetros definidos nos níveis anteriores. Como resposta às exigências, a edificação deve usufruir do serviço de pelo menos duas operadoras de telecomunicações distintas. Em geral e para minimizar conflitos opta-se por definir duas *entrances room*, de lados opostos e afastadas vinte metros. Estas zonas devem ser providas de um sistema de protecção contra incêndios, de fornecimento de energia eléctrica (sistema com nível de redundância N+2) e de climatização independentes. O sistema de climatização deve estar infra estruturado de modo a possibilitar a execução de manutenção ou reparação de avarias sem necessidade de interromper o seu funcionamento. A cablagem deve estar disposta segundo os padrões definidos na norma em vigor, apresentando uma rede alternativa na ligação entre a *main distribution area* e a *horizontal distribution area*.

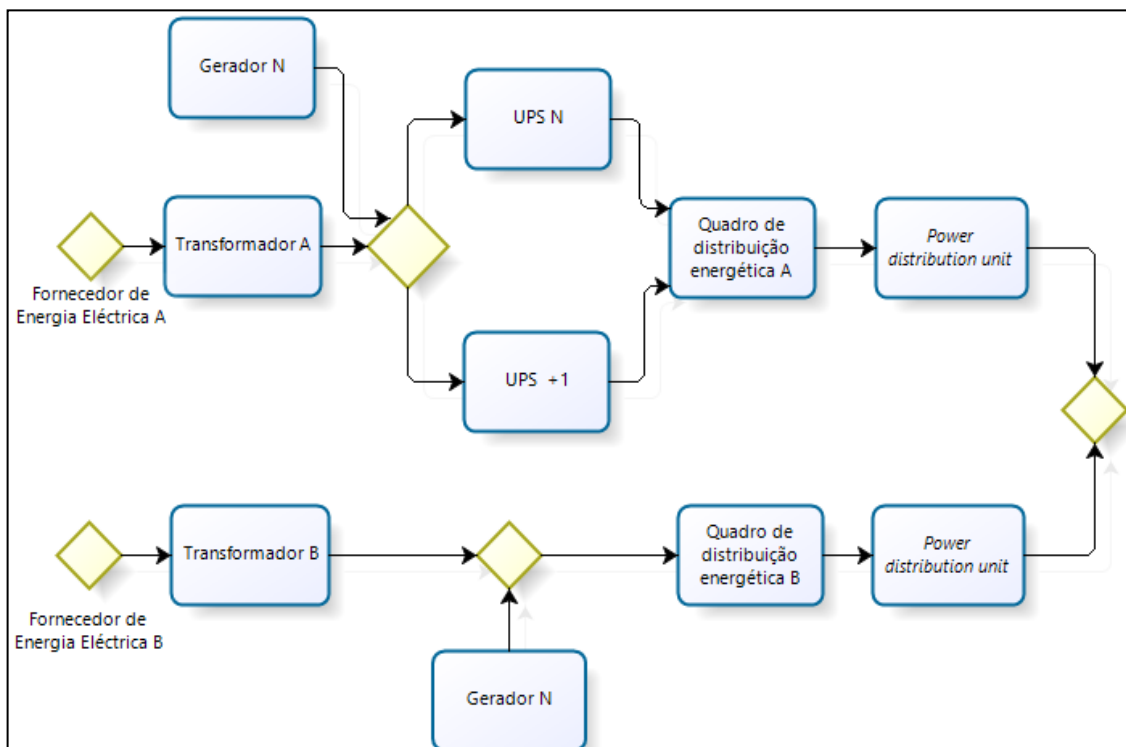


Figura 2. 5 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível *TIER III*
[adaptado: s21]

Neste nível só são admissíveis falhas caso ocorra um evento catastrófico grave, que afecte as zonas *Main Distribution Area* e/ou *Horizontal Distribution Area*. [s21] [s22]

Nível *TIER IV*

Os requisitos definidos no nível *TIER IV* descrevem um *data centre* altamente seguro, tolerante a falhas sem interromper os seus serviços. Este nível para além de contemplar os requisitos anteriores, impõe:

1. Um ***backup* (cópia de segurança) automático;**
2. **O sistema de cablagem:**
 - Deve estar dentro de condutas protegidas;
 - A redundância da cablagem horizontal é opcional.
3. Uma ***segunda Main Distribution Area*:**
 - Dotada de um sistema de protecção contra incêndios independente do primeiro;
 - Que disponha de um caminho para a cablagem independente (ligação entre *Horizontal Distribution Area* e *Horizontal Distribution Area*).
4. **Os equipamentos dos operadores de telecomunicações:**
 - Devem apresentar um elevado nível de fiabilidade.
5. **O equipamento informático:**
 - Deve ter dupla entrada de energia eléctrica, podendo funcionar apenas com um dos fornecimentos se necessário.
6. **O fornecimento de energia eléctrica:**
 - Provém de subestações diferentes, podendo ser do mesmo operador.

Devido ao rigor das características a respeitar, para um edifício deste nível não são esperadas interrupções no seu funcionamento, é permitido apenas uma inactividade anual de 0,4 h para realizar manutenção. [s21] [s22]

Naturalmente, quando maior é o rigor de uma estrutura maior serão os custos. Apesar de ser mais agradável dispor de um serviço de melhor qualidade, nem sempre se justifica o investimento. Por isso, é aconselhável realizar uma análise de relação preço/qualidade/serviço a prestar. Caso seja uma empresa que preste serviços de *data centre*, terá que considerar o perfil dos seus potenciais clientes para deste modo

perceber as características que deve oferecer. Caso seja destinado ao consumo próprio de uma empresa esta terá de reflectir quais são as suas necessidades reais de modo a evitar custos desnecessários.

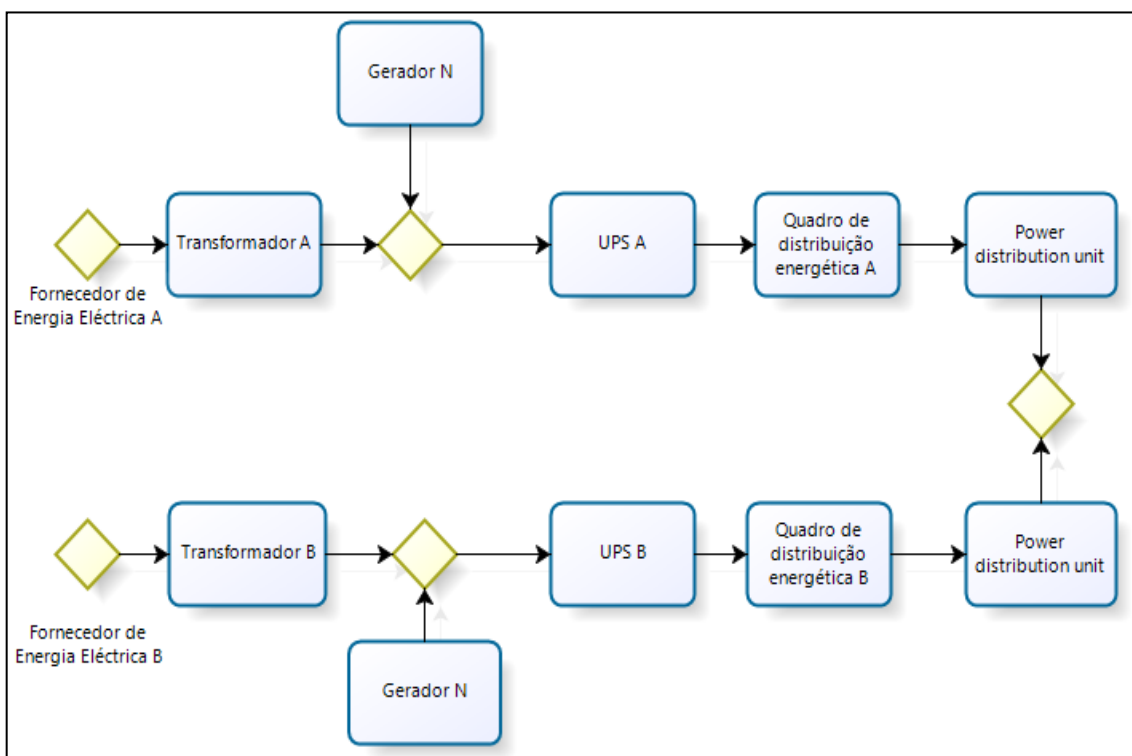


Figura 2.6 - Esquema base do fornecimento de energia eléctrica no nível *TIER IV* [s21]

Em seguida apresenta-se um quadro comparativo dos pontos principais da classificação *TIER*.

Quadro 2.2 - Comparação entre os níveis *TIER* [adaptado: s22]

Nível	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Fornecimento eléctrico	N	N ou (N+1)	N+2	2N, mínimo
Componentes redundantes	N	N+1	N+1	N+1, mínimo
Ramos de distribuição	1	1	1 normal e 1 alternativo	2 activos simultaneamente
Manutenção sem interrupção dos serviços	Não	Não	Sim	Sim

2.3 Serviços fornecidos por um *data centre*

Os *data centre* são infra estruturas físicas estáticas, mas este conceito é completamente ultrapassado quando se trata das potencialidades de serviços que podem oferecer.

Os serviços prestados por esta infraestrutura apresentam uma enorme flexibilidade, segurança e disponibilidade.

Serviços básicos como o alojamento web ou o serviço de correio electrónico estão inteiramente dependentes deste tipo de infraestruturas, pois necessitam de um suporte físico. Os serviços proporcionados são, normalmente, soluções que contemplam as necessidades das empresas, como por exemplo:

Virtual data centre

O *virtual data centre* é um serviço com base na computação em nuvem (*cloud computing*) que utiliza a tipologia *Infrastructure as a Service* (IaaS). A IaaS é um sistema de aluguer de uma infra-estrutura *cloud* (servidores, armazenamento e rede) num *data centre*.

Assim uma empresa com poucos recursos financeiros pode usufruir de um serviço completo de *data centre*, sem necessitar de realizar um investimento avultado. O cliente deste serviço não tem qualquer responsabilidade sobre os componentes físicos, gerindo apenas a parte virtual.

As principais vantagens deste serviço materializam-se em:

1. **Firewall interna:**

- Maior nível de segurança no ambiente informático, por meio da gestão e do controlo de tráfego.

2. **Gestão facilitada:**

- Um *data centre* engloba uma gestão de inúmeros componentes (sistema de climatização, infra-estrutura, *hardware*, entre outros) que, por meio deste serviço, ficam a cargo da entidade detentora do *data centre*.

3. **Não é necessário:**

- Quadro especializado na área das tecnologias de informação;
- Investimento inicial.

Como desvantagens, pode apontar-se a falta de controlo da parte física (servidores) e de um maior risco de acessos não autorizados aos dados (*hacking*). Esta desvantagem apresenta-se bastante negativa, pois um *data centre* tem que oferecer protecção. [s23] [s24]

Cloud hosting

Disponível não apenas para empresas, mas também para pessoas singulares, este serviço apresenta uma forte atractividade devido à sua simplicidade e baixo custo. Derivado do conceito de computação em nuvem, este serviço permite aceder a dados e executar tarefas alojadas num *data centre* através da *internet*.

As vantagens deste serviço são: [s25]

1. Dados:

- Sempre disponíveis e relativamente seguros.

2. Não existe:

- Responsabilidade na gestão do *data centre*;
- Investimento inicial.

3. Portabilidade e mobilidade:

- É possível aceder à informação recorrendo apenas ao serviço de internet, e em caso de avaria de *hardware* os dados estão sempre acessíveis.

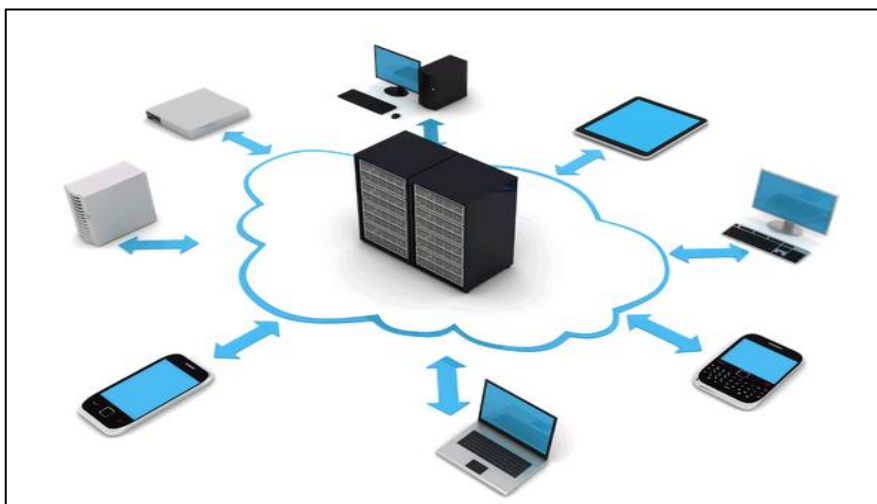


Figura 2.7 - Serviço Cloud [s26]

Managed hosting

O *managed hosting* é um serviço de armazenamento de dados em que o cliente aluga um servidor inteiro, não sendo partilhado, ao contrário do serviço de *cloud hosting*. A vantagem passa pela possibilidade do cliente poder escolher o sistema operacional e o *hardware*. Normalmente, dependendo das características e necessidades do cliente, o servidor apresenta recursos superiores às necessidades garantindo assim qualidade de serviço mesmo em picos de utilização.

Um serviço desta natureza garante um alto desempenho e segurança. Devido ao elevado preço, este serviço é requerido por clientes que consumam um elevado volume de tráfego.

O fornecedor é responsável por garantir a segurança e manutenção do *hardware* envolvido. [s27]

Housing

O *housing*, como a própria palavra revela (*house* = casa), é um serviço que aluga um espaço para o alojamento físico de servidores. Este serviço garante um ambiente seguro e próprio para alojar o servidor, podendo assim o cliente dispor do seu próprio *hardware* sem ter que investir numa infraestrutura própria.

Neste serviço o cliente tem a responsabilidade de gerir e prestar manutenção ao seu servidor, o restante suporte é da responsabilidade do fornecedor do serviço. [s28]

Rede privada virtual

Os *data centre* também podem disponibilizar serviços VPN (rede privada virtual). Esta rede funciona como a *internet*, mas utiliza protocolos diferentes (TCP/IP), conhecidos como *protocolos de túnel*. Basicamente esta rede cria uma ligação virtual a um servidor utilizando a *internet* como meio de suporte, iniciando assim a troca de dados. A vantagem deste serviço é a possibilidade de aceder a toda a informação da empresa remotamente, e possibilita ainda a ligação entre dois escritórios diferentes.

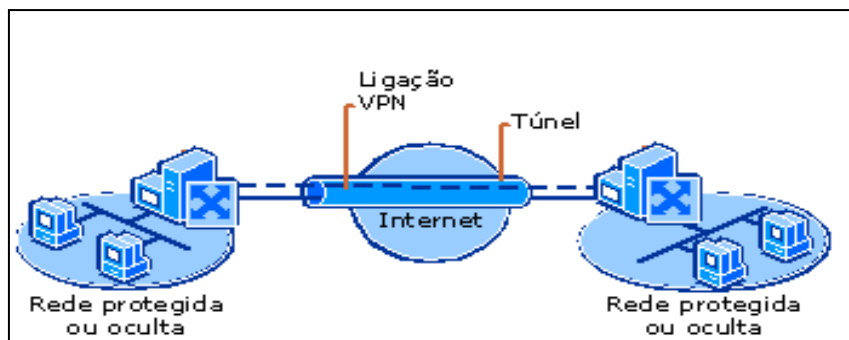


Figura 2.8 - Ligação VPN [s29]

A segurança deste tipo de ligação é garantida através da encriptação de dados. O processo de encriptação e desencriptação requerem que o remetente e o receptor utilizem o mesmo sistema de encriptação, assim todos os dados interceptados tornam-se ilegíveis para o intruso na rede. [s29]

É tendência das grandes organizações dotarem os seus funcionários de rede VPN pois mantêm à distância toda a acessibilidade às bases de dados e servidores corporativos, podendo trabalhar em qualquer local dotado de internet.

ADSL

Este tipo de serviço recorre à tecnologia DSL (*Digital Subscriber Line*) que proporciona a utilização de linhas de cobre para a transmissão de dados a elevada velocidade. Divide-se em duas vertentes a ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) e a SDSL (*Symmetric Digital Subscriber Line*).

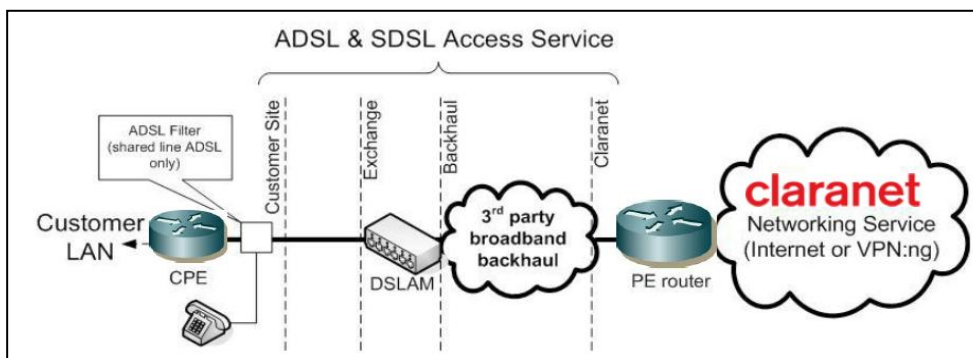


Figura 2.9 - Serviço ADSL E SDSL [s30]

A principal diferença entre estas duas tecnologias é na velocidade de *downstream** e *upstream*** : enquanto a ADSL apresenta uma velocidade superior de *downstream*, a SDSL equilibra as duas. Deste modo a ADSL é recomendada para o utilizador de internet comum e a SDSL é recomendada para o sector empresarial, pois suporta melhores serviços de VPN e VoIP (*Voice Over Internet Protocol*). [s30]

2.4 Critérios de Projecto

O projecto de um *data centre* envolve um enorme número de variáveis, gerando assim uma grande complexidade e interligação entre diversas especialidades. Ao projecto de um *data centre* aplica-se a metodologia geral utilizada para projectos de engenharia, cujo enquadramento e fases se descrevem.

Esta discriminação de processos foi instituída pela Portaria nº701-H/2008 definindo uma metodologia pelo qual o projecto deve passar. Esta análise, obrigatória para a execução de uma obra pública, deve ser estendida a projectos de investimento privado. Contempla, genericamente, as fases apresentadas na figura abaixo.

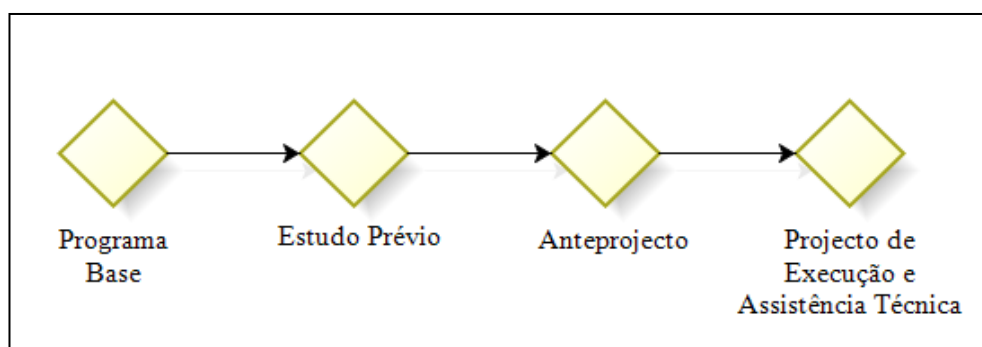


Figura 2.10 - Fases de um projecto

* *downstream* - velocidade de dados enviados por uma rede

** *upstream* - velocidade de dados recebidos por uma rede

Resumidamente cada fase traduz-se por: [1]

Programa Base - fase inicial do projecto em que é entregue ao dono de obra um documento onde se informa, de forma clara, as soluções propostas pelo projectista. Este documento deve englobar peças escritas e/ou peças desenhadas, estimativa do valor da obra, principais condicionamentos e a programação da obra.

Estudo prévio - documento que caracteriza todas as soluções alternativas aprovadas no Programa Base. Contém elementos como: memória descritiva e justificativa para cada solução, soluções construtivas e dimensionamento aproximado.

Projecto base - desenvolve o projecto que descreve a solução optada durante o estudo prévio. O documento deve apresentar peças escritas, desenhadas e outros elementos relevantes.

Projecto de execução - documento que apresenta de maneira clara todas as informações para executar a obra.

Assistência técnica - obrigação, por parte do projectista, em esclarecer dúvidas durante a execução da obra.

No desenvolvimento do presente documento será feita referência às principais particularidades a ter em consideração na fase inicial, o programa base para um *data centre*.

2.4.1 Programa Base

O *data centre* é uma edificação destinada a criar um meio capaz de proteger todos os sistemas, equipamentos e componentes eléctricos nele dispostos. A sua localização deve apresentar características tais que garantam uma baixa probabilidade de ocorrência de catástrofes naturais, longe de grandes vias e centros populacionais, com temperaturas favoráveis à optimização do sistema de climatização e existência de uma rede eléctrica redundante. O projecto de arquitectura deve proporcionar um ambiente que facilite a implementação de um plano de controlo de acesso a áreas restritas. [s21]

Como todas as construções correntes, este tipo de edifício deve ser desenvolvido segundo uma matriz que contemple durabilidade, resistência estrutural e adequabilidade de função. Para se delinear uma estrutura com durabilidade adequada devem ser respeitados os seguintes pontos descritos na Norma Europeia EN 1990:

1. *A utilização prevista ou futura da estrutura;*
2. *Os critérios requeridos para o projecto;*
3. *As condições ambientais previstas;*
4. *A composição, as propriedades e o desempenho dos materiais e dos produtos;*
5. *As propriedades do solo;*
6. *A escolha do sistema estrutural;*
7. *A forma dos seus elementos e as disposições construtivas;*
8. *A qualidade da execução e o seu nível de controlo;*
9. *As medidas específicas de protecção;*
10. *A manutenção prevista durante o tempo de vida útil de projecto.*

Durante a fase de projecto devem ser estudadas predominantemente as acções que apresentem relevância durante a concepção e/ou utilização da estrutura.

Os estados limites últimos englobam a segurança dos utentes do edifício, a segurança da estrutura e, neste caso, a segurança do conteúdo da edificação. Os estados limites de utilização abrangem o conforto das pessoas, degradação da construção e funcionamento da estrutura a solicitações normais.

Na fase de dimensionamento deve ser garantido que todos os estados limites são respeitados, sendo comum a verificação de: [2]

1. *EQU: perda de equilíbrio estático do conjunto ou de parte da estrutura considerada como corpo rígido;*
2. *STR: rotura ou deformação excessiva da estrutura ou dos elementos estruturais, incluindo sapatas, estacas, muros de caves, etc., em que a resistência dos materiais da estrutura é condicionante;*
3. *GEO: rotura ou deformação excessiva do terreno em que as características resistentes do solo ou da rocha são significativas para a resistência da estrutura;*

4. *FAT: rotura por fadiga da estrutura ou dos elementos estruturais.*

Para uma correcta verificação, os valores relativos às propriedades dos materiais e acções têm de ser majorados segundo os coeficientes descritos na regulamentação. Deve ser admitido o cenário mais desfavorável, considerando a actuação simultânea de acções (de acordo com o descrito na regulamentação). Os factores de majoração agravam o cálculo em função do tipo de acção (permanente, variável ou accidental). Os procedimentos de dimensionamento estão descritos na Norma Europeia EN 1990 - Anexo A. [2]

A localização do próprio edifício representa um factor determinante para a consideração de certas acções. No caso de a construção estar localizada numa altitude superior a 1500 metros devem ser respeitadas as disposições descritas na Norma Europeia EN 1991-1-3, referentes à acção da neve. Este documento descreve procedimentos para o cálculo dos valores das cargas acrescentadas pela neve. [3]

Atendendo às funções que o edifício irá desempenhar, existe uma extrema necessidade de prevenir situações de risco, como a de incêndio, sismo, conflitos armados, catástrofes naturais, de modo a garantir a operacionalidade dos sistemas, equipamentos e componentes nele alojado. Para isso devem ser respeitadas as regras de cálculo do efeito do fogo sobre a estrutura, descrito na Norma Europeia EN 1991-1-2:

1. *A selecção dos cenários de incêndio de cálculo relevantes;*
2. *A determinação dos incêndios de cálculo correspondentes;*
3. *O cálculo:*
 - a. *Da evolução da temperatura no interior dos elementos estruturais;*
 - b. *Do comportamento mecânico da estrutura exposta ao fogo.*

O edifício em estudo deve respeitar as Normas Europeias mas também as normas específicas que o contemplam (TIA-569 - *Telecommunications Pathways and Spaces*). Como características específicas a ter em conta (na área *computer room*), detalha-se: [5]
[6] [s22]

1. Arquitectura:

- Adoptar "janelas falsas" (confinadas no interior);
- Pé direito mínimo de 3,0 metros.

2. Portas:

- Simples: dimensão mínima de 0,9 x 2,0 metros;
- Duplas: dimensão mínima de 1,8 x 2,3 metros (sem pilarete central).

3. Iluminação:

- Acabamentos de cor clara;
- 500 lux no plano horizontal e 200 lux no plano vertical;
- No *equipment distribution area* deve ser colocada nos corredores entre bastidores.

4. Pavimentos:

- Dimensionados para uma carga distribuída de 10 kN/m² a 15 kN/m², justificável pelo elevado peso dos equipamentos (routers, servidores, baterias, a instalar);
- Revestidos com materiais de propriedades anti-estáticas e dissipativas.

2.4.2 Acção Sísmica

A acção sísmica é um problema que afecta determinadas zonas da superfície terrestre. Estas zonas são consideradas zonas de risco, por isso é recomendado não escolher para localização de um *data centre* uma zona desta natureza. Por vezes, devido a vários factores, não há possibilidade de construir o edifício numa zona de baixa sismicidade, obrigando à adopção de soluções que melhorem o comportamento da estrutura a esta acção. A situação descrita anteriormente faz-se sentir em países como o Japão que, devido à sua localização geográfica, a acção do sismo é uma acção fortemente sentida. Para contornar o efeito da acção sísmica deve-se respeitar a Norma Europeia EN 1998-1 que tem em consideração zonas de diferentes riscos, definindo assim coeficientes de majoração distintos para a acção. As estruturas devem ser projectadas de maneira a resistir a situações adversas e improváveis, especialmente edifícios que desempenhem um papel essencial, como hospitais, escolas, quartéis de bombeiros e edifícios que protejam elementos valiosos (como os *data centre*).

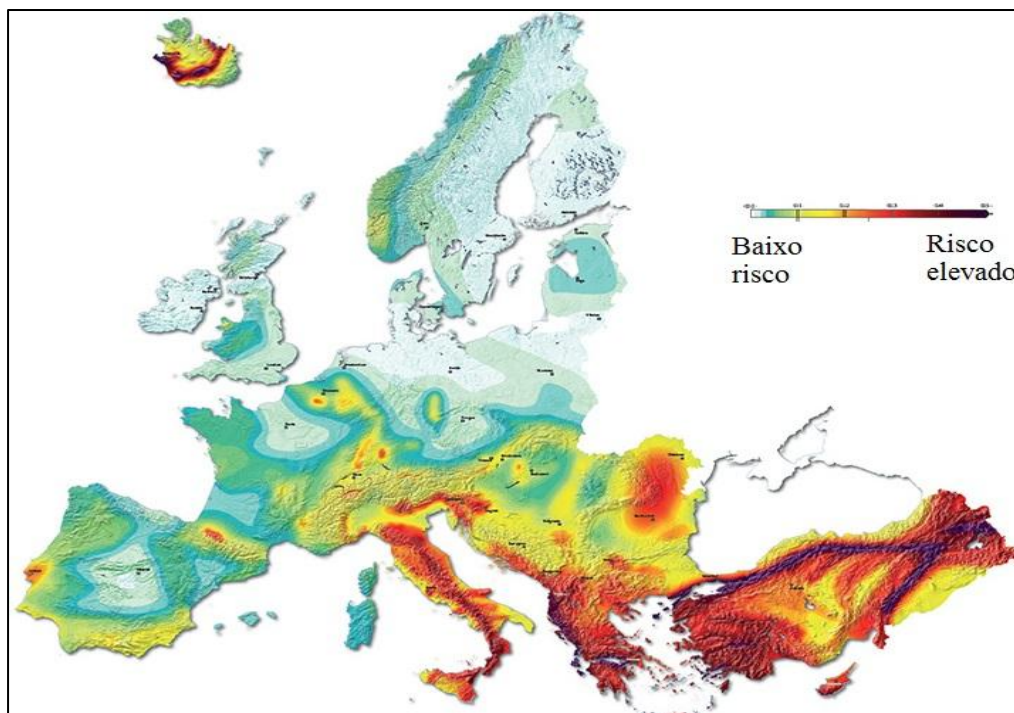


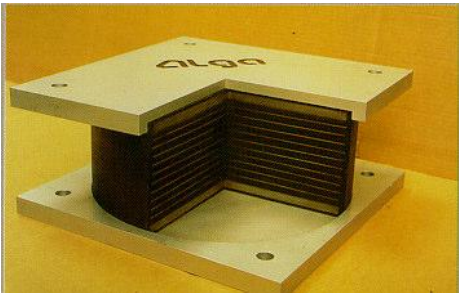
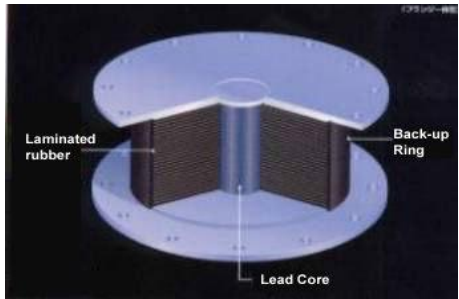
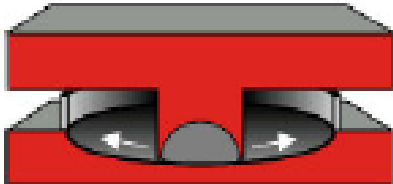
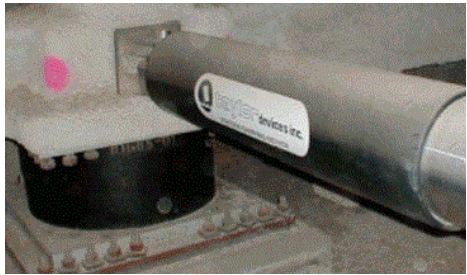
Figura 2.11 - Zonas de maior risco sísmico na Europa e Turquia para os próximos 50 anos, publicado em 2013 [s98]

Em alternativa e/ou complemento à norma poderá optar-se por incorporar sistemas que permitem a dissipação da acção do sismo por parte do edifício sem que sofra grandes danos. Para isso podem utilizar-se sistemas de protecção sísmica (referidos seguidamente), que permitem melhorar o comportamento da estrutura sem recorrer à capacidade de deformação dos materiais de construção. Estes sistemas dividem-se em três tipos: sistemas passivos, sistemas activos e sistemas semi-activos.

Os sistemas passivos são a solução mais utilizada, apresentando a vantagem de não necessitar de qualquer tipo de fornecimento energético externo. As soluções tipicamente adotadas para este tipo de sistemas são:

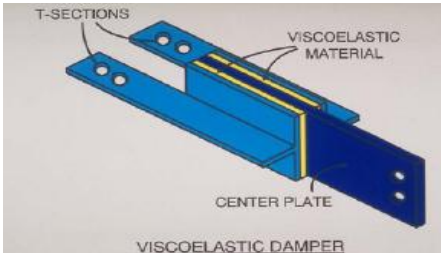



1. Isolamento de base: esta técnica permite isolar o movimento horizontal da estrutura do movimento horizontal do terreno de fundação. Ao introduzir este sistema a frequência própria do edifício baixa, o que reduz as acelerações máximas e aumenta o deslocamento ao nível do isolamento de base. Normalmente são aplicados os sistemas descritos no quadro 2.3;

Quadro 2.3 - Sistemas de Protecção Sísmica Passivos - isolamento de base
[23]

Designação	Descrição	Representação física
Blocos de Borracha de Alto Amortecimento - HDRB	Borracha que incorpora aditivos que melhoram as suas propriedades de amortecimento, obtendo-se assim uma capacidade de amortecimento de 10 a 20 %	
Blocos de Borracha com Núcleo de Chumbo - LRB	Bloco de apoio de borracha dotado de um núcleo de chumbo cilíndrico. Elevada capacidade de amortecimento através da plastificação do núcleo de chumbo	
Sistema Pendular com Atrito - FPS	Constituído por duas peças de aço sobrepostas. Uma das faces apresenta no seu interior uma superfície côncava possibilitando à outra face, munida de uma ponta de aço, movimentar-se sobre esta	
Blocos de apoio de Borracha em associação com dissipadores	Sistema misto em que se associa um elemento de baixa rigidez horizontal com um sistema de dissipação de energia.	

- Dispositivos de dissipação de energia: estes elementos têm como função dissipar a energia nas zonas de deformação. Os sistemas utilizados estão descritos no quadro 2.4;

Quadro 2.4 - Sistemas de Protecção Sísmica Passivas - dissipadores de energia [23]

Designação	Descrição	Representação física
Dissipadores visco-elásticos	Os dissipadores visco-elásticos utilizam polímeros com capacidade de dissipar energia em função do deslocamento (elástico) e da velocidade.	
Dissipadores histeréticos	Estes dissipadores tiram partido do comportamento após cedência dos metais (comportamento histerético)	
Dissipadores viscosos	Semelhantes aos amortecedores dos automóveis e motos. O princípio do seu funcionamento passa pela imposição de um movimento a um êmbolo, que força a passagem de um pistão através de um fluido	
Materiais com memória de forma (SMA's)	Grande capacidade de dissipação de energia, estes materiais permitem a imposição de grandes deformações e excelente capacidade para suportar um elevado número de ciclos de carga/descarga (resistência à fadiga)	

3. *Tuned mass dampers*: sistemas com capacidade de absorção das vibrações. É composto por um sistema mola combinado de um amortecedor.

Os sistemas activos distinguem-se dos outros sistemas devido à sua capacidade de reagir aos movimentos através da constante monitorização da estrutura. Estes sistemas são compostos por sensores que monitorizam a estrutura, recolhendo informações que são analisadas por um algoritmo de controlo, que determina a força que deve ser aplicada à estrutura. A principal desvantagem destes sistemas é a sua necessidade de uma fonte de energia eléctrica.

Os sistemas de protecção semi-activos são uma solução intermédia entre os sistemas passivos e activos, apresentando uma redução dos inconvenientes em cada sistema.

Basicamente apresenta a junção dos dispositivos de controlo passivo e junta a monitorização do sistema activo, reduzindo assim o consumo de energia eléctrica.[22]
[23]

Para melhorar a protecção dos bastidores poderá utilizar-se em vez da tradicional fixação rígida, bases que absorvam os movimentos originados pelo sismo. Esta base é constituída por dois pratos com uma esfera no meio que confere à base a possibilidade de movimentos em qualquer direcção. Outra solução consiste em fixar à laje de pavimento um conjunto de amortecedores ligados à base do bastidor, o que permite deslocamentos em caso de ocorrência de sismo sem derrube do bastidor. [s32] [s33]

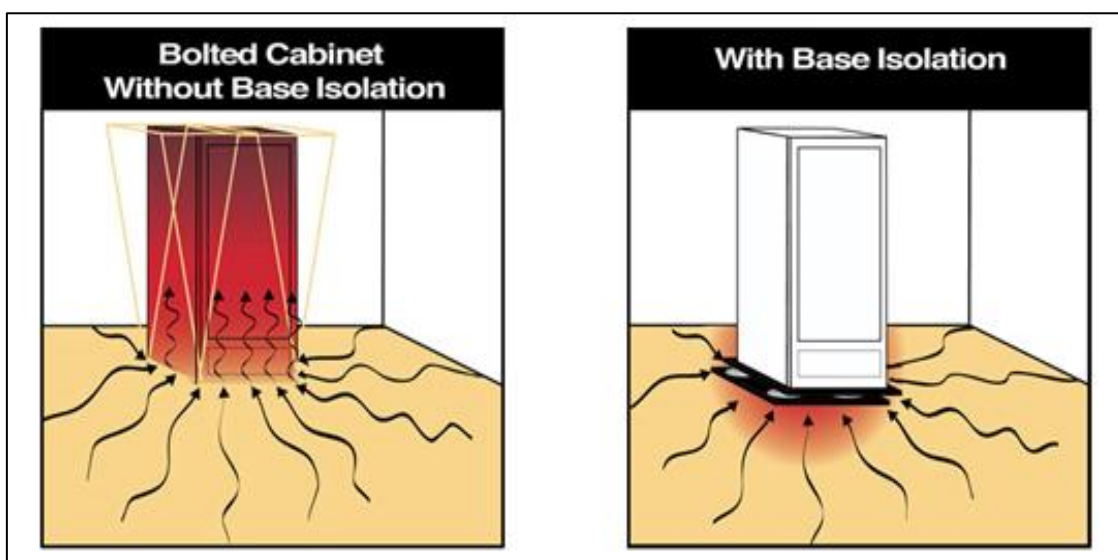


Figura 2.12 - Diferença entre o comportamento de uma base fixa (à esquerda) e uma base móvel (à direita) sobre o efeito da acção sísmica [s33]

Abordando os sistemas mais clássicos, a Norma Europeia EN 1998-1 classifica as estruturas em quatro classes de importância, dependendo das consequências resultantes do colapso da estrutura. Apesar de não ser contemplado nas disposições da norma o *data centre* poderá ser classificado como edifício de classe IV.

Quadro 2.5 - Classe de importância dos edifícios segundo a Norma Europeia EN 1998-1 [7]

Classe de importância	Edifícios
I	Edifícios de menor importância para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a protecção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais eléctricas, etc.

Para facilitar o dimensionamento e melhorar o desempenho da estrutura é recomendado que se opte por uma estrutura simples (com formas regulares) que respeite: [7]

1. Simplicidade estrutural:

- Obtida quando a transmissão das forças sísmicas é realizada de forma directa entre os elementos estruturais.

2. Uniformidade (divide-se em estrutural e em planta), simetria e redundância da estrutura:

- **Uniformidade estrutural**
 - Ao longo do desenvolvimento estrutural garante a inexistência de concentrações de tensões.
- **Uniformidade em planta**
 - Garante uma distribuição regular dos elementos estruturais originando transmissões de forças de inércia mais directas.
- Uma das **técnicas para garantir a uniformidade** passa pela adopção de juntas sísmicas, sendo dimensionadas com o cuidado de não existirem colisões na junta.

Quadro 2.6 - Consequências da regularidade estrutural na análise e no cálculo sísmico [7]

Regularidade		Simplificações admitidas		Coefficiente de comportamento
Em planta	Em altura	Modelo	Análise elástica linear	(para a análise linear)
Sim	Sim	Plano	Força lateral	Valor de referência
Sim	Não	Plano	Modal	Valor reduzido
Não	Sim	Espacial	Força lateral	Valor de referência
Não	Não	Espacial	Modal	Valor reduzido

3. Resistência e rigidez nas duas direcções:

- A acção sísmica horizontal impõe um movimento bidireccional à estrutura;
- Para esta acção ser melhor distribuída pelos elementos resistentes deve-se optar por uma estrutura de **propriedades semelhantes nas duas direcções**.

4. Resistência e rigidez à torção:

- Característica que confere uma limitação aos movimentos devidos à torção, que geralmente solicitam não uniformemente os elementos estruturais.

5. Acção de diafragma ao nível dos pisos:

- Efeito desempenhado pelas lajes que permite receber e transmitir as forças de inércia ao sistema da estrutural vertical;
- A laje dotada de adequada rigidez, resistência, e de ligações eficientes ente elementos estruturais.

6. Fundação adequada:

- Deve ser garantida uma excitação sísmica uniforme em todo o edifício.

As fundações são elementos estruturais que garantem uma distribuição uniforme das acções sobre o terreno. Para perceber qual a tensão máxima que o terreno suporta deve ser realizado um estudo de caracterização geotécnica. A identificação de falhas tectónicas é deveras importante pois é inadmissível a construção de um edifício desta

classe (IV) numa zona detentora desta característica. As considerações revelantes segundo a Norma Europeia EN 1998-5 são:

1. *As forças relevantes da superestrutura devem ser transferidas ao terreno sem deformações permanentes substanciais, de acordo com os critérios:*

- *O valor de cálculo do esforço horizontal deve ser transmitido:*
 - *Por meio de um valor de cálculo da capacidade resistente ao corte entre a base horizontal de uma sapata ou de uma laje de fundação e o terreno;*
 - *Por meio de um valor de cálculo da capacidade resistente ao corte entre as faces verticais da fundação e o terreno;*
 - *Por meio de um valor de cálculo dos impulsos passivos do terreno nas faces da fundação.*
- *Deve ser permitida a combinação da capacidade resistente ao corte com, no máximo, 30 % da capacidade resistente resultante da mobilização total do impulso passivo do terreno.*
- *Os valores de cálculo do esforço normal, e do momento flector, devem ser transmitidos por meio de um ou da combinação dos mecanismos seguintes:*
 - *Pelo valor de cálculo das forças resistentes verticais actuantes na base da fundação;*
 - *Pelo valor de cálculo dos momentos flectores decorrentes do valor de cálculo da capacidade resistente ao corte, na direcção horizontal, entre as faces dos elementos de fundação profundos (poços, estacas, caixões) e o terreno,*
 - *Pelo valor de cálculo da capacidade resistente ao corte, na direcção vertical, entre as faces dos elementos de fundação enterrados e profundos (poços, estacas, pegões e caixões) e o terreno.*

2. *As deformações do terreno induzidas pelo sismo são compatíveis com os requisitos funcionais essenciais da estrutura;*

3. *A fundação deve ser concebida, dimensionada e construída de acordo com:*

-
- *Ser suficientemente rígida para transmitir ao terreno uniformemente as acções;*
 - *A escolha da rigidez da fundação no seu plano horizontal, deve ter em conta os efeitos de deslocamentos horizontais relativos entre elementos verticais;*
 - *Só é possível admitir uma redução da amplitude do movimento sísmico com a profundidade, se existir um estudo a justificar a hipótese.*

2.4.3 Acção do vento

A acção do vento desempenha um papel condicionante no dimensionamento. Este fenómeno de intensidade variável actua directamente no edifício, gerando uma pressão sobre os elementos exteriores e indirectamente uma pressão sobre as superfícies interiores. Devido à sua natureza não estática pode desencadear o efeito de ressonância (presente normalmente em estruturas esbeltas e flexíveis). Para edifícios com alturas inferiores a 200 metros é obrigatório respeitar a Norma Europeia EN 1991-1-4.

Para uma correcta caracterização da acção do vento, devem ser considerados factores como a localização, disponibilidade e qualidade dos dados meteorológicos, natureza arquitectónica do edifício, rugosidade do terreno e presença de construções vizinhas. [8]

2.4.4 Segurança contra incêndio

Considerando as funções que um *data centre* desempenha, é perceptível a predisposição para a ocorrência de incêndios. A melhor solução para contornar esta condicionante passa pela adopção de uma correcta prevenção, contemplando acções activas e passivas. As acções activas englobam todos os sistemas de detecção e extinção automática do incêndio enquanto as acções passivas são medidas de prevenção que instituem regras como: características para vias de acesso que facilitem as operações dos veículos de socorro, existência na fachada de pontos de acesso para bombeiros e ainda considerações a ter em conta para evitar a propagação do incêndio para o exterior. [9]

Para uma correcta prevenção deverá ser respeitada a regulamentação relativa à segurança contra incêndio em edifícios, presente no livro *Compilação Legislativa – SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS* da autoria da Protecção Civil e ainda respeitar as directrizes do Eurocódigo 1991-1-2 sobre o efeito da acção do incêndio na estrutura. Durante a análise estrutural deverão ser tomadas em conta as dilatações e deformações que a estrutura irá sofrer devido à elevada temperatura. Os movimentos desencadeados pelas deformações originam acções, forças e momentos, que têm de ser considerados no cálculo estrutural (caso sejam desfavoráveis). Para garantir a possibilidade de actuação dos sistemas activos de protecção contra incêndios a estrutura deve resistir à actuação do fogo durante um tempo limitado. [4] A legislação *SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS* tem como objectivo definir critérios redutores de probabilidade de incêndio:

- Utilização de materiais resistentes a acção do fogo;
- Evitar armazenar produtos inflamáveis no edifício (o caso do combustível do grupo de geradores);
- Evitar sobrecarregar as instalações eléctricas.

A legislação distingue as edificações em 12 tipos diferentes, em função da utilização. Para um *data centre* será correcta a adopção do *Tipo XII «industriais, oficinas e armazéns»*.

Classifica ainda segundo o risco associado à actividade desenvolvida, que no caso de um *data centre* será de risco F. [9]

Na Portaria n.º 1532/2008, artigo 14.º são definidas as principais considerações para um projecto relativamente seguro, dentro das quais se destacam: [9]

1 - Os elementos estruturais de um edifício devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo.

2 - Os edifícios e estabelecimentos devem conter o número de compartimentos corta-fogo necessários e suficientes para garantir a protecção de determinadas áreas, impedir a propagação do incêndio ou fraccionar a carga de incêndio.

7 — *As passagens de canalizações ou condutas através destes elementos devem ser seladas ou ter registos corta-fogo com características de resistência ao fogo padrão iguais aos elementos que atravessam, ou a metade desse tempo se passarem em ductos e desde que a porta de acesso ao ducto garanta, também, metade desse valor.*

9 — *As vias de evacuação interiores protegidas devem constituir sempre compartimentos corta-fogo independentes.*

10 — *As comunicações verticais não seláveis ao nível dos pisos, tais como condutas de lixo, correntes de gás, caixas de elevadores, devem constituir compartimentos corta-fogo.*

11 — *Os locais de risco C e F, com as excepções previstas neste regulamento, devem constituir compartimentos corta-fogo.*

Como se pretende evitar a falha ou destruição no sistema informático do *data centre* deve-se isolar e proteger as canalizações e condutas de acordo com as indicações presentes na Portaria n.º 1532/2008, artigo 16.º e artigo 31.º.

Neste tipo de edifícios, que aloja no seu interior uma enorme quantidade de aparelhos electrónicos de investimento avultado, é recomendado que todos os espaços constituam uma compartimentação corta-fogo. Para isso devem-se aplicar materiais que contemplem, pelo menos, as disposições mínimas definidas no quadro apresentada em seguida (quadro xviii Portaria n.º 1532/2008, Artigo 23.º), sendo desejável para um *data centre*, a utilização de materiais, cujos valores sejam superiores aos mínimos indicados:

Quadro 2.7 - Resistência ao fogo padrão mínima nos elementos de construção [9]

Elementos de construção	Resistência ao fogo padrão mínima
Paredes não resistentes	EI 90
Pavimentos e paredes resistentes	REI 90
Portas	E 45 C

Os acrónimos referidos no quadro 2.7 traduzem o desempenho do elemento de construção em caso de incêndio, segundo a classificação europeia. Cada letra define o seguinte:

1. R: capacidade de suporte de carga;
2. E: estanquidade a chamas e gases inflamáveis;
3. I: isolamento térmico;
4. C: fecho automático.

No caso da porta esta deverá ter fecho automático com capacidade de garantir a estanquidade a chamas e gases inflamáveis durante 45 minutos. [21]

Nestes edifícios, que suportam serviços informáticos é necessário respeitar o artigo 71º. da Portaria n.º 1532/2008 em que se prevê a utilização de um sistema de evacuação directa do ar para o exterior (caso se tenha um sistema de baterias). Além disso como o sistema eléctrico deve estar munido de UPS (unidades de alimentação ininterrupta), o artigo 75º. da Portaria nº1532/2008 adverte para uma devida sinalização do sistema e aplicação de uma botoneira de corte de emergência.

Todas as referências anteriores contemplaram questões técnicas importantes, mas existem outras situações a ser tomadas em consideração como a formação dos utentes do edifício às situações de emergência. Esta formação, aliada a uma correcta sinalização de emergência no edifício, desempenha um papel fundamental para a protecção dos utentes do edifício, pois de nada vale um correcto planeamento se os utentes do edifício não o souberem pôr em prática. Deve ser elaborado um plano de emergência interno segundo os critérios mencionados no artigo 205º. da Portaria n.º1532/2008, que deve ser adaptado à dimensão e número de utentes do edifício. Segundo o artigo 205º. deve-se desdobrar em: [9] [10]

1. *Definição da organização a adoptar em caso de emergência;*
2. *Indicação das entidades internas e externas a contactar em situação de emergência;*
3. *Plano de actuação;*
4. *Plano de evacuação;*
5. *Anexo com as instruções de segurança a que se refere o artigo 199.º;*

-
6. *Anexo com as plantas de emergência, podendo ser acompanhadas por esquemas de emergência.*

2.4.5 Instalações eléctricas

O fornecimento de energia eléctrica é um dos elementos mais relevantes no projecto de um *data centre*, devendo-se por isso respeitar criteriosamente a regulamentação, neste caso: *Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão* (Portaria n.º 949-A/2006), completando-a com práticas que conduzam a uma maior redundância do sistema eléctrico.

Um projecto desta vertente, tal como um projecto de qualquer especialidade, deve contemplar peças escritas e peças desenhadas. As peças escritas devem constituir o suporte para a interpretação e justificação das opções tomadas durante toda a fase de planeamento. As peças desenhadas devem apresentar no mínimo os seguintes elementos: [10]

1. *Diagrama geral de alimentações;*
2. *Localização de todos os quadros eléctricos e equipamentos a alimentar;*
3. *Traçado de todos os cabos de alimentação e definição de canalização e respectivas fixações;*
4. *Esquema unifilar dos quadros eléctricos;*
5. *Plantas onde estejam localizados e identificados os diferentes aparelhos de iluminação, bem como o traçado dos circuitos eléctricos de alimentação;*
6. *Plantas com a localização das tomadas previstas e definição do seu tipo, bem como o traçado dos respectivos circuitos eléctricos;*
7. *Implantação e diagrama do funcionamento dos sistemas estáticos (UPS) bem como dos rectificadores/carregadores a considerar nas alimentações de energia sem interrupção, em AC* e em DC** respectivamente, bem como da sua interligação com os bancos de baterias associados;*

*AC - corrente eléctrica alternada

** DC - corrente eléctrica continua

8. *Implantação e pormenores de montagem (sistema de alimentação de combustível, escape com filtro, base de apoio, etc) do grupo de emergência diesel/alternador que venha eventualmente a ser necessário considerar.*

O esquema e constituintes de um projecto desta especialidade depende muito do nível de redundância que se pretende atingir, critérios do próprio projectista e questões financeiras. A redundância do sistema está relacionado com três principais variáveis: número de fornecedores de energia eléctrica, sistema de cablagem alternativo e utilização de um sistema completo alternativo.

Esquemáticamente pode-se definir que o fornecimento de energia eléctrica se procede de acordo com o demonstrado na figura 2.13.

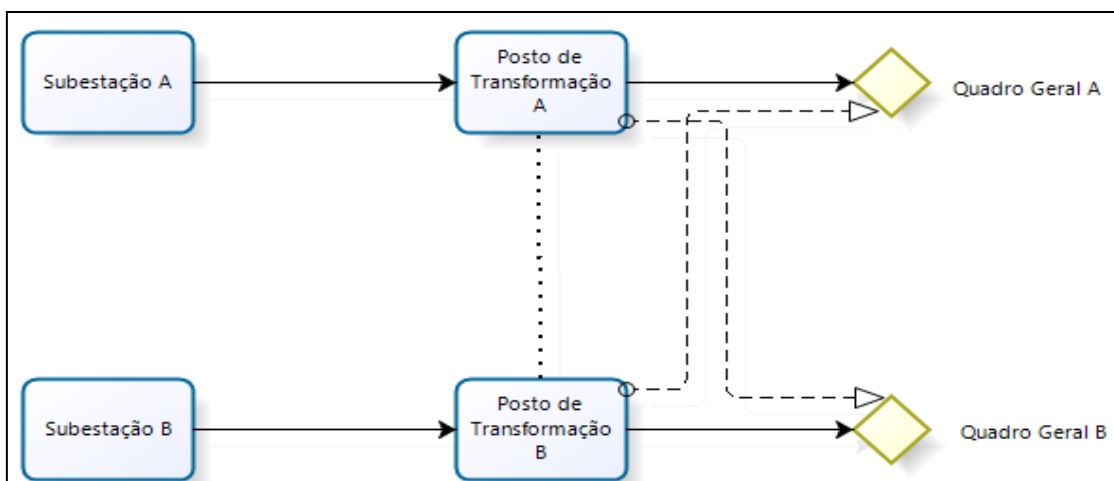


Figura 2.13 - Esquema de fornecimento eléctrico redundante a um edifício

Na figura é apresentado um exemplo de um sistema de fornecimento de energia ao edifício, com redundância ao nível de fornecimento e caminhos (linha tracejado). A utilização de postos de transformação é justificado devido à natureza da corrente que sai da subestação que é de média tensão (em geral 10 kV) e pretende-se que seja transformado para um nível de tensão inferior (400 V), em baixa tensão. [s34]

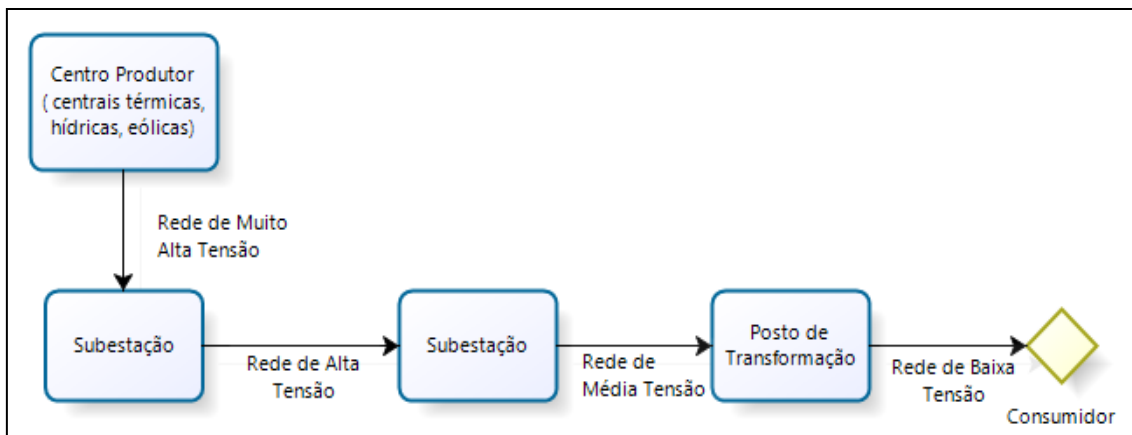


Figura 2.14 - Fornecimento de energia eléctrica do fornecedor ao consumidor [12]

Segundo o esquema representado na figura 2.14 podemos perceber de uma forma mais global e simplificada como se processa o fornecimento de energia eléctrica do produtor ao consumidor. Este esquema é válido para consumidores em baixa tensão. Em aplicações industriais o fornecimento pode ser garantido em média tensão.

A rede interior pode apresentar uma diversidade de componentes e graus de redundância elevada. Normalmente este tipo de edifício (*data centre*) apresenta na sua constituição o seguinte princípio esquemático: quadro geral de baixa tensão, sistema de alimentação de energia sem interrupção (UPS), sistema interrupto de fornecimento de energia eléctrica, toda a cablagem e rede de Terras. [10]

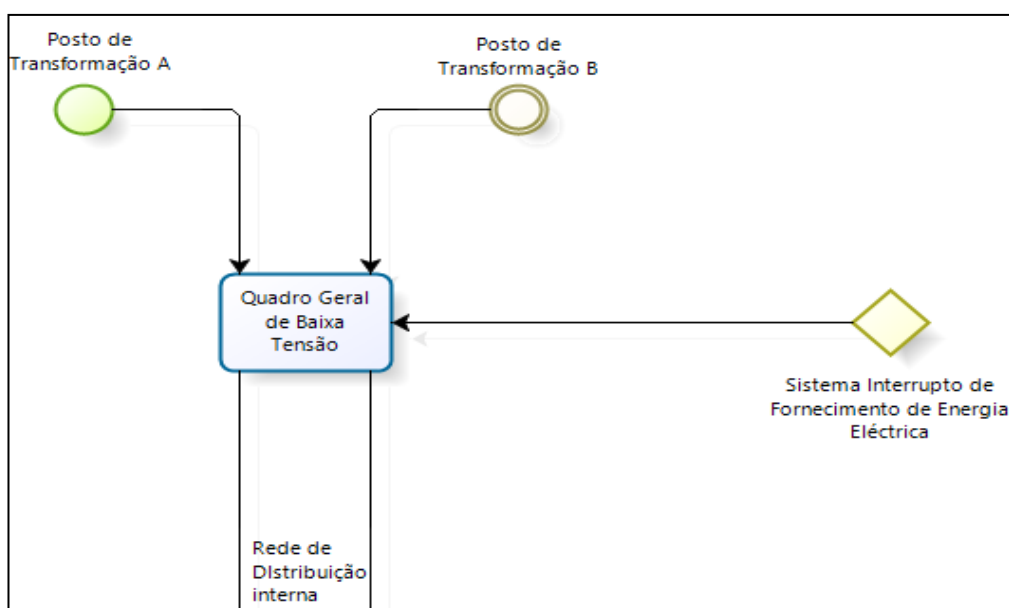


Figura 2.15 - Fornecimento eléctrico tipo de um *data centre* [10]

A rede interna de distribuição deve ser dividida em circuitos diferentes no quadro geral de baixa tensão, em função do piso e do sistema que alimentam (iluminação, tomadas, aparelhos que necessitem cuidados especiais). Os circuitos de fornecimento de energia eléctrica aos aparelhos informáticos devem ser redundantes e provenientes do quadro geral das UPS, que estão ligadas ao quadro geral dos geradores de emergência e da rede pública. Deste modo em caso de falha no sistema de alimentação pública, a alimentação provém durante um curto prazo de tempo das baterias da UPS e de seguida do gerador electrogéneo de emergência. [10]

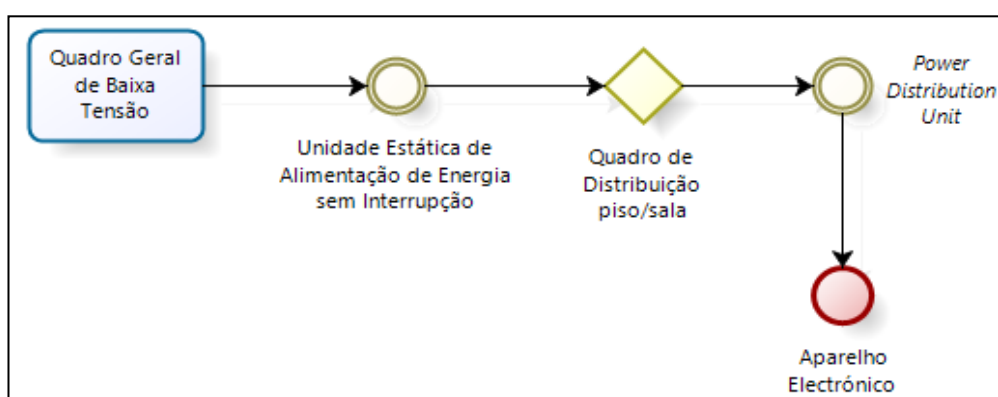


Figura 2.16 - Esquema básico de fornecimento de energia eléctrica interno [10] [s39]

O *power distribution unit* (PDU) é um aparelho localizado no bastidor que distribui localmente a energia eléctrica. A aplicação deste aparelho, dependendo das características do mesmo, pode possibilitar o controlo remoto sobre o consumo energético podendo ainda desligar/ligar o fornecimento a uma determinada tomada. [13] [s35]



Figura 2.17 - Power Distribution Unit [s36]

Para o traçado de redes eléctricas é necessário respeitar os parâmetros referidos no documento *REGRAS BÁSICAS PARA EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS DE BT EM EDIFÍCIOS*:

1. *Interruptores entre 100 a 120 cm do pavimento (salvo definições de projecto);*
2. *Tomadas entre 30 a 50 cm do pavimento (salvo definições de projecto);*
3. *Colocar um quadro eléctrico em cada piso dos edifícios;*
4. *Tubos correctamente fixados e curvas com um raio adequado (de acordo com o estabelecido no RTIEBT-Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão);*
5. *Colocação de caixas e quadros nivelados, alinhados (à mesma altura) e solidamente fixados;*
6. *Pontos de luz no exterior equipados com caixas de applique;*
7. *Colocar caixas de derivação para alimentação de equipamentos no exterior.*

Uma rede de fornecimento de energia eléctrica é a resultante de um conjunto de disposições obrigatórias para garantir a segurança, sendo o quadro geral de baixa tensão um dos centros da rede devendo ser construído de modo a respeitar as seguintes normas: [10]

1. *CEI-349 (testes);*
2. *CEI-298 (rigidez dieléctrica);*
3. *CAI-158-1 (distâncias de isolamento);*
4. *CEI-144 (classe de protecção).*

O quadro geral de baixa tensão é o local onde se distribuem os circuitos de energia eléctrica. Este equipamento é tipicamente provido de um ou mais barramentos, sistema contra sobretensões, protecções (disjuntores) e aparelhos de medida. O barramento não é nada mais que uma barra metálica que recebe a energia no quadro eléctrico. Deve ser dimensionada 1,5 em relação à intensidade de corrente nominal que vai receber e deve dispor de um interruptor de corte geral. Deverá ter dois barramentos, um para o fornecimento de energia eléctrica através da rede e outro para o sistema de fornecimento de energia alternativo. [10]



Figura 2.18 - Quadro Geral de Baixa Tensão [s37]

O armário do quadro deverá ser em chapa de aço tratada, com a deposição a quente de uma camada de liga zinco-alumínio, para evitar condução de corrente eléctrica.

A temperatura de funcionamento deverá no máximo ser de 40°C.

Para ser possível o transporte de energia eléctrica é necessário que se utilizem cabos dotados de características adequadas para o transporte da intensidade de corrente do circuito eléctrico, devendo ainda respeitar a NP - 2361 (HD 361). A constituição de um cabo, apesar de variável, regularmente é composto por: bainha exterior, blindagem, fios de continuidade, bainha interior, isolamento e alma do condutor. [10]

A alma dos condutores é produzida com metais com boa condutividade eléctrica, como o cobre, podendo ter apenas um fio ou por vários fios. A espessura e natureza do isolamento varia em função dos requisitos que se pretendem respeitar, por isso poderá ser mais resistente à combustão e promover uma melhor protecção contra a corrosão conforme o ambiente em que se encontra inserido. Por isso, para edifícios do tipo *data centre*, deve-se optar por um cabo resistente à acção do fogo. [s38]

Deverá ainda ser respeito o código de cores imposto pela norma NP - 2361 (HD 361):

1. **Fase:** preto, castanho ou cinza;
2. **Neutro:** azul;
3. **Terra:** verde e amarelo.

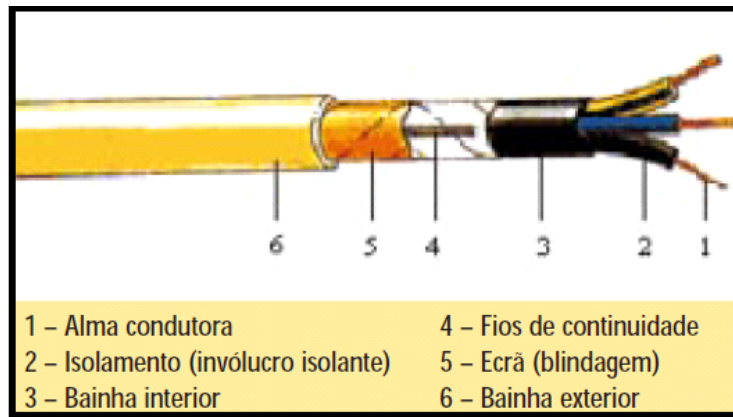


Figura 2.19 - Constituição tipo de um cabo de energia eléctrica [s38]

As bainhas podem ser executadas do mesmo material dos invólucros (melhorando o isolamento) ou ser metálicas (melhorando a resistência mecânica). Distinguem-se ainda em duas classes, as bainhas exteriores que podem proteger o cabo contra roedores ou microrganismos e as bainhas interiores que têm o papel de garantir a estanquidade. [s38]

A escolha do cabo deve ter ser feita em função da tensão a que vão estar sujeitos, e em função do número de fases que o sistema irá ter, neste caso deve-se optar por uma rede trifásica devido à potência eléctrica instalada. Para isso o cabo tem que ser provido de cinco condutores, três condutores de fase, um condutor de terra e um condutor de neutro (3F+T+N).

O passo inicial, para estimar o cabo a utilizar, passa pela estimativa da intensidade de corrente a transportar (corrente de serviço) devidamente majorada (1,5 a intensidade de corrente nominal) em função das características dos receptores a alimentar.

Para isso temos: [11]

(caso da intensidade de corrente estacionária – correntemente designada por corrente contínua)

$$I = \frac{P}{U} \quad (1)$$

Sendo:

I (A) – Intensidade de corrente a transportar

P (W) – Potência absorvida pelos receptores

U (V) – Tensão de serviço entre os condutores positivo e negativo do lado do receptor

(caso da corrente alternada trifásica)

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

Sendo:

I (A) – Intensidade de corrente a transportar

S (VA) – Potência aparente absorvida pelos receptores

U (V) – Tensão de serviço do lado dos receptores, tensão entre fases (composta)

A potência absorvida pode ser estimada através das seguintes expressões:

- Para estimar a potência para a determinação da intensidade da corrente de serviço, ou da intensidade de corrente a transportar na canalização deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$S = S_{IT} \times k_u \times k_s \times k_e \quad (3)$$

Sendo:

S (VA) – Potência aparente absorvida pelos receptores

S_{IT} (VA) – Potência instalada total (somatório das potências instaladas de todos os receptores)

k_u - factor de utilização

k_e - factor de previsão da evolução das cargas

k_s - factor de simultaneidade

- No caso de intensidade de corrente alternada sinusoidal a potência deve ser estimada por:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi \frac{\eta}{100}} \quad (4)$$

Sendo:

P (W) – Potência útil, directamente explorada pelo receptor

$\cos \varphi$ – factor de potência

η (%) – Rendimento do receptor

Após a estimativa do valor da intensidade de corrente a transportar, é possível determinar a área que os condutores devem respeitar. O cálculo, apesar de complexo, é realizado de acordo com o estabelecido na CEI 60287, mas em alternativa poderá utilizar-se um quadro de dimensionamento (que respeite a CEI 60287) estabelecido pelo fornecedor da cablagem. [s40]

Determinada a área do condutor, é ainda necessário verificar se são respeitadas as condições que garantem a protecção contra sobrecargas e curto-circuito. Segundo a Portaria nº 949-A para a rede estar protegida em relação às sobrecargas deve respeitar:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad (5)$$

$$I_2 \leq 1,45I_z \quad (6)$$

em que:

I_B (A) - é a intensidade de corrente de serviço do circuito;

I_n (A) - é a intensidade de corrente estipulada do dispositivo de protecção;

I_z (A) - é a intensidade de corrente admissível na canalização;

I_2 (A) - é a intensidade de corrente convencional de funcionamento.

Para garantir a protecção contra os curto-circuitos deve-se garantir, segundo a Portaria nº949-A, que existe um corte de corrente antes do cabo atingir uma temperatura que o danifique. Para curto-circuitos de duração limite de 5 s, o tempo que leva a atingir a temperatura limite é estimado pela seguinte expressão:

$$\sqrt{t} = k \frac{S}{I_{cc}} \quad (7)$$

Em que:

t (s) - tempo;

S é a secção dos condutores, em milímetros quadrados.

I_{cc} é a corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz), em Ampère, obtida pela seguinte expressão: [14]

$$I_{cc}^{min} = \frac{0,95 U_n}{1,5 \times (R_{fase}^{20^\circ} + R_{neutro}^{20^\circ})} \quad (8)$$

Sendo:

1,5 - factor de correcção das resistências para a temperatura média do curto-circuito;

U_n - 220 V ou 380 V (corrente trifásica).

A distribuição interna do sistema eléctrico depende do nível *TIER*, uma vez que é obrigatório para o nível II, III e IV a utilização de pavimento falso sobrelevado.

Apesar de não ser obrigatório no nível I será prudente a adopção deste sistema, por isso a distribuição eléctrica será feita através da utilização de calhas metálicas. Este sistema de calhas tem de respeitar a NP 1070.

Os apoios das calhas devem ter no máximo um espaçamento de 1,5m e ainda se deve garantir que as calhas suportem no mínimo uma sobrecarga de 30 kgf/m (~300 N/m). [10]

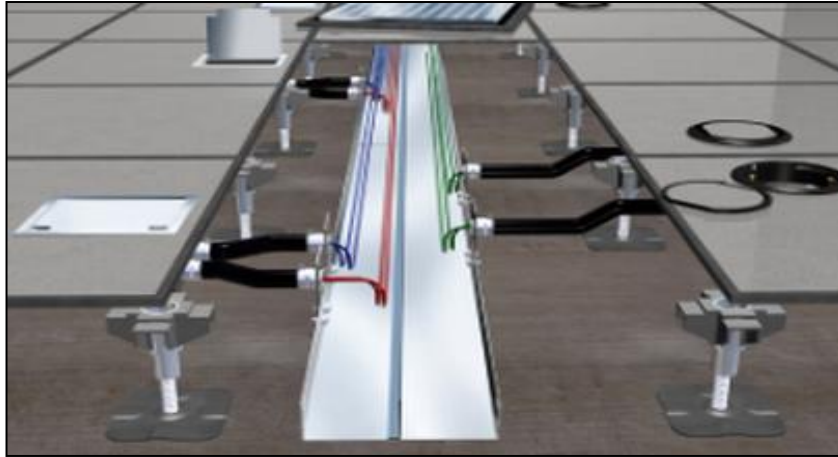


Figura 2.20 - Calhas para cablagem tipo [s41]

A rede de terras é um dos elementos essenciais, pois protege toda a rede eléctrica, equipamentos, o sistema de transmissão de dados e ainda os próprios utentes do edifício.

A diminuição do ruído eléctrico garante uma redução das interferências no sistema de transmissão, melhorando a qualidade do serviço. Para se conseguir reduzir as interferências deve-se estabelecer um sistema absorvente de energias provenientes de descargas atmosféricas ou de tensões superiores ao esperado em projecto e que seja um ponto de equipotencialidade. [15]

Os requisitos para redes desta natureza estão definidos no documento *Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*. Apesar de não estar contemplado directamente o caso de um *data centre*, pode-se indirectamente estabelecer critérios relevantes uma vez que estão descritos os casos de equipamentos informáticos e de instalações telefónicas. De um modo geral é permitida a utilização do mesmo sistema de terras desde que cada elemento (estruturas metálicas, equipamentos de telecomunicações) esteja equipotencializado com a terra. [15]

A segurança dos utentes contra a corrente eléctrica é garantida ligando todas as massas metálicas (canalizações, estruturas metálicas, calhas metálicas, etc), mesmo sem tensão, ao condutor de terra associado de aparelhos de corte automático. [15]

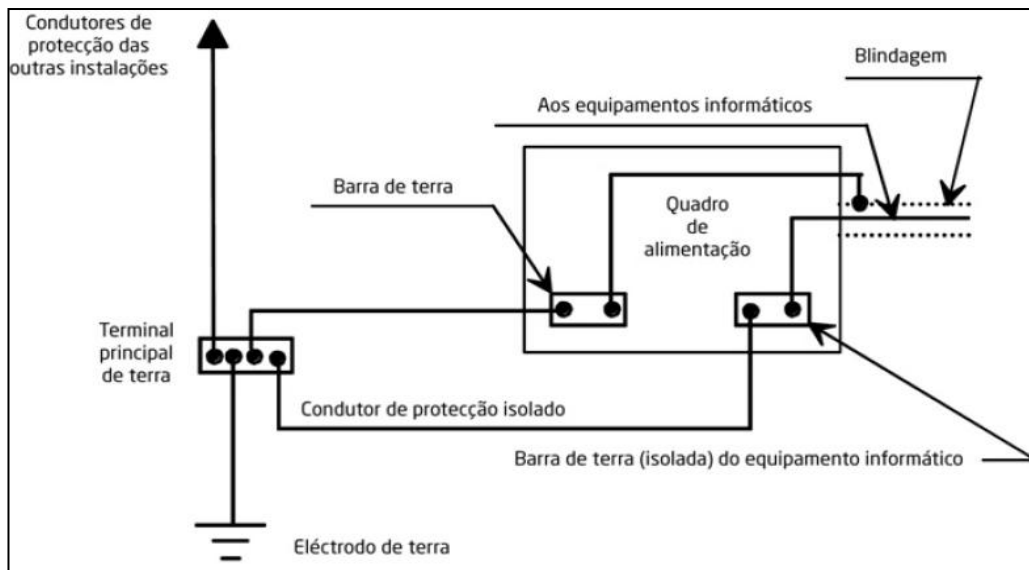


Figura 2.21 - Ligações à terra nas instalações de equipamentos de tratamento de informação [15]

Aplicando os princípios descritos na regulamentação, é recomendado segundo o manual de Prescrições e Especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios da ANACOM, que o sistema seja constituído por:

1. *Anel de terras constituído por um cabo cobre nu (secção $\geq 25 \text{ mm}^2$) ou fita de aço galvanizado (secção $\geq 100 \text{ mm}^2$), enterrado ao nível das fundações do edifício, e que será ligado a intervalos regulares a estrutura metálica das sapatas de modo a obter um anel com uma impedância de terra não superior a 1Ω . Esta ligação à estrutura metálica das sapatas deve ser efetuada de modo a que a distância máxima entre ligações não exceda os 10m.*
2. *Vareta, tubo ou chapa que permita a interligação com o anel de terras através de soldadura aluminotérmica. As dimensões mínimas (diâmetro x comprimento) destes eléctrodos devem ser:*
 - *Varetas em cobre ou aço, o 15mm x 2m.*
 - *Tubos em cobre o 20mm x 2m.*
 - *Tubos em aço o 55mm x 2m.*

-
3. *As chapas em aço devem ter dimensões mínimas de espessura de 2mm e superfície de contacto com a terra de 1m². Em cada um dos vértices das fundações do edifício poderá ser colocado um eléctrodo deste tipo. Para além do pressuposto anterior, em edifícios ocupando áreas do solo relativamente elevadas (superiores a 1000m²), devem ser colocados eléctrodos ligados nos pontos correspondentes as ligações à estrutura metálica das sapatas das fundações.*
 4. *Condutores de terra, com origem no eléctrodo, que irão ligar-se ao terminal principal de terra do edifício, através de um ligador amovível, e deste aos barramentos de terra dos armários de telecomunicações. As secções mínimas serão de 25mm² em cobre. Na ligação das prumadas ao anel poderá ser colocado um eléctrodo de terra do tipo vareta, ligado por soldadura aluminotérmica;*
 5. *Condutores de protecção e de equipotencialidade, a sua secção não será inferior a 6mm², se de cobre, ou de secção equivalente, se de outro material. Destinam-se a efectuar a ligação dos condutores de terra à estrutura do edifício. Esta ligação poderá existir em cada piso do edifício. Efectuam também a ligação entre a rede de terras das telecomunicações com a rede geral de terra do edifício;*
 6. *A resistência Óhmica da terra deve ser inferior a 1 Ohm, medida em tempo seco.*

2.4.6 Instalações de redes de voz e dados

Um projecto desta especialidade, apresenta semelhanças a um projecto de rede eléctrica. Devido à complexidade deste tipo de projecto só através de uma gestão e planeamento rigorosos se conseguirá obter um projecto conciso, com todos os componentes e cablagem devidamente organizados. Geralmente não existe uma única solução correcta, por isso o resultado final do projecto depende muito dos critérios do projectista.

No entanto, deve-se sempre optar por uma solução económica, funcional e que esteja de acordo com toda a regulamentação.

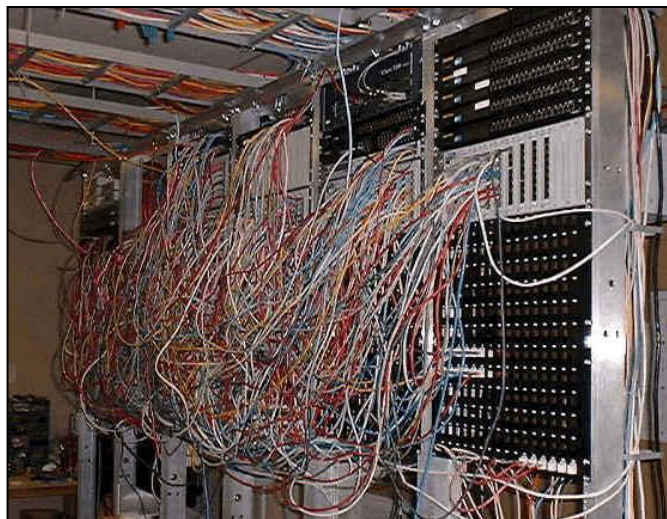


Figura 2.22 - Sistema de cablagem desorganizada [s42]

Deve estar prevista uma rede de terras para protecção do sistema. Esta rede poderá ser a mesma que a utilizada e descrita no capítulo anterior (2.4.5).

Este tipo de projecto deve contemplar uma memória descritiva e justificativa com todas as opções tomadas. Atendendo ao referido no manual de Prescrições e Especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios da ANACOM destacam-se os seguintes elementos a contemplar na proposta:

1. *Planta topográfica de localização do edifício (escala maior ou igual a 1:5000);*
2. *Planta de cada um dos pisos que constituem o edifício, com o traçado das condutas e localização das caixas de aparelhagem, tomando em consideração a quantidade, tipo e local de instalação dos equipamentos terminais;*
3. *Esquemas da Rede de Tubagens;*
4. *Esquemas das Redes de Cabos;*
5. *Quadros de dimensionamento de cabos para cada tecnologia;*
6. *Diagramas dos repartidores gerais do edifício, adaptados à correcta montagem e instalação;*
7. *Planta e diagrama com a localização dos bastidores e armários e interligações;*

8. Esquema de terras e da alimentação eléctrica.

A ligação do *data centre* à rede pública será feita obrigatoriamente por via subterrânea. A rede interna de voz e dados do edifício termina apenas na zona de ligação com a rede pública, numa câmara de visita multi-operador instalada na entrada do edifício. Por motivos de redundância e dependente do nível *TIER*, poderá utilizar-se mais do que uma câmara de visita multi-operador. [15]

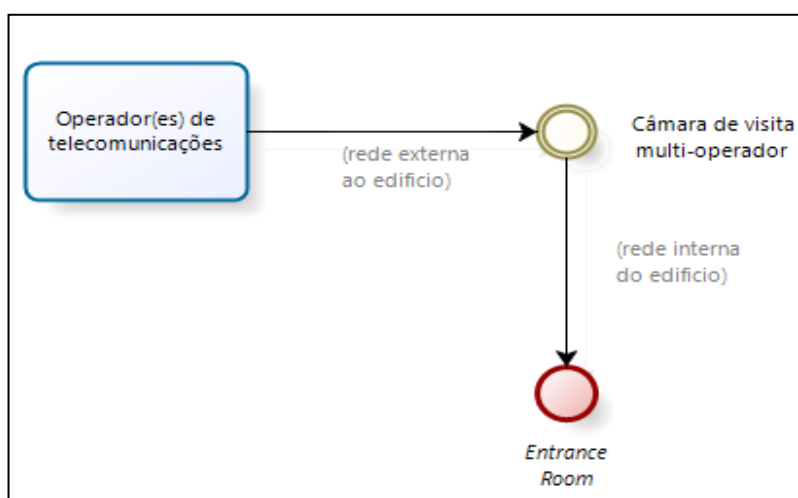


Figura 2.23 - Esquema tipo de acesso de serviços de dados e voz a um edifício

Como descrito e exemplificado na figura 2.23, o acesso dos serviços fornecidos pelos provedores de telecomunicações deve ser feito no *entrance room*, que será um espaço dedicado ao alojamento dos armários de telecomunicações do edifício. Este tipo de armário tem função de interligação entre o sinal da rede pública (deve suportar pelo menos dois operadores) e o sistema interno do edifício, gestão da cablagem (cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra óptica) e integração dos sistemas de segurança. Nesta sala ainda estarão instalados os repartidores gerais dos três sistemas de cablagem, cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra óptica que devem apresentar o seguinte código de cores: [15]

1. **Cor azul:** para fibra-óptica;
2. **Cor laranja:** para cabo coaxial;

3. **Cor verde:** para pares de cobre;
4. **Cor cinzenta:** para passagem conjunta das 3 tecnologias.

No caso de um edifício ter pisos elevados pode-se optar pela utilização de um armário por piso.

Num *data centre* é recomendado que o armário de telecomunicações seja um armário bastidor dotado de um barramento geral de terras.

Para facilitar a gestão do sistema de telecomunicações poderão ser utilizadas em determinadas áreas, como no *equipment distribution area*, armários de telecomunicações individuais. Nestes armários é processada uma subdivisão do sinal.

Os caminhos para a distribuição da cablagem preveem a adopção de esteiras metálicas. Estas podem ser embutidas no pavimento falso sobrelevado ou fixas ao tecto, sendo esta última uma solução pouco utilizada e só pode ser utilizada para o nível de *TIER I*.

As esteiras metálicas apresentam uma secção transversal em "U", e durante o desenvolvimento do caminho deverão ser consideradas caixas para ser possível gerir a cablagem eficientemente. Para evitar incompatibilidade electromagnética entre o sistema de alimentação eléctrica e o sistema de transição de dados e voz deverão ser respeitadas as disposições descritas no quadro 2.8. [15]

Quadro 2.8 - Separação mínima entre cabos de energia eléctrica e cabos de dados e voz [15]

Cabos de TIC	Cabos de energia	Separação mínima entre cabos (mm)		
		Sem separação, ou separação não-metálica	Com separador de alumínio	Com separador metálico
Não blindado	Não blindado	200	100	50
Blindado	Não blindado	50	20	5
Não blindado	Blindado	30	10	2
Blindado	Blindado	0	0	0

Das regras descritas para o traçado da rede no manual de Prescrições e Especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios da ANACOM, destacam-se as seguintes:

-
1. *É recomendado que o traçado das tubagens seja predominantemente recto e os percursos efectuados, preferencialmente, na horizontal e na vertical;*
 2. *O percurso das condutas (tubos e calhas), deve ser efectuado de modo a garantir as seguintes distâncias mínimas (mm) em relação a canalizações metálicas:*
 - *50mm nos pontos de cruzamento;*
 - *200mm nos percursos paralelos.*
 3. *Não existe a necessidade de separação entre os cabos elétricos e os de telecomunicações, no seguinte caso:*
 - *Nos troços de ligação às tomadas de telecomunicação, desde que a distância seja inferior a 35 metros.*
 4. *Se a distância referida for superior a 35 metros, apenas os últimos 15 metros podem admitir a não manutenção das distâncias referidas na tabela. Mantém-se, em qualquer caso, a proibição da partilha do mesmo tubo ou do mesmo compartimento de calha, pelos dois tipos de cabos referidos.*
 5. *No caso de Conduitas de Acesso:*
 - *No espaço de telecomunicações superior, os tubos da passagem aérea de topo devem ter o diâmetro externo mínimo de 40mm;*
 - *No espaço de telecomunicações inferior, a profundidade mínima de enterramento e de 0,8m;*
 - *Os tubos das condutas de acesso subterrâneo, de ligação às câmaras de visita multi-operador, não devem ter curvas com ângulo inferior a 120°.*
 - *A ligação por via subterrânea às câmaras de visita multi-operador, quando não for realizada através de tubos, deve ter o dimensionamento mínimo útil idêntico ao considerado para estes;*
 - *Admite-se, nas eventuais ligações através do subsolo entre diferentes edifícios de uma mesma rede, um comprimento máximo de 50m para cada troço de tubo, devendo também recorrer-se à câmara de visita de passagem, sempre que ocorram derivações na tubagem ou mudanças de direcção significativas;*

6. *A inclinação no sentido ascendente dos tubos das condutas de entrada, quer na passagem aérea de topo quer na entrada de cabos do espaço de telecomunicações inferior, não deve ser inferior a 10%.*
7. *Sempre que se recorra à utilização de caminhos de cabos, em galerias ou áreas de passagem/permanência de pessoas, devem ser montados de modo a que a base que suporta os cabos se situe a uma altura não inferior a 2,5m;*
8. *Para efeito do dimensionamento da rede de tubagens, devem os elevadores ser considerados como fogos;*
9. *As caixas da rede colectiva devem estar identificadas, de acordo com o projecto;*
10. *É obrigatória a indicação da localização, nas plantas dos fogos, das caixas de aparelhagem.*

Cabos de Par de Cobre

Nos edifícios de telecomunicações, por questões técnicas, serão apenas utilizados cabos de categoria 6 e 7. No quadro 2.9 são dispostas as características técnicas deste componente:

Quadro 2.9 - Característica de um cabo de Par de Cobre [15]

Diâmetro do condutor	0,5mm a 0,65mm	Normas aplicáveis
Tipo de condutor	Sólido	EN 50288-X-1 EN 50288-X-2
	Entrançado	EN 50288-X-2
Diâmetro do condutor com isolamento	0,7mm a 1,4mm - Cat.6	EN 60811-1-1
	0,7mm a 1,6mm - Cat.7	
Número de condutores	$\geq 2 \times n$ (n=2,3,...)	-
Marcação na bainha	Permanente, metro a metro, fabricante, lote ou data de fabrico (semana e ano)	

O condutor sólido deve ser aplicado quando se pretende fazer uma ligação permanente e longa, no enquanto para ligações inferiores a 5 metros utilizam-se cordões (cabos constituídos por condutores entrelaçados. [15]



Figura 2.24 - A: Condutores sólidos; B: Condutores Entrelaçados; C: Cordão [s43] [s44] [s45]

A constituição deste tipo de cabo é muito semelhante ao descrito na figura 2.19 do subcapítulo anterior. O quadro 2.10, que se apresenta em seguida, descreve as principais variáveis na constituição deste tipo de cabo, sendo recomendado para um *data centre* optar por um cabo com uma construção do tipo *screened shielded twisted pair* com a bainha em composto livre de halogénios. [15]

Quadro 2.10 - Tipos de cabos de par de cobre [15]

Tipo de construção	Constituição	Bainhas	Aplicação
<i>Unshielded Twisted Pair</i> (UTP)	Sem blindagem	PVC	Aplicações interiores
<i>Foiled Twisted Pair</i> (FTP)	Contém uma lâmina de alumínio e polyester a envolver os pares de cobre	Polietileno Negro	Aplicações exteriores, não enterrado
<i>Screened Foiled Twisted Pair</i> (SFTP)	Possui duas camadas de blindagem, uma a envolver individualmente os pares de cobre (alumínio + polyester) e a segunda a proteger o conjunto (em malha de alumínio)	Composto livre de halogéneos	Retardante à chama, com reduzida opacidade de fumos, para aplicações em interiores de edifícios que recebem público
<i>Shielded Twisted Pair</i> (STP)	Os pares de cobre são envolvidos de uma forma individualizada por uma camada de alumínio	-	-
<i>Screened Shielded Twisted Pair</i> (SSTP)	Apresenta dois tipos de blindagem, uma constituída por alumínio e polyester que envolve os pares de uma forma individualizada e uma segunda camada constituída por malha de alumínio aplicada ao conjunto dos pares de cobre	-	-

Os conectores utilizados para este tipo de cabos serão do tipo RJ45, 4 pares de cobre, macho ou fêmea. A categoria deste componente deve ser no mínimo igual à categoria dos materiais que constituem a rede. Nos *data centres* tem de se utilizar componentes com categoria 6 ou 7 o que obriga à adopção de uma ligação do tipo E (frequência máxima de 250 MHz) e tipo F (frequência máxima de 600 MHz). [15]

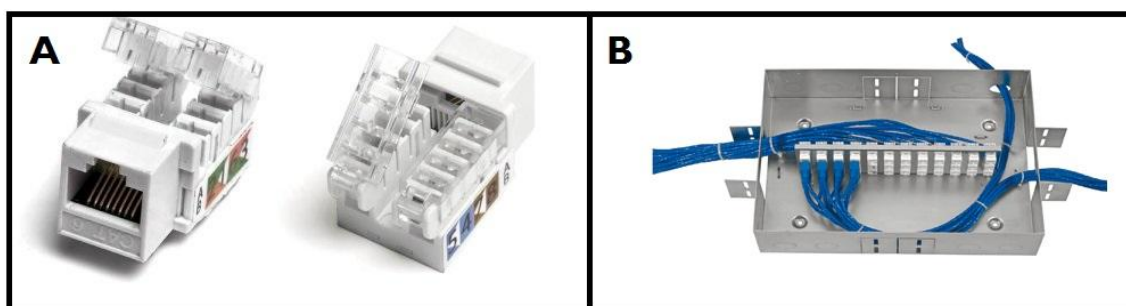


Figura 2.25 - A: Conector RJ45 de categoria 6; B: Ponto de consolidação [s46] [s47]

No *entrance room* deverá existir um repartidor geral de par de cobre que irá fazer a ligação do sinal a um quadro de distribuição de piso/sala. As ligações horizontais devem utilizar pontos de consolidação de modo a facilitar a gestão da cablagem e a ligação entre a cablagem e tomadas. [15]

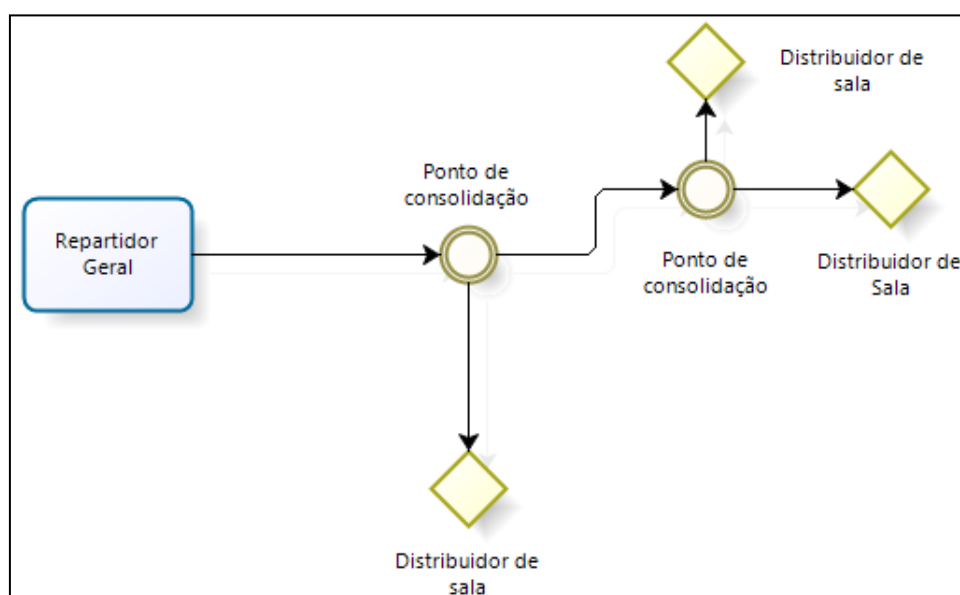


Figura 2.26 - Esquema tipo para uma rede de cabos de par de cobre

As especificações descritas em seguida são de carácter obrigatório segundo o manual de Prescrições e Especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios da ANACOM:

- 1. O comprimento físico do cabo horizontal permanente não deve exceder 90m e terá de ser menor, dependendo do comprimento dos cabos dos pontos de consolidação, dos cordões e total de conexões;*
- 2. Quando seja utilizado um ponto multi-utilizador, os comprimentos dos cordões de interligação não devem ser superiores a 20m;*
- 3. Um ponto multi-utilizador deve servir um máximo de 12 postos de trabalho;*
- 4. Quando seja utilizado um ponto de consolidação, o cabo horizontal deve ter mais do que 15m, com o intuito de reduzir os efeitos de NEXT e Return Loss (perda de retorno), dada a existência de múltiplas ligações muito próximas;*
- 5. O comprimento máximo dos cordões individuais não deve exceder os 5m.*

Para ligações com extensões superiores a 100 metros deve-se utilizar cabos de par de cobre em estrela.

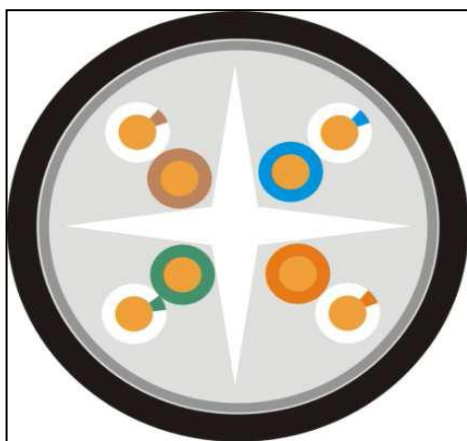


Figura 2.27 - Cabo de par cobre com estrela [s22]

No final da instalação, a rede deve ser testada de modo a garantir que a rede instalada respeita o projecto. Para este efeito deve ser verificado o disposto no quadro 2.11:

Quadro 2. 11- Ensaios para testar uma rede de cabo de par de cobre [s92]

Ensaio	Objectivo
Continuidade	Pretende testar a continuidade eléctrica dos condutores
Atenuação (dB)	Determinação da quantidade de energia perdida pelo sinal durante a sua propagação no cabo
NEXT - <i>Near End Cross Talk</i> (dB)	Deteção de possíveis induções electromagnéticas entre condutores
ACR - <i>Attenuation to Crosstalk Ratio</i> (dB)	Caracterização da relação atenuação/diafonia. Pode classificar a qualidade da ligação
Perdas por retorno (dB)	Determinação da perda de potência de um sinal.
Resistência de lacete (Ω)	Caracterização da resistência combinada de um par de cobre, como se ele estivesse em curto-circuito nas extremidades
Atraso de propagação (s)	Determinação do tempo que o sinal demora a propagar-se no cabo
Atraso diferencial (s)	Estipulação da diferença do atraso de propagação entre pares do mesmo cabo
PSNEXT - <i>Power Sum NEXT</i> (dB)	Somatório dos valores obtidos no ensaio NEXT de outros pares, que são recebidos num determinado par
PSACR - <i>Power Sum ACR</i> (dB)	Somatório dos valores obtidos no teste ACR de outros pares, que são recebidos num determinado par
FEXT (<i>Far End Cross Talk</i>) (dB)	Determinação da perda de sinal , que ocorre quando um sinal gerado numa extremidade de um par de cobre é recebido numa outra extremidade de um outro par de cobre

Cabo coaxial

Os cabos coaxiais são, de uma maneira simplificada, cabos dotados de um condutor revestido, de aparência bastante semelhante aos cabos de condução de electricidade. Das aplicações possíveis para este componente, a mais comum e conhecida será a sua utilização na condução do sinal de televisão.

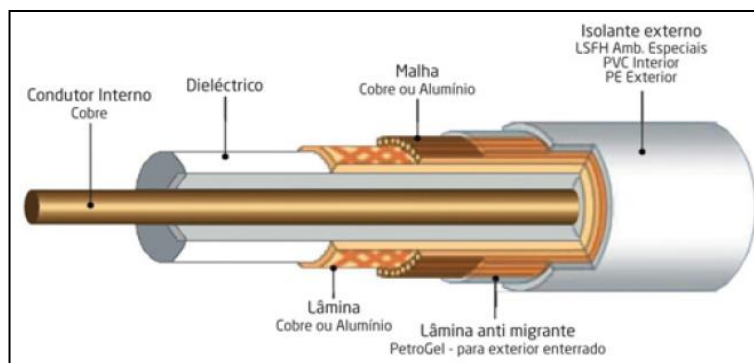


Figura 2.28 - Constituição de um cabo coaxial [15]

Como foi abordado anteriormente, uma rede de um edifício desta especificidade não pode ser constituído por componentes que comprometam as suas funcionalidades. Por isso só serão admitidos cabos que pertençam no mínimo à classe TCD-C-H. As características mínimas que o cabo deve apresentar estão descritas no quadro 2.12. [15]

Quadro 2.12 - Características mínimas de um cabo coaxial [15]

Características Eléctricas	Frequência (MHz)	Valor
Impedância	F=100	75Ω±3Ω
Perdas por retorno	5≤f<470	20dB
	470≤f<1000	18dB
	1000≤f<3000	12dB
Resistência máxima: condutor central + condutor externo		9Ω/100m
Mínima passagem de corrente admissível		0,5A
Atenuação de blindagem (EMC Classe A)	30≤f<1000	≥85dB
	1000≤f<2000	≥75dB
	2000≤f<3000	≥65dB
Cobertura do dieléctrico		≥70%
Velocidade de propagação		82%
Diâmetro condutor central		0,6mm a 1,7mm
Total de elementos coaxiais num cabo		≥1
Diâmetro exterior do cabo		≤12mm
Gama de temperatura		Instalação: 0°C a +50°C
		Funcionamento: -20°C a +60°C
Mínimo raio de curvatura durante a instalação		10 vezes o diâmetro externo
Mínimo raio de curvatura instalado		5 vezes o diâmetro externo
Marcação		Indelével
		Metro a metro
		Indicação do fabricante
		N.º do lote ou data de fabrico (semana e ano)

De maneira a obter a melhor solução possível devem utilizar-se cabos com bainha externa adaptada ao ambiente a que vão estar sujeitos (sistema igual aos cabos de pares de cobre). É recomendado que o projetista simplifique a gestão da cablagem adoptando, por exemplo, um sistema de cores por piso ou função.

Anteriormente foi apenas referido a classe mínima que o cabo pode ter, mas deve sempre que necessário utilizar-se um cabo de classe superior.

Para se poder obter uma rede coaxial funcional, deverão utilizar-se acessórios para melhorar a distribuição, reduzir as interferências e amplificar o sinal. [15]

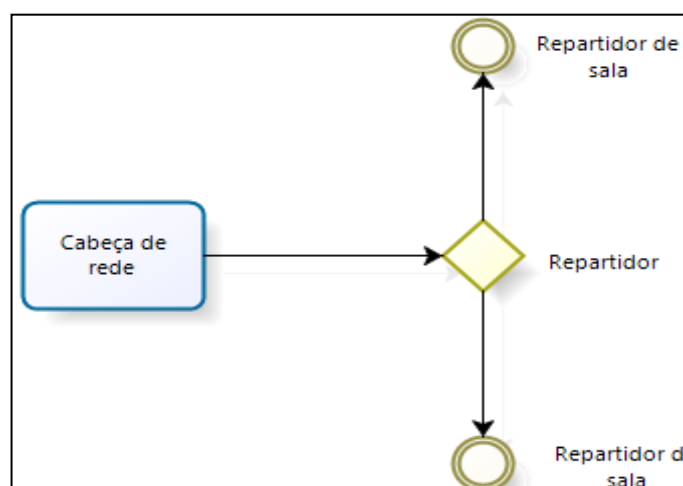


Figura 2.29 - Distribuição da rede de cabo coaxial

Tipicamente a rede é composta por:

Cabeça de rede: Este componente é incorporado na zona de recepção e distribuição do sinal, recebendo e amplificando o sinal.

Este aparelho divide-se em três graus, dependendo das funções que deve desempenhar. O sinal passará por pelo menos um aparelho de cada nível, sendo recebido pelo aparelho de grau 1 e em seguida passado pelo aparelho de grau 2 e por fim o de grau 3. O aparelho de grau 2 (ou amplificador de coluna) tem um papel de amplificar e regenerar o sinal que segue para o aparelho de grau 3 (amplificador). O sinal saído deste último aparelho, com funções semelhantes ao de grau anterior, vai directamente para as tomadas.

O quadro 2.13 descreve de forma resumida estes sistemas.

Quadro 2.13 - Graus de uma cabeça de rede [15]

Grau	Função
1	Tratamento dos sinais externos
	Modulação de sinais próprios (videovigilância, videoporteiro, canais de satélite livres, etc.) em Banda Lateral Vestigial (BLV).
2	Tratamento dos sinais externos, apenas recebidos via terrestre
	Modulação de sinais próprios (videovigilância, videoporteiro, canais de satélite livres, etc.) em Banda Lateral Vestigial.
3	Tratamento dos sinais externos, apenas recebidos via terrestre
	Modulação de sinais próprios (videovigilância, videoporteiro, canais de satélite livres, etc.) em Banda Lateral Vestigial.

Pré-amplificador: Aparelho geralmente utilizado na recepção de sinal via terrestre, caracterizado com a função de elevar os níveis de potência do sinal. É incluído na rede quando esta apresenta um nível de sinal inferior a 60dB μ V.

Amplificador: Componente de rede que, como o próprio nome indica, amplifica o sinal. Normalmente é distinguido em:

1. **Amplificador de banda larga selectivo:** Aparelho que tem a função de amplificar e filtrar o sinal recebido por antena terrestre. A filtragem possibilita a eliminação dos ruídos parasitas na rede.
2. **Amplificador monocanal:** Semelhante ao aparelho anterior, apenas apresenta uma capacidade de filtragem de perturbações maiores uma vez que trata apenas um canal.
3. **Amplificador de linha interior:** É utilizado para redes muito extensas e complexas, como no caso do *data centre*, divide-se em dois tipos o amplificador de coluna e de zona.

Processador: Este aparelho é instalado na cabeça de rede, apresentando como função central o processamento da frequência de entrada numa frequência intermédia e em seguida numa frequência de saída. Esta acção permite obter uma pureza espectral compatível com a cabeça de rede de nível 1 e permite estabilizar o sinal da rede.

Conversor: Componente embutido na cabeça de rede, que trata os sinais recebidos. Apesar do conversor e o processador servirem para o tratamento de sinal, o conversor não permite a conversão de todo tipo de frequências.

Modulador: Dispositivo instalado na cabeça de rede que permite gerar emissões próprias na rede, tais como emissões provenientes do sistema de videovigilância.

Quadro 2.14 - Características mínimas obrigatórias do modulador em função da cabeça de rede [15]

	Modulador associado a uma cabeça de rede nível 1 ou 2	Modulador associado a uma cabeça de rede nível 3
Modulação em Banda Lateral Vestigial	Obrigatório	Recomendado
Áudio Mono, Stereo Dual ou Stereo Nicam (norma 728)	Obrigatório	Obrigatório
Ajuste e regulação do nível de saída	Recomendado	Recomendado
Ajuste do volume de áudio	Recomendado	Recomendado
Sistema de distribuição de canais CCIR, PAL B/G	Obrigatório	Obrigatório
Possibilidade de gerar um sinal de teste	Recomendado	Recomendado

Repartidor simétrico de interior: Componente facultativo que divide o sinal simetricamente. Deve apresentar no mínimo as características: [15]

1. *Banda de frequências 5 – 2400MHz;*
2. *Impedância característica 75Ω;*
3. *Blindagem Classe A;*
4. *Passagem DC, 300mA mínimo, direccionada no sentido saída – entrada;*
5. *Isolamento RF entre saídas $\geq 20dB$;*
6. *Perdas de Retorno (Return Loss) de acordo com as especificadas;*
7. *Terminal de ligação de condutor de terra, mínimo 2,5mm²;*

8. *Possibilidade de ligação franca, garantido condutividade eléctrica e excelente fixação mecânica aos cabos coaxiais, para os quais se encontra dimensionado e aconselhado pelo fabricante;*

9. *Indicação:*

- *Do modelo;*
- *Da atenuação de inserção na banda de frequências de resposta;*
- *Do fabricante;*
- *Da entrada e das saídas.*

Repartidor assimétrico de interior: Aparelho em tudo semelhante ao anterior, difere pelo facto do repartidor assimétrico dotar uma ou mais linhas de sinal com maior potência. As características que deve apresentar são as mesmas referidas para o repartidor simétrico de interior.

Derivador de interior: Este aparelho tem a particularidade de além de repartir o sinal, garante a continuidade da linha com perdas mínimas.

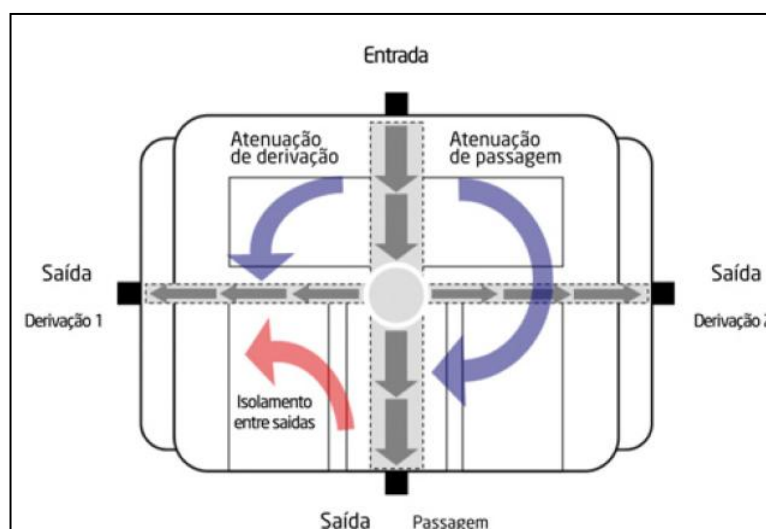


Figura 2.30 - Funcionamento interno de um derivador interior [15]

Comutador (*Multiswitch*): Aparelho que permite o acesso remoto via cabo coaxial, possibilitando a escolha da origem do sinal. Segundo o guia é caracterizado por: [15]

- *1 Entrada Terrestre passiva, 5 – 862MHz;*

- *4xN entradas de Satélite, 950 – 2150MHz;*
- *Alimentação local 230VAC ou alimentação remota via cabo coaxial;*
- *4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, ou mais saídas, onde se disponibilizam sempre os Sinais Terrestres em combinação com a polaridade de satélite seleccionada;*
- *Entradas de satélite seleccionadas independentemente, por cada uma das saídas, via cabo coaxial, através de comandos que respeitam as normas DiSEqC, DODECA, Unicable, ou outras;*
- *Entradas identificadas de acordo com um código de cores e designações;*
- *Saídas numeradas;*
- *Terminal de ligação de condutor de terra, mínimo 2,5mm²;*
- *Indicação do modelo e do fabricante;*
- *Impedância característica 75Ω;*
- *Blindagem Classe A;*
- *Perdas de Retorno (Return Loss) de acordo com as especificadas.*

Tomada coaxial de telecomunicações: Elemento terminal da linha. Pode apresentar várias formas, e ser combinada com outros tipos de rede presentes no edifício como as redes de cabos de par de cobre, neste caso são denominadas de telecomunicações mistas. Deve apresentar características compatíveis com as funções de a desempenhar.

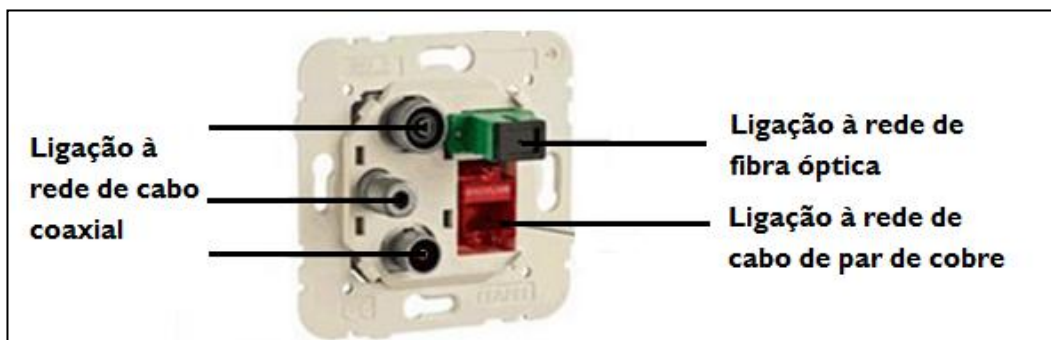


Figura 2.31 - Tomada de telecomunicações mistas [s48]

Conector: Para ser possível a interligação entre certos aparelhos é necessário utilizar conectores. Das soluções que o mercado oferece, a que se pode destacar pela sua frequente utilização é o sistema de compressão.

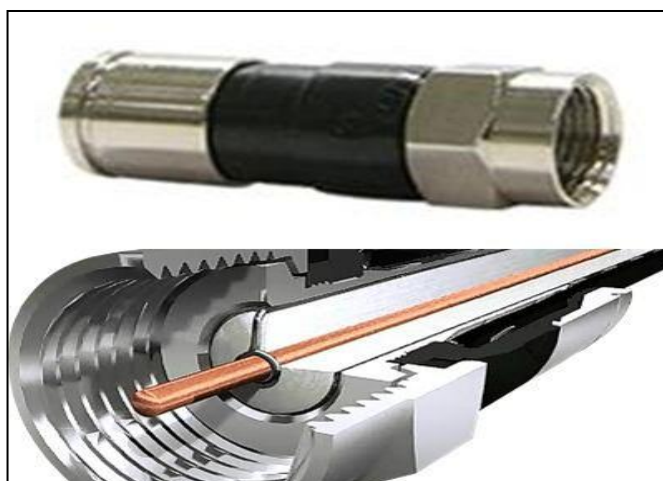


Figura 2.32 - Conector dotado de sistema de compressão [s49]

Cabo de fibra óptica

Os cabos de fibra óptica possibilitam realizar ligações a velocidades superiores, existindo menos interferências. Os cabos de fibra óptica devem respeitar sempre a EN 60794-1-1.

Quadro 2.15 - Estruturas tipo para cabos de fibra óptica [15]

Estruturas de Cabos de Fibra Óptica	
Designação	Características
<i>Tight Buffer</i>	As fibras são envolvidas num revestimento secundário de nylon ou polyester. Após este revestimento são combinadas com um elemento de tracção, que dotará o cabo com resistência mecânica, e o conjunto é revestido por uma bainha externa.
<i>Loose Tube</i>	Fibras contidas num tubo de diâmetro sobredimensionado, que isola as fibras das tensões externas. O tubo deverá conter um gel derivado de petróleo que proteja as fibras contra a humidade.
<i>Groove</i>	Fibras ópticas acomodadas numa estrutura interna do tipo estrela dotando resistência mecânica ao conjunto. Permite ainda um número muito maior de fibras por cabo.
<i>Ribbon</i>	As fibras são combinadas horizontalmente e revestidas por uma cobertura em plástico. Este conjunto é empilhado formando um cabo compacto de grande capacidade.

Os cabos que constituem a rede interior devem ser flexíveis e revestidos por um material termoplástico retardante à chama.

O projecto de redes de fibra óptica de um edifício deve expor de forma clara todos os seus constituintes: o tipo de repartidor geral de fibra óptica, os tipos de cabos a utilizar, a localização do armário individual de telecomunicações e pelo menos duas ligações entre a tomada e o armário individual de telecomunicações.

A constituição da rede colectiva de fibra óptica de um edifício engloba o repartido geral de fibra óptica, os cabos de distribuição e termina no repartidor de cliente de fibra óptica. Deve ser planeado pelo projectista um espaço para o alojamento de terminais de fibra óptica de pelo menos dois operadores. Para evitar problemas técnicos deve optar-se por ligações do tipo SC/APC. [15]



Figura 2.33 - Conector tipo SC/APC [S50]

Para um correcto dimensionamento da rede deve-se prever as perdas de informação que a linha terá. Para isso deverá utilizar-se a seguinte expressão:

$$PT = PC + PJ + PCB \quad (9)$$

Em que:

$$P_c = N \times A_{cm} + M \times A_{cc} \quad (10)$$

N – Nº de conectores pré-conectorizados ou manufacturados;

A_{cm} (dB) - Atenuação associada a cada conector manufacturado;

M – Nº de conectores conectorizados manualmente no local;

A_{cc} (dB) – Atenuação associada a cada conector mecânico e instalado manualmente em local.

Após a finalização da instalação da fibra deve-se proceder aos ensaios da rede. Deve-se verificar a atenuação real da rede, realizar os ensaios de perdas totais e de reflectometria.

O ensaio de perdas totais determina a atenuação da fibra óptica nos comprimentos de onda. Para este ensaio se realizar correctamente é necessário dispor de uma fonte de luz (emissor que produza ondas de comprimento compreendido entre 1310-1550nm) e um receptor óptico.

A fase prática do ensaio será feita em duas partes:

1. *Medição da potência óptica (em dBm) de referência (para cada um dos comprimentos de onda), que será injetada na fibra óptica;*
2. *Medição da potência óptica (em dBm) após a luz ter percorrido toda a fibra óptica sob ensaio.*

No final será verificado, por meio de cálculos, se a perda máxima admissível é verificada:

$$P_c = P_{conect} \times N_{conect} [dB] \text{ (Perda nos conectores)} \quad (11)$$

$$P_j = P_{junta} \times N_{juntas} [dB] \text{ (Perda nas juntas)} \quad (12)$$

$$P_f = P_{fibra} \times L_{total} [dB] \text{ (Perda na fibra)} \quad (13)$$

Sendo:

Nconect – número de conectores

Njuntas – número de juntas

Ltotal – comprimento total da ligação

O ensaio de reflectometria recorre ao equipamento *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) para determinar a velocidade com que o impulso se desloca, a largura de impulso e o tempo em que o impulso é enviado na fibra. [15]

O ensaio decorre segundo as seguintes etapas: [15]

1. *Configuração do equipamento*
2. *Preenchimento dos campos de identificação do ensaio a efectuar:*
 - *Identificação da ligação ou troço de fibra em ensaio.*
3. *Indicação dos parâmetros ópticos do OTDR:*
 - *IOR – Índice óptico de refacção – Este valor é dado pelo fabricante do cabo;*
 - *Pulse width - Largura de Impulso – Quanto menor for o comprimento de cabo a ensaiar, menor será o valor deste parâmetro.*
4. *Em caso de dúvida deve-se colocar este parâmetro no modo automático;*
 - *Distance Range – Comprimento da fibra a ensaiar – O valor deste parâmetro deve ser o mais próximo possível do total de fibra a ensaiar;*
 - *Tempo de medida – Quanto maior for este valor, melhor será a precisão do ensaio. Em caso normal utiliza-se um tempo médio de 10s;*
 - *Threshold (Splice Loss) – Limiar de atenuação- Colocar o menor valor de atenuação possível (- 0,01dB);*

-
- *Threshold (Return Loss) – Limiar de detecção de perdas de retorno-70dB (o limiar de detecção de Perdas de Retorno deve ser um valor maior que 60dB). Note-se que quanto maior for o valor, menor será o sinal de retorno;*
 - *Threshold (fiber end) – 10dB.*
5. *Conectar uma bobine de teste (no mínimo com 1000m), entre o OTDR e o conector da fibra a ensaiar, e iniciar o ensaio.*
 6. *Os ensaios devem ser executados nos seguintes comprimentos de onda:*
 - *Fibras Monomodo:*
 - *1310nm*
 - *1550nm*
 7. *Analisar os resultados obtidos e guardar o ensaio.*
 8. *Em caso de se detectar algum valor diferente do esperado, deve-se analisar pormenorizadamente o ensaio e corrigir a anomalia detectada. Se esta anomalia não for de fácil resolução, deve-se anotar a mesma para posteriormente se tomarem medidas correctivas.*
 9. *Deve verificar-se se todos os ensaios foram gravados.*

2.4.7 Bastidores

Os bastidores ou *racks* são estruturas semelhantes a armários metálicos que dispõem de um sistema tipo gavetas para instalação de servidores.

Os servidores são elementos terminais que podem desempenhar várias funções tais como: [s52] [s53]

1. Servidor de arquivos:

-
- Permite armazenar arquivos.
2. **Servidor de sistema operacional:**
- Possibilita a partilha do sistema operativo entre computadores.
3. **Servidor web:**
- Componente onde são armazenados as páginas de internet.
4. **Servidor de e-mail:**
- Ponto de armazenamento, envio e receção de e-mail.

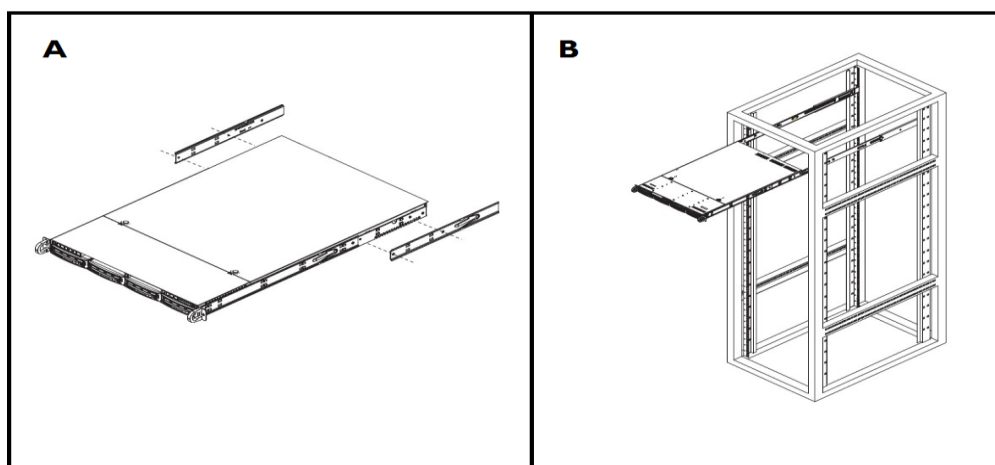


Figura 2.34 - A: Montagem das calhas no servidor; B: Montagem do servidor no bastidor
[s51]

As características dos bastidores são bastante variáveis, por isso a sua escolha deve recair sobre as características da sala onde vão ser alojados (*Equipment Distribution Area*).

A organização da disposição destes equipamentos permite, em caso de avaria, identificar o problema e qual o bastidor que é afectado. Deve-se optar por um sistema de coordenadas em cada divisão de alojamento, devendo-se identificar cada bastidor com a sua coordenada, por exemplo pode-se utilizar a coordenada do canto inferior esquerdo ou direito desde que o critério seja constante. [s21]

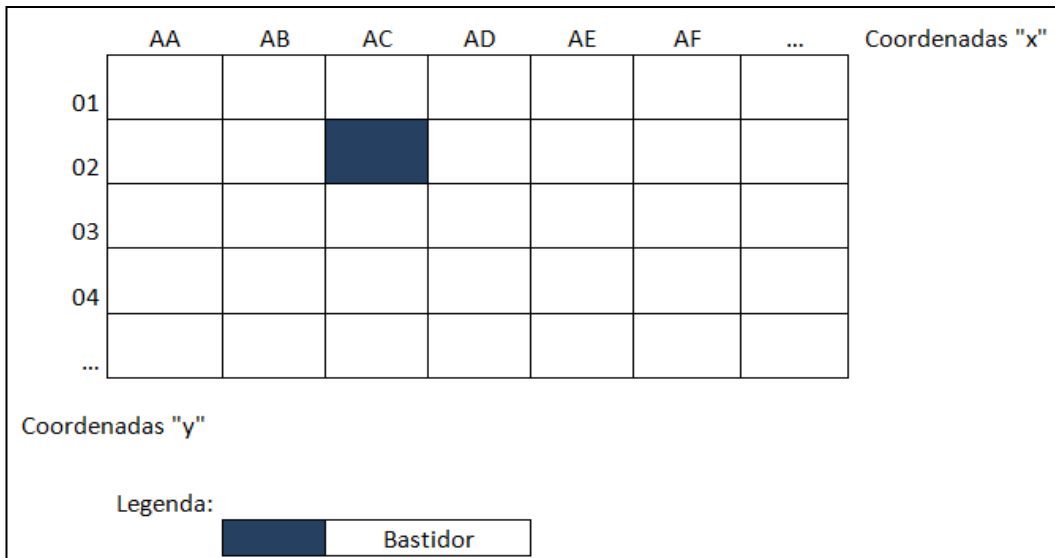


Figura 2.35 - Organização de uma sala de bastidores [adaptado s21]

Como estes equipamentos são fortes emissores de calor a sua disposição deverá ser segundo um sistema de corredores quentes e frios. Este sistema tem o seguinte princípio: uma vez que os servidores possuem ventoinhas próprias, serão dispostas de maneira a que aspirem o ar do corredor frio (dotado de grelhas no pavimento para a libertação de ar frio) e enviem esse ar para um corredor de ar quente. Como o ar quente tem tendência a subir (devido à menor densidade molecular) será aspirado pelo sistema de climatização central do *data centre*. [s21] [s22]

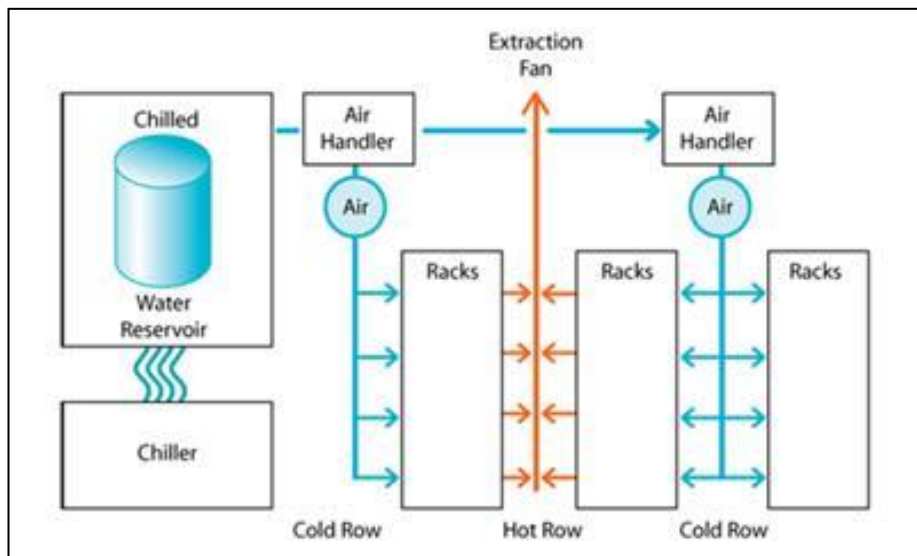


Figura 2.36 - Sistema corredor de ar quente - corredor de ar frio [s54]

2.5 Programa base tipo

Para uma melhor compreensão sobre o tema será anexada ao presente documento uma planta tipo em que serão consideradas as indicações referidas nos capítulos anteriores.

Numa fase muito preliminar o planeamento de um futuro *data centre* deve recair segundo as seguintes premissas:

1. Localização:

- Deverá optar-se por zonas climáticas frias e isoladas como referido anteriormente;
- Possibilidade de expansão do *data centre*.

2. Condições:

- Modo de entrega, montagem e manutenção de equipamentos de grandes dimensões;
- O nível de *TIER* a atingir;
- Disponibilidade da rede de dados e voz no local de implantação.

3. Quantificação:

- Das necessidades do sistema de climatização;
- O consumo e a potência eléctrica necessária;
- Número de servidores a alojar.

No programa base tipo em anexo optou-se por dotar o edifício de um muro exterior, tendo apenas uma única entrada controlada por um segurança. Este segurança irá dispor de uma zona de trabalho própria, a portaria. Na portaria será permitida a entrada ou não de pessoal exterior, a interacção entre pessoal exterior e a vigilância será feita através de uma pequena janela de vidro blindado a projecteis de armas de fogo. Após ser cedida a entrada será ainda feito um segundo controlo à entrada do próprio *data centre*.

O *data centre* é constituído por um *entrance room*, um *distribution room*, um *zone distribution area* e por uma zona de monitorização. Estes espaços são os constituintes básicos que um *data centre* deve ter, estando o acesso ao *entrance room* isolado ao acesso dos restantes espaços, pois é nesta sala que se encontram os equipamentos da operadora. Assim quando for necessário algum tipo de manutenção, os funcionários da

operadora não terão acesso às restantes salas. Este edifício prevê apenas uma redundância a nível do fornecimento de energia eléctrica, que será feita por um grupo de geradores instalados num anexo. A opção pela instalação do grupo de geradores fora do edifício deve-se a uma medida de segurança, evitando assim a passagem de tubagem com produtos petrolíferos entre os geradores e o depósito de combustível, que estaria sempre localizado exteriormente.

A necessidade de conceber um edifício altamente seguro é facilmente perceptível, por isso uma das medidas comuns será cada sala constituir uma zona corta-fogo para evitar o alastramento do incêndio. Para esse efeito deve-se optar por soluções que garantam a estanquidade da sala, denominadas sistemas de protecção activa e passiva. Estes sistemas constituem protecções passivas a: [s94]

1. Conduitas de ar:

- Revestimento com argamassa fibrosa composta de ligantes tipo cimento, cargas refratárias e fibras minerais;
- Construção da conduta com painéis compostos de silicatos de cálcio e fibras.

2. Esteira de cablagem:

- Construção da conduta com painéis compostos de silicatos de cálcio;
- Revestimento com material intumescente.

3. Madeiras:

- Imersão em líquidos impregnantes;
- Aplicação directa de tintas ou vernizes intumescentes.

4. Elementos em betão:

- Aplicação à superfície de placas de silicato de cálcio e lã mineral.

5. Paredes e tectos:

- Pintura intumescentes;
- Painéis de fibrosilicato.

A estanquidade mínima segundo a regulamentação em vigor é de 60 minutos, mas é preferível optar por soluções que garantam uma resistência de 120 minutos.

As paredes exteriores devem constituir uma barreira de segurança capaz de proteger o edifício de ameaças exteriores, mesmo as mais improváveis como uma explosão (atentado terrorista por meio de uma bomba), um impacto de veículos ou um ataque por armas de fogo.

Para garantir um efeito de parede blindada poderá optar-se um sistema *safety wall*. Este sistema é constituído por perfis de aço galvanizado, fixados inferiormente e superiormente, com parafusos ou chumbadores. Em seguida monta-se superior e inferiormente chapas (com desenvolvimento horizontal) para, por fim, serem fixadas chapas de aço intercaladas com chapas de gesso acartonado de 12,5mm de espessura. Este sistema garante protecção até um calibre de 7,62 mm. [s95]

Em alternativa ao referido anteriormente poderá optar-se por uma fachada envidraçada. Aplicando vidro blindado não deverá ser necessário a aplicação de outra barreira.

As paredes exteriores do edifício deverão ser dotadas de uma parede em betão armado com capacidade de resistir ao choque ou explosão. As acções a considerar deverão estar de acordo com EN 1991-1-7. Nesta regulamentação as construções são discriminadas em 3 classes, sendo considerado um *data centre* de classe cc3, pois pretende-se evitar acções que destruam ou prejudiquem o funcionamento do mesmo. Numa classe deste risco as análises devem ser feitas através de modelos dinâmicos ou métodos equivalentes. [24]

Todas as janelas e vidros exteriores têm de ser blindados.

Quadro 2.16 - Forças de impacto [adaptado de 24]

Caracterização do tipo de tráfego	Força de impacto segundo a direção de tráfego (F_{dx}^a) [kN]	Força de impacto segundo a direção perpendicular ao sentido de tráfego (F_{dy}^a) [kN]
Autoestradas, estradas nacionais e vias rápidas	1000	500
Estradas nacionais em zonas rurais	750	375
Estradas e ruas em zonas urbanas	500	250
Parques de estacionamento:		
Veículos ligeiros	50	25
Veículos pesados	150	75

Apesar da improbabilidade de ocorrência, pode ainda ser estudada a hipótese de uma tentativa de furto através de meios aéreos (helicóptero). Por isso, poderá ser necessário considerar o efeito de aterragem no edifício (caso a edificação disponha de uma cobertura plana). Para estimar este efeito deverá recorrer-se à expressão:

$$F_d = C\sqrt{m} \quad [15]$$

Sendo:

C: 3 kN kg^{-0,5};

m: massa do helicóptero.

Durante o cálculo deverá ser considerado uma área de impacto de 2 metros por 2 metros. [24]

Efeito de explosão

A explosão é uma acção que afecta toda a estrutura do edifício, pois quando um explosivo é detonado nas proximidades liberta ondas de energia que provocam pressões sobre toda a estrutura. Como esta acção desenvolve uma resposta altamente dinâmica e inelástica deve-se recorrer a um modelo de estudo de múltiplos graus de liberdade. Este modelo permite prever o movimento vibratório da estrutura de uma maneira mais rigorosa e deve ser desenvolvido num *software* que permita estimar a resposta dos materiais como um conjunto. Desta maneira poderá obter-se uma solução mais segura e económica. Grande parte da dissipação de energia será feita através da capacidade de deformação dos materiais, que depende não só da natureza dos materiais mas também da própria geometria.

Para as lajes do edifício existe um perigo acrescido que durante uma explosão ocorra punçoamento e perda de capacidade resistente. Para contornar esta situação deve-se optar por encurtar o comprimento da laje, melhorando assim a resistência às tensões tangenciais. No caso de existir janelas e paredes exteriores danificadas, a acção da explosão irá provocar uma acção sobre a forma de carga distribuída na face inferior da laje (acção contrária ao sentido da gravidade), o que poderá levar a incorporar na laje armaduras adicionais.

Os pilares devem apresentar um comportamento dúctil e resistir à acção combinada da carga axial e do deslocamento lateral.

Dependente do nível de segurança a que se pretende obter, poderá ainda ser dotado ao edifício a capacidade de resistir mesmo existindo o colapso de um pilar exterior, deste modo protege-se os utentes do edifício e todo o equipamento nele instalado. [s96]

Em suma, um edifício apresenta características suficientes para resistir a uma explosão quando os seus constituintes e ligações apresentam capacidade de deformação suficiente para dissipar as ondas de energia, sem ocorrer ruptura nas ligações entre elementos.

Aparentemente elementos simples, como as paredes de um *data centre*, requerem um cuidado acrescido, pois para além de constituírem uma medida de segurança devem garantir baixas trocas térmicas entre o ambiente interior e exterior de modo a evitar grandes amplitudes térmicas.

Um dos grandes problemas deste tipo de construções é a sua elevada dependência dos sistemas de climatização, que têm grandes consumos energéticos. Para melhorar a eficiência das mesmas será previsto a adopção de um sistema pouco utilizado: parede de tijolo exterior, parede resistente de betão e parede de tijolo interior.

Devido às características estruturais que o edifício tem que oferecer, deve-se optar por utilizar uma parede resistente em betão. O betão é um material que apresenta um coeficiente de transmissão térmica superior ao tijolo, aumentando as trocas térmicas entre o exterior e o interior. Para contornar esta situação é prudente envolver todos os elementos em betão (pilares, vigas e paredes resistentes) com uma parede de tijolo dotada de caixa de ar e material isolante.

A parede exterior além da função de barreira térmica permite, se necessário, colocar janelas fechadas interiormente pela parede resistente.

Interiormente será ainda prevista outra parede para reforçar e impedir as trocas térmicas, além de ser uma barreira adicional em caso de incêndio (a estrutura do edifício nunca será exposta ao fogo).

Quadro 2.17 - Valores de coeficiente de transferência de calor para 5 cm de material isolante térmico [adaptado de 5]

Caracterização do tipo de tráfego	Força de impacto segundo a direção de tráfego (F_{dx}^a) [kN]	Força de impacto segundo a direção perpendicular ao sentido de tráfego (F_{dy}^a) [kN]
Autoestradas, estradas nacionais e vias rápidas	1000	500
Estradas nacionais em zonas rurais	750	375
Estradas e ruas em zonas urbanas	500	250
Parques de estacionamento:		
Veículos ligeiros	50	25
Veículos pesados	150	75

3. Sistemas automáticos

3.1 Sistemas de Segurança Física

A segurança física de um *data centre* é um dos pontos chave do edifício na protecção de dados, por isso deve ser devidamente planeado.

A importância da protecção de dados é de tal ordem, que, se certas informações forem acedidas (fisicamente ou virtualmente) por uma organização criminosa esta pode obter informações suficientes para realizar ataques terroristas bem-sucedidos, aceder a contas bancárias, obter informação confidencial de sistemas de defesa ou de infra estruturas vitais. Para tentar evitar que tais acções ocorram deve-se planear um rigoroso controlo de acessos ao edifício (a abordagem sobre o acesso ilícito através da rede não será abordado neste documento por se desviar dos objectivos do mesmo).

Apesar de ser fundamental a adoção de medidas de segurança, deverá sempre ter-se presente que todos os sistemas são falíveis, pois a sua eficiência depende do pessoal que opera no *data centre*.

Durante a selecção e contratação dos recursos humanos é fundamental contratar pessoal competente, com as devidas habilitações, sem registo criminal e que revelem consciencialização sobre a importância do papel da segurança contra terceiros num *data centre*.

A consciencialização do pessoal deve ser o resultado de uma formação específica, onde devem ser abordados temas como: [16]

- Gestão de pessoal;
- Sistemas de segurança;
- Situações de emergência e simulacros.

O sistema de segurança deverá ter vários de níveis, que deverá ter desde a zona comum a zonas altamente restritas.

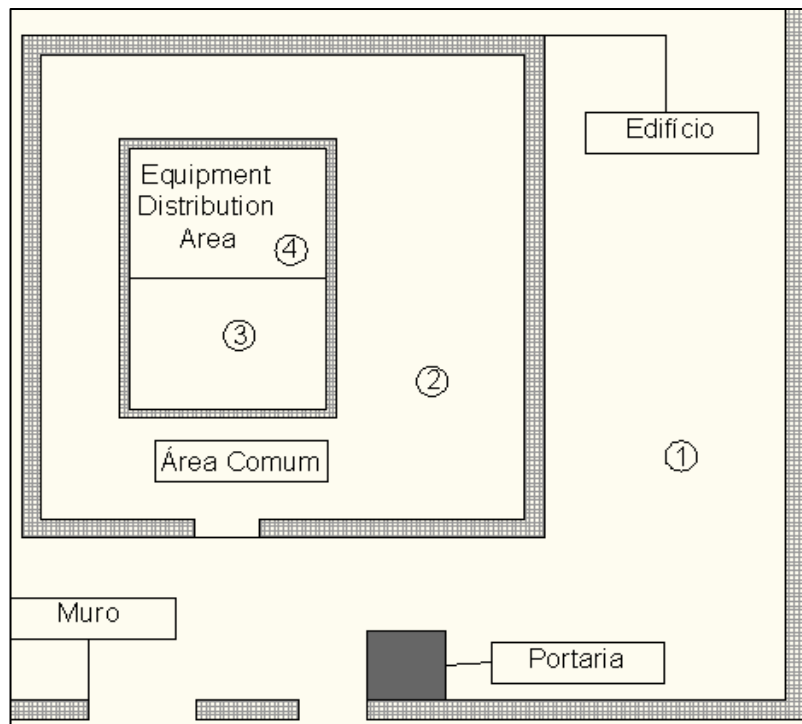


Figura 3.1 - Aumento do nível de segurança em função da zona [adaptado de s55]

A figura 3.1 demonstra isso mesmo, definindo 4 níveis diferentes de segurança. Este sistema permite simplificar e evitar que pessoas estranhas ao serviço acedam, por exemplo, ao *Equipmente Distribution Area*. Deverá prever-se a utilização de cartões de identificação discriminando o utente do edifício por categoria: funcionário, fornecedor, prestador de serviço ou visitante e ainda adoptar um sistema que impeça a entrada de visitantes e fornecedores em zonas restritas, como é o caso de fechaduras eléctricas acionadas por cartão magnético, impressão digital (biométricas) ou apenas código. [s55] [16]

A primeira barreira de segurança que um *data centre* deverá ter será o muro, esta medida permite restringir e controlar as entradas e saídas tanto de pessoas como de viaturas. As zonas de entrada/saída devem constituir um sistema de controle, onde deve existir um sistema de identificação de visitantes. Este sistema possibilita a captura de imagem, biometria e ainda permite a emissão na hora de um cartão de identificação do visitante. [s57]



Figura 3.2 - Sistema de identificação de visitantes [s57]

No recinto exterior do edifício é fundamental adotar um sistema de videovigilância que registre todas as actividades. O sistema será constituído por um gravador (ligado em rede com um servidor de arquivos) e por um conjunto de câmaras fixas e móveis, policromáticas e de alta resolução, que deverão estar interconectadas ao sistema de detecção de intrusão (por ex. por micro ondas ou feixes hertzianos) e de controlo de acessos. O circuito fechado de televisão a instalar deve ser de vídeo analítico, capaz de emitir alarme no caso de registo de qualquer alteração da parametrização pretendida (por ex. alarme em caso de objecto suspeito, de um indivíduo em zona restrita, etc). Também deverá estar no interior do edifício, para que deste modo sejam registadas todas as acções desenvolvidas. A vantagem deste sistema passa pela possibilidade de ser dotado de um software de análise inteligente de vídeo, que detecta movimentos e notifica essa informação através de SMS, MMS, correio electrónico ou pode mesmo acionar a sirene e as entidades policiais em tempo real. [s56] [s61]

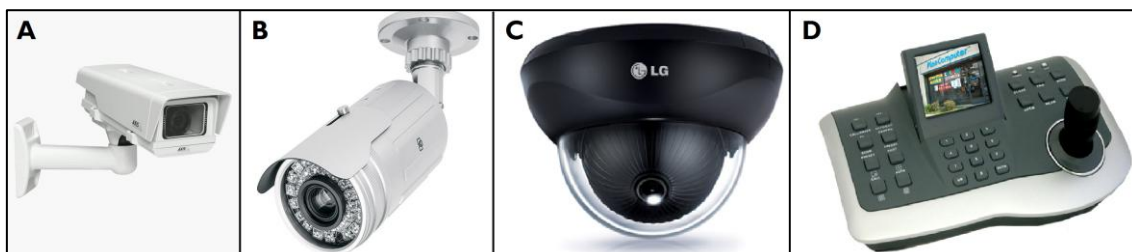


Figura 3.3 - A: Câmara exterior fixa; B: Câmara dotada de um sistema de infravermelhos; C: Câmara dome; D: Controlador de câmara para controlo remoto. [s62] [s63] [s64] [s65]

O mercado oferece vários tipos de câmaras, sendo a sua escolha feita em função do ambiente (exterior ou interior), da resolução e da necessidade da câmara se movimentar evitando ângulos mortos. [s61]

Para o controle de acessos deverá utilizar-se um sistema constituído por uma central de controlo de acessos, um leitor de controlo de acessos e fechadura eléctrica. A central deverá registar todas as entradas e saídas, impedir entradas não autorizadas e reentradas. O leitor de controlo de acessos normalmente é um sistema de introdução de código secreto, leitura de um cartão magnético/chip ou através da biometria. Os sistemas podem ainda ser combinados entre si. [s58] [s59]



Figura 3.4 - A: Sistema de código secreto; B: Sistema biométrico; C: Sistema de leitura de um cartão magnético/chip [s60] [s66] [s67]

A central de controlo de acessos deverá estar ligada a uma segunda central de detecção de intrusão, que em caso de ocorrer uma abertura anormal de uma porta (forçada, abertura das caixas das unidades leitoras ou ainda se tiver aberta durante demasiado tempo) deverá acionar o alarme e registar o piso, a porta, a data e hora da ocorrência.

Deverá ainda ser definida uma correcta ordem de abertura de portas temporizadas. Toda a informação presente na central deve estar protegida contra acessos não autorizados. [10]

Em caso de falha de alimentação energética o sistema deve ser alimentado por uma fonte de energia alternativa que, garanta a operacionalidade do sistema durante um mínimo de 8 horas. [10]

Além do sistema de videovigilância (ou em alternativa/complemento) deverá utilizar-se um sistema de detecção de intrusão. Este sistema é constituído por uma central, por contactos magnéticos de proximidade, por detectores volumétricos (ultrassons), barreira de infravermelhos e ainda detectores de sismos. [10] [s68]

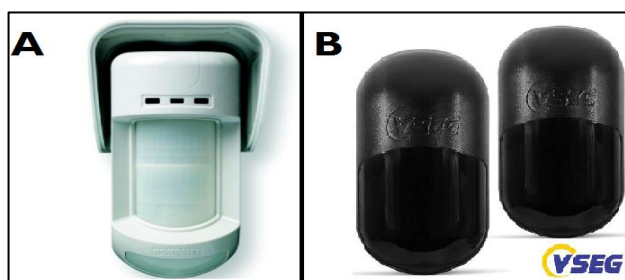


Figura 3.5 - A: Detector volumétrico; B: Barreira de infravermelhos [s69] [s70]

A central deverá conter: [10]

1. Uma sirene;
2. Fonte de alimentação energética alternativa que garanta no mínimo o seu funcionamento e dos detectores durante 24 horas;
3. Protecção contra acesso não autorizado;
4. Sistema de transmissão à distância para a central da P.S.P.

O detector volumétrico é um aparelho com capacidade de detectar um movimento numa determinada área. [s71] O princípio está demonstrado na figura 3.6 - A.

A barreira de infravermelhos é um sistema constituído por um emissor e receptor, que quando o sinal é interrompido informa a central. Pode ser aplicado no cimo do muro exterior, desta maneira aplica-se uma barreira praticamente indetectável a olho nu.

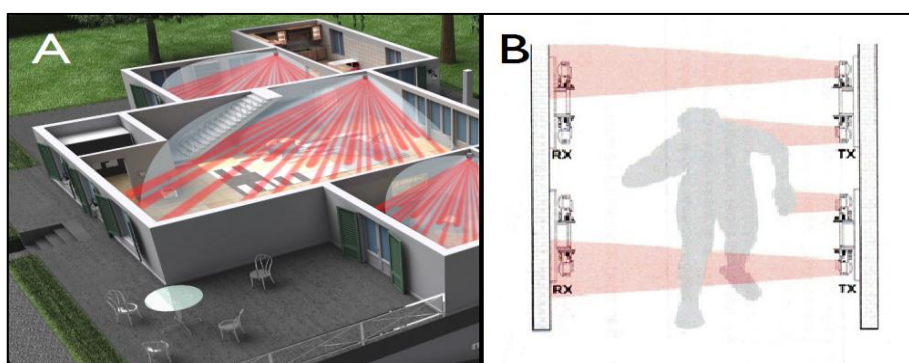


Figura 3.6 - A: Funcionamento do detector volumétrico; B: Funcionamento de uma barreira de infravermelhos [s72] [s73]

3.2 Sistemas de climatização

Os requisitos de um *data centre* em relação a este sistema são específicos, uma vez que todo o bom funcionamento e durabilidade dos componentes dependem deste. O grau mínimo de redundância deste componente é definido em função da classe *TIER* que se pretende obter, sendo recomendado pelo menos a redundância de $N + 1$. Em caso de avaria deve-se prever algum sistema de alarme, pois o funcionamento de componentes electrónicos a temperaturas não recomendadas pode danificá-los irreversivelmente. [10]

As temperaturas que o sistema deve garantir são: [6]

1. **Temperatura ambiente** dentro do intervalo 18 a 22°C;
2. Humidade relativa entre 50 e 60%;
3. Ponto de orvalho máximo: 28°C.

Os sistemas de climatização para além de proporcionarem temperaturas favoráveis ainda apresentam uma função filtrante de poeiras e partículas suspensas no ar, prejudiciais ao funcionamento de todos os componentes electrónicos. [s75]

A escolha deste sistema deve ser compatível com a arquitectura do edifício, com as necessidades do edifício e com a localização do mesmo. A localização pode proporcionar a aplicação de sistemas de *free cooling*. O princípio aplicado neste sistema passa pelo aproveitamento da baixa temperatura do ar exterior para auxiliar o arrefecimento de água (nos sistemas de arrefecimento a água), proporcionando uma redução no consumo energético significativo. [s74] [s75]

Um sistema de refrigeração é constituído por um sistema de protecção ao calor, equipamentos de refrigeração e produtores de carga térmica (como os aparelhos informáticos). Os sistemas de climatização normalmente utilizados são: [10] [s74] [s77] [s79] [s80]

1. **Chillers:** fazem o arrefecimento da água que servem as unidades terminais;
2. **Dry coolers:** fazem o arrefecimento da água que servem as unidades terminais;
3. **Unidades de CRAC:** aparelho que monitoriza e mantém a temperatura, a distribuição de ar e humidade;
4. **Humidificadores:** gerador de vapor;

5. Ventiladores e equipamentos semelhantes.

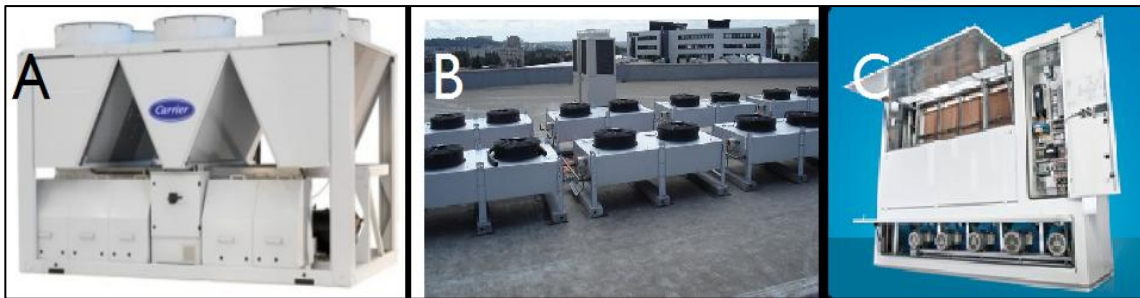


Figura 3.7 - A: Chillers; B: Drycoolers; C: Unidade CRAC [s79] [s81] [s82]

As necessidades de climatização devem ser estimadas com base na carga térmica produzida pelos equipamentos informáticos (valor igual à potência eléctrica absorvida), pelos equipamentos de iluminação e pela presença humana. À partida poderá parecer favorável ter um sistema sobredimensionado, mas à que ter em conta que o desperdício energético será significativo.

O sistema deve estar sempre disponível (24 horas por dia). [s74]

Dentro do *computer room* existem vários espaços em que se deve garantir as condições de climatização seguintes, em ambiente de sala: temperatura entre 18 °C e 22 °C, grau de humidade de cerca de 50 a 60 %. No entanto, o *equipment distribution area* apresenta uma estratégia diferente à comum por isso irão ser descritas as soluções para esta área, no entanto deverá sempre existir um planeamento rigoroso nas restantes áreas em que a configuração a adotar é semelhante à de um escritório.

Para uma maior eficiência, deve-se adotar um sistema semelhante ao descrito no subcapítulo 2.4.7 em que se prevê a adoção da utilização de corredores quentes/frios.

De modo a melhorar a eficiência deste sistema pode-se utilizar barreiras físicas que separem os corredores de ar quentes dos de ar frio e evitar concentrar os bastidores de maior potência instalada, devendo optar-se por distribuí-los uniformemente. [s76]

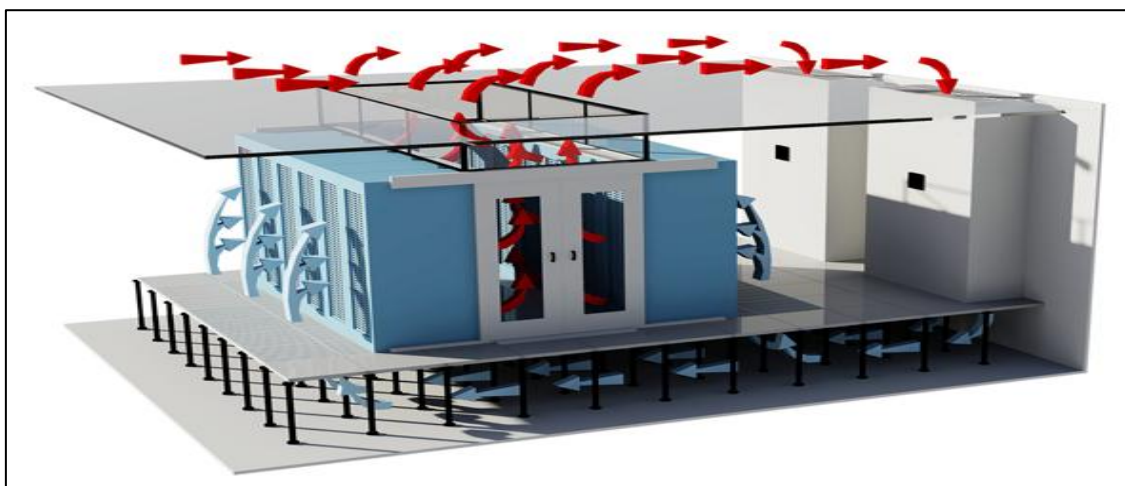


Figura 3.7 - Funcionamento do sistema de climatização com corredores de ar quente isolados [s78]

O sistema de climatização normalmente utilizado no *equipment distribution area* é constituído por uma unidade CRAC que através de condutas instaladas no pavimento falso sobrelevado fornece ar frio aos bastidores. O ar quente, devido à sua menor densidade molecular, sobe normalmente, sendo recolhido pelo CRAC. [s74]

No caso de existir uma grande potência instalada poderá ainda utilizar-se um sistema complementar de unidades de refrigeração locais indiretas como ilustrado na figura 3.9.

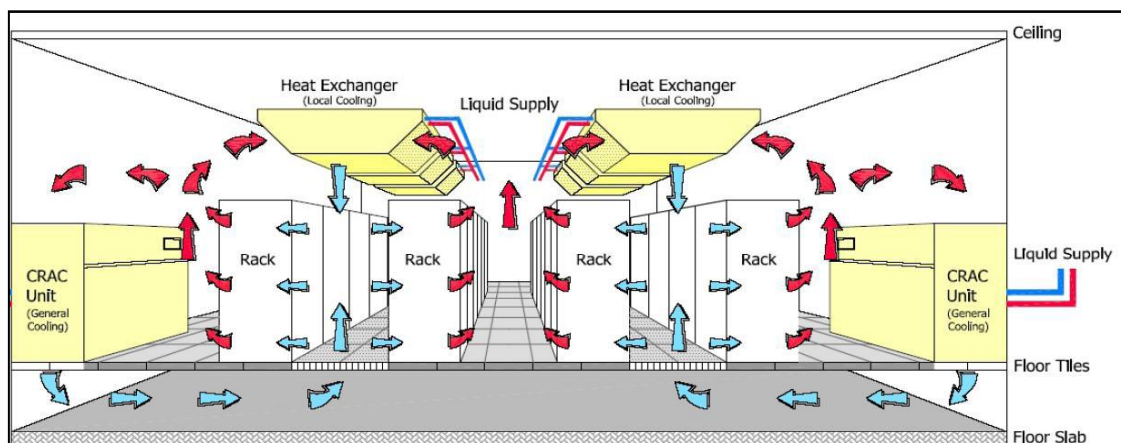


Figura 3.8 - Sistema de climatização com unidades de refrigeração locais indiretas [s74]

No caso de o pavimento não ser do tipo falso sobrelevado o sistema de climatização terá de ser adaptado à sala, mas devido às semelhanças em relação ao sistema comum

considera-se apenas uma variação do sistema anterior. Neste caso o ar frio é conduzido por tubagem instalada no tecto.

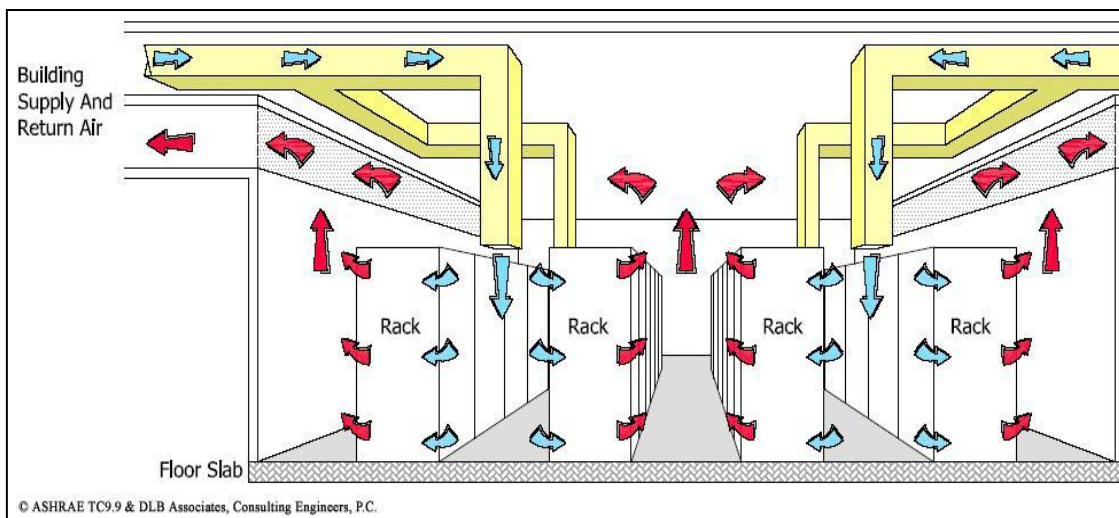


Figura 3.9 - Sistema de climatização em sala sem pavimento falso sobrelevado [s74]

O ar frio é distribuído no bastidor por acção de ventiladores. Pode apresentar algumas variantes em função do fabricante, em seguida tipifica-se duas soluções.

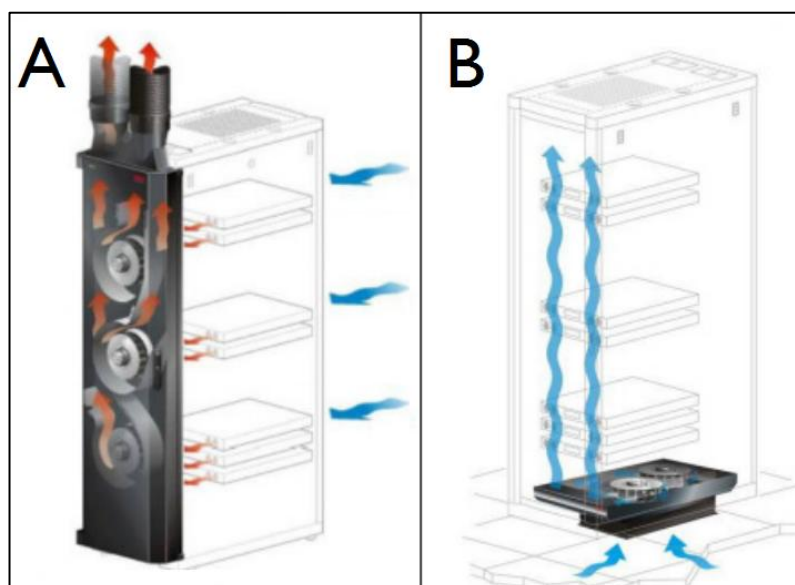


Figura 3.10- A: Bastidor dotado de dutos de exaustão; B: Bastidor instalado sobre uma base de piso especial dotada de ventiladores [s76]

Em alternativa aos sistemas de ar pode-se utilizar um sistema de arrefecimento a água que apresenta uma eficiência muito superior em relação aos sistemas de ar. Tal como no sistema anterior existem várias soluções para a este sistema, estando o princípio de funcionamento descrito na figura 3.12.

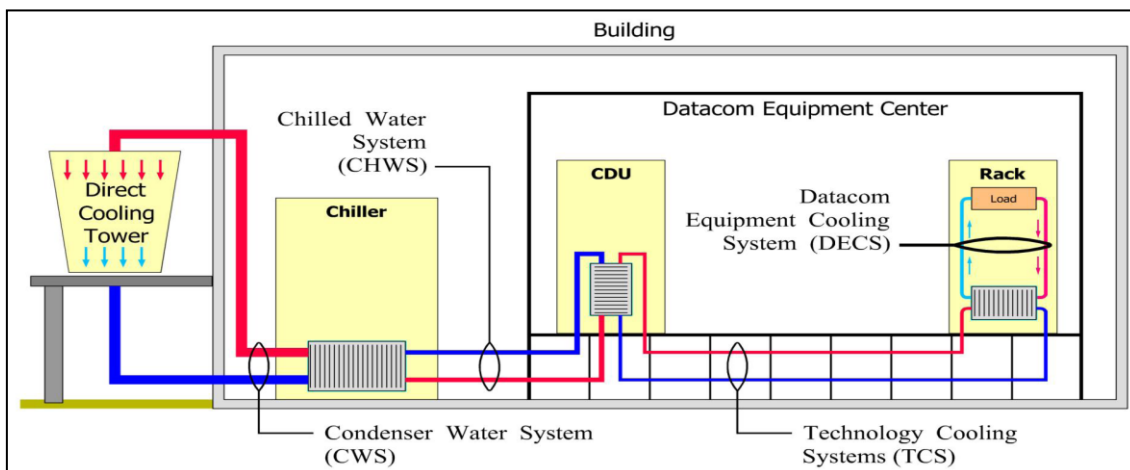


Figura 3.11 - Sistema de climatização a água [s74]

Em alternativa poderá ser adotado um sistema misto entre o sistema de climatização a frio e a quente (figura 3.13).

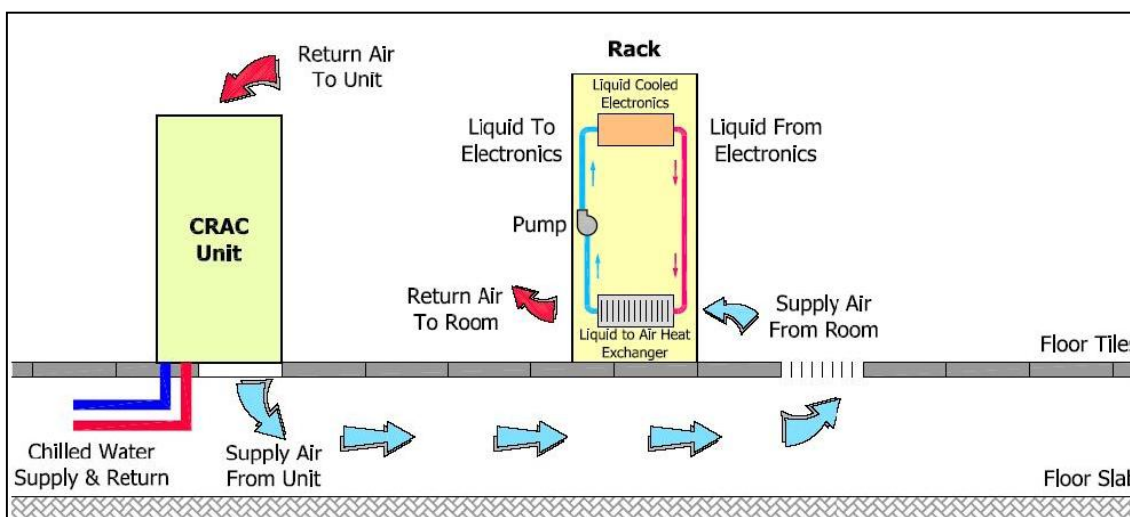


Figura 3.12 - Sistema de climatização misto [s74]

Por precaução em caso de falha e para redução de custos, em *data centres* importantes, o sistema de climatização é duplo:

-
- A água – sistema a 4 tubos (água quente e fria, ida e retorno) sendo a água fria produzida em unidades centrais de grande potência (*chillers*). A temperatura da água é regulável, mas em geral adopta-se 7°C à saída dos *chillers*
 - A ar – utilizando a insuflação de ar do exterior para trocas térmicas com o ambiente do interior do *data centre*.

3.3 Sistemas automáticos de detecção e extinção de incêndios

O sistema automático de detecção de incêndios é um componente obrigatório num *data centre*, um vez que tem a capacidade de identificar a fase preliminar de um incêndio sem auxílio externo (acção humana). O sistema tem a capacidade de accionar o alarme, alertar os bombeiros e ainda activar sistemas e equipamentos de segurança (fechar portas corta-fogo, selar as condutas de ar condicionado, actuando os registos corta fogo e desligar elevadores). [s83]

Normalmente a constituição deste sistema passa pelos seguintes componentes: [s83]

1. *Actuação Manual: botões de alarme;*
2. *Actuação automática: detectores de incêndio;*
3. *Centrais e quadros de sinalização e comando;*
4. *Sinalizadores de alarme restrito;*
5. *Difusores de alarme geral;*
6. *Transmissão automática do sinal ou mensagem de alerta;*
7. *Telefones para transmissão manual do alerta;*
8. *Dispositivos de comando de sistemas e equipamentos de segurança;*
9. *Fontes locais de energia de emergência.*

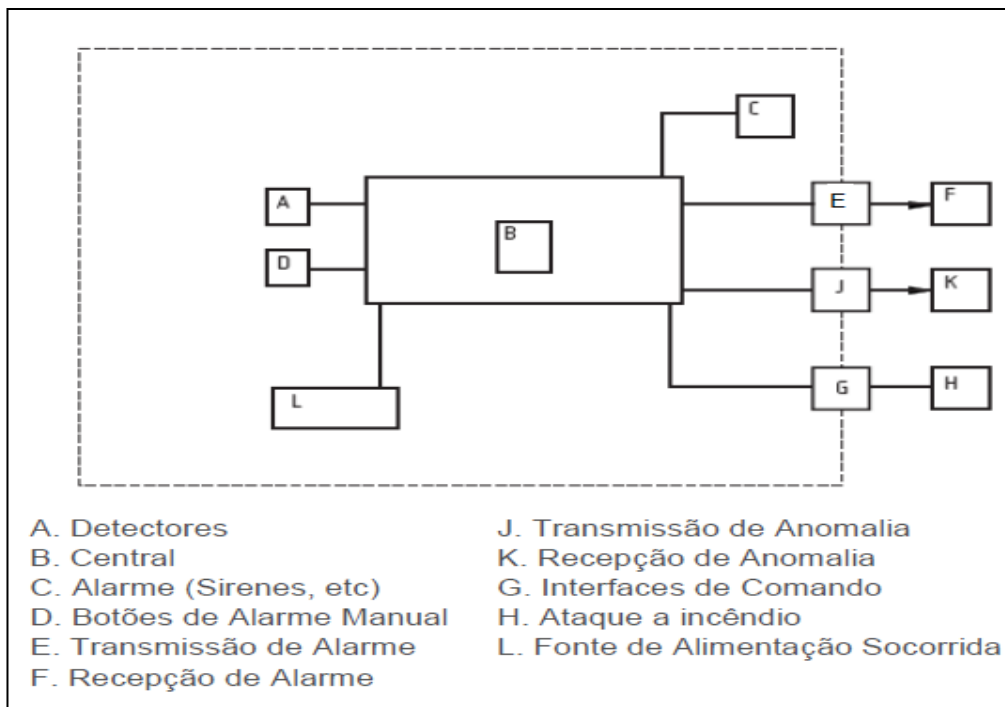


Figura 3.13 - Esquema de um sistema automático de detecção de incêndios [s83]

Devido à importância do edifício em causa é esperado que estejam sempre presente funcionários na central de segurança, por isso o pré-alarme deve inicialmente avisar a

segurança de que foi detectado uma anomalia num determinado local. O segurança deve dirigir-se a esse local e verificar se se trata de fogo ou de falso alarme (poeiras no ar, fumo de cigarro, por ex.). Se se tratar de falso alarme inibe a central de incêndio e repõe o sistema actuando na gestão da central. Se estiver um incêndio em evolução, tenta apagá-lo por meio de extintores portáteis. Caso não consiga extinguir o fogo, passa-se de pré-alarme a alarme e então soará o alarme sonoro, ocorrendo a evacuação do edifício. Em simultâneo com o alarme sonoro, é enviado sinal para os bombeiros mais próximos. [s83]

O alarme deve ter a capacidade de produzir um som audível em toda a área do edifício para deste modo os utentes serem avisados que é necessário evacuar o edifício. O alarme deve estar ligado o tempo suficiente para se proceder à evacuação, mas nunca deve ter uma duração inferior a cinco minutos e deve possibilitar o seu encerramento a

qualquer instante. A mesma situação não ocorre quando se trata dos mecanismos de extinção que uma vez desencadeados não devem ser interrompidos. [s83]

Os aparelhos que permitem o acionamento manual do sistema devem estar presentes nos caminhos de evacuação, junto às saídas a cerca de 1,5 metros do pavimento.

Devem estar devidamente sinalizados e visíveis. [s83]

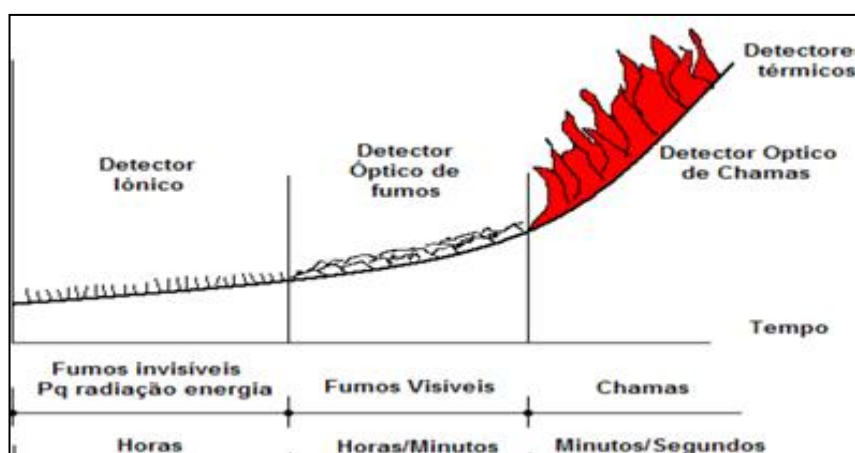


Figura 3.14 - Detectores automáticos por fase de incêndio [17]

Os detectores automáticos dividem-se em três tipos: [17]

- **Detectores ópticos de chamas** – Em caso de incêndios onde é rápido o aparecimento de chamas e que não deve ser apagado com água;
- **Detectores ópticos de fumos ou detectores iônicos de fumos** – Em caso de incêndios onde é prolongada a fase de fumos sem chamas;
- **Detectores iônicos de fumos** – Em caso de incêndio cuja gravidade aconselha a sua detecção logo na fase da existência de gases de combustão invisíveis.

No caso de um *data centre* o recomendado será a aplicação de detectores iônicos de fumo.

Sistemas de extinção automática de incêndios

O sistema de extinção de incêndios deve apresentar a capacidade de extinguir o incêndio rapidamente, no entanto não pode danificar o equipamento electrónico. A destruição de todo o equipamento electrónico ou parte dele teria como consequência um forte impacto financeiro negativo. Para isso o sistema de extinção recomendado será o sistema de extinção a FM 200 (HFC-227ea) a HFC 23 (FE 13) ou a água finamente vaporizada. [S84] [18]

O FM 200 ou o FE 13 são soluções usuais para extinção automática de incêndios no interior de um *data centre*. São eficazes, não destroem os equipamentos de telecomunicações, contudo exigem a execução de rede de tubagem sobre os bastidores e abaixo do pavimento falso e são de elevado custo.

Em resumo:

- **Não condutores** de electricidade;
- **Não danificam** componentes electrónicos;
- Relativamente Seguros para o ser humano;
- Actuação rápida;
- Produzem poucos resíduos;
- **Menos poluentes** que os sistemas tradicionais (Halon, proibido na União Europeia).

Nos EUA é prática comum utilizar água finamente vaporizada como agente extintor, com a vantagem de o produto extintor (água) ser de custo desprezável, embora este sistema exija a execução de rede de tubagem de água a alta pressão sobre os bastidores. [18]

A constituição do sistema de extinção depende do lugar de implementação, podendo ser aplicado a uma área ou apenas a um quadro eléctrico. Esta divisão de implementação é de grande importância pois em caso de curto-circuito num quadro eléctrico pode-se actuar localmente impedindo o alastramento do incêndio. O sistema aplicado a uma zona fechada é constituído por cilindros de aço detentores de válvulas acionadas automaticamente, rede de distribuição e difusores. [s85] [18]

Após ser acionado o sistema de extinção, automaticamente, o gás é libertado a grande pressão para o colectador. A rede distribuição transporta o gás até aos difusores onde é libertado. [18]

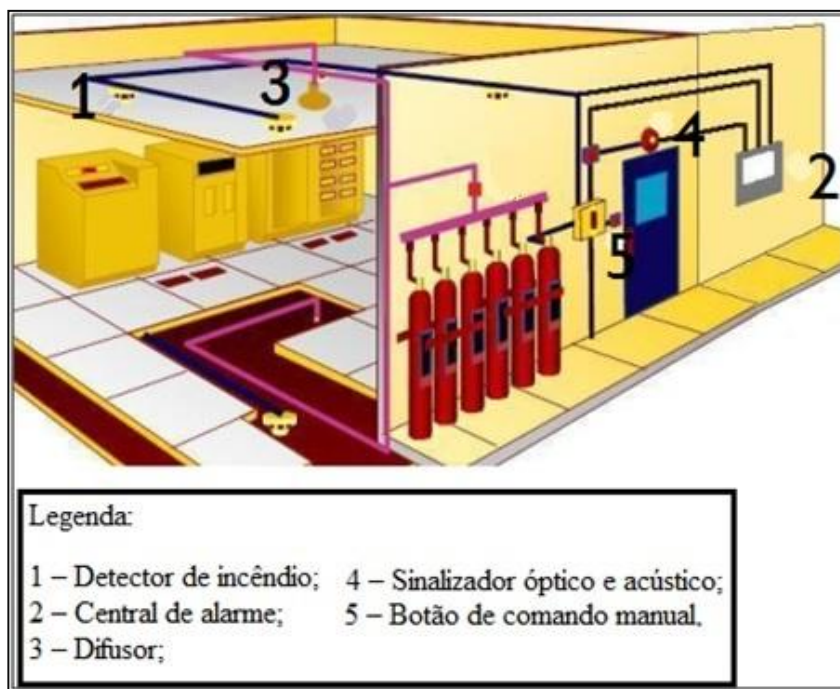


Figura 3.15 - Esquema ilustrativo de um sistema automático de extinção de incêndio
[adaptado de 18]

No caso de uma aplicação a pequena escala o sistema *Firetrace*, tem como objectivo impedir a propagação do incêndio devido a curto-circuito, sobreaquecimento da cablagem e mau estado do equipamento. Este sistema pode ser aplicado em: [18] [s86]

- *Quadros e armários eléctricos;*
- *Alojamento de geradores;*
- *Transformadores;*
- *Bastidores;*
- *Computadores e processamento de dados.*

Este sistema tem a capacidade de detectar e extinguir o incêndio, aplicando localmente o gás. Apesar de existirem algumas variantes os componentes essenciais são o tubo de detecção *Firetrace* e o cilindro onde se encontra o agente extintor. O princípio deste sistema é colocar um tubo em pressão a passar nas zonas de maior risco de incêndio,

que em contacto com a chama abre um pequeno furo por onde é libertado o agente extintor (sistema de actuação directa). Em alternativa poderá utilizar-se o sistema indirecto em que o tubo é usado apenas como sistema de detecção, a extinção é feita através de um difusor.

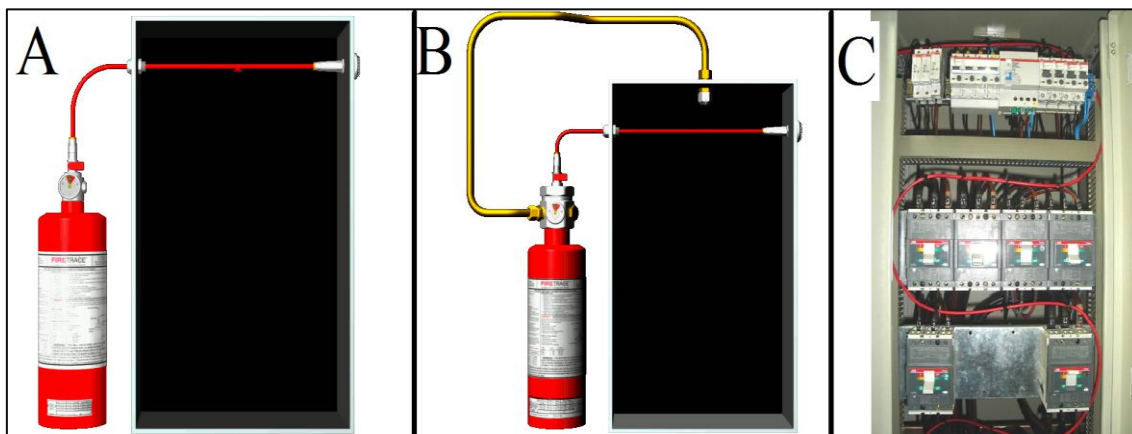


Figura 3.16 - A: Sistema *Firetrace* directo; B: Sistema *Firetrace* indirecto; C: Aplicação do sistema *Firetrace* a um quadro eléctrico [adaptado de s87, s88 e s93]

3.4 Sistemas interruptos de fornecimento de energia eléctrica

A energia eléctrica é vital para o funcionamento de um *data centre*, por isso deve ser planeado um sistema altamente fiável. O sistema de geradores, a diesel, apresenta uma enorme diversidade em relação ao tipo de gerador, potência e lugar de instalação. A escolha do grupo de geradores deve recair sobre quatro pontos fundamentais: económico, fiabilidade, potência eléctrica mínima necessária e localização (interior ou exterior). [s89]

Este sistema é vulgarmente constituído por:

- Grupo de geradores;
- Baterias para o arranque dos geradores;
- Depósito de combustível;
- Sistema de fornecimento de ar;

- Sistema de insonorização;
- Sistema de escape.

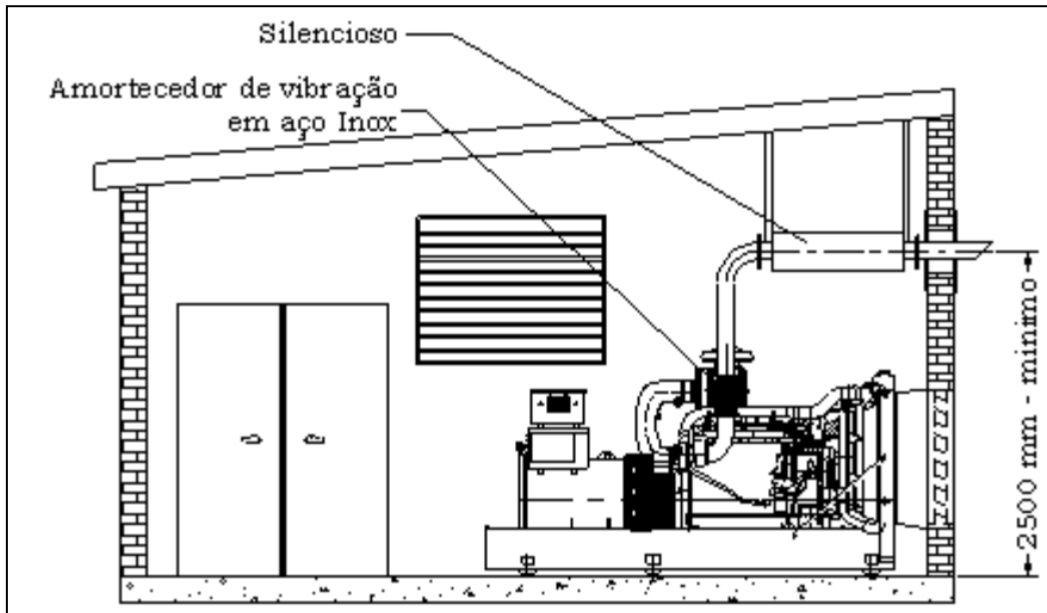


Figura 3.17 - Esquema do sistema de escape [19]

O grupo de geradores poderá ser instalado no interior do próprio edifício ou numa pequena estrutura construída para o efeito. Poderá ser instalado no recinto exterior ou mesmo na cobertura do edifício. As principais vantagens da instalação exterior passam pela redução de ruído no edifício e pelo facto de não necessitar de sistema de refrigeração (o que reduz o consumo de energia eléctrica e investimento no sistema de refrigeração). A instalação do grupo de geradores necessita de uma base em betão armado (tanto no exterior como no interior) dotada de um sistema de amortecimento de vibração. [19] [S90]

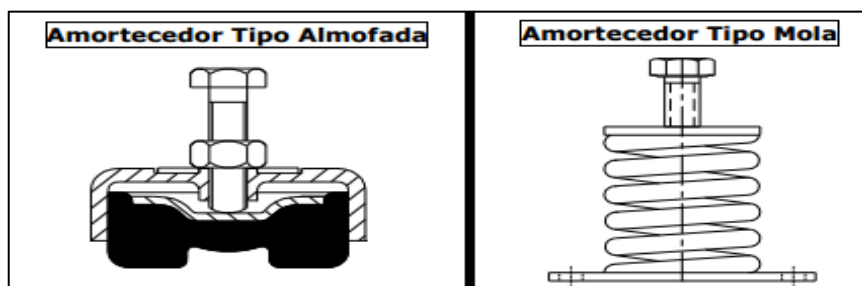


Figura 3.18- Sistema de amortecimento de vibração [19]

A instalação pode apresentar requisitos diferentes em função da instalação: [20]

- Se a instalação for exterior:
 - Emissão de ruídos e atenuação dos níveis de ruído;
 - Barreira de proteção contra factores climáticos;
 - Temperaturas baixas podem dificultar o arranque do grupo de geradores e alterar a viscosidade do combustível (no caso do gasóleo), situação que se resolve com sistema automático de aquecimento do combustível;
 - Colocar cercas de segurança e barreiras visuais;
 - Dispor de um sistema de protecção contra descargas atmosféricas;
 - O sistema de escape deve ser direccionado para local afastado do sistema de insuflação de ar para climatização.
- Se a instalação for interior:
 - Recinto reservado para o grupo de geradores;
 - Necessidade de fornecimento de um grande volume de ar;
 - Sistema de arrefecimento eficiente do espaço onde se situa o gerador (normalmente a ar);
 - Deve ser facilitado o acesso a entregas de grandes volumes de equipamento e garantir um espaço livre de um metro em torno de cada grupo de geradores para facilitar a manutenção;
 - Deverá ser previsto um sistema de escape e de insonorização, tal como no caso de instalação no exterior;
 - Consideração do efeito do grupo de geradores durante o cálculo estrutural.



Figura 3.19 - Gerador a Diesel [s99]

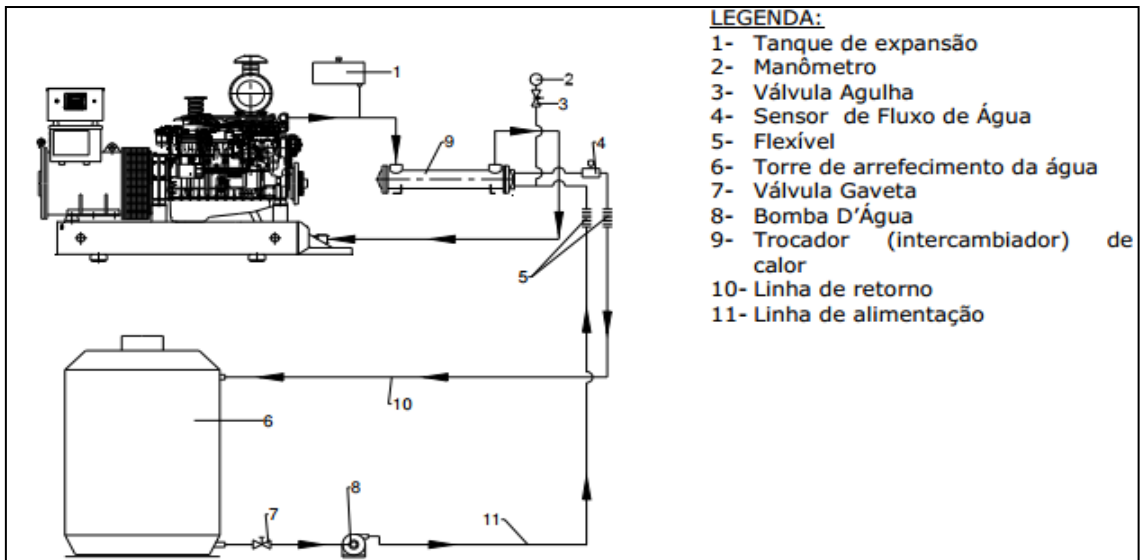


Figura 3.20 - Sistema de refrigeração de um gerador [adaptado de 19]

O grupo de geradores necessita ainda de um componente imprescindível: o depósito de combustível. Este deve ser montado no subsolo. Quando montado dentro do edifício, tem de ser enterrado, sendo necessário ter em consideração os perigos relacionados com o armazenamento de produtos altamente inflamáveis.

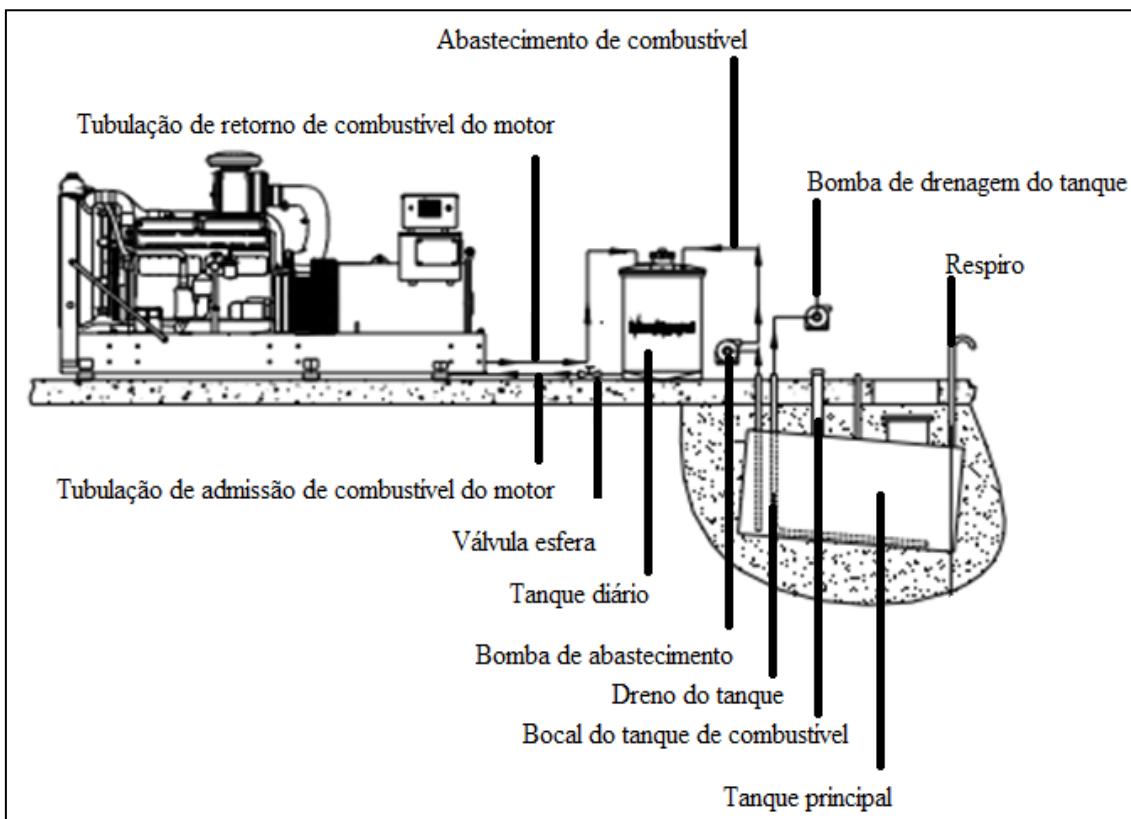


Figura 3.21- Sistema de fornecimento de combustível a um gerador com depósito enterrado [adaptado de 19]

As baterias necessárias para a ignição dos geradores devem estar dispostas em armários ou prateleiras, ligadas à rede eléctrica por meio de acumuladores de dupla função tanto recarregam as baterias como transformam a energia química nelas contida em energia eléctrica. [s91]

O contínuo fornecimento de energia eléctrica só é garantido devido à incorporação na rede de unidades ininterruptas de alimentação de energia (UPS) que garantem o fornecimento à rede até ser acionado o grupo de geradores.

4. Conclusão e perspectivas futuras

A presente dissertação possibilitou adquirir conhecimentos específicos de outras especialidades (informática, projecto de redes de telecomunicações, mecânica, segurança, electricidade), e adquirir uma visão mais global sobre a importância da engenharia civil nesta era tecnológica. Sendo correcto afirmar que a engenharia civil faz parte de um sistema complexo onde interagem várias especialidades que interligadas entre si servem de suporte à sociedade moderna.

O conteúdo do presente documento tem como objectivo central dar a conhecer ao leitor todas as características fundamentais a que se deve ter em conta para a construção de um futuro *data centre*, ou mesmo converter um edifício existente em *data centre*.

No primeiro capítulo descreveu-se o papel dos *data centres* na sociedade contemporânea assim como a sua estrutura interna e tipos de classificação. Foram apresentados os espaços mínimos obrigatórios assim como os requisitos mínimos a respeitar para pertencer a uma classe *TIER*. As classes *TIER* constituem uma ferramenta útil para os destinatários do serviço.

No segundo capítulo definiram-se as linhas gerais que se tem de ter em conta na fase preliminar de projecto, assim como todos cuidados e precauções a ter relativamente às acções do sismo, vento, neve. Apresentou-se, consecutivamente, as regras de traçado, a constituição e tipo de cabos de uma rede eléctrica e de uma rede de dados e telecomunicações. Descreveu-se como se deve organizar uma sala de bastidores, para que em caso de avaria/anomalia se possa identificar rapidamente a localização dos aparelhos afectados e de maneira a aumentar a eficiência do sistema de climatização. Para finalizar o capítulo foram apresentados os critérios que levaram à planta em anexo e soluções para contornar possíveis ataques de origem criminosa à construção.

No capítulo final foram referidos os princípios de funcionamento e critérios essenciais dos sistemas que se devem incluir no *data centre*: sistema de segurança física, sistema de climatização, sistema automático de detecção e extinção de incêndios e sistema interrupto de fornecimento de energia eléctrica.

O subcapítulo relativo ao sistema de segurança física descreveu soluções actuais e eficientes no combate ao crime organizado. Em seguida apresentou-se os sistemas de climatização sendo referido os constituintes deste sistema e todas as alternativas que o mercado oferece para uma eficaz climatização, podendo-se adoptar por um sistema de arrefecimento a ar, água ou um sistema híbrido. No sistema automático de detecção e extinção de incêndios foram descritas os métodos e produtos actualmente utilizados.

Para o sistema interrupto de fornecimento de energia eléctrica foi apresentado o seu funcionamento assim como os componentes desta linha eléctrica alternativa.

A pesquisa realizada permitiu perceber que um dos grandes problemas relacionados com este tipo de edifícios é o seu elevado consumo de energia eléctrica. O elevado preço da energia eléctrica e a tendência para a subida do seu preço conduzem a uma procura de sistemas que reduzam o consumo e de fontes alternativas de fornecimento de energia eléctrica. Uma das medidas mais comuns para reduzir o consumo de energia é optar por instalar o *data centre* numa zona fria para desta maneira implementar o sistema *free cooling*, pois grande parte do consumo deste edifício é devido ao sistema de climatização. A implantação de energias renováveis poderá ser uma forma de reduzir custos a longo prazo, contudo será necessário realizar um estudo de viabilidade económica.

Num futuro de tantas possibilidades é normal que os *modular data centre* ganhem espaço neste mercado, devido à sua simplicidade de implementação e eficiência energética. Contudo seria interessante, dentro desta área, realizar um estudo:

- Sobre as causas das perdas energéticas dos *data centres*;
- Do impacto financeiro de uma localização alternativa ao comum como por exemplo em minas desactivadas;
- Sobre a implantação de energias renováveis como fonte energética principal;
- Sobre o aproveitamento do calor libertado pelo *hardware* para aquecimento de outras zonas do edifício.

Referências Bibliográficas

- [s1] Kleina, Nilton (2011). *A história da Internet: pré-década de 60 até anos 80*. Consultado a 11 de Abril, 2014, de <http://www.tecmundo.com.br/infografico/9847-a-historia-da-internet-pre-decada-de-60-ate-anos-80-infografico-.htm>
- [s2] Internet World Stats (2014). *Internet Users in the World by Geographic Region - 2013 Q4*. Consultado a 11 de Abril, 2014, de <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [s3] Branco, M., Mincov, N., Tome, S. Campanholi (2008). *A inevitável convergência IP das Redes Operativa e Corporativa*. Consultado a 12 de Abril, 2014, de http://www.teleco.com.br/CPqD%5Ccpqd_artigos007.asp
- [s4] *Data Centres*. Consultado a 12 de Abril, 2014, de <http://www.interxion.com/data-centres/>
- [s5] *INOVAÇÃO, EFICIÊNCIA E DIMENSÃO INTERNACIONAL*. Consultado a 12 de Abril, 2014, de <https://cloud.ptempresas.pt/Pages/Datacenter/DCC.aspx>
- [s6] Miller, Rich (2012). *Google Data Center FAQ*. Consultado a 12 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/15/google-data-center-faq/>
- [s7] Miller, Rich (2013). *Microsoft Accelerates Its Data Center Expansion*. Consultado a 13 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/09/09/microsoft-data-center-expansion/>
- [s8] DatacentreDynamics (2013). *ALCATEL-LUCENT OPENS NEW TAIWAN DATA CENTRE*. Consultado a 13 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterdynamics.com/focus/archive/2013/12/alcatel-lucent-opens-new-taiwan-data-center>
- [s9] *The Apple Data Center FAQ*. Consultado a 13 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/the-apple-data-center-faq/>

[s10] Ronaldo (2013). *Data Centers: Conceitos e Projecto*. Consultado a 15 de Abril, 2014, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte do Web site:

http://dietinf.ifrn.edu.br/lib/exe/fetch.php?media=corpodocente:ronaldo:planejamento:01._data_centers_-_conceitos_e_projeto.pdf

[s11] Jew, Jonathen (n.d.). *Data Center Standards Making Progress on Many Fronts*. Consultado a 16 de Abril, 2014, de <http://www.j-and-m.com/Data%20Center%20Standards%20Making%20Progress%20on%20Many%20Fronts.pdf>

[s12] Karasinski, Lucas (2012). *Por dentro dos principais datacenters da Terra*. Consultado a 16 de Abril, 2014, de <http://www.tecmundo.com.br/servidor/23963-por-dentro-dos-principais-datacenters-da-terra.htm>

[s13] *Special Report: The World's Largest Data Centers*. Consultado a 16 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/special-report-the-worlds-largest-data-centers/>

[s14] *Microsoft Chicago: Side-Aisle Container*. Consultado a 16 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/inside-microsofts-chicago-data-center/microsoft-chicago-side-aisle-container/>

[s15] *Inside Microsoft's Chicago Data Center*. Consultado a 16 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/inside-microsofts-chicago-data-center/>

[s16] Grupo Marktest (2014). *10 anos de audiências: o que mudou?*. Consultado a 18 de Abril, 2014, de <http://www.marktest.com/wap/a/n/id~1cf9.aspx>

[s17] Consultado a 18 de Abril, 2014, de <http://www.claranet.pt/>

[s18] Consultado a 18 de Abril, 2014, de <https://www.webtuga.pt/>

[s19] *Data center da Covilhã reconhecido com a certificação TIER III*. Consultado a 18 de Abril, 2014, de <http://www.ptempresas.pt/noticias/data-center-covilha-reconhecido-certificacao>

[s20] Caçador, Fátima (2013). *Datacenter da PT em números*. Consultado a 18 de Abril, 2014, de

http://tek.sapo.pt/noticias/computadores/datacenter_da_pt_em_numeros_1339210.html

[s21] *Data Center*. Consultado a 20 de Abril, 2014, de http://r-secure.com/normas_data_center/Microsoft%20Word%20-%20Normas%20e%20Certificacoes%20Data%20Centers-1.pdf

[s22] *TIA-942 - Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*.

Consultado a 20 de Abril, 2014, de

<http://www.itbusinessday.com.br/2010/conteudo/sergio.pdf>

[s23] Consultado a 20 de Abril, 2014, de

http://enterprisecloud.oni.pt/virtual_data_centers_oni.html

[s24] Consultado a 20 de Abril, 2014, de <http://portal.embratel.com.br/cloud/datacenter-virtual/suporte/>

[s25] *Claranet Service Description - Cloud Server*. Consultado a 22 de Abril, 2014, de

<http://www.claranet.pt/sites/staging->

www.claranet.pt/files/u6/Claranet%20Service%20Description%20-%20Cloud%20Server%202011_1.pdf

[s26] Consultado a 22 de Abril, 2014, de [http://bim9.com/wp-](http://bim9.com/wp-content/uploads/2011/09/private_bim_cloud_trans.gif)

[content/uploads/2011/09/private_bim_cloud_trans.gif](http://bim9.com/wp-content/uploads/2011/09/private_bim_cloud_trans.gif)

[s27] *Dedicated hosting service*. Consultado a 23 de Abril, 2014, de

http://en.wikipedia.org/wiki/Dedicated_hosting_service

[s28] *Housing*. Consultado a 22 de Abril, 2014, de <https://www.ptisp.pt/servers/housing>

[s29] *Rede Privada Virtual*. Consultado a 22 de Abril, 2014, de

<http://technet.microsoft.com/pt-pt/library/dd469653.aspx>

[s30] *Clara DSL*. Consultado a 23 de Abril, 2014, de

<http://www.claranet.pt/sites/claranet.pt/files/u6/Claranet%20Service%20Description%20-%20Clara%20DSL.pdf>

[s31] Consultado a 24 de Abril, 2014, de <http://d.ibtimes.co.uk/en/full/411504/portugal-telecom-covilha-data-centre-numbers.jpg>

[s32] Miller, Rich (2011). *How Japan's Data Centers Manage Earthquakes*. Consultado a 27 de Abril, 2014, de <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2011/03/11/how-japans-data-centers-manage-earthquakes/>

[s33] *For Japan: Compassion and a Commitment*. Consultado a 27 de Abril, 2014, de <http://www.iso-base.com/>

[s34] EDP (n.d.). *Rede de Distribuição de Energia Elétrica*. Consultado a 28 de Abril, 2014, de http://www.edp.pt/pt/sustentabilidade/prevencaoese_seguranca2/seg_fornecedores/Pages/Rede.aspx

[s35] Dell (n.d.). *Dell Managed Rack Power Distribution Unit*. Consultado a 30 de Abril, 2014, de <http://www.dell.com/us/business/p/dell-managed-pdu/pd>

[s36] Consultado a 30 de Abril, 2014, de http://treroda.nu/uploads/Managed_PDU1.png

[s37] Consultado a 30 de Abril, 2014, de http://vrpaineis.com.br/images/vrpaineis/produtos/produto/qgbt_form3.jpg

[s38] INFOCERTIEL (2003). *Condutores e Cabos*. Consultado a 5 de Maio, 2014, de http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=65f7d7f4-d627-4b25-bd97-6c2e83f6850f&groupId=10100

[s39] dos Santos, J. Neves (2005). *Instalações Colectivas da Edifícios*. Consultado a 5 de Maio, 2014, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto no Web site: http://paginas.fe.up.pt/~jns/material_didatico/APONTAMENTOS_ICE_FINAL.pdf

[s40] *Manual de cabos eléctricos de baixa tensão*. Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.cabelte.pt/LinkClick.aspx?link=PT%2FManuais%2FManual_Cabos_Electricos_Baixa_Tensao.pdf&tabid=93&mid=575

-
- [s41] Consultado a 7 de Maio, 2014, de [http://www.valemam.com.br/uploads/downloads/2/eletrocalhas%20lisas\(1\).png](http://www.valemam.com.br/uploads/downloads/2/eletrocalhas%20lisas(1).png)
- [s42] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.prof2000.pt/users/palb_form/redesi/imagens/bastid5.jpg
- [s43] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.eletricalaser.com.br/public/_img/_produto/edbd8a9fc930d93e7201356dd014e887.jpeg
- [s44] Consultado a 7 de Maio, 2014, de <http://image.made-in-china.com/2f0j00FBETwGYqLZrN/-Cable-y-alambre-de-cobre-y-cable-s-lidos-aislados-.jpg>
- [s45] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.multicoisas.com.br/MANAGER/fotos/site_produtos/3244237.jpg
- [s46] Consultado a 7 de Maio, 2014, de <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQKbOyTv9KOXNgllLqS6AVOX6bdwP2qm5chmhRGzU0huRcNTq3KnA>
- [s47] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.lantele.com.br/tools/produtos/foto_1186.jpg
- [s48] Consultado a 7 de Maio, 2014, de <http://eletrotecnia.com/images/stories/ITED/artigos/efapel-tomada-ited.jpg>
- [s49] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://mlb-s1-p.mlstatic.com/10-conectores-de-compresso-p-cabo-coaxial-rg6-universal-14668-MLB3189974565_092012-O.jpg
- [S50] Consultado a 7 de Maio, 2014, de http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user_upload/img/cop/fcapc.jpg
- [s51] Consultado a 8 de Maio, 2014, de http://www.edgewave.com/products/support/iprism/help_6-4/IP0474.htm
- [s52] *Servidor*. Consultado a 8 de Maio, 2014, de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Servidor>

[s53] *Servidores e Edições do Windows Server 2003*. Consultado a 8 de Maio, 2014, de <http://pt.scribd.com/doc/19158790/Tipos-de-Servidores>

[s54] Consultado a 8 de Maio, 2014, de http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdcseg1/pagina_5_clip_image004.jpg

[s55] Veras, Manoel (2009). *Segurança Física do DATACENTER*. Consultado a 11 de Maio, 2014, de <http://datacenter10.blogspot.pt/2009/07/seguranca-fisica-do-datacenter.html>

[s56] *Videovigilância*. Consultado a 13 de Maio, 2014, de https://cloud.ptempresas.pt/Pages/Catalog/ServiceDetail.aspx?s=6AYrgABak_jSD2D8m1BtlA&language=pt-PT

[s57] Consultado a 13 de Maio, 2014, de <http://www.tecnima.com.br/site/produtos.asp?item=10>

[s58] Tecnima (n.d.). *Controle de Acesso*. Consultado a 13 de Maio, 2014, de http://www.tecnima.com.br/site/download/edite_pro_controledeacesso.pdf

[s59] Pinho, Nuno (n.d.). *18 anos a zelar pela sua segurança*. Consultado a 16 de Maio, 2014, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto no Web site http://ave.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010/Jornadas/images/Pdf/LongoPlano_NunoPinho.pdf

[s60] Consultado a 17 de Maio, 2014, de <http://www.revistanews.net/img/fotos/fechaduras%20biometricas%203.jpg>

[s61] Multialarmes (n.d.). *Catálogo Geral 2012/2013*. Consultado a 17 de Maio, 2014, de http://www.multialarmes.pt/docs/manuais/27_29_1333443261.pdf

[s62] Consultado a 18 de Maio, 2014, de <http://www.gestfire.com/web1/uploads/catalogo/publicados/upload-2993-3.jpg>

[s63] Consultado a 18 de Maio, 2014, de <http://www.mbit.pt/fotos/produtos/4cfa871f32074f755df5f5c1cd5d7fb0.jpg>

-
- [s64] Consultado a 18 de Maio, 2014, de http://d.onedirect.com/pics/Axis/Axis%20M1114-E/AXIS_M1114E.JPG
- [s65] Consultado a 18 de Maio, 2014, de <http://4.bp.blogspot.com/-mounq3en4ng/TpbsGIIsaYII/AAAAAAAAAAg/MgEd8c8s11I/s1600/joystick1.jpg>
- [s66] Consultado a 18 de Maio, 2014, de <http://montrealseguranca.com.br/wp-content/uploads/2013/11/control-e-acesso-proximacao.bmp>
- [s67] Consultado a 18 de Maio, 2014, de http://www.batistagomes.pt/produtos_show.htm?idcont=3314&txt=&pag=
- [s68] Consultado a 18 de Maio, 2014, de <http://www.casautomatica.net/produtodetalhe/1098/vmx-300-d-barreira-infravermelhos-exterior-ate-50mts/>
- [s69] Consultado a 22 de Maio, 2014, de http://mlb-s1-p.mlstatic.com/sensor-barreira-ativo-infravermelho-vseg-80-metros-b-100-11496-MLB20044545671_022014-O.jpg
- [s70] Consultado a 22 de Maio, de 2014, de <http://serviciostc.com/wp-content/uploads/2011/05/WATCHOUT.jpg>
- [s71] PROSEGUR (n.d.). *Dicionário de segurança*. Consultado a 25 de Maio, de 2014, de <http://www.alarmesprosegur.pt/guia12.html>
- [s72] Consultado a 25 de Maio, de 2014, de <http://www.tecnoalarm.com/minisite/img/interno.png>
- [s73] Consultado a 25 de Maio, de 2014, de <http://www.samtek.com.br/images/barreira1.jpg>
- [s74] PrimeEnergyIT (n.d.). *Modelo de sistemas de refrigeração energeticamente eficientes*. Consultado a 2 de Junho, 2014, de http://www.efficient-datacenter.eu/fileadmin/docs/dam/education/pt/PrimeEnergyIT_WP5_M6_PT.pptx
- [s75] Consultado a 2 de Junho, 2014, de <http://www.daikin.pt/industrial/applications/data-centre/>

[s76] Ronaldo (2013). *Climatização do Data Center*. Consultado a 2 de Junho, 2014, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte http://dietinf.ifrn.edu.br/lib/exe/fetch.php?media=corpodocente:ronaldo:planejamento:05._climatizacao_do_data_center.pdf

[s77] IBM (n.d.). *Propriedades de Energia Ativa: CRAC*. Consultado a 4 de Junho, 2014, do http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSAV7B_633/com.ibm.director.aem.helps.doc/frb0_t_properties_crac.html?lang=pt-br

[S78] Consultado a 4 de Junho, 2014, do http://www.firesuppression.co.uk/editor/fire_suppression_hot_air_environment.png

[s79] Pires, Telmo (n.d.). *Noções básicas de climatização*. Consultado a 5 de Junho, 2014, do http://www.aramalhao.com/img_upload/Nocoas_basicas_de_climatizacao.pdf

[s80] *Dry Cooler Monobloco*. Consultado a 5 de Junho, 2014, do <http://www.nei.com.br/produto/2011/05/dry+cooler+monobloco+piovan+do+brasil+ind+e+com+ltda.html>

[s81] Consultado a 6 de Junho, 2014, do http://www.gea-happel.fr/pictures/products_large/Denco/toiture_dry_cooler.JPG

[s82] Consultado a 6 de Junho, 2014, do http://www.silent-aire.com/portals/0/Images/sa_CRAC_ConstructionDetails.png

[s83] Nobre, Carlos (2009). *Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios*. Consultado a 7 de Junho, 2014, de <http://www.cm-penafiel.pt/NR/rdonlyres/C21AFC26-026E-4CE7-BE16-0BF358357FB7/30730/SADIEngCarlosNo..>

[s84] *Sistemas FM-200*. Consultado a 7 de Junho, 2014, de <http://www.kidde.com.br/Documents/sistemafm-200.pdf>

[s85] *Sistema de Combate a incêndio por Gás FE-227*. Consultado a 7 de Julho, 2014, de <http://www.bucka.com.br/downloads-combate-incendio/manuais/sistema-fixe-fe-fm-200.pdf>

-
- [s86] Firetrace (n.d.). *Firetrace-Sistemas automáticos de supressão de incêndio*. Consultado a 7 de Julho, 2014, de <http://www.tecnisis.pt/docs/firetrace.pdf>
- [s87] *Indirect Release Systems*. Consultado a 7 de Julho, 2014, de <http://www.firetrace.com/systems/indirect-release-systems/>
- [s88] Consultado a 7 de Julho, 2014, de <http://media.umadesign.com/000006/imagem9.jpg>
- [s89] Consultado a 7 de Julho, 2014, de <http://gerador.com.pt/shop/index.php/geradores-industriais.html>
- [S90] Ferrari, Fausto (2011). *Dúvidas na instalação de Grupos Geradores? A Cummins tem as dicas certas para você!*. Consultado a 11 de Junho, 2014, de <http://www.cumminspowerblog.com/pt/duvidas-na-instalacao-de-grupos-geradores-a-cummins-tem-as-dicas-certas-para-voce/>
- [s91] Dias, E., Karasinski, C., Rocha, Dr. J (2003). *Guia para aplicação e manutenção de banco de baterias*. Consultado a 12 de Junho, 2014, de http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/artigo_guia_aplicacao_baterias_2003.pdf
- [s92] ANACOM (n.d.). *Ensaios em cabos de pares de cobre*. Consultado a 11 de Junho, 2014, de <http://www.anacom.pt/mobile/render.jsp?contentId=154877&showAll=1>
- [s93] *Direct Release Systems*. Consultado a 8 de Junho, 2014, de <http://www.firetrace.com/systems/direct-release-systems/>
- [s94] Autoridade Nacional de Protecção Civil (n.d.). *Sistemas de Protecção Passiva - Selagem de vãos, aberturas para passagem de cablagens e condutas*. Consultado a 14 de Junho, 2014, de http://www.proteccaocivil.pt/SegurancaContraIncendios/Normas%20Tecnicas/09_NT-SCIE-SISTEMAS%20PROTE%C3%87%C3%83O%20PASSIVA%20-%20SELAGEM%20V%C3%83OS%20ABERTURAS.pdf

[s95] Obra24horas (2006). *Construção com parede blindada pode ser solução para segurança*. Consultado a 14 de Junho, 2014, de <http://www.obra24horas.com.br/materias/construcao/construcao-com-parede-blindada-pode-ser-solucao-para-seguranca>

[s96] Smilowitz, Robert (2011). *Designing Buildings to Resist Explosive Threats*. Consultado a 14 de Junho, 2014, de <http://www.wbdg.org/resources/resistexplosivethreat.php>

[s97] *Isolamento Térmico*. Consultado a 17 de Junho, 2014, de http://www.texsa.com.br/Livro%2009.htm#_Toc470079770

[s98] Consultado a 18 de Janeiro, 2015, de https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2014/05/seismic-hazard-map/_jcr_content/news_content/textimage/image.imageformat.lightbox.2086429935.png

[s99] Consultado a 18 de Janeiro, 2015, de http://www.genset-dieselgenerator.com/photo/pl2334340-3_gerador_diesel_de_p_lo_mccb_motores_diesel_marinhos_gep88_1_1800_rpm.jpg

[1] Portaria nº 701 - H/2008 (Diário da República, 1ª Série - Nº 145 - 29 de Julho de 2008)

[2] Eurocódigo - Base para o projecto de estruturas (NP EN 1990 2009). Versão portuguesa da EN 1990:2002+AC:2008

[3] Eurocódigo 1 - Acções em estruturas Parte 1-3: Acções gerais - Acções da neve (NP EN 1991-1-3 2009). Versão portuguesa da EN 1991-1-3:2003+AC:2009

[4] Eurocódigo 1- Acções em estruturas Parte 1-2: Acções gerais - Acções em estruturas expostas ao fogo (NP EN 1991-1-2 2010). Versão portuguesa da EN 1991-1-2:2002+AC:2009

[5] - Mendes, Pedro Filipe Sousa (2012). *Isolamentos térmicos em edifício e seu contributo para a eficiência energética*.

-
- [6] TIA-569-C (2012)- Telecommunications Pathways and Spaces
- [7] Eurocódigo 8 - Projecto de estruturas para resistência aos sismos Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios (NP EN 1998-1 2010). Versão portuguesa da EN 1998-1-2004+AC:2009
- [8] Eurocódigo 1 - Acções em estruturas Parte 1-4: Acções gerais: Acções do vento (NP EN 1991-1-4 2010). Versão portuguesa da EN 1991-1-4:2005+AC:2010
- [9] Protecção Civil. Compilação Legislativa – SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS
- [10] da Silva, Luis Malheiro (1999). *Project Book – Criterios de projecto*
- [11] Portaria n.º 949-A/2006. Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão
- [12] EDP (2011). Manual de ligações à rede eléctrica do serviço público: guia técnico e logístico de boas práticas (3.ª edição)
- [13] HP (2013). Guia de instalação do HP Basic Power Distribution Unit (2ª edição)
- [14] Matos, Manuel António (FEUP, 1996). Noções de dimensionamento de canalizações eléctricas: Apontamentos para as disciplinas e Instalações Eléctricas
- [15] ANACOM (2010). Manual ITED: Prescrições e especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios (2ª edição)
- [16] Norma Brasileira: Tecnologia da informação- Técnica de segurança- Código de prática para gestão da segurança da informação (NBR ISO 27002: 2005)
- [17] Folhas da unidade curricular Qualidade, Saúde e Segurança Sebenta Segurança, Área Departamental de Engenharia Civil, ISEL
- [18] da Silva, Daniel A. R. Sistemas Fixos de Extinção de Incêndio por Agentes Gasosos. FEUP (2010)
- [19] SDMO (n.d.). Manual de instalação grupo gerador diesel (8ª revisão)

[20] Power Generation (2011). Engenharia de Aplicações: Manual de aplicações para grupos geradores arrefecidos a água

[21] SERC (n.d.). Euroclasses de resistência ao fogo

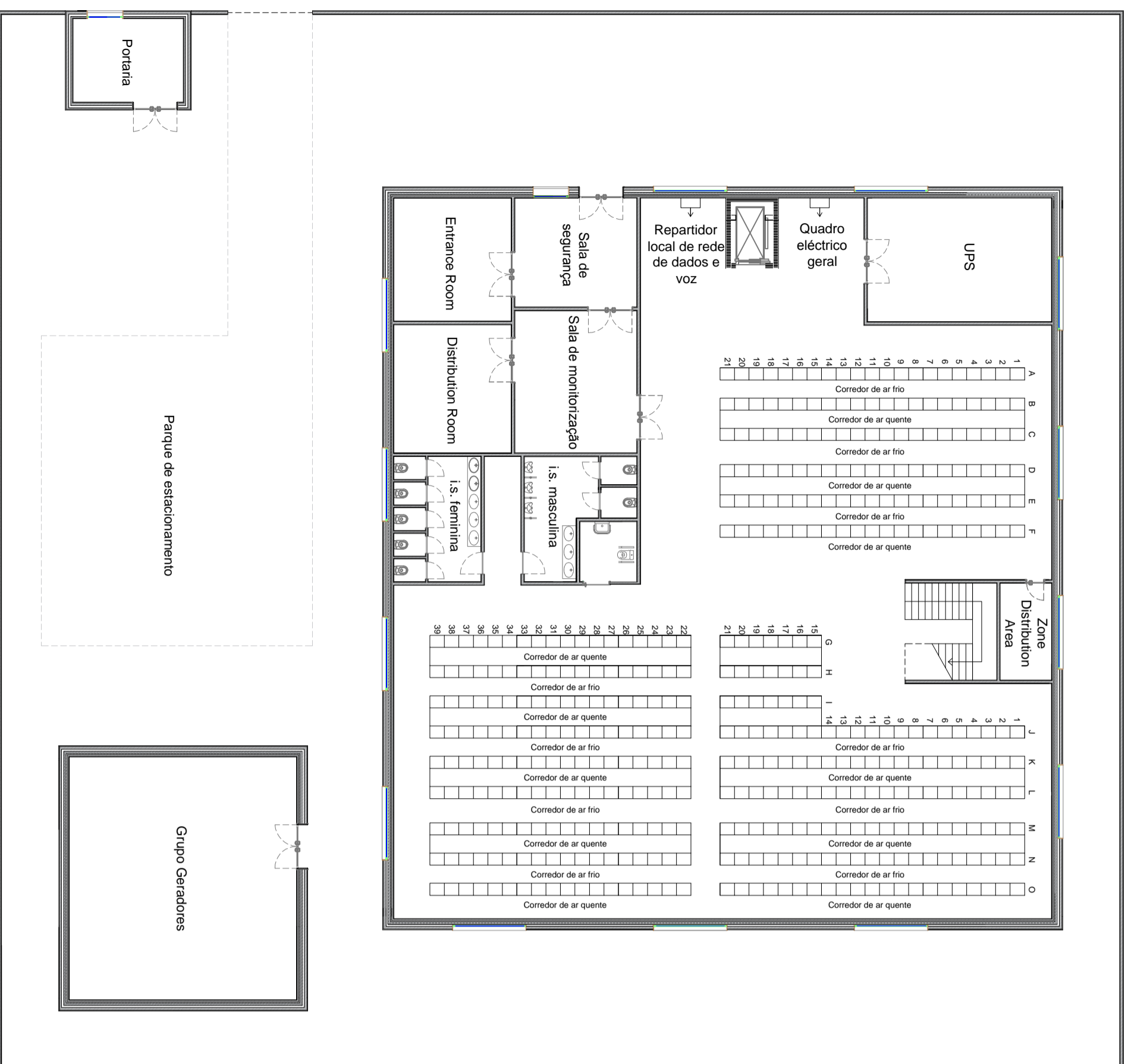
[22] Santos, Pedro (FCT, 2011). Sistemas de Protecção Sísmica Semi-Activos Aplicados em Estruturas de Engenharia Civil

[23] Guerreiro, Luís (2011). Estratégias para melhoria do comportamento sísmico de edifícios.

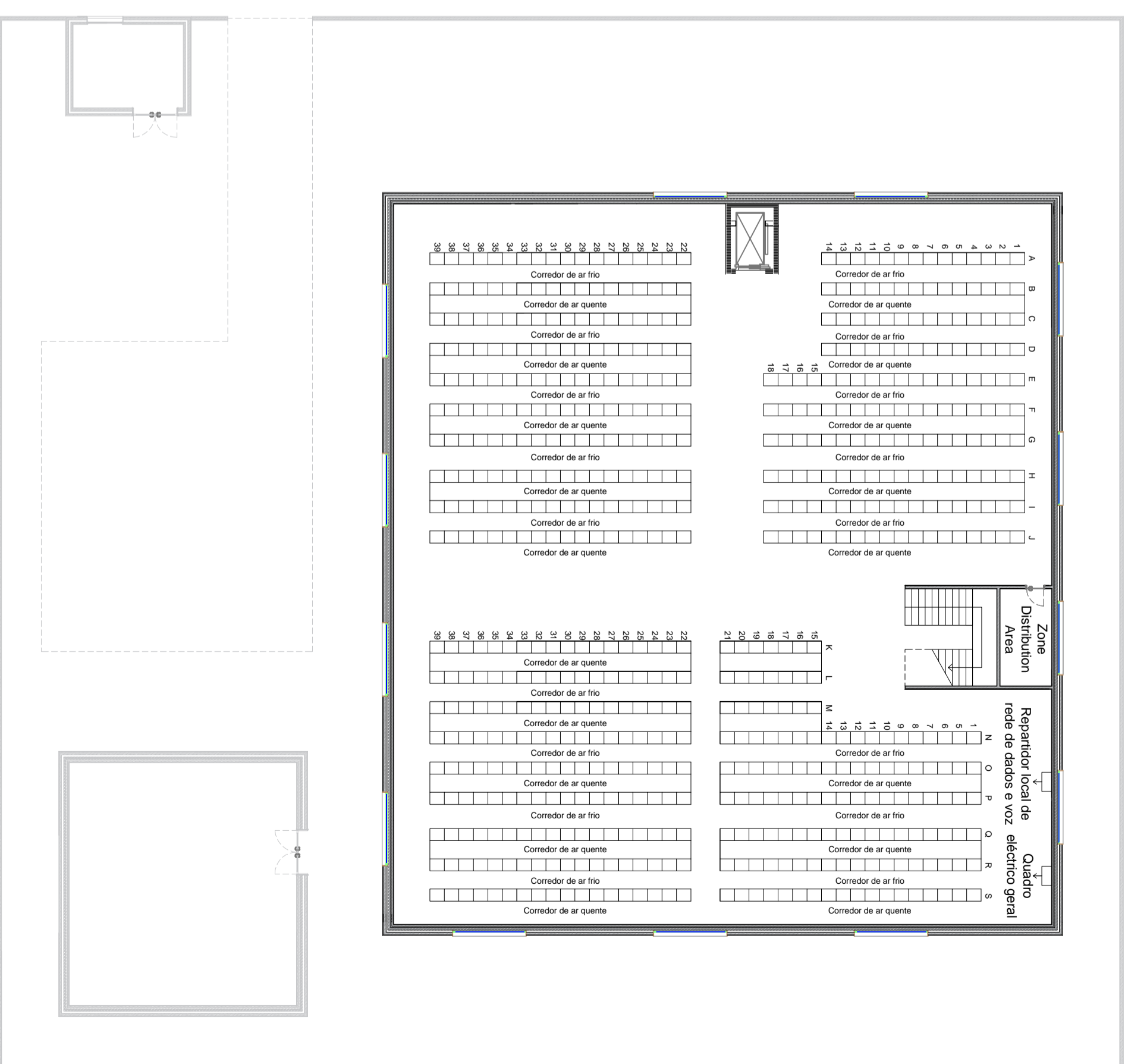
[24] Eurocode 1 -Actions on structures - Part 1-7: General actions- Accidental actions (en 1991-1-7:2006:E).

Anexos

Piso térreo



1º Piso



Designação :

PLANTA GERAL

Desenho :

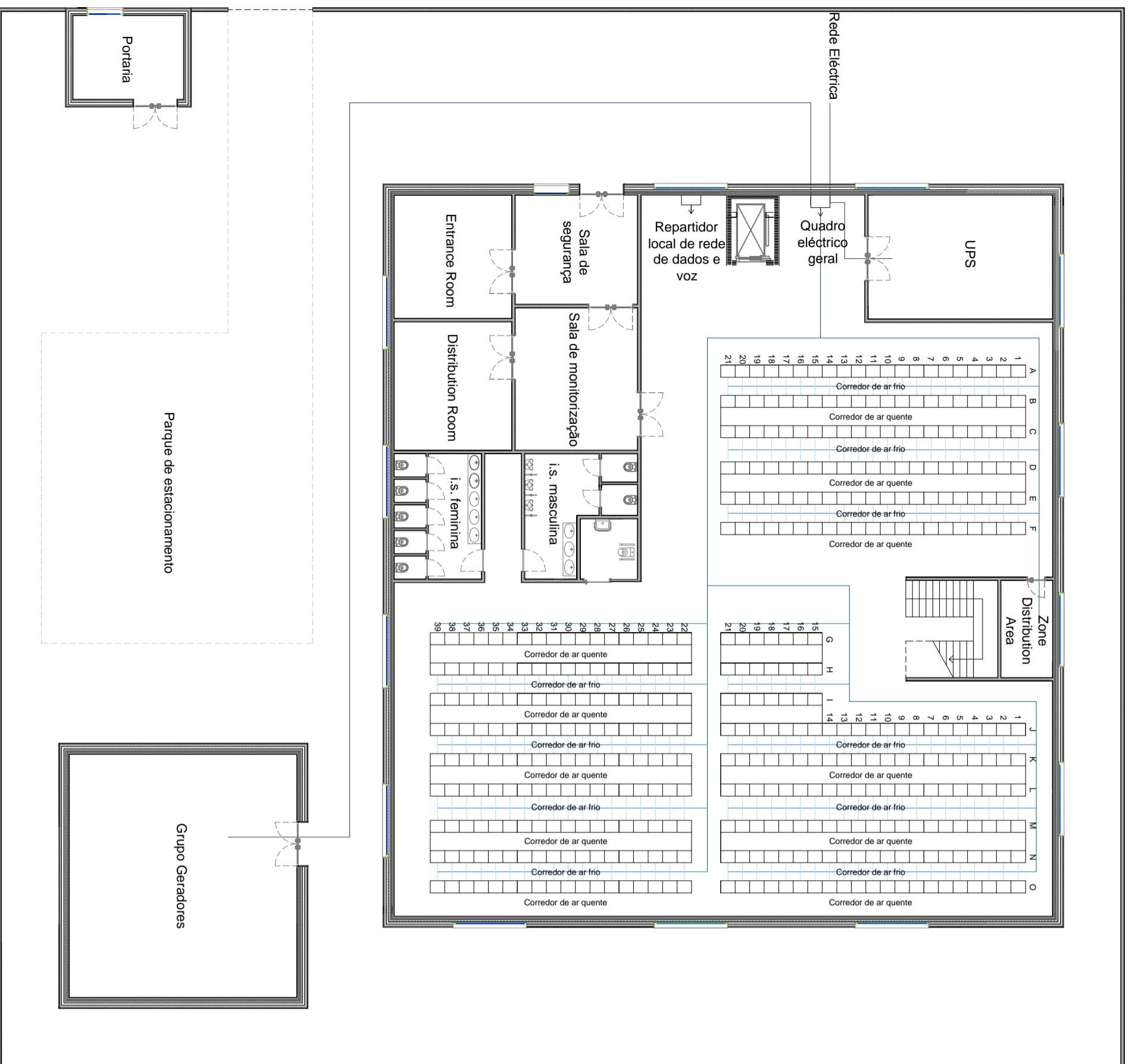
TFM-DC-001

Nota:

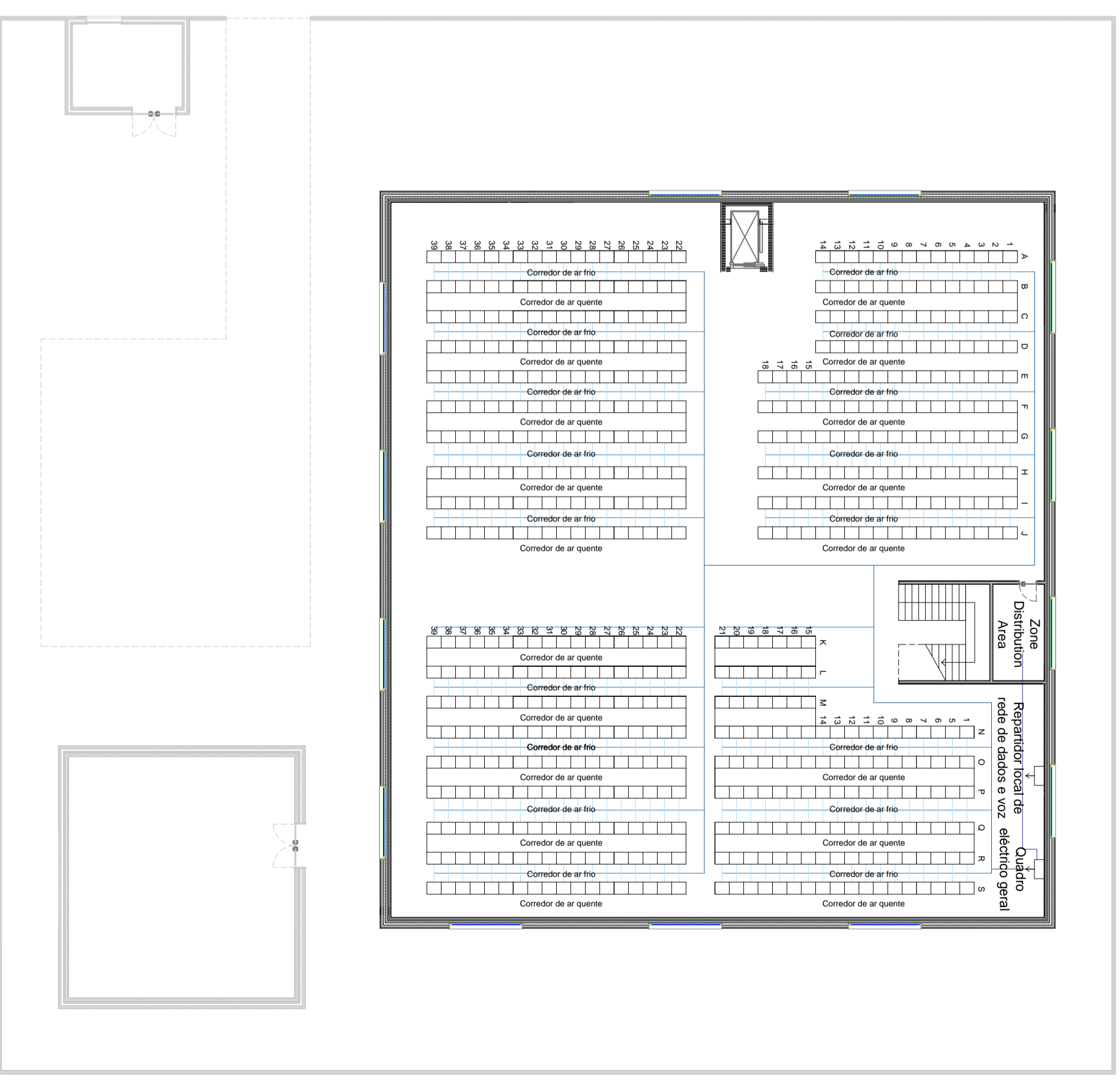
Meramente Esquemático

Escala : S/escala

Piso térreo



1º Piso



Designação :

ESQUEMA: TRAÇADO DA REDE ELÉCTRICA

Desenho :

TFM-DC-002

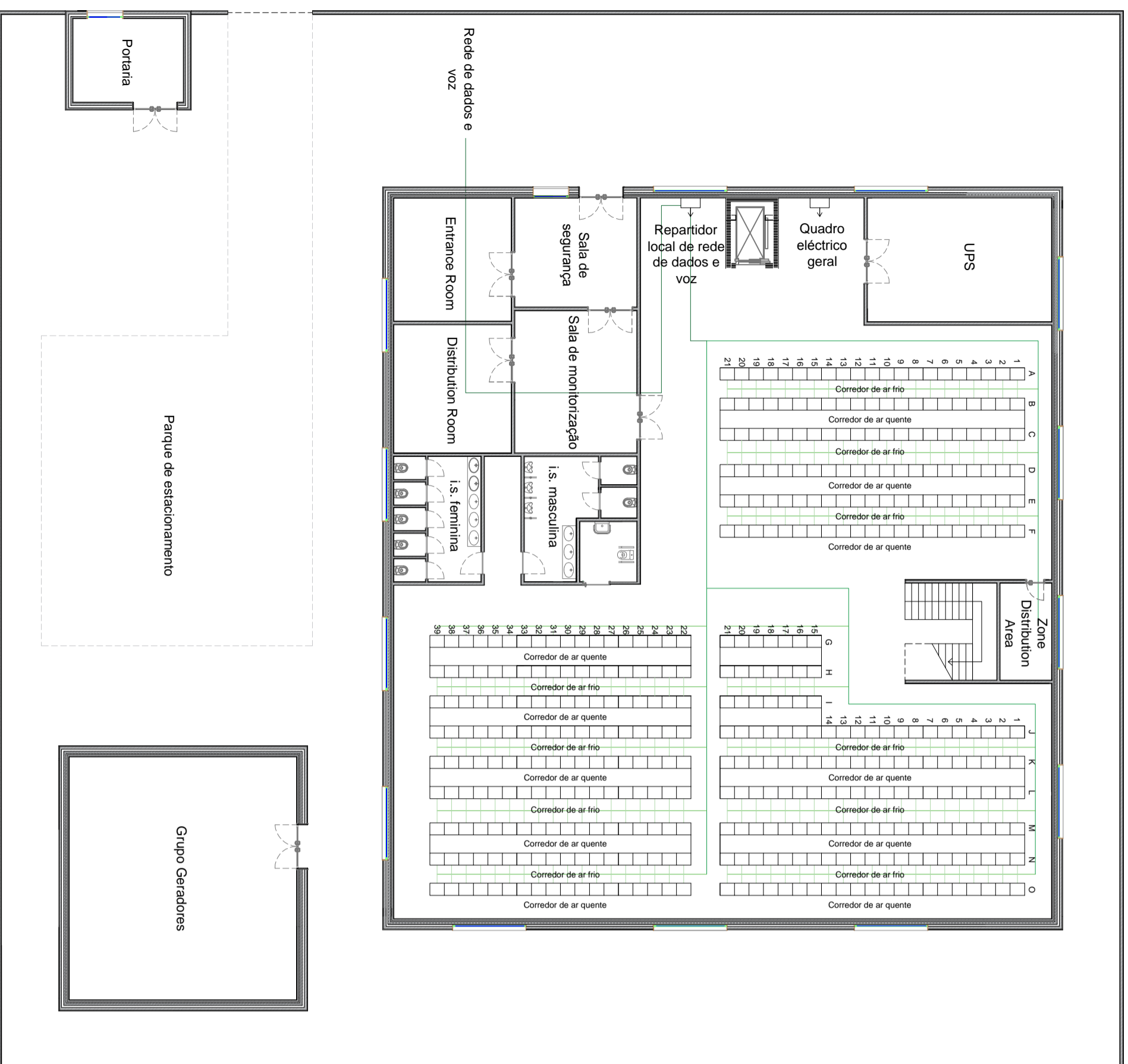
Nota:

Escola :

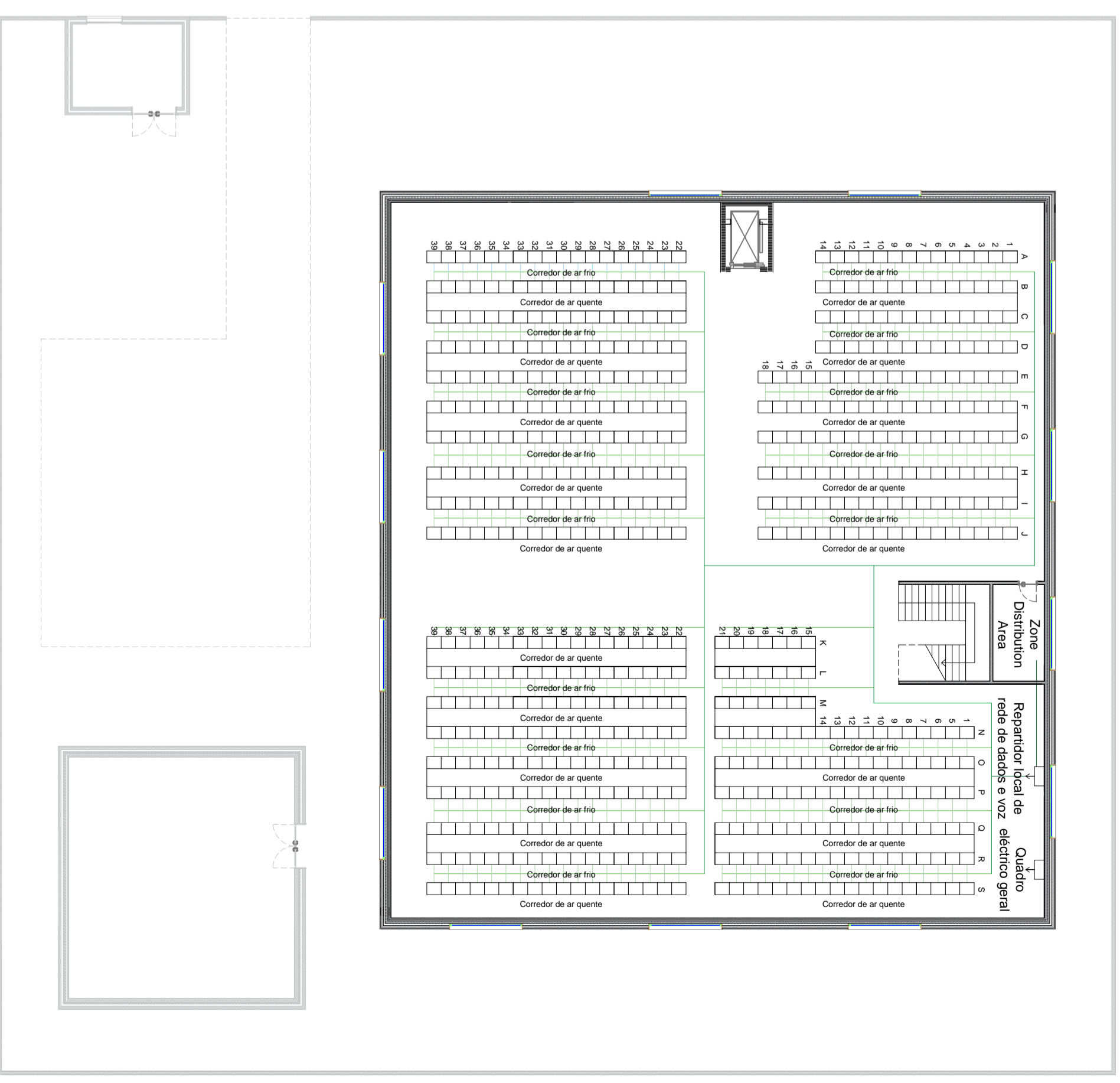
Meramente Esquemático

S/escala

Piso térreo



1º Piso



Designação :

ESQUEMA: TRAÇADO DA REDE DE DADOS E VOZ

Desenho :

TFM-DC-003

Nota:

Meramente Esquemático

Escola :

S/escala