



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL



Manutenção de Edifícios

Manutenção das Instalações Técnicas de um Grande Edifício

JOÃO TIAGO VELHINHO PITÉU
(Licenciado em Engenharia Mecatrónica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Prof. Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques
Prof. Eng.º Luís Afonso de Melo

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Carlos Quaresma Dias
Vogais:

Prof. Doutor Filipe José Didelet Pereira
Prof. António Afonso Roque
Prof. Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques
Prof. Eng.º Luís Afonso de Melo

Dezembro de 2011

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar de agradecer às pessoas que tornaram esta experiência profissional possível.

Ao Professor Nuno Henriques pelo contacto que teve com os responsáveis da empresa Imosal, S.A, e que conseguiu assim que os mesmos disponibilizassem uma vaga para efectuar o estágio. Queria agradecer ainda ao Professor Nuno Henriques a disponibilidade durante este período para resolver todo o tipo de dúvidas que foram aparecendo e pela sua orientação e ao Eng.º Luís Afonso de Melo pelo apoio e atenção que demonstrou.

Dentro das pessoas que tornaram possível esta experiência queria agradecer ao Presidente da empresa Imosal, S.A, Eng.º Armando Martins e à Eng.ª Cristina Coelho que desde o início se mostrou disponível e que me acolheu na empresa.

Ao Sr. Jorge Valente que desde o início se mostrou disponível e que tão amavelmente me transmitia o seu extenso conhecimento nesta área e que foi uma ajuda essencial na concretização de todos os objectivos que inicialmente foram propostos para este trabalho.

A toda a equipa de manutenção do edifício Atrium Saldanha, que tornaram o período de estágio um tempo de aprendizagem, e que fizeram com que este fosse proveitoso e fácil de decorrer.

Ao Eng.º Luís Gomes pelo apoio e atenção que demonstrou e a todos os meus colegas e amigos de mestrado, pelo espírito de grupo e apoio mútuo mantido.

Finalmente, mas não menos importante gostaria de agradecer à minha família. Em especial aos meus pais pelo apoio, esforço e dedicação ao longo de todo meu percurso académico. Aos meus amigos Rui Marques Baptista e Tiago Gomes e um especial agradecimento à Susana Oliveira pela paciência, apoio, compreensão e carinho.

A todos,

Muito Obrigado!

Resumo

Este relatório de estágio, que se realizou no Edifício Atrium Saldanha em Lisboa, tem por finalidade demonstrar as aptidões adquiridas no decorrer do Mestrado e que tornaram possíveis a participação num estágio que envolveu várias áreas da Engenharia Mecânica.

Nos últimos anos, tem-se assistido a um crescente aumento do consumo e do custo da energia eléctrica. De acordo com análises realizadas pela União Europeia, uma percentagem significativa deste aumento de consumo está relacionado com edifícios e habitações. A manutenção preventiva das instalações técnicas é, entre outros aspectos, uma das ferramentas essenciais na redução desta factura energética.

A questão que se coloca relaciona-se com a metodologia a aplicar para esse efeito. De que forma podem ou devem os planos de manutenção ser elaborados, qual a periodicidade das intervenções a considerar de modo a aumentar a eficiência energética dos edifícios, reduzir as emissões de dióxido de carbono e garantir uma maior protecção do utilizador?

Numa fase inicial do estágio foi feita uma caracterização geral das principais instalações técnicas do edifício de modo a se analisarem, posteriormente, os procedimentos de manutenção adoptados pelas equipas de manutenção. Foram ainda sugeridas algumas periodicidades para os procedimentos de manutenção já existentes e algumas intervenções que não estavam incluídas no plano de manutenção do edifício e que podem contribuir para aumentar a fiabilidade dos equipamentos e conseqüentemente a eficiência energética e a qualidade do ar interior dos edifícios.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção, Instalações Técnicas, Edifícios, Eficiência Energética, Qualidade do Ar Interior (QAI).

Abstract

This training report, which was held in Saldanha Atrium Building in Lisbon, aims to demonstrate the skills acquired during the Master's and which made possible the participation in a training involving several areas of Mechanical Engineering.

In recent years, there has been a steady increase in the consumption and cost of electricity. According to analysis conducted by the European Union, a significant proportion of this increase in consumption is related to buildings and dwellings. Preventive maintenance of technical installations is, among other things, one of the essential tools to reduce this energy bill.

The question that arises relates to the methodology for this purpose. How can or should the maintenance plans be developed, how often to consider interventions to increase energy efficiency in buildings, reducing carbon dioxide emissions and ensuring greater protection of the user?

Initially the training focused in a general characterization of the main technical installations of the building to be analyzed with the maintenance procedures adopted by the maintenance team.

Some periodicities were also suggested to existing maintenance procedures and some interventions that were not included in the plan of building maintenance and can increase the reliability of equipment and consequently the energy efficiency and indoor air quality of buildings.

Keywords: Maintenance Management, Technics Installations, Buildings, Energy Efficiency, Indoor Air Quality (IAQ).

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	x
Lista de abreviaturas	xi
1 Introdução.....	1
1.1 Situação actual da manutenção de edifícios.....	1
1.2 Objectivos do estágio.....	3
2 Gestão técnica de edifícios.....	4
2.1 Gestão da mão-de-obra	4
2.2 Gestão da manutenção	6
2.3 Gestão de energia.....	7
3 Gestão da manutenção.....	8
3.1 História e evolução da manutenção	8
3.2 Conceito e objectivos da manutenção.....	11
3.3 Tipos de manutenção	12
3.3.1 Manutenção preventiva.....	12
3.3.2 Manutenção correctiva	13
3.3.3 Manutenção curativa.....	14
3.4 Tipos de manutenção Vs fiabilidade.....	15
3.5 Níveis de intervenção.....	16
3.6 Gestão de Stocks – Peças consumíveis.....	18
3.7 A importância dos <i>softwares</i> de gestão da manutenção	19
4 Caracterização das instalações técnicas.....	21
4.1 Equipamentos de AVAC	21
4.1.1 A importância dos sistemas de climatização	21
4.1.2 Humidade e qualidade do ar	23

4.1.3	Tipos de sistemas.....	25
4.1.4	Equipamentos principais de AVAC	32
4.1.5	Equipamentos auxiliares de AVAC.....	42
4.2	Instalações eléctricas.....	53
4.2.1	Instalações eléctricas de serviço público	53
4.2.2	Instalações eléctricas de serviço particular.....	54
4.2.3	Distribuição de energia e ligação aos consumidores	56
4.2.4	O factor de potência.....	57
4.2.5	Postos de transformação	62
4.2.6	Quadros eléctricos	63
4.2.7	Receptores eléctricos	66
4.2.8	Alimentação de emergência	72
4.3	Instalações de segurança contra incêndios.....	75
4.3.1	Extintores.....	76
4.3.2	Bocas de incêndio.....	78
4.3.3	Sistema automático de detecção de incêndios	79
4.3.4	Sistemas automáticos de extinção de incêndios	80
4.3.5	Central de bombagem de água contra incêndios	83
4.4	Instalações de elevação	85
4.4.1	Elevadores	85
4.4.2	Escadas e tapetes rolantes.....	93
4.5	Sistema de Gestão Técnica Centralizada	95
4.5.1	Definição	95
4.5.2	Equipamento de campo	98
4.5.3	Interface Homem – Máquina.....	98
5	Caso particular do edifício Atrium Saldanha	100
5.1	Características do edifício.....	100
5.2	Equipamentos de AVAC	102
5.2.1	Tipos de sistemas.....	102
5.2.2	Unidades produtoras de água refrigerada	103
5.2.3	Torres de arrefecimento.....	107
5.2.4	Caldeiras	109
5.2.5	Unidades de tratamento de ar	110

5.3	Instalações eléctricas.....	111
5.4	Instalações de segurança contra incêndios.....	113
5.5	Elevadores e escadas rolantes	116
5.6	Sistema de Gestão Técnica Centralizada	117
5.7	Análise das tarefas de manutenção preventiva	119
5.8	Análise da rentabilidade das tarefas de manutenção subcontratadas.....	127
5.9	Análise do sistema de aprovisionamento de materiais	130
6	Conclusões.....	132
APÊNDICE		136
	Apêndice A – Regulamentação e legislação.....	136
	Apêndice B – Plano de Manutenção Preventiva do Edifício Atrium Saldanha.....	155
Referências Bibliográficas		208
ANEXOS		214
	Anexo A1 – Ciclo 1: Carga dos bancos de gelo.....	214
	Anexo A2 – Ciclo 2: Descarga dos bancos de gelo + Chiller’s	214
	Anexo A3 – Ciclo 3: Descarga dos bancos de gelo	214
	Anexo A4 – Ciclo 4: Chiller’s RC CH1, CH2 e CH3	214
	Anexo A5 – Ciclo 5: Chiller novo da Trane CH4.....	214
	Anexo B – Diagrama unifilar das instalações eléctricas Tipo A e Tipo B.....	215

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Classificação de edifícios face à sua “dimensão tecnológica”.....	5
Figura 3.1 – Tipos de manutenção.....	12
Figura 3.2 – Tipos de manutenção na curva de mortalidade.	15
Figura 4.1 – Sistema individual do tipo "split" (12).....	25
Figura 4.2 – Exemplo de um sistema modular VRV numa zona “open-space” (13).....	26
Figura 4.3 – Exemplo de um sistema semi-centralizado (12).	26
Figura 4.4 – Exemplo de um sistema multi-split da Daikin (14).	27
Figura 4.5 – Ventiloinvector para montagem em tecto falso (15).....	30
Figura 4.6 – Instalação ar-água servida por uma UPAR (5).	33
Figura 4.7 – Exemplo de um chiller centrífugo da Daikin (16).	35
Figura 4.8 – Chiller de compressor de duplo-parafuso (à esquerda) e de compressor tipo “scroll” (à direita) (17) (18).....	35
Figura 4.9 – Sistema multi-split com 1 unidade externa e 4 unidades internas (19).....	36
Figura 4.10 – Exemplo de uma caldeira a gás natural da VIESSMANN (20).....	39
Figura 4.11 – Esquema de uma caldeira aquatubular (à esquerda) e caldeira gastubular (à direita) (21) (22).	39
Figura 4.12 – Princípio de funcionamento de uma bomba de calor (23).	40
Figura 4.13 – Exemplo de um ventilador centrífugo de correias (à esquerda) e ventilador de acoplamento directo (à direita) (25) (26).....	42
Figura 4.14 – Exemplo de electrobombas centrífuga (27).	43
Figura 4.15 – Torre de contracorrente com extracção forçada de ar (5).	44
Figura 4.16 – Torre de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (5).....	45
Figura 4.17 – Torre de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (à esquerda) e torre de contracorrente com extracção forçada de ar (à direita), ambas da Evapco (28) (29).	45
Figura 4.18 – Torre de arrefecimento de circuito fechado de contracorrente com extracção forçada de ar (5).	47
Figura 4.19 – Torre de arrefecimento de circuito fechado de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (5).	48

Figura 4.20 – Condensador evaporativo de contracorrente com extracção forçada de ar (à esquerda) e de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (à direita) (30) (31).	49
Figura 4.21 – UTA com módulo de recuperação de calor sensível (em cima) e UTA com módulo de recuperação de calor sensível e latente (em baixo) (5).....	51
Figura 4.22 – UTA com multi-módulos da CIAT (32).	52
Figura 4.23 – UTA modular dupla da EVAC (33).	52
Figura 4.24 – Quadros eléctricos utilizados em edifícios (42) (43).	65
Figura 4.25 – Motor eléctrico assíncrono (50).	71
Figura 4.26 – Grupo gerador diesel CAT de 1875 kVA (à esquerda) e diferentes tipos de UPS (à direita) (52) (53).	74
Figura 4.27 – Extintor de espuma.....	77
Figura 4.28 – Carretel.....	78
Figura 4.29 – Bocas de incêndio do tipo angular.	78
Figura 4.30 – Central de incêndios e detector de fumos.	79
Figura 4.31 – Princípio de funcionamento de um sistema de sprinklers.	82
Figura 4.32 – Central de bombagem de um sistema de extinção de incêndios (58).	83
Figura 4.33 – Sem-fim acoplado à roda de coroa Vs acoplamento directo (59).	88
Figura 4.34 – Elevador de impulsão directa (à esquerda) e impulsão diferencial (à direita).....	90
Figura 4.35 – Elevador hidráulico de impulsão directa (à esquerda) e eléctrico (à direita).....	90
Figura 4.36 – Cinta com cabos de aço flexíveis, revestida a poliuretano (60).....	91
Figura 4.37 – Cintas de Tracção Vs Cabos de Aço (61).	92
Figura 4.38 – Corte esquemático de uma escada rolante (62).....	93
Figura 4.39 – Configuração típica de um tapete rolante (59).....	94
Figura 4.40 – Constituição da gestão técnica, adaptado de (5).	95
Figura 4.41 - Controlo e monitorização de uma UTA através de um SGTC (63).....	99
Figura 5.1 – Chiller centrífugo da Trane.	106
Figura 5.2 - Chiller´s RC (à esquerda) e bancos de gelo (à direita).	106
Figura 5.3 – Torre de arrefecimento de circuito aberto com insuflação forçada de ar.	107

Figura 5.4 – Sistema de doseamento de cloro, biocida e inibidor de corrosão (à esquerda) e sistema de análise e controlo de cloro e sistema de purga automático (à direita).....	108
Figura 5.5 – Caldeiras do edifício Atrium Saldanha da VIESSMANN.	109
Figura 5.6 – Painel de controlo e automação das caldeiras.	109
Figura 5.7 – UTA de dois andares (à esquerda) e tubagem de ida e retorno das baterias (à direita).....	110
Figura 5.8 – Pré-filtros (do lado esquerdo) e filtros de sacos (do lado direito).....	110
Figura 5.9 – Gerador de emergência da Volvo de 800 kVA (Diesel).	112
Figura 5.10 – Porta corta-fogo (à esquerda). Extintores e carretel (à direita).	113
Figura 5.11 – Sistema de injeção de espumífero do depósito de combustível.	113
Figura 5.12 – Central de incêndio (Central de Segurança).....	114
Figura 5.13 – Central de bombagem de água contra incêndios.....	115
Figura 5.14 – Motor eléctrico de duas velocidades com redutor.....	116

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 – Tipos de Manutenção (11).	16
Tabela 4.1 – Factores de potência de alguns receptores eléctricos (39).	59
Tabela 4.2 – Tipos de lâmpadas de iluminação (44) (45).	68
Tabela 4.3 – Principais acções dos Sistemas de Gestão Técnica (5).	97
Tabela 5.1 – Principais acções do SGTC do edifício.	118
Tabela A1 – Legislação relativa a instalações de distribuição de energia eléctrica.	150
Tabela A2 – Legislação relativa a instalações de gás natural e GPL.	151
Tabela A3 – Legislação relativa a segurança contra incêndios em edifícios.	153
Tabela A4 – Legislação relativa a sistemas mecânicos de elevação.	154

Lista de abreviaturas

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia.

GMAC – Gestão da Manutenção Assistida por Computador.

GPL – Gás de Petróleo Liquefeito.

ITED – Infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios

ITUR – Infra-estruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos de Edifícios.

MTBF – Mean Time Between Failures.

MTTR – Mean Time To Repair.

PMP – Plano de Manutenção Preventiva

QAI – Qualidade do Ar no Interior.

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão.

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

REN – Rede Eléctrica Nacional.

RNT – Rede Nacional de Transporte.

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios.

RSICEE – Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas

RSIEC – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Estabelecimentos Comerciais.

RSIEE – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios Escolares.

RSIEH – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios do tipo Hospitalar.

RSIETA – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios do tipo Administrativo.

RSIPEC – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos.

RSIUUEE – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica

RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

SAVE – Serviço de Avaliação e Valorização de Edifícios.

SCE – Sistema Nacional da Certificação Energética e da Qualidade do Ar nos Edifícios.

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

SEN – Sistema Eléctrico Nacional.

SGM – Sistema de Gestão da Manutenção.

1 Introdução

1.1 Situação actual da manutenção de edifícios

Um edifício de média ou grande envergadura tem, hoje em dia, características, complexidade e exigências operacionais que apelam a uma gestão técnica rigorosa, nomeadamente, da sua manutenção.

Há uns anos, o peso relativo do custo das instalações técnicas num grande edifício era de apenas cerca de 20% (instalações eléctricas e alguma ventilação), enquanto que actualmente, o peso do custo dessas instalações na construção de edifícios é cada vez maior, cerca de 60% (equipamentos de AVAC, instalações eléctricas, sistemas de segurança electrónica, sistemas de protecção contra incêndios, sistemas de gestão técnica centralizada, etc.). Para um empreendimento com uma vida útil de 50 anos, as despesas relacionadas com as fases de concepção e de execução representam cerca de 20 a 25% dos custos totais, enquanto a fase de exploração e de manutenção constitui cerca de 75 a 80% desses mesmos custos (1).

Sendo um edifício constituído por equipamentos técnicos ou instalações técnicas, para darem resposta a uma determinada função, estando o comportamento dos mesmos relacionado com o desempenho funcional dos seus elementos ou componentes constituintes, a implementação e integração de programas de manutenção preventiva das instalações técnicas em sistemas integrados de manutenção, permitirá manter um nível elevado de desempenho dessas instalações e prolongamento da sua vida útil, contribuindo assim para atingir os objectivos europeus nas três áreas principais:

- Aumentar a eficiência energética dos edifícios;
- Reduzir as emissões de CO₂;
- Garantir uma maior protecção do utilizador.

Às questões técnicas intrínsecas ao seu equipamento (distribuição de energia, ventilação, aquecimento, ar condicionado, elevadores, escadas rolantes, infra-estruturas, etc.), exigências de segurança (detecção e combate contra incêndio, saída de emergência, videovigilância, sistemas anti-intrusão, etc.), particularidades de edifícios como hotéis, hospitais, escolas, etc., com requisitos funcionais específicos (limpeza, desinfecção, etc.), juntam-se, hoje, exigências legais de controlo da qualidade do ar

interior (QAI) e de racionalização dos consumos de energia que no seu conjunto, exigem uma abordagem de gestão técnica sólida e abrangente (1).

Obviamente, o desempenho energético dos edifícios não poderá ser mantido, em toda a vida útil do edifício e das suas instalações, se não forem tomadas medidas desde a sua concepção e entrada em serviço, para a sua manutenção preventiva.

A nova legislação no âmbito da eficiência energética e da QAI dos edifícios, em particular o RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (2) – veio reforçar esta tendência, uma vez que coloca um conjunto de novas exigências ao nível da gestão da energia e da gestão da manutenção das instalações.

A remodelação de edifícios, em termos de acabamentos e instalações técnicas, que acontece a maioria das vezes por motivos estéticos e de marketing com o objectivo de atrair cada vez mais clientes/utentes, surge assim como um “aliado” quer da manutenção das instalações quer do próprio desempenho energético dos edifícios, que mantêm assim vivo o conjunto de objectivos da gestão técnica de um edifício, num enquadramento regular exigente no relativo à eficiência energética e qualidade do ar interior.

No domínio específico da gestão energética e da QAI em edifícios, a Directiva Comunitária nº 2002/91/CE do Parlamento Europeu do Conselho, de 16 de Dezembro, estabelece a necessidade de implementar um sistema de certificação e desempenho energético que impõe exigências à gestão da manutenção dos edifícios. As disposições desta Directiva estão transcritas na legislação portuguesa nos decretos-lei 78/2006 (3) e 79/2006 (4), ambos de 4 de Abril. O primeiro aborda o sistema de certificação energética e os respectivos meios administrativos de controlo, e o segundo a regulamentação técnica para o projecto e exploração das instalações, onde se inclui o RSECE que contém requisitos específicos para a manutenção.

Em Portugal, já se observa uma evolução das tendências no sentido de acompanhar o que se vai passando na União Europeia, com a adopção das directivas e da legislação comunitária, no entanto, não se têm destacado ao longo dos anos períodos que demonstrem uma preocupação especial com a manutenção preventiva das suas instalações técnicas.

1.2 Objectivos do estágio

O estágio realizado no edifício Atrium Saldanha, na empresa Fibeira Engenharia do Grupo Imosal, S.A., que conduziu à elaboração do presente relatório, tinha como objectivo primordial o acompanhamento da manutenção das instalações técnicas (aquecimento, ventilação, ar condicionado, instalações eléctricas, sistemas de segurança electrónica, protecção contra incêndios, etc.) do edifício.

Além disso, foi feito o levantamento dos procedimentos de manutenção preventiva, análise do sistema de aprovisionamento de materiais e equipamentos utilizados nas tarefas de manutenção preventiva e correctiva e uma análise da rentabilidade das tarefas de manutenção subcontractadas. Foi ainda feita, uma análise da utilização do sistema de gestão técnica centralizada para controlo e optimização da manutenção. Não fazendo parte dos objectivos deste trabalho, procedeu-se à elaboração do Plano de Manutenção Preventiva 2011 do edifício Atrium Saldanha, tendo como base o antigo manual de manutenção já existente, e que se encontra no Anexo IV do Apêndice B. O Plano de Manutenção Preventiva (PMP) é composto por um caderno de exigências que estabelece as tarefas de manutenção previstas, tendo em consideração a boa prática da profissão, as instalações dos fabricantes e a regulamentação existente para cada tipo de equipamento constituinte da instalação.

A escolha da realização de um estágio de natureza profissional por parte do autor, deveu-se ao facto de este possuir poucos conhecimentos na área da manutenção de instalações técnicas de grandes edifícios e por ser, obviamente, um tema que abrange uma grande parte das áreas do curso da Licenciatura e Mestrado em Engenharia Mecânica. O estágio deu assim ao autor a oportunidade em aplicar nesta área da manutenção muitos dos conhecimentos adquiridos ao longo da sua vida académica bem como a oportunidade de estar em contacto com a maioria das instalações técnicas que existem neste tipo de edifícios. A possibilidade em acompanhar durante o período de estágio algumas tarefas de manutenção com as equipas técnicas, foi uma mais-valia tendo sido também um dos motivos que o levou a optar pela escolha de um estágio desta natureza e que contribuiu para uma melhor compreensão de certos conceitos nesta área de grande interesse e cada vez mais importante nos dias de hoje que é a manutenção.

2 Gestão técnica de edifícios

A Gestão Técnica de Edifícios (GTE) para ter sucesso tem que ser analisada dentro de um conjunto de actividades independentes mas complementares: a gestão da mão-de-obra (interna e externa), a gestão da manutenção (incluindo a segurança) e a gestão de energia. A GTE corresponde assim ao conjunto destas 3 actividades.

Nos dias de hoje é impensável encarar a condução de instalações como uma actividade apenas dedicada ao bom funcionamento dos equipamentos e instalações.

As decisões técnicas ficam normalmente dependentes das decisões dos departamentos financeiros e/ou comerciais. A manutenção e condução das instalações são vistas quase sempre como um custo e não como um investimento, às vezes, como sendo “um mal necessário”. Os orçamentos destinados à manutenção dos edifícios dependem muito do seu rendimento (lucros) e ou da sua valorização por parte de “quem decide” na área financeira. Por isso, planear acções técnicas, pensar constituir equipas técnicas, etc., podem nem ter início desde que o departamento financeiro não as aprove previamente. As exigências legais são, particularmente ao nível do RSECE, as maiores aliadas para a mudança deste tipo de atitude.

2.1 Gestão da mão-de-obra

A gestão da mão-de-obra tem como base as requisições de trabalho, ou seja, pedidos de trabalho ou ordens de trabalho. As horas gastas bem como os materiais gastos deverão ser inseridos nesses pedidos, onde o trabalho a efectuar tanto pode ser interno como externo. A numeração destes trabalhos permite assim, gerir os tempos, materiais, equipamentos, etc.

É a partir das Ordens de Trabalho (OT) que se desenvolvem os trabalhos de manutenção e reparação. A primeira dificuldade processual na indústria imobiliária é a emissão das OT's, pois enquanto na indústria em geral é fácil determinar os emissores das OT's, na indústria imobiliária existem edifícios sem técnicos residentes.

A definição de quem é emissor é uma tarefa por vezes difícil no sector imobiliário, sendo o grau de dificuldade tanto maior quanto menor for o edifício em causa.

A classificação dos edifícios de acordo com a sua dimensão tecnológica, que define por sua vez a dimensão da estrutura humana ao nível técnico, permite assim que se compreenda melhor esse problema. A dimensão técnica está associada à potência eléctrica instalada, ou seja, normalmente, acima de uma potência instalada de 200 kVA, o edifício terá que possuir o seu Posto de Transformação (PT), existindo por obrigação legal, pelo menos um elemento com formação em engenharia (técnico responsável pela exploração das instalações eléctricas) (5). A instalação técnica mais significativa nos edifícios actuais é a de AVAC.

Sendo assim, a classificação dos edifícios tem em conta (ver Figura):

- Edifícios com PT (alimentação em Média Tensão – MT)
- Edifícios sem PT (alimentação em Baixa Tensão Especial – BTE)
- Nível das instalações de AVAC – centralizadas e descentralizadas.

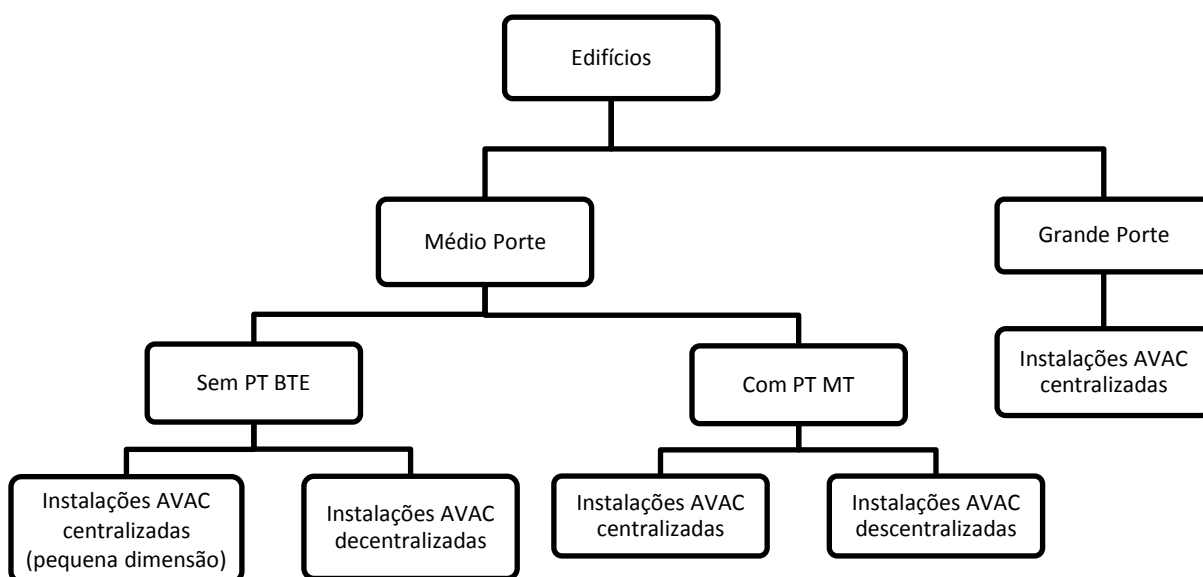


Figura 2.1 – Classificação de edifícios face à sua “dimensão tecnológica”¹.

¹ Na diferenciação de médio porte e grande porte não está incorporada a área de construção.

Os edifícios de médio porte sem PT, por princípio, dificilmente terão estrutura técnica. É excepção, o caso dos edifícios de hotelaria onde é sempre necessário ter no mínimo um elemento técnico de forma a satisfazer as constantes intervenções que vão surgindo. Neste caso a actividade a desenvolver por parte do técnico é do tipo “polivalente” não havendo disponibilidade nem capacidade para qualquer tipo de acção organizacional.

Nos edifícios de médio porte sem PT as solicitações são normalmente direccionadas à Segurança sendo esta responsável pelo contacto das entidades técnicas, existindo assim, alguma dificuldade em desenvolver um mecanismo processual de comunicação que origine e acompanhe a vida de uma OT.

Nos restantes tipos de edifícios existe geralmente uma estrutura técnica interna e/ou externa que poderá suportar a responsabilidade da gestão das OTs.

As OT's possuem diversa informação importante quer para o seu seguimento quer para a elaboração do histórico que inclui normalmente a data de emissão, a data de conclusão, o centro de custo, o número de obra, o grau de prioridade, a especialidade, a descrição do trabalho a realizar, o tempo previsto e o tempo real da execução da tarefa, os materiais consumidos, o nome dos técnicos, etc.

2.2 Gestão da manutenção

Na indústria imobiliária, a manutenção integra, implicitamente, a segurança. Esta situação é implícita uma vez que nas instalações de AVAC, que são as instalações com maior peso nos edifícios, estão incorporados os grupos de pressurização, desenfumagem, etc.

A gestão da manutenção tem ainda a função de coordenar as organizações de prestadoras de serviços e para ter sucesso tem que ser compreendida por todas as entidades envolvidas na exploração diária do edifício. Para que tal aconteça, a gestão da manutenção terá que ser enquadrada na fase de projecto do edifício.

Na fase de concepção e desenvolvimento de um projecto de um edifício, devem-se incluir os projectos de manutenção e condução das instalações pois caso contrário, é extremamente difícil ou mesmo impossível controlar ou gerir o que quer que seja uma vez que o dono da obra não avalia as necessidades humanas bem como as exigências técnicas para a exploração do edifício.

O exemplo mais significativo é a existência de edifícios com Gestão Técnica Centralizada (GTC), sem estrutura técnica residente sendo o elemento da segurança o único operador do sistema.

Nos projectos de manutenção e condução deverá estar presente, toda a informação relevante, nomeadamente, esquemas de princípio simplificados, fluxogramas de responsabilidades, codificação dos equipamentos, manuais de instruções de operação, etc.

2.3 Gestão de energia

A energia desempenha um papel fundamental em todas as actividades, nomeadamente nas económicas, e no seu desenvolvimento. Durante muitos anos pensou-se que o crescimento, progresso e desenvolvimento sócio-económico não podiam ser conseguidos senão à custa de forte crescimento do consumo de energia. No entanto, a pouco e pouco, foi-se aprendendo a olhar para a energia como um factor de produção que, sendo bem gerido, permite produzir o mesmo consumindo menos.

Por exemplo, se uma instalação AVAC estiver a trabalhar com os filtros das UTAs sujos ou com as caldeiras a trabalhar sob relações estequiométricas deficientes por falta de afinação da queima, etc., o custo do consumo energético vai obviamente ter que subir. A componente energética é assim fundamental para a determinação da qualidade dos serviços de manutenção e de condução das instalações.

De acordo com o RSECE, os promotores são obrigados a cumprir determinados índices de consumos anuais para as condições nominais como por exemplo (2):

- Edifícios de escritórios novos – 35 kgep² / m² área útil;
- Hotéis de 4 e 5 estrelas novos – 45 kgep / m² área útil;
- Edifícios de escritórios existentes – 40 kgep / m² área útil;
- Hotéis de 4 e 5 estrelas existentes – 60 kgep / m² área útil.

Esta obrigatoriedade de controlo dos consumos energéticos tem implicações, forçosamente, nos hábitos dos técnicos ligados à condução e manutenção de instalações.

² kgep – Quilograma equivalente de petróleo.

3 Gestão da manutenção

3.1 História e evolução da manutenção

A conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada historicamente desde os primórdios da civilização, mas foi efectivamente, somente quando da invenção das primeiras máquinas têxteis a vapor em meados do século XVIII, durante a Revolução Industrial, que a função da manutenção se revelou importante (6).

Desde o início da era industrial até ao final da 2ª Guerra Mundial a actividade de manutenção manteve a atitude geral de corrigir as anomalias que iam surgindo. Porém as indústrias de transportes constituíram sempre uma excepção, porque foram obrigadas a projectar a manutenção do seu equipamento de modo a assegurar um certo grau de confiança nas unidades em serviço. Era o caso das inspecções, segundo um plano fixo, dos motores alternativos a vapor dos primeiros navios.

Com o advento da aviação tornou-se absolutamente necessário desenvolver um esquema de manutenção dos equipamentos tal que reduzisse ao mínimo a possibilidade de ocorrência de anomalias em funcionamento. De notar que as revisões periódicas representam apenas uma pequena parte dos muitos melhoramentos que podem ser introduzidos no campo da conservação (7).

Antes da 1ª Guerra Mundial (1914), a inexistência de órgão de manutenção, fazia com que a reparação de avarias fosse feita com recurso ao pessoal da produção. Após a 1ª Grande Guerra, e como consequência desta, a manutenção (correctiva) aparece no organigrama das empresas ao nível de secção. Segundo *Monchy*, o termo “manutenção” teve origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efectivo e o material num nível constante (8).

Antes dos anos 30 as máquinas eram robustas, sobre especificadas e de grande duração. Os principais modos de falha eram metalúrgicos e desgaste. O plano de manutenção era simples – a máquina era reconstruída depois da avaria por técnicos muito qualificados.

A 2ª Guerra Mundial (1939), também trouxe consequências no que diz respeito à manutenção, nomeadamente o aparecimento da manutenção preventiva.

Nos anos 50 a competitividade começou-se a impor como factor importante e a filosofia de manutenção predominante consistia na crença que a “avaria da máquina” era uma parte inevitável e aceitável da vida produtiva. Isto levou à concepção de processos com uma larga capacidade produtiva em espera e uma grande quantidade de produtos em armazém. A manutenção evoluiu assim do conceito de simples reparação, onde só se intervinha para remediar a avaria, para outro, mais recente, em que as intervenções passaram a ser planeadas com a finalidade de evitar e não remediar a avaria.

Até ao princípio dos anos 70, a maioria das unidades industriais efectuavam a manutenção de uma forma reactiva, depois de uma paragem por avaria, a chamada manutenção curativa. A manutenção curativa é cara devido às extensas paragens não programadas e aos danos nas máquinas. Com o aparecimento dos computadores *mainframe* nesta época, muitas empresas implementaram estratégias de manutenção preventiva periódicas para encorajar inspecções periódicas planeadas (9). Esta aproximação, ainda hoje dominante, utiliza programas de planeamento da manutenção para controlar assim as actividades de manutenção baseadas em calendário para automaticamente “imprimir” ordens de trabalho. Há medida que crescia a aceitação desta abordagem, os fabricantes de máquinas começaram a recomendar planos de manutenção muito conservadores numa tentativa de reduzir o seu risco em garantia, aumentando assim os custos globais de manutenção com operações de pára, abre e inspecciona desnecessárias.

À medida que, desta forma, os custos de manutenção explodiam, foi desenvolvido no fim dos anos 70, um procedimento de optimização de manutenção designado por Manutenção Centrada em Fiabilidade (MCF) ou metodologia RCM (*Reliability Centered Maintenance*) para ajudar assim a reduzir o sempre crescente volume de ordens de trabalho resultante do planeamento informatizado. Os primeiros procedimentos de MCF foram muito influenciados pelos factores de segurança devido a ter tido origem na indústria aeronáutica.

Por volta da mesma altura uma filosofia de manutenção designada por Manutenção Produtiva Total (TPM) estava a ganhar balanço entre os fabricantes Japoneses. A TPM preconiza uma parceria entre a produção e a manutenção de modo a que as operações básicas de manutenção (limpezas e inspecções) sejam efectuadas pelos operadores das máquinas.

Em meados dos anos 80 com os avanços tecnológicos na instrumentação e o aparecimento do computador pessoal, as empresas começaram a utiliza-los no planeamento das actividades de manutenção, bem como, no controlo do inventário, recolha e armazenamento de dados, histórico do equipamento, suporte logístico e apoio ao sistema de custos industriais (10). Forneceram também a capacidade de prever os problemas nas máquinas medindo a sua condição utilizando sensores de vibrações, temperatura e ultra-sons. Esta tecnologia é frequentemente referida como Manutenção Preditiva ou controlo de condição.

No princípio dos anos 90 foi introduzida a abordagem da manutenção baseada em fiabilidade que combina de uma forma eficaz as forças de todas estas estratégias e filosofias num único sistema de manutenção (9).

À medida que se revê a história da manutenção é interessante notar que antes do princípio dos anos 70, a função manutenção tinha evoluído muito pouco deste o início da era industrial. Não existiam estratégias de melhoria, nenhuma tentativa de reengenharia, e pouco investimento ou atenção. O objectivo apercebido era primeiro, reparar as coisas que se avariavam, e segundo, manter a pintura e arranjar os jardins para os visitantes. Até recentemente, a manutenção sempre foi apreendida como um mal necessário, para além de qualquer possibilidade de optimização e melhoria.

O último século assistiu assim a uma enorme evolução na sofisticação das máquinas utilizadas nos processos produtivos, provocada principalmente pelas solicitações de aumento de produtividade como factor de competitividade. Isto levou a que os equipamentos evoluíssem de sistemas puramente mecânicos para sistemas electromecânicos, de precisão, com sofisticados controlos por computador.

De modo a ter sucesso, a filosofia básica da manutenção tem de continuar a evoluir ao nível das solicitações, em mudança, da produção e competitividade. Uma empresa, para permanecer competitiva, requer a máxima disponibilidade das máquinas e instalações técnicas a funcionarem à sua capacidade de projecto.

3.2 Conceito e objectivos da manutenção

Trata-se de um conceito relativamente recente na linguagem da indústria imobiliária. Tem um sentido bastante mais vasto do que “conservação”, visto designar um conjunto de intervenções que concorrem para a protecção e defesa do nível da qualidade, não só do equipamento como do serviço em que está integrado e que dele depende.

Segundo a norma francesa NF X60-010 a Manutenção é definida como “o conjunto de acções que permitem manter ou repor um bem num estado específico ou em condições de assegurar um determinado serviço” (7).

Pode assim, definir-se a manutenção como *o conjunto das acções destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações, garantindo que são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, de acordo com as boas práticas técnicas e exigências legais, de forma a evitar a perda de função ou redução do rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, e tudo a um custo global optimizado* (1).

Manutenção é portanto a actividade que consiste em efectuar as operações de desempanagem, lubrificação, inspecção, reparação, modificação, etc., que permitem conservar o potencial do material para assegurar a continuidade e a qualidade dos equipamentos. E ainda, para se considerar uma boa manutenção, há que assegurar estas operações ao custo global óptimo.

A aplicação do conceito na indústria imobiliária, devido principalmente aos objectivos desta, implica que aquele conjunto de acções deve ter sempre em conta, para além da operacionalidade do equipamento, a do sistema e a do sector em que ele se integra.

De forma resumida, podem definir-se como objectivos da manutenção:

- Manter os equipamentos num estado de funcionamento seguro e eficiente;
- Manter os equipamentos com uma disponibilidade adequada;
- Manter os equipamentos com uma fiabilidade adequada;
- Reduzir ao mínimo os custos totais, em coerência com os objectivos anteriores.

3.3 Tipos de manutenção

Podem distinguir-se utilizando como critérios a causa da sua realização, o objectivo a que se pretende atingir com a sua realização e a forma como a manutenção é desencadeada, diversos tipos de manutenção. Assim, distinguem-se os seguintes três grandes tipos de manutenção: preventiva, correctiva e curativa.

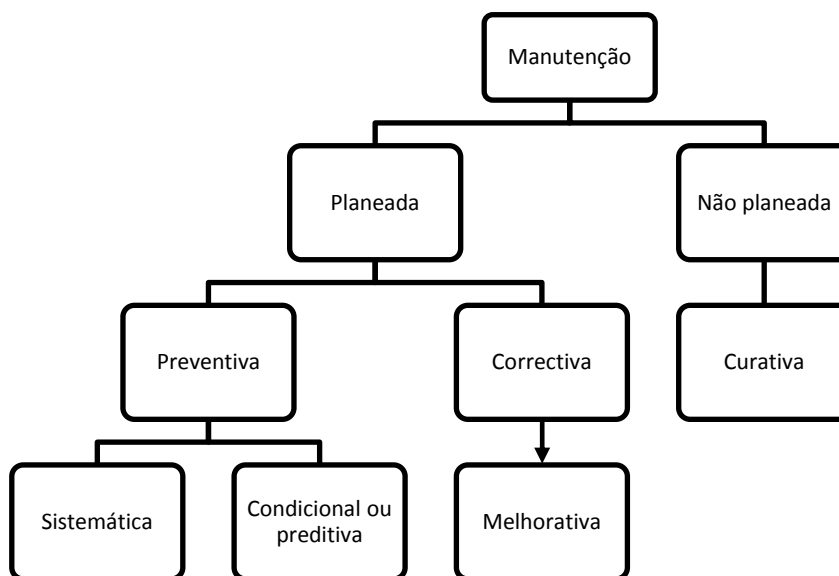


Figura 3.1 – Tipos de manutenção.

3.3.1 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é realizada com o objectivo de evitar avarias, perda ou redução de função podendo-se executar de duas formas: sistemática e não sistemática.

Manutenção preventiva sistemática – quando as operações são executadas a intervalos regulares de tempo de calendário ou noutra unidade conveniente (horas, dias, semanas, meses), distância percorrida (km), energia consumida (litros de combustível), etc. Na indústria imobiliária, e por razão práticas, a base geralmente utilizada é o tempo sendo as unidades assumidas mais comuns as “horas” ou “semanas”.

Manutenção preventiva não sistemática ou condicional – quando as operações são executadas não em função de uma periodicidade pré-estabelecida mas sim em função de um diagnóstico ou quando se faz o aproveitamento da imobilização do equipamento. São exemplo a substituição de correias, afinação do curso da válvula, etc. por se ter detectado mau funcionamento.

O diagnóstico, ou manutenção preditiva, é uma forma de manutenção preventiva sistemática podendo ser executado com periodicidade quer fixa quer flexível. Da análise dos resultados do diagnóstico pode resultar a necessidade de execução de qualquer operação.

Assim quando um equipamento está imobilizado para execução de qualquer operação de manutenção, pode aproveitar-se para efectuar qualquer observação ou para antecipar a execução de uma operação cuja data de execução seja próxima ou que interesse executar antes de um serviço longo.

3.3.2 Manutenção correctiva

A manutenção correctiva consiste na introdução de alterações nos sistemas mas com o objectivo de melhorar a sua eficiência e a sua fiabilidade³.

Estando os equipamentos a funcionar, podem-se executar “correções” mesmo sem estarem avariados (daqui o seu carácter preventivo). Pelas suas características específicas, este tipo de manutenção é crucial na fase de arranque dos equipamentos (“commissioning”) pois é através das suas acções que são colocados os correctos parâmetros de funcionamento (5).

Este tipo de manutenção pode ainda utilizar-se, como já se disse, com o fim de melhorar a eficiência dos sistemas do equipamento como por exemplo instalação de um relógio de comando, instalação de equipamento adicional de monitorização ou controlo, automação, equipamentos para incrementar o rendimento, poupar energia, reduzir emissões, ruído, melhorar acessos para manutenção. Ambas as situações com o objectivo de reduzir o consumo de energia.

³ Entenda-se por fiabilidade a probabilidade de o sistema se manter em funcionamento após determinado valor de tempo garantido, ao mesmo tempo, os parâmetros de funcionamento previamente definidos.

É a partir desta situação que nasce o conceito da manutenção melhorativa que se enquadra como sub-grupo da manutenção correctiva.

A manutenção correctiva, na indústria imobiliária, é uma acção que merece a sua distinção em relação à curativa particularmente porque é uma actividade planeada e perfeitamente situada em termos de vida útil das instalações/equipamentos pois está localizada na fase do “commissioning” das instalações tão importantes para a vida útil do edifício em causa.

3.3.3 Manutenção curativa

A manutenção diz-se curativa quando se repõe o sistema em funcionamento após se ter verificado uma rotura, desgaste ou desafinação excessiva a ponto de alterar drasticamente o funcionamento do sistema, situações designadas geralmente por avaria. Engloba a reparação de acidentes ocorridos e avarias (mecânica, eléctrica ou outra). Trata-se de trabalhos imprevistos (ocasionais), cuja execução invoca fundamentalmente a capacidade técnica do executante, quer na execução quer, principalmente, na fase de detecção a partir da “queixa” do utente do equipamento (11).

A selecção de actuação dos três tipos de manutenção faz-se utilizando como critério a forma de actuação: provisória ou definitiva, sistemática ou não sistemática, experiência ou campanha (ver figura 3.1).

3.4 Tipos de manutenção Vs fiabilidade

A figura 3.2 apresenta a “curva da banheira” ou “curva de mortalidade” que nos dá a taxa de avaria de um sistema em função do seu tempo de funcionamento nas três fases rodagem, vida útil e envelhecimento ou desgaste.

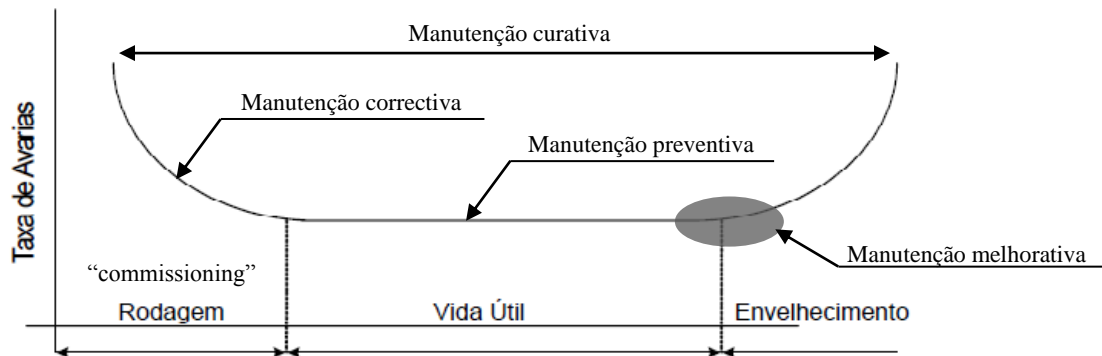


Figura 3.2 – Tipos de manutenção na curva de mortalidade.

Efectivamente na fase inicial da sua vida, ou seja, durante a fase da rodagem (“commissioning”) a taxa de avarias de um componente ou sistema é relativamente elevada (devida na maior parte dos casos, a erros de projecto, falhas de montagem incorporação de componentes defeituosos, deficiente controlo da qualidade, etc.) mas decresce à medida que o sistema funciona. Ultrapassada esta fase segue-se o período de vida útil em que as falhas ocorrem aleatoriamente essencialmente a uma taxa de avaria constante.

A partir de um determinado tempo de funcionamento as avarias começam a ocorrer a uma taxa crescente devido ao desgaste dos componentes que constituem o equipamento. Esse crescimento ocorre se não tiverem sido submetidos a uma manutenção conveniente sendo este tipo de avaria um sintoma de envelhecimento desses componentes.

Geralmente os três tipos de manutenção coexistem. No entanto enquanto a manutenção preventiva e a manutenção curativa têm um carácter permanente, a manutenção correctiva é esporádica como se pode observar na “curva da mortalidade” da Figura 3.2.

A Tabela 3.1 resume os diferentes tipos de manutenção.

Tabela 3.1 – Tipos de Manutenção (11).

Tipos de Manutenção		Estado do Equipamento	Lugar na Produção	
Correctiva		Novo ou bom estado	Chave	
Preventiva	Sistemática	Exame diário	Bom estado ou estado médio	Chave
		Exame semanal		
		Visita de inspecção geral		
		Revisão		
	Não sistemática	Reparação preparada por gama tipo		
		Gestão rotacional de stocks		
		Conjuntos de reserva		
	Máquinas redundantes em paragens			
	Indicadores instalados			
	Aproveitamento de paragens			
Curativa	Desempanagem	Caduco a substituir	Uso corrente	
	Reparação			

3.5 Níveis de intervenção

É frequente distinguirem-se dois métodos de nivelamento das intervenções de manutenção (5):

- Método dos “3 níveis”
- Métodos dos “5 níveis”

No método dos “3 Níveis”, as actividades de manutenção são distinguidas da seguinte forma:

Nível 1 – Compreende-se todas as operações passíveis de serem executadas por mão-de-obra não especializada. Normalmente são acções executadas por mão-de-obra interna.

Nível 2 – Compreende todas as operações que só podem ser executadas por mão-de-obra especializada. Normalmente este tipo de operações insere-se no universo dos contratos de manutenção.

Nível 3 – Compreende todas as operações que só podem ser executadas por mão-de-obra especializada e indicada pelo fabricante do equipamento em causa e/ou por organizações certificadas legalmente (caso da manutenção dos elevadores e caldeiras).

No método dos “5 níveis”, as actividades são distinguidas da seguinte forma (5):

Nível 1 – Compreende as operações de abastecimento de consumíveis, de verificação de níveis de óleo, água, de limpeza interior, de lavagem exterior, que se efectuam diariamente. Operações efectuadas normalmente pelo utente do equipamento e efectuadas no local.

Nível 2 – Compreende a manutenção preventiva, curativa e correctiva em que as operações se fazem sem necessidade de retirar os órgãos dos equipamentos. Todo este conjunto de operações não se prolonga geralmente para lá de um dia de imobilização do equipamento. Operações efectuadas normalmente por técnico de qualificação média.

Nível 3 – Compreende a substituição de órgãos (rotáveis) com o objectivo de serem reparados, acção de diagnóstico, regulações gerais e calibrações. Operações efectuadas por técnicos especializados. Operações efectuadas no local ou em oficina de apoio local.

Nível 4 – Compreende a reparação de órgãos, e todos os trabalhos de manutenção preventiva, curativas e correctiva de grande dimensão e que exigem ou componentes onerosos e de pouca utilização ou mão-de-obra qualificada. Operações efectuadas por técnicos especializados. Operações efectuadas em oficina local ou externa.

Nível 5 – Corresponde à reparação geral ou à reconstrução do equipamento: no primeiro caso mantém-se as características do equipamento, enquanto no segundo caso se efectuam alterações. Este nível é apenas corrente em máquinas cujo investimento inicial é grande. Operações efectuadas por técnicos altamente especializados. Operações efectuadas em oficina externa ou do construtor.

Aos diferentes níveis de intervenção correspondem níveis diferentes de processos tecnológicos, de equipamentos e da capacidade técnica do pessoal executante. A questão do nível de intervenção é bem diversa da adopção de uma adequada filosofia de manutenção, contribuindo assim as correctas decisões nestes dois domínios para uma boa gestão da organização.

Pode-se concluir assim, que na indústria imobiliária a metodologia mais comum é o método dos “3 níveis” de manutenção onde existe uma manutenção de 1ª linha com equipa própria, contratos de manutenção especializados para equipamentos específicos, e contratos e protocolos com entidades especializadas.

3.6 Gestão de Stocks – Peças consumíveis

A gestão das peças e dos materiais de manutenção é uma componente essencial da gestão de manutenção, pela influência decisiva que tem na eficiência e na produtividade das actividades de manutenção. Não adianta ter uma organização “perfeita” do serviço manutenção, se não se dispuser de uma logística de materiais eficiente.

As peças consumíveis, geralmente designadas por peças de stock ou peças sobressalentes, distinguem-se das peças rotáveis porque não são recuperáveis, ou seja, após a sua utilização constituem sucata.

A existência de stocks de peças sobressalentes na qualidade, quantidade e no instante adequado são um importante meio auxiliar da organização da manutenção, pois permitem a execução de operações num período de tempo oportuno, reduzindo a um período de tempo adequado a inoperacionalidade do equipamento, e portanto, nalguns casos, a interrupção do serviço.

Um aspecto fundamental na gestão de stocks de peças sobressalentes é o da qualidade, que se mede pelo custo de unidade de tempo de vida útil da peça, ou seja, a economia da gestão dos stocks nem sempre se faz comprando barato, pois também está em jogo um bom comportamento funcional e uma boa duração. O tempo de imobilização do equipamento bem como a mão-de-obra necessária para a substituição da peça são factores que também se devem ter em consideração. A determinação da quantidade de cada peça que deve existir em armazém é assim o objectivo da gestão económica dos stocks.

No que diz respeito aos custos de stocks, estes resultam de três tipos de despesas: de aquisição das peças e consumíveis, de posse de stock e da ruptura de stock.

Os custos de aquisição englobam os custos administrativos relacionados com o processo de aquisição, enquanto que os custos de posse de stock dizem respeito às peças e materiais existentes em armazém e que englobam duas parcelas fundamentais, os encargos financeiros inerentes ao stock (preço de aquisição mais encargos de empate de capital) e as despesas de armazenagem (espaço em armazém, parcela dos custos de funcionamento dos armazéns, perdas por roubo, deteriorações, etc.).

Os custos de ruptura de stock dizem respeito aos inconvenientes, directos e indirectos, originados pela inexistência em stock das peças ou materiais necessários a uma reparação.

Sob o ponto de vista técnico, o consumo de materiais também dá indicações úteis: um motor que consome 4 litros de óleo num ano, um ventilador que substitui o rotor frequentemente, entre muitos outros exemplos, são elementos que convém identificar. Seguidamente são referidas algumas vantagens na utilização de *softwares* de gestão da manutenção entre elas a codificação e organização dos materiais de stock.

3.7 A importância dos *softwares* de gestão da manutenção

Poucas empresas gostam da ideia de gastar dinheiro em softwares de gestão de manutenção. O departamento de manutenção é, por vezes simplesmente visto como um custo agregado ao negócio, numa economia difícil, o departamento de manutenção está entre os primeiros a experimentar cortes orçamentais.

Felizmente, o software de gestão de manutenção é uma ferramenta que pode ajudar a remodelar a imagem do departamento de manutenção, mostrando assim como a manutenção é importante para a empresa. É hoje em dia uma ferramenta corrente cuja utilização se tem vindo a expandir. Costuma abreviar-se pelas iniciais GMAC, de Gestão da Manutenção Assistida por Computador, ou pelo acrónimo inglês CMMS, de Computerized Maintenance Management System.

Em linhas gerais, um *software* de gestão da manutenção deve dispor dos seguintes recursos básicos (1):

- Equipamentos/objectos de manutenção: codificação e registo dos equipamentos, com ficha estruturada de características técnicas; planos de preventiva e correlação com sobressalentes utilizáveis;
- Materiais: codificação e organização dos materiais de manutenção, não só os de armazém como, também, todos os plausivelmente necessários para a manutenção, facilidade de pesquisa rápida e correlação com os equipamentos onde aplicáveis;
- Gestão dos trabalhos: planeamento e gestão dos trabalhos. Ordens de trabalho com possibilidades de planeamento e reporte (tempo de manutenção, tempo de reparação, tempo de indisponibilidade por avaria), esforço em horas homem, materiais aplicados e custos. Renovação automática de ordens de trabalho (OT) sistemáticas, possibilidade de utilização de contador de calendário, funcionamento ou ambos, consoante o que ocorrer primeiro. Acumulação sistematizada do histórico;

- Análises: computação de indicadores expressivos das actividades de manutenção, os chamados ICD – indicadores chave de desempenho – que permitam sentir o pulsar da gestão tais como número de avarias, reparações em função do total de intervenções, taxa de avarias, rácios de esforço e custos, entre muitos possíveis;
- E, indiscutivelmente, uma interface amigável com o utilizador, que apele a operações simples e directas, não porque o utilizador do *software* de manutenção seja menos capaz ou habilitado do que o utilizador de um *software* administrativo, mas porque, por natureza, tem que dedicar ao *software* o que lhe sobra de tempo e talento das suas actividades principais, e não o contrário.

Como é que um *software* de gestão de manutenção pode ajudar uma empresa?

Um *software* CMMS pode ajudar uma empresa a planear e a implementar com sucesso as suas operações de manutenção. Este planeamento de manutenção assegura a maximização do tempo de funcionamento do equipamento, reduz a necessidade de reparos de emergência, reduz os custos de manutenção e poupa tempo.

Com o *software* CMMS, a empresa pode gerir de forma eficiente as tarefas de manutenção preventiva e correctiva, a gestão de activos e controle dos stocks. Pode registar os custos, os dados do equipamento, garantia do equipamento, data da compra e informações de manutenção. O CMMS também mantém um registo das especificações do trabalho, listas de instruções passo-a-passo para os procedimentos de manutenção e cria listas de controlo das tarefas realizadas e das tarefas a cumprir. Pode facilmente verificar o volume do trabalho em mão e a mão-de-obra necessária para o fazer. Tem rápido acesso aos desenhos CAD armazenados, documentos digitalizados e relatórios de síntese detalhados.

Na verdade, a facilidade de acesso a informações precisas, torna o trabalho mais fácil, a execução de tarefas mais simples e é praticamente indispensável para qualquer empresa.

4 Caracterização das instalações técnicas

Neste capítulo é feita a caracterização das principais instalações técnicas existentes nos grandes edifícios em geral e nomeadamente no edifício Atrium Saldanha. Consideram-se assim nesse grupo os equipamentos de AVAC, instalações eléctricas, instalações de segurança contra incêndios, instalações de elevação, e por fim os sistemas de gestão técnica centralizada.

4.1 Equipamentos de AVAC

4.1.1 A importância dos sistemas de climatização

A energia libertada por pessoas, equipamentos e aparelhos (lâmpadas, motores, computadores, fornos, etc.) eleva a temperatura do ar interior e devido a essa ocupação, existe produção de CO₂, libertação de vapor de água (da respiração) e a possibilidade da formação de odores o que faz com que a actividade das pessoas se torne impossível ao fim de algum tempo. O fumo de tabaco numa sala tornaria o ar irrespirável ao fim de curto espaço de tempo. No verão, a temperatura do ar interior tornar-se-ia excessiva enquanto no inverno, a qualidade do ar interior também seria inexistente, apresentando uma concentração de gases poluentes e de partículas inaceitável, uma vez que as perdas de calor através do envolvente de uma sala podem ser elevadas para provocar um significativo arrefecimento do interior, ficando o ambiente demasiado frio ou serem reduzidas não conseguindo compensar o calor libertado, ficando o ambiente demasiado quente.

A entrada de ar novo na sala permitirá assim reduzir fortemente a concentração de gases e vapores libertados na sala, reduzir o nível de partículas em suspensão no ar e ainda reduzir a temperatura interior se esta for superior à temperatura do ar exterior. No entanto, se a temperatura do ar exterior for baixa e o caudal de ar novo for elevado, pode a sala ficar a uma temperatura desconfortável, ou seja, muito próxima da do ar exterior.

Os ganhos ou perdas de calor numa sala designam-se por cargas térmicas e a forma mais comum de as remover dum local é fazer com que estas sejam dissipadas num líquido ou num gás, i.e., num fluido que atravessa esse local. A forma como é efectuado o aquecimento ou arrefecimento do fluido pode variar, ou seja, pode ser aquecido ou arrefecido no local que se pretende climatizar, ou num local distinto, sendo depois transportado para o local a aquecer ou a arrefecer. Caso o aquecimento ou arrefecimento do fluido que provoca a climatização do espaço seja feito por troca de calor num permutador com um outro fluido que sofreu um aquecimento ou arrefecimento (equipamento principal) obtemos um sistema com circuito secundário: onde circula o fluido térmico que remove/fornece calor ao espaço a climatizar. O fluido térmico a utilizar pode ser um fluido frigorigéneo, água, soluções aquosas (água glicolada, salmouras), ar, termofluido (geralmente um óleo) e ainda gases, em aplicações especiais.

O aquecimento ou arrefecimento do fluido térmico podem ser conseguidos de diversas formas, existindo portanto diferentes tipos de equipamentos.

A evolução tecnológica permite actualmente, a utilização duma grande diversidade de equipamentos que podem constituir uma instalação de climatização:

- Caldeiras (podem ser utilizados diferentes tipos de energia);
- Bombas de calor;
- UAA (Unidades de Arrefecimento de Ar - unidades compactas e chiller's a ar);
- UPARs (Unidades Produtoras de Água Refrigerada - chiller a água);
- Painéis solares;
- Equipamentos de cogeração (motores de combustão interna ou turbinas a gás);
- Compressores de diferentes tipos que integram os sistemas frigoríficos e as bombas de calor;
- Ventiladores e bombas de diferentes tipos.

No futuro e com o desenvolvimento de novos materiais, poderão vir a ser utilizadas outras soluções, actualmente utilizadas em aplicações militares e aeroespaciais e com uma comercialização muito reduzida, pilhas de combustível de diferentes tipos (as de ácido fosfórico e as de PEM – *Polymer Electrolyte Membrane* são as de uso mais generalizado) (5).

4.1.2 Humidade e qualidade do ar

A climatização, além de garantir a temperatura de um local, tem ainda que garantir a humidade e a qualidade do ar. Ou seja, as concentrações de poluentes (gases tóxicos e odores, p.e.) terão que ser nulas ou muito reduzidas bem como o nível de partículas.

A remoção dessas concentrações de gases e odores pode ser efectuada através de sistemas de climatização recorrendo à ventilação. A necessidade em manter os níveis de humidade correctos obriga a que por vezes se tenha de recorrer a processos de humificação e desumificação do ar antes de ser introduzido no local a climatizar, sendo este controlo também efectuado pelo sistema de climatização.

A remoção de concentrações pode ser obtida através de métodos de adsorção, ou utilizando ar novo. O método de utilização de ar novo, é o método mais utilizado, mas no entanto é um método que envolve um dispêndio de energia uma vez que, será necessário aquecer ou arrefecer e humificar ou desumificar o ar exterior para assim se obterem as condições interiores pretendidas.

A remoção de partículas em suspensão no ar é geralmente obtida através de filtragem, ou seja, através de filtros que permitem desde a simples retenção mecânica das partículas de maiores dimensões até à remoção de partículas de reduzidas dimensões, incluindo elementos patogénicos.

A remoção de humidade ou desumificação pode ser obtida de diferentes formas, utilizando dissecantes (através da adsorção da água em materiais sólidos, como por exemplo zeólitos ou sílica gel) ou utilizando sistemas de misturas aquosas em lavadores de ar de temperatura controlada ou bombas de entalpia (absorção da água na mistura líquida). No caso de serem usados dissecantes, devem ser correctamente avaliados os custos com a reciclagem destes produtos já que é este aspecto económico que leva a que esta solução seja pouco utilizada na climatização dos edifícios. A roda dissecante tem interesse em aplicações industriais, mas o seu interesse é reduzido para aplicação no clima português onde a necessidade de desumificação do ar ocorre no verão e o princípio de funcionamento deste equipamento leva a um aumento da temperatura do ar que se pretende secar, ou seja a um aumento da temperatura do ar novo que seguidamente se irá arrefecer.

A bomba de entalpia é o processo de desumidificação mais eficiente em termos energéticos que utiliza alguns sais como é o caso do LiCl, permitindo assim uma eliminação de elevada percentagem de microorganismos, mas o seu elevado investimento inicial raramente é utilizado. No entanto o processo mais comum é através do arrefecimento do ar até uma temperatura de orvalho do ar.

Por fim, a humidificação pode ser obtida utilizando lavadores de ar com ou sem temperatura controlada e onde circula água ou misturas aquosas ou através da injeção de vapor ou de água sem controlo de temperatura (lavadores de ar ou injeção simples) que são os processos mais comuns. O recurso a lavadores tem a vantagem de remover as poeiras em suspensão no ar, que de outra forma deveria ser efectuada através do recurso a filtros mecânicos. A sua grande desvantagem é a necessidade de espaços mais elevados do que nos casos de injeção de vapor ou injeção simples de água. O processo de injeção simples de água é o que oferece pior qualidade de controlo e é o que apresenta o maior potencial para o desenvolvimento de microorganismos (em especial de colónias de bactérias), o que deve ser sempre tido em atenção dado constituir um risco importante para a saúde dos ocupantes do edifício.

A existência de humidificação aumenta os custos da instalação e os problemas que poderão advir, caso a manutenção seja deficiente: fungos e corpos patogénicos e alergénicos terão tendência a desenvolver-se mais facilmente em atmosferas húmidas, ou seja nas zonas da conduta próximas do local em que é efectuada a humidificação, em especial se esta humidificação for obtida à custa da evaporação da água.

Consoante o nível de conforto pretendido, o número de propriedades do ar a controlar varia. Em geral, os parâmetros a controlar são a temperatura, a humidade relativa e a qualidade do ar interior.

Existe assim um enorme conjunto de opções possíveis para efectuar a climatização dos edifícios. O consumo energético e a poluição que estão associados à climatização dependerão da concepção do sistema e dos equipamentos, da condução do sistema e da sua manutenção.

4.1.3 Tipos de sistemas

4.1.3.1 Classificação em função da área a climatizar

Os sistemas existentes podem ser agrupados em centralizados e individuais, tendo em conta a área a climatizar e o local onde se produz inicialmente o calor ou o frio.

Um sistema centralizado tem por objectivo servir a totalidade (ou a maior parte) do edifício, e o circuito primário encontra-se localizado na chamada zona técnica e cujo acesso é restrito ao pessoal responsável pela condução e manutenção do sistema.

A climatização dos locais é efectuada através do fluido térmico que circula no sistema secundário, no entanto pode ser feita por um fluido diferente ou não daquele que circula no circuito primário.

Um sistema individual é na realidade um aparelho ou um conjunto de aparelhos diferentes que servem de forma individual apenas um espaço do edifício. Fazem parte deste grupo os aparelhos de janela e os aparelhos “splits”.

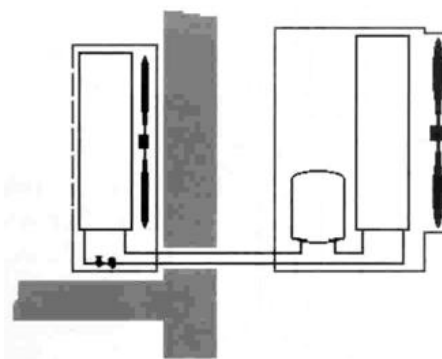


Figura 4.1 – Sistema individual do tipo "split" (12).

Começa-se a aceitar um terceiro grupo específico designado por sistemas modulares. Estão neste caso, os sistemas de volume de refrigerante variável (VRV), em que apenas existe um circuito, o do fluido frigorigéneo (primário) que vai até aos locais a climatizar.

Estes sistemas não podem ser directamente classificados como centralizados pois é um sistema que serve um conjunto de zonas de um edifício e que pode ser facilmente ampliado.

Um sistema VRV climatiza normalmente entre 4 a 15 zonas distintas, sendo constituído por uma ou mais unidades exteriores e 4 a 15 unidades interiores, como se exemplifica na Figura 4.2. O número máximo de unidades interiores, dependendo da marca, pode ser superior a 30.

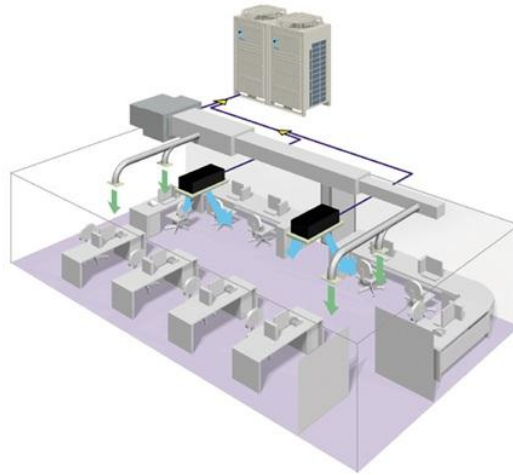


Figura 4.2 – Exemplo de um sistema modular VRV numa zona “open-space” (13).

Por vezes também são designados por sistemas semi-centralizados. Esta definição é interpretada por uns como sendo um sistema que serve vários espaços distintos do edifício, mas por outros é interpretado como sendo um sistema em que se combinam as características de um sistema centralizado com as de um sistema individual. Um exemplo é o sistema constituído por unidades individuais em que o condensador é arrefecido por um circuito de água que percorre todo o edifício (ver Figura 4.3). A utilização do termo “semi-centralizado” deve ser evitada, uma vez que existe assim um circuito que serve a totalidade do edifício (o circuito de água) e simultaneamente um conjunto de unidades individuais.

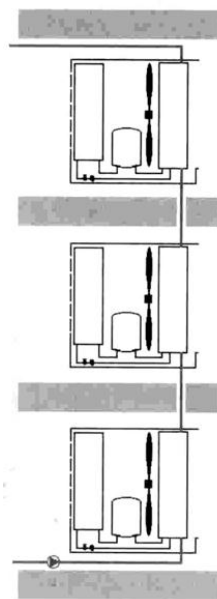


Figura 4.3 – Exemplo de um sistema semi-centralizado (12).

O sistema multi-split é constituído por uma unidade exterior e diversas unidades interiores (até um máximo de 9 unidades) e dependendo do fabricante serve geralmente uma zona *open-space* ou um número reduzido de espaços. A sua classificação depende dos autores, uns classificam-no como sendo semi-centralizado, na medida de que se trata de um sistema que pode servir espaços distintos, embora o número de espaços que podem ser climatizados seja reduzido, outros consideram-no como sistema modular, uma vez que pode ser feita uma expansão do sistema colocando um sistema adicional. Finalmente, noutros casos, o sistema multi-split é colocado no grupo de sistemas individuais, uma vez que o número de espaços que é possível climatizar com este tipo de sistema é reduzido.

No entanto os sistemas do tipo multi-split não podem ser comparados aos sistemas do tipo VRV, uma vez que na ampliação de um sistema VRV os equipamentos que são adicionados continuam a fazer parte da mesma instalação, enquanto que num sistema multi-split a ampliação implica a instalação de um novo sistema fisicamente distinto do existente.



Figura 4.4 – Exemplo de um sistema multi-split da Daikin (14).

A classificação dos sistemas não pode ser considerada apenas como uma forma pedagógica ou de sistematização. Face ao actual RSECE, o facto de um determinado sistema pertencer a um ou a outro grande grupo tem implicações. O regulamento impõe restrições ao uso de sistemas individuais e considera apenas a existência de dois grupos: sistemas individuais e sistemas centralizados. Não existem recomendações para todos os casos apresentados mas, para fins de aplicação do regulamento dos sistemas de climatização, será natural considerar-se um sistema VRV como associado aos sistemas do tipo centralizado, enquanto um sistema multi-split deverá ser considerado como sistema individual.

4.1.3.2 Classificação quanto ao fluido térmico utilizado

Os sistemas também podem ser classificados quanto ao fluido térmico (fluido secundário) utilizado. Esta classificação é utilizada nos sistemas centralizados.

Os sistemas existentes podem ser agrupados em sistemas tudo-ar, tudo-água e ar-água.

- Sistemas “tudo-ar”

Os sistemas “tudo-ar” consistem numa técnica de climatização em que a remoção da carga térmica das diferentes zonas dum edifício é efectuada apenas pela distribuição de ar que foi tratado nos equipamentos dos sistemas individuais ou nos sistemas centralizados.

Nos locais técnicos centralizados existem normalmente unidades produtoras de água gelada e de água quente (chiller's/bomba de calor e caldeiras) que asseguram a produção primária de frio e de calor, utilizando fluidos refrigerantes e água, necessária nos equipamentos de tratamento de ar (UTAs). O ar depois de tratado é distribuído até aos locais condicionados onde, ao ser insuflado no ambiente pelos dispositivos terminais (grelhas ou difusores) deve “varrer” adequadamente a zona ocupada para que o efeito da carga térmica em jogo seja realmente anulado numa forma correcta.

Existem duas concepções base: os de conduta simples e os de conduta dupla. No primeiro caso todo o ar a insuflar é enviado através de uma conduta principal para os diferentes locais. O sistema de conduta dupla é raramente utilizado devido ao volume que ocupa, sendo difícil encontrar no mercado europeu as caixas de mistura utilizando controlo pneumático ou eléctrico.

Os sistemas de conduta simples mais comuns são os de:

- Volume de Ar Constante (VAC);
- Volume de Ar Variável (VAV).

No primeiro caso, o caudal de ar a insuflar é constante e o sistema permite alterar as condições de insuflação de forma a garantir a remoção da carga térmica existente. No segundo caso a temperatura de insuflação é constante, variando o caudal de ar insuflado de forma a garantir a remoção da carga térmica existente. O sistema VAC, embora simples, tem vindo a cair em desuso devido principalmente aos elevados consumos de ventilação.

O sistema VAV, que na sua forma mais simples tem o problema de um fornecimento de ar deficiente quando a carga térmica a retirar é pequena, também apresenta problemas de equilíbrio em locais com carga térmica bastante variável. No entanto, passou a ter uma maior aceitação quando passou a ser utilizado na sua concepção um pleno de retorno ou é utilizado um ventilador de velocidade variável, eliminando este tipo de problemas. Existe ainda um outro sistema alternativo designado por sistemas de Volume e Temperatura Variável (VTV). Estes, à medida que a carga térmica a dissipar se reduz, permitem a variação de caudal até um limite mínimo a partir do qual a temperatura de insuflação começa a ser reduzida. Possuem o pleno retorno ou um by-pass ao retorno, permitindo a variação da temperatura do caudal principal e precisam de um sistema de gestão para controlar o seu funcionamento.

- **Sistemas “tudo-água”**

Os sistemas “tudo-água” consistem numa técnica de climatização em que se distribui pelos equipamentos terminais existentes em cada ambiente unicamente água fria ou água quente em função das necessidades de arrefecimento ou de aquecimento. Estes sistemas apresentam a vantagem de necessitarem dum espaço reduzido para o circuito da tubagem de distribuição de água aos diferentes locais.

O processo de produção da água quente e da água fria é assegurado respectivamente pelas unidades produtoras de água quente (caldeira ou bomba de calor) e de água fria ou gelada (chiller) normalmente localizadas num espaço técnico centralizado.

Existem diferentes tipos de soluções que se prendem com a possibilidade de poder ou não existir aquecimento e arrefecimento simultâneo e com o equilíbrio do sistema. Os sistemas mais utilizados são os sistemas a 2 tubos e a 4 tubos.

Nos sistemas a 2 tubos apenas pode circular água quente ou água refrigerada (2 tubos significa existir um tubo de ida e um tubo de retorno). Nos sistemas a 4 tubos, existem dois circuitos independentes pelo que podem ser simultaneamente aquecidos ou arrefecidos diferentes locais do edifício.

Na maioria dos sistemas, a climatização no local é feita através da circulação do ar, normalmente utilizando um ventilador que força assim o ar através das baterias terminais de quente e/ou de frio, constituindo este conjunto o ventiloconvector (VC).

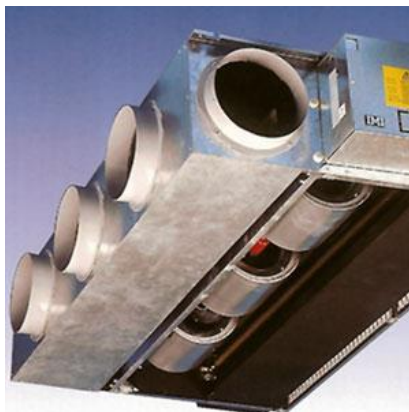


Figura 4.5 – Ventiloconvector para montagem em tecto falso (15).

- **Sistemas “ar-água”**

Nos sistemas “ar-água” o condicionamento dos ambientes dos diferentes locais é feito utilizando em simultâneo o ar e a água como fluidos térmicos. O ar que se introduz mecanicamente nos locais é designado por ar primário e é constituído normalmente apenas por ar novo que foi tratado centralmente numa UTAN – unidade de tratamento de ar novo.

A função principal deste ar primário consiste em assegurar as necessidades mínimas de ventilação e o controlo da humidade relativa dos diferentes locais. A parcela da carga térmica que este escoamento de ar consegue anular depende pois das condições definidas para a insuflação.

Estes sistemas são ditos “ar-água” porque além de ser insuflado ar primário é também utilizada água nas unidades terminais instaladas em cada um dos locais. O caudal de água quente ou fria que circula nas baterias destas unidades terminais pode ser regulado por válvulas termostáticas em função do sinal detectado por cada termóstato de ambiente. As unidades terminais mais usuais são os ventiloconvectores. O ar primário que alimenta cada um dos locais pode entrar directamente no ambiente, através de grelhas ou difusores, ou então ser canalizado directamente para as unidades terminais onde se mistura com o ar recirculado, para depois ser então introduzido no ambiente.

- Sistemas “tudo-refrigerante”

Por fim nos sistemas “tudo-refrigerante”, o fluido que circula em todo o sistema é o refrigerante, ou seja, o fluido frigorigéneo. Os sistemas VRV, split e multi-split e aparelhos de janela são exemplos que estão incluídos neste grupo.

4.1.3.3 Sistemas centralizados a 4 tubos e 2 tubos

Os sistemas centralizados a 4 tubos consistem numa central térmica que possui um produtor de água refrigerada e um produtor de água quente. As idas e retornos destes circuitos fechados constituem os 4 tubos como foi dito anteriormente.

As temperaturas de regime normalmente adoptadas são:

- Água refrigerada: 7°C ida e 12°C de retorno;
- Água quente: 48°C ida e 43°C de retorno em sistemas que usem bombas de calor e 80/70°C ida e 70/60°C de retorno em sistemas que utilizam caldeiras.

A grande vantagem operacional dos sistemas a 4 tubos é a sua disponibilização simultânea de aquecimento e arrefecimento. A sua maior desvantagem consiste no consumo energético caso esse processo não seja efectuado com recuperação através de bombas de calor construídas para essa situação concreta.

Os sistemas centralizados a 2 tubos são idênticos aos anteriores mas só têm a possibilidade de aquecer ou arrefecer sem ser em simultâneo.

Estes sistemas necessitam de algumas horas ou dias para a mudança do sistema de quente para frio e vice-versa. Isto porque uma mudança de regime exige um tempo de paragem de maneira a não se darem rápidas contracções ou dilatações do material. A mudança mais crítica é a mudança de água quente para água fria a qual exige, no mínimo, uma paragem de cerca de 24 horas.

4.1.3.4 Sistemas de expansão directa

Agrupam equipamentos como roof-tops, splits, multi-splits e sistemas VRV. Nestes sistemas o aquecimento ou o arrefecimento de um escoamento de ar é obtido através do contacto com a superfície de baterias alimentadas directamente por um fluido refrigerante. Estas unidades de expansão directa apresentam uma realidade diferente da dos sistemas anteriores, sob o ponto de vista de condução e manutenção.

4.1.4 Equipamentos principais de AVAC

Em termos genéricos definem-se como equipamentos principais os que “produzem calor ou frio”. Esta designação é termodinamicamente incorrecta uma vez que tanto o calor como o frio não são produzidos, mas sim, o que existe, são transformações de energia e transferências de calor.

Nos pontos seguintes é feita a descrição dos principais tipos de equipamentos utilizados para obtenção de água ou ar a uma temperatura apropriada para efectuarem o arrefecimento ou o aquecimento ambiente.

Os equipamentos principais utilizados para a “produção de frio” efectuam o arrefecimento da água ou do ar nos locais técnicos centralizados ou do ar num local a climatizar. No primeiro caso os equipamentos são designados de chiller’s, no segundo caso são os equipamentos que constituem os sistemas do tipo “tudo-refrigerante” (sistemas VRV, split e multi-split e aparelhos de janela). Os chiller’s são unidades que efectuam o arrefecimento do fluido térmico (água ou ar) pelo que se designam respectivamente por Unidade Produtora de Água Refrigerada (UPAR) e Unidade de Arrefecimento de Ar (UAA).

Os sistemas para fins de aquecimento utilizam na sua maioria como gerador de calor ou caldeiras de água quente ou bombas de calor. A utilização de caldeiras de vapor e de geradores de vapor é bastante restrita e em termos de eficiência de aquecimento, a utilização de vapor é inferior à utilização de água quente.

Mais recentemente, e no sector terciário, os sistemas de cogeração estão normalmente associados à climatização em edifícios ou empreendimentos de grande dimensão e com climatização centralizada: centros comerciais, hospitais, hotéis, piscinas e centros de lazer, hiper e supermercados, edifícios de escritórios e urbanizações com climatização centralizada.

4.1.4.1 Unidades produtoras de água refrigerada

As UPARs, dado servirem para produzir água refrigerada, não servem directamente os locais a climatizar. Como já referido anteriormente, os equipamentos que efectuam o arrefecimento da água designam-se de chiller's. A água refrigerada é levada até às baterias de arrefecimento das UTAs ou aos ventiloconvectores das salas a climatizar. São portanto unidades que servem sistemas centralizados: sistemas tudo-ar, ar-água e tudo-água. A Figura 4.6 representa o esquema de uma instalação ar-água servida por uma UPAR com condensador arrefecido por água. A torre de arrefecimento (TA) efectua o arrefecimento da água que removeu o calor do condensador. A água arrefecida na UPAR é então bombeada até às UTAs para efectuar o arrefecimento do ar a insuflar nos locais e simultaneamente bombeada até às unidades terminais (UT) que removem total ou parcialmente a carga térmica das salas. Normalmente as UPARs encontram-se no piso técnico dos edifícios, enquanto que as torres de arrefecimento (TA) se encontram no exterior uma vez se tratarem, geralmente, de circuitos abertos.

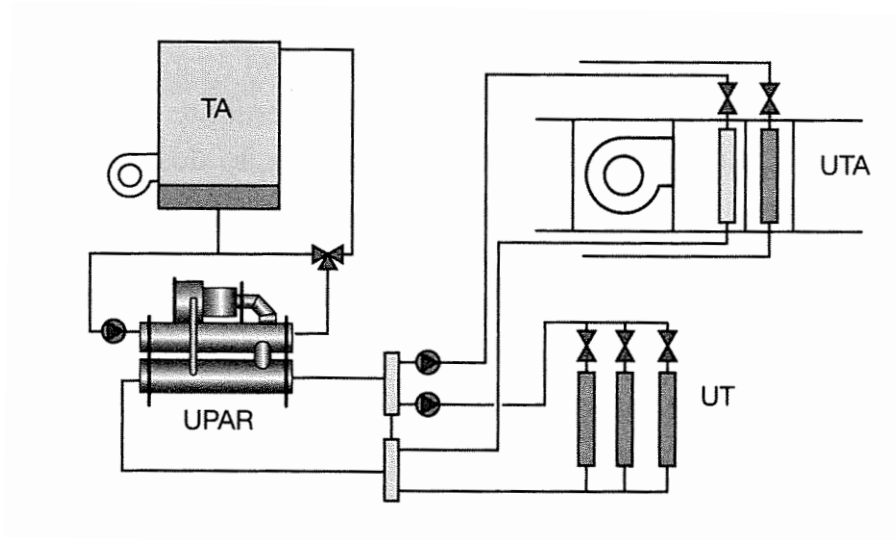


Figura 4.6 – Instalação ar-água servida por uma UPAR (5).

A forma como é obtido o arrefecimento do ar ou da água baseia-se num ciclo frigorífico que pode ser de compressão de vapor ou de absorção. Os chiller's são assim, geralmente constituídos pelo conjunto dos equipamentos que realizam o ciclo frigorífico (evaporador, compressor, condensador e mecanismo de expansão).

O tipo de compressor varia, sendo utilizados, por ordem crescente da potência frigorífica, compressores rotativos (geralmente do tipo “scroll”), de parafuso (mono ou duplo-parafuso consoante as marcas) e centrífugos. Os compressores alternativos (com número par de cilindros, geralmente entre 4 e 12), por questões relacionadas com a regulação de capacidade e substituição de fluidos frigoríficos começaram a ser menos utilizados.

Os dois principais tipos de chiller são:

- Chiller de compressão ou eléctrico;
- Chiller de absorção.

Os chiller's de compressão utilizam um compressor mecânico, usualmente accionado por um motor eléctrico, de forma a aumentar a pressão em determinada fase do ciclo termodinâmico do sistema. A desvantagem deste processo reside no seu relativamente elevado consumo energético.

O que distingue o funcionamento dos chiller's de absorção dos chiller's de compressão é o facto de o primeiro ter como princípio de base, um “compressor termoquímico”. Os chiller's de absorção permitem produzir água gelada a partir de uma fonte de calor, utilizando para tal uma solução de um sal (e.g. LiBr) num processo termoquímico de absorção.

Os chiller's de absorção, por sua vez, subdividem-se em dois tipos:

- **Chiller de absorção de queima directa:** nestes sistemas o calor necessário ao processo é obtido queimando directamente um combustível, tipicamente gás natural.
- **Chiller de absorção de queima indirecta:** nestes sistemas o calor necessário é fornecido na forma de vapor de baixa pressão, água quente ou de um processo de purga quente.

Os chiller's de absorção são muitas vezes integrados em sistemas de cogeração, de forma a permitir o aproveitamento do calor que de outra forma seria desperdiçado. O chiller de absorção de queima indirecta utilizando água quente como fonte de calor representa o tipo de chiller mais apropriado para a integração com sistemas de micro-cogeração já que estes produzem água quente com temperaturas adequadas aos chiller's. Estas unidades de absorção possuem menor adaptação de funcionamento a variações da carga térmica do que as que utilizam um sistema de compressão, pelo que numa opção de um sistema de climatização utilizando este tipo de unidades se deva considerar a possibilidade de utilização de depósitos de acumulação de frio.



Figura 4.7 – Exemplo de um chiller centrífugo da Daikin (16).



Figura 4.8 – Chiller de compressor de duplo-parafuso (à esquerda) e de compressor tipo “scroll” (à direita) (17) (18).

4.1.4.2 Unidades de arrefecimento de ar

As UAAs são sistemas frigoríficos constituídos por grupos de condensação e um ou vários evaporadores, podendo desta forma servir um local através de unidades do tipo split por exemplo ou vários locais através de sistemas multi-split ou sistemas VRV por exemplo. Actualmente a maioria das UAAs são do tipo reversível, ou seja, pode servir para efectuar o arrefecimento ou o aquecimento. A alteração de funcionamento é conseguida através de uma válvula de inversão de ciclo. No verão por exemplo, o equipamento exterior serve de condensador e o interior de evaporador, enquanto que no inverno passa-se o inverso, o equipamento exterior serve de evaporador e o interior de condensador.

No caso de se optar por unidades de arrefecimento utilizando sistemas de compressão de vapor, a escolha de uma UPAR ou de uma UAA não é indiferente. Dependendo da unidade escolhida, a resposta do sistema, o espaço necessário ao transporte do fluido e as soluções de recuperação energética são distintas.

Em termos gerais, o recurso a UPARs é preferível no caso de:

- necessidades de arrefecimento elevadas;
- variações lentas da carga térmica;
- uso de sistemas de acumulação de energia.

Enquanto que o recurso a UAAs é preferível no caso de:

- necessidades de arrefecimento reduzidas;
- rápida resposta do sistema a variações de carga.



Figura 4.9 – Sistema multi-split com 1 unidade externa e 4 unidades internas (19).

4.1.4.3 Caldeiras

Os sistemas mais utilizados para aquecimento utilizam na sua maioria como gerador de calor ou caldeiras de água quente ou bombas de calor.

As caldeiras podem ser classificadas de diferentes formas de acordo com:

- a utilização prevista;
- o tipo de fluido aquecido;
- a fonte de energia utilizada;
- a concepção;
- o aproveitamento de calor.

No que diz respeito à utilização, as caldeiras são geralmente agrupadas em três tipos: caldeiras para aquecimento (climatização, processos industriais, etc.), caldeiras de recuperação de calor e caldeiras para cogeração. As caldeiras para aquecimento destinam-se a transferir o calor resultante da queima de um combustível para um fluido que é transportado até aos locais onde se pretende efectuar o aquecimento. As caldeiras de recuperação de calor são utilizadas quando há calor a recuperar de um processo industrial (p.e. incineração). Por fim nas caldeiras para cogeração, ou seja, produção combinada de electricidade e calor, o fluido gerado é vapor a alta pressão e temperatura, para permitir a obtenção de energia mecânica em turbinas que por sua vez accionam alternadores para obtenção de energia eléctrica.

No que respeita ao tipo de fluido aquecido este pode ser água quente, vapor ou um fluido térmico, geralmente um óleo. Para temperaturas inferiores a 90°C utiliza-se água a baixa pressão. Para temperaturas mais elevadas utiliza-se vapor, água sobreprensionada ou fluido térmico, geralmente um óleo. Existem assim caldeiras para o aquecimento de água sem mudança de fase em que a água no estado líquido circula a baixa pressão, considerando-se “água quente” a água até uma temperatura de 110°C⁴. No caso do vapor, as caldeiras utilizadas em edifícios de serviços trabalham geralmente a média pressão, ou seja, valores entre 4 a 6 bar que correspondem a temperaturas de vapor saturado de 144°C e 159°C respectivamente. As caldeiras de fluido térmico permitem que o fluido atinja temperaturas na ordem dos 200°C e circule a baixa pressão, diminuindo desta forma os riscos de fuga.

⁴ À temperatura de 110°C, a água para circular no estado líquido tem de estar no mínimo a uma pressão de 1,5 bar. Se aumentarmos a sua pressão, conseguimos manter a água no estado líquido a uma temperatura superior à sua temperatura de vaporização.

Quanto à energia utilizada esta pode ser eléctrica ou química (resultante da queima de um combustível sólido, líquido ou gasoso). Os combustíveis sólidos mais utilizados são o carvão e a biomassa. Os líquidos podem ser fuelóleo, gasóleo, álcool de cana enquanto os combustíveis gasosos podem ser gás natural, gás de alto forno, biogás, etc. No que respeita à concepção, as caldeiras podem ser divididas em 3 grupos: caldeiras de ferro fundido (as que ainda existem em funcionamento são caldeiras antigas), tubulares ou de tubos de fogo ou de fumo (caldeiras gastubulares) e de tubos de água (caldeiras aquatubulares). Nas caldeiras gastubulares os gases quentes da combustão circulam por dentro dos tubos e a água por fora enquanto que nas caldeiras aquatubulares a água circula por dentro dos tubos e os gases quentes da combustão por fora. Nos sistemas de climatização são utilizadas caldeiras de tubos de fumo (5).

Alguns modelos incluem o módulo de condensação (unidade de recuperação de calor / unidade de condensação do vapor de água dos fumos) que pode ser ligada à caldeira permitindo desta forma “transformar” uma caldeira convencional numa caldeira de condensação permitindo poupanças de energia na ordem dos 17%. Por vezes também são colocados economizadores entre a saída dos gases e a chaminé, de modo a recuperarem a energia dos fumos para aquecimento da água de alimentação das caldeiras, que pode traduzir numa redução do consumo da ordem de 2 a 4% (5).

A tendência actual na climatização é para o uso de caldeiras que utilizem combustíveis gasosos devido às vantagens na sua condução e na menor emissão de gases poluentes. Em comparação com as caldeiras a fuelóleo, as caldeiras a gás têm menores custos de investimento, devido essencialmente a:

- menor custo de aquisição de um queimador a gás comparativamente com um a fuelóleo da mesma potência, em virtude da sua menor complexidade;
- inexistência dos equipamentos auxiliares necessários com o fuelóleo como armazenagem, aquecimento, bombagem e filtragem;
- menores restrições regulamentares que podem obrigar à instalação de equipamento adicional (unidades de despoeiramento dos gases da combustão do fuelóleo por exemplo).

As caldeiras a gás, têm por sua vez menores custos de manutenção, devido sobretudo a:

- menores custos de manutenção dos queimadores a gás, por comparação com os queimadores a fuelóleo;
- menores custos de manutenção das próprias caldeiras, devido à combustão do gás ser mais limpa;
- inexistência de custos de manutenção com os equipamentos auxiliares evitados (bombas, permutadores, filtros, depósitos para armazenamento e alimentação do fuelóleo).



Figura 4.10 – Exemplo de uma caldeira a gás natural da VIESSMANN (20).

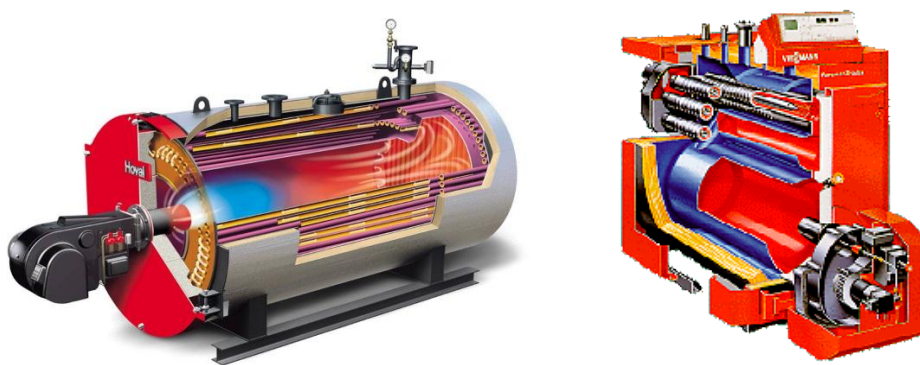


Figura 4.11 – Esquema de uma caldeira aquatubular (à esquerda) e caldeira gastubular (à direita) (21) (22).

4.1.4.4 Bombas de calor

Nos casos em que a temperatura da água quente pretendida é inferior a 60°C, ou quando se efectua o aquecimento directo do ar, é possível recorrer aos sistemas de bomba de calor em vez de se utilizar uma caldeira.

O princípio de funcionamento de um sistema de bomba de calor é semelhante ao princípio de funcionamento de um sistema frigorífico, mas neste caso o aproveitamento energético é feito através do calor rejeitado pelo condensador.

No caso das bombas de calor servirem para o aquecimento do ar muitas delas também permitem o arrefecimento, ou seja, através de uma válvula de inversão de ciclo como foi referido anteriormente em “Unidades de arrefecimento de ar”.

No caso das bombas de calor para aquecimento de água, o sistema pode possuir evaporador a ar mas a situação mais generalizada para potências médias e elevadas (dezenas ou centenas de kW) é a de evaporador com circulação de água. Assim o aproveitamento simultâneo de produção de água refrigerada (no evaporador) e água quente (no condensador) é a solução mais generalizada e que corresponde a uma UPAR com condensador arrefecido a água e recuperação de energia no condensador.

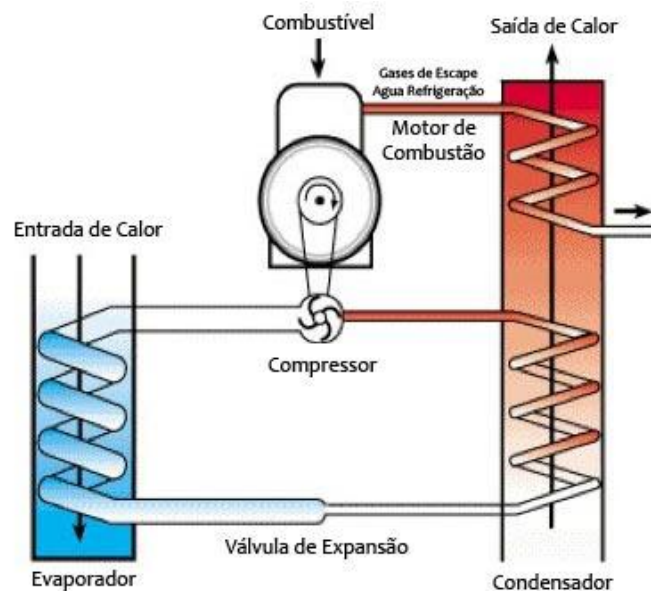


Figura 4.12 – Princípio de funcionamento de uma bomba de calor (23).

4.1.4.5 Sistemas de cogeração

A cogeração⁵ é definida como um processo de produção e utilização combinada de calor e electricidade, proporcionando o aproveitamento de mais de 70% da energia térmica proveniente dos combustíveis utilizados nesse processo (24).

A conjugação da sua utilização combinada é um dos factores que contribui fortemente para a sua vantagem económica e ambiental. A energia resultante da combustão que ocorre em motores de combustão interna ou nos sistemas de turbina a gás, é convertida (parcialmente) em energia mecânica que é utilizada para a produção de electricidade, sendo a energia dos gases de escape aproveitada como fonte de calor. No caso das pilhas de combustível, a conversão de energia química em electricidade é directa tendo como subprodutos água e calor.

Nos sistemas de cogeração existe um motor de combustão interna, uma turbina ou uma pilha de combustível cuja função consiste em produzir electricidade, libertando como subproduto calor.

Os sistemas de cogeração permitem assim, maximizar a eficiência global de uma instalação, conseguindo-se obter uma eficiência energética 30 a 40% superior à que se obtém no sistema numa central termoeléctrica clássica.

Embora não seja a sua vocação de eleição, os sistemas de cogeração podem fornecer energia eléctrica de emergência, como um convencional grupo motor/alternador destinado a esse fim.

Em Portugal, a utilização de sistemas de cogeração, encontrou as primeiras aplicações no sector industrial tendo-se estendido mais recentemente aos edifícios com perfis e densidades de consumo de energia (térmica e eléctrica) potencialmente adequados, nomeadamente centros comerciais, hospitais, hotéis, entre outros.

A COGEN Portugal é a associação representativa do sector que promove actividades associativas e de divulgação da cogeração em colaboração com as suas parcerias europeias.

⁵ Por meio da combustão que ocorre em motores de combustão interna ou em turbinas a gás ou por meio de reacção electroquímica, como é o caso das pilhas de células de combustível.

4.1.5 Equipamentos auxiliares de AVAC

4.1.5.1 Ventiladores

A ventilação natural permite efectuar uma renovação do ar interior e eliminar parcial ou totalmente a carga térmica dissipada num edifício. No entanto nunca será possível com este tipo de ventilação garantir, para todos os períodos de ocupação, a qualidade do ar ou as correctas condições de temperatura, humidade e velocidade do ar. Para que todos estes parâmetros sejam garantidos é necessário efectuar a ventilação mecânica e a climatização do edifício. Os sistemas de ventilação mecânica utilizam ventiladores constituídos por uma ventoinha ou turbina e geralmente um motor eléctrico, para promover a insuflação ou extracção de ar. O accionamento das pás do ventilador pode ser feito directamente pelo motor eléctrico, no caso de pequenas ventoinhas ou através de polias e correias de accionamento.

Existem diversos tipos de ventiladores, sendo os ventiladores de acoplamento directo e os ventiladores centrífugos os mais comuns em sistemas de ventilação. Actualmente muitos modelos de ventiladores permitem a regulação de caudal ou por conversor de frequência ou por comporta de regulação da direcção do caudal de ar à entrada do ventilador. O conversor de frequência faz variar a frequência do motor alterando desta forma a sua velocidade de rotação o que provoca a variação da velocidade do ventilador. A regulação pode ser feita de forma a manter constante a temperatura, o caudal de ar ou a pressão no sistema de conduta. Em todos os casos, o sistema vai adaptando o seu ponto de funcionamento às diferentes características da instalação.



Figura 4.13 – Exemplo de um ventilador centrífugo de correias (à esquerda) e ventilador de acoplamento directo (à direita) (25) (26).

4.1.5.2 Bombas de água

Num edifício, os diferentes sistemas onde circula água no estado líquido contêm águas com diferentes níveis de poluição desde a água potável até águas negras. Desta forma existem num edifício electrobombas de águas sujas com sólidos em suspensão para bombagem de esgotos, electrobombas autoaspirantes para movimentação de água de uso doméstico, bombas recirculadoras para movimentação do fluido térmico num equipamento, etc. As bombas para líquidos podem ser classificadas em função do modo de funcionamento em bombas centrífugas, bombas volumétricas rotativas, bombas alternativas e bombas especiais. Nos sistemas de AVAC são utilizadas bombas centrífugas, excepto em casos de caudal reduzido onde são utilizados diversos tipos de bombas volumétricas rotativas.

A escolha de uma bomba merece um especial cuidado, pois diversas bombas de uma mesma marca podem garantir as condições pretendidas mas a eficiência, e portanto o consumo de electricidade, pode ser bastante distinto consoante a solução adoptada. Assim, para se obter o melhor desempenho da bombagem deverão ser escolhidas bombas com motor da classe EFF1 e que trabalhem próximo das condições nominais, ou seja, que funcionem próximo da sua eficiência máxima.

De forma a reduzir o consumo das bombas nos sistemas, é importante considerar a utilização de bombas com regulação de caudal. Os princípios de regulação de caudal são semelhantes aos indicados para o caso dos ventiladores, como se referiu anteriormente. Actualmente muitos modelos de bombas centrífugas permitem a regulação de caudal por conversor de frequência e alguns fabricantes desenvolveram utilitários que permitem escolher uma bomba em função do caudal de água e da elevação pretendida.



Figura 4.14 – Exemplo de electrobombas centrífuga (27).

4.1.5.3 Torres de arrefecimento

- Torres de arrefecimento de circuito aberto

As torres de arrefecimento são utilizadas nos sistemas de AVAC para efectuar o arrefecimento da água que foi aquecida no condensador das unidades de produção de frio (p.e. de um chiller). Estas podem ser unidades de arrefecimento de circuito aberto ou unidades de arrefecimento de circuito fechado por vezes designadas por torres de arrefecimento de circuito fechado.

O funcionamento de uma torre de arrefecimento consiste em se obter o arrefecimento do caudal de água que nela circula através da evaporação parcial de uma pequena parte desse caudal.

As torres de arrefecimento podem ser de convecção natural ou de convecção forçada. As torres de convecção natural são utilizadas para grandes potências, com caudais de água no condensador de milhares de litros/s e não se aplicam em climatização. As torres de convecção forçada podem ser de contracorrente ou de correntes cruzadas. No primeiro caso os caudais de água e de ar circulam em correntes paralelas e em sentidos opostos, ou seja, a água no sentido descendente e o ar no sentido ascendente, como se pode observar na Figura 4.15. As torres de arrefecimento de convecção forçada podem ser de insuflação forçada ou de extracção forçada. As primeiras utilizam um ventilador de insuflação à entrada da torre (na base), enquanto que as de extracção forçada utilizam um ventilador de exaustão à saída da torre.

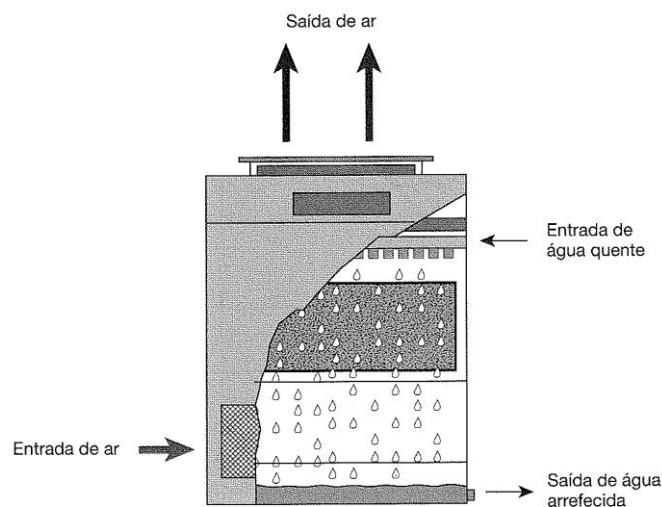


Figura 4.15 – Torre de contracorrente com extracção forçada de ar (5).

No segundo caso, a água e o ar escoam-se em correntes perpendiculares. Na torre, a água passa através de um enchimento que garante uma elevada área de permuta entre a água que nele circula e o ar, fazendo com que a corrente de ar que atravessa a torre consiga um bom contacto com a água, permitindo uma melhor evaporação e consequentemente um maior arrefecimento da água. A eficiência da torre, ou seja, o arrefecimento que permite efectuar, é fortemente dependente do tipo de enchimento utilizado.

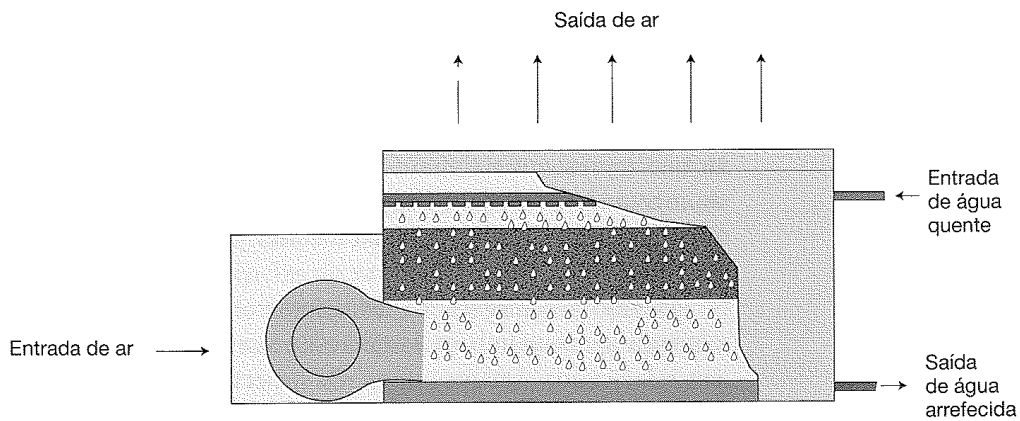


Figura 4.16 – Torre de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (5).



Figura 4.17 – Torre de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (à esquerda) e torre de contracorrente com extracção forçada de ar (à direita), ambas da Evapco (28) (29).

Devido à configuração, os diferentes tipos de torres de arrefecimento apresentam um conjunto de vantagens e de desvantagens em relação aos restantes tipos.

A posição do ventilador nas TAs com insuflação forçada de ar, que permite uma manutenção mais fácil, faz com que o ventilador não esteja sujeito a trabalhar em condições de ar com gotículas de água (arrastadas pelo caudal de extracção dado que os eliminadores de partículas não conseguem eliminar totalmente as gotas de água arrastadas) e necessita de uma estrutura de suporte menor do que a necessária numa TA com extracção forçada.

A maior altura de elevação da água do que nas TAs de correntes cruzadas, leva a um maior consumo de energia de bombagem, mas reduz o risco de obstrução dos orifícios dos injectores. As TAs de corrente cruzada possuem uma altura menor, o que pode ser vantajoso em termos de implantação da máquina. No que respeita ao sistema de distribuição de água devido à altura reduzida, apresentam vantagens como por exemplo necessidade de sistema de bombagem mais barato, consumo anual de energia e custos de operação mais baixos.

A necessidade de repor a água perdida na evaporação é uma das desvantagens deste tipo de torre. As temperaturas de funcionamento da água das TAs (próximas dos 30°C) são propícias ao desenvolvimento de bactérias, tratando-se por isso de equipamentos que merecem cuidados particulares na prevenção do risco com a saúde sendo indispensável o uso de biocidas neste tipo de equipamentos. É ainda aconselhável, para este tipo de instalações, a realização periódica de análises da água das torres, nomeadamente o rastreio de colónias de bactérias em especial da Legionella, no mínimo anualmente mas em intervalos de tempo mais curtos caso haja perigo potencial para as pessoas nas proximidades, como é o caso de edifícios hospitalares, clínicas, lares de 3ª idade, etc.

- **Torres de arrefecimento de circuito fechado**

As torres de arrefecimento de circuito fechado, assemelham-se exteriormente às torres de arrefecimento de circuito aberto utilizando o mesmo princípio destas para o arrefecimento da água, isto é, o arrefecimento é obtido à custa da evaporação da água.

Existe no entanto uma importante diferença entre estes dois tipos de torre. Enquanto nas torres de circuito aberto é a água do circuito do condensador que é evaporada, nas torres de circuito fechado, a água evaporada é exterior ao circuito do condensador. Neste tipo de torre o circuito do condensador é um circuito fechado, sendo esta a razão da designação deste tipo de torres.

Como nas torres de circuito aberto, as torres de circuito fechado também podem ser de contracorrente ou de correntes cruzadas e podem ter de igual modo insuflação forçada do ar ou extracção forçada do ar consoante a localização do ventilador.

Nas torres de circuito fechado a troca de calor é feita num permutador. No interior dos tubos do permutador circula a água vinda do condensador, estando a superfície exterior dos tubos molhada pela água que é parcialmente evaporada. No entanto a existência de permutador reduz a eficácia da troca de calor em relação à que tem lugar numa torre de arrefecimento de circuito aberto, ou seja, para uma mesma dissipação de calor, em idênticas condições do ar e de variação da temperatura da água tem-se que as temperaturas de funcionamento da água serão mais elevadas no caso das torres de arrefecimento de circuito fechado. Desta forma o ciclo frigorífico funciona a temperaturas de condensação mais elevadas, ou seja, a unidade de produção de frio (chiller p.e.) trabalhará com uma menor eficiência frigorífica.

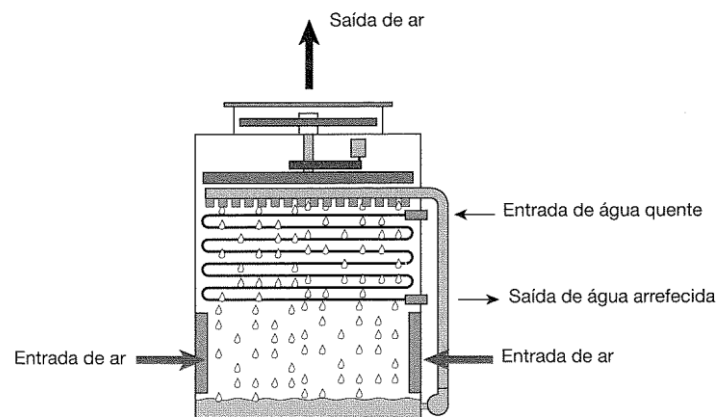


Figura 4.18 – Torre de arrefecimento de circuito fechado de contracorrente com extracção forçada de ar (5).

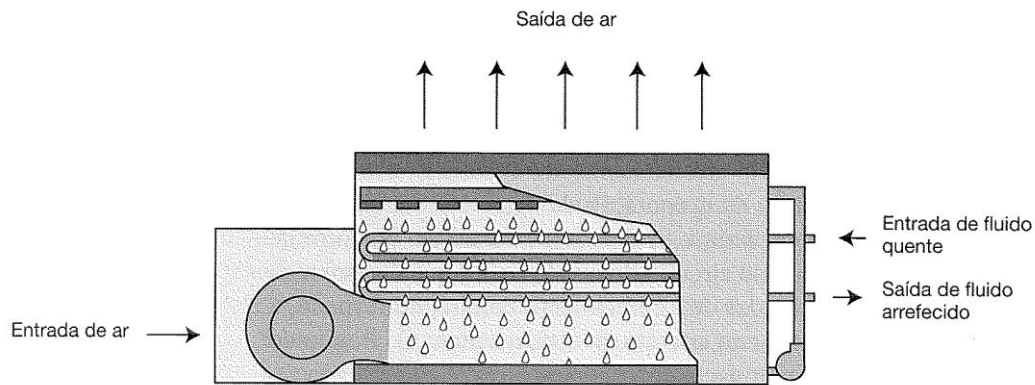


Figura 4.19 – Torre de arrefecimento de circuito fechado de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (5).

A vantagem da utilização deste tipo de torre de arrefecimento reside no facto dos problemas do tratamento da água não serem vistos com a mesma importância no que diz respeito a incrustações. O perigo de um aumento da concentração de sais na água que circula na torre devido à sua evaporação não afecta o condensador uma vez que as incrustações que eventualmente venham a ter lugar ocorram na superfície exterior do permutador, pelo que é mais fácil proceder à sua remoção, ou seja é mais fácil manter o desempenho do condensador ao longo da vida útil da unidade de refrigeração.

Os riscos de formação de colónias de bactérias são no entanto semelhantes aos que têm lugar nas torres de arrefecimento dado que as temperaturas de operação da água que está em contacto com o ar são semelhantes nos dois tipos de torres.

- Condensadores evaporativos

Os condensadores evaporativos são semelhantes às torres de arrefecimento de circuito fechado descritas anteriormente. O seu princípio de funcionamento é idêntico mas em vez de existir um circuito de água entre o condensador e a torre de arrefecimento, é o fluido frigorigéneo que é directamente arrefecido pelo caudal de água que se evapora. Existem também neste caso, condensadores evaporativos de contracorrente ou de correntes cruzadas e que podem ter insuflação forçada do ar ou extracção forçada do ar. Desta forma, para uma mesma área de permuta, um condensador evaporativo pode dissipar uma maior quantidade de calor do que um condensador seco (condensador arrefecido a ar).

A não existência de um circuito intermédio de água, como ocorre nas torres de circuito fechado, torna os condensadores evaporativos mais eficientes, em termos de troca de calor, do que aquelas unidades. Os problemas referidos anteriormente para as torres de circuito fechado aplicam-se igualmente aos condensadores evaporativos.



Figura 4.20 – Condensador evaporativo de contracorrente com extracção forçada de ar (à esquerda) e de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar (à direita) (30) (31).

4.1.5.4 Unidades de tratamento de ar

As unidades de tratamento de ar (UTAs) são especialmente concebidas para responder às necessidades de climatização e renovação do ar interior em edifícios. Estas, aliadas a equipamentos de regulação e controlo adequados, tornam-se sistemas muito eficazes e fiáveis tanto em aquecimento como em arrefecimento e em tratamento de ar, contribuindo para a qualidade do ar interior, conforto térmico e eficiência energética das instalações em que se inserem.

As unidades de tratamento de ar ou UTAs são constituídas por diversos equipamentos agrupados numa dada sequência, possuindo controlo próprio. Uma UTA pode incluir ventiladores, bombas, baterias de aquecimento, baterias de arrefecimento, lavador de ar ou injectores, caixa de mistura, recuperador de calor sensível ou entálpico, válvulas e controlo. Normalmente cada um destes equipamentos vem inserido num módulo com porta de abertura rápida para uma manutenção mais fácil, podendo o número de módulos e a sua sequência ser escolhida em função do fim pretendido.

Por razões de espaço ocupado, em particular para evitar a necessidade de uma UTA de comprimento longo quando são escolhidos vários módulos, as UTAs podem ser lineares ou em “L” de 1 ou 2 andares. As UTAs com sistemas de recuperação ou servindo sistemas de dupla conduta possuem dois níveis, enquanto que as UTAs mais simples possuem normalmente um só nível.

No entanto, independentemente da forma, uma UTA pode servir para fazer todo o controlo do ar, ou seja, garantir uma dada temperatura, humidade relativa e qualidade do ar. Desta forma existem módulos que permitem o aquecimento, o arrefecimento, a humidificação, a desumidificação, a filtração e o tratamento germicida. O aquecimento e o arrefecimento é geralmente obtido utilizando a água como fluido térmico: água quente circulando numa bateria de aquecimento e água refrigerada circulando numa bateria de arrefecimento. O nível de filtração pode ser escolhido através do tipo de filtro ou filtros a utilizar. A forma de humidificação é geralmente obtida através da injeção de vapor ou de água a temperatura não controlada, enquanto que a desumidificação é geralmente obtida através do arrefecimento do ar abaixo do seu ponto de orvalho.

As UTAs possuem ainda ventiladores, um de insuflação e um de exaustão, e podem permitir a mistura controlada do ar recirculado com o ar novo ou fazerem apenas o bypass do ar de exaustão. O controlo de admissão de ar novo pode ser efectuada através do controlo da temperatura exterior de forma a permitir o arrefecimento gratuito, dispensando o uso da bateria de arrefecimento caso a temperatura do ar exterior seja suficientemente baixa.

No caso de existir recuperação de energia do ar de exaustão, a UTA tem necessariamente dois ventiladores e um permutador de calor que permite a troca de energia entre o ar de exaustão e de ar novo. A troca de energia pode ser apenas do tipo sensível, sendo geralmente utilizado um módulo constituído por um permutador de placas, ou do tipo sensível e latente sendo utilizada uma roda de recuperação (ver Figura 4.21). O uso de recuperação de energia do ar de exaustão permite uma redução importante do consumo energético, uma vez que muitos dos permutadores utilizados para este fim têm eficiências superiores a 60% (5). Em ambos os casos as condições exteriores (1) encontram-se mais afastadas das condições de insuflação pretendidas do que as condições do ar após a passagem no permutador de calor (2). Desta forma a energia necessária para colocar o ar nas condições de insuflação será inferior à que é necessária caso não seja colocado um recuperador de calor.

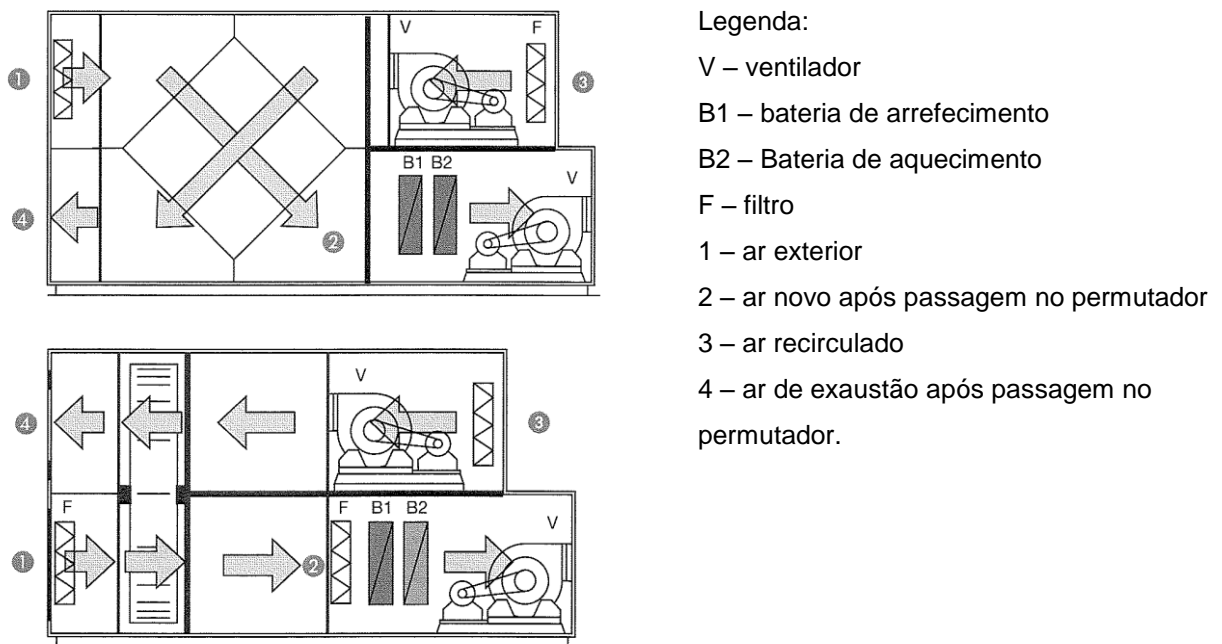


Figura 4.21 – UTA com módulo de recuperação de calor sensível (em cima) e UTA com módulo de recuperação de calor sensível e latente (em baixo) (5).

Existem portanto UTAs adequadas a todas as situações em que se exige um rigoroso controlo das condições do ar, nomeadamente temperatura, humidade, filtragem e higiene. As UTAs higiénicas surgiram como resposta às aplicações em que é imperativo controlar a contaminação do ar por agentes biológicos. Estas são especialmente utilizadas em hospitais, laboratórios, indústrias farmacêuticas e alimentares.

Por sua vez, alguns fabricantes desenvolveram utilitários que permitem escolher os diferentes módulos da UTA conhecidos os caudais pretendidos, as condições de temperatura e humidade relativa do ar, temperaturas do fluido térmico a utilizar nas baterias, perdas de carga da instalação e o nível de filtragem.



Figura 4.22 – UTA com multi-módulos da CIAT (32).



Figura 4.23 – UTA modular dupla da EVAC (33).

4.2 Instalações eléctricas

Para que uma instalação eléctrica possa desempenhar cabalmente a sua função, com toda a segurança, é condição fundamental que seja previamente bem concebida, tendo como objectivo a minimização dos riscos inerentes ao seu uso e á maximização da sua funcionalidade.

Para que a concepção seja a ideal é importante que se conheçam bem as características e localização dos aparelhos de utilização a instalar, bem como as características do ambiente de cada um dos espaços a utilizar e, se possível, o regime da sua utilização. Mas não basta conceber bem, é preciso que todos os elementos de cálculo, de dimensionamento, de definição de características, de traçados e localização dos equipamentos fiquem registados em suporte documental que permita ao técnico executante proceder ao seu estabelecimento em rigorosa conformidade com o concebido.

O projecto de uma instalação eléctrica é de facto um precioso instrumento de referência para que a execução da respectiva instalação possa ser realizada de modo a se garantir o seu satisfatório funcionamento e a segurança das pessoas e bens, tendo em conta a utilização prevista para as mesmas. E a sua importância é de tal ordem que é merecedora da existência de um conjunto de diplomas legais que não só regulam as condições da sua elaboração, como estabelecem regras para a sua aprovação por entidades competentes, especialmente vocacionadas e autorizadas para esse efeito, como é o caso da Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e da Certiel por delegação de competências daquela entidade.

4.2.1 Instalações eléctricas de serviço público

São de serviço público as instalações destinadas ao transporte e distribuição de energia eléctrica com o fim de fornecer energia eléctrica a quaisquer consumidores, sendo constituídas por linhas de média e de alta tensões, subestações, postos de seccionamento, postos de transformação e redes de distribuição em baixa tensão, sendo o seu licenciamento previsto no Decreto de lei n.º 26 852, de 30 de Julho, com as alterações introduzidas pelo Decreto de lei n.º 446/76, de 5 de Junho, pela Portaria n.º 344/89, de 13 de Maio e pelo Decreto de lei n.º 101/2007, de 2 de Abril (34).

4.2.2 Instalações eléctricas de serviço particular

Consideram-se instalações eléctricas de serviço particular as que são propriedade do consumidor, podendo ser alimentadas em baixa, média, alta e muita alta tensões. As instalações de serviço particular são subdivididas consoante o seu objecto em diversos tipos (anterior designação de categorias) (34):

- **Instalações do tipo A (instalações de 1.ª categoria)** – Instalações eléctricas de carácter permanente com produção própria não incluídas no tipo C.
- **Instalações do tipo B (instalações de 2.ª categoria)** – Instalações eléctricas que sejam alimentadas por instalações de serviço público em média, alta e muito alta tensão.
- **Instalações do tipo C (instalações de 3.ª e 5.ª categoria)** – Instalações alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em baixa tensão ou instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 kVA, se de segurança ou de socorro.

As instalações eléctricas de serviço particular de 4.ª categoria ficam integradas no tipo de classificação a que se encontrem associadas.

Não necessitam de licença de estabelecimento as seguintes instalações do tipo A:

- Centrais termoeléctricas, fotovoltaicas, eólicas, de maré e outras que utilizem energias renováveis de potência não superior a 100 kVA;
- Centrais termoeléctricas de potência não superior a 100 kVA, quando de segurança ou de socorro.

Não necessitam de licença de estabelecimento e de vistoria:

- Grupos electrogéneos móveis de baixa tensão que alimentem instalações temporárias, com exclusão dos estaleiros, devidamente certificados com potência até 50 kVA e com corte geral do tipo diferencial de alta sensibilidade;
- Centrais fotovoltaicas ou eólicas para alimentação de equipamentos alimentados em tensão reduzida de segurança cuja potência não exceda 1000 W.

Exemplos:

- **Instalações do tipo A (1.ª Categoria)** – Grupos geradores accionados por motores de combustão (de recurso ou para produção autónoma, com potência superior a 100kVA.
- **Instalações do tipo B (2.ª Categoria)** – Subestações, Postos de Seccionamento, Postos de Transformação e respectivas instalações de utilização associadas.
- **Instalações dos tipos B/C (3.ª Categoria)** – Instalações eléctricas de baixa tensão situadas em recintos públicos ou privados destinados a espectáculos ou outras diversões.
- **Instalações dos tipos B/C (4.ª Categoria)** – Instalações eléctricas de carácter permanente que ultrapassam os limites de uma propriedade particular, alimentadas por uma rede pública em média ou baixa tensão, respectivamente.
- **Instalações do tipo C (5.ª Categoria)** – Instalações eléctricas abastecidas a partir da rede pública de distribuição em baixa tensão e instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 kVA, se de segurança ou de socorro.

A responsabilidade técnica pela elaboração de projectos, execução e exploração de instalações eléctricas de serviço particular obriga à inscrição prévia respectiva na Direcção Regional de Economia (DRE) com competência na área de residência habitual.

As actividades descritas devem ser realizadas de acordo com o Estatuto do Técnico Responsável por instalações eléctricas de serviço particular, aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 31/83, de 18 de Abril. O Estatuto do Técnico Responsável foi recentemente alterado pelo Decreto de lei n.º 229/2006 de 24 de Novembro (34).

Resumidamente, no que diz respeito aos técnicos responsáveis pelo projecto, só podem ser técnicos responsáveis pelo projecto de instalações eléctricas os engenheiros electrotécnicos e os engenheiros técnicos da especialidade de electrotecnia. Tratando-se de instalações eléctricas de concepção simples, a responsabilidade pode ser assumida por electricistas que provem ter competência para o efeito e possuam habilitação considerada apropriada. As instalações eléctricas de concepção simples são as de serviço particular do tipo C de potência total prevista igual ou inferior a 50 kVA, tendo o electricista a competência técnica de Nível III (35) (36).

Quanto à execução das instalações eléctricas, podem ser técnicos responsáveis os engenheiros electrotécnicos e os electricistas que possuam habilitação considerada apropriada e tenham, pelo menos, 2 anos de experiência. Os electricistas podem ser responsáveis por qualquer instalação, desde que não incluam subestações de transformação ou de conversão e redes de alta tensão, sendo-lhes atribuído, quanto à competência o Nível II.

Por fim, na exploração de instalações de potência nominal até 250 kVA e tensão até 30kV, a responsabilidade pode ser assumida por engenheiros electrotécnicos e electricistas que possuam habilitação considerada apropriada e também pelo menos 4 anos de experiência comprovada neste âmbito, sendo-lhes atribuída uma competência de Nível II.

4.2.3 Distribuição de energia e ligação aos consumidores

O sector eléctrico em Portugal pode ser dividido em cinco actividades principais: produção, transporte, distribuição, comercialização de electricidade e operação dos mercados organizados de electricidade.

A electricidade é produzida com recurso a diversas tecnologias e a diferentes fontes primárias de energia (carvão, gás, fuel, gasóleo, água, vento, biomassa, entre outros). Em Portugal, os principais produtores são a EDP Produção, a Turbogás e a Tejo Energia.

A REN opera a RNT que liga os produtores aos centros de consumo assegurando o equilíbrio entre a procura e a oferta. No âmbito do respectivo contrato de concessão, a REN é a única entidade de transporte de electricidade em Portugal continental.

Os pontos de entrega da RNT permitem alimentar a rede de distribuição a partir da qual são abastecidos os consumos da maioria dos consumidores finais. A EDP Distribuição é actualmente a entidade concessionária da rede nacional de distribuição em alta e média tensão, em Portugal Continental.

As empresas de comercialização de electricidade são responsáveis pela gestão das relações com os consumidores finais, incluindo a facturação e o serviço ao cliente. A EDP Serviço Universal, que actua como Comercializador de Último Recurso do SEN, é actualmente o maior comercializador em Portugal. Adicionalmente, as principais empresas de comercialização em Portugal são a EDP Comercial, a Endesa, a Iberdrola e a Union Fenosa (37) (38).

O abastecimento de energia eléctrica a edifícios é, salvo raras excepções, feito a partir da rede pública pela EDP Distribuição como já foi referido anteriormente.

Definida a potência que um edifício irá absorver, o pedido de abastecimento é apresentado ao distribuidor, que definirá como fará o abastecimento face à potência necessária e às suas disponibilidades na área. As opções possíveis são o abastecimento em baixa tensão ou em alta tensão. Nesta última hipótese o consumidor deverá dispor de um posto de transformação que lhe permitirá os consumos em baixa tensão. Uma variante à primeira hipótese, que se põe no caso de grandes imóveis não ocupados por uma única entidade, é a da distribuidora exigir espaço para a instalação de um posto de transformação de sua propriedade, a partir do qual efectua a alimentação em baixa tensão ao imóvel.

4.2.4 O factor de potência

Quando se liga a uma instalação eléctrica um aparelho constituído por uma resistência, caso das lâmpadas de incandescência, fornos eléctricos, etc., a potência que consome pode medir-se facilmente com um amperímetro e um voltímetro, aplicando a fórmula clássica $P=UI$. A esta potência corresponde uma energia consumida convertível em trabalho. Neste caso podemos assegurar que a intensidade de corrente I está “em fase” com a tensão U .

Quando a uma instalação eléctrica se ligam aparelhos de carácter indutivo, ou seja, receptores que utilizam bobinas com ou sem núcleo de ferro, caso dos motores eléctricos assíncronos, transformadores, electroímãs, balastros e reactâncias das lâmpadas de descarga, o fenómeno atrás descrito não ocorre do mesmo modo. Aparecem, por um fenómeno de auto-indução, forças contra-electromotrizes que originam um atraso da corrente I em relação à tensão U , atraso este que varia com os valores das partes resistivas e indutiva do aparelho ou instalação.

A corrente absorvida I é neste caso composta pela soma vectorial de uma corrente activa I_a , em fase com a tensão U , e uma corrente reactiva I_r , desfasada em relação à tensão U (e à corrente activa) (39).

No caso de receptores de carácter indutivo, a corrente absorvida I está “desfasada” da tensão U de um ângulo φ , podendo-se escrever:

- $I_a = I \cos \varphi$
- $I_r = I \sin \varphi$

Deste modo qualquer dos aparelhos indutivos, consome da rede que os alimenta (39):

- 1) uma potência activa

$$P = U I_a = U I \cos \varphi \quad [\text{w}]$$

utilizada pelo consumidor, a que corresponde uma energia convertível em trabalho ou calor;

- 2) uma potência reactiva

$$Q = U I_r = U I \sin \varphi \quad [\text{var}]$$

a que corresponde à energia magnética necessária aos circuitos reactivos e que não produz qualquer trabalho útil.

- 3) uma potência aparente

$$S = U I \quad [\text{va}]$$

a que corresponde à corrente total consumida.

Das expressões anteriores resulta:

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

Numa linguagem simples poderá dizer-se que o factor de potência é a percentagem de potência que circula na instalação eléctrica e que é aproveitada pelo utilizador.

Das fórmulas acima é fácil deduzir que o valor da potência será máximo quando o factor de potência $\cos \varphi$ for igual à unidade, ou seja, quando o ângulo ϕ for igual a zero. Portanto quanto menor for o valor de φ , mais reduzido será o valor da potência reactiva.

4.2.4.1 Consequência dos baixos valores de $\cos \phi$

Quanto menor for o factor de potência na instalação, maior a potência reactiva absorvida, e maior a corrente aparente absorvida, ou seja, maior a corrente que efectivamente circula pela instalação. Assim, quanto menores forem os valores do $\cos \phi$ das instalações maior deverá ser a potência aparente que os produtores de energia deverão dispor, desde a origem, para conseguir fornecer o mesmo valor de potência activa na recepção, onde será convertida em potência útil, o que o obriga a alternadores e transformadores de maior potência, linhas de distribuição de maior secção, etc.

Além disso, como a corrente (aparente) que circula nas linhas de distribuição é tanto maior quanto menores os valores do $\cos \phi$, maiores serão igualmente quer as perdas por efeito de Joule na distribuição quer a queda de tensão.

A utilização de equipamentos que trabalhem com um baixo valor do $\cos \phi$, também trás algumas consequências para os utilizadores, nomeadamente, um menor rendimento dos equipamentos, condições tarifárias menos favoráveis, custos de ampliação das instalações mais elevadas (transformador mais potente, condutores de maior secção, aparelhagem mais amplamente dimensionada, etc.), e alteração da vida útil dos equipamentos.

Tabela 4.1 – Factores de potência de alguns receptores eléctricos (39).

Receptor Eléctrico	$\cos \phi$
Iluminação incandescente	1
Iluminação fluorescente	0,85
Iluminação de descarga	0,85
Motores assíncronos	0,85
Tomadas	0,80
Outros electrodomésticos	0,80
Outros equipamentos	0,80

4.2.4.2 Compensação do factor de potência

O problema posto pela compensação do factor de potência assenta fundamentalmente em aspectos de ordem técnico-económica, tanto a nível do produtor de energia eléctrica como a nível dos consumidores.

Trata-se de procurar soluções para que as instalações, tanto ao nível dos consumidores, como ao das empresas produtoras e distribuidoras de electricidade, possam funcionar com um mínimo de perdas e com melhor aproveitamento.

Pelo lado da produção, o objectivo a atingir consiste em fornecer a energia eléctrica nas melhores condições de rentabilidade, ou seja, produzir, transportar e distribuir uma quantidade máxima de energia útil com um mínimo de perdas.

Neste sentido, os produtores de energia, para além de desenvolverem a sua capacidade de produção no sentido de responder convenientemente aos acréscimos do consumo, deverão procurar tirar o máximo rendimento das estruturas existentes.

Os processos imediatos consistem em reduzir a quantidade de energia reactiva transportada pela rede de distribuição.

Os dispositivos de compensação, geralmente baterias de condensadores instalados em subestações, permitem aumentar de uma forma global o factor de potência dos sistemas de distribuição e aliviar, deste modo, de uma forma notável, toda a rede.

Esta solução, no entanto, não faz mais do que deslocar o problema do consumidor para o produtor. Com efeito, a circulação de energia reactiva continua a ter consequências importantes na instalação do consumidor, onde diminui a rentabilidade, sobrecarrega as linhas e os sistemas de comando e conduz muitas vezes a investimentos inúteis.

Ora, como as causas reais de um mau factor de potência, não está na origem, mas na instalação do consumidor e mais exactamente na natureza dos equipamentos de consumo e na utilização que deles se faz, é a este nível que se torna necessário actuar, para anular, ou pelo menos atenuar, os efeitos da energia reactiva.

Por isso se vem assistindo ao interesse que ao problema é dado pelas empresas distribuidoras penalizando os consumidores quando as suas instalações se encontram a consumir energia reactiva em excesso (39).

Em Portugal, é comum a aplicação, por parte do fornecedor de energia, de uma facturação para usos industriais em que aparece a distinção da parte correspondente à energia activa e a parte correspondente à energia reactiva, sendo esta última facturada quando ultrapassa determinada percentagem (cerca de 40%) do valor total da primeira.

4.2.4.3 Métodos de compensação do factor de potência

A montagem dos condensadores para compensação deve ser feita de uma forma criteriosa. Impõe-se assim um estudo cuidadoso da instalação para escolher o tipo de compensação apropriado, existindo para isso três métodos mais usuais:

1. Compensação geral ou central;
2. Compensação por grupo;
3. Compensação individual.

O primeiro é normalmente o caso de maior interesse e o que mais correntemente é usado. Na maior parte dos grandes edifícios a compensação é feita à entrada da instalação, ou seja, no QGBT, onde se instala uma bateria de condensadores central. Neste caso, a bateria está em serviço durante o tempo de funcionamento da instalação. Esta solução interessa a instalações de média potência, em que o valor elevado que toma a utilização anual da potência instalada conduz a uma rápida amortização do investimento de compensação.

Por sua vez, a compensação por grupos e individual utilizam-se muito quando as distâncias entre o PT e os edifícios que alimenta são elevadas ou quando existem equipamentos muito potentes e igualmente distantes, como no caso das instalações industriais (39).

4.2.4.4 Vantagens da compensação do factor de potência

A compensação do factor de potência pode trazer ao utilizador inúmeras vantagens. Quer essas vantagens sejam de ordem técnica, quer económica, traduzem-se sempre por uma melhoria da rentabilidade da instalação e, ainda mais importante salientar, na maior parte dos casos os resultados obtidos amortizam rapidamente o custo e a montagem dos condensadores. Além disso, a instalação de compensação, junto às cargas, permite realizar a exploração de toda a instalação, em condições nominais de funcionamento, longe de constantes situações de sobrecarga, o que leva a uma redução do número de avarias no sistema e ao conseqüente prolongamento da sua vida útil. Desde logo a adopção desta solução traz como vantagens uma maior disponibilidade das instalações, em virtude de serem menos frequentes as intervenções dos serviços de manutenção e, por outro lado, custos menos elevados das eventuais reparações.

4.2.5 Postos de transformação

As grandes centrais de produção eléctrica encontram-se a grandes distâncias dos centros de consumo, pelo que é necessário fazer o transporte da energia produzida. Esta deve ser feita em alta tensão para que se tenha o mínimo de perdas e quedas de tensão nas linhas de transporte.

Existe no subsistema de transporte dois tipos de subestações transportadoras consoante a sua função (reductoras ou elevadoras) e no subsistema de distribuição apenas subestações reductoras de modo a permitir a utilização de energia eléctrica de forma segura por parte dos pequenos consumidores (domésticos, comerciais, pequenas indústrias).

O ideal seria que, na central, o próprio gerador (alternador) fornecesse directamente a energia ao nível de tensão desejado para o transporte. No entanto isso não é possível devido a problemas técnicos que se prendem com o isolamento dos enrolamentos do alternador e segurança de operação. Esta é uma das razões da tensão nos alternadores não ultrapassar 25 kV (39). Será então necessário, recorrendo-se aos transformadores, elevar a tensão à saída dos geradores (para 220 kV, 400 kV, etc.) à saída dos geradores das centrais de produção de modo a tornar o transporte economicamente viável e baixá-la (para 230V/400V) antes de se distribuir a energia e permitir a utilização por parte dos consumidores finais em baixa tensão.

Os transformadores são aparelhos electromagnéticos que têm a função de elevar ou baixar a tensão, permitindo, assim, a utilização de energia eléctrica adequada por parte dos consumidores enquanto que os PTs são as instalações eléctricas onde se encontram os transformadores estáticos, órgão de protecção, corte, comando, medida das linhas de distribuição, bem como os respectivos equipamentos que permitem a compensação de potência (baterias de condensadores e compensadores síncronos).

Os transformadores, entre outras vantagens, diminuem, assim, os custos de exploração das redes de distribuição de energia eléctrica e por isso os seus respectivos PT's necessitam da elaboração de um rigoroso plano de manutenção preventiva. Desta forma, a exploração e a manutenção dos PTs está bem definida, segundo procedimentos e condições de segurança, regulamentadas por diversas legislações técnicas (normas, regulamentos e legislações), que devem ser cumpridas de forma a prevenir intervenções mais demoradas e dispendiosas, garantindo, assim, a distribuição eléctrica.

Os Postos de Transformação são inseridos nas redes próximos dos centros de consumo, em diferentes áreas geográficas e com diversas exigências: zonas rurais, semi-urbanas e urbanas, zonas industriais, loteamentos e urbanizações, zonas de baixa, média ou elevada densidade de carga, com média ou elevada exigência de qualidade de serviço, de domínio público ou privado, etc. (40) (41).

Desta variedade de condicionantes, resulta uma gama correspondente de soluções possíveis para a arquitectura dos postos de transformação. Assim, adequando as instalações às diversas situações encontradas, é possível classificar os postos de transformação quanto à instalação, ao modo de alimentação, ao serviço prestado e ao modo de exploração.

Existem, assim, consoante a função e o lugar onde vão ser inseridos, os seguintes tipos de Postos de Transformação padronizados segundo a DGEG:

- PT's exteriores, aéreos, montados em Postes (PT-A);
- PT's interiores, instalados em cabina alta (PT-CA);
- PT's interiores, instalados em cabina baixa (PT-CB).

4.2.6 Quadros eléctricos

Os quadros eléctricos são órgãos de grande importância nas instalações, pelo papel que desempenham no que respeita à segurança e boa exploração das mesmas.

De acordo com a definição oficial, quadro é “um conjunto de aparelhos, convenientemente agrupados, incluindo as suas ligações, estruturas de suporte ou invólucro, destinados a proteger, comandar e controlar instalações eléctricas” (39).

Esta definição é bastante lata, abrangendo os quadros eléctricos de todos os tipos, incluindo os de comando e ainda, em rigor, equipamentos a que em geral se não chamam quadros, como caixas de distribuição, desde que levem qualquer aparelho de corte ou protecção.

Usando a designação em sentido restrito, e além do invólucro, que pode ser metálico ou plástico, um quadro eléctrico é ainda constituído por:

- um órgão de entrada, em geral um interruptor ou disjuntor, que permite desligar o quadro da rede de alimentação;
- um conjunto de órgãos de protecção, disjuntores, fusíveis, simples ou associados a um interruptor ou seccionador, para protecção e comando dos circuitos que dele partem;
- interligações entre o interruptor geral e os outros órgãos, constituindo o chamado barramento;
- pode ainda conter, lâmpadas de sinalização de presença de tensão e aparelhos de medida (tensão, corrente ou outros).

É nos quadros eléctricos que se encontram os dispositivos para a protecção dos circuitos eléctricos (de iluminação, tomadas e emergência) contra sobreintensidades (curto – circuitos ou sobrecargas) e para a protecção das pessoas contra contactos directos e indirectos.

Os quadros eléctricos, sob o aspecto construtivo, podem assumir vários tipos. Assim, quanto à forma de montagem podem ser para montagem directa sobre o solo ou para montagem em parede. Os quadros para montagem directa sobre o solo são em regra abertos pela parte inferior, para a entrada e saída de cabos, que correm neste caso em caldeira. Os quadros de montagem em paredes chamam-se normalmente capsulados.

Os quadros podem ainda ser abertos ou fechados. Os quadros abertos usam-se exclusivamente em locais de características especiais (afectos a serviços técnicos) e quando fechados o acesso ao interior pode fazer-se por portas ou por painéis desmontáveis.

No que diz respeito à interligação dos quadros eléctricos, a estrutura relativa à distribuição de baixa tensão depende em primeiro lugar do tipo de edifício no qual se pretende projectar a instalação eléctrica. Se for considerado um edifício de habitações ou de escritórios, por exemplo, no qual se pretende executar instalações eléctricas pertencentes a várias entidades, o projecto respectivo deve ser executado de acordo com as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT) com uma distribuição constituída por Quadro de Colunas, Quadro de Serviços Comuns, uma ou

mais colunas montantes, caixas de coluna e quadros eléctricos das diferentes instalações de utilização.

Se por outro lado o projecto a executar disser respeito a um ou mais edifícios pertencentes a uma única entidade o projecto deverá ser executado com uma distribuição com um Quadro Geral alimentando um número de quadros parciais a definir em função da potência instalada em cada um deles e da funcionalidade de funcionamento da instalação.

A estrutura das instalações colectivas inicia-se numa ou mais portinholas, ou num quadro de colunas, e terminando na origem das instalações de utilização, sendo constituída por um quadro de colunas, por uma ou mais colunas montantes e por caixas de coluna.

As instalações eléctricas das zonas comuns dos edifícios são, normalmente, alimentadas a partir de um quadro específico, designado por Quadro dos Serviços Comuns. As instalações eléctricas dos Serviços Comuns de um edifício compreendem normalmente instalações de iluminação das zonas comuns (átrios, escadas, etc.), instalações de força motriz (elevadores, bombas de esgoto, bombas sobreprensoras de água, etc.) e instalações para usos diversos de pequena potência (telefones de porta, campainhas, trincos, etc.). Além destas instalações pode haver eventualmente ainda outras, destinadas a alimentarem instalações de climatização.



Figura 4.24 – Quadros eléctricos utilizados em edifícios (42) (43).

4.2.7 Receptores eléctricos

Um receptor de energia caracteriza-se, sob o ponto de vista eléctrico, pelos seguintes parâmetros:

- Tensão nominal;
- Potência absorvida;
- Factor de potência;
- Número de fases.

Estes parâmetros permitem calcular a corrente absorvida (quando não é expressamente declarada) e efectuar o cálculo da alimentação eléctrica, tanto sob o ponto de vista de capacidade de transporte de corrente como de queda de tensão.

No caso dos electrodomésticos está hoje em dia generalizada a utilização de equipamentos monofásicos, apesar de em muitas habitações existir alimentação trifásica.

Os receptores de energia eléctrica convertem-na noutra forma de energia, seja ela calorífica, luminosa, mecânica ou outra. A seguir serão analisadas as características mais relevantes de determinados tipos de receptores.

4.2.7.1 Iluminação

Existem lâmpadas de diferentes tipos, umas servem para fins de iluminação, outras têm aplicações especiais. As características mais importantes duma lâmpada são (44):

- o fluxo luminoso que produz, ou seja a iluminação que dá (medido em lumen);
- a eficácia luminosa, muitas vezes designada por "rendimento luminoso" (η), que é a razão entre o fluxo luminoso (em lumen) produzido e a potência activa (em watt) consumida pela lâmpada;
- a gama de comprimentos de onda em que a lâmpada emite a radiação (em micron ou em nanometro);
- a duração (em horas), ou seja o tempo de vida médio da lâmpada.

As lâmpadas são equipamentos que produzem energia luminosa a partir de energia eléctrica e que emitem nos comprimentos de onda da luz visível. Absorvem, em serviço normal, uma potência permanente, dependente no entanto do valor da tensão de alimentação.

Existem dois grandes grupos de lâmpadas: as incandescentes e as de descarga. As primeiras funcionam com base no efeito de Joule, ou seja, a libertação de calor num filamento condutor aumenta a sua temperatura e torna-o incandescente. O filamento mais usado é, como sabido, de tungsténio, o qual tem um elevado ponto de fusão (cerca de 3000°C) e um baixo ponto de vaporização. Estas lâmpadas funcionam com factor de potência igual à unidade, e não necessitam de qualquer sistema auxiliar para funcionarem. Durante um intervalo de tempo muito curto, correspondente ao período de aquecimento do filamento, a corrente absorvida é superior à absorvida em regime permanente, atingindo cerca de 12 vezes o valor daquela. Também fazem parte deste grupo as lâmpadas de halogéneo que contêm iodo, flúor ou bromo adicionado ao gás normal e conseguindo-se uma duração de vida útil de até 4000 horas (39) (44).

As lâmpadas de descarga funcionam com base na descarga (passagem de corrente eléctrica) em gases rarefeitos. O tipo de lâmpadas mais usado é as de vapor de mercúrio e as de vapor de sódio, em ambos os casos de baixa e alta pressão. As lâmpadas de vapor de mercúrio de baixa pressão são normalmente conhecidas como lâmpadas fluorescentes, as outras são sobretudo usadas em iluminação exterior. As lâmpadas de descarga necessitam de um estabilizador da descarga, designado por balastro ou reactância, que é um componente de circuito fortemente indutivo.

As lâmpadas fluorescentes e as de vapor de sódio necessitam de equipamento auxiliar de arranque, denominado por arrancador. Existem ainda lâmpadas fluorescentes de arranque sem arrancador, no entanto, de menor duração que as outras. As lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão e as de vapor de sódio absorvem, na fase de arranque (que é de alguns minutos), uma corrente 1,5 a 2 vezes superior à nominal (39).

Na tabela abaixo é indicado o aspecto e a eficácia média das lâmpadas para fins de iluminação, agrupadas por tipos. As lâmpadas têm uma eficácia tanto maior quanto maior for a sua potência. Em alguns tipos de lâmpadas, a eficácia pouco varia. Noutras pode ter uma forte variação.

Tabela 4.2 – Tipos de lâmpadas de iluminação (44) (45).

Tipo de lâmpada	η (lm/W)	Descrição
Incandescentes	12	Este tipo de lâmpadas é muito utilizado na iluminação interior, embora seja o menos eficiente e com menor duração. Da energia que consomem só 5 a 10% se transforma em energia luminosa. Toda a outra energia se transforma em calor.
Halogéneo	15	Este tipo de lâmpadas é usado em iluminação interior. Existem lâmpadas que trabalham em tensão normal (220-240V) enquanto que outras trabalham em baixa tensão (é preciso usar um transformador para reduzir a tensão da rede). Estas últimas têm uma eficácia cerca de 15% superior às outras.
Fluorescentes compactas	45	Muitas destas lâmpadas possuem já um balastro electrónico incorporado. As que possuem um balastro electrónico são mais eficientes do que as que possuem balastro convencional. Dependendo do tipo, as mais eficientes podem ter uma eficácia da ordem de 60. Começam a ser bastante comuns na iluminação interior.
Fluorescentes (tubulares)	40-80	Este tipo de lâmpadas é muito usado na iluminação interior de edifícios de serviços e industria. As lâmpadas fluorescentes precisam dum arrancador para funcionar. A maioria destas lâmpadas pode ser usada com balastro convencional ou electrónico. As que usam este tipo de balastro são mais eficientes. A maioria é tubular simples (tem a forma dum tubo direito) embora existam lâmpadas circulares e em forma de "U". Estas têm um diâmetro de 30mm ou 38mm e são as menos eficientes.
Fluorescentes (16mm de diâmetro e balastro electrónico)	75	Dos diferentes tipos de lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de 16mm são as mais eficientes. Dependendo do tipo, as mais eficientes podem ter uma eficácia da ordem dos 90.
Descarga (iodetos metálicos)	80	São usadas para iluminação de recintos desportivos e iluminação exterior.
Descarga (sódio-xénon)	65	São usadas na iluminação exterior (ruas, edifícios)
Descarga (vapor sódio, alta pressão)	100	São usadas na iluminação exterior: em parques industriais e rodovias. Dependendo do tipo, as mais eficientes podem ter uma eficácia superior a 110.
Descarga (vapor de sódio, baixa pressão)	155	Estas lâmpadas emitem uma luz amarela, e são as lâmpadas mais eficientes actualmente existentes. Excepto nas lâmpadas de potência muito reduzida, a eficácia é da ordem de 150 ou superior, podendo atingir um valor de 173.
Descarga (vapor mercúrio)	45	São usadas como lâmpadas decorativas e para fins de iluminação pública. Têm o inconveniente de atraírem os insectos.

Actualmente, as lâmpadas LED (*Light Emitting Diode*) são uma alternativa ecológica de elevada qualidade às lâmpadas incandescentes. Comparadas com as lâmpadas "convencionais", as lâmpadas economizadoras de energia utilizam menos energia para gerar a mesma quantidade de luz, duram mais tempo e não precisam de ser substituídas com tanta frequência. No futuro, a tecnologia LED abrirá o seu mundo a um mar de possibilidades de iluminação sem precedentes (46).

Por outro lado, a lâmpada de indução electromagnética apresenta uma inovação fundamental para o próprio conceito de sistemas de iluminação. Trata-se de uma fonte luminosa que apresenta interessantes aspectos práticos e de fiabilidade: a sua duração de vida é de cerca de 60.000 horas, que correspondem a 15 anos de funcionamento numa instalação de iluminação com um funcionamento de 11 horas por dia. Por outro lado esta lâmpada emite luz instantaneamente, mesmo após uma interrupção de funcionamento (tempo de re-arranque de 0,1 seg.) (47).

Estas lâmpadas são especialmente indicadas para as aplicações nas quais as dificuldades de substituição das lâmpadas aumentam os custos de manutenção excessivamente, como por exemplo iluminação de túneis, tectos de naves industriais muito altos e de difícil acesso, etc.

4.2.7.2 Equipamentos de aquecimento

Vários tipos de receptores utilizam a transformação da energia eléctrica em calor (efeito de Joule). Entre estes contam-se os aparelhos de aquecimento ambiente ou de água, resistências eléctricas de imersão, fogões eléctricos, ferros de engomar, máquinas de lavar domésticas, etc.

Todos estes equipamentos funcionam com factor de potência igual à unidade. Por sua vez, a potência dissipada em cada aparelho depende do valor da tensão.

4.2.7.3 Motores

Os motores eléctricos são máquinas que convertem energia eléctrica em energia mecânica. A potência útil/nominal (Cv/kW) é a potência mecânica que os motores podem fornecer, e não a potência eléctrica (activa) que absorvem da rede, que é necessariamente superior e que é dada por:

$$P_{el} = \frac{P_{mec}}{\eta}$$

A corrente que um motor absorve depende, para cada máquina, da potência mecânica (carga) que ele fornece. Distinguem-se normalmente dois regimes de carga extremos, o de vazio e o da plena carga. O primeiro corresponde ao funcionamento do motor sem fornecimento de energia mecânica, isto é, o veio do motor não estará ligado a qualquer equipamento. No regime de plena carga o motor fornecerá a potência máxima possível para que está preparado.

O motor eléctrico mais utilizado, em termos globais é, sem sombra de dúvida, o motor assíncrono trifásico, mais conhecido como motor de indução.

Um aspecto importante a reter no comportamento dos motores é o seu arranque. Esta questão é geral, independentemente do tipo de máquinas, embora o que se segue se aplique mais exactamente a motores assíncronos. Durante a fase inicial de arranque, o arranque directo implica um consumo de corrente cinco a sete vezes superior à corrente nominal do motor. O aparecimento de correntes com estes valores pode causar problemas com os aparelhos de protecção, preparados em regra para funcionar correctamente durante o regime permanente. Os órgãos de protecção dos motores devem, assim, ser escolhidos tendo em conta as correntes de arranque, sob pena de actuarem nesta fase (39).

Os valores elevados assumidos pelas correntes de arranque podem ter também consequências a nível da instalação eléctrica, que pode ser dimensionada para estes valores de corrente, ou poderão “disparar” os dispositivos de protecção (relés, disjuntores ou fusíveis) (48).

Existem assim, casos em que é necessário um método de arranque alternativo, baseando-se todos na redução da tensão de alimentação. O método de arranque em estrela-triângulo, utilizado em motores trifásicos, e que proporcionam uma corrente igual a cerca de 1/3 do valor da corrente em arranque directo, era o método de arranque

mais comum antes da utilização dos conversores electrónicos. Actualmente, já se encontram motores eléctricos com métodos de arranque mais sofisticados que permitem uma redução do consumo energético em cerca de 30%, como é o caso dos arrancadores suaves e dos conversores electrónicos de potência (39) (48).

Os motores assíncronos funcionam a uma velocidade n , que muito pouco varia e que depende basicamente da frequência da tensão de alimentação f , e do número de pólos p do motor (49):

$$n = \frac{120f}{p} \text{ (rpm)}$$

O controlo de velocidade dos motores de indução poderá ser efectuado por diversos métodos: por variação do número de pólos, por variação da frequência da tensão de alimentação ou por variação da tensão de alimentação. Os sistemas modernos de controlo de velocidade baseados em conversores electrónicos de potência permitem controlar ao mesmo tempo a tensão e a frequência de alimentação, permitindo um mais adequado arranque e controlo de velocidade dos motores de indução.

As variações de velocidade não ultrapassam, tipicamente, 1 a 3% entre o vazio e a plena carga. Significa isto, comportarem-se estes motores como receptores de potência praticamente constante. Consequentemente, a corrente que absorvem irá depender do valor da tensão, e do seu desvio relativamente ao valor nominal. Esta é uma das razões pelas quais os motores devem ser dotados de uma protecção adequada contra sobrecargas (48).



Figura 4.25 – Motor eléctrico assíncrono (50).

4.2.8 Alimentação de emergência

4.2.8.1 Alimentação de emergência de segurança

Sempre que a instalação possui equipamentos cujo funcionamento é imperativo para a protecção das pessoas (iluminação de emergência de segurança, alarmes, detectores de incêndio, sprinklers, etc.), em caso de desaparecimento da tensão da alimentação normal, uma ou mais fontes de alimentação de emergência de segurança devem ser previstas para alimentar esses equipamentos.

A escolha das fontes de alimentação de emergência de segurança depende de vários parâmetros, nomeadamente (39):

- o tempo máximo de interrupção;
- a autonomia mínima;
- a potência necessária;
- o estado (em tensão ou sem tensão) das instalações de segurança em serviço normal.

As fontes de emergência correntemente utilizadas são os blocos autónomos para iluminação de segurança, as baterias estacionárias de acumuladores, os grupos electrogéneos e os onduladores.

A instalação de iluminação de emergência de segurança permite, em caso de avaria da instalação de iluminação normal, a evacuação segura e fácil do público para o exterior e a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção de socorros. Esta assegura iluminação de ambiente, de circulação e de sinalização. A iluminação de ambiente, que consiste na iluminação que deve ser mantida acesa durante a presença de pessoas, e a iluminação de circulação, de que fazem parte os focos luminosos colocados em corredores, escadas e vestíbulos de forma a que qualquer pessoa dirigindo-se para o exterior veja, pelo menos, uma parede iluminada por esses focos, devem assegurar um nível de iluminação médio não inferior a 10 lux. A sinalização visa principalmente a sinalização das saídas ou dos caminhos a seguir para se alcançar a via pública, sendo realizada por aparelhos de iluminação normalmente designados por “letreiros de saída” possuindo indicações (setas ou dizeres) que facilitem e orientem a localização das saídas.

4.2.8.2 Alimentação de emergência alternativa

Sempre que a instalação possui equipamentos cujo funcionamento deve ser assegurado, mesmo em caso de ausência da tensão da rede, por razões diferentes da protecção das pessoas, deve ser igualmente prevista uma ou várias fontes de alimentação alternativas às quais esses equipamentos possam ser comutados.

De entre os equipamentos que necessitam de tais fontes, citam-se:

- Os sistemas electrónicos tais como redes informáticas, sistemas de gestão de edifícios e sistemas de segurança que constituem uma ferramenta essencial para assegurar a continuidade da actividade e fazer com que a sua organização funcione sem problemas e de forma eficaz;
- Os equipamentos cuja paragem põem em risco a destruição de toda a produção. Nestes casos, e devido geralmente às potências envolvidas, são utilizados grupos electrogéneos.

Sem a protecção adequada de alimentação, a maioria das organizações deparam-se com paragens, resultando em perda de informação, de produtividade e de lucros. A forma mais fácil de salvaguardar os seus sistemas de missão crítica e objectivos é investir em protecção de alimentação nomeadamente em geradores e Unidades de Alimentação Ininterrupta (UPS).

Uma UPS é um sistema capaz de fornecer alimentação eléctrica de alta qualidade sem interrupções. Um gerador não pode ser considerado uma UPS porque, caso ocorra um distúrbio na alimentação, haverá sempre um intervalo entre a falha da alimentação e o disparo do gerador em regime de “standby”. Esta ruptura na alimentação poderá resultar em perdas financeiras significativas e justifica a necessidade de uma UPS (51).

As UPS não só fornecem protecção contra todos os tipos de falha da alimentação eléctrica, mas também são capazes de filtrar uma vasta gama de perturbações encontradas na alimentação da rede eléctrica, fornecendo assim cargas mais sensíveis com uma alimentação eléctrica limpa.

Perturbações na alimentação eléctrica, tais como perda de energia (extinção), redução da tensão de alimentação (baixa de tensão) ou "ruído" eléctrico (sobretensões, picos de tensão, transitórios) podem afectar a performance dos dispositivos electrónicos, por isso é importante que o fornecimento de electricidade seja estável e limpo. O ruído eléctrico, excepto nos piores casos, é regra geral, um evento "não visível", mas resulta na maior ameaça para as capacidades de funcionamento do equipamento electrónico e contribui para o desgaste prematuro dos componentes electrónicos.



Figura 4.26 – Grupo gerador diesel CAT de 1875 kVA (à esquerda) e diferentes tipos de UPS (à direita) (52) (53).

4.3 Instalações de segurança contra incêndios

Os edifícios e as habitações são constituídos por zonas destinadas quer à permanência quer à circulação de pessoas (dentro do próprio edifício ou habitação e do interior para o exterior destes e vice-versa) fazendo-se essa circulação de uma forma horizontal ou vertical e por zonas destinadas a armazenamento de materiais, produtos e equipamentos. O objectivo primordial da segurança contra incêndios é a salvaguarda das vidas humanas. Além deste objectivo outros poderão surgir, nomeadamente:

- Facilitar a intervenção dos meios de socorro exteriores;
- Proteger os bens materiais com prioridade para as edificações vizinhas;
- Assegurar que as estruturas de suporte de carga tenham capacidade para assegurar durante um determinado período de tempo (tempo de evacuação e intervenção);
- Promover a continuidade das actividades.

Quando se fala em segurança passiva estamos a referir-nos às soluções arquitectónicas do edifício cuja missão é assegurar uma segurança contra incêndios mais eficaz. Como exemplo destas soluções encontramos a compartimentação, as vias de evacuação (horizontais e verticais), instalações de ventilação, etc.

No que diz respeito às vias de evacuação, fazem parte destas alguns equipamentos importantes, nomeadamente:

- **Portas de Fecho Automático** – são portas que possuem dispositivos tais que asseguram o fecho automático após a utilização, mantendo as portas permanentemente fechadas quando não estiverem a ser usadas (molas, contrapesos);
- **Portas de Abertura Comandada** – são portas de fecho automático mas que possuem dispositivos de comando à distância que permitirá colocar as mesmas na posição de abertura para evacuação em caso de sinistro;
- **Portas de Fecho Comandado** – são portas que possuem dispositivos de comando à distância que permitirá, por motivos de exploração, colocar as mesmas na posição de fechado numa situação normal e cancelar essa opção em caso de emergência;
- **Portas Resistentes ao Fogo** – são portas que possuem a classificação de pára-chamas ou corta-fogo, comprovado através de documento passado por um organismo oficial acreditado;

Quando falamos de medidas que promovam a utilização de equipamentos em caso de incêndio, tais como as instalações de extinção, de detecção, de alarme, de controlo de fumos, de sinalização, de iluminação, etc., estamos no campo da protecção activa.

Na generalidade, estes equipamentos, quer sejam automáticos ou manuais, fornecem um meio de primeira intervenção, sendo essenciais para efectuar o ataque inicial ao incêndio e manter a situação controlada até à chegada dos bombeiros. Fazem parte desses meios certos dispositivos, tais como:

- Extintores portáteis (ou fixos);
- Redes de Incêndio Armada (RIA) com bocas de incêndio tipo carretel;
- Sistemas automáticos de detecção de incêndios.
- Redes automáticas de Sprinklers;

4.3.1 Extintores

Extintores são equipamentos que contêm um agente extintor no seu interior. Esses agentes podem ser uma simples água, pó químico, espuma, ou dióxido carbono (CO₂). Agentes extintores são toda e qualquer substância que ao ser projectada sobre uma combustão vai actuar sobre esta através de reacções físicas ou químicas causando a extinção do incêndio. Normalmente um extintor tem no seu interior dois agentes: um agente extintor e outro agente que funciona como propulsor.

Os halons que existiam há alguns anos estão proibidos, tendo todos os extintores existentes com este agente que ser substituídos, de acordo com a legislação.

Existem basicamente dois tipos de extintores:

- Extintores de pressão permanente (ou permanentemente pressurizados);
- Extintores de pressão não permanente – a pressão é colocada no momento da utilização.

Nos extintores permanentemente pressurizados o agente extintor e o gás propulsor encontram-se misturados no interior do recipiente. Assim que se acciona o manípulo e válvula o agente extintor é expelido para o exterior por um tubo de pesca.

Quanto aos tipos de extintores, de acordo com o agente que contêm, estes podem ser:

- Extintores à base de água;
- Extintores de espuma;
- Extintores de CO₂;
- Extintores de pó químico seco.

Os extintores são equipamentos para serem usados pelos ocupantes de uma área atingida por um incêndio. A sua eficácia é exclusiva a uma actuação imediata e em pequenos fogos, uma vez que possuem apenas uma quantidade limitada de agente extintor, o qual deve ser usado correctamente de modo a evitar desperdícios.

Os extintores são, para além do mais, equipamentos mecânicos e, como tal, necessitam de cuidados e manutenção periódicos de modo a assegurar a sua permanente operacionalidade e segurança.

A Manutenção de extintores tem um papel fundamental na eficácia da utilização deste tipo de sistema de combate a incêndio, onde a sua operacionalidade está dependente de uma manutenção periódica e consciente, reduzindo assim a sua taxa de falhas para valores aceitáveis. Os seus componentes ou os compostos químicos podem deteriorar-se com o tempo e necessitar substituição. Por outro lado, os extintores são recipientes que contêm gases sob pressão, e como tal, devem ser tratados e submetidos ao mesmo tipo de manutenção que aqueles. Assim, de forma a garantir a permanente operacionalidade dos extintores, torna-se necessário estabelecer as regras e obedecer a todo o momento, que nos permitam não só verificar a sua carga, mas também o seu estado de funcionamento.



Figura 4.27 – Extintor de espuma.

4.3.2 Bocas de incêndio

As bocas de incêndio poderão ser de vários tipos. No entanto, as mais usuais no nosso país podem ser agrupadas em dois tipos, de acordo com a sua localização e tipo de utilização:

- As instaladas no exterior dos edifícios, que servem exclusivamente para o abastecimento das viaturas dos bombeiros;
- As instaladas no interior dos edifícios. Podem ser de dois tipos: do tipo carretel que podem ser usadas como meio de primeira intervenção pelos utentes e funcionários (permanentemente pressurizadas), também designadas por RIA – Rede de Incêndio Armada, e as bocas angulares, tipo S.I. (secas ou húmidas) para utilização pelos bombeiros.



Figura 4.28 – Carretel.

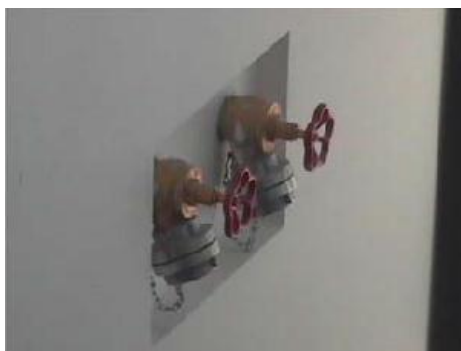


Figura 4.29 – Bocas de incêndio do tipo angular.

4.3.3 Sistema automático de detecção de incêndios

Um sistema automático de detecção de incêndios (SADI) é basicamente constituído por detectores de fumos ou calor, cablagem, botoneiras de alarme, buzinas e uma central.

Quando os detectores detectam fumo, chama ou calor ou alguém pressiona uma botoneira de alarme manualmente, este sinal é transmitido através da cablagem à central de detecção, onde é automaticamente accionado um alarme visual (na própria central) e um sinal acústico através da buzina de alarme (interior ou exterior).

Um sistema automático de detecção de incêndios deverá cumprir os seguintes objectivos:

- Evitar a propagação de um foco de incêndio, através da sua detecção num estágio inicial de modo a que possa ser imediatamente combatido.
- Aviso às pessoas, de um forma estruturada, para não gerar pânico e em caso de evacuação que esta seja feita sem perigo.
- Aviso aos Bombeiros, ou outras entidades exteriores ao edifício.
- Actuação de dispositivos (portas corta-fogo, registos corta-fogo, cortes de ar condicionado, sistemas de extinção, etc.), de uma forma automática, de modo a confinar o foco de incêndio, impedir a sua propagação e garantir a segurança das pessoas.
- Fornecer informações relevantes e precisas sobre as áreas afectadas, de modo que as equipas de socorro possam actuar de uma forma mais eficaz e também para efeitos de averiguação futura.



Figura 4.30 – Central de incêndios e detector de fumos.

4.3.4 Sistemas automáticos de extinção de incêndios

São sistemas que funcionam automaticamente (ou deviam) em face de um incêndio, sendo accionados através da temperatura emanada pelo calor do fogo. Os sistemas de sprinklers desempenham as funções de detectar, avisar e combater o fogo. Estes podem ser separados em:

- Sistemas de sprinklers (tradicionais);
- Sistema de bicos nebulizadores (média e alta pressão).

4.3.4.1 Tipos de sprinklers

Sistemas de sprinklers – são sistemas compostos por tubagens e dispositivos especiais (cabeças difusoras) que são uniformemente distribuídos com espaçamentos adequados de acordo com o tipo de classe de risco inerente, para protecção de certos ambientes. Ao chegar à temperatura preconizada o elemento fusível rebenta provocando um chuveiro de pequenas gotas sobre o foco de incêndio, com determinada densidade e área de cobertura, em função da pressão, do tipo de dispositivo e do diâmetro do orifício de passagem da água.

Sistemas de bicos nebulizadores (média e alta pressão) – A pressão é superior à que é necessária para uma rede tradicional de sprinklers, precisamente para produzir essa nuvem de pequeníssimas gotículas de água, que tem a capacidade de se emulsionar com o combustível, como óleos e outro líquidos inflamáveis, tornando-o incombustível ou ainda para protecção de transformadores, estufas de secagem, etc.

Como os sistemas de bicos nebulizadores não são tão frequentes no nosso país, apenas se irá incidir no sistema tradicional de sprinklers.

As vantagens de um sistema de sprinklers são várias, destacando-se as seguintes:

- É um sistema totalmente automático;
- Com a sua entrada em funcionamento acciona-se um alarme em simultâneo;
- Tem uma rápida dispersão de água sobre o foco de incêndio;
- A sua acção restringe-se unicamente à área de circunscrição do fogo.

Existem diversos tipos de sprinklers, cada um com a sua aplicação específica, de acordo com a área a proteger, posição de montagem, temperaturas em causa, forma de cálculo, etc. Os sprinklers podem ser do tipo: *pendent*, *upright*, *sidewall*, resposta standard, resposta rápida, para várias temperaturas, tipo *wall drencher* (cortina de água), etc. A NFPA 13 (*National Fire Protection Association*) é a norma norte-americana de referência para as instalações de sprinklers (54).

Existem no entanto alguns factores importantes que podem influenciar decisivamente na velocidade de accionamento dos sprinklers, nomeadamente:

- **O ambiente.** A altura do pé-direito, o afastamento do sprinkler do tecto, a ventilação natural ou forçada, os obstáculos no tecto como vigas, iluminárias, ductos de ar condicionado, etc., dificultam o acesso do calor proveniente do foco do incêndio ao elemento termosensível dos sprinklers;
- **As propriedades físicas do mecanismo de accionamento dos sprinklers.** A forma, as dimensões e a massa do elemento termosensível, a temperatura diferencial do ar envolvente e a temperatura de operação do sprinkler e a velocidade com que os gases aquecidos do fogo passam pelo elemento accionador do sprinkler podem retardar o accionamento do seu elemento termosensível.

Os sistemas de sprinklers são muito eficientes, mas quando eles não funcionam a causa mais comum é simplesmente o facto da válvula de alimentação de água estar fechada.

Em aproximadamente 33% dos casos investigados pela NFPA, o mau funcionamento do sistema de sprinkler esteve directamente ligado a uma válvula fechada (55). Isso, por si só, já demonstra que as válvulas fechadas constituem um grande problema e que a sinalização da posição “aberta” ou “fechada” e a inspecção constante são de fundamental importância para que o sistema esteja sempre em condições plenas de utilização numa situação de emergência.

No que toca à manutenção, de acordo com as orientações da NFPA 13, NFPA 25, entre outras, existem planos de manutenção para cada um dos dispositivos que fazem parte de um sistema automático de extinção.

As operações de inspecção, teste e manutenção devem ser realizadas por pessoal com competências para tal, seguindo uma “check-list” indicada para cada equipamento. Trata-se de operações simples, mas que não devem ser negligenciadas.

4.3.4.2 Princípio de funcionamento de um sistema de sprinklers

Quando um sprinkler (1) está sobre um foco de incêndio, recebe o calor que sobe envolvendo-o e aquecendo o seu elemento termosensível até atingir a temperatura de operação. Quando accionado, o sprinkler abre a saída da água sobre o fogo, fazendo baixar a pressão na rede de canalizações. Um pressóstato acusa essa perda de pressão, liga um circuito eléctrico que acciona o motor de uma das bombas, realimentando o sistema com água. A água vai pela coluna de incêndio (*riser*) que alimenta o sistema, levantando o disco de vedação da válvula do Posto de Comando (2). Neste ponto, a água toma dois caminhos: a maior parte escoar em direcção ao sprinkler accionado e a outra parte escoar para o circuito hidráulico de alarme (3), até a câmara de retardo (4). Da câmara de retardo, após estar cheia, a água escoar até ao motor hidráulico (5), que acciona o gongo de alarme (6) e/ou escoar até um pressóstato opcional (7), que acciona electricamente uma campainha (8). A campainha (8) pode ser accionada electricamente, também, por um detector de circulação de água ou válvula de fluxo (*flowswitch*) (9) instalada na coluna de incêndio logo após a válvula do Posto de Comando.

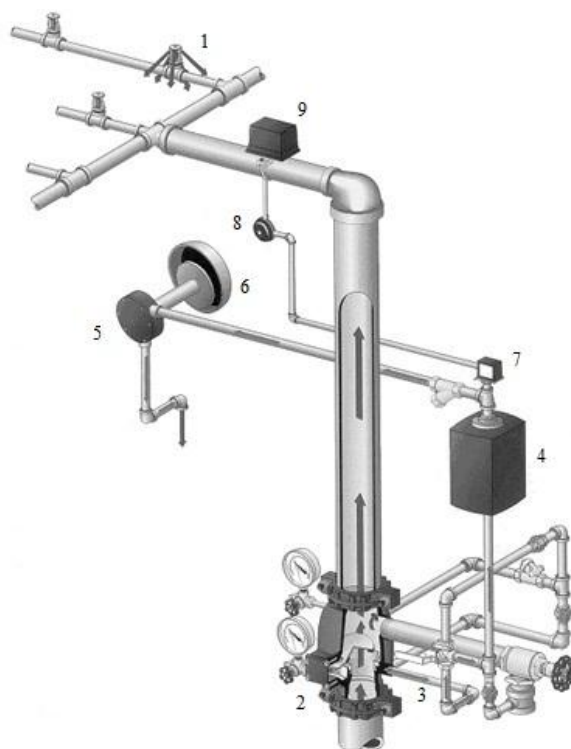


Figura 4.31 – Princípio de funcionamento de um sistema de sprinklers.

4.3.5 Central de bombagem de água contra incêndios

Um dos equipamentos fulcrais para o bom funcionamento de um sistema de extinção de incêndios, quer manual quer automático, é sem dúvida a Central de Bombagem de Água Contra Incêndios (ou Central Supressora de Incêndios).

Devido à altura destas novas construções, à sua dimensão em termos de área ou devido a imposições legais, é necessário instalar uma Central de Bombagem que pressurize a água para o sistema de uma Rede de Incêndio Armada (RIA) ou uma Rede Automática do Serviço de Incêndio (RASI), garantindo assim condições de caudal e pressão em caso de necessidade. A inexistência de uma norma portuguesa específica que imponha parâmetros de fabrico, instalação, periodicidades de inspecção e ensaio e requisitos básicos de manutenção, faz com que muitas das vezes estes equipamentos sejam fabricados de acordo com normas estrangeiras, nomeadamente a norma espanhola CEPREVEN, ou a americana NFPA, deixando todo o restante processo num vazio de responsabilidade (56) (57).

Apesar de toda esta falta de atribuição de competências, as centrais de bombagem são normalmente alvo de um projecto e instalação correctos, graças ao “know-how” dos principais fabricantes que aconselham os projectistas e instaladores respectivamente a calcular e instalar estes equipamentos convenientemente, mas que, infelizmente, após a entrega aos proprietários/responsáveis dos edifícios são deixados no esquecimento, não funcionando por vezes quando realmente é necessário, deixando de lado questões fundamentais como a segurança de pessoas e bens, pois ao longo da sua vida não sofrem acções de manutenção.



Figura 4.32 – Central de bombagem de um sistema de extinção de incêndios (58).

A filosofia de funcionamento deste tipo de equipamentos contraria a maior parte dos equipamentos similares. Normalmente as Centrais de Bombagem (de processo) encontram-se em regime de funcionamento contínuo ou a funcionar em períodos idênticos aos da laboração normal da empresa, sendo conhecidos os dados fiabilísticos dos seus componentes (MTBF, MTTR, etc.), podendo assim estabelecer-se uma política de manutenção adequada. Neste caso, o equipamento está a maior parte do tempo parado, entendendo-se como “parado” um estado de prontidão para entrar em funcionamento caso se desencadeie uma sequência de acontecimentos tal como preconizado em projecto, não sendo expectáveis as datas de ocorrência das avarias e desconhecendo-se as leis de degradação dos componentes que fazem parte do sistema. Aliás, existem certos componentes, como empanques e vedantes, que se deterioram com mais facilidade quando o equipamento está parado, do que em funcionamento normal.

Uma central de bombagem é constituída genericamente pelos seguintes equipamentos:

- 1 Bomba jockey eléctrica;
- 1 Bomba principal eléctrica;
- 1 Bomba de reserva eléctrica;
- 1 Quadro eléctrico de alimentação e comando para as bombas jockey e principal eléctrica;
- 1 Quadro eléctrico de alimentação e comando para a bomba de reserva eléctrica;
- 1 Colector de provas;
- Tubagem, válvulas e equipamento de controlo;
- Restantes materiais e equipamentos necessários ao perfeito funcionamento e montagem.

A bomba jockey, destina-se a manter toda a rede de água de incêndios devidamente pressurizada, permitindo a sua utilização em pleno e imediatamente após a mesma ser solicitada o seu arranque e paragem serão automáticos através de meios pressostáticos próprios. Devido às suas características não debita água suficiente para combater um incêndio, por serem bombas de pequeno caudal.

4.4 Instalações de elevação

No sector dos elevadores, escadas e tapetes rolantes a eficiência energética, não tem sido a maior preocupação dos fabricantes, instaladores, empresas de manutenção, empresários do sector da construção, projectistas, entidades públicas, utilizadores e proprietários dos equipamentos. As preocupações têm incidido em encontrar novas soluções com melhores rendimentos e que simultaneamente sejam mais competitivas a nível de preço e de eficácia na gestão do espaço ocupado pelo equipamento na caixa. O mercado tem incidido nas soluções que incidam nas instalações sem casa das máquinas, no incremento do conforto dos passageiros e nas soluções que permitam um aumento da velocidade nominal de deslocação da cabina.

A inspecção e manutenção destes equipamentos, está subordinada a questões legais, devendo ser efectuada por entidades e empresas credenciadas pelos organismos oficiais para o efeito. Os proprietários destes equipamentos devem contratar com essas entidades a inspecção, manutenção e certificação do equipamento para o fim em vista. Em Portugal, o decreto de lei n.º 320/2002 de 28 de Setembro estabelece o regime de manutenção e inspecção dos ascensores.

4.4.1 Elevadores

Os elevadores são equipamentos utilizados para o transporte de pessoas e carga em todo o tipo de edifícios, nomeadamente, edifícios de habitação, escritórios, hotéis, superfícies comerciais, edifícios públicos como sejam escolas, aeroportos, estações de metro e de caminhos-de-ferro e em instalações industriais.

Estão incluídos neste grupo, os seguintes equipamentos:

- **Monta camas / monta macas** – utilizados para o transporte de camas ou macas em hospitais, clínicas, centros de saúde e lares de 3ª idade.
- **Monta autos** – utilizados para o transporte de automóveis em que o condutor, passageiros e utilizadores podem viajar dentro da cabina.

Todos os elevadores têm elementos comuns, independentemente do seu conceito de funcionamento, nomeadamente: cabina, portas de patamar, iluminação, caixa, um motor eléctrico e um sistema de comando e controlo. A cabina circula num espaço confinado, normalmente designado por caixa.

Os elevadores podem classificar-se de diferentes formas em função de factores como as características dos mesmos, nomeadamente: velocidade, carga, a sua localização (à intempérie ou no interior do edifício), o tipo de instalação (habitação, edifício público), o sistema de accionamento, etc.

Normalmente, os elevadores de reduzida carga nominal e reduzida velocidade, são aplicados entre edifícios residenciais de gama média/baixa e correspondem à solução tecnicamente menos avançada. Os elevadores de maior carga nominal e maior velocidade são usados em escritórios, hotéis, superfícies comerciais, edifícios públicos, como sejam escolas e aeroportos.

Segundo o sistema de accionamento aplicado, existem dois grupos principais de elevadores:

- Elevadores de accionamento eléctrico;
- Elevadores de accionamento hidráulico.

4.4.1.1 Elevadores de accionamento eléctrico

O elevador de accionamento eléctrico, vulgarmente designado por elevador eléctrico, é um equipamento cuja cabina é suspensa por cabos, normalmente de aço, que passam por uma roda de aderência, accionada por um motor eléctrico com ou sem redutor.

Este sistema é o utilizado na maioria das instalações de elevadores. Uma roda de tracção, accionada por um motor eléctrico directamente ou através de um redutor, move por aderência os cabos que unem a cabina a um contrapeso instalado para o efeito.

O grau de aderência é determinado pelos pesos das massas suspensas (cabina e contrapeso), pelo tipo de gorne (ranhura) da roda e pelo ângulo que descrevem os cabos ao passar pela roda de accionamento.

O sistema de accionamento eléctrico é o que menos energia consome, devido ao princípio mecânico em que se inspira.

i) Elevadores eléctricos com casa de máquinas - são os elevadores eléctricos tradicionais. A casa de máquinas pode situar-se em cima da caixa no seguimento da mesma, pode-se situar em cima afastada da caixa, sendo designada como recuada e havendo rodas de desvio que permitem a queda de cabos para a cabina e contrapeso, na prumada vertical da caixa. Pode ser em baixo recuada, tendo também rodas de desvio e o tipo de suspensão neste caso não pode ser directa.

ii) Elevadores eléctricos sem casa de máquinas - estes elevadores não necessitam de casa de máquinas. A máquina e o limitador de velocidade instalam-se na zona superior da caixa do elevador. O comando, o quadro parcial e o sistema de resgate são instalados num patamar, junto à caixa – por regra no último piso superior.

No grupo dos elevadores de accionamento eléctrico e consoante o regime de marcha pretendido pelo utilizador ou definido pelo projectista, podemos ter vários tipos de motores.

Assim podemos ter elevadores accionados por:

- Um motor assíncrono, em geral só com uma cabina, de velocidade única e sem possibilidade de controlo da mesma. São ascensores de grande precisão nas paragens e cujo funcionamento leva ao rápido desgaste de alguns dos seus componentes. Este tipo de ascensores pode ser encontrado em edifícios de utilização reduzida e algumas habitações;
- Um motor assíncrono de duas velocidades, semelhante ao anterior mas de maior precisão nas paragens e de menor desgaste de componentes. A utilização de duas velocidades permite um maior conforto e precisão nas paragens. São utilizados, tais como os do primeiro tipo, em locais de tráfego reduzido;

Os sistemas de accionamento são basicamente referentes a máquinas com ou sem redutor (*geared* ou de acoplamento directo – *gearless*). As máquinas do tipo acoplamento directo têm sido utilizadas para elevadores de alta velocidade, sendo que actualmente o seu raio de aplicação já se está a estender a elevadores a 1,00 m/s.

A esta situação não é estranho o facto de se estar a abandonar a instalação de elevadores eléctricos com casa das máquinas, recorrendo-se como soluções base, à instalação de equipamentos em que não existe casa das máquinas. Neste tipo de soluções o tipo de sistema de accionamento é muito importante devido aos seguintes factores:

- Espaço disponível na caixa do elevador;
- Acesso ao conjunto máquina motor para manobra de resgate e manutenção;
- Vibrações transmitidas para as guias e consequentemente para o edifício em função do tipo de sistema de accionamento;
- Disponibilizar o espaço da casa das máquinas para área útil de habitação ou escritório.

A eliminação do redutor permite incrementar a eficiência energética do elevador, pois a conversão da energia eléctrica em energia mecânica é de 100%.

Para baixas e médias velocidades (inferiores a 5,0 m/s), devido à diferença entre a rotação do motor e a velocidade necessária de rotação da roda de accionamento, é necessário um sistema redutor para reduzir a velocidade do motor. No entanto, o redutor dissipa alguma energia pela produção de calor devido ao atrito entre o sem-fim e a roda de coroa do sistema redutor, pelo que a eficiência de transmissão é inferior ao das máquinas de acoplamento directo.

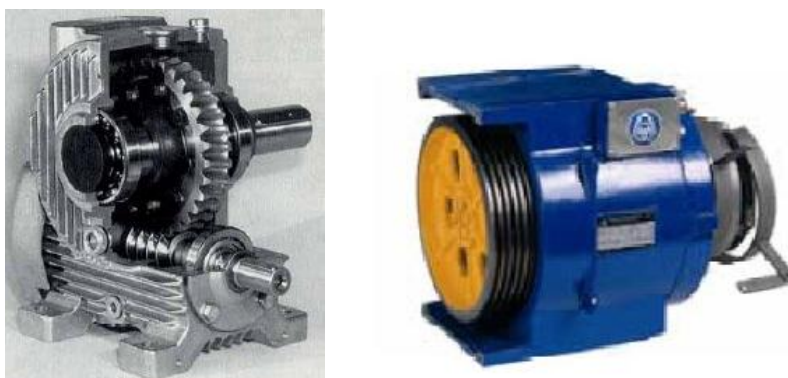


Figura 4.33 – Sem-fim acoplado à roda de coroa Vs acoplamento directo (59).

4.4.1.2 Elevadores de accionamento hidráulico

O elevador de accionamento hidráulico, vulgarmente designado por elevador hidráulico, é aquele em que os movimentos de arranque, subida, descida e paragem de cabina são assegurados através de uma central hidráulica. Esta central tem um grupo electrobomba, o qual é composto por uma turbina e o respectivo motor eléctrico. A central hidráulica para além de ter estes componentes tem uma tina para depósito do óleo, válvulas de comando no topo da tina, um kit bóia que permite indicar a posição da cabina no interior da caixa face ao nível de óleo existente em cada momento no seu interior, válvulas para as manobras de socorro em subida ou em descida e uma torneira de corte do fluxo do óleo hidráulico.

O movimento da cabina é transmitido através do(s) cilindro(s), o qual se move devido à força que lhe é transmitida pelo óleo injectado a elevada pressão pelo grupo electrobomba.

Este tipo de elevadores apresenta como grande vantagem o facto da localização da casa de máquinas ser muito flexível, visto o óleo ser transmitido do grupo hidráulico para o(s) cilindro(s) através da tubagem. Em virtude destes elevadores não possuem contrapeso, a potência necessária para mover a cabina no sentido ascendente é duas a quatro vezes maior que a potência de um elevador de accionamento eléctrico. No entanto, no sentido descendente a potência é quase nula, uma vez que o movimento é originado através do retorno do óleo por efeito de gravidade.

Existem dois tipos de elevadores hidráulicos a nível de impulsão: impulsão directa e impulsão diferencial.

Hidráulicos de impulsão directa - Neste sistema o êmbolo está acoplado directamente à cabina, lateralmente ou por baixo da mesma. Salvo no caso de elevadores de pequeno curso (3 a 4 metros), é necessário construir um furo por baixo do nível de poço para o alojamento do cilindro / êmbolo, o que encarece a instalação e apresenta problemas de infiltrações de água. Utiliza-se principalmente para elevadores industriais de pequeno curso e grande carga ou para elevadores panorâmicos de pequeno curso.

Hidráulicos de impulsão diferencial - Neste sistema o êmbolo situa-se numa lateral da cabina. No seu funcionamento, o êmbolo empurra um cabo de accionamento através de uma roda louca. O cabo está unido por uma extremidade à cabina e por outra a uma fixação à parede ou ao fundo da caixa. Tem a vantagem de que para um determinado comprimento do êmbolo, o curso pode ser o dobro dessa distância, o que aumenta o campo de aplicação, pois nos hidráulicos de impulsão directa, os cursos estão limitados à longitude do êmbolo. Outra grande vantagem é que não necessita da construção de um poço para alojar o êmbolo quando a cabina está na parte mais baixa do curso.

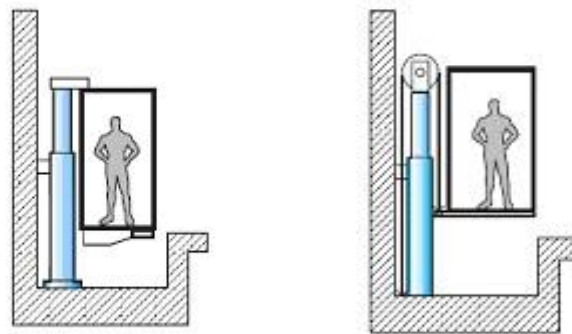


Figura 4.34 – Elevador de impulsão directa (à esquerda) e impulsão diferencial (à direita).

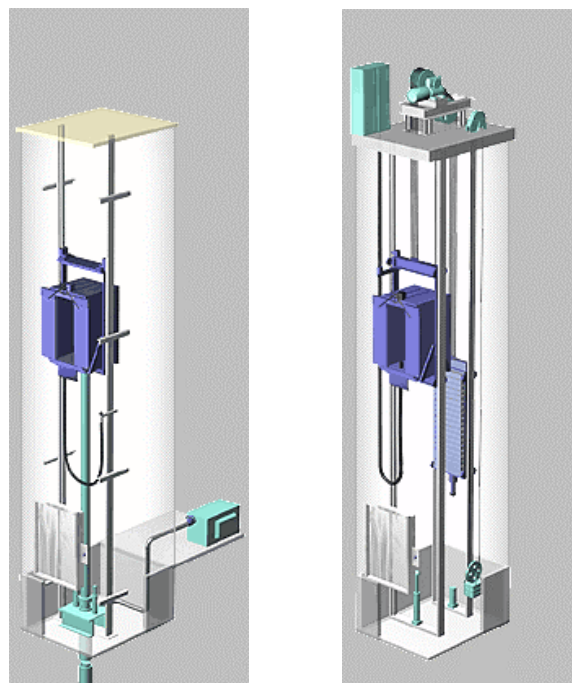


Figura 4.35 – Elevador hidráulico de impulsão directa (à esquerda) e eléctrico (à direita).

4.4.1.3 Elevadores de accionamento eléctrico com cinta

Uma mudança possível de se realizar num elevador convencional de accionamento eléctrico é a alteração no tipo de cabos de aço de tracção, aplicados a máquinas sem reductor, com motor de acoplamento directo à roda de tracção. O diâmetro dos cabos pode ser substancialmente reduzido, podendo-se aumentar o número de cabos aplicados e alterar o tipo de máquinas.

Esta solução em particular é aplicada a máquinas de acoplamento directo, consistindo no revestimento dos cabos de suspensão com poliuretano, (material bastante utilizado nas construções em projectos de isolamento acústico e divisórias, pela durabilidade, boa flexibilidade a baixas temperaturas, grande capacidade de suportar cargas e alta resistência ao accionamento e compressão).



Figura 4.36 – Cinta com cabos de aço flexíveis, revestida a poliuretano (60).

Este tipo de material é muito mais flexível e se num cabo convencional precisar-se-ia de uma roda de accionamento de 45 a 70 cm e cabos de 10 mm ou 12 mm para elevadores normalizados, com a cinta a roda de accionamento foi reduzida para apenas 8 cm e os cabos passaram para 4 mm.

Com isso, conseguiu-se eliminar as engrenagens, instalar no topo o novo sistema de máquinas, agora menor, e sem necessidade de qualquer lubrificação adicional (60).

A base tecnológica fundamenta-se na substituição dos tradicionais cabos de aço (normalmente, de núcleo têxtil) por umas cintas de poliuretano reforçadas com cabos de aço de alta resistência, que na OTIS são denominadas por CSB (*Coated Steel Belts*) (60) (61).

Estas cintas têm as seguintes características:

- No interior das cintas existem 12 cabos de aço de elevada resistência, para que a quantidade de aço seja maior que nos cabos de aço tradicionais utilizados na mesma aplicação.
- A espessura destas cintas de aço é muito menor que o diâmetro de um cabo de aço, o que lhe atribui uma maior flexibilidade que a dos cabos tradicionais. Isto é o que permite a utilização de uma roda de accionamento de diâmetro muito menor do que as que se utilizam nos elevadores tradicionais com cabos de aço.

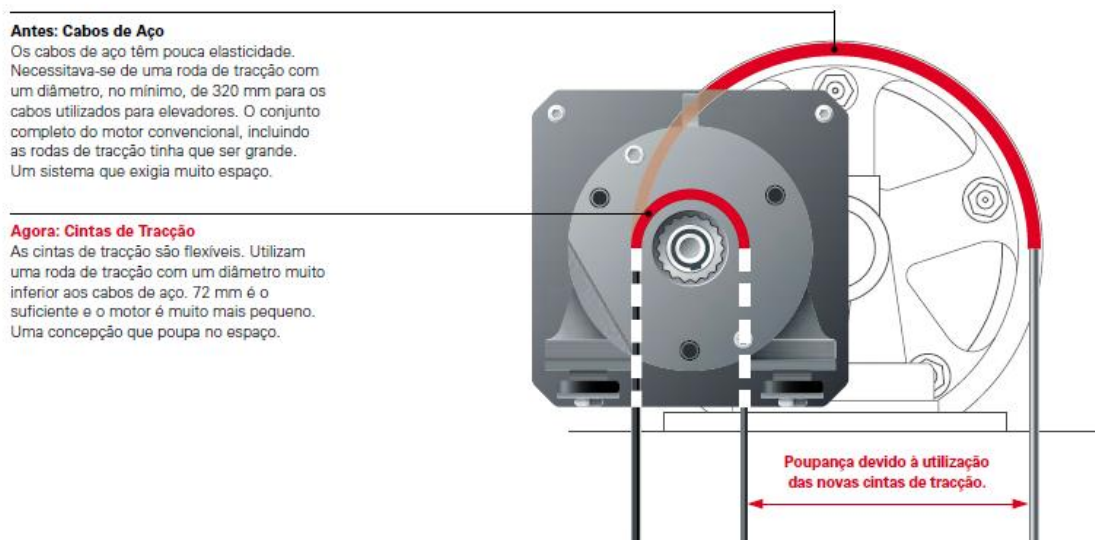


Figura 4.37 – Cintas de Tração Vs Cabos de Aço (61).

4.4.2 Escadas e tapetes rolantes

As escadas rolantes são unidades de carga destinadas ao transporte de pessoas entre dois patamares. São usadas em edifícios comerciais, em transportes públicos, como aeroportos, metro e estações de comboios. Para o transporte de carrinhos de compras em centros comerciais, entre dois ou mais andares, são utilizados tapetes rolantes inclinados. Em aeroportos são utilizadas tapetes rolantes horizontais para permitir a deslocação dos passageiros mais rapidamente até ao seu destino. A velocidade mais comum em escadas rolantes é de cerca de 0,5 m/s, suficiente para garantir um rápido deslocamento, não descurando o conforto e segurança (59).

O componente principal de uma escada rolante é o par de correntes que envolve os dois pares de engrenagens. Um motor eléctrico movimenta as engrenagens de tracção na parte de cima que por sua vez movimentam as correntes. O conjunto do motor e das correntes está instalado dentro da estrutura de metal que existe entre os dois patamares.

Em vez de movimentar uma superfície plana, como acontece nos tapetes rolantes, as correntes deslocam uma série de degraus. À medida que as correntes se movimentam, os degraus estão sempre nivelados. Na parte superior e inferior da escada rolante, os degraus encaixam-se, criando uma plataforma plana como se pode observar na figura abaixo.

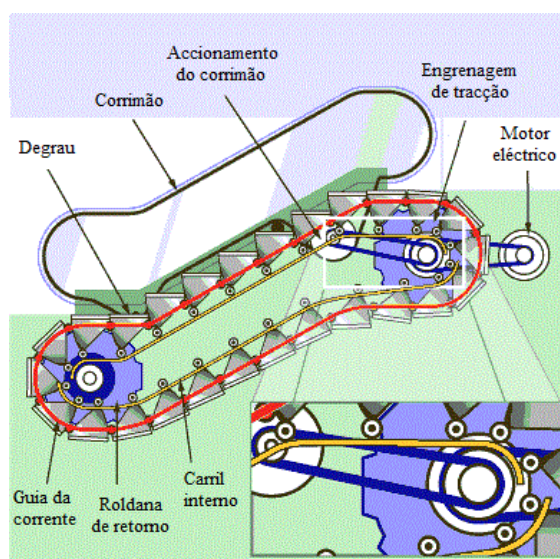


Figura 4.38 – Corte esquemático de uma escada rolante (62).

Cada degrau na escada rolante tem dois conjuntos de rodas que se movem em dois carris separados. O conjunto superior (as rodas perto da parte de cima do degrau) está acoplado às correntes e é puxado pela engrenagem de tracção na parte de cima da escada rolante. O outro conjunto de rodas simplesmente desliza ao longo do carril, seguindo o primeiro conjunto. Os carris são posicionados de forma a que cada degrau mantenha sempre o mesmo nível. Na parte superior e inferior da escada rolante, os carris são nivelados numa posição horizontal, deixando a escada plana. Cada degrau tem uma série de ranhuras usadas para se encaixar com os degraus que estão atrás e à frente dele à medida que a escada fica plana.

Além de movimentar as correntes principais, o motor eléctrico também movimenta o corrimão. O corrimão é uma “correia” de borracha que fica em volta de um conjunto de rodas. Essa correia é configurada com precisão de modo que se movimente exactamente na mesma velocidade dos degraus, para dar estabilidade aos utilizadores.

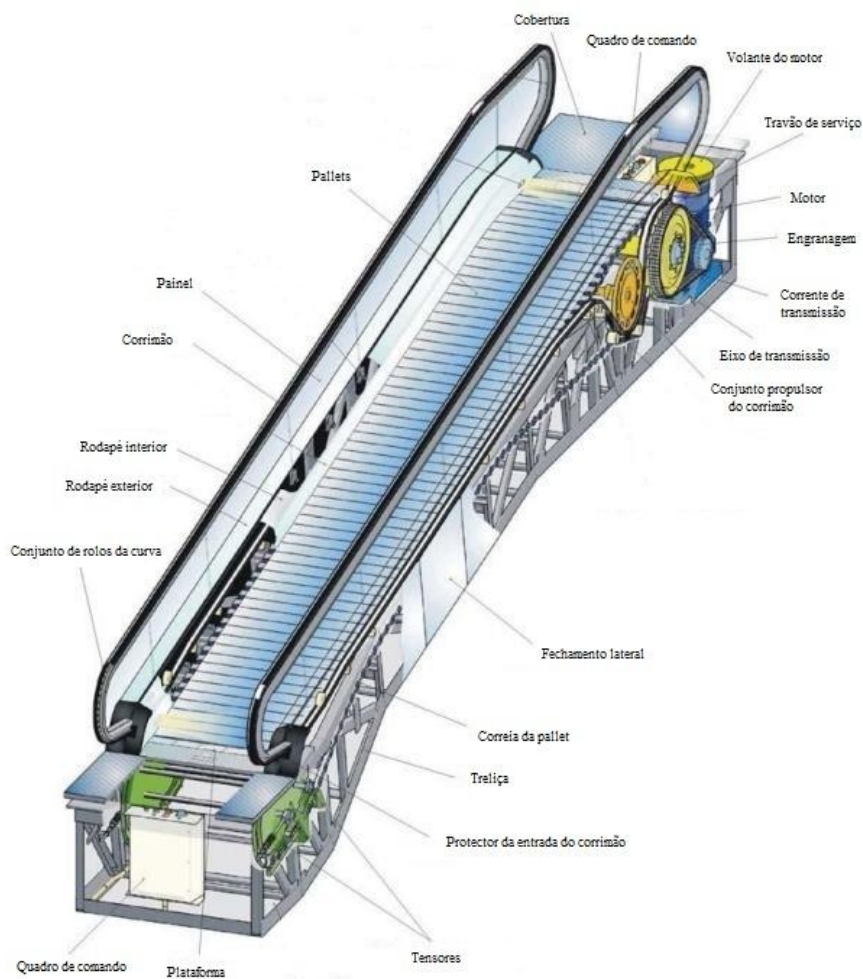


Figura 4.39 – Configuração típica de um tapete rolante (59).

4.5 Sistema de Gestão Técnica Centralizada

4.5.1 Definição

Hoje em dia, devido à legislação em vigor, e à maior preocupação relativa aos consumos energéticos e aos custos de utilização e exploração associados, um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) torna-se uma ferramenta obrigatória num edifício. A facilidade com que se pode adaptar os sistemas de um edifício às exigências decorrentes da sua utilização e a consequente redução do consumo energético (desligando automaticamente equipamentos de AVAC ou iluminações de zonas não utilizadas por exemplo) são vantagens importantes a ter em consideração. Assim, a um Sistema de Gestão Técnica Centralizada deve competir:

- **Comando e Controlo** dos equipamentos constituintes do sistema;
- **Vigilância** do estado de funcionamento e alarmes dos equipamentos;
- **Medição** dos principais parâmetros registando os desvios e o histórico das principais grandezas;
- **Contagem** das energias consumidas e fornecidas pelos equipamentos mais significativos;
- **Relato** da contabilização do número de horas de funcionamento para condução e manutenção dos equipamentos.

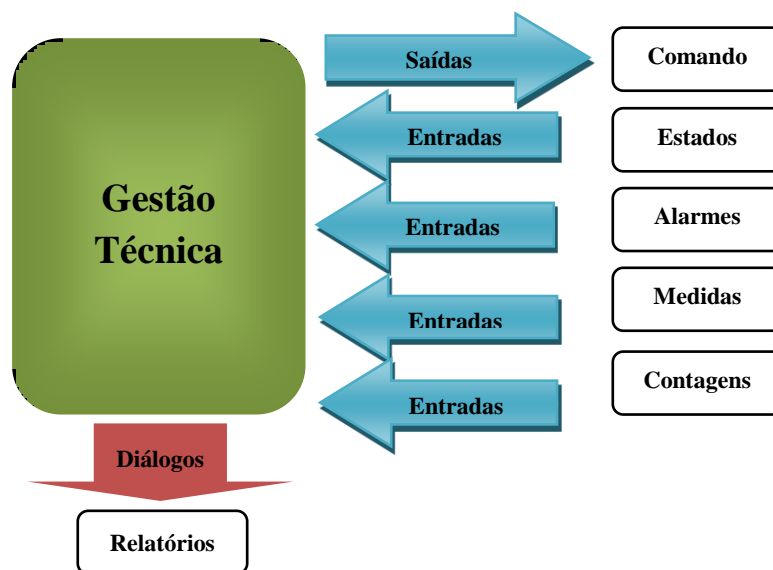


Figura 4.40 – Constituição da gestão técnica, adaptado de (5).

Com as funções referidas pretende-se fundamentalmente:

- Adaptação constante às necessidades;
- Avaliar e providenciar formas de garantir a fiabilidade do sistema;
- Minimizar os custos do consumo energético, de manutenção e de condução.

Embora, até há relativamente pouco tempo, não fosse normal juntar os diferentes sistemas e equipamentos num único equipamento de supervisão e controlo, é reconhecido como vantajoso a coordenação e gestão de forma conjunta de todos os principais equipamentos consumidores de energia.

Desta forma, além dos equipamentos de AVAC são normalmente incluídos, a produção de águas quentes para consumo e os comandos de iluminação.

Nas instalações mais recentes e de maior complexidade é comum incluir ainda na Gestão Técnica o diálogo com os equipamentos mais relevantes, tais como ascensores, bombas, equipamento de telecomunicações, UPS, entre outros, e a recepção dos estados e alarmes dos equipamentos de segurança, detecção de incêndios e gases, detecção de intrusão e controlo de acessos, etc.

De uma forma geral, embora com alguma variação consoante o tipo de edifício, na contribuição para o consumo final de energia existe forte variação das diferentes utilizações energéticas: 20 a 40% para climatização, 4 a 25% para águas quentes de utilização, 10 a 30% para iluminação, 3 a 8% para elevadores, 2% para perdas nos transformadores e no sistema de energia, ficando para equipamento e usos gerais um saldo que nas edificações mais correntes não ultrapassa os 30% da energia efectivamente consumida (39).

Com base nestes valores será fácil defender a implementação de SGTC que incluam AVAC, iluminação, águas quentes sanitárias (AQS), quadros gerais e postos de transformação, de forma a racionalizar o consumo e reduzir tempos de paragem das instalações e equipamentos inerentes a estas instalações.

A tabela seguinte apresenta um resumo das principais acções desempenhadas por um Sistemas de Gestão Técnica.

Tabela 4.3 – Principais acções dos Sistemas de Gestão Técnica (5).

COMANDO E CONTROLO
Ligar e desligar;
Acção sobre actuadores de válvulas, registos e similares;
Alterar pontos de regulação – “SetPoints”;
Modular velocidades de motores de accionamento de ventiladores ou bombas.
VIGILÂNCIA E MEDIDA
Confirmação do estado (em funcionamento ou não);
Sinalização de avarias e ou alarmes dos equipamentos;
Sinalização da posição de registos e válvulas;
Humidade ambiente;
Temperatura do ar nas condutas;
Humidade de ar nas condutas;
Temperatura dos fluidos aquecedores e arrefecedores;
Intensidade absorvida;
Caudais de ar;
Caudais de fluido aquecedor e arrefecedor;
Intensidade luminosa;
Pressões diferenciais;
Pressões nos fluidos
Temperatura exterior;
Humidade exterior;
Velocidade do vento;
Intensidade solar;
Diálogo com os sistemas autónomos de alarme contra incêndio;
Diálogo com os sistemas autónomos de alarme contra intrusão;
Presença de pessoas;
Qualidade do ar.
CONTAGENS
Electricidade;
Combustíveis;
Água;
Ponta eléctrica;
Factor de potência;
Calor;
Frio;
Recuperações de calor e ou frio;
Horas de funcionamento.
RELATOS
Listagem de acções de ligar e desligar;
Registo dos principais horários;
Contabilização das horas de funcionamento com avisos para a manutenção preventiva;
Emissão de avisos quando se ultrapassam determinados valores pré-definidos;
Registos de todos os alarmes;
Registos de paragens por avaria;
Emitir resumos periódicos das energias disponibilizadas dos principais equipamentos e dos principais consumos.

4.5.2 Equipamento de campo

Apesar de ser possível integrar num SGTC qualquer tipo de equipamento, apenas deverá ser instalado o equipamento de campo que tenha alguma finalidade para o Sistema de Gestão Técnica, caso contrário aumenta a complexidade do sistema e diminui a fiabilidade do mesmo.

Os equipamentos de campo alimentados directamente pelas Unidades Controladoras Locais (UCL) são alimentados a 24VAC e devem ser de baixo consumo. Fazem parte de uma extensa lista de equipamentos de campo elementos como actuadores, registos, válvulas, sondas, pressostatos, relés, medidores de tensão, interruptores, etc.

4.5.3 Interface Homem – Máquina

A interacção entre o utilizador e o SGTC é feita actualmente com recurso a um computador pessoal com uma interface SCADA.

Uma interface SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) permite aceder a toda a informação em tempo real, assim como mostrar alarmes, registo de históricos, gráficos, programas horários, etc. Permite visualizar avarias, medições e contagens, modificar programas horários, controlo manual de certos equipamentos, como registos, válvulas ou bombas e envio de alertas por email ou SMS. Esta interface é desenvolvida para cada edifício consoante a topologia e os equipamentos associados a este.

Para segurança do sistema, são criados grupos de utilizadores que só têm acesso a determinadas operações dentro do sistema. Um exemplo disso é um grupo de manutenção que tem acesso a visualização de toda a informação, permite o comando manual de alguns equipamentos e consegue reconhecer um alarme. Já o supervisor consegue ter acesso a toda a informação e comandar tudo e limpar de uma só vez toda a lista de alarmes.

Actualmente com a proliferação das tecnologias *web*, é comum as interfaces SCADA permitirem o acesso remoto via *internet browser*. Deste modo pode-se criar um posto de comando (PC) em qualquer ponto do edifício onde a rede do SGTC chegue, ou mesmo fora deste através da internet.

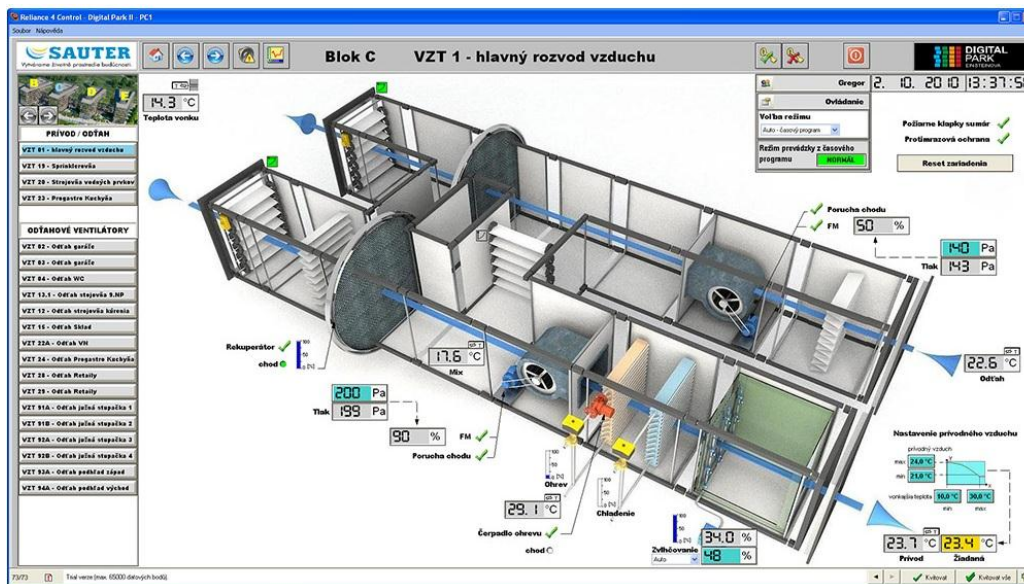


Figura 4.41 - Controlo e monitorização de uma UTA através de um SGTC (63).

Um edifício equipado com um SGTC apresenta desde logo uma vantagem em termos de manutenção. Essa vantagem começa logo na forma como os equipamentos de um edifício são usados pois podemos racionalizar e otimizar o tempo de funcionamento dos equipamentos. Outra vantagem é a redução das inspeções de rotina, pois o SGTC está permanentemente a monitorizar toda a instalação.

A existência de um SGTC possibilita otimizar o funcionamento dos equipamentos pois permite uma maior flexibilidade e adequação do seu funcionamento às necessidades.

Um exemplo disso são os equipamentos de AVAC. Podemos definir programas horários dentro dos quais as UTAS funcionam, além disso podemos adequar o funcionamento dos ventiladores às necessidades de arrefecimento e aquecimento. A existência de sondas de temperatura e humidade em diversos pontos, e a definição de diversos programas de funcionamento consoante a época do ano, são formas de o fazer. Esta otimização permite uma redução de energia consumida e do desgaste do equipamento. Outro exemplo de aumento da eficiência é a existência de sondas de luminosidade interior e exterior que permitem adequar a iluminação à luminosidade existente.

Como principais desvantagens de um SGTC, temos o seu elevado custo inicial, assim como o custo associado à manutenção do próprio sistema que geralmente fica a cargo da empresa que instalou o sistema.

5 Caso particular do edifício Atrium Saldanha

5.1 Características do edifício

Projecto de arquitectura da autoria do conceituado Arquitecto Ricardo Boffil, o edifício Atrium Saldanha encontra-se no segmento de topo dos edifícios de escritórios e comércio da capital, sendo hoje um ícone no imaginário cosmopolita de Lisboa. A excelente qualidade deste edifício, com características de construção, materiais e equipamento excepcionais e uma localização privilegiada em relação a transportes, redes viárias, comércio, de lazer e cultura, valeu-lhe um conjunto de prémios, nomeadamente:

- Prémio “Excelente em Concepção Arquitectónica Integrada e Desenho de Interiores”, 1997
- Prémio “O Melhor Empreendimento do ano”, 1997
- Prémio “Ambelis”, 1997
- Prémio “Secil de Engenharia Civil”, 1999
- Prémio “Valmor e Municipal de Arquitectura”, 2001.



Tipologia:

- Escritórios: 9 pisos, 27.000 m²
- Centro Comercial: 3 pisos, 13.000 m²
- Estacionamento: 6 pisos, subterrâneos, 30.000 m², 815 lugares
- Área total de construção: 70.000 m²

Características Técnicas:

- Fachada exterior de vidro agrafado: 7240 m²
- Fachada interior de vidro: 7970 m²
- Pavimento falso: 23.000 m²
- Estores motorizados: 4800 m²
- Unidades de tratamento de ar com capacidade para tratar 100 mil m³/hora de ar novo;
- Centrais de produção de água gelada para alimentação do ar condicionado que pode combinar: 1 Chiller Trane com capacidade de 2,5 MW de produção de frio; 3 Chiller's RC com um total de 2,3 MW; 24 bancos de gelo com um total de potência de descarga de 1600 kW e 3 torres de refrigeração;
- 2 Caldeiras de 720 kW;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada que gere 5 mil pontos em toda a instalação;
- 19 Elevadores, 2 Escadas Rolantes e 1 Plataforma de Deficientes; 1 "Bailéu" interior e 2 "Bailéus" exteriores;
- 200 Câmaras de Vigilância (sistema digital);
- Grupo Gerador de Emergência de 800 kVA (diesel);
- Potência eléctrica instalada: 1 transformador de 1250 kVA; 1 transformador de 1600 kVA.

5.2 Equipamentos de AVAC

5.2.1 Tipos de sistemas

No edifício Atrium Saldanha, a climatização é feita segundo os três tipos de sistemas abordados anteriormente: sistemas centralizados e sistemas individuais. Os sistemas centralizados existentes no edifício são, neste caso, do tipo “tudo-ar” e “ar-água”.

O sistema “tudo-ar” alimenta praticamente todos os pisos (excepto as caves) através dos sistemas centralizados e individuais. O ar a insuflar tem a sua origem nas UTAs, UTANs que se localizam na cobertura do edifício. No caso das UTAs e UTANs, o seu transporte é feito em condutas simples até aos vários pisos do edifício (piso 11 a piso 0), alimentando directamente os locais através de grelhas ou difusores. Os sistemas de conduta simples de Volume de Ar Variável (VAV) apenas são utilizados nos pisos da zona comercial (pisos 0,1 e 2), visto serem os pisos que apresentam cargas térmicas mais elevadas. Os sistemas VAV apresentam igualmente problemas de equilíbrio nos locais com carga térmica bastante diferente, por exemplo na zona de restauração, onde a quantidade de ar extraído não é suficiente tendo em conta as elevadas cargas térmicas que aí se verificam. O sistema “ar-água” é utilizado nos pisos (zonas de escritórios) onde a climatização é feita utilizando simultaneamente o ar tratado vindo das UTANs e a água que passa nas baterias dos ventiloconvectores. O ar primário vindo das UTANs é canalizado para os diferentes pisos, onde circula em pleno na caixa de ar do pavimento dos corredores, sendo aqui canalizado através de condutas para as diferentes fracções e utilizado pelos VC para ser novamente climatizado e introduzido no ambiente a climatizar. Os ventiloconvectores possuem um termóstato que quando atinge a temperatura pretendida pelo utilizador dá ordem de fecho à válvula (quente ou frio), continuando no entanto a existir insuflação de ar novo nas fracções através das grelhas difusoras. Caso contrário a válvula permanecerá aberta até se atingir a temperatura pretendida.

5.2.2 Unidades produtoras de água refrigerada

O edifício Atrium Saldanha possuía inicialmente uma central de produção de água gelada para alimentação do ar condicionado que podia combinar: 3 chiller's com um total de 2,3 MW; 24 bancos de gelo com um total de potência de descarga de 1600 kW e 3 torres de refrigeração.

Pretendia-se que as Unidades Produtoras de Água Gelada (chiller's) trabalhassem nas horas vazias (nocturnas) e que os bancos de gelo funcionassem durante o dia. Caso as necessidades térmicas fossem elevadas, haveria que gerir, através da GTC (Gestão Técnica Centralizada), o funcionamento das Unidades Produtoras de Água Gelada tendo sempre como base a sua paragem nas horas de ponta.

No piso -6 (último piso inferior) estão localizadas as Unidades Produtoras de Água Gelada, os grupos de bombagem e os bancos de gelo, pelo que foram projectadas e colocadas torres de refrigeração no piso 11 (cobertura). Toda a rede hidráulica trabalhava com água glicolada.

A actual situação não corresponde ao inicialmente projectado tendo-se verificado algumas alterações ao longo do tempo de vida útil do edifício. Das alterações verificadas existem duas que alteraram profundamente o conceito base que levou ao projecto inicial:

- **Permutador:** foi colocado um novo permutador entre os bancos de gelo e o circuito do chiller;
- **Torres de Refrigeração:** As tubagens das torres de refrigeração não utilizaram o caminho previamente estudado quando da concepção projecto inicial.

Para além das duas alterações referidas foram identificados outros problemas, nomeadamente:

- Chiller's: os colectores de ida e de retorno dos condensadores dos chiller's não se encontram conforme o projecto inicial; não possuem protecção directa por falta de água na condensação; falta de instrumentação para a sua condução;
- Entrada de novos inquilinos no edifício com necessidades térmicas superiores à do projecto;
- Água gelada glicolada com lamas e tubagens com pontos de corrosão.

Foi assim implementado um conjunto de acções correctivas, com o objectivo de corrigir e otimizar a instalação existente, e criar condições para instalar uma solução de reforço de produção de água gelada:

- **Permutador:** remoção do permutador de placas original e introdução de um novo permutador com maior capacidade;
- **Torres de Refrigeração:** alterações da tubagem para que as torres recebam o caudal de água equalizado e colocação e optimização dos densímetros e sistema de controlo associado;
- **Central Térmica (piso -6):** alteração da tubagem hidráulica dos chiller's para que recebam o caudal de água equalizado, circuito de condensação; calibração dos bancos de gelo; rectificação da alimentação eléctrica dos chiller's e colocação de fluxostatos, sistemas de controlo, manómetros e termómetros nos chiller's;
- **Tubagem e Água Gelada:** substituição da tubagem afectada com corrosão; substituição da água glicolada e implementação de controlo de corrosão.

Com a implementação das acções correctivas restabeleceu-se as condições de projecto e consequentemente a aplicação do esquema de exploração original utilizando os bancos de gelo – carga de bancos em horas de vazio, descarga de bancos em horas de ponta e na estação de Verão bancos de gelo como apoio no pico de consumo de energia térmica. A chegada de um novo inquilino que ocupa actualmente três pisos do edifício obrigou, a um ligeiro reforço da capacidade de produção de água gelada, pois o índice de ocupação é superior ao do projecto inicial.

Na sequência da implementação de acções correctivas para as não conformidades encontradas, as mesmas foram adequadas a uma nova solução de produção de água gelada para o edifício. Esta solução caracteriza-se pela instalação de um novo chiller centrifugo com capacidade de 2,5 MW de produção de frio, e a instalação de um filtro de água *in-line* para otimizar a limpeza da água, equipamentos estes integrados no sistema de produção de água gelada existente actualmente.

Ao se colocar um novo chiller, apareceram dois circuitos: um glicolado e outro a água. O circuito glicolado é constituído pelo circuito dos três chiller's mais o circuito dos bancos de gelo, enquanto que no circuito do chiller novo e no circuito das torres de arrefecimento o fluido utilizado é água da rede.

Assim, com a introdução do novo chiller da Trane no sistema de produção de água gelada podemos estabelecer 5 cenários de exploração (ver Anexo A) no sentido de otimizar o sistema:

- Ciclo 1: Carga de bancos de gelo com os três chiller's RC (-6°C/-1°C);
- Ciclo 2: Descarga de bancos de gelo + chiller's RC (+5°C/+10°C);
- Ciclo 3: Descarga de bancos de gelo com os chiller's desligados (0°C/+10°C);
- Ciclo 4: Chiller's RC CH1, CH2 e CH3 (+5°C/+10°C);
- Ciclo 5: Chiller novo da Trane (+5°C/+10°C).

No Ciclo 1, a carga dos bancos de gelo é feita através da água glicolada que sai dos três chiller's a uma temperatura na ordem dos -6°C e que é bombeada directamente para os bancos de gelo. No Ciclo 2, os bancos de gelo apoiam os três chiller's ou apenas um deles dependendo das necessidades. Em dias de Primavera por exemplo, onde apenas um dos chiller's satisfaz as necessidades de produção de água refrigerada, por vezes é necessário o apoio dos bancos de gelo caso se verifique um aumento de temperatura em dias mais quentes. No Ciclo 3, o circuito glicolado dos bancos de gelo ao passar pelo permutador permite o arrefecimento do circuito de água que abastece todo o edifício, enquanto que no Ciclo 4 é o circuito glicolado dos chiller's RC que passa pelo permutador e arrefece esse mesmo circuito de água. Actualmente, o sistema de produção de água refrigerada utiliza, exclusivamente, o chiller novo da Trane que permite temperaturas mínimas de saída na ordem dos +5°C. A água refrigerada que sai do chiller é bombeada directamente para os diferentes pisos do edifício e transportada até às unidades de tratamento de ar e unidades terminais, onde se dá o arrefecimento do ar a climatizar. Este chiller não poderá fazer carga dos bancos de gelo uma vez não ter capacidade para produzir temperaturas negativas. Com a chegada do novo chiller as condições de projecto e consequentemente a aplicação do esquema de exploração original utilizando os bancos de gelo foram “abandonadas”, estando este novo chiller a trabalhar cerca de 14 horas por dia (das 08:30h às 22:30h) e durante as 4 estações do ano. Os três chiller's com a chegada do novo chiller nunca mais funcionaram.

Considerando o consumo das diversas bombas necessárias para a produção de gelo (só as 3 bombas de evaporação dos três chiller's consomem quase o dobro de energia da bomba do chiller Trane), só será razoável a produção térmica através dos três chiller's e dos bancos de gelo nas seguintes situações:

- Avaria ou manutenção do chiller Trane.
- Quando a carga do chiller Trane estiver abaixo de 40%. Para além de se estar no limiar do “CoP” (Coeficiente de Performance), o equipamento começa a trabalhar num regime mecânico menos favorável (mais vibração, ruído e desgaste mecânico). Esta situação poderá ocorrer em épocas menos quentes do ano (p.e. no Outono e Inverno quando as necessidades de produção de água refrigerada são menores) onde apenas 1 chiller poderá ser suficiente para satisfazer todas as necessidades.
- Quando se estiver perante períodos de muito calor onde seja necessário apoiar o chiller Trane (horas de ponta e cheias).



Figura 5.1 – Chiller centrífugo da Trane.



Figura 5.2 - Chiller's RC (à esquerda) e bancos de gelo (à direita).

5.2.3 Torres de arrefecimento

As três torres de arrefecimento, instaladas na cobertura do edifício, e que são utilizadas para efectuar o arrefecimento da água que foi aquecida nos condensadores dos chiller's são unidades do tipo circuito aberto de correntes cruzadas com insuflação forçada de ar. Como já foi referido anteriormente, as torres de refrigeração também sofreram algumas alterações, nomeadamente na tubagem, de modo a que estas recebam o mesmo caudal de água.



Figura 5.3 – Torre de arrefecimento de circuito aberto com insuflação forçada de ar.

O programa de gestão e tratamento dos circuitos de água das torres de arrefecimento e dos dois circuitos fechados (glicolado e de refrigeração) é realizado mensalmente por uma empresa subcontratada. São realizadas semestralmente análises da água de modo a controlar e monitorizar a presença de Legionella de modo a evitar perigo potencial para os ocupantes do edifício. No circuito fechado (água glicolada) são feitas análises à evolução do pH e evolução do teor de ferro pois são dos parâmetros mais importantes na estabilidade de um circuito de água. O pH deve-se manter na gama alcalina enquanto que os teores de ferro solúvel na água em recirculação devem-se encontrar inferiores ao limite máximo recomendado. No circuito secundário (refrigeração) para além desses dois parâmetros, é também feita uma análise à evolução dos teores de Molibdatos que devem estar acima do limite mínimo recomendado. Os Molibdatos são usados normalmente como inibidores de corrosão em alguns tipos de ar condicionado industriais. Como no circuito secundário, também no circuito de aquecimento são feitas análises a estes três parâmetros.

Caso ocorra uma diminuição dos teores de Molibdatos, devido principalmente a contaminações nos circuitos, essa situação pode ser corrigida através de choques de biocida no circuito e restabelecimento do inibidor de corrosão no circuito.

Ainda como medida preventiva de evolução da contaminação microbiológica, nos circuitos secundários (quente e frio), de três em três meses efectua-se um choque de biocida e caso seja necessário uma reposição de inibidor de corrosão, evitando-se assim sujamento e corrosão do circuito. No caso de se verificar um aumento significativo do teor de ferro no circuito, por exemplo devido a trabalhos de manutenção efectuados no circuito, a realização de purgas (automáticas) pode resolver o problema até se verificar uma estabilização do teor de ferro.

Por sua vez, as torres de arrefecimento sofrem de três tratamentos distintos:

- o doseamento de inibidor, constituído por sais de fosfonato e de zinco, indicado para a protecção de sistemas abertos de refrigeração.
- o doseamento de biocidas, oxidantes e não oxidantes, para controlar e minimizar a contaminação microbiológica nos circuitos.
- o doseamento de cloro para garantir a qualidade bacteriológica da água e para controlar e monitorizar a presença de Legionella.



Figura 5.4 – Sistema de doseamento de cloro, biocida e inibidor de corrosão (à esquerda) e sistema de análise e controlo de cloro e sistema de purga automático (à direita).

5.2.4 Caldeiras

O sistema de climatização utilizado para aquecimento, utiliza como gerador de calor duas caldeiras de água quente de 720 kW do tipo gastubular, que aquecem a água que é transportada para as baterias das UTAS e dos ventiloconectores, permitindo assim o aquecimento dos espaços a climatizar. Estas caldeiras, que anteriormente utilizavam como combustível gás de cidade, utilizam actualmente gás natural conseguindo-se obter temperaturas de saída na ordem dos 80°C e de retorno na ordem dos 60°C. No caso da temperatura de retorno da água ser superior a 60°C, as caldeiras permanecem desligadas fazendo o bypass da água quente e sua recirculação pelo circuito, caso contrário, as caldeiras estão em funcionamento até se obter essa temperatura. No que diz respeito à sua manutenção, ela é feita, tal como nos chiller's, exclusivamente por técnicos especializados da marca, que dependendo da periodicidade das tarefas de manutenção, se deslocam ao edifício para a realização das mesmas.



Figura 5.5 – Caldeiras do edifício Atrium Saldanha da VISSMANN.



Figura 5.6 – Painel de controlo e automação das caldeiras.

5.2.5 Unidades de tratamento de ar

O edifício Atrium Saldanha é equipado de oito unidades de tratamento de ar novo (UTAN) e de duas unidades de tratamento de ar (UTA) de dois andares instaladas na cobertura do edifício. Actualmente as duas UTAs estão a funcionar como UTANs, devido às constantes avarias dos registos modulantes causados pela chuva e devido à dificuldade em se encontrar o mesmo modelo compatível com o sistema em causa. Tanto as UTANs como as UTAs possuem dois tipos de filtros: os pré-filtros, não reutilizáveis substituídos de 2 em 2 meses e os filtros de sacos, que dependendo da qualidade e do estado dos pré-filtros, podem durar até cerca de 4 anos fazendo-se apenas uma limpeza bianual. As UTAs possuem ainda, além dos filtros, dois ventiladores de correias, um de insuflação e um outro de extracção, baterias de aquecimento e de arrefecimento e electroválvulas, enquanto que as UTANs possuem apenas um ventilador de insuflação, sendo a extracção feita por um sistema de extracção, independente, com apenas um ventilador.



Figura 5.7 – UTA de dois andares (à esquerda) e tubagem de ida e retorno das baterias (à direita).



Figura 5.8 – Pré-filtros (do lado esquerdo) e filtros de sacos (do lado direito).

5.3 Instalações eléctricas

O abastecimento de energia eléctrica ao edifício Atrium Saldanha é feito a partir da rede pública pela EDP Distribuição. A existência de dois Postos de Transformação no edifício, um público e outro privado, faz com que existam no edifício instalações do tipo C e do tipo B. As instalações do tipo C são, como já referido anteriormente, alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em baixa tensão, neste caso pelo PT público que se encontra também ele dentro do edifício. São neste caso instalações do tipo C as instalações de lojas e escritórios. O PT privado por sua vez, ao ser alimentado por instalações de serviço público em média tensão é considerado uma instalação do tipo B. O PT privado é constituído por 1 transformador trifásico, seco, 10.000/420V de 1600 kVA e outro transformador também trifásico seco, 10.000/420V de 1250 kVA.

Visto se tratar de um edifício de lojas e escritórios, onde as instalações eléctricas pertencem a várias entidades, o projecto foi executado com uma distribuição constituída por Quadros de Colunas, alimentados pelo PT público, colunas, caixas de coluna e quadros das diferentes instalações de utilização.

O PT privado alimenta o QGBT do edifício que por sua vez alimenta os Quadros Gerais e Parciais das instalações eléctricas dos serviços comuns do edifício nomeadamente, instalações de iluminação das zonas comuns (átrio, escadas, parque de estacionamento, corredores, casas de banho, etc.), instalações de força motriz (elevadores, bombas de esgoto, bombas sobressoras de água, etc.), instalações de AVAC e central de segurança.

O QGBT está “dividido” em dois tipos de instalações, instalações do tipo “Normal” e instalações de Emergência, alimentadas respectivamente pelos transformadores T1 e T2 (ver Anexo B). Das instalações do tipo “Normal” fazem parte as instalações de iluminação das zonas comuns, instalações de AVAC, etc. As instalações de emergência são neste caso os elevadores, o quadro das bombas de esgoto, a iluminação de emergência e o quadro da central de segurança. O QGBT alimenta ainda o Quadro de Incêndio de Ventilação e Desenfumagem (QIVD) e o Quadro de Incêndio das Bombas de Incêndio (QIBI). A compensação do factor de potência é feita à entrada da instalação, ou seja, no QGBT, que tem instalado um conjunto de baterias de condensadores que fornecem toda ou parte da energia reactiva que os receptores precisam.

A iluminação do edifício é feita através de lâmpadas fluorescentes e de LED (de 1 a 13W) que permitem uma solução mais ecológica e económica. As lâmpadas LED são no entanto o tipo de lâmpadas mais utilizado no edifício, cobrindo a maior parte dele nomeadamente, nos pisos superiores, corredores, zona comercial e elevadores.

A alimentação de emergência no edifício é feita exclusivamente pelo Grupo Gerador, constituído por um gerador a diesel de 800 kVA e UPS's. A existência de um gerador no edifício faz com que se tenham instalações do tipo A, ou seja, instalações eléctricas de carácter permanente com produção própria (superior a 100kVA). As instalações de iluminação de emergência ambiente e de sinalização, que incluem algumas lâmpadas de iluminação e os “letreiros de saída”, são alimentados, em caso de desaparecimento da tensão normal de alimentação, pelo Grupo Gerador enquanto que as instalações de iluminação de emergência de segurança de circulação são realizadas por blocos autónomos com acumuladores. O Grupo Gerador alimenta ainda os quadros QIBI e QIVD no caso de faltar a energia ao QGBT (ver Anexo B).

As UPS's têm um papel bastante importante nos primeiros instantes em que se dá a falha de alimentação da energia eléctrica. Por exemplo, são estes equipamentos, que em caso de distúrbio na alimentação de alguns quadros eléctricos, garantem o funcionamento ininterrupto do autómato que dá o sinal de arranque ao Gerador para que este comece a funcionar. Por outro lado, também são utilizadas UPS's em algumas instalações (elevadores p.e.) para que, em caso de falha de alimentação da energia, a gestão técnica possa estar sempre informada do tipo e localização de anomalias que ocorram.



Figura 5.9 – Gerador de emergência da Volvo de 800 kVA (Diesel).

5.4 Instalações de segurança contra incêndios

A generalidade das instalações de segurança contra incêndios abordadas no Capítulo 4 está, evidentemente, presente no edifício Atrium Saldanha devido à sua extrema importância no que diz respeito ao combate de incêndios.

Relativamente aos meios de primeira intervenção, como é o caso dos extintores portáteis, estes estão presente em praticamente todos os pisos do edifício. Existem no edifício dois tipos de extintores, ambos permanentemente pressurizados: extintores de CO₂ e extintores de pó químico seco. Na casa do depósito de reserva de combustível do Grupo Gerador, com capacidade para 3000 litros, existe um sistema espumífero que em caso de incêndio provoca um chuveiro de espuma sobre o depósito de combustível.

As bocas de incêndio instaladas no exterior do edifício, são bocas angulares secas que servem exclusivamente para o abastecimento dos dois depósitos de água da central de bombagem de água contra incêndios por parte dos bombeiros, em caso de falta de água nestes. No interior de cada piso do edifício estão instaladas bocas de incêndio do tipo carretel, que podem ser utilizadas pelos ocupantes e funcionários do edifício como meio de primeira intervenção, e do tipo angular húmida para utilização dos bombeiros.



Figura 5.10 – Porta corta-fogo (à esquerda). Extintores e carretel (à direita).



Figura 5.11 – Sistema de injeção de espumífero do depósito de combustível.

O Sistema Automático de Detecção de Incêndio do edifício é, tal como referido no Capítulo 4, constituído por detectores de fumos ou calor, cablagem, botoneiras de alarme, buzinas e uma central de incêndios.

Os detectores de fumos existem em todos os pisos, excepto nos restaurantes que são equipados com detectores de calor. Tanto as botoneiras de alarme como as buzinas existem em todos os pisos do edifício. A central de incêndio, por sua vez, encontra-se instalada na central de segurança (pisso -1) que fornece informações importantes e precisas em áreas afectadas por um incêndio. Na central de incêndios também é possível desactivar os detectores de fumos, por exemplo em caso de se realizarem obras em lojas ou fracções, de modo a não existirem falsos sinais de alarme.

Nos pisos do parque de estacionamento, quando um dos detectores detecta fumo, a central de incêndios depois de accionar um alarme visual e uma buzina de alarme, faz actuar de uma forma automática todas as portas corta-fogo existentes nesse piso de modo a impedir a propagação do incêndio para outras zonas do piso e claro garantir a segurança das pessoas. Nos pisos superiores, após detecção de fumo, a central dá ordem de fecho dos registos corta-fogo que existem nas condutas de ventilação (insuflação e extracção) de modo a que o incêndio não se propague a outros pisos e/ou fracções.



Figura 5.12 – Central de incêndio (Central de Segurança).

O sistema automático de extinção de incêndios, que neste caso particular do edifício Atrium Saldanha é o sistema tradicional de sprinklers, está instalado em três partes distintas do edifício. Temos assim sistema de sprinklers nas caves (parque de estacionamento), na zona comercial e nas cornijas.

A Central de Bombagem de Água Contra Incêndios, que se localiza no piso -6 do edifício, abastece toda a Rede de Incêndio Armada (RIA) e toda a rede automática de extinção de incêndio, ou seja, neste caso a rede de sprinklers. Esta é constituída por 1 bomba jockey e 3 bombas principais (B1, B2 e B3), 1 quadro eléctrico para as bombas jockey e principal B1, um quadro eléctrico para cada uma das bombas B2 e B3, tubagem, válvulas, pressostatos e equipamento de controlo.

A bomba jockey destina-se a manter toda a rede de água de incêndios devidamente pressurizada, neste caso a 10 bares. A bomba jockey por ser uma bomba de pequeno caudal e se por alguma razão a pressão da rede diminuir, por exemplo devido ao elevado número de bocas de incêndio ou de sprinklers em funcionamento, a bomba B1 entra automaticamente em funcionamento assim que se atingir a pressão de 9,5 bares. As bombas B2 e B3 entram em funcionamento de modo idêntico quando se atingirem as pressões de 9 e 8,5 bares respectivamente. A paragem da bomba jockey dá-se de modo automático através dos pressostatos enquanto que as bombas B1, B2 e B3 apenas se desligam manualmente.

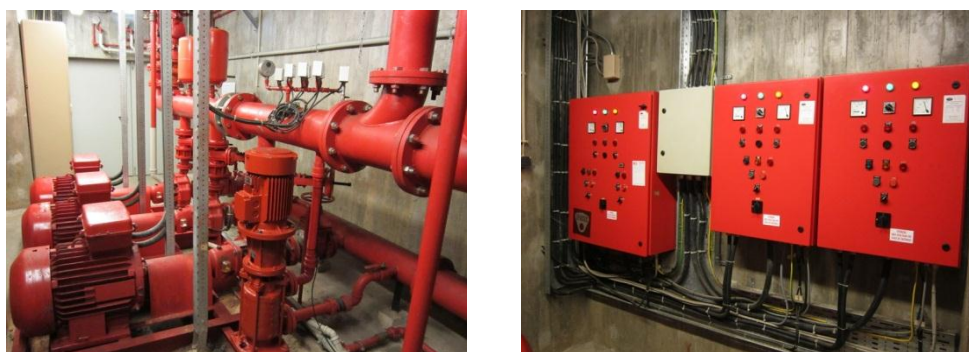


Figura 5.13 – Central de bombagem de água contra incêndios.

5.5 Elevadores e escadas rolantes

Os elevadores que existem no edifício destinam-se principalmente para o transporte de pessoas, existindo no entanto alguns elevadores para transporte de carga.

Quanto ao tipo de sistema de accionamento aplicado, existem no edifício 17 elevadores de accionamento eléctrico e 2 elevadores de accionamento hidráulico. A maioria dos elevadores eléctricos, ou seja, aqueles que funcionam até aos pisos superiores têm a casa de máquinas situada em cima da caixa enquanto que os elevadores que estão destinados a funcionar até pisos intermédios do edifício têm a casa de máquinas localizada em baixo recuada da caixa. Em todos os elevadores eléctricos são utilizados cabos de aço uma vez que se trata de um sistema de accionamento referente a máquinas com redutor. Estes elevadores são accionados por motores eléctricos assíncronos de duas velocidades com redutor e com variador de frequência que garante um maior conforto e precisão nas paragens.

O elevador hidráulico que se localiza no átrio é um elevador panorâmico destinado ao transporte de pessoas até aos diferentes pisos da zona comercial enquanto que o segundo elevador deste tipo destina-se ao transporte de carga nessa mesma zona. Ambos os elevadores hidráulicos são de impulsão directa, ou seja, o êmbolo está acoplado directamente à lateral da cabine.

A existência de duas escadas rolantes, uma ascendente e outra descendente, permitem transportar confortavelmente e rapidamente as pessoas entre os dois pisos da zona comercial do edifício.

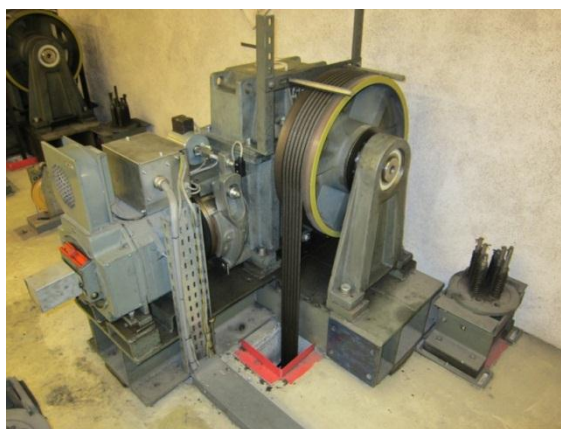


Figura 5.14 – Motor eléctrico de duas velocidades com redutor.

5.6 Sistema de Gestão Técnica Centralizada

O SGTC instalado no edifício Atrium Saldanha foi projectado para gerir nas instalações de AVAC, iluminação, quadros eléctricos, bombas, elevadores e escadas rolantes, um total de cerca de 5 mil pontos em todo o edifício.

O SGT instalado permite comandar e controlar a grande maioria dos equipamentos que fazem parte dessas instalações e ao mesmo tempo vigiar o seu estado de funcionamento e alarmes, medir as principais grandezas e contagem de entalpias e energia eléctrica consumida.

Por exemplo, o SGT comanda e controla a ventilação das caves (parque de estacionamento) que é feita através de ventiladores de insuflação e extracção, instalados nos poços de ar (PA), programados para funcionarem durante um curto período de tempo em intervalos de uma hora em modo automático. Por outro lado, caso existam valores elevados de monóxido de carbono em algum desses pisos, a central de incêndios dá automaticamente ordem de comando para que os ventiladores desse piso entrem em funcionamento. Além da central de incêndios os ventiladores ainda podem ser comandados em modo manual ou através do Quadro de Bombeiros.

Devido ao mau estado de alguns equipamentos de campo como por exemplo os registos modulantes, sondas e algumas válvulas, o SGT não funciona nas devidas condições. Um exemplo disso são as avarias dos registos modulantes das UTAs, que como já referido anteriormente, faz com que estas funcionem como UTANs. O SGT deixa assim de poder fazer a gestão do ar novo, uma vez não ser possível realizar a mistura controlada do ar recirculado com o ar novo ou o bypass do ar de exaustão que permitia uma redução significativa do consumo energético e do desgaste do equipamento. Desse modo ainda se contribuía para a optimização da manutenção e evidentemente de toda a instalação de AVAC do edifício.

Para otimizar o SGT do edifício seria então necessário a reparação dos registos modulantes e manutenção (limpeza) da grande maioria das sondas existentes que apresentam alguma sujidade acumulada, o que se traduz normalmente em leituras deficientes e consequentes arranques e paragens desnecessárias de certos equipamentos.

Na tabela 5.1 resumem-se as principais acções que o SGTC do edifício Atrium Saldanha pode desempenhar.

Tabela 5.1 – Principais acções do SGTC do edifício.

COMANDO E CONTROLO
Ligar e desligar; Acção sobre actuadores de válvulas, registos e similares; Alterar pontos de regulação – “SetPoints”; Modular velocidades de motores de accionamento de ventiladores ou bombas.
VIGILÂNCIA E MEDIDA
Confirmação do estado (em funcionamento ou não); Sinalização de avarias e ou alarmes dos equipamentos; Sinalização da posição de registos e válvulas; Humidade ambiente; Temperatura do ar nas condutas; Humidade de ar nas condutas; Temperatura dos fluidos aquecedores e arrefecedores; Caudais de ar; Pressões nos fluidos Temperatura exterior; Humidade exterior; Intensidade solar; Qualidade do ar.
CONTAGENS
Electricidade; Água; Factor de potência; Recuperações de calor e ou frio; Horas de funcionamento.
RELATOS
Listagem de acções de ligar e desligar; Registo dos principais horários; Registos de todos os alarmes; Registos de paragens por avaria;

5.7 Análise das tarefas de manutenção preventiva

No edifício Atrium Saldanha, a manutenção de grande parte das instalações técnicas é executada por empresas subcontratadas, sendo que, somente uma pequena parte é executada pela própria Manutenção do edifício.

As equipas de manutenção das empresas subcontratadas deslocam-se, periodicamente, ao edifício, para realizarem todas as tarefas de manutenção preventiva que dizem respeito ao plano de manutenção dos equipamentos em causa.

A Manutenção do edifício realiza, normalmente, uma manutenção do tipo preventiva condicional, ou seja, executa as tarefas de manutenção em função de uma inspecção ou quando se faz aproveitamento da imobilização do equipamento. Para outros equipamentos, constatou-se que a actividade de manutenção tem uma atitude de corrigir as anomalias que vão surgindo, ou seja, realiza uma manutenção do tipo curativa que pode ter um custo cerca de 3 vezes superior a uma situação de manutenção preventiva.

Existe no edifício, um conjunto de check-lists dos procedimentos de manutenção preventiva da maioria dos equipamentos, que fazem parte do plano de manutenção do mesmo. Estas baseiam-se em itens gerais, ou seja, planos-tipo, com periodicidades que não correspondem (a grande maioria) ao que é feito actualmente.

Para uma melhor análise das tarefas de manutenção preventiva, o autor adequou, algumas das periodicidades de manutenção desse conjunto de check-lists, às necessidades específicas de cada equipamento, tendo em conta que estes mantenham um estado de funcionamento seguro e eficiente e que mantenham acima de tudo uma fiabilidade adequada tendo também em conta o seu custo associado.

Para alguns equipamentos, foram ainda adicionados alguns procedimentos de manutenção que não estavam incluídos nas check-lists e que contribuem, na opinião do autor, para uma manutenção e controlo energético certamente mais eficiente. Essas check-lists encontram-se no Anexo IV do PMP do Apêndice B.

Seguidamente é feita uma análise das tarefas de manutenção preventiva das principais instalações de AVAC, electricidade e detecção e extinção de incêndios que existem no edifício.

- **Chiller's**

Nos equipamentos de AVAC, a manutenção (planeada e não planeada) dos chiller's, das torres de arrefecimento e das caldeiras é feita, exclusivamente, por empresas especializadas subcontratadas que seguem os seus planos de manutenção.

A manutenção preventiva, bimestral, que se realiza actualmente nos 3 chiller's RC, não se justifica uma vez estarem parados há cerca de 4 anos (desde a entrada do novo chiller da Trane) e sem nunca terem sido testados desde aí. Como a fiabilidade dos seus componentes não se altera significativamente em 2 meses de inutilização e tendo em conta o tipo de manutenção realizada actualmente, à base de lubrificação sem teste de cada chiller, seria suficiente uma manutenção preventiva semestral (com teste) por parte da empresa subcontratada sendo feita uma manutenção bimestral, com arranque dos chiller's, pela Manutenção do edifício. Assim os chiller's poderiam arrancar em qualquer situação (por exemplo avaria ou manutenção do chiller da Trane) estando em perfeitas condições de funcionamento. Caso os 3 chiller's voltem a entrar nos planos de produção de água refrigerada, primeiro seria aconselhável uma revisão geral, seguindo-se um plano de manutenção semelhante ao que se encontra no Anexo IV. Por sua vez, a manutenção preventiva do chiller novo da Trane é feita semestralmente pela marca.

Baseando-se na check-list existente (ver Anexo IV), o autor propõe a utilização das duas equipas de manutenção: a equipa de Manutenção do edifício, responsável pelas intervenções mensais e bimestrais e a equipa de técnicos especializados da empresa subcontratada responsável pelas intervenções mais específicas com periodicidade semestral e anual.

Foi ainda adicionado à lista de intervenções uma análise anual do óleo. A lubrificação, além de outras funções, permite como se sabe uma acção de "lavagem" promovendo a remoção de partículas contaminantes presentes nos pontos de lubrificação e seu transporte para deposição nos carters, ou aprisionamento em filtros, minimizando o calor produzido por atrito, reduzindo o desgaste melhorando o seu rendimento mecânico.

- **Torres de arrefecimento**

A manutenção preventiva das torres de arrefecimento é feita actualmente pela mesma empresa que faz a manutenção dos chiller's RC. Na opinião do autor, não se justifica que a manutenção das torres seja executada pela empresa subcontratada, uma vez que não vem acrescentar novos procedimentos aos que eram realizados anteriormente pela própria Manutenção do edifício.

Dado não existir nenhum plano de manutenção preventiva para as torres de arrefecimento do edifício, o autor, elaborou uma check-list baseada nas intervenções que normalmente são realizadas para este tipo de instalações. Assim, para uma manutenção geral de todos os seus elementos constituintes (ventilador, equipamento de controlo e comando, etc.) e limpeza interior e exterior, é proposta uma periodicidade semestral. Como já referido anteriormente, são realizadas todos os meses, por uma empresa subcontratada, análises da água dos circuitos das torres de modo a controlar e monitorizar a presença de Legionella. Semanalmente, um elemento da equipa de Manutenção do edifício inspeciona os três sistemas de desinfecção e tratamento automático, repondo nos depósitos as quantidades necessárias dos respectivos produtos.

- **Caldeiras**

Como acontece com o chiller novo da Trane, a empresa responsável pela manutenção das caldeiras segue, evidentemente, os procedimentos de manutenção preventiva específicos de cada modelo. Neste tipo de equipamentos pode-se dizer que “ninguém melhor para mexer se não os técnicos especializados”. Dentro da casa das caldeiras a Manutenção do edifício apenas é responsável pela distribuição da água quente, ou seja, pelos equipamentos que fazem parte da rede de distribuição de água como por exemplo as sondas, válvulas, pressostatos, electrobombas, etc.

Depois do Verão, estação do ano em que estas se encontram desligadas, e um mês antes de entrarem em funcionamento, é feita uma manutenção geral às duas caldeiras de modo a estarem operacionais na estação fria. Três meses depois é feita uma segunda manutenção de modo a inspecionar todo o sistema em pleno funcionamento.

Como recomendação, o autor propõe apenas uma inspecção diária. Esta inspecção refere-se neste caso a uma intervenção de segurança que pode ser executada, diariamente, pela própria Manutenção do edifício tendo como principal objectivo a detecção de possíveis fugas de gás.

- **Electrobombas**

A manutenção preventiva das electrobombas que existem no edifício é realizada, uma vez por ano, pela equipa de Manutenção do edifício. É feita, normalmente, uma revisão geral do equipamento que inclui lubrificação geral da transmissão do motor, das chumaceiras e dos rolamentos, apertos mecânicos e eléctricos e limpeza geral.

No entanto, devido ao tipo de componentes que este equipamento envolve (empanques, rolamentos, filtros, etc.) é aconselhável uma manutenção preventiva semestral de modo a que se possam controlar os seus parâmetros de funcionamento.

Por outro lado, existem na check-list das electrobombas, intervenções semestrais que podem perfeitamente ser realizadas anualmente (ou mesmo bianual), como é o caso da verificação da estanquicidade e reaperto dos bujins, que de acordo com a experiência de alguns técnicos de manutenção podem chegar a durar uma década.

A central hidropressora de água potável é constituída por duas electrobombas, uma principal e uma outra auxiliar. Inicialmente a manutenção preventiva da central hidropressora era realizada pela Manutenção do edifício. Actualmente esta tarefa é desempenhada por uma empresa subcontratada com uma periodicidade trimestral, não trazendo, na opinião do autor, melhorias significativas comparativamente ao efectuado inicialmente pela equipa de manutenção do edifício, a qual realizava mensalmente, uma inspecção-geral a todo o sistema e, anualmente, uma manutenção geral que incluía limpeza, reapertos e aplicação de hidrofugante em todo o sistema. Era assim realizada uma manutenção ainda mais “activa”, sem custos de contrato e perfeitamente ao alcance de um técnico de manutenção.

- **Unidades de Tratamento de Ar**

Como já foi dito anteriormente, as UTAS contribuem para a qualidade do ar interior, conforto térmico e eficiência energética de um grande edifício. Por isso, estas são sem dúvida uma das instalações técnicas existentes num edifício que merecem um maior cuidado no que diz respeito à sua manutenção. Uma manutenção mais rigorosa, com intervenções próximas, será à partida uma atitude a ter-se em conta.

A manutenção das UTAS do Atrium Saldanha é um pouco “primitiva”. É uma manutenção demasiado curativa, imprevista, que espera pela rotura, desgaste ou desafinação excessiva dos equipamentos. Um exemplo disso foi a falta de manutenção aos registos modulantes, que permitiam uma redução significativa do consumo

energético, e que acabaram por avariar e serem “abandonados”, deixando de contribuir para uma melhor eficiência energética do edifício.

Um plano de manutenção preventiva exemplar, a ter em conta na manutenção de uma UTA, pode ser o que se encontra no Anexo IV. É um plano bastante conservador, exigente, que tem em conta exigências extrínsecas ao sistema, nomeadamente, a qualidade do ar interior, o conforto das pessoas e, cada vez mais nos tempos que correm, a eficiência energética. O plano em anexo tem em conta dois tipos de intervenções: um que diz respeito aos equipamentos mais susceptíveis a avarias, ou seja, aqueles que requerem uma manutenção mais controlada, neste caso bimestral, e outro, anual, que engloba equipamentos que têm uma maior probabilidade de se manterem em funcionamento após determinado valor de tempo, ou seja, uma maior fiabilidade.

- Ventiladores

Fazem parte deste grupo os ventiladores de pressurização das escadas e caves, ventiladores de insuflação e extracção de desenfumagem, ventiladores das casas de banho e ventiladores de fachada e casa dos elevadores. A manutenção preventiva destes ventiladores é feita pela Manutenção do edifício, uma vez por ano, segundo o programa de intervenções que se encontra em anexo. No entanto, para os ventiladores das casas de banho, fachada e casa dos elevadores, esta manutenção deveria ser realizada semestralmente dado serem ventiladores cujo tempo de funcionamento é muito superior ao dos ventiladores de desenfumagem que só entram em funcionamento em caso de incêndio. Estes ventiladores apresentam normalmente um maior desgaste, nomeadamente nos rolamentos, apresentando por vezes empenos no caso dos ventiladores de acoplamento directo. Uma boa lubrificação evita a picagem dos rolamentos resultante do fenómeno de fadiga de contacto, aumentando o seu tempo de vida útil, diminuindo assim a probabilidade de avaria e consequente paragem do ventilador. Para os ventiladores de desenfumagem, na opinião do autor, deverá ser feito ainda um teste, de 2 em 2 meses, de modo a verificar o seu correcto funcionamento para que estes estejam operacionais em caso de incêndio.

- **Ventiloconvectores**

A manutenção preventiva dos VC's é efectuada, trimestralmente, pela equipa de manutenção do edifício, seguindo de um modo geral o plano de manutenção que se encontra no Anexo IV. No entanto, devido a estes estarem localizados no chão em vez de instalados no tecto para os quais foram projectados, a tampa do ventilador rebitada à caixa não permite algumas tarefas importantes na manutenção do motor e ventilador, nomeadamente limpeza e reapertos. São também testadas as três velocidades do ventilador que permitem 3 diferentes níveis de insuflação de ar nas fracções.

- **Posto de transformação**

A manutenção do PT privado do edifício é feita, semestralmente, por uma empresa subcontratada, com a presença do técnico responsável, que de acordo com a legislação em vigor (35) tem de ser um engenheiro electrotécnico. O programa das intervenções que são normalmente realizadas na manutenção preventiva do PT, encontra-se no Anexo IV.

De acordo com o decreto regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril, o técnico responsável pela exploração deverá inspecionar a instalação eléctrica com a frequência exigida pelas características da exploração, no mínimo 2 vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares. As duas inspecções obrigatórias devem ser feitas, uma durante os meses de Verão e uma outra durante os meses de Inverno. Além das inspecções, o técnico responsável deverá efectuar visitas técnicas a solicitação justificada da entidade exploradora.

- **Grupo electrogéneo de emergência**

A manutenção preventiva do grupo gerador de emergência do edifício é feita, semestralmente, tal como no posto de transformação, por uma empresa subcontratada. Esta realiza praticamente todas as intervenções que estão descritas no plano de manutenção em anexo, à excepção do arranque em carga. O arranque em carga permite testar por exemplo, se o comutador rede/gerador está a funcionar correctamente e se o motor arranca quando há falha no fornecimento de energia por parte da rede. O arranque em vazio permite testar se o motor arranca correctamente, ou seja, se as baterias se encontram com carga e níveis correctos para que este arranque rapidamente e ainda

verificar/rectificar os valores da tensão e da corrente nas fases da rede e à saída do gerador e da frequência da tensão à saída do gerador.

Dada a importância deste tipo de equipamento, o autor é da opinião da intervenção da Manutenção do edifício para testar o gerador em vazio, uma vez por mês, sendo feito trimestralmente o seu arranque em carga. A manutenção dos seus elementos constituintes continuaria a ser feita semestralmente pela empresa de manutenção subcontratada, incluindo o arranque em carga do grupo gerador por simulação de falha de corrente da rede. Assim, mantendo-se o contrato semestral com a empresa subcontratada e aproveitando os recursos-humanos da Manutenção do edifício, a probabilidade do gerador não alimentar as instalações importantes que dele dependem, em caso de falha de electricidade da rede, seria muito menor.

- **Quadros eléctricos**

Como já referido anteriormente, os quadros eléctricos são órgãos de grande importância nas instalações, pelo papel que desempenham no que respeita à segurança e boa exploração das mesmas. Por isso, são instalações cuja manutenção deve ser cuidada e responsável, não podendo ser esquecida como muitas vezes acontece.

Hoje em dia, a manutenção dos quadros eléctricos é feita recorrendo à termografia uma vez não ser necessário contacto, consegue-se identificar rapidamente zonas específicas para inspecção/intervenção. A detecção precoce de alterações na temperatura de um determinado componente (devido, por exemplo, a sobrecargas) permite a prevenção de falhas de determinadas instalações o que resulta, obviamente, numa redução significativa dos custos com manutenções correctivas.

No edifício Atrium Saldanha, a manutenção aos quadros eléctricos é feita, geralmente, uma vez por ano, não sendo efectuados alguns procedimentos de manutenção do plano de manutenção do edifício que se encontra em anexo.

Na opinião do autor, para alguns quadros eléctricos (por exemplo os quadros eléctricos instalados nas caves e na cobertura) deveria ser feita uma inspecção semestral, por exemplo através da termografia, uma vez estarem instalados em zonas um pouco poluídas, húmidas e com algumas poeiras sujeitos a um maior risco. Por outro lado, como os quadros eléctricos técnicos (AVAC, ventilação, centrais de bombagem, etc.) estão sujeitos a maiores variações de temperatura, devido às elevadas potências dos

equipamentos, estes são mais susceptíveis a desapertos, devendo-se por isso realizar uma manutenção preventiva, semestral, para este tipo de instalação.

- **Detecção e extinção de incêndios**

Por fim, a manutenção dos equipamentos de detecção e extinção de incêndios está, também ela, entregue a empresas subcontratadas. A manutenção dos equipamentos de detecção de incêndio (detectores de fumo, calor e monóxido de carbono) é feita anualmente através de ensaios de funcionamento do Sistema de Detecção de Incêndio e do Sistema de Detecção de CO. Por vezes, quando se detectam ou surgem anomalias nesses sistemas, a empresa subcontratada é chamada ao edifício de modo a analisar as avarias e efectuar as reparações e correcções necessárias. No entanto, com o tempo, os detectores acumulam no seu interior pó, humidades e monóxido de carbono que impedem o seu correcto funcionamento, provocando às vezes falsos sinais de alarme e até mesmo avaria do equipamento, sendo assim justificada, na opinião do autor, uma manutenção preventiva semestral a estes equipamentos. Existem assim zonas do edifício, que pela sua localização, deviam de ter manutenções com periodicidades mais apertadas, nomeadamente, os pisos inferiores das caves e a zona de restauração devido à existência de fumos e gorduras.

A manutenção da central de bombagem de água contra incêndios é feita, trimestral, por uma empresa externa. Do mesmo modo que na central hidropressora de água potável, antigamente, era a Manutenção do edifício que estava encarregue pela sua manutenção. Era realizada uma inspecção-geral, anual, com lubrificação das bombas, reapertos (mecânicos e eléctricos) e realizados ensaios uma vez por mês.

Deste modo, na opinião do autor, apesar de se tratar de uma empresa especializada na manutenção deste tipo de equipamentos, não se justifica esta ser feita por uma empresa externa, uma vez não trazer melhorias significativas à que era realizada pela equipa de manutenção do edifício.

Uma vez não haver registo de ensaios periódicos à RIA, e devido ao risco associado a esta área, justificaria ser feita uma manutenção regular de acordo com a proposta que se encontra no Anexo IV.

5.8 Análise da rentabilidade das tarefas de manutenção subcontratadas

A subcontratação em manutenção pode ser entendida como a transferência, para uma entidade exterior, da responsabilidade pela execução, total ou parcial, de actividades relacionadas com o programa de manutenção de uma empresa.

A subcontratação em manutenção tem por objectivo minimizar os custos globais desta actividade permitindo um correcto nivelamento do diagrama de cargas de trabalhos de manutenção efectuado com meios próprios e optimizando o dimensionamento deste e a ultrapassagem de dificuldades em tecnologias muito específicas.

Por vezes surge numa empresa a questão “Contratar fora ou fazemos nós?”. Esta é uma questão que tem sido objecto de modas e fundamentalismos recorrentes. Há uns 30 ou 40 anos atrás quase tudo se fazia dentro de portas, hoje em dia, e impressionantemente, pode contratar-se quase tudo. Há até quem diga “...subcontratamos toda a manutenção, não temos nada a ver com isso...”. Esta é uma ideia errada de quem quer fugir às responsabilidades, esquecendo-se que a responsabilidade de qualquer trabalho de manutenção será sempre do responsável pela Manutenção, neste caso do edifício. Toda a manutenção subcontratada deve ser objecto de um controlo do trabalho, de modo a se verificar o cumprimento das obrigações contratuais.

A tendência actual das empresas é de um progressivo aumento da subcontratação da função manutenção através da celebração de contratos com firmas prestadoras desse serviço. A organização e gestão da manutenção tende a ter menos pessoal em quantidade, para passar a contar com pessoal tecnicamente mais qualificado. Esta tendência é justificada pela alteração que os equipamentos têm sofrido nas últimas décadas com a aplicação em grande escala da tecnologia dos computadores e da electrónica nos equipamentos.

A subcontratação varia em âmbito e extensão, podendo ir da simples execução de tarefas (ex. limpeza, ou segurança) até à responsabilidade integral da totalidade da manutenção. A decisão de subcontratar alguma actividade deve ser precedida de uma ponderação das razões que a justificam, das vantagens e inconvenientes, da selecção de melhores alternativas.

Subcontratar empresas externas tem vantagens e inconvenientes e fazer dentro de portas também. A melhor solução será sempre misturar, nas proporções apropriadas, as duas modalidades. De seguida são colocados vários argumentos favoráveis e desfavoráveis à subcontratação de empresas externas.

Entrega-se assim à empresa de manutenção actividades externas dificilmente dominadas em tempo e em meios, tais como:

- Tarefas afastadas do objectivo de produção fundamental da empresa, pelo que não se justifica investir nessa actividade (por exemplo: hotéis e hospitais);
- Manutenção de equipamentos e sistemas com tecnologia muito avançada que requer pessoal especializado e equipamentos dispendiosos, que as empresas não estão em condições de rentabilizar;
- Manutenção com frequências de realização tão baixas que não justifique uma equipa dedicar-se exclusivamente a elas;
- A passagem de equipamentos tradicionais para equipamentos mais modernos, necessita de um período de preparação de que os serviços de manutenção não dispõem. Isto dá origem a um acréscimo de actividade e portanto a uma necessidade de pessoal externo formado na área das tecnologias utilizadas.

O principal argumento desfavorável à subcontratação é o custo associado, e em alguns casos a escolha da entidade adequada à realização do trabalho que se pretende subcontratar. No entanto, também se podem apontar outros argumentos desfavoráveis, como por exemplo:

- O clima laboral da empresa pode ser afectado se os trabalhadores da empresa não entenderem as razões do recurso à subcontratação;
- A manutenção executada localmente estimula a formação e a actualização da equipa de manutenção, permite um melhor conhecimento dos problemas técnicos ocorridos e facilita a sensibilização dos operadores para uma melhor utilização dos equipamentos;
- Dificuldade em garantir a presença das equipas subcontratadas no momento em que realmente são necessárias. Este é um dos graves problemas com a subcontratação. A sua solução passa pelo planeamento e programação das necessidades de manutenção e pelo controlo apertado da realização dos trabalhos.

No edifício Atrium Saldanha a manutenção de grande parte das instalações técnicas é executada por empresas subcontratadas especializadas, nomeadamente:

- Chiller Trane;
- 3 Chiller's RC e torres de arrefecimento;
- Caldeiras;
- Grupo Gerador de Emergência;
- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT);
- Central de bombagem de água contra incêndios e hidropressora;
- Análises e tratamentos de águas;
- Elevadores e escadas rolantes;
- Central de incêndios;
- SGTC.

Uma vez que se tratam de equipamentos e sistemas de elevada importância com tecnologia muito avançada, em que a sua manutenção requer pessoal especializado e equipamentos dispendiosos fora do alcance da Manutenção do edifício, é certamente vantajoso a subcontratação de empresas de manutenção para a grande parte destes equipamentos e sistemas. Obtém-se assim um serviço de manutenção de melhor qualidade sendo a entidade externa responsável pela assistência e apoio dos equipamentos/sistemas e pela execução total das tarefas de manutenção.

Por outro lado, na opinião do autor, não será vantajoso subcontratar empresas externas para manutenção das torres de arrefecimento bem como da central de bombagem de água contra incêndios e hidropressora, uma vez se tratarem de equipamentos e sistemas mais simples e de fácil manutenção, perfeitamente ao alcance da Manutenção do edifício, que não requerem pessoal especializado como acontece com os restantes equipamentos, reduzindo-se assim o seu custo associado.

No caso dos três chiller's RC, a sua inutilização não justifica o contrato actual de manutenção preventiva, bimestral, por parte de uma empresa externa. Um contrato semestral, com teste incluído aos 3 chiller's, seria vantajoso e suficiente, caso se mantenha a sua inutilização. Futuramente, caso estes voltem a ser utilizados para produção de água gelada ou se restabeçam as condições iniciais de funcionamento para as quais foram projectados, o contrato semestral será igualmente suficiente, seguindo-se o plano de manutenção proposto no Anexo IV.

5.9 Análise do sistema de aprovisionamento de materiais

O objectivo da gestão do armazém é proporcionar à Manutenção, nas melhores condições técnicas e económicas, a logística imediata dos artigos e dos sobressalentes necessários para o seu desempenho.

Uma gestão eficaz dos stocks é importante para qualquer empresa, uma vez que stock insuficiente pode provocar por vezes a paralisação dos equipamentos e dos técnicos da manutenção. O controlo de stocks envolve um planeamento cuidadoso de forma a assegurar que a Manutenção tem stock suficiente na qualidade desejada e no tempo certo. Num ambiente de manutenção planeada, uma das vertentes do planeamento é precisamente ter os materiais também planeados.

Para que se possam satisfazer atempadamente os pedidos da Manutenção, os materiais devem estar disponíveis a partir do stock, embora algumas empresas optem por sistemas de stock *Just In Time*, ou seja, encomendam aos fornecedores apenas na hora exacta de modo a não terem despesas de aquisição e de posse. No entanto a grande maioria desses fornecedores também optam por entregas *Just In Time* o que retarda ainda mais a disponibilidade do material.

No caso particular do edifício Atrium Saldanha o stock de armazém é essencialmente constituído por material consumível (lâmpadas, balastros, silicones, parafusos, lubrificantes, etc.) e peças de maior desgaste (correias de distribuição, bombas de condensados, termóstatos, etc.).

As necessidades de aprovisionamento de materiais são determinadas quando um dos técnicos de manutenção detecta a necessidade de repor stocks para restabelecer os níveis desejados ou através do planeamento da manutenção (por exemplo: é necessário comprar os filtros de ar das UTAs para se substituírem daqui a 2 meses).

A Manutenção procura garantir que o stock de materiais consumíveis em armazém se mantenha nos níveis mais baixos possíveis permitindo manter os níveis de serviços adequados, ou seja, manter o stock existente a níveis razoáveis de modo a não existirem atrasos nos trabalhos.

Há medida que os materiais de stock vão sendo usados, a informação do número de materiais utilizados na realização das tarefas de manutenção é inserida nas ordens de trabalho (OT) e transmitida à gestão da manutenção, neste caso ao director de manutenção, que avalia a necessidade de encomendar ou não esse material. O dimensionamento das quantidades a encomendar é, na maioria dos casos, estabelecido por sensibilidade e baseado no planeamento da manutenção.

Tendo em conta que cerca de 90% do material de stock que se encontra em armazém é material consumível, ou seja, material que se utiliza com frequência, optar por um sistema de stock *Just In Time* para este tipo de material não seria vantajoso.

No entanto para materiais de desgaste (correias de distribuição, válvulas, filtros de ar, etc.) já seria interessante do ponto de vista económico optar-se por um sistema *Just In Time*, ou seja, só adquiridos quando forem necessários, decorrente de exigências do planeamento (por exemplo, um jogo de correias de transmissão para a revisão dos ventiladores das UTAs só terá razão para ter existência em armazém a pouca distância dessa intervenção), em vez de se terem grandes quantidades em armazém. Isso verifica-se por exemplo nos filtros de ar das UTAs, que são comprados algumas semanas antes da próxima mudança de filtros, evitando desse modo ter em armazém o elevado número de filtros que são necessários para cada mudança.

A instalação de um *software* de gestão de manutenção seria certamente um “aliado” da Manutenção no que diz respeito à gestão de stocks uma vez que além de outros recursos, permitiria, como já foi referido anteriormente, a organização dos materiais de manutenção, não só os de armazém, como também outros necessários para as tarefas de manutenção. Os avisos de alerta, quando se atingem níveis mínimos de stock, permitiriam que não se chegasse a uma situação de ruptura de stock como se verifica algumas vezes.

6 Conclusões

A realização de um estágio desta natureza exige um estudo completo do princípio de funcionamento das instalações técnicas instaladas em grandes edifícios para que se possa compreender e fazer uma análise dos procedimentos de manutenção preventiva a realizar na manutenção dos equipamentos.

O estabelecimento de uma política de manutenção e condução não é uma tarefa fácil nem tão pouco exequível a partir de padrões inalteráveis e pré-estabelecidos, ou seja, depende de inúmeros factores que, particularmente na indústria imobiliária, são extremamente variáveis e vão desde a dimensão, a tipologia dos espaços, a sua funcionalidade, as soluções técnicas, o nível de automação, até à cultura da própria empresa.

Um edifício moderno tem particularidades técnicas que exigem uma gestão de manutenção esclarecida, reforçada pela legislação moderna que exige que os edifícios sejam objecto de planeamento da sua manutenção. Por outro lado, a informática e a automação têm vindo a dar passos significativos nesta área para que se tornem mais simples todas as actividades ligadas à Gestão Técnica de Edifícios.

A gestão da manutenção de edifícios utiliza exactamente os mesmos conceitos e metodologias de qualquer gestão de manutenção, contemplando algumas particularidades decorrentes da natureza técnica dos seus equipamentos e de exigências legais de monitorização de consumos energéticos e de QAI. Entre essas particularidades, constam-se as seguintes exigências particulares:

- Plano de manutenção e decorrente registo histórico com identificação dos interventores;
- Técnico responsável qualificado e credenciado (TRF);
- Manutenção de AVAC por técnicos qualificados e credenciados (TIM);
- Auditorias energéticas e de qualidade do ar interior periódicas, em cada 2, 3 ou 6 anos, conforme a tipologia do edifício;
- Implementação obrigatória das medidas de melhoria que forem identificadas como necessárias e julgadas viáveis sob o ponto de vista técnico-económico.

O acompanhamento das equipas de manutenção nas tarefas de manutenção, que se estendeu ao longo de todo o estágio, interagindo com os diversos equipamentos que fazem parte da vasta gama de instalações técnicas do edifício, foi sem dúvida uma experiência enriquecedora que permitiu comprovar a importância da manutenção das instalações técnicas e o impacto que esta tem na eficiência energética de um edifício e na qualidade do ar interior. Por outro lado, também se veio a comprovar que “...a manutenção é quase sempre vista como um mal necessário...”, como muitos autores referem nos seus livros, e que os orçamentos destinados à manutenção do edifício dependem muito dos seus lucros e da sua valorização por parte de “quem decide” na área financeira.

Depois de uma caracterização geral das instalações técnicas que existem na grande maioria dos grandes edifícios, foi feita uma caracterização, individual, das instalações existentes no edifício Atrium Saldanha.

A análise das tarefas de manutenção preventiva de algumas instalações (chillers, caldeiras, etc.), cuja manutenção é feita por empresas externas, apresentou algumas dificuldades dado serem equipamentos específicos, que requerem um estudo bastante aprofundado do seu princípio de funcionamento, de modo a que se consiga ter uma percepção das intervenções a serem adoptadas na sua manutenção. Para estes equipamentos, a análise baseou-se nas check-lists do Plano de Manutenção do edifício.

Da mesma maneira, verificaram-se algumas dificuldades na análise de algumas tarefas de manutenção preventiva executadas pela Manutenção do edifício, uma vez não serem seguidos os respectivos procedimentos de manutenção que fazem parte do Plano de Manutenção. Estes equipamentos são aqueles que apresentam, actualmente, uma maior preocupação em termos da sua Manutibilidade e que requerem por isso uma intervenção do tipo “SOS”, de modo a que possam ser repostos num estado que lhes permita novamente alcançar a função requerida e contribuir para a eficiência energética do edifício.

Para a manutenção de equipamentos e sistemas com tecnologia muito avançada e que requer pessoal especializado, como é o caso dos Chillers, Caldeiras, Grupo Gerador, Elevadores e escadas rolantes, etc., justifica-se a subcontratação de empresas especializadas, ao contrário de outros equipamentos, cuja manutenção podia ser executada pela equipa de manutenção do edifício que reúne conhecimentos e experiência suficiente para a executar.

O SGTC instalado no edifício seria, em situações normais, ou seja, com todos os seus equipamentos de campo a funcionar nas devidas condições e programados correctamente, o principal responsável pela redução (significativa) do consumo energético do edifício e do desgaste dos equipamentos, otimizando as instalações que controla e conseqüentemente a sua manutenção.

No sentido de contribuir para as necessidades prementes de diminuir o consumo de energia no edifício Atrium Saldanha, e conseqüentemente otimizar assim a função manutenção, podem ser tomadas algumas medidas que poderão contribuir para esse objectivo e equacionar, ao mesmo tempo, estudos no sentido de verificar a viabilidade de determinadas opções.

A instalação de um *software* de gestão da manutenção ajudaria a Manutenção no planeamento e na implementação das suas operações de manutenção, gerindo de forma eficiente as tarefas de manutenção preventiva e correctiva, a gestão de activos e controle dos stocks.

No sistema de AVAC por exemplo deverá ser feito um estudo/análise, com base nas limitações de energia eléctrica, à aplicação de chillers em substituição dos existentes “RC”, para a produção de bancos de gelo, por forma a poder utilizar este meio de produção/exploração para optimização energética da instalação, rentabilizando o equipamento instalado. Os chiller’s existentes a R22 representam, uma limitação, considerando a sua vida útil face à legislação e regulamentação em vigor, nomeadamente ao nível da aquisição de gás refrigerante. Deverá assim ser elaborado um estudo técnico-económico para verificar a viabilidade do proposto, determinando a sua rentabilidade e impacto no consumo energético do edifício e determinar o impacto da aplicação desta solução na exploração do edifício e no sistema de produção de água gelada. Ainda na central térmica (piso -6), e considerando o peso substancial da produção de água gelada no consumo energético do edifício, podem ser adoptadas medidas de maior vigilância e acompanhamento dos diferentes ciclos de exploração dos chillers. Poderão ser adequadas, de acordo com as necessidades térmicas do edifício, a produção para que sempre que possível evitar as horas de ponta, utilizando nesses períodos, sempre que possível, os bancos de gelo. Durante os meses de menor necessidade térmica de frio, deverão ser utilizados o menor número de chillers possível.

De maneira a diminuir o consumo térmico de frio, será necessário melhorar a ventilação na área da restauração e equacionar numa fachada dupla, melhorar a ventilação para diminuir a temperatura nesse local durante o verão.

Nos elevadores, poder-se-á estabelecer uma política da sua utilização, no sentido de parar os elevadores durante o fim-de-semana e à noite, tendo em conta as necessidades operacionais do edifício, da vigilância/segurança e causando o menor impacto possível no funcionamento do edifício e reclamações por parte dos utentes.

Deverá ser promovida uma auditoria energética do edifício de acordo com o decreto de lei 79/2006 e promover a aplicabilidade do respectivo decreto de lei, nomeadamente ao nível da manutenção, consumos energéticos e qualidade do ar interior.

Deverão ainda ser revistos/renegociados todos os contratos de manutenção, no sentido de baixar os custos de exploração e solicitar medidas a adoptar para diminuição dos consumos energéticos dos equipamentos representados pelas respectivas empresas.

Não fazendo parte dos objectivos do presente documento, a elaboração do Plano de Manutenção Preventiva do edifício Atrium Saldanha 2011, que é uma das exigências legais estabelecidas pelo RSECE, permitiu que este se mantenha actualizado, sendo esta uma das responsabilidades do TRF.

APÊNDICE

Apêndice A – Regulamentação e legislação

O consumo energético necessário para obter e garantir as condições interiores num dado edifício e a poluição associada, depende da concepção do sistema, dos equipamentos escolhidos, da condução do sistema e da sua manutenção. Desta forma para garantir uma utilização de energia minimamente aceitável é necessário impor restrições na escolha dos sistemas e dos equipamentos, bem como na condução das instalações.

Por razões de segurança é necessário impor restrições no tipo de materiais e fluidos que podem ser utilizados. A necessidade de imposição de tipo diverso faz com que, a nível nacional e a nível comunitário, tenha vindo a ser promulgado nas últimas décadas um conjunto de regulamentos, directivas e normas que limitam as soluções possíveis às tecnicamente aceitáveis.

Um regulamento ou uma Directiva Comunitária é obrigatório em qualquer caso e o seu não cumprimento leva á aplicação de sanções (coimas, encerramento das instalações, p.e.). Uma norma nacional ou CE é apenas obrigatória, caso esteja explícito no caderno de encargos que deve ser seguida (5). Uma nota técnica é um documento que deve ser utilizado dentro dum princípio de boa prática, servindo frequentemente como referência para formas de procedimento que garantem uma correcta concepção, montagem ou utilização. Actualmente existe uma tendência na EU para tornar obrigatórios os procedimentos constantes em diversas normas EN através de Directivas do Concelho e do Parlamento Europeu. Estas Directivas têm que ser cumpridas em todos os Estados Membros, ou seja que a norma EN transforma-se num “regulamento”, em termos de obrigatoriedade.

Os regulamentos e as normas que têm vindo a ser elaborados no domínio da energia de edifícios visam essencialmente o consumo de energia, a poluição associada a esse consumo (em alguns casos) e a segurança das pessoas que utilizam o edifício. Os regulamentos e as normas que têm vindo a ser elaborados no domínio da segurança visam os efeitos da climatização, os aspectos estruturais (resistência dos materiais, efeitos sísmicos, risco de incêndio), a instalação eléctrica e os riscos de intrusão.

Nos pontos seguintes é feita uma listagem das principais directivas e regulamentações que devem ser consultadas por quem actua no domínio da manutenção e climatização de edifícios.

Directivas Comunitárias

Directiva 1993/76/CE de 13 de Setembro de 1993 relativa à limitação das emissões de CO₂ através do aumento da eficácia energética (SAVE)

Esta directiva visa a realização de programas pelos Estados-Membros com o objectivo de limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficácia energética. Os programas propostos são:

- certificação energética dos edifícios;
- facturação das despesas de aquecimento, ar condicionado e água quente sanitária com base no consumo real;
- financiamento por terceiros dos investimentos em eficácia energética no sector público;
- isolamento térmico dos edifícios novos, numa perspectiva de longo prazo;
- inspecção periódica dos equipamentos de aquecimento de potencia nominal útil superior a 15 kW (os aquecimentos visados eram caldeiras);
- auditorias energéticas nas empresas com elevado consumo de energia.

Esta directiva entrou em vigor a 31 de Dezembro de 1994.

De acordo com a directiva, os Estados-Membros deveriam apresentar à Comissão, de dois em dois anos, um relatório sobre os resultados da aplicação dos programas previstos na directiva. Este aspecto não teve a sequência pretendida pelo que posteriormente o Parlamento e o Conselho Europeu promulgaram a Directiva 2002/91/CE no final de 2002 (64).

Regulamento 2037/2000 do Parlamento e do Conselho de 29 de Junho de 2000 relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono

Revoga o regulamento 3093/94 do Conselho, de 15 de Dezembro de 1994. As restrições impostas no regulamento incidem na produção, importação, exportação, colocação no mercado, utilização, recuperação, reciclagem, valorização e distribuição de clorofluorocarbonos (CFC), halons, tetracloreto de carbono, tricloroetano, brometo de metilo, hidrobromofluorocarbonos (HBC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC), bem como na comunicação de informações sobre estas substâncias e ainda na importação, exportação, colocação no mercado e utilização de produtos e equipamentos que contenham estas substâncias.

Genericamente o regulamento proíbe (excepto para utilizações críticas) a produção de clorofluorocarbonos, em datas que dependem do tipo de substância. Identicamente são indicadas as proibições na colocação no mercado e na utilização destas substâncias, em datas que dependem do tipo de substâncias. Os CFCs tinham já sido proibidos pelo Regulamento 3093/94, e no novo regulamento mantém-se esta proibição.

Para os HCFCs, a partir de 31 de Dezembro de 2009, os produtores e importadores deixarão de poder colocar HCFCs no mercado e de os utilizar para consumo próprio, e a sua produção deve cessar em 31 de Dezembro de 2025. A partir de 1 de Janeiro de 2004 passou a ser proibido o uso destes fluidos frigorigéneos em todo o equipamento de ar condicionado e de refrigeração que seja fabricado (65).

Plano de acção para melhorar a eficiência energética na Comunidade Europeia – COM (2000) 247 final

A necessidade crescente de renovar o empenhamento, tanto a nível da Comunidade como dos Estados – Membro, numa promoção mais activa da eficiência energética, é especialmente evidente á luz do acordo de Quioto para redução das emissões de CO₂, no âmbito do qual a eficiência energética desempenhará um papel-chave na satisfação, do ponto de vista económico, dos objectivos de Quioto relativamente à UE. Além de um impacto ambiental significativamente positivo, uma maior eficiência energética terá como resultado uma política energética mais sustentável e uma maior segurança do abastecimento, bem como muitos outros benefícios.

Existem ainda um potencial económico de melhoria da eficiência energética estimada em mais de 18% em relação ao actual consumo de energia na EU, resultante de entraves comerciais que impedem uma difusão satisfatória de tecnologias eficientes em termos energéticos e uma utilização eficiente da energia. Este potencial é equivalente a mais de 160 Mtep, ou 1900 TWh, aproximadamente a procura final total de energia da Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Grécia e Países Baixos em conjunto.

Este plano de acção descreve políticas e medidas para a eliminação desses entraves e para a realização desse potencial. Se for atingido o objectivo indicativo proposto de obter uma melhoria adicional da intensidade energética de 1% por ano acima da base de referência anual estimada, será então possível realizar dois terços do potencial disponível de poupança em 2010. Isto teria como resultado evitar um consumo de energia de mais de 100 Mtep, o que equivale a evitar perto de 200 Mt/ano de emissões de CO₂, ou seja, cerca de 40% do compromisso assumido em Quioto pela UE⁶.

⁶ Esta estimativa tem com base uma intensidade de carbono de 2,2 t CO₂/tep em 1996 e 2,1 t CO₂/tep em 2010; 3086 Mt de emissões de CO₂ em 1990 e 7% de aumento de emissões em relação ao ano de referência até 2010; até 2010, presume-se que 50% da energia primária é de origem fóssil. O objectivo de diminuição de 8% das emissões de seis gases responsáveis pelo efeito de estufa estabelecido em Quioto implicará que seja evitado um total de 450 Mt/ano de emissões de CO₂.

Espera-se que a concretização deste objectivo de duplicação da utilização da cogeração para 18% da produção de electricidade da UE até 2010 tenha como resultado evitar mais 65 Mt CO₂/ano de emissões de CO₂ até 2010⁷.

São assim propostos três grupos de medidas e políticas para melhorar a eficiência energética:

- Medidas para melhorar a integração da eficiência energética em políticas e programas comunitários não ligados à energia, como a política regional e urbana, a fiscalidade e a política tarifária, etc.
- Medidas para reorientar e reforçar as medidas comunitárias que deram bons resultados a nível da eficiência energética.
- Novas políticas e medidas comuns e coordenadas (66).

⁷ *European Cogeneration Review*, Julho de 1999.

Proposta de directiva relativa ao desempenho energético de edifícios - COM (2001) 226 final

Proposta de directiva do Parlamento Europeu e do Concelho relativa ao rendimento energético dos edifícios. No seu Livro Verde “Para uma Estratégia Europeia de Segurança do Aproveitamento Energético”⁸, a Comissão realçou três pontos principais (67):

- A União Europeia vai tornar-se cada vez mais dependente de fontes externas de energia e o alargamento irá acentuar esta tendência. Com base nas previsões actuais, se não forem tomadas medidas, a dependência em matéria de importações atingirá 70% em 2030, a comparar com os 50% de hoje.
- Na União Europeia, estão presentemente a aumentar as emissões de gases com efeito de estufa, tornando difícil responder ao desafio das alterações climáticas e cumprir os compromissos no âmbito do Protocolo de Quioto. Acresce que os compromissos assumidos neste Protocolo devem ser encarados como um primeiro passo.
- A União Europeia tem uma margem bastante limitada para influenciar as condições do aprovisionamento energético. É essencialmente a nível da procura que a UE pode intervir, sobretudo mediante a promoção da economia energética nos edifícios e nos transportes.

Estas observações fornecem fortes razões para um máximo de economia na utilização de energia. Os sectores, residencial e terciário⁹ revelaram serem os maiores consumidores finais na generalidade, principalmente para aquecimento, iluminação, aparelhos eléctricos e equipamento.

⁸ COM (2000) 769, de 29 de Novembro de 2000

⁹ O terciário inclui escritórios, comércio a grosso e a retalho, hotéis, restaurantes, escolas, hospitais, pavilhões, ginnodesportivos, piscinas cobertas, etc., mas exclui edifícios industriais.

O objectivo básico subjacente a esta proposta de directiva consistia em promover a melhoria do rendimento energético nos edifícios da UE, garantindo o mais possível que sejam tomadas só as medidas economicamente rentáveis.

Dado o baixo ritmo de renovação dos edifícios (vida útil entre 50 e mais de 100 anos), tornou-se claro que o maior potencial de melhoria do rendimento energético a curto ou médio prazo estava no contingente dos edifícios existentes.

A proposta abrangia quatro elementos principais:

- Estabelecimento do quadro geral de uma metodologia comum para o cálculo do rendimento energético integrado dos edifícios.
- Aplicação de requisitos mínimos para o rendimento energético dos novos edifícios e de alguns edifícios existentes (aquando de obras de restauro).
- Sistemas de certificação para edifícios novos e existentes, com base nos referidos requisitos, e emissão pública de certificados de rendimento energético, temperaturas interiores recomendáveis e outros factores climáticos de relevo em edifícios públicos ou frequentados pelo público.
- Inspeção e avaliação específica de caldeiras e instalações de aquecimento/arrefecimento.

Esta directiva abrangia caldeiras com potência nominal útil superior a 10 kW e instalações centralizadas de ar condicionado com potência nominal útil de refrigeração superior a 12 kW onde a sua inspeção incidiria no consumo de energia e na limitação das emissões de CO₂.

Esta proposta acabou por dar origem à directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro, relativa ao rendimento energético dos edifícios que está descrita a seguir.

Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002 relativo ao desempenho energético dos edifícios

Esta directiva estava inserida no âmbito das iniciativas comunitárias em matéria de alterações climáticas, decorrentes dos compromissos assumidos no protocolo de Quioto e de segurança do aprovisionamento energético (Livro Verde), ou seja, na sequência das medidas adoptadas pela directiva 92/42/CEE – caldeiras, da directiva 89/106/CEE – produtos de construção e disposições do programa SAVE relativas aos edifícios.

Embora exista como já vimos anteriormente, uma directiva relativa à certificação energética - Directiva 93/76/CE - a adopção desta directiva, foi efectuada num contexto político diferente, abrangendo no entanto os elementos já referidos na proposta COM (2001) 226 final – ver página anterior.

Os Estados-Membros terão que aplicar uma metodologia, a nível nacional ou regional, para o cálculo do desempenho energético dos edifícios, com base no enquadramento geral estabelecido na Directiva. Analogamente, as medidas necessárias para assegurar que sejam estabelecidos requisitos mínimos em matéria de desempenho energético dos edifícios, terão que ser elaboradas com base na metodologia descrita na Directiva.

No que diz respeito às instalações técnicas, a Directiva impõe a inspecção regular dos sistemas de ar condicionado com potência nominal útil superior a 12 kW e das caldeiras alimentadas por combustíveis líquidos ou sólidos não renováveis de potência nominal útil de 20 a 100 kW não impondo o intervalo de tempo entre inspecções. Para caldeiras com uma potência nominal útil superior a 100 kW, a inspecção deve ter lugar de dois em dois anos, no máximo, excepto para as caldeiras a gás, em que este período pode ir até quatro anos (68).

Directiva 78/170/CEE de 13 de Fevereiro de 1978 relativa ao rendimento dos geradores de calor utilizados para a aquecimento de locais e para e produção de água quente nos edifícios não industriais novos ou existentes

Esta directiva veio mais tarde a ser alterada pela directiva 82/885/CEE de 10 de Dezembro de 1982.

Nesta directiva destacam-se as seguintes medidas:

- Os Estados-membros tomarão todas as medidas necessárias para que qualquer gerador de calor¹⁰ novo utilizado para o aquecimento de locais e/ou produção de água quente nos edifícios não industriais novos ou existentes satisfaça as taxas mínimas de rendimento economicamente justificadas. Para geradores que possam utilizar várias formas de energia, as taxas mínimas de rendimento devem corresponder a cada tipo de energia utilizado;
- Os Estados-membros velam para que sejam respeitadas as taxas mínimas de rendimento através de uma verificação na fase de fabrico do gerador ou no momento da sua instalação;
- Os Estados-membros tomam todas as disposições necessárias a fim de tornar obrigatório, nos edifícios novos não industriais, um isolamento economicamente justificado do sistema de distribuição e de armazenagem, tanto no que diz respeito ao fluido transmissor de calor como à água quente para uso doméstico. Estas disposições aplicam-se igualmente aos sistemas ligados a um aquecimento à distância.

Aplicam-se igualmente, em todos os edifícios não industriais, novos ou existentes, aos novos geradores de calor, incluindo as instalações de aquecimento eléctrico de água (69).

¹⁰ Por geradores de calor entende-se, nomeadamente, as caldeiras de água as caldeiras a vapor, os geradores de ar quente, incluindo os componentes e nomeadamente o equipamento de combustão adequado ao tipo de combustíveis fósseis utilizados. Os geradores combinados electricidade-calor utilizados nos edifícios são igualmente considerados geradores de calor; neste caso, a taxa de rendimento mínima deve dizer respeito ao conjunto do rendimento energético.

Directiva 90/396/CEE de 29 de Junho de 1990 relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes aos aparelhos a gás.

Foi alterada de modo substancial pela directiva 2009/142/CE de 30 de Novembro de 2009 relativa aos aparelhos a gás (70).

A presente directiva aplica-se:

- aos aparelhos que queimam combustíveis gasosos, utilizados para cozinhar, aquecer o ambiente, produzir água quente, refrigerar, iluminar ou lavar e que têm, quando aplicável, uma temperatura normal de água não superior a 105C°, a seguir designados “aparelhos”;
- a dispositivos de segurança, de controlo e de regulação, bem como aos subconjuntos, que não os queimadores com ventilador e os geradores de calor equipados com tais queimadores destinados a serem incorporados num aparelho a gás ou montados para a constituição de um aparelho a gás, a seguir designados “equipamentos”.

Para os efeitos da presente directiva, entende-se por “combustível gasoso” qualquer combustível que esteja no estado gasoso à temperatura de 15C° e à pressão de 1 bar.

Para os efeitos da presente directiva, diz-se que um aparelho é normalmente utilizado quando, cumulativamente:

- esteja correctamente instalado e seja sujeito a manutenção regular, em conformidade com as instruções do fabricante;
- seja utilizado com uma variação normal da qualidade de gás e da pressão de alimentação;
- seja utilizado em conformidade com o fim a que se destina ou de modo razoavelmente previsível.

Os Estados-membros terão que adoptar todas as disposições úteis para assegurar que os aparelhos referidos anteriormente só possam ser colocados no mercado e postos em serviço se, quando normalmente utilizados, não comprometerem a segurança das pessoas, dos animais domésticos e dos bens (71).

Directiva 92/42/CEE de 21 de Maio de 1992 relativa às exigências de rendimento para novas caldeiras de água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos.

A presente directiva, que constitui uma acção no âmbito do programa SAVE relativo à promoção da eficácia energética na Comunidade, determina as exigências de rendimento aplicáveis às novas caldeiras de água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos, de potência nominal igual ou superior a 4 kW e igual ou inferior a 400 kW, do tipo:

- *caldeira padrão*: uma caldeira concebida para que a sua temperatura média de funcionamento possa ser limitada;
- *caldeira de baixa temperatura*: uma caldeira que pode funcionar em contínuo com uma temperatura de água de alimentação de 35C° a 40C° e susceptível de criar condensação em certas circunstâncias. Incluem-se aqui as caldeiras de condensação que utilizam combustíveis-líquidos;
- *caldeira de gás de condensação*: uma caldeira concebida para poder condensar permanentemente uma parte importante dos vapores de água contidos nos gases de combustão;
- *caldeira para instalação num espaço habitado*: uma caldeira de potência nominal útil inferior a 37 kW concebida para aquecer, através do calor emitido pelo seu revestimento, o espaço habitado em que está instalada, dotada de um vaso de expansão aberto e capaz de garantir a alimentação em água quente com circulação natural por gravidade; esta caldeira tem aposta no seu revestimento a menção explícita de que deve ser instalada num espaço habitado.

Esta directiva foi também ela alterada pelas seguintes directivas (72):

- Directiva 93/68/CEE de 22 de Julho de 1993
- Directiva 2004/8/CE de 11 de Fevereiro de 2004
- Directiva 2005/32/CE de 6 de Julho de 2005
- Directiva 2008/28/CE de 11 de Março de 2008

Directiva 2006/42/CE de 17 de Maio de 2006 relativa às máquinas.

A presente directiva veio a alterar a Directiva 95/16/CE relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes aos ascensores, define os requisitos essenciais de saúde e de segurança de alcance geral, completados por uma série de requisitos mais específicos para certas categorias de máquinas. Para tornar mais fácil a prova de conformidade com os requisitos essenciais por parte dos fabricantes, e permitir o controlo da conformidade com esses requisitos, é desejável dispor de normas harmonizadas a nível comunitário no que se refere à prevenção dos riscos decorrentes da concepção e do fabrico das máquinas.

É no entanto aplicável aos seguintes produtos (73):

- Máquinas;
- Equipamento intermutável;
- Componentes de segurança¹¹;
- Acessórios de elevação;
- Correntes, cabos e correias;
- Dispositivos amovíveis de transmissão mecânica;
- Quase-máquinas¹².

Por outro lado ela obriga a que antes da colocação no mercado, os produtos referidos acima, sejam portadores da marcação “CE” que:

- Garante a conformidade da máquina com a presente directiva;
- Consiste num símbolo gráfico uniformizado;
- É afixado pelos fabricantes, ou seus representantes autorizados, estabelecidos na comunidade europeia.

¹¹ Equipamento intermutável: dispositivo que, após a entrada em serviço de uma máquina ou de um tractor, é montado nesta ou neste pelo próprio operador para modificar a sua função ou introduzir uma nova função, desde que o referido equipamento não constitua uma ferramenta;

¹² Quase-máquina: conjunto que quase constitui uma máquina mas que não pode assegurar por si só uma aplicação específica. Um sistema de accionamento é uma quase-máquina. A quase-máquina destina-se a ser exclusivamente incorporada ou montada noutras máquinas, ou noutras quase-máquinas ou equipamentos, com vista à constituição de uma máquina à qual é aplicável a presente directiva;

Legislação Nacional

Existem várias referências regulamentares e normas a ter em conta no estabelecimento dos procedimentos de manutenção e condução das instalações técnicas.

A maioria da regulamentação e legislação existente referem-se, na maior parte do seu conteúdo, a situações de projecto e aprovação das instalações novas sendo feita apenas em alguns casos referência à sua manutenção.

Nos pontos seguintes é feita uma listagem das principais regulamentações e normas existentes relativas à concepção, instalação e condução das várias instalações técnicas que existem nos edifícios.

Instalações de AVAC (Climatização)

No domínio específico da gestão energética e da QAI em edifícios, a Directiva Comunitária nº 2002/91/CE do Parlamento Europeu do Conselho, de 16 de Dezembro, estabelece a necessidade de implementar um sistema de certificação e desempenho energético que impõe exigências à gestão da manutenção dos edifícios. As disposições desta Directiva estão transcritas na legislação portuguesa nos decretos de lei 78/2006 (3) e 79/2006 (4) de 4 de Abril, o primeiro abordando o sistema de certificação energética e os respectivos meios administrativos de controlo, e o segundo a regulamentação técnica para o projecto e a exploração das instalações, onde se inclui o RSECE que contém requisitos específicos para a manutenção.

Existem assim, três referências importantes a ter em conta nesta área:

- **Decreto de lei 78/2006, de 4 de Abril (SCE)** – Sistema Nacional da Certificação energética e da qualidade do ar interior dos edifícios;
- **Decreto de lei 79/2006, de 4 de Abril (RSECE)** – Impõe um novo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios¹³;
- **Decreto de lei 80/2006, de 4 de Abril (RCCTE)** – Impõe um novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

¹³ O regulamento inclui imposições no que respeita à condução e manutenção das instalações técnicas, em particular no que respeita a planos de manutenção e manual de manutenção.

As inspecções a realizar no âmbito da certificação energética pelo SCE não se devem, contudo, resumir ao desempenho energético de caldeiras e instalações de ar condicionado. Os sistemas de climatização devem também, assegurar uma boa qualidade do ar interior, isentos de riscos para a saúde pública e potenciador do conforto e da produtividade. O RSECE e o RCCTE consubstanciam a actual legislação exigente, que enquadra de conformidade a serem observados nas inspecções a realizar no âmbito deste sistema de certificação, estabelecendo para o efeito, os requisitos que devem ser aferidos relativamente à eficiência energética, qualidade do ar interior, manutenção e monitorização dos sistemas de climatização, inspecção periódica de caldeiras e equipamentos de ar condicionado e responsabilidade pela condução de sistemas (5).

Instalações de distribuição de energia

Eléctrica

Na área das instalações eléctricas, o decreto de lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro, estabeleceu que as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão – RTIEBT – são aprovadas por portaria do ministro que tutela a área da economia, sob proposta do director-geral de Geologia e Energia.

As RTIEBT definem assim um conjunto de normas de instalação e de segurança a observar nas instalações eléctricas de utilização em baixa tensão.

Como a legislação do sector eléctrico não contemplava expressamente os requisitos para a ligação das infra-estruturas eléctricas à rede do SEP, Sistema Eléctrico de Serviço Público, a Direcção Geral de Geologia e Energia necessitou de analisar com as entidades envolvidas (ANIIE – Associação Nacional Inspector de Instalações Eléctricas e os distribuidores vinculados), um conjunto de regras que, dentro do enquadramento legal aplicável, respondam, quer às necessidades dos promotores, quer às preocupações destas entidades no que se refere à regulamentação técnica e de segurança aplicáveis (74).

Na tabela seguinte estão considerados os decretos de lei e portarias relacionados com as instalações de distribuição de energia eléctrica.

Tabela A1 – Legislação relativa a instalações de distribuição de energia eléctrica.

Documento	Assunto	Descrição/Observações
Decreto de lei N.º 226/2005 de 28 de Dezembro	Aprovação das regras técnicas das instalações eléctricas de baixa tensão	Estabeleceu que as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão são aprovadas por portaria do ministro que tutela a área da economia, sob proposta do director-geral de Geologia e Energia.
Portaria N.º 949-A/2006 de 11 de Setembro	Aprova as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT)	As RTIEBT é a legislação que substituiu no ano 2006 os regulamentos RSUIEE e RSICEE (75).
Decreto Regulamentar N.º 31/83 de 18 de Abril	Estatuto do Técnico Responsável por instalações eléctricas de serviço particular	Estabeleceu que, podiam ser técnicos responsáveis os engenheiros electrotécnicos, os engenheiros técnicos da especialidade de electrotecnia, bem como os electricistas, desde que, todos eles, estivessem inscritos na Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG).
Decreto de lei N.º229/2006 de 24 de Novembro	Altera o Decreto Regulamentar N.º 31/83 de 18 de Abril	Estabelece a inscrição dos técnicos responsáveis pelo projecto, execução e exploração de instalações eléctricas na entidade da administração pública central.
Decreto de Lei N.º272/92 de 3 de Dezembro	Estabelece normas relativas às associações inspectoras de instalações eléctricas	As associações inspectoras de instalações eléctricas têm como objectivos prioritários melhorar a qualidade e a fiabilidade das instalações eléctricas e aumentar a segurança das pessoas e bens.
Decreto de Lei N.º101/2007 de 2 de Abril	Altera o Decreto de Lei N.º272/92 de 3 de Dezembro	Procedeu-se a uma classificação das instalações eléctricas de serviço particular simplificada, reduzindo-se as anteriores cinco categorias para três tipos.
Guia Técnico de Instalações eléctricas estabelecidas em condomínios fechados	Rede particular de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão e instalação de iluminação exterior	O presente Guia-Técnico destina-se a estabelecer os princípios orientadores e as regras gerais a que devem obedecer o projecto, a execução e a entrada em exploração das infra-estruturas eléctricas estabelecidas em propriedade privada (condomínios fechados).

Gás Natural e GPL (gás de petróleo liquefeito)

No que diz respeito às instalações de distribuição de gás natural e GPL, existe em Portugal uma legislação bastante complexa e exigente quanto a instalações, redes e ramais de distribuição, equipamentos sob pressão, armazenamento, entidades inspectoras, entidades instaladoras, instrumentos de medição, urbanização e edificação etc. Na tabela seguinte são referidos alguns decretos de lei e portarias que o autor achou mais relevantes no âmbito do tema da dissertação.

Tabela A2 – Legislação relativa a instalações de gás natural e GPL.

DOCUMENTO	ASSUNTO	DESCRIÇÃO/OBSERVAÇÕES
Instalações de gás		
Decreto de lei N.º 232/90 de 16 de Julho	Projecto, construção, exploração e manutenção de sistemas de abastecimento do gás canalizado	Estabelece os princípios a que deve obedecer o projecto, a construção, a exploração e a manutenção do sistema de abastecimento dos gases combustíveis canalizados.
Decreto de lei N.º 521/99 de 10 de Dezembro	Projecto de construção, ampliação ou reconstrução de instalação de gás e inspeções	Estabelece as normas a que ficam sujeitos os projectos de instalações de gás a incluir nos projectos de construção, ampliação ou reconstrução de edifícios, bem como o regime aplicável à execução da inspeção das instalações.
Portaria N.º 361/98 de 26 de Junho	Aprova o Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios	Estabelece as condições técnicas a que devem obedecer o projecto, a construção e a exploração das instalações de gás combustível canalizado em edifícios habitados.
Portaria N.º 362/2000 de 20 de Junho	Inspeções e manutenção das redes e ramais de distribuição e instalação de gás	Estabelece as regras aplicáveis aos procedimentos a que devem obedecer as inspeções e a manutenção das redes e ramais de distribuição e instalações de gás. Foi alterada pela portaria N.º 690/2001 de 10 de Julho.

Tabela A2 (cont.) – Legislação relativa a instalações de gás natural e GPL.

DOCUMENTO	ASSUNTO	DESCRIÇÃO/OBSERVAÇÕES
Redes e Ramais de distribuição de gás		
Decreto de lei N.º 125/97 de 23 de Maio	Redes e ramais de distribuições alimentados com gases alimentados com gases combustíveis da 3ª família	Estabelece as disposições relativas ao projecto, à construção e à exploração das redes e ramais de distribuição alimentadas com gases combustíveis da 3ª família (GPL). Foi alterado pelo decreto de lei N.º389/2007 de 30 de Novembro.
Portaria N.º 386/94 de 16 de Junho	Projecto, Construção, Exploração e Manutenção de Redes de Distribuição de Gases Combustíveis.	Aprova o Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção de Redes de Distribuição de Gases Combustíveis. Revoga a Portaria 788/90, de 4 de Setembro e alterada pela portaria N.º690/2001de 10 de Julho.
Equipamentos sob pressão		
Decreto de lei N.º90/2010 de 22 de Julho	Regulamento de instalação, de funcionamento, de reparação e de alteração de equipamentos sob pressão	Revoga o decreto de lei N.º97/2000 de 25 de Maio
Portaria N.º460/2001 de 8 de Maio		Aprova o Regulamento de Segurança das Instalações de Armazenagem de Gases de Petróleo Liquefeitos (GPL) com capacidade até 200 m3, por recipiente.
Outros		
Portaria N.º34/2007 de 8 de Janeiro	Contadores de Gás	Aprova o regulamento aplicável aos contadores de gás e dispositivos de conversão de volume para uso doméstico, comercial e das indústrias ligeiras.
Portaria N.º 1532/2008 de 29 de Dezembro	Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE)	Aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE).
NP 1037 – Partes 1,2,3 e 4	Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás	Defini as regras a que devem obedecer os sistemas de ventilação natural dos edifícios de habitação, de modo a que os mesmos cumpram a sua função nos seus múltiplos aspectos, como seja o funcionamento dos aparelhos a gás e a qualidade do ar interior.

Segurança contra incêndios em edifícios (SCIE)

No que diz respeito a sistemas de segurança contra incêndio, existe hoje em dia, um conjunto de decretos de lei que estabelecem as medidas de segurança a observar nos diferentes tipos de edifícios existentes como se pode observar na tabela seguinte.

Tabela A3 – Legislação relativa a segurança contra incêndios em edifícios.

DOCUMENTO	ASSUNTO	DESCRIÇÃO/OBSERVAÇÕES
Decreto de lei N.º220/2008 de 12 de Novembro	Segurança contra incêndios em edifícios (RJ-SCIE)	Aprovou o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios.
Portaria N.º1532/2008 de 29 de Dezembro	Regulamento técnico de segurança contra incêndio em edifícios (RT-SCIE)	Regulamentação técnica das condições de segurança contra incêndio em edifícios e recintos.
Despacho n.º 2074/2009	Densidade de carga	Crítérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada.
Portaria N.º 64/2009 de 22 de Janeiro	Credenciação de entidades pela ANPC	Regime de credenciação de entidades pela ANPC para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspeções das condições de segurança.
Portaria N.º 610/2009 de 8 de Junho	Sistema informático	Regulamenta o funcionamento do sistema informático.
Portaria N.º 773/2009 de 21 de Julho	Registo de entidades	Procedimento de registo, das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios.
Portaria N.º 1054/2009 de 16 de Setembro	Taxas de serviços	Define as taxas por serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC.

Sistemas mecânicos de elevação

Na tabela seguinte estão alguns dos decretos de lei e portarias que existem relativamente aos sistemas mecânicos de elevação como os ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Tabela A4 – Legislação relativa a sistemas mecânicos de elevação.

DOCUMENTO	ASSUNTO	DESCRIÇÃO/OBSERVAÇÕES
Decreto de lei N.º320/2002 de 28 de Dezembro	Manutenção e inspeção de ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes	Estabelece o regime de manutenção e inspeção de ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes, após a sua entrada em serviço, bem como as condições de acesso às actividades de manutenção e de inspeção.
Decreto de lei N.º295/98 de 22 de Setembro	Segurança dos ascensores e respectivos componentes de segurança	Estabelece os princípios gerais de segurança a que devem obedecer os ascensores e respectivos componentes de segurança e define os requisitos necessários à sua colocação no mercado, assim como à avaliação da conformidade e à marcação CE de conformidade, transpondo para o direito interno a Directiva N.º95/16/CE de 29 de Junho.
Decreto de lei N.º176/2008 de 26 de Agosto	Altera o decreto de lei N.º295/98 de 22 de Setembro	O presente decreto-lei transpõe, parcialmente, para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/42/CE de 17 de Maio, relativa às máquinas, e que altera a Directiva n.º 95/16/CE de 29 de Junho, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes aos ascensores.
NP EN81-1:2000 NP EN81-2:2000	Regras de segurança para o fabrico e instalação de ascensores	Parte 1: Ascensores eléctricos Parte 2: Ascensores hidráulicos
EN115:1995	Regras de segurança para o fabrico e instalação de escadas mecânicas e tapetes rolantes	Versão Portuguesa

Apêndice B – Plano de Manutenção Preventiva do Edifício
Atrium Saldanha

PLANO DE MANUTENÇÃO

EDIFÍCIO ATRIUM SALDANHA

ANO 2011

Índice

1. Introdução

- 1.1. Objectivo e âmbito de aplicação
- 1.2. Objectivos da gestão técnica do edifício
- 1.3. Metodologia de revisão e alteração
- 1.4. Lista de abreviaturas
- 1.5. Glossário de termos técnicos
- 1.6. Referências documentais

2. Manutenção

- 2.1. Tipos de manutenção
- 2.2. Coexistência dos tipos de manutenção
- 2.3. Níveis de intervenção
- 2.4. Estrutura organizacional e operacional
- 2.5. Equipa de manutenção
- 2.6. Contratos de manutenção exteriores

3. Plano de manutenção

- 3.1. Estrutura
- 3.2. Identificação do edifício
- 3.3. Localização do edifício
- 3.4. Contactos do proprietário
- 3.5. Identificação e contactos do técnico responsável
- 3.6. Descrição e caracterização sumária do edifício
- 3.7. Tipos de actividades desenvolvidas
- 3.8. Número médio de utilizadores
- 3.9. Características técnicas
- 3.10. Área total climatizada
- 3.11. Potência térmica total
- 3.12. Procedimentos de manutenção preventiva
- 3.13. Periodicidade das operações de manutenção preventiva
- 3.14. Qualificação dos técnicos de manutenção
- 3.15. Registo das operações de manutenção
- 3.16. Registo dos resultados das operações de manutenção
- 3.17. Centrais térmicas
- 3.18. Registo de ocorrências
- 3.19. Listagem de equipamentos
- 3.20. Documentação técnica

Anexos

- I - Quadro de alterações
- II - Glossário de termos técnicos
- III - Contratos de manutenção
- IV - Procedimentos de manutenção preventiva
- V - Planning de manutenção
- VI - Folha de obra
- VII - Registos e ocorrências
- VIII - Listagem de equipamentos

1. Introdução

O Plano de Manutenção (PM) do Atrium Saldanha enquadra-se nas prioridades atribuídas pela entidade gestora do edifício – Imosal, SA, no que concerne à manutenção e sua gestão.

O Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, RSECE, atribui à manutenção o papel responsável para garantir e assegurar as condições de conforto, do desempenho energético das instalações e da qualidade do ar interior nos edifícios. No entanto, existe uma cadeia responsável que começa no projectista, integra o instalador, envolve o gestor do edifício e termina nos técnicos que executam as inspecções e a manutenção.

A função da manutenção dos sistemas de AVAC tem como objectivo a optimização do funcionamento dos sistemas e equipamentos associados ao aquecimento, ventilação e ar condicionado de um edifício com a rentabilidade energética adequada.

1.1. Objectivo e âmbito de aplicação

Com a introdução do novo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE – Decreto-Lei, n.º 79/2006, de 4 de Abril) pretende-se melhorar a eficiência energética global dos edifícios, assumindo os consumos em climatização aspecto central da sua implementação, promovendo a sua limitação efectiva para padrões aceitáveis e garantindo os meios para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior, nomeadamente ao nível da sua instalação e do seu funcionamento, através de uma manutenção adequada.

O RSECE estabelece que:

- A diminuição dos consumos energéticos é um objectivo e obrigação de todos os intervenientes no processo, desde a construção até ao fim da vida;
- A QAI é um novo e importante factor a ter em conta;
- O Edifício Atrium Saldanha encontra-se abrangido pelo decreto de lei referenciado.
- A credenciação de técnicos e empresas;
- A manutenção das instalações é obrigatória;
- Deverá existir o Plano de Manutenção Preventiva.

Assim, procura-se, através deste documento, estabelecer o Plano de Manutenção Preventiva, estabelecendo um conjunto estruturado de tarefas que compreendem as actividades, os procedimentos e os recursos necessários para executar a manutenção.

1.2. Objectivos da gestão técnica do edifício

Na indústria imobiliária, a manutenção integra um vasto conjunto de equipamentos e sistemas, e implicitamente a segurança (sistemas activos e passivos), no entanto as instalações técnicas “mais pesadas” dos edifícios são as de AVAC.

De igual forma, do ponto de vista energético, os sistemas de AVAC representam uma percentagem elevada no consumo energético do edifício, motivo pelo qual a condução e manutenção deste equipamentos é muito importante.

De forma sucinta podem definir-se como objectivos da manutenção e condução de edifícios:

Objectivos regulamentares:

- Funcionamento optimizado dos equipamentos e instalações;
- Cumprimento dos requisitos mínimos de conforto ambiental e de qualidade do ar interior (QAI);
- Controlo da eficiência energética.

Objectivos técnicos:

- Eficiência da manutenção preventiva (poucas avarias);
- Resposta rápida e eficiente no caso de avaria;
- Melhorias na manutibilidade e rendimento das instalações.

Objectivos económicos:

- Custos de manutenção optimizados;
- Custos de funcionamento e operação optimizados;
- Boa imagem comercial.

1.3. Metodologia de revisão e alteração

Qualquer revisão ou alteração do presente Plano constará no Quadro de Alterações que se apresenta no **Anexo I**.

Qualquer elemento ou órgão da estrutura tem o dever de sugerir ao Técnico Responsável de Funcionamento (TRF), sempre que julgue conveniente, as alterações a efectuar a este documento. Essas sugestões deverão incluir o capítulo do documento sobre o qual incidem, as razões subjacentes às alterações a efectuar e as correcções a introduzir.

As propostas de alteração devem ser analisadas pelo Técnico Responsável de Funcionamento (TRF) que as implementará se as mesmas contribuírem para a optimização dos objectivos.

Sem prejuízo das alterações a introduzir em qualquer momento, será efectuada sob responsabilidade do TRF uma revisão, pelo menos, de três em três anos.

1.4. Glossário de Termos Técnicos

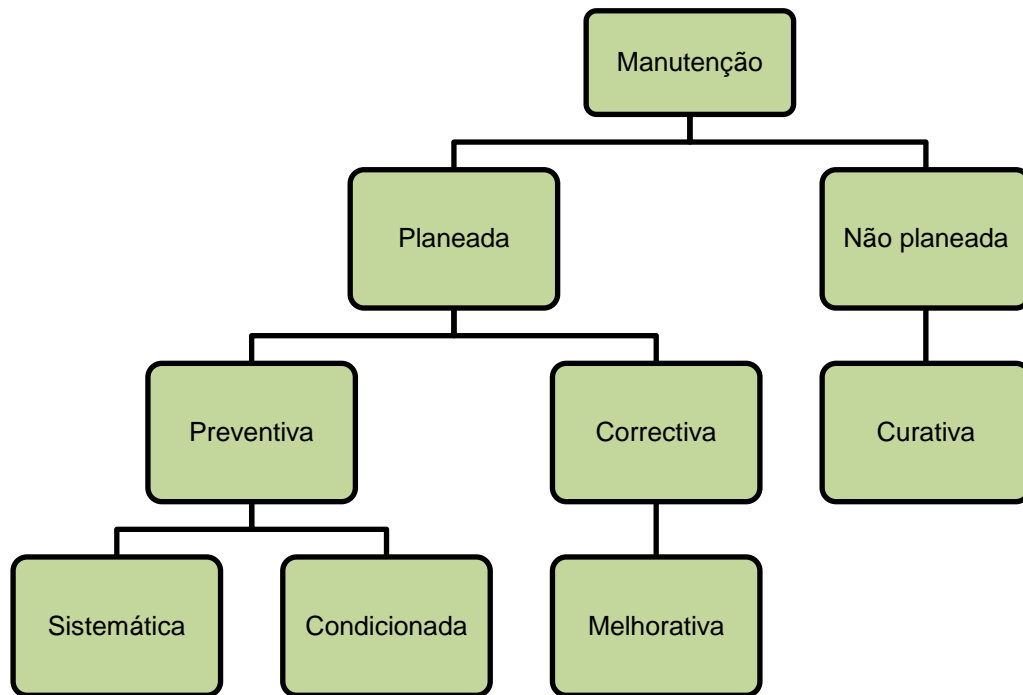
O Glossário de Termos Técnicos constitui o **Anexo II**, do presente documento.

1.5. Referências Documentais

As Referências Bibliográficas, assim como a Regulamentação, Normas e Recomendações utilizadas para a elaboração deste manual, encontram-se na Bibliografia deste Documento.

2. Manutenção

2.1. Tipos de Manutenção



2.2. Coexistência dos tipos de manutenção

Tipos de Manutenção			Estado do Equipamento	Lugar na Produção
Correctiva			Novo ou bom estado	Chave
Preventiva	Sistemática	Exame diário	Bom estado ou estado médio	Chave
		Exame semanal		
		Visita de inspecção geral		
		Revisão		
	Não sistemática	Reparação preparada por gama tipo		
		Gestão rotacional de stocks		
		Conjuntos de reserva		
		Máquinas redundantes em paragens		
	Indicadores instalados			
	Aproveitamento de paragens			
Curativa	Desempanagem	Caduco a substituir	Uso corrente	
	Reparação			

2.3. Níveis de intervenção

É frequente distinguirem-se 2 métodos de nivelamento das intervenções de manutenção (5):

- Método dos “3 níveis”
- Métodos dos “5 níveis”

No método dos “3 Níveis”, as actividades de manutenção são distinguidas da seguinte forma:

Nível 1 – Compreende-se todas as operações passíveis de serem executadas por mão-de-obra não especializada. Normalmente são acções executadas por mão-de-obra interna.

Nível 2 – Compreende todas as operações que só podem ser executadas por mão-de-obra especializada. Normalmente este tipo de operações insere-se no universo dos contratos de manutenção.

Nível 3 – Compreende todas as operações que só podem ser executadas por mão-de-obra especializada e indicada pelo fabricante do equipamento em causa e/ou por organizações certificadas legalmente (caso da manutenção dos elevadores).

No método dos “5 níveis”, as actividades são distinguidas da seguinte forma (5):

Nível 1 – Compreende as operações de abastecimento de consumíveis, de verificação de níveis de óleo, água, de limpeza interior, de lavagem exterior, que se efectuam diariamente. Operações efectuadas normalmente pelo utente do equipamento. Operações efectuadas no local.

Nível 2 – Compreende a manutenção preventiva, curativa e correctiva em que as operações se fazem sem necessidade de retirar os órgãos dos equipamentos. Todo este conjunto de operações não se prolonga geralmente para lá de um dia de imobilização do equipamento. Operações efectuadas normalmente por técnico de qualificação média.

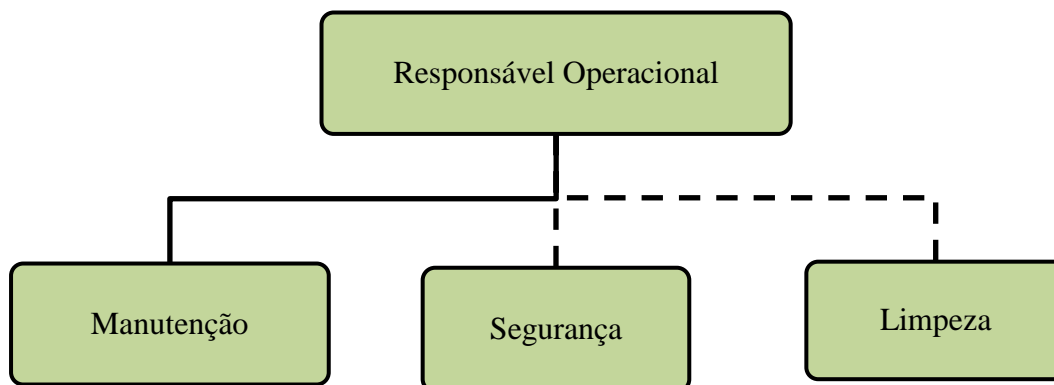
Nível 3 – Compreende a substituição de órgãos (rotáveis) com o objectivo de serem reparados, acção de diagnóstico, regulações gerais e calibrações. Operações efectuadas por técnicos especializados. Operações efectuadas no local ou em oficina de apoio local.

Nível 4 – Compreende a reparação de órgãos, e todos os trabalhos de manutenção preventiva, curativas e correctiva de grande dimensão e que exigem ou componentes onerosos e de pouca utilização ou mão-de-obra qualificada. Operações efectuadas por técnicos especializados. Operações efectuadas em oficina local ou externa.

Nível 5 – Corresponde à reparação geral ou à reconstrução do equipamento: no primeiro caso mantém-se as características do equipamento, enquanto no segundo caso se efectuam alterações. Este nível é apenas corrente em máquinas cujo investimento inicial é grande. Operações efectuadas por técnicos altamente especializados. Operações efectuadas em oficina externa ou do construtor.

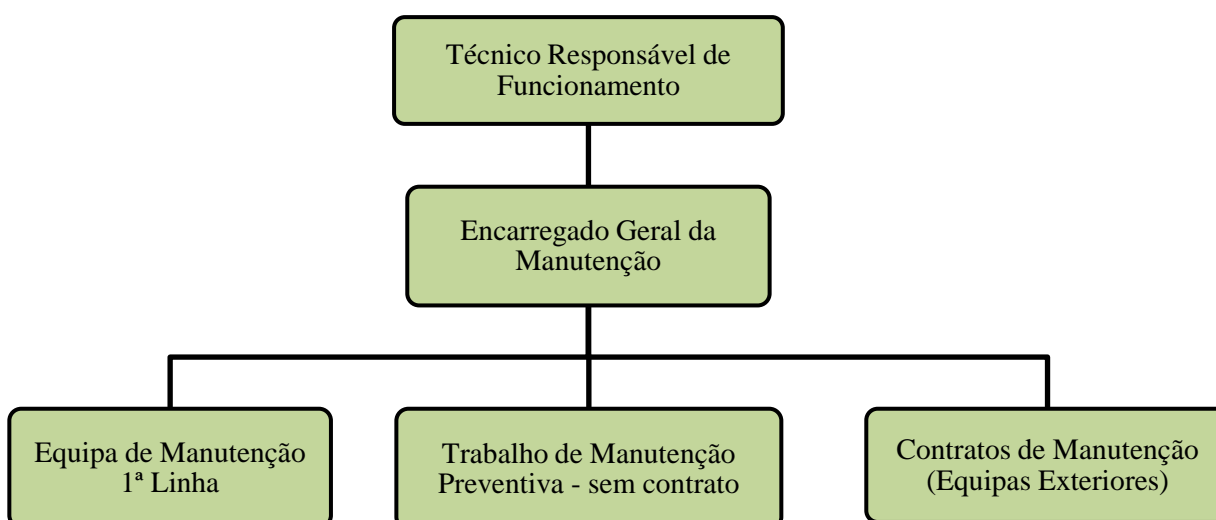
2.4. Estrutura organizacional e operacional

Estrutura Organizacional da Gestão de Operações do Edifício Atrium Saldanha:



O Responsável Operacional coordena actualmente apenas a área operacional da manutenção do edifício. Antigamente, o Responsável Operacional era o responsável pelas três áreas operacionais do edifício: manutenção, segurança e limpeza. Assegurando a comunicação inter-departamental por forma a cumprir os objectivos e regulamentação interna do edifício.

Estrutura Organizacional da Manutenção do Edifício Atrium Saldanha:



2.5. Equipa de manutenção

A equipa de manutenção de 1ª linha pertence à empresa Imosal, S.A.

A equipa é composta por 5 elementos, entre os quais um encarregado geral de manutenção:

- 2 Funcionários em todos os dias úteis (TDU);
- 3 Funcionários em todos os dias do ano (TDA).

Encontram-se estruturados numa escala de turnos rotativos, todos os dias do ano (TDA).

1º Turno – das 8.00h às 17.00h

2º Turno – das 15.00h às 24.00h

A equipa poderá ser reforçada e adequada pontualmente em função dos trabalhos a realizar.

2.6. Contratos de manutenção exteriores

São denominados contratos de manutenção exterior, todos os contratos realizados com empresas externas à empresa Imosal, S.A.

A Imosal possui um conjunto de contratos de manutenção periódica constantes do **Anexo III**.

Os contratos compreendem determinados equipamentos ou sistemas que exigem mão-de-obra especializada, realizadas por empresas especializadas e devidamente credenciadas para o efeito.

A gestão dos contratos é realizada pelo TRF.

O acompanhamento no “terreno” é realizado pelo Encarregado Geral de Manutenção.

3. Plano de Manutenção

3.1. Estrutura

O plano de manutenção deverá ser efectuado pelo Técnico Responsável de Funcionamento das instalações de AVAC e deverá estar de acordo com o disposto no Decreto de Lei 79/2006, de 4 de Abril (RSECE).

Do Plano de Manutenção Preventiva devem constar (Ponto 3, Art.º 19, DL 79/2006):

- A identificação completa do edifício e sua localização;
- A identificação e contactos do técnico responsável;
- A identificação e contactos do proprietário e, se aplicável, do locatário;
- A descrição e caracterização sumária do edifício e dos respectivos compartimentos interiores climatizados, com a indicação expressa:
 - do tipo de actividade nele habitualmente desenvolvida;
 - do número médio de utilizadores, distinguindo, se possível, os permanentes e ocasionais;
 - da área climatizada total;
 - da potência térmica total;
- A descrição detalhada dos procedimentos de manutenção preventiva dos sistemas energéticos e da optimização da QAI, em função dos vários tipos de equipamentos e das características específicas dos seus componentes e das potenciais fontes poluentes do ar interior;
- A periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza;
- O nível de qualificação profissional dos técnicos que as devem executar;
- O registo das operações de manutenção realizadas, com a indicação do técnico ou técnicos que as realizaram, dos resultados das mesmas e outros eventuais comentários pertinentes;
- O registo das análises periódicas da QAI, com indicação do técnico ou técnicos que as realizaram;
- A definição das grandezas a medir para posterior constituição de um histórico do funcionamento da instalação.

3.2. Identificação do edifício

Tipo de Empreendimento:

Comércio e Escritórios

Localização:

Praça Duque de Saldanha - Lisboa

Arquitectura:

Ricardo Boffil, João Paciência

Estrutura:

Teixeira Trigo, Lda.

Empreiteiro:

Edifer

Coordenação e Fiscalização:

Enpesin, Proj. e Gestão de Obras

Proprietária:

Imosal, S.A

Situação actual:

Construído e em funcionamento desde 1998

Projecto de arquitectura da autoria do conceituado Arquitecto Ricardo Boffil. O edifício encontra-se no segmento de topo dos edifícios de escritórios e comércio da capital, sendo hoje um ícone no imaginário cosmopolita de Lisboa. A excelente qualidade deste edifício, com características de construção, materiais e equipamento excepcionais e uma localização privilegiada em relação a transportes, redes viárias, comércio, de lazer e cultura, valeu-lhe um conjunto de prémios:

- ❖ Prémio Excelente em Concepção Arquitectónica Integrada e Desenho de Interiores, 1997
- ❖ Prémio O Melhor Empreendimento do ano, 1997
- ❖ Prémio Ambelis, 1997
- ❖ Prémio Secil de Engenharia Civil, 1999
- ❖ Prémio Valmor e Municipal de Arquitectura, 2001

3.3. Localização do edifício

O Edifício Atrium Saldanha localiza-se na Praça Duque de Saldanha, em Lisboa.

O edifício está delimitado a Norte pela Av. Fontes Pereira de Melo, a Sul pela Rua Fernão Lopes, a Este pela Av. Casal Ribeiro, a NE pela Praça Duque de Saldanha e a Oeste pela Rua Eng.º Vieira da Silva.

3.4. Contactos do proprietário

O Edifício é propriedade da empresa:

Imosal – Imobiliária do Saldanha, SA

Morada: Praça Duque de Saldanha, nº 1 – 11º Piso, 1050-094 Lisboa

Telefone: 213170850

3.5. Identificação e contactos do técnico responsável

Técnico Responsável Funcionamento (TRF):

Eng.^a Cristina Coelho

Morada: Praça Duque de Saldanha, nº 1 – 11º Piso, 1050-094 Lisboa

Telefone: 213170850

3.6. Descrição e caracterização sumária do edifício

Este edifício apresenta uma área de implantação aproximada de 5000 m², referida ao piso 1, com 12 pisos superiores e 6 inferiores, com três tipos de ocupações/atividades distintas:

- Área Total de Construção: aproximadamente – 70.000 m²
- Estacionamento: 6 pisos subterrâneos, Piso -6 ao Piso -1, 815 lugares – aproximadamente 30.000 m²
- Galerias Comerciais: 3 pisos, Piso 0 ao Piso 2 – aproximadamente 11.000 m²
- Escritórios: 9 pisos, Piso 3 ao Piso 11 – aproximadamente 29.000 m²

3.7. Tipos de actividades desenvolvidas

O edifício é constituído por 12 pisos superiores e 6 inferiores, com as seguintes ocupações por piso:

- Pisos -6 a -1: Estacionamento e áreas técnicas;
- Pisos 0 a 2: Galeria comercial;
- Pisos 3 a 11: Áreas administrativas com algumas áreas técnicas;
- Piso 12 (Cobertura): Piso técnico, com ocupação humana temporária, onde se situam os equipamentos de AVAC, central térmica e radiador do grupo de emergência.

3.8. Número médio de utilizadores

A ocupação do Atrium Saldanha é variável em função dos pisos e dos dias da semana. Contudo, para o cálculo do efectivo total, poder-se-á considerar uma ocupação média de 130 pessoas por piso, nas áreas de escritórios, e de 400 pessoas por piso, na Galeria Comercial. As áreas técnicas e de estacionamento, a ocupação é de aproximadamente 20 pessoas por piso, na situação mais desfavorável, isto é, ao início da manhã e ao fim da tarde.

Apresenta-se no quadro da página seguinte a distribuição de pessoas por piso e o Efectivo Total do Edifício.

Pisos	Designação	Ocupação prevista
3 a 11	Áreas administrativas	1200
0 a 2	Galeria Comercial	1200
-6 a -1	Estacionamento	120
Efectivo Total		2520

A Galeria Comercial possui um sistema denominado por 'Footfall' que permite saber, em qualquer instante, quantas pessoas se encontram nas áreas comerciais.

As áreas administrativas do Atrium Saldanha funcionam 24h/dia, todos os dias do ano.

O piso 2 da Galeria Comercial funciona todos os dias do ano entre as 10h00 e as 23h00. Os Piso 0 e 1 têm um horário mais alargado, das 08h00 às 23h00.

3.9. Características técnicas

- Fachada exterior de vidro agrafado: 7240 m²
- Fachada interior de vidro: 7970 m²
- Pavimento falso: 23.000 m²
- Estores motorizados: 4800 m²
- Unidades de tratamento de ar com capacidade para tratar 100 mil m³/hora de ar novo;
- Centrais de produção de água gelada para alimentação do ar condicionado que pode combinar: 1 Chiller Trane com capacidade de 2,5 MW de produção de frio; 3 Chiller's RC com um total de 2,3 MW; 24 bancos de gelo com um total de potência de descarga de 1600 kW e 3 torres de refrigeração;
- 2 Caldeiras de 720 kW;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada que gere 5 mil pontos em toda a instalação;
- 19 Elevadores, 2 Escadas Rolantes e 1 Plataforma de Deficientes; 1 "Bailéu" interior e 2 "Bailéus" exteriores;
- 200 Câmaras de Vigilância (sistema digital);
- Grupo Gerador de Emergência de 800 kVA (diesel);
- Potência eléctrica instalada: 1 transformador de 1250 kVA; 1 transformador de 1600 kVA.

3.10. Área total climatizada

Galerias Comerciais: 3 pisos, Piso 0 ao Piso 2 - aproximadamente 11.000 m²

Escritórios: 9 pisos, Piso 3 ao Piso 11 - aproximadamente 29.000 m²

Total de Área Climatizada – aproximadamente 40.000 m²

3.11. Potência térmica total

Centrais de produção de água gelada para alimentação do ar condicionado que pode combinar: 1 Chiller Trane com capacidade de 2,5 MW de produção de frio; 3 Chiller's RC com um total de 2,3 MW; 24 bancos de gelo com um total de potência de descarga de 1600 kW e 3 torres de refrigeração;

2 Caldeiras de 720 kW.

3.12. Procedimentos de manutenção preventiva

Encontram-se no **Anexo IV** os procedimentos de manutenção preventiva por família de equipamentos ou sistemas. O autor relembra que foram adicionados alguns procedimentos de manutenção que não estavam incluídos nesses procedimentos e alteradas algumas das suas periodicidades de modo a realizar a análise das tarefas de manutenção preventiva do presente documento.

3.13. Periodicidades das operações de manutenção preventiva

Encontram-se no **Anexo IV** e no **Anexo V** as periodicidades relativas às operações de manutenção preventiva.

3.14. Qualificações dos técnicos de manutenção

Por motivos de sigilo não se encontra em anexo a referida documentação.

3.15. Registo das operações de manutenção

Encontram-se no **Anexo VI** os exemplos da Folha de Obra e do Relatório Diário de Manutenção utilizados para registo das operações de manutenção programada e correctiva. Existe um registo de todas as folhas de obra numerado sequencialmente ao longo do ano (Nº Obra/Ano).

3.16. Registo dos resultados das operações de manutenção

O registo das operações de manutenção é efectuado na folha de obra referido no ponto anterior, indicando os técnicos que as executaram, número de horas, material utilizado e descrição dos procedimentos adoptados.

3.17. Centrais térmicas

Na Central Térmica encontra-se um esquema de princípio (diagrama) da instalação.

Existe uma cópia do projecto com as respectivas instruções de funcionamento acessíveis aos técnicos de manutenção.

Existe um Plano de Emergência que descreve os procedimentos de emergência a adoptar em caso de emergência.

3.18. Registo de ocorrências

Todas as alterações nas instalações de climatização serão registadas de acordo com o disposto no artigo 19, do Decreto-Lei nº 79/2006.

O registo será efectuado de acordo com o **Anexo VII**.

3.19. Listagem de equipamentos

No **Anexo VIII** encontra-se uma descrição sumária dos principais equipamentos/sistemas existentes no edifício.

Para uma compreensão mais rigorosa dos sistemas instalados deve ser consultada a documentação técnica existente.

3.20. Documentação técnica

Como parte integrante e complementar do presente Plano de Manutenção encontra-se um conjunto de documentação técnica do edifício:

Telas Finais;

Projecto de Execução das Especialidade;

Projecto de Remodelação da Central Térmica Piso -6;

Esquemas Técnicos;

Catálogos dos Equipamentos.

O presente Plano de Manutenção não pode ser compreendido na íntegra sem a consulta da documentação mencionada.

Por questões de sigilo este conjunto de documentação não se encontra em anexo.

ANEXO I

QUADRO DE ALTERAÇÕES

ANEXO II

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Glossário de termos técnicos

Terminologia, Definições e Conceitos

A terminologia normalizada de manutenção consta da norma EN 13306:2001 que é subscrita pela maior parte dos países europeus, incluindo Portugal.

Conceitos Fundamentais

Manutenção (EN13306), *é a combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida, entendendo-se por **função requerida** (EN13306) a função ou combinação de funções de um bem consideradas como necessárias para fornecer um dado serviço.*

Gestão da Manutenção (EN13306), *são todas as actividades da gestão que determinam os objectivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspectos económicos.*

Plano de Manutenção (EN13306), *é o conjunto estruturado de tarefas que compreendem as actividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção.*

Termos Relativos aos Bens

Bem (EN13306), *é qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente.*

Nota: Um número de bens, por exemplo, um conjunto de bens, ou uma amostra pode, ele próprio, ser considerado como um bem.

Propriedade dos Bens

Disponibilidade (EN13306), *aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, em dado instante ou durante determinado intervalo de tempo, assumindo que á assegurado o fornecimento dos necessários meios exteriores.*

Fiabilidade (EN13306), *aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo.*

Manutibilidade (EN13306), *aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou repostado num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos.*

Vida Útil (EN13306), *intervalo de tempo, em condições determinadas, que se inicia num determinado instante e termina quando a taxa de avarias assume valores inaceitáveis, ou quando o bem é considerado irreparável na sequência de uma avaria ou por outras razões pertinentes.*

Taxa de Avarias (EN13306), *é o número de avarias ocorridas num bem durante determinado intervalo de tempo dividido por esse intervalo de tempo.*

Nota 1: Em alguns casos a unidade de tempo pode ser substituída por unidades de utilização.

Nota 2: As expressões Taxa de Avarias e Taxa de Falhas em língua portuguesa são sinónimas.

Avaria

Avaria (EN13306), *cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida.*

Estados de Avaria e Estado dos Bens

Avariado (EN13306), estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à realização de manutenção preventiva ou outras acções programadas, ou devido à falta de recursos externos.

Estado de disponibilidade (EN13306), estado do bem caracterizado pelo facto de poder cumprir uma função requerida assumindo que é assegurado o fornecimento dos meios externos eventualmente necessários.

Estado de indisponibilidade (EN13306), estado de um bem caracterizado por uma avaria ou por uma eventual incapacidade de cumprir uma função requerida durante a manutenção preventiva.

Tipos e Estratégias de Manutenção

Manutenção preventiva (EN13306), manutenção efectuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.

Manutenção programada (EN13306), manutenção preventiva efectuada de acordo com um calendário preestabelecido ou de acordo com um número definido de unidades de utilização.

Manutenção sistemática (EN13306), manutenção preventiva efectuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio do estado do bem.

Manutenção condicionada (EN13306), manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento integrando as acções daí decorrentes.

Manutenção preditiva (EN13306), manutenção condicionada efectuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

Manutenção correctiva (EN13306), manutenção efectuada depois da detecção de uma avaria e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida.

Actividade de Manutenção

Inspecção (EN13306), controlo de conformidade realizado através de medição, observação, teste ou calibração de características significativas do bem.

Revisão (EN13306), conjunto completo de verificações e acções realizadas com o objectivo de manter os níveis requeridos de disponibilidade e segurança de um bem.

Termos Relativos ao Tempo

Tempo de Manutenção (EN13306), intervalo de tempo durante o qual se realiza, manual ou automaticamente, uma actividade de manutenção num bem, incluindo os tempos de origem técnica e logística.

Tempo de Reparação (EN13306), parte do tempo de manutenção correctiva activa durante o qual se realiza uma reparação num bem.

Tempo de Logística (EN13306), tempo acumulado durante o qual não se pode efectuar manutenção devido à necessidade de adquirir os recursos necessários à manutenção, excluindo os tempos de natureza administrativa.

ANEXO III

CONTRATOS DE MANUTENÇÃO

Contratos de manutenção

MANUTENÇÃO PREVENTIVA 2011	
	Contratos em curso
EQUIPAMENTOS:	
Grupo Gerador de Emergência	Auto-Sueco
Plataforma de Deficientes	Thyssen
Recarga e Verificação de Extintores (Zonas Comuns)	FirePrin
Chillers e Torres de Refrigeração	Duarclima
Chiller Centrifugo (CH4)	Trane
Central de bombagem de incêndios e hidropressora	Electrimeca
Bailéus	Pentagonal
Elevadores	Schindler
Sistemas de Detecção de Incêndios, Detecção de Intrusão e Detecção de CO	Siemens (Cerberus)
Caldeiras e circuito de água quente	Termoibérica
Sistema de Gestão Técnica Centralizada e Contagem de Entalpia	Domótica
Posto de Transformação, Celas do QGBT e Quadros de Coluna	CME
Sistema de contagem de Publico	FootFall*
SERVIÇOS:	
Serviço de vigilância	Prosegur
Serviço de limpeza:	Metalstone
Escritórios	
Parque público	
Parque privado	
Galerias	
Inspeção da rede de Gás Natural	ISQ
Controlo de Pragas	Tnolen
Transmissão de som por satélite	
Análises da água dos circuitos de refrigeração e de aquecimento	Enkrot Quimica

ANEXO IV

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento: Chiller

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Limpeza/lavagem de condensadores							X		
Medições e registos de temperatura e pressões de água				X					
Medição e registo de consumos dos compressores, reajustes dos térmicos, medições e registos de tensões					X				
Verificação do funcionamento das resistências de Carter				X					
Verificação dos valores de actuação dos termóstatos e pressostatos					X				
Limpeza exterior das unidades					X				
Análise do funcionamento do equipamento				X					
Testes de fugas de freon							X		
Reapertos eléctricos e mecânicos								X	
Verificação de toda a instalação eléctrica e substituição de contactos								X	
Medição e registo do isolamento dos motores eléctricos								X	
Reparação se necessário do isolamento de armstrong das tubagens							X		
Retoques de pintura								X	
Verificação geral				X					
Preenchimento da folha de manutenção				X					
Inspecção recorrendo à termografia								X	
Análise do óleo								X	
Registo de dados para balanço energético do equipamento e cálculo de rendimento				X					

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Torres de arrefecimento

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Verificar o estado de deterioração e corrosão								X	
Despejo completo de todo o sistema e sua limpeza								X	
Inspeção e limpeza dos ventiladores centrífugos							X		
Verificar ruídos e vibrações							X		
Verificar estado dos motores e sistema de transmissão							X		
Verifica equipamento de controlo e comando							X		
Verificar o isolamento dos condutores e aperto dos terminais							X		
Verificar o funcionamento dos termóstatos e pressóstatos							X		
Inspeção e limpeza de tina, filtro de água e separador de gotas							X		
Limpeza dos pulverizadores e verificação do sistema de pulverização							X		
Verificação do sistema de purga automático				X					
Verificar características da água de alimentação por análise química				X					
Análises físico-químicas e microbiologia da água				X					
Inspeção aos sistemas de desinfecção e tratamento de água		X							

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Caldeiras

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Limpeza de filtros de gás					X	X			
Limpeza chaminé								X	
Limpeza câmara de combustão								X	
Limpeza do tubular								X	
Limpeza do queimador					X				
Verificador do funcionamento de válvulas de gás					X				
Verificador do funcionamento do equipamento de regulação e controlo.					X				
Exame de funcionamento								X	
Verificação de automatismos								X	
Afinações dos queimadores								X	
Abertura da caldeira para verificar o refractário, com eventual substituição do mesmo									X
Verificação da temperatura de entrada e saída					X				
Inspeção geral	X				X				
Preenchimento da folha de manutenção					X				
Registo de dados para balanço energético do equipamento e cálculo de rendimento					X				

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Electrobombas

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Análise do estado de empanques e sua substituição se necessário							X		
Medição e registo do consumo dos motores							X		
Verificação do estado das transmissões motor/bomba e substituição se necessário							X		
Verificação dos apertos mecânicos e eléctricos							X		
Limpeza geral da electrobomba e limpeza dos ventiladores com ar comprimido								X	
Manuseamento de válvulas e reaperto de bucins							X	X	
Bucim: Verificação da estanquicidade e reapertos, se necessário							X	X	
Medição e registo do isolamento dos motores								X	
Retoques de pintura ou pintura integral se necessário								X	
Lubrificação das chumaceiras							X		
Verificação do funcionamento e registo da pressão de entrada e saída, ruído e vibrações							X		
Verificação dos pressóstatos							X		
Verificação geral do sistema (válvulas e acessórios)							X		
Limpeza de filtros							X		
Verificação geral dos sinais de controlo e comando da GTC							X		
Preenchimento da folha de manutenção							X		
Verificação de fugas de água, ruídos, vibrações e aquecimentos anormais				X					
Verificar tensão e consumo dos motores e comparar com os valores nominais				X					

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Central hidropressora de água potável

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Inspeção geral				X					
Verificação, afinação e testes de seguinte:									
- Tensão de alimentação.								X	
- Consumo eléctrico dos motores								X	
- Regulação dos pressostatos								X	
- Pressão de ar no depósito de membrana								X	
- Fugas e ruídos								X	
- Funcionamento do Q.E.								X	
- Aperto de cablagem								X	
- Sistema de protecção contra falta de água (pressóstato)				X					
Preenchimento da folha de manutenção				X				X	

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Unidades de Tratamento de Ar

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Limpeza de filtros de ar					X				
Limpeza das baterias de frio e quente com jacto de ar comprimido								X	
Purga de baterias de água					X				
Limpeza do filtro de água					X		X		
Verificar e testar o funcionamento das válvulas 2 vias					X				
Limpeza e desobstrução do esgoto de condensados, e verificar drenagem dos condensados					X				
Inspeção e ajuste das correias de transmissão					X				
Verificação do alinhamento das polis de transmissão					X				
Verificação de rolamentos					X				
Motor eléctrico: limpeza geral, teste do estado dos rolamentos, lubrificação, etc.					X				
Reapertos eléctricos e mecânicos					X				
Registos: limpeza, afinação, lubrificação, reapertos e controlo de bom funcionamento					X				
Verificação de todo o sistema de controlo e comando (sondas, pressóstatos de ar, válvulas, etc.					X				
Verificação geral dos sinais de controlo e comando da GTC					X				
Limpeza geral do equipamento								X	
Verificação de eventuais fugas de água, estado das tubagens e do isolamento térmico					X				
Verificação da estanquicidade de todas as válvulas de seccionamento					X				
Preenchimento da folha de manutenção					X				
Verificar consumos dos motores e comparar com os valores nominais					X				
Análise de vibrações					X				
Inspeção do estado de corrosão e oxidações, limpeza e pintura.								X	

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Ventiladores

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Limpeza de filtros (se aplicável)								X	
Ajustes e verificação do estado das correias (excluídos os ventiladores de acoplamento directo)								X	
Verificação e alinhamento das polias de transmissão								X	
Verificação apertos das fixações do motor e ventilador							X	X	
Motor eléctrico: limpeza geral, testar estados dos rolamentos, lubrificar, medir e registar corrente absorvida							X	X	
Limpeza exterior das turbinas							X	X	
Detectar ruído de picagem de rolamentos e verificar rolamentos (casquilhos)							X	X	
Reapertos eléctricos e mecânicos							X	X	
Retocar pontos de ferrugem							X	X	
Registos: limpeza, afinação, lubrificação, reapertos e controlo do bom funcionamento							X	X	
Preenchimento da ficha de manutenção							X	X	
Teste aos ventiladores de desenfumagem					X				
Verificar consumos dos motores e comparar com os valores nominais							X	X	

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Ventiloconvectores

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Limpeza de filtros de ar						X			
Limpeza e desobstrução dos permutadores (baterias de aquecimento/arrefecimento)								X	
Purga de ar das baterias						X			
Limpeza do filtro de água						X	X		
Limpeza e desobstrução do esgoto de condensados, e verificar drenagem dos condensados						X			
Medição e registo de temperaturas do ar (entrada/saída)						X			
Análise geral do estado de funcionamento do equipamento						X			
Inspeção e limpeza das pás do ventilador								X	
Verificar as fixações da unidade						X			
Efectuar reapertos do motor e ventilador						X			
Verificar e testar o funcionamento das válvulas (3 vias e 2 vias) e termóstatos						X			
Verificação de eventuais fugas de água, estado da tubagem e do isolamento térmico						X			
Verificação da estanquicidade de todas as válvulas de seccionamento						X			
Limpeza geral do equipamento								X	
Beneficiação geral. Retocar pontos de ferrugem. Revisão geral de todos os sistemas e acessórios								X	
Preenchimento da ficha de manutenção						X			
Verificar consumos dos motores e comparar com os valores nominais						X			
Testar velocidades do ventilador						X			

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Redes Hidráulicas

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
REDES									
Verificação do enchimento da instalação							X		
Verificação dos apertos de juntas e ligações							X		
Verificação de válvulas							X		
Verificação de eventuais fugas de água					X				
Verificação do funcionamento dos purgadores e ensaiar							X		
Verificação dos sistemas de controlo e regulação de pressões e temperaturas (manómetros, sondas, etc.)							X		
Verificação do isolamento das tubagens							X		
Limpeza dos filtros							X		
Verificação do funcionamento dos fluxoestatos							X		
VÁLVULAS									
Verificação do funcionamento e estanquicidade							X		
Reaperto do buçim se necessário							X		
Substituição do empanque se necessário							X		
Verificação e abertura da válvula de retenção, se necessário							X		
Lubrificação dos veios					X		X		
TUBAGENS E COLECTORES (CENTRAL TÉRMICA)									
Verificação de eventuais fugas de água					X				
Verificação dos sistemas de controlo e regulação de pressões e temperaturas (manómetros, termómetros, etc.) e eventual aferição					X				
Verificação do isolamento das tubagens					X				
Teste da válvula de segurança dos vasos de expansão e eficiência destes. Verificação funcional.					X				
Limpeza de filtros					X				
Preenchimento da folha de manutenção					X				

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Circuito de Distribuição de Ar Condicionado

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Condutas: verificação do estado de isolamento							X		
Verificação do funcionamento dos registos corta-fogo							X		
Limpeza de grelhas, difusores (insuflação, extracção e retorno)							X		
Verificação dos registos e acerto dos caudais de ar, se necessário							X		
Verificação e teste da aparelhagem de controlo montada nas condutas de ar					X				
Verificação do funcionamento e acerto dos equipamentos de regulação de temperatura ambiente					X				
Medição e registo das temperaturas de ar nas condutas, no ambiente e correcção se necessário					X				
Preenchimento da folha de manutenção					X				

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Posto de Transformação

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS									
Verificar o funcionamento geral e pesquisa de anomalias (ruídos e sobreaquecimentos)				X					
Termografia após montagem de janelas de inspecção (fornecimento fora do âmbito do contrato, reaperto de contactos eléctricos se necessários)								X	
Limpeza geral (contactos, isoladores, etc.)								X	
Reaperto de contactos eléctricos								X	
Verificação do estado dos contactos e terminais eléctricos							X		
Teste do alarme de temperatura							X		
Teste do disparo térmico							X		
Medição da resistência de isolamento de cablagem							X		
Medição da resistência de terra							X		
Verificação, aplicação e lubrificação do equipamento, comando, fechaduras e portas								X	
Verificação dos apetrechos de manobra e segurança (chave, extintor, tapete de borracha, luvas, equipamento de 1ºs. socorros e sinalização de risco).							X		
BATERIAS DE CONDENSADORES (QGBT)									
Verificar o funcionamento geral e pesquisa de anomalias (ruídos, contactores, etc.)				X					
Termografia / reaperto de contactos eléctricos se necessário								X	
Limpeza geral e reapertos								X	
Verificação / afinação do relé varimétrico								X	
Limpeza da sua envolvente								X	
Preenchimento da folha de manutenção				X					

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	

Equipamento: Grupo Gerador

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Arranque em carga e verificar funcionamento geral e pesquisa de anomalias (fugas, ruídos, níveis, etc.)				X		X			
Arranque em vazio e verificar funcionamento geral (velocidade de rotação, tensão e frequência do alternador)				X					
Verificar carregador automático das baterias						X	X		
Verificar estado de carga e níveis das baterias				X					
Verificar sistema eléctrico (ligações e apertos)							X		
Verificar e rectificar a tensão do alternador e frequência.							X		
Verificar actuações dos relés e contactores do inversor e comando							X		
Verificar protecções e sinalizações,							X		
Substituição de filtros de ar, óleo e combustível.								X	
Preenchimento da folha de manutenção				X					
Verificação dos níveis de óleo do motor e do líquido de arrefecimento							X		
Inspeção das bombas de gasóleo automática e manual							X		
Verificação de existência de vibrações, ruídos								X	
Arranque do grupo por simulação de falha de corrente da rede							X		

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

**Equipamento: Quadros Eléctricos Técnicos
(AVAC, Ventilação, Grupos Bombagem, etc.)**

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Verificar funcionamento geral e pesquisa de anomalias					X		X		
Verificar fixação da aparelhagem							X		
Verificação de disjuntores, fusíveis e corta circuitos							X		
Limpeza geral do quadro (despoeiramento) - limpeza interior							X		
Efectuar medição de consumos eléctricos e regulação de protecções térmicas e testes (chillers, bombas de circulação, ventiladores, etc.)							X		
Reaperto de contactos eléctricos se necessário							X		
Revisão de todos os circuitos eléctricos de potência, regulação e controlo							X		
Efectuar teste de lâmpadas sinalizadoras							X		
Verificação de desenhos e etiquetagem interior e exterior							X		
Verificação de estanquicidade de portas e buçins							X		
Verificação de suportes do quadro e cabos exteriores							X		
Beneficiação/lubrificação de fichas e dobradiças							X		
Teste dos aparelhos de medida dos Quadros (voltímetros, amperímetros, etc.)								X	
Verificação do estado dos equipamentos: testar e regular se necessário:							X		
Relés							X		
Contactores							X		
Disjuntores							X		
Alarmes							X		
Cablagem							X		
Lâmpadas avisadoras							X		
Verificação do QE da GTC: sinais, verificação funcional, limpeza e reaperto de contactos							X		
Preenchimento da folha de manutenção							X		

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Detecção de Incêndios

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Ensaio de comunicação e operacionalidade do Sistema Centralizado de Informações LMS.								X	
Verificações e ensaios de operacionalidade dos detectores de Incêndio (detectores de fumo e calor).							X	X	
Verificações e calibração dos detectores de Monóxido de Carbono.							X	X	
Limpeza, verificação, afinação e ensaio da Central de Sinalização e Comando, incluindo os órgãos ópticos e acústicos.								X	
Ensaio de funcionamento do Sistema de Detecção de Incêndio e do Sistema de Detecção de Monóxido de Carbono.							X	X	
Ensaio de funcionamento dos quadros repetidores de alarme.							X	X	
Inspeção visual de toda a cablagem.								X	
Verificação e ajuste da corrente de carga das baterias de energia de socorro.								X	
Ensaio dos botões de alarme e indicadores de acção.								X	
Preenchimento da folha de manutenção.							X	X	

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	
X	Periodicidade proposta pelo autor	

Equipamento: Rede de Extinção de Incêndios

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO DE ÁGUA INCÊNDIOS.									
Verificação, afinação e testes de seguinte:									
- Tensão de alimentação				X					
- Consumo eléctrico dos motores								X	
- Regulação dos pressostatos								X	
- Pressão de ar no depósito de membrana				X					
- Fugas e ruídos				X					
- Funcionamento do Q.E				X					
- Aperto de cablagem								X	
Preenchimento da folha de manutenção				X					
REDE DE INCÊNDIOS ARMADA E SPRINKLERS									
Verificação, aplicação e testes do seguinte:									
- Carreteis e rede de incêndios								X	
- Estado das juntas								X	
- Válvulas dos circuitos de distribuição								X	
- Postos de comando da rede sprinklers								X	
- Marcos de água								X	
- Bocas de incêndio								X	
Preenchimento da folha de manutenção				X					

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual
X	Periodicidade do plano de manutenção do edifício	

Equipamento: Inspeções e ensaios periódicos de uma RIA

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE								
	D	S	Q	M	BM	TM	SM	A	BA
Grupo Hidropressor de Incêndios - Bombas Principais									
Colocar a funcionar 2 a 5 minutos				X					
Rede de Incêndios									
Inspeção de válvulas - abertura e fecho								X	
Inspeção das bocas de incêndio								X	
Inspeção de carretéis								X	
Revisão de carretéis								X	
Depósitos de água de incêndio									
Inspeção e limpeza								X	
RIA									
Verificação geral do sistema de RIA								X	
Extintores									
Inspeção visual dos extintores						X			
Revisão								X	

Legenda:

D – Diário	M – Mensal	SM – Semestral
S – Semanal	BM – Bimestral	A – Anual
Q – Quinzenal	TM – Trimestral	BA – Bianual

ANEXO V

PLANNING DE MANUTENÇÃO

Planning de manutenção (exemplo)

DATAS EQUIPAMENTO	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª				
AVAC																																																
Chiller 1	BM								BM								BM								BM								BM								BM							
Chiller 2	BM								BM								BM								BM								BM								BM							
Chiller 3	BM								BM								BM								BM								BM								BM							
Chiller 4	SM																SM																															
UTA 01				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA 02				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.01 - VE 01				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.02 - VE 02				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.03 - VE 03				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.04 - VE 04				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.05 - VE 06				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.06 - VE 07				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.07 - VE 08				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
UTA N.08 - VE 09				BM						SM						BM								BM								SM								BM								
B 1								SM																				SM																				
B 2								SM																				SM																				
B 3								SM																				SM																				
B 4								SM																				SM																				

ANEXO VI

FOLHA DE OBRA E RELATÓRIO DIÁRIO DE MANUTENÇÃO¹⁴

¹⁴ Este anexo encontra-se em suporte digital.

ANEXO VII

REGISTOS E OCORRÊNCIAS

ANEXO VIII

LISTAGEM DE EQUIPAMENTOS¹⁵

¹⁵ Este anexo encontra-se em suporte digital.

Referências Bibliográficas

1. Manutenção das Instalações Técnicas (Apontamentos) - ISEL 2010.
2. **Cabral, José Saraiva.** *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios.* Lisboa : LIDEL, 2009.
3. Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios, Decreto-lei n°79/2006, Abril de 2006.
4. Decreto de Lei N.º 78/2006 de 4 de Abril, (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios – SCE).
5. Decreto de Lei N.º 79/2006 de 4 de Abril, (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios – RSECE).
6. **Roriz, Luís.** *Climatização - concepção, instalação e condução de sistemas.* Lisboa : Edições Orion, 2007.
7. **Wyrebski, Jerzy.** *Manutenção Produtiva Total - Um Modelo Adaptado. Tese.* Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil : s.n., 1997.
8. **Rocha, J.S.** *Gestão da Manutenção (Apontamentos) - AEISEL.*
9. **Monchy, François.** *A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.* São Paulo : Durban Ltd, 1989. p. 3.
10. **MIIT - Manutenção Industrial Informatizada e Tecnologia.** [Online] [Citação: 11 de Abril de 2011.] <http://www.miit.pt/>.
11. **Santos, Gilberto.** *A importância da manutenção na integração dos sistemas de gestão (qualidade, ambiente e segurança).* revista trimestral manutenção - APMI . 2009, pp. 11-12.
12. **Barreto, João.** *Planeamento e Gestão do Equipamento (Apontamentos) - ESHTTE.*
13. **Chaves, Flávio.** *Instalações de de Climatização e Refrigeração (Apontamentos) - IPT.*
14. *Air Conditioning.* [Online] 2 de Maio de 2011. <http://air-conditioning.me/air-conditioning-units/daikin-air-conditioning-units/daikin-vrv-systems/>.
15. **DAIKIN.** [Online] 2 de Maio de 2011. http://www.daikin.com/global_ac/products/residential/multi_plus/outline.html.
16. *Climaespaco.* [Online] 2 de Maio de 2011. http://www.climaespaco.pt/duplo_rede.htm.

17. DAIKIN. [Online] 4 de Maio de 2011. <http://www.daikin.pt/news/items/water-cooled-chiller.jsp>.
18. YORK. [Online] 4 de Maio de 2011.
<http://www.york.com/corp/news/newsitem.asp?cid=288>.
19. TRANE. [Online] 5 de Maio de 2011.
<http://www.trane.com/COMMERCIAL/DNA/View.aspx?i=1062>.
20. DAIKIN. [Online] 5 de Maio de 2011. <http://daikindifference.com/systems/multi-room/>.
21. VIESSMANN. [Online] 10 de Maio de 2011.
http://www.viessmann.com/com/en/products/Large_boilers/Vitomax_100_LW_Type_M148.html.
22. CR EXPO. [Online] 10 de Maio de 2011.
<http://www.google.pt/imgres?imgurl=http://www.cr-expo.com/Resource/CompanyProduct/3224/79723224THSD.jpg&imgrefurl=http://www.cr-expo.com/En2009/Mysearchs.asp%3Fwhichclass%3Dnewsinfo%26page%3D7%26fldname%3D%26fldvalue%3D%26keyword%3D%26ProRadio%3D0%26sort%>.
23. Energetika Projekt. [Online] 10 de Maio de 2011.
http://www.google.pt/imgres?imgurl=http://www.ep.t-com.hr/pics/vies1.gif&imgrefurl=http://www.ep.t-com.hr/Win/KotA.htm&usg=__QX8V4TaHblrWZ-X6A_xNndXEC9w=&h=220&w=210&sz=24&hl=pt-PT&start=28&zoom=1&tbnid=ZNnD79ZXKU5ZLM:&tbnh=124&tbnw=118&ei=pVTNTZ_3JI3t-ga.
24. T&T Lda. [Online] 13 de Maio de 2011. <http://www.tt-lda.pt/pagina.php?id=49>.
25. COGEN Portugal. [Online] 15 de Maio de 2011.
http://www.cogenportugal.com/general_content/showInformation.aspx?mt=1&ml=34&type=2.
26. ARCHI EXPO. [Online] 16 de Maio de 2011.
<http://www.archiexpo.com/prod/airtecnicos-sl/centrifugal-extractor-fans-56767-229485.html>.
27. PIAS USA. [Online] 16 de Maio de 2011. <http://www.pias-usa.com/products/ventilation/propeller.html>.

28. PEDROLO - INGENIERIA HIDRAULICA. [Online] 17 de Maio de 2011.
<http://www.pedrollo.pe/electrobombas-centrifugas/f-electrobombas-normalizadas-de-gran-caudal>.
29. evapco. [Online] 25 de Maio de 2011.
http://www.evapco.com/products/lpt_cooling_tower.
30. evapco. [Online] 25 de Maio de 2011.
http://www.evapco.com/products/ultrasst_cooling_tower.
31. evapco. [Online] 26 de Maio de 2011.
http://www.evapco.com/products/pmce_evaporative_condenser.
32. evapco. [Online] 26 de Maio de 2011.
http://www.evapco.com/products/lrc_evaporative_condenser.
33. CIAT. [Online] 28 de Maio de 2011. <http://www.ciat.com/rubrique/index/eng-catalogue/33/AIR-ACCESS/131>.
34. EVAC. [Online] 28 de Maio de 2011. <http://www.evac.pt/section.php?id=30>.
35. Direcção Regional da Economia do Norte. [Online] 1 de Junho de 2011.
<http://www.dre-norte.min-economia.pt/>.
36. Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril (Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular).
37. Decreto de lei N.º 229/2006 de 24 de Novembro (Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular).
38. REN - Rede Eléctrica Nacional, S.A. [Online] [Citação: 7 de Junho de 2011.]
<http://www.ren.pt/vPT/Pages/Homepage.aspx>.
39. EDP - Energias de Portugal, S.A. [Online] [Citação: 7 de Junho de 2011.]
<http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>.
40. Sistemas Electromecânicos (Apontamentos) - ISEL 2010.
41. Efacec. [Online] [Citação: 10 de Junho de 2011.] <http://www.efacec.pt/>.
42. EDP Distribuição. [Online] [Citação: 10 de Junho de 2011.]
<http://www.edpdistribuicao.pt/>.
43. Electro Clara. [Online] [Citação: 5 de Junho de 2011.]
<http://www.electroclara.pt/home.php?p=6&details=21>.
44. *A.L Correia*. [Online] [Citação: 5 de Junho de 2011.]
<http://www.alcorreia.pt/gf/portfolio/item/16-quadro-el%C3%A9ctrico-para-ventila%C3%A7%C3%A3o.html>.

45. Luis Roriz - IST. [Online] [Citação: 20 de Junho de 2011.]
<http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/>.
46. Electrónica PT. [Online] [Citação: 20 de Julho de 2011.] <http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/256/169/>.
47. PHILIPS. [Online] [Citação: 20 de Junho de 2011.]
<http://www.philips.pt/index.page>.
48. Tipos de Lâmpadas - Vasco Santos (Apontamentos) - ESTV. [Online] [Citação: 20 de Junho de 2011.]
http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasco/textos/Fontes_Lumin.pdf.
49. Mário Ferreira Alves - ABC das Máquinas Eléctricas (ISEP). [Online] [Citação: 25 de Junho de 2011.]
50. **Pires, Armando.** Máquinas Eléctricas (Apontamentos) - UE. 2011.
51. Energy Tec. [Online] [Citação: 25 de Junho de 2011.]
<http://www.google.pt/imgres?q=motor+el%C3%A9trico&hl=pt-PT&cr=countryPT&sa=X&nfpr=1&tbs=ctr:countryPT&tbnid=XuBDaB03gumDVM:&imgrefurl=http://energytec.no.comunidades.net/index.php%253Fpagina%253D1094344849&docid=4lBzS3qX94YdCM&w=420&h=342&ei=2Q87>.
52. Emerson Electric Co. [Online] [Citação: 15 de Junho de 2011.]
<http://www.chloridepower.com/pt-PT/Portugal/>.
53. Barloword Step - CAT. [Online] [Citação: 15 de Junho de 2011.]
<http://www.stet.pt/index.cfm?sec=1401030200>.
54. eurogen. [Online] [Citação: 15 de Junho de 2011.]
<http://www.eurogen.com.br/Delta/ups.htm>.
55. NFPA. [Online] [Citação: 10 de Julho de 2011.] <http://www.nfpa.org/index.asp>.
56. NFPA. [Online] [Citação: 20 de Julho de 2011.]
<http://www.nfpa.org/categoryList.asp?categoryID=495&URL=About%20NFPA/Overview>.
57. cepreven. [Online] [Citação: 25 de Julho de 2011.] <http://www.cepreven.com/>.
58. NFPA - National Fire Protection Association. [Online] [Citação: 25 de Julho de 2011.]
59. i.t.v.m. Lda. [Online] [Citação: 20 de Julho de 2011.]
<http://www.itvm.pt/Galeria2.html>.
60. **Almeida, Aníbal T. , et al., et al.** *E4 – Energy Efficient elevators & Escalators.* ISR - Universidade de Coimbra : s.n., 2009. WP4: Technology Assessment.

61. Otis levator Company. [Online] [Citação: 28 de Julho de 2011.]
http://www.otis.com/site/br/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Gen2%20Comfort/CatalogoGen2Comfort.pdf.
62. Schindler. [Online] [Citação: 28 de Julho de 2011.]
http://www.schindler.pt/por.3100.pt.04.06_1.pdf.
63. Who stuff works. [Online] [Citação: 28 de Julho de 2011.]
<http://ciencia.hsw.uol.com.br/escadas-rolantes1.htm>.
64. Reliance - Industrial SCADA/HMI system. [Online] <http://www.reliance-scada.com/en/success-stories/hvac/visualization-and-control-of-hvac-systems-in-digital-park-einsteinova-in-bratislava-slovakia>.
65. Directiva 1993/76/CE de 13 de Setembro de 1993 relativa à limitação das emissões de CO₂ através do aumento da eficácia energética (SAVE).
66. Regulamento 2037/2000 do Parlamento e do Conselho de 29 de Junho de 2000 relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono.
67. COM (2000) 247 final - Plano de acção para melhorar a eficiência energética na Comunidade Europeia. [Online] [Citação: 30 de Março de 2011.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0247:FIN:PT:PDF>.
68. COM (2001) 226 final - Proposta de directiva relativa ao desempenho energético de edifícios. [Online] [Citação: 30 de Março de 2011.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0226:FIN:PT:PDF>.
69. Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002 relativo ao desempenho energético dos edifícios.
70. Directiva 78/170/CEE de 13 de Fevereiro de 1978 relativa ao rendimento dos geradores de calor.
71. Directiva 2009/142/CE de 30 de Novembro de 2009. [Online] [Citação: 31 de Março de 2011.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:330:0010:0027:pt:PDF>.
72. Directiva 90/396/CEE de 29 de Junho de 1990 relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes aos aparelhos a gás.
73. *Directiva 92/42/CEE de 21 de Maio de 1992*. [Online] [Citação: 31 de Março de 2011.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0042:20080321:pt:PDF>.

74. Directiva 2006/42/CE de 17 de Maio de 2006. [Online] [Citação: 4 de Abril de 2011.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:PT:PDF>.
75. Portaria N.º949-A/2006 de 11 de Setembro (Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão).
76. **Certiel**. certiel mais trimestral. *Apresentação Pública - Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT)*. 2006, pp. 4-5.
77. *Hexafásica - Sociedade de Engenharia Electrotécnica, Lda*. [Online] 7 de Abril de 2011. <http://www.hexafasica.com/pt/servicos/ensaios/ited>.
78. Ordem dos Engenheiros. [Online] 7 de Abril de 2011. <http://www.ordemengenheiros.pt/pt/centro-de-informacao/pareceres-e-propostas/decreto-lei-n-o-123-2009/>.
79. ANACOM. [Online] 7 de Abril de 2011. <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=331389>.

ANEXOS

Anexo A1¹⁶ – Ciclo 1: Carga dos bancos de gelo

Anexo A2 – Ciclo 2: Descarga dos bancos de gelo + Chiller's¹⁷

Anexo A3 – Ciclo 3: Descarga dos bancos de gelo

Anexo A4 – Ciclo 4: Chiller's RC CH1, CH2 e CH3¹⁸

Anexo A5 – Ciclo 5: Chiller novo da Trane CH4

Anexo B – Diagrama unifilar das instalações eléctricas Tipo A e Tipo B

¹⁶ Os anexos A1,A2,A3,A4 e A5 encontram-se em suporte digital.

¹⁷ A designação (a cores) que está na planta do Anexo B2 está trocada com a designação do Anexo B3.

¹⁸ A designação que está na planta do Anexo B4 não é “carga dos bancos de gelo” mas sim “Chiller's RC CH1,CH2 e CH3”.

Anexo B – Diagrama unifilar das instalações eléctricas Tipo A e Tipo B

