

Eficiência Energética, Gestão de Energia e Integração de Renováveis em Instalações Hospitalares

LUIS MIGUEL OLIVEIRA CORREIA

Maio de 2016



Eficiência Energética, Gestão de Energia e Integração de Renováveis em Instalações Hospitalares

Luís Miguel Oliveira Correia

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

Orientador: Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, aag@isep.ipp.pt

Porto, Maio de 2016

Agradecimentos

Ao Engenheiro António Augusto Araújo Gomes pela orientação ao longo de todo este trabalho e por todo o apoio e disponibilidade demonstrados. Os conhecimentos e experiência partilhados foram fundamentais para a realização desta dissertação.

Ao Engenheiro José Sousa e funcionários que trabalham todos os dias para o bom funcionamento do hospital, em especial ao Senhor Alberto Rocha.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (nomeadamente ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica) que disponibilizou os equipamentos necessários para efetuar a auditoria energética.

À Carla Isabel da Rocha pelo carinho e incentivo permanente, pela ajuda e apoio constantes ao longo da elaboração desta dissertação.

Ao meu pai, irmão e restante família, pela motivação constante ao longo da vida e em especial no meu percurso universitário.

Aos meus amigos e colegas, pela companhia e troca de conhecimentos ao longo de todos estes anos de curso.

Resumo

A presente dissertação é o resultado de um estudo realizado entre Março de 2015 e Março de 2016 centrado no tema Eficiência Energética nos Edifícios, no âmbito da Dissertação do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Atualmente, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia na maioria dos países da Europa. Energia consumida, principalmente, no aquecimento, arrefecimento e na alimentação de aparelhos eléctricos.

Os hospitais, como grandes edifícios, são grandes consumidores de energia e, na maioria dos países europeus, situam-se entre os edifícios públicos menos eficientes. Neste contexto, representam um tipo de edifícios cuja atividade apresenta um potencial de poupança energético importante. O tipo de atividade aí desenvolvida, aliada às especificidades do sector da saúde, faz deste tipo de edifícios um alvo de análise e otimização energética bastante apetecível.

O presente trabalho passa pelo estudo do potencial para a eficiência energética de um hospital situado na zona do Porto. Foi, inicialmente, efetuado um levantamento das necessidades energéticas, de modo a identificar os sectores prioritários de atuação. Este estudo conta com a análise dos consumos obtidos através do processo de monitorização, substituição da iluminação existente por uma mais eficiente, a instalação de painéis solares para reduzir o consumo destinado às águas quentes sanitárias, a substituição de caldeira a diesel por caldeira a biomassa, substituição de um *chiller* por um mais eficiente, entre outros. Os consumos registados no hospital em estudo serão comparados com um plano nacional (Eficiência Energética e Hídrica no Sistema Nacional de Saúde), para, desta forma, se perceber quais os consumos do hospital em estudo, quando comparados com outros hospitais.

Palavras Chave

Gestão de energia, eficiência energética, auditorias energéticas, hospitais

Abstract

This dissertation is the result of a study conducted between March 2015 and March 2016 centered on the theme Energy Efficiency in Buildings, under the dissertation of the Masters in Electrical Engineering - Electrical Power Systems in Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Currently, buildings are responsible for about 40% of energy consumption in most countries of Europe. Energy consumed mainly in heating, cooling and feeding electrical devices.

As hospitals are large building, they are great consumers of energy and in most European countries are among the public buildings less efficient. In this context represent a type of buildings whose activity has the potential for significant energy savings. The type of activity there developed, combined with the health sector specifics, makes this type of buildings a target analysis and energy optimization quite desirable.

This work passes by the study of the potential to the energy efficiency of a hospital located in the Oporto area. Initially is conducted a survey of energy needs in order to identify priority areas action. This study includes the analysis of consumption obtained through the monitoring process, replacement of the existing lighting for one more efficient, installing solar panels to reduce consumption of sanitary hot waters, replacement of the diesel boiler for a biomass boiler, replacement of a chiller by another more efficient, among others. The consumptions registered in the hospital under study will be compared with a national plan (Energy Efficiency and Water in the National Health System), in order to understand which are the consumptions of the hospital in study when compared to other hospitals.

Keywords

Energy Management, Energy Efficiency, Energy Audits, Hospitals

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Índice	xi
Lista de figuras	xv
Lista de tabelas	xxi
Lista de Gráficos	xxv
Lista de Abreviaturas e Siglas	xxix
Lista de Símbolos	xxxiii
1. Introdução	1
1.1. Motivação e enquadramento do tema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Planeamento.....	4
1.4. Estrutura do trabalho.....	4
2. A energia e a sustentabilidade. Passado, presente e perspetivas futuras	7
2.1. Enquadramento.....	7
2.2. Políticas Europeias.....	7
2.3. Estratégia Nacional.....	11
2.3.1. Aspectos gerais.....	11
2.3.2. Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética.....	12
2.3.3. Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis.....	13
2.3.4. Programa de Eficiência Energética na Administração Pública.....	15
2.4. Evolução do processo legislativo aplicável aos edifícios em Portugal.....	16
2.5. Caracterização energética nacional.....	19
2.5.1. Aspectos gerais.....	19
2.5.2. Produção de energia primária em Portugal.....	20
2.5.3. Dependência energética de Portugal.....	22
2.5.4. Consumo de energia primária em Portugal.....	23
3. Eficiência energética nos edifícios	27

3.1. Enquadramento	27
3.2. Caraterização do edificado em Portugal	29
3.3. Edifícios de balanço energético zero	30
3.3.1. Aspetos gerais	30
3.3.2. Soluções para Edifícios de Balanço Energético Zero	32
3.3.3. Caso da Dinamarca	33
3.4. Auditorias Energéticas	34
3.4.1. Aspetos gerais	34
3.4.2. Primeira fase	36
3.4.3. Segunda fase	42
3.4.4. Terceira fase.....	43
3.4.5. Quarta fase	43
3.5. Principais equipamentos consumidores de energia em edifícios	44
3.5.1. Aspetos gerais	44
3.5.2. Sistema de climatização.....	44
3.5.3. Águas quentes sanitárias	52
3.5.4. Iluminação.....	53
3.5.5. Eletrodomésticos.....	60
3.6. Utilização eficiente de água	61
3.6.1. Aspetos gerais	61
3.6.2. Sistemas de aproveitamento da água da chuva	62
3.6.3. Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas	62
3.6.4. Sistema combinado	63
3.6.5. Equipamentos eficientes	64
3.7. Inspeção termográfica por infravermelhos	67
3.7.1. Aspetos gerais	67
3.7.2. Inspeção em edifícios e energias renováveis	67
3.7.3. Principais aplicações da termografia	68
3.8. Integração de energias renováveis em edifícios.....	69
3.8.1. Aspetos gerais	69
3.8.2. Componente construtiva passiva.....	70
3.8.3. Componente construtiva ativa.....	77
4. Eficiência Energética em Unidades Hospitalares	87
4.1. Enquadramento	87
4.2. Eficiência Energética na saúde	87
4.2.1. Aspetos gerais	87
4.2.2. Principais sistemas/equipamentos consumidores de energia.....	89
4.3. Plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde”	91
4.3.1. Aspetos gerais	91
4.3.2. Identificação e agrupamento das entidades.....	93
4.3.3. Custos e consumos com <i>utilities</i>	95
4.3.4. Conclusões	103
5. Soluções técnicas e tecnológicas de monitorização das instalações.....	105

5.1. Enquadramento	105
5.2. Métodos de monitorização	105
5.2.1. Aspetos gerais	105
5.2.2. Equipamentos Portáteis.....	106
5.2.3. Equipamentos Fixos em calhas DIN.....	108
5.2.4. Equipamentos fixos de painel e de tomada.....	110
6. Estudo de caso – Unidade Hospitalar	113
6.1. Enquadramento	113
6.2. Caraterização da Unidade hospitalar	113
6.2.1. Aspetos gerais	113
6.2.2. Caraterísticas das instalações.....	114
6.2.3. Aspetos construtivos do edifício.....	115
6.2.4. Caraterísticas dos serviços prestados na unidade hospitalar.....	116
6.3. Fontes de energia	116
6.3.1. Aspetos gerais	116
6.3.2. Energia elétrica	117
6.3.3. Gás natural	123
6.3.4. Água.....	132
6.3.5. Consumos da Unidade hospitalar	134
6.4. Plano de racionalização de energia da unidade hospitalar.....	141
6.5. Levantamento energético à unidade hospitalar	144
6.5.1. Aspetos gerais	144
6.5.2. Equipamentos utilizados nas auditorias	145
6.5.3. Análise do valor da potência contratada	148
6.5.4. Sistemas de iluminação.....	149
6.5.5. Compensação do fator de potência	164
6.5.6. Sistemas de aquecimento e arrefecimento	166
6.5.7. Monitorização dos consumos elétricos	184
6.6. Análise Comparativa do desempenho da unidade hospitalar em estudo com o plano “Eficiência Energética e Hídrica do Sistema Nacional de Saúde”	207
6.6.1. Aspetos gerais	207
6.6.2. Análise comparativa de consumo de Energia Elétrica.....	208
6.6.3. Análise comparativa de consumo de Água.....	209
6.6.4. Análise comparativa do custo de Energia Reativa.....	210
6.7. Propostas de melhoria.....	211
6.7.1. Aspetos gerais	211
6.7.2. Medidas comportamentais	211
6.7.3. Sistema de monitorização de consumos	212
6.7.4. Evitar perdas de calor	213
6.8. Análise global do Tempo de Retorno do Investimento	213
7. Conclusões e perspetivas futuras	217
7.1. Conclusões gerais	217
7.2. Componente académica	219

7.3. Perspetivas de trabalho futuro.....	220
8. Referências.....	221
9. Anexos	227
9.1. Anexo I – Agrupamento das Entidades	227
9.2. Anexo II – Caraterísticas grupo de emergência “ <i>Cummis</i> ”	228
9.3. Anexo III – Caraterísticas grupo de emergência “ <i>Caterpillar</i> ”	229
9.4. Anexo IV – Caraterísticas do <i>chiller</i> do bloco.....	230
9.5. Anexo V – Especificações do analisador de consumos “ <i>CHAUVIN ARNOUX</i> ”	231
9.6. Anexo VI – Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental (Inverno e Verão)	232
9.7. Anexo VII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente T8.....	233
9.8. Anexo VIII – Cálculo do consumo anual	237
9.9. Anexo IX – Caraterísticas da iluminação LED.....	238
9.10. Anexo X – Cálculos dos consumos com a iluminação LED	239
9.11. Anexo XI – Cálculo tempo de retorno do Investimento	244
9.12. Anexo XII – Caraterísticas da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5.....	245
9.13. Anexo XIII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5	246
9.14. Anexo XIV – Cálculos da caldeira a biomassa.....	251
9.15. Anexo XV – Dimensões da caldeira a biomassa	252
9.16. Anexo XVI – Caraterísticas da caldeira a biomassa.....	253
9.17. Anexo XVII – Cálculo do rendimento do coletor solar fotovoltaico.....	254
9.18. Anexo XVIII – Dados e dimensões do coletor solar fotovoltaico	255
9.19. Anexo XIX – Caraterísticas do <i>chiller</i> de arrefecimento a água com compressor <i>scroll</i>	256
9.20. Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)	258

Lista de figuras

Figura 2.1 - Evolução da Política energética na União Europeia até 2030 [4].....	9
Figura 2.2 - Objetivos a serem atingidos até 2020 [3].....	9
Figura 2.3 - Evolução do processo legislativo em Portugal [4].....	18
Figura 3.1 – Contribuição das energias renováveis para a redução das necessidades energéticas dos edifícios [18].....	31
Figura 3.2 – Etapas de realização de uma auditoria energética [21].	35
Figura 3.3 – Esquema de conversão de energia elétrica em energia mecânica [23].....	40
Figura 3.4 – Representação gráfica do fator de potência [23].....	40
Figura 3.5 – Exemplo de sistema solar térmico para climatização [25].	45
Figura 3.6 – Exemplo de um sistema misto (solar térmico + biomassa) [25].	46
Figura 3.7 – Sistema com bombas de calor geotérmico [25].....	47
Figura 3.8 – Radiadores usados num sistema central [25].	48
Figura 3.9 – Exemplo de um acumulador de calor [25].	49
Figura 3.10 – Sistema de ar condicionado [25].	50
Figura 3.11 – Válvula Termostática [26].....	51
Figura 3.12 – Rendimentos de uma caldeira de condensação [28].....	52
Figura 3.13 – Esquerda: Lâmpadas incandescentes, Direita: Lâmpadas fluorescentes compactas [29].	54
Figura 3.14 – Esquerda: Interruptor horário programável, Direita: Esquema de ligação, <i>Schneider Electric</i> [32].....	56
Figura 3.15 – Esquerda :detetor de movimento, Direita: Esquema de ligação, <i>Schneider Electric</i> [32].	58
Figura 3.16 – Esquerda: Interruptor crepuscular, Direita: Esquema de ligação, <i>Schneider Electric</i> [32].	59
Figura 3.17 – Exemplo de controlo de iluminação por modificação da luminosidade [27].....	59

Figura 3.18 - Etiqueta energética para equipamentos de frio [34].....	61
Figura 3.19 – Esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas num hotel [35].....	63
Figura 3.20 – Esquerda: Chuveiro com redução de caudal, Direita: Esquema de funcionamento de um economizador de água [36].	65
Figura 3.21 – Torneiras ecológicas com regulador de caudal, <i>Tres Griferia S.A</i> [35]...66	
Figura 3.22 – Torneira de cozinha sem e com repuxo extensível, <i>Tres Griferia S.A</i> [35].....	66
Figura 3.23 – Esquerda: termografia em habitação, Direita: termografia em coletores solares [37].	67
Figura 3.24 – Aplicação da termografia na indústria [37].	68
Figura 3.25 – Fachada Sul no inverno que recebe radiação desde o nascer ao pôr-do-sol (Casa <i>Jacobs II em Wiscosin</i> , Hemiciclo Solar, de <i>Frank Loyd Wrigyh</i> [40]...70	
Figura 3.26 – Exemplos de Sistemas Passivos, com estratégia promocional de ganhos solares na estação de Inverno: Ganho Direto, Indireto e Isolado [40].....	71
Figura 3.27 - Esquema ilustrativo da correta orientação de um edifício [41].....	72
Figura 3.28 – Funções dos sombreadores, podendo exercer, simultaneamente, isolamento térmico noturno [43].....	74
Figura 3.29 - Tipos de sombreadores (exteriores e interiores), e respetivos coeficientes de efeito, (percentagem da radiação transmitida para o interior) [43].....	75
Figura 3.30 – Estratégias de ventilação Natural [44].....	76
Figura 3.31 – Casa Solar Porto Santo – Arqº. <i>Gunther Ludewig</i> (Entrada de tubos enterrados) [39].....	77
Figura 3.32 - A: Sistema totalmente centralizado B: Sistema centralizado com apoios individuais C: Campo de coletores D: Sistemas individuais [40].	79
Figura 3.33 - Fachada do Edifício Solar XXI do Laboratório Nacional de Energia e Geologia [40].	80
Figura 3.34 – Esquema ilustrativo de um sistema eólico isolado [45].	82
Figura 3.35 – Esquema ilustrativo de um sistema híbrido [46].	83
Figura 3.36 – Esquema ilustrativo de um sistema ligado à rede [46].	83
Figura 3.37 - Exemplo de aplicação de um exaustor eólico [47].....	84

Figura 3.38 – Exemplo de um sistema de baixa entalpia com captação horizontal [48].	85
Figura 4.1 – Metas a atingir relativamente aos consumos [50].	92
Figura 5.1 – Analisador Portátil <i>PDA 1252</i> [52].	106
Figura 5.2 - Analisador de consumos <i>Fluke 1730</i> [53].	107
Figura 5.3 – Analisador de consumo EQ [54].	109
Figura 5.4 – Analisador de consumos <i>MID energy ECSEM series</i> [55].	110
Figura 5.5 – Sistema de monitorização <i>plug-in da Efergy</i> [56].	111
Figura 5.6 – Sistema de monitorização <i>plug-in da Belkin</i> [57].	111
Figura 6.1 – Vista geral da unidade hospitalar objeto do caso de estudo [58].	113
Figura 6.2 – Planta de implementação da unidade hospitalar com indicação das diversas alas da mesma.	114
Figura 6.3 – Esquerda: Persianas utilizadas nas oficinas, Direita: Janela de um quarto particular virado a sul, vidro duplo com caixilharia de alumínio e persiana.	116
Figura 6.4- Esquema geral simplificado do posto de transformação de cliente da unidade hospitalar.	118
Figura 6.5 – Vista interior do posto de transformação – transformadores de potência.	118
Figura 6.6 – Grupos eletrogéneos (Esquerda: <i>Caterpillar</i> , Direita: <i>Cummins</i>).	120
Figura 6.7 – Fonte de alimentação ininterrupta do bloco operatório.	121
Figura 6.8 – Diagrama de distribuição simplificado do quadro de entrada de piso Q.C.SE-1-P.	122
Figura 6.9 - Contador de gás e respetivos aparelhos de controlo e segurança.	124
Figura 6.10 - Electroválvula de segurança.	125
Figura 6.11 – Caldeiras da unidade hospitalar (Esquerda: duas caldeiras a gás natural, Direita: caldeira a gásóleo).	125
Figura 6.12 – <i>Chiller</i> que produz água refrigerada para as salas do bloco operatório.	127
Figura 6.13 – Torre de arrefecimento do <i>chiller</i> do bloco.	128
Figura 6.14 - Unidade de tratamento de ar.	129
Figura 6.15 – Permutadores situados na subestação 3.	130

Figura 6.16 – Vista geral dos Termoacumuladores.	131
Figura 6.17 - Contador da água e aparelhos de segurança.	132
Figura 6.18 - Bomba elevatória e bomba central supressora.	133
Figura 6.19 - Grupo hidropressor e circuitos de água.	133
Figura 6.20 - Etiqueta de Desempenho Energético.	142
Figura 6.21 - Analisador de Potência e Energia (<i>CHAUVIN ARNOUX</i>).	145
Figura 6.22 - Ligação das pinças amperimétricas do equipamento no quadro presente no QGBT.	146
Figura 6.23 – Câmara termográfica <i>FLIR - E60</i> utilizada.	147
Figura 6.24 - Luxímetro analógico <i>Metrix Annecy 74</i>	148
Figura 6.25 – Sensor de movimento <i>ZELMA</i>	151
Figura 6.26 - Armaduras para lâmpadas fluorescentes (Esquerda: luminárias industriais, Direita: Luminárias salientes e suspensas).	154
Figura 6.27 – Armadura de encastrar "CLE 09 136 BE", EEE [59].	154
Figura 6.28 - Baterias de condensadores.	164
Figura 6.29 - Coletor solar térmico seletivo, Zantia ZHS 200 [62].	174
Figura 6.30 – Área considerada para possível colocação dos coletores solares [63]. ..	176
Figura 6.31 – <i>Chiller</i> de arrefecimento a água com compressor <i>scroll</i> – alto rendimento.	179
Figura 6.32 – Esquerda: registo digital, Direita: registo térmico, de um quadro elétrico.	181
Figura 6.33 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de união entre tubagens.	181
Figura 6.34 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de uma falha de isolamento.	182
Figura 6.35 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo termográfico, de falha de isolamento.	182
Figura 6.36 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de uma ponte térmica.	183
Figura 6.37 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de falhas de isolamento nas caldeiras a gás natural	183

Figura 6.38 – Esquerda: Grupo elevador, Direita: Quadro do elevador.	185
Figura 6.39 – Local de instalação do analisador para monitorização do “Quadro – elevador 6”	187
Figura 6.40 – Local de instalação do analisador para monitorização do “Quadro – Q.C.SE-1-P”	193
Figura 6.41 – Local da instalação do analisador para monitorização do “Quadro – Q.C.R”	198
Figura 6.42 – Diagrama de distribuição do quadro “Q.C.P1.G.1”.	204
Figura 6.43 – Arquitetura da solução <i>BeEnergy</i> desenvolvida pela Infocontrol.	205
Figura 6.44 - Compactador de lixo.	212

Lista de tabelas

Tabela 1.1 – Planeamento dos objetivos propostos e período de execução.	4
Tabela 2.1 – Setores e ações do plano nacional de ação para as energias renováveis [7].	15
Tabela 3.1 - Requisitos de desempenho energético na regulamentação Dinamarquesa [17].	34
Tabela 3.2 – Fator de potência dos equipamentos mais habituais [23].	41
Tabela 3.3 – Fatores multiplicativos a aplicar ao preço de energia reativa, por escalão.	41
Tabela 3.4 - Correspondência de potências [29].	54
Tabela 4.1 – Planeamento do estudo eficiência energética no sistema nacional de saúde [50].	93
Tabela 4.2 – Planeamento do plano Eficiência Energética no Sistema Nacional de Saúde [50].	95
Tabela 6.1 - Número de pisos e área de cada uma das alas da unidade hospitalar.	114
Tabela 6.2 – Construções anexas ao corpo principal da unidade hospitalar.	115
Tabela 6.3 – Características dos transformadores presentes na instalação.	119
Tabela 6.4 – Características e circuitos de alimentação das fontes de alimentação ininterruptas.	121
Tabela 6.5 – Características principais das caldeiras.	126
Tabela 6.6 - Características dos <i>chillers</i>	128
Tabela 6.7 – Localização e potência dos permutadores da unidade hospitalar.	130
Tabela 6.8 – Localização e capacidade dos termoacumuladores.	131
Tabela 6.9 - Potência das bombas.	133
Tabela 6.10 - Locais de destino da água de cada circuito.	134
Tabela 6.11 – Características principais do contrato de fornecimento de energia elétrica.	135

Tabela 6.12 – Potências e encargos com a energia elétrica no ano de 2014.....	135
Tabela 6.13 – Potências e encargos com a energia elétrica no ano de 2014 (continuação).....	136
Tabela 6.14 – Consumo e encargos mensais de Gás Natural em 2014.....	138
Tabela 6.15 – Consumos e encargos de água referentes ao ano 2014.	139
Tabela 6.16 – Fatores de conversão.	143
Tabela 6.17 - Especificações técnicas da camara termográfica <i>FLIR – E60</i>	147
Tabela 6.18 – Caraterísticas do sensor de movimento <i>Zelma</i>	151
Tabela 6.19 – Cálculo da poupança anual por divisão.....	151
Tabela 6.20 – Custo inicial, poupança anual e tempo de retorno.	152
Tabela 6.21 - Níveis de luminosidade.....	153
Tabela 6.22 – Valor anual pago por espaço com a iluminação atual.....	156
Tabela 6.23 – Proposta de iluminação LED.	158
Tabela 6.24 - Consumo com lâmpadas LED e tempo de retorno do investimento.	159
Tabela 6.25 - Tempo de retorno do investimento.	160
Tabela 6.26 – Proposta de iluminação Fluorescentes tubulares TL5 em detrimento da atual Fluorescente T8.	161
Tabela 6.27 - Consumo com lâmpadas TL5 e tempo de retorno do investimento.	162
Tabela 6.28 - Tempo de retorno do investimento.	163
Tabela 6.29 – Algumas caraterísticas das baterias de condensadores.	164
Tabela 6.30 – Encargos com energia reativa no ano de 2014.....	165
Tabela 6.31 - Preço de cada solução e respetivo tempo de retorno.	166
Tabela 6.32 - Consumos e valor da fatura de gás natural relativos ao ano de 2014.	167
Tabela 6.33 - Quantidade necessária de <i>pellets</i> /mês e seus encargos.....	169
Tabela 6.34 – Poupança anual de euros.	170
Tabela 6.35 – Custo total da caldeira a <i>pellets</i> e restantes equipamentos necessários.	171
Tabela 6.36 - Custo total do investimento e tempo de retorno do investimento.	171
Tabela 6.37 – Cálculo da energia necessária para AQS por mês.....	174

Tabela 6.38 – Energia fornecida por 60 coletores Zantia ZHS 200.	175
Tabela 6.39 – Tabela de preços da instalação dos coletores.....	177
Tabela 6.40 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores solares.....	178
Tabela 6.41 - Caraterísticas <i>chiller</i> York.....	179
Tabela 6.42 - Transporte e instalação do <i>chiller</i>	180
Tabela 6.43 - Custo total do equipamento.	180
Tabela 6.44 – Caraterísticas dos elevadores.	186
Tabela 6.45 – Sistema de monitorização de energia <i>BeEnergy</i> , funcionalidades base.	206
Tabela 6.46 - Sistema de monitorização de energia <i>BeEnergy</i> , funcionalidades adicionais.	207
Tabela 6.47 – Preço total de equipamento com as funcionalidades adicionais.	207
Tabela 6.48 - Análise comparativa da média dos consumos de energia elétrica entre os hospitais da Região Norte e a unidade hospital em estudo.	208
Tabela 6.49 – Análise comparativa da média dos consumos de água entre os hospitais da Região Norte e o Hospital em estudo.	209
Tabela 6.50 – Comparação dos custos com energia reativa entre os hospitais da RSN e a unidade hospitalar em estudo.	210
Tabela 6.51 – Custo de investimento, poupança anual e tempo de retorno total.....	214
Tabela 7.1 – Tempo de Retorno do Investimento global.....	219

Lista de Gráficos

Gráfico 2.1 - Redução de gases de efeito de estufa ao longo dos anos [4].....	10
Gráfico 2.2 - Redução do consumo final de energia previsto atingir até 2016 [7].....	12
Gráfico 2.3 - Impacto previsto das medidas de eficiência energética e as poupanças por área [7].....	13
Gráfico 2.4 - Evolução prevista da meta da Eletricidade (%) e Evolução da potência instalada em fontes de energia renovável (MW) [7].....	14
Gráfico 2.5 - Funcionamento do programa de eficiência energética na administração pública [7].....	16
Gráfico 2.6 - Estrutura da produção de energia primária em Portugal [12].	20
Gráfico 2.7 - Produção de energia primária em alguns países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [12].....	21
Gráfico 2.8 - Evolução da taxa de dependência energética de Portugal [13].	22
Gráfico 2.9 - Dependência energética dos países da União Europeia (%) [13].....	23
Gráfico 2.10 - Evolução do consumo de energia primária em Portugal [13].	24
Gráfico 2.11 - Consumo de energia primária na União Europeia [13].....	24
Gráfico 2.12 - Estrutura da produção de energia primária em Portugal [12].	25
Gráfico 2.13 - Consumo de energia primária de alguns países da organização para a cooperação e desenvolvimento económico [12].	26
Gráfico 3.1 - Distribuição do consumo de energia na União Europeia [14].	28
Gráfico 3.2 - Variação média anual do número de Edifícios Clássicos e de Alojamento em Portugal 2014 [15].....	29
Gráfico 3.3 - Soluções para a redução energética de um edifício [18].	30
Gráfico 4.1 - Consumo de Eletricidade no Estado, 2005 [49].....	88
Gráfico 4.2 - Número de Unidades Hospitalares analisados por região [50].	94
Gráfico 4.3 - Despesa anual com <i>utilities</i> em 2012 por região de Saúde [50].....	96

Gráfico 4.4 - Consumo de Energia Elétrica em 2011 e 2012 [50].....	97
Gráfico 4.5 - Despesa anual com Energia Elétrica [50].....	98
Gráfico 4.6 - Consumo de energia por área útil e consumo de energia por doente em cada região relativos ao ano de 2012 [50].....	99
Gráfico 4.7 - Custo anual com Energia Reativa [50].....	100
Gráfico 4.8 - Consumo anual de Água em 2011 e 2012 [50].	101
Gráfico 4.9 - Despesa anual com água em 2011 e 2012 [50].	102
Gráfico 4.10 - Consumo de Água por m ³ /m ² e m ³ /doente padrão relativos a 2012 [50].....	103
Gráfico 6.1 - Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários.....	137
Gráfico 6.2 - Consumos de energia ativa pelos períodos horários (média anual).	137
Gráfico 6.3 - Evolução do consumo/preço da água relativo ao ano de 2014.....	140
Gráfico 6.4 - Repartição de custos por energia.....	141
Gráfico 6.5 - Maiores valores de potência ativa média verificada na instalação em períodos de 15 minutos no ano de 2014.....	149
Gráfico 6.6 - Percentagem de aparelhos de iluminação no piso -1 de acordo com a sua potência.....	157
Gráfico 6.7 - Encargos anuais em iluminação (piso -1), Fluorescente T8 vs LED.	160
Gráfico 6.8 - Encargos anuais em iluminação (piso -1), Atual vs TL5.	163
Gráfico 6.9 - Poupança mensal de euros com as duas caldeiras.....	170
Gráfico 6.10 - Energia fornecida por 60 coletores e energia necessária ao longo do ano.....	176
Gráfico 6.11 - Diagrama de cargas do “quadro – elevador 6” de 10/09 a 14/09.	188
Gráfico 6.12 - Comparação do diagrama de cargas do “quadro – elevador 6” entre o dia 11/09 (Sexta-feira) e 12/09 (Sábado).	188
Gráfico 6.13 - Frequência registada durante os cerca de 4 dias.....	189
Gráfico 6.14 - Tensão de alimentação registada durante 4 dias.	190
Gráfico 6.15 - Registo da taxa de distorção harmónica.	190
Gráfico 6.16 – Diagrama de cargas do “quadro – Q.C.SE-1-P) do dia 07/07 a 10/07.	194

Gráfico 6.17 - Comparação do perfil de cargas do “quadro – Q.C.SE-1-P” do dia 08/07 e 09/07.....	194
Gráfico 6.18 – Frequência registada durante o período de monitorização.	195
Gráfico 6.19 – Tensão de alimentação registada durante o período de monitorização.	196
Gráfico 6.20 – Registo da taxa de distorção harmónica do quadro “Q.C.SE-1-P”.	196
Gráfico 6.21 – Diagrama de cargas do “quadro – Q.C.R” do dia 07/09 a 10/09.....	199
Gráfico 6.22 – Comparação do perfil de cargas do “quadro – Q.C.R” do dia 08/09 e 09/09.	199
Gráfico 6.23 – Frequência registada durante três dias do quadro “Q.C.R”.....	200
Gráfico 6.24 – Tensão de alimentação registada durante o período de monitorização no quadro “Q.C.R”.....	201
Gráfico 6.25 – Registo da taxa de distorção harmónica do quadro ”Q.C.R”.	202

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABB	<i>Asea Brown Boveria</i>
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AT	Alta Tensão
AVAC	Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado
BTE	Baixa Tensão Especial
BTN	Baixa Tensão Normal
CBD	Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade
CHP	Produção Combinada de Eletricidade e Calor
COP	Coefficiente de Performance
CO ₂	Dióxido de Carbono
ECO.AP	Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
EE	Eficiência Energética
EHCC	Entidades Hospitalares com Centrais de Cogeração
EM	Estados Membros
EPBD	<i>Energy Performance of Buildings Directive</i>
ER	Energia Renovável
EUA	Estados Unidos da América
FER	Fontes de Energia Renováveis
GE	Gestão de Energia
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GLEC	Gestores Locais de Energia e Carbono
IEE	Indicador de Eficiência Energética
IO	Institutos de Oncologia
IPO	Institutos Portugêses de Oncologia
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISP	Imposto sobre Produtos Petrolíferos e Energéticos
IVA	Imposto Valor Acrescentado

LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LGT	Telecomunicações Electrónica, LDA
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
MAT	Muito Alta Tensão
MT	Média Tensão
NP	Norma Portuguesa
NZEB	Edifício de Balanço de Energia Zero
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PC	Computador Portátil
PCI	Poder Calorífico do Combustível
PEBC	Plano Estratégico do Baixo Carbono
PHI	<i>Passivhaus Institut</i>
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
PRE	Produção Regime Especial
PT	Posto de Transformação
QCN	Quadro Corpo Norte
QCP	Quadro Corpo Principal
QCSE	Quadro Corpo Sudeste
QCSW	Quadro Corpo Sudoeste
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RL	Receita Líquida
RSA	Região de Saúde do Alentejo
RSAA	Região de Saúde do Alentejo e Algarve
RSAL	Região de Saúde do Algarve
RSC	Região de Saúde do Centro
RSECE	Regulamento dos sistemas Energéticos de climatização em Edifícios
RSLVT	Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo

RSN	Região de Saúde do Norte
RU	Reino Unido
SAAC	Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas
SAAP	Sistema de Aproveitamento da Água da Chuva
SCE	Certificação Energética dos edifícios
SCM	Santa Casa da Misericórdia
SCMP	Santa Casa da Misericórdia do Porto
SE	Subestação/Área Técnica
SNS	Sistema Nacional de Saúde
THD	Taxa Distorção Harmónica
TI	Transformador de Intensidade
TRI	Tempo Retorno Investimento
UE	União Europeia
UN	Tensão Nominal
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à desertificação
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas combate às alterações climáticas
UPAR	Unidade de Produção de Água Refrigerada
UPS	Fonte de Alimentação Ininterrupta
URE	Utilização Racional de Energia
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UTA	Unidade de Tratamento de Ar

Lista de Símbolos

tep	Tonelada equivalente de petróleo
kg	Quilograma
MW	Megawatt
%	Porcentagem
kWh	Quilowatt-hora
m ²	Metros quadrados
h	Hora
t	Tonelada
l	Litro
kV	Quilovolt
kW	Quilowatt
kVA	Quilovolt-ampere
kvar	Quilovolt-ampère-reactivo
GWh	Gigawatt-hora
m ³	Metro cubico
€	Euros
kg _{ep}	Quilograma de energia primária
°C	Graus Celcius
kcal	Quilocalorias
A _b	Área bruta aquecida
W	Watt
Hz	Hertz
V	Volt
d	dia
ΔT	Diferença temperatura
Q	Energia despendida
η _o	Rendimento ótico

Ig	Radiação incidente
Ta	Temperatura ambiente
Ti	Temperatura inicial
Tf	Temperatura final
a1	Coeficiente global de perdas
C	Consumo
cm ²	Centímetros quadrados

1. Introdução

1.1. Motivação e enquadramento do tema

A gestão de energia e a eficiência energética são componentes fundamentais das políticas energéticas e ambientais no mundo, pois permitem reduzir os consumos e custos energéticos em várias áreas, nomeadamente, nos edifícios. É necessário ter em conta que, em 2015, os edifícios foram responsáveis por mais de 40% do consumo de energia final da Europa. O aquecimento e refrigeração de edifícios constituem a maior fonte de procura de energia [1].

Em Portugal, face às menores necessidades de arrefecimento e sobretudo de aquecimento dos edifícios, os consumos nesta área representam menos de 30% da energia utilizada para consumo final [1].

Desta forma, é de extrema importância a promoção da eficiência energética bem como a utilização racional de energia (URE), abrangendo todos os tipos de consumos, desde a preparação de águas quentes sanitárias (AQS), passando pela iluminação e equipamentos (com os avanços tecnológicos a eficiência tende a aumentar), sem esquecer a melhoria da envolvente dos edifícios, tendo em conta o impacto desta nos consumos de climatização (aquecimento, arrefecimento e ventilação). Atualmente, revela-se de extrema importância promover o recurso às energias endógenas, criando os meios e instrumentos que facilitam a penetração das energias renováveis (solar térmicos, solar fotovoltaico, etc).

Na área da saúde, mais concretamente nos hospitais, que são o tipo de edifícios onde se enquadra a presente dissertação, a necessidade de tratamentos, progressivamente mais sofisticados, aquando da não substituição dos equipamentos antigos, traz consigo um acréscimo nas necessidades energéticas. Devido a esse facto o consumo de energia

num hospital constitui uma parte considerável do seu orçamento, pelo que merece ser objeto de estudo.

A presente dissertação pretende contribuir para melhorar a eficiência energética e reduzir os custos energéticos do hospital objeto de estudo. Assim, foram analisadas as faturas (energia, água e gás natural) e monitorizados alguns quadros de maneira a despistar possíveis consumos desnecessários, e sugeridas alterações no sistema de iluminação, substituição de equipamentos pouco eficientes e fazendo incentivos à aposta das energias renováveis, isto sem afetar o bem-estar e a segurança de quem frequenta a instituição.

1.2. Objetivos

A presente dissertação, intitulada "Estratégias para a Implementação de Medidas de Eficiência Energética, Gestão de Energia e de Integração de Energias Renováveis em Edifícios" insere-se no âmbito da gestão de energia e eficiência energética, uma questão muito atual e de grande importância, devido ao facto de que com a adoção de algumas estratégias propostas na presente dissertação poder contribuir e muito na redução da fatura energética.

O presente trabalho realizado no âmbito da dissertação de mestrado do curso de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), tendo como estudo de caso uma instalação hospitalar da Santa Casa da Misericórdia do Porto (SCMP).

Os principais objetivos deste trabalho encontram-se enumerados de seguida:

1. Introdução. Enquadramento, objetivos, planeamento e estrutura do trabalho;
2. A energia e a sustentabilidade. Passado, presente e perspetivas futuras;
3. Os edifícios e a energia, eficiência energética nos edifícios e integração de energias renováveis em edifícios;
4. Eficiência Energética em unidades hospitalares. Indicadores energéticos de sustentabilidade;
5. Técnicas e tecnologias de monitorização de consumos energéticos em edifícios;
6. Estudo de caso;
 - 6.1. Caracterização do edificado;

- 6.2. Ciclo energético do edifício;
- 6.3. Levantamento dos consumos energéticos;
- 6.4. Sistemas, processos e equipamentos consumidores de energia;
- 6.5. Definição de indicadores energéticos de sustentabilidade;
- 6.6. Elaboração de propostas de soluções tecnológicas de monitorização dos consumos energéticos;
- 6.7. Implementação de uma solução de monitorização de consumos energéticos;
- 6.8. Recolha, análise e tratamento dos dados de monitorização;
- 6.9. Proposta de medidas e soluções de gestão de energia e eficiência energética;
- 6.10. Proposta de metodologia de monitorização contínua;
7. Escrita do relatório da dissertação;
 - 7.1. Conclusões;
 - 7.2. Perspetivas de trabalho futuro;
 - 7.3. Correções.

1.3. Planeamento

O trabalho desenvolvido para a elaboração da presente dissertação foi dividido ao longo do tempo. Apresenta-se na Tabela 1.1 o planeamento dos objetivos e o período de execução de cada uma.

Tabela 1.1 – Planeamento dos objetivos propostos e período de execução.

Objetivos	2015										2016		
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
	1-31	1-30	1-31	1-30	1-31	1-31	1-30	1-31	1-30	1-31	1-31	29	31
1													
2													
3													
4													
5													
6													
6.1													
6.2													
6.3													
6.4													
6.5													
6.6													
6.7													
6.8													
6.9													
6.10													
7													
7.1													
7.2													
7.3													

1.4. Estrutura do trabalho

Com o objetivo de permitir uma leitura de fácil perceção, o relatório encontra-se dividido em sete capítulos.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento, a planificação e a estrutura do trabalho. São caracterizados os principais objetivos da presente dissertação. E descritas as principais motivações que levaram à escolha do tema.

No segundo capítulo é realizado um estudo sobre a energia e a sustentabilidade, desde o passado até às perspetivas futuras.

O capítulo três aborda a temática da eficiência energética nos edifícios, sendo realizada uma análise ao conceito “Edifícios de balanços de energia zero”, descrição e explicação da estrutura de uma auditoria energética, os principais equipamentos utilizados nos edifícios, é abordado o conceito de termografia e ainda a integração de energia renovável nos edifícios. São ainda mencionados alguns sistemas para o aproveitamento de águas e alguns equipamentos que permitem reduzir o seu consumo.

O capítulo quatro dá principal destaque à eficiência energética em unidades hospitalares e seus principais consumidores, apresentando ainda um plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde (SNS)” que, posteriormente, será utilizado como alvo de comparação com o hospital em estudo.

No capítulo cinco, apresentam-se alguns dos sistemas de monitorização disponíveis no mercado.

No capítulo seis, apresenta-se a auditoria energética efetuada ao hospital, sendo que é feita a caracterização deste e descrito como se efetua o abastecimento (água, energia e gás natural), a partir da rede pública. São analisadas as faturas da água, energia elétrica e gás natural. São ainda propostas intervenções nos sistemas de iluminação, nas baterias de condensadores, nos sistemas de aquecimento e soluções para monitorização dos consumos. É ainda feita a comparação da unidade hospitalar em estudo com as unidades hospitalares presentes no plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde”, para melhor compreensão dos consumos.

No capítulo sete, são apresentadas as conclusões relativas ao trabalho realizado.

2. A energia e a sustentabilidade. Passado, presente e perspectivas futuras

2.1. Enquadramento

Os estados membros da União Europeia estão cada vez mais empenhados em adotar e implementar medidas direcionadas para a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera, dentro dos quais se destaca o dióxido de carbono (CO₂). Existe, neste momento, uma enorme vontade de alteração da dependência de energias fósseis, substituindo-as por outras fontes de energia, consideradas não convencionais e de encorajar mudanças comportamentais nos cidadãos europeus com vista à sua adaptação a hábitos de vida mais sustentáveis.

O presente capítulo pretende apresentar a evolução da legislação no âmbito da Eficiência Energética (EE), da Gestão de Energia (GE) e da integração das Energias Renováveis (ER) na União Europeia (UE) desde o Protocolo do Rio de Janeiro que ocorreu em 1992 até as metas que se pretendem atingir até 2050, os planos nacionais nesta área, a evolução do processo legislativo em Portugal e a transposição da diretiva 2010/31/EU pelo Decreto-Lei 118/2013 além da revisão da legislação Nacional. São ainda caracterizados alguns aspetos estruturais, nomeadamente padrões de produção, padrões de consumo e a atual dependência energética de Portugal.

2.2. Políticas Europeias

A necessidade de reduzir o consumo de energia à escala global levou a que cada país necessitasse de desenvolver políticas energéticas capazes de cumprir as metas propostas pela UE. Tendo por base o compromisso assumido pelos diversos estados membros da EU, no âmbito do Protocolo de Quioto, estes mobilizaram-se no sentido de adotar modelos energéticos que permitam alcançar um melhor desempenho no setor e Portugal não é exceção [2].

Recuando até 1992, ano em que teve lugar a Cimeira do Rio de Janeiro (Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento). Esta Cimeira foi o culminar de vários anos de preparação para a implementação de metas relativas as emissões de GEE, principal responsável pelas alterações que se vinham a verificar no clima [3]. Relatórios elaborados, na altura, apontavam para a possível existência de interferência humana no clima global, as estimativas sobre a perda de biodiversidade genética eram progressivamente mais alarmantes, a desertificação crescente e a sobre-exploração dos oceanos. É neste ambiente que na cimeira do Rio de Janeiro são assinados vários documentos, entre os quais predominam três Tratados [3]:

- Convenção-Quadro das Nações Unidas combate às alterações climáticas (UNFCCC);
- Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade (CBD);
- Convenção das Nações Unidas de Combate à desertificação (UNCCD).

As convenções mencionadas anteriormente, tinham como principais objetivos [4]:

- Estabilização da quantidade de gases GEE na atmosfera;
- Os países desenvolvidos deviam tomar a iniciativa de reduzir os níveis de GEE na atmosfera;
- Abordagem era voluntária sem metas ou períodos definidos, e sem penalizações para os incumpridores.

Em 1997, começou a ser negociado o protocolo de Quioto, sendo este o primeiro tratado jurídico internacional que explicitamente pretendia limitar as emissões de gases com efeito de estufa dos países desenvolvidos. O protocolo de Quioto herdava assim os princípios fundamentais do regime climático da convenção-quadro UNFCCC, em particular, o princípio das responsabilidades inerentes às emissões de GEE [3]. O protocolo de Quioto teve como principais pontos [4]:

- Metas de redução de emissões de GEE mais rígidas;
- Um programa de troca de emissões de GEE;

Foi estabelecido que o protocolo de Quioto apenas entrava em vigor quando as emissões dos países assinantes atingissem 55% das emissões totais de CO₂ registadas em 1990, o que viria a acontecer em 2005 com a entrada da Rússia. Este protocolo

flexibilizava mais métodos a que os países podiam recorrer para atingirem os seus compromissos, nomeadamente [4]:

- A redução das emissões de dióxido de carbono;
- Poderia haver trocas de emissões entre países (Comércio Internacional de Licenças de Emissão);
- Implementação de estratégias entre países (Países podiam combinar estratégias entre si para reduzir emissões de dióxido de carbono).

Em Março de 2007, os líderes europeus apoiaram uma abordagem integrada proposta pela Comissão Europeia, com o objetivo de contribuir para a luta global contra a alteração climática [4]. Apresenta-se na Figura 2.1 a evolução da Política energética na União Europeia [4].



Figura 2.1 - Evolução da Política energética na União Europeia até 2030 [4].

Por forma a contribuir para a luta global contra as alterações climáticas, os líderes europeus chegaram a acordo acerca de alguns objetivos a serem atingidos até 2020, essas metas são apresentadas na Figura 2.2.

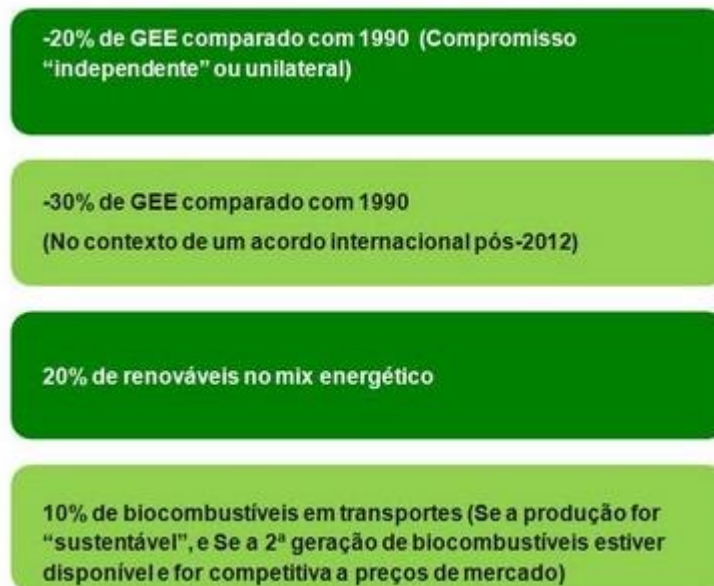


Figura 2.2 - Objetivos a serem atingidos até 2020 [3].

Muitas das políticas atualmente em implementação e previstas terão efeitos para além de 2020. Por exemplo todas as opções de investimento que estão a ser concretizadas atualmente no sector da energia terão efeitos muito além de 2020 dado o tempo de vida das infraestruturas em causa [3]. Este é um dos principais motivos pelo qual é fundamental definir desde já o enquadramento para estes investimentos, pela escala dos investimentos em causa e pelos enormes efeitos em termos de consolidação de um padrão de emissões. Nesta perspetiva, a UE deu já indicação de que, no contexto do objetivo de limitar o aumento de temperatura média global a um máximo de 2°C, os países desenvolvidos deverão estar preparados para reduzir as suas emissões a níveis de 80-95% dos valores de 1990 em 2050 [3].

Para 2050 o roteiro estabelece um caminho custo-eficiência para atingir a meta de reduzir as emissões nacionais em 80% até esse período. Para lá chegar, as emissões da Europa devem ser 40% abaixo dos níveis de 1990 até 2030 e 60% abaixo até 2040 [4].

Apresenta-se no Gráfico 2.1 a redução dos gases de efeito de estufa de 1990 até 2050 na UE [4].

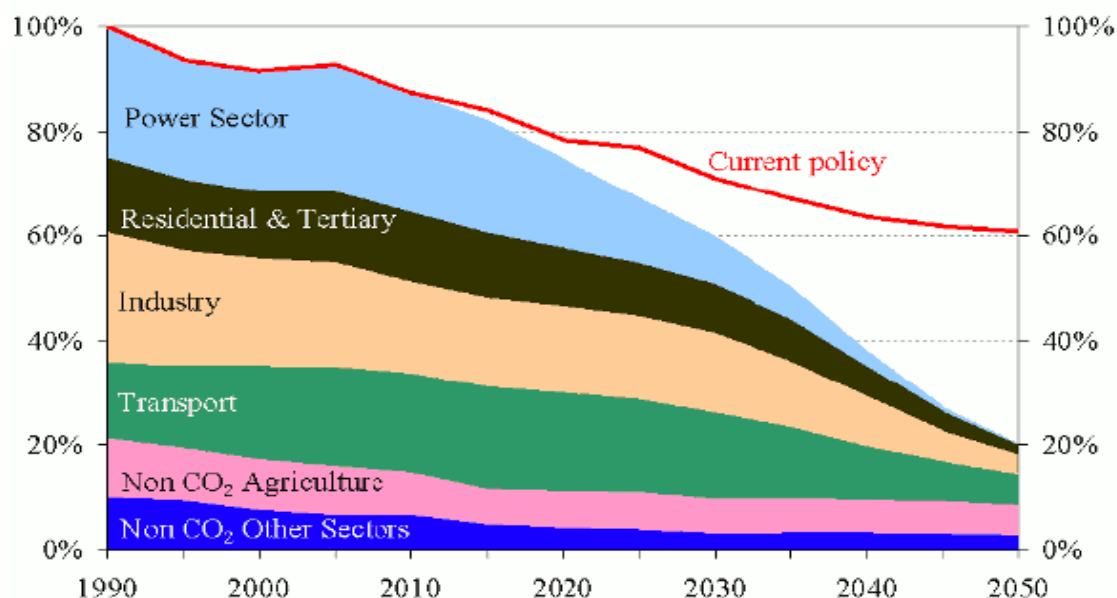


Gráfico 2.1 - Redução de gases de efeito de estufa ao longo dos anos [4].

2.3. Estratégia Nacional

2.3.1. Aspetos gerais

A política energética nacional assenta essencialmente em dois pilares, a racionalização económica e a sustentabilidade. Devido a esse facto, a política energética nacional recomenda medidas de eficiência energética [2]. Em traços gerais os objetivos desta política são [2]:

- Reduzir significativamente as emissões de gases com efeito de estufa, de forma sustentável;
- Reforçar a diversificação das fontes de energia primária, contribuindo para aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do país;
- Aumentar a eficiência energética da economia, em particular no setor do Estado, contribuindo para a redução da despesa pública e o uso eficiente dos recursos;
- Contribuir para o aumento da competitividade da economia, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, libertando recursos para dinamizar a procura interna e novos investimentos.

Para que estes objetivos fossem cumpridos, sem comprometer a competitividade das empresas nem a qualidade de vida dos cidadãos, foram desenvolvidos programas e planos, sendo eles o:

- Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE);
- Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER);
- Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP).

Estes planos pretendem assegurar o cumprimento dos objetivos impostos pela UE, garantindo da mesma forma a continuidade das medidas que permitem alcançar o desenvolvimento do modelo energético proposto [2].

Na presente seção pretende-se dar a conhecer os objetivos de cada um dos planos mencionados.

2.3.2. Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) foi especificamente desenvolvido para que fossem criadas condições para cumprir os objetivos de Eficiência Energética nos setores residenciais e de serviços [5].

No que respeita à Eficiência Energética, o PNAEE 2016, prevê uma poupança induzida de 8,2%, próxima da meta indicativa definida pela UE de 9% de poupança de energia até 2016 [6]. O Gráfico 2.2 mostra a redução do consumo final de energia previsto até 2016 [7].

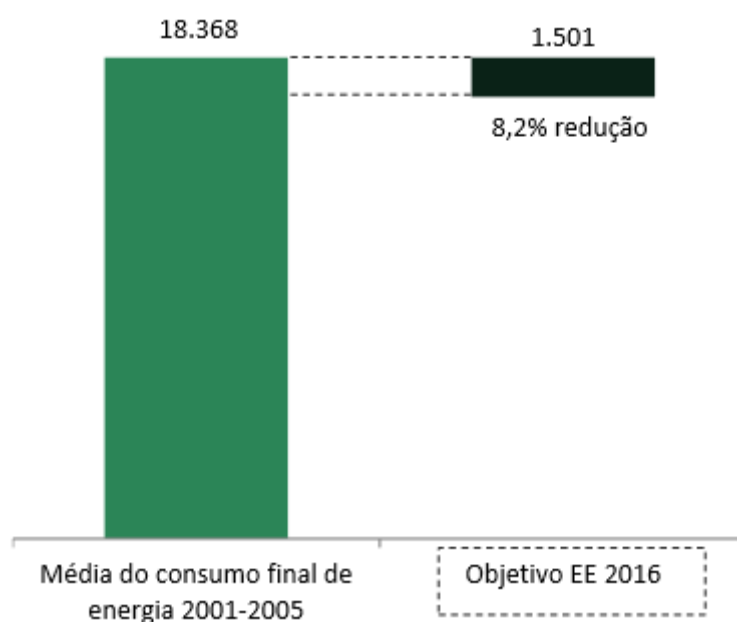


Gráfico 2.2 - Redução do consumo final de energia previsto atingir até 2016 [7].

Os contributos na redução dos consumos energéticos apresentados no PNAEE estão distribuídos pelos vários setores de atividade. O atual plano do PNAEE passa assim a abranger seis áreas específicas [6]:

- Transportes;
- Residencial e Serviços;
- Indústria;
- Estado;
- Comportamentos;
- Agricultura.

As seis áreas especificadas em cima agregam um total de 10 programas, com um leque de medidas de melhoria da eficiência energética, orientadas para a procura energética e que, de uma forma quantificável e monitorizável, visam alcançar os objetivos propostos [6]. O PNAEE identifica uma poupança de 1.501 ktep de energia final no horizonte 2016.

O Gráfico 2.3 mostra o impacto, bem como as poupanças previstas das medidas de eficiência energética aplicadas.

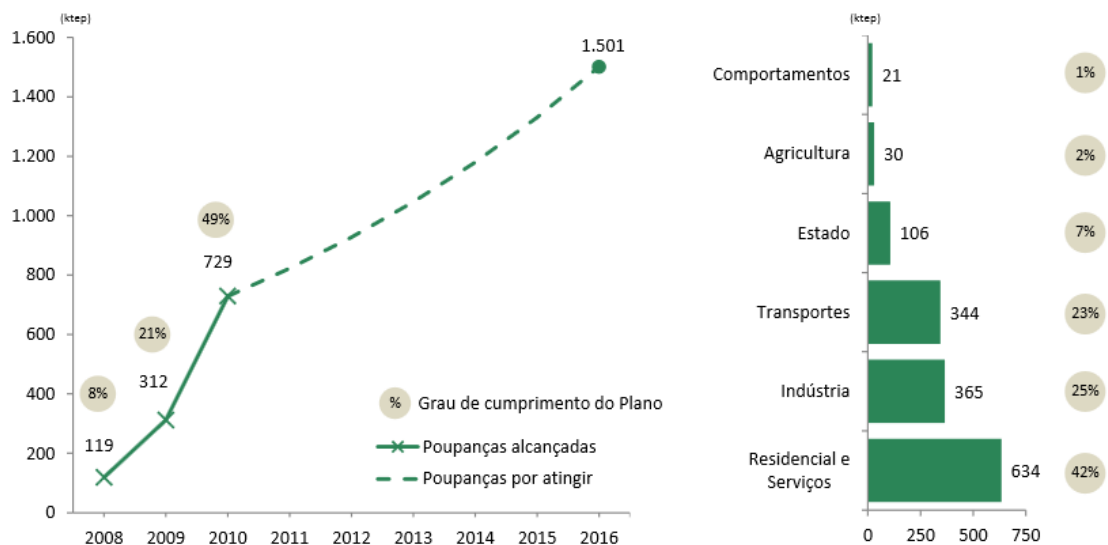


Gráfico 2.3 - Impacto previsto das medidas de eficiência energética e as poupanças por área [7].

2.3.3. Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

O PNAER foi criado com o objetivo de se aumentar a produção de energia elétrica através de fontes de energia renovável (FER). Para isso, prevê-se uma redução de 18% na capacidade instalada em tecnologias baseadas em FER face ao ano de 2010, com a quota de eletricidade de base renovável no novo PNAER a ser superior (60% vs. 55%), tal como a meta global a alcançar que deverá situar-se em cerca de 35% (face à meta de 31%) [6].

O Gráfico 2.4 mostra a evolução prevista da quota da eletricidade e a evolução da potência instalada em FER.

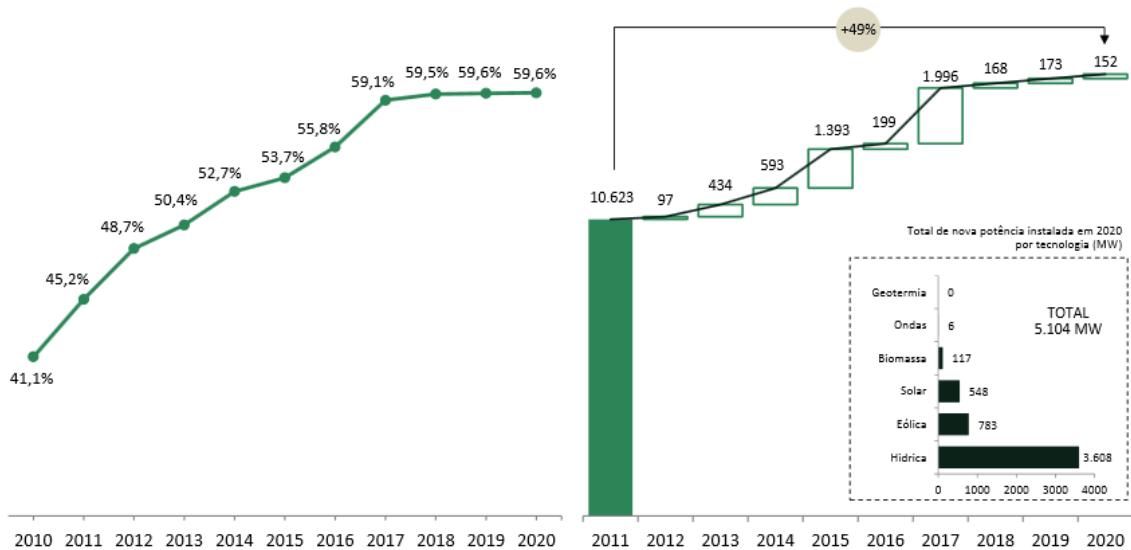


Gráfico 2.4 - Evolução prevista da meta da Eletricidade (%) e Evolução da potência instalada em fontes de energia renovável (MW) [7].

Estas linhas gerais têm como base a premissa de que Portugal deve ser um país energeticamente eficiente e independente, ou seja, um país competitivo. O PNAER estabeleceu, para tal, as trajetórias de introdução de FER em três grandes setores apresentados na Tabela 2.1 [6].

Tabela 2.1 – Setores e ações do plano nacional de ação para as energias renováveis [7].

Setores	Ações
Eletricidade	<ul style="list-style-type: none"> • Apenas considerada a capacidade em construção, licenciadas, pontos de receção atribuídos e outros compromissos; • Adequação do <i>mix</i> às necessidades de consumo; • Aposta essencialmente em tecnologias maduras; • Monitorizar a evolução do consumo de energia de forma a preparar eventuais atribuições de potência em produção em regime especial (PRE) FER (após 2014) em caso de atraso face ao objetivo.
Transportes	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a produção de biocombustíveis em território nacional que utilizem resíduos e detritos, bem como biocombustíveis a partir de materiais lenho celulósicos; • Incentivar as culturas energéticas para a produção de biocombustíveis em território nacional; • Avaliar o potencial do BioMetano para soluções de armazenagem na rede de gás natural e/ou para disponibilização em postos de abastecimento.
Aquecimento e Arrefecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar medidas de apoio ao Solar Térmico; • Promover a utilização de Biomassa para aquecimento; • Prever incentivos à instalação de Bombas de Calor de elevada eficiência (COP>4); • Avaliar o aproveitamento do potencial da Geotermia de baixa entalpia.

O estabelecimento deste horizonte temporal de 2020 para efeitos de acompanhamento e monitorização do impacto estimado no consumo de energia primária permite perspetivar, antecipadamente, o cumprimento das novas metas assumidas pela UE, de reduzir 20% dos consumos de energia primária até 2020, bem como o objetivo geral, acima referido, de reduzir o consumo de energia primária em 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de reduzir cerca de 30%. É assim expectável que se continue a verificar uma evolução favorável da utilização de FER [6].

2.3.4. Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

O Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP), lançado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º2/2011, tem o objetivo de obter um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020, nos organismos e

serviços da Administração Pública sem aumentar a despesa pública e permitindo ao mesmo tempo estimular a economia no sector das empresas de serviços energéticos, através da criação do quadro legal destas empresas e da contratação pública de gestão de serviços energéticos [6].

O Gráfico 2.5 mostra a previsão da diminuição da fatura energética no setor público.

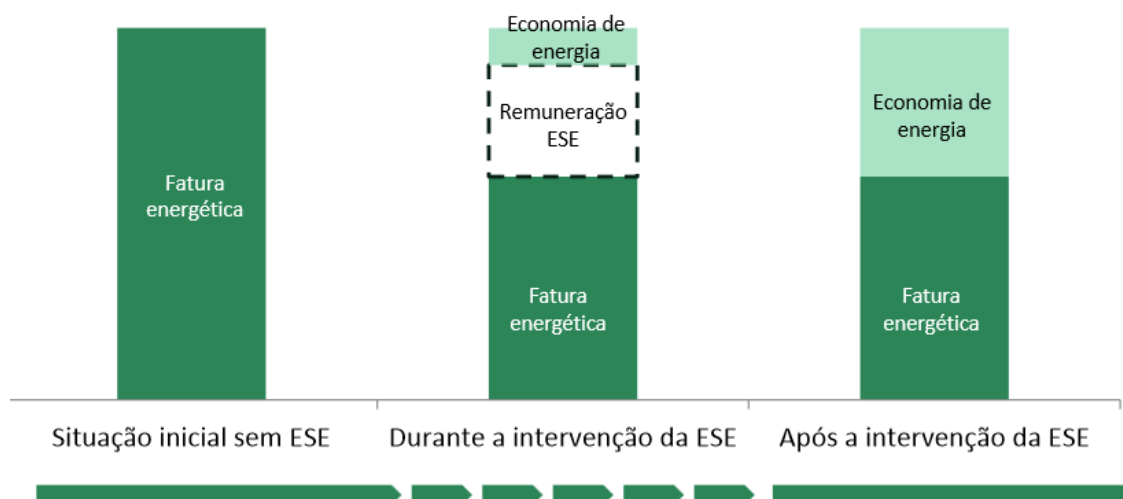


Gráfico 2.5 - Funcionamento do programa de eficiência energética na administração pública [7].

Com vista a alcançar-se os objetivos propostos pelo ECO.AP encontra-se em funcionamento o Barómetro de Eficiência Energética¹ que se destina a comparar e divulgar o desempenho energético da Administração Pública. Este Barómetro, através de um mecanismo de avaliação e ranking de entidades, promove a competição entre as entidades públicas, comparando e divulgando publicamente o ranking de desempenho energético dos serviços e organismos da administração direta e indireta do estado, através de uma bateria de indicadores de eficiência energética [6].

2.4. Evolução do processo legislativo aplicável aos edifícios em Portugal

Devido à grande necessidade de existir um instrumento legal para a regulamentação das condições térmicas dos edifícios em Portugal, foi criado o

¹ Barómetro de Eficiência Energética: <http://ecoap.adene.pt/>

Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) a 6 de Fevereiro de 1990 através do Decreto-Lei n.º 40/90, contendo este, as medidas essenciais à utilização racional da energia nos edifícios em geral, bem como a aproximação às medidas impostas pelas Políticas Comunitárias [8]. No entanto, a alteração de alguns pressupostos que serviram de base a este diploma (tal como o aumento de exigências a nível de conforto e o crescente recurso a equipamentos de climatização), assim como a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios de forma a reduzir os seus consumos de energia e consequentes emissões de GEE, levaram a que este regulamento fosse revisto, e as exigências atualizadas para o Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de abril.

O decreto-Lei n.º 80/2006 estabelecia as regras a observar no projeto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados de modo que [9]:

- As exigências de conforto térmico, seja elas de aquecimento ou de arrefecimento, de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior dos edifícios, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia;
- Sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com potencial impacte negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

A revisão do Decreto-Lei n.º 80/2006 é também um requisito da Diretiva 2002/91/CE de 16 de dezembro do parlamento europeu referente à eficiência energética dos edifícios. No seguimento do Decreto-lei n.º 80/2006, Portugal publicou ainda o sistema Certificação Energética dos edifícios (SCE) e o Regulamento dos sistemas Energéticos de climatização em Edifícios (RSECE) através dos Decretos-lei n.º 78/2006 e n.º 79/2006 respetivamente, ambos de 4 de abril.

Em 2013, surgiu o Decreto-lei n.º 118/2013 de 20 de agosto que vem substituir os Decretos-lei n.º 78, 79 e 80 publicados em 2006. Na Figura 2.3 apresenta-se a evolução do processo legislativo em Portugal [8].

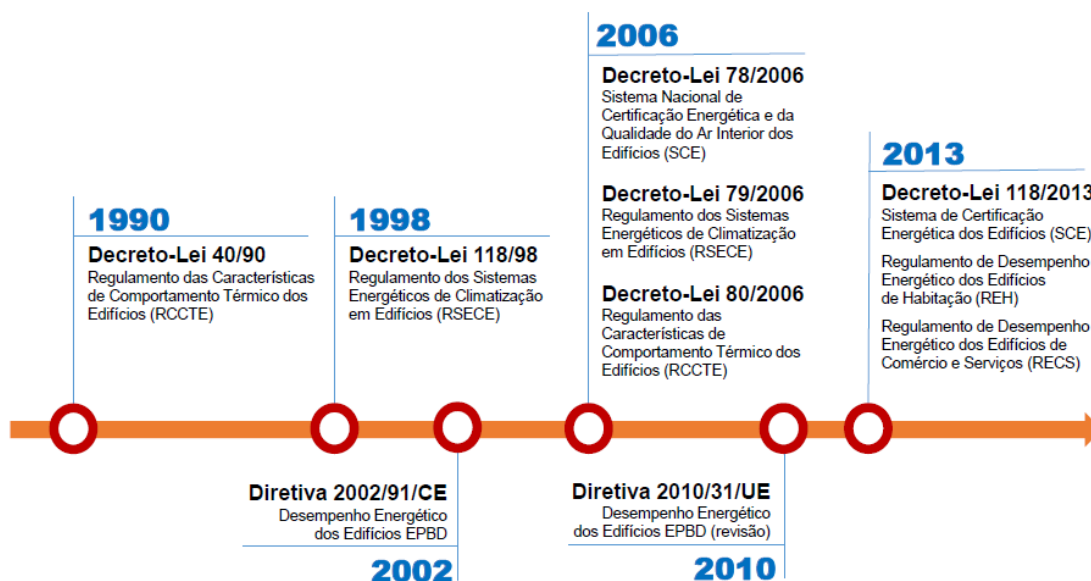


Figura 2.3 - Evolução do processo legislativo em Portugal [4].

O Decreto-Lei n.º 118/2013 assegurou não só a transposição da diretiva 2010/31/UE, mas também uma revisão da legislação nacional, que se consubstancia em melhorias ao nível da sistematização e âmbito de aplicação, ao incluir num único diploma [10]:

- O Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE);
- O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH);
- Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

O Decreto-Lei n.º 118/2013 faz a separação clara do âmbito de aplicação do REH e do RECS, passando aquele a incidir, exclusivamente, sobre os edifícios de habitação e este último sobre os de comércio e serviços, facilita o tratamento técnico e a gestão administrativa dos processos, ao mesmo tempo que reconhece as especificidades técnicas de cada tipo de edifício naquilo que é mais relevante para a caracterização e melhoria do desempenho energético [10].

A definição dos requisitos e a avaliação de desempenho energético dos edifícios passa a basear-se nos seguintes pilares: no caso de edifícios de habitação assumem posição de destaque o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas, aos quais acrescem, no caso dos edifícios de comércio e serviços, a instalação, a condução e a manutenção de sistemas técnicos. Para cada um destes pilares são, ainda, definidos

princípios gerais, concretizados em requisitos específicos para edifícios novos, edifícios sujeitos a grande intervenção e edifícios existentes [10].

Além dos requisitos de qualidade térmica serem atualizados, são introduzidos requisitos de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios. Ficam, assim, igualmente sujeitos a padrões mínimos de eficiência energética os sistemas de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação e de aproveitamento de energias renováveis de gestão de energia. Em complemento à eficiência energética, mantém-se a promoção da utilização de fontes de energia renovável [10].

São ainda definidas regras e requisitos para a instalação, condução e manutenção dos sistemas de climatização em edifícios de comércio e serviços, no sentido de promover o respetivo funcionamento otimizado em termos energéticos [10].

No que respeita à política de qualidade do ar interior, considera-se da maior relevância a manutenção dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, de forma a salvaguardar os mesmos níveis de proteção de saúde e de bem-estar dos ocupantes dos edifícios [10].

2.5. Caracterização energética nacional

2.5.1. Aspetos gerais

Enquanto a crise financeira (que surgiu em 2001) contribuiu para uma quebra do consumo energético em Portugal, a eletricidade de origem renovável conseguiu aumentar a sua contribuição no consumo final. As energias renováveis (essencialmente hídrica e eólica) mantinham-se como a principal fonte de eletricidade do país, representando 67% do consumo. Como resultado, a taxa de dependência energética de Portugal nunca esteve tão baixa. Embora essa tendência se venha a acentuar nos últimos anos, há uma redução à vista, uma vez que a importação de petróleo não tem diminuído [11].

A dependência energética é calculada a partir do coeficiente entre a quantidade de energia importada sobre a quantidade de energia consumida. A presente seção tem

como principal finalidade analisar a atual dependência energética de Portugal quando comparado com os restantes países da UE. De seguida, é analisado o consumo bem como a produção de energia primária em Portugal e mais uma vez comparado com os restantes países da UE.

2.5.2. Produção de energia primária em Portugal

A produção de energia primária é a primeira etapa na atividade de produção de energia. A estrutura da produção de energia primária é muito heterogénea entre países e altera-se muito lentamente ao longo das décadas pois depende fortemente das dotações de recursos naturais e dos investimentos passados em infraestruturas de produção como barragens ou centrais nucleares [12]. O Gráfico 2.6 mostra a produção de energia primária em Portugal de 1960 a 2008 [12].

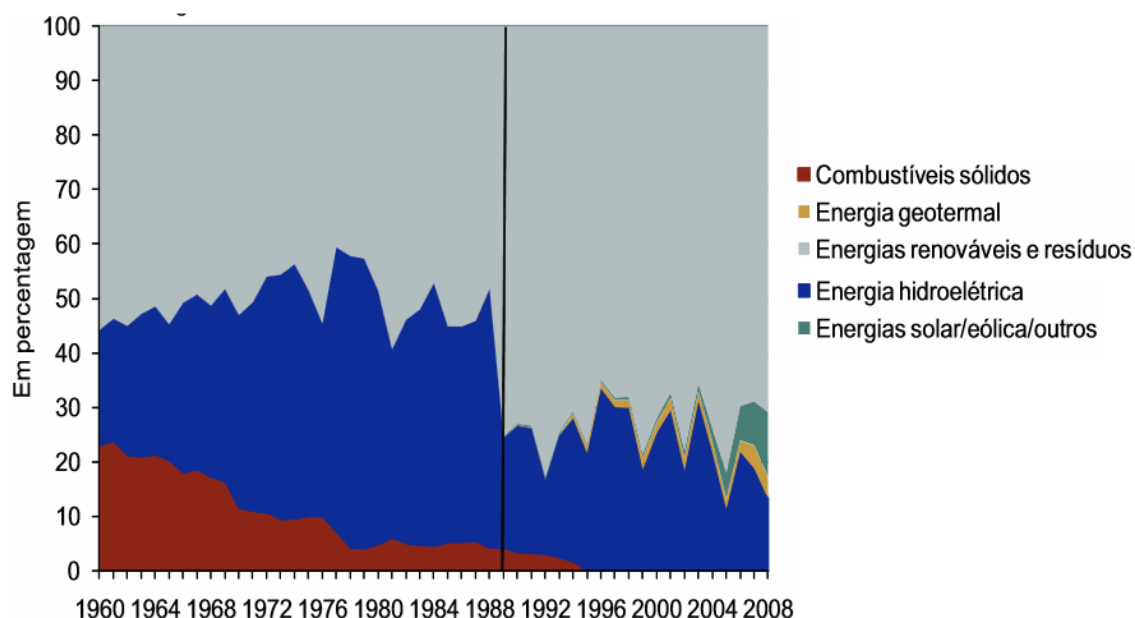


Gráfico 2.6 - Estrutura da produção de energia primária em Portugal [12].

Os combustíveis renováveis e resíduos² representam a maior parcela da produção doméstica de energia primária com uma quota de cerca de 70% em 2008 [12]. A produção de energia primária baseada em centrais hidroelétricas é a segunda maior fonte doméstica de energia primária, com uma quota média de 20% na última década.

² De acordo com a metodologia utilizada, os combustíveis renováveis e resíduos compreendem biomassa sólida e líquida, biogás e resíduos industriais e municipais.

Esta componente é relativamente volátil pois depende do volume de pluviosidade anual [12]. Os combustíveis sólidos (carvão e turfa), representaram cerca de 20% da produção de energia primária em Portugal no início dos anos sessenta, mas registaram uma tendência decrescente, tendo virtualmente desaparecido na última década. As energias renováveis como a solar, eólica e geotérmica aumentaram significativamente a sua importância, embora ainda representem uma parcela relativamente pequena da produção doméstica de energia primária (cerca de 16% em 2008) [12].

O Gráfico 2.7 compara a estrutura da produção de energia primária entre alguns países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) [12].

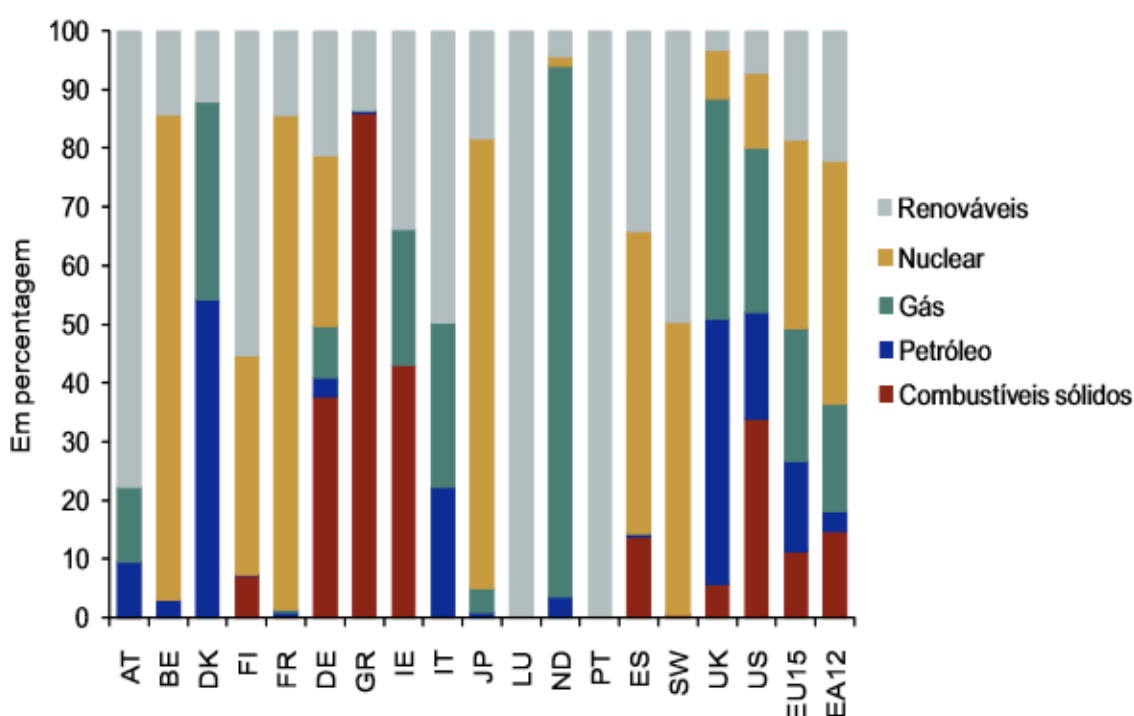


Gráfico 2.7 - Produção de energia primária em alguns países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [12].

Portugal e o Luxemburgo são os únicos países onde a produção de energia primária assenta inteiramente em energias renováveis. Outros países com reduzidas dotações de fontes de energia primária como petróleo, gás ou combustíveis sólidos adotaram a energia nuclear [12]. Este é o caso da Bélgica, Finlândia, França, Japão, Espanha e Suécia. Outras economias como a Alemanha, Países Baixos, Reino Unido (RU) e Estados Unidos da América (EUA) adotaram a energia nuclear apesar de possuírem relevantes dotações de outras fontes de energia primária. Os Países Baixos destacam-se pelo facto de apresentarem elevadas quotas de gás no conjunto da produção

de energia primária, enquanto que a Dinamarca apresenta significativas quotas de gás e petróleo [12].

2.5.3. Dependência energética de Portugal

Segundo o *Eurostat*, a dependência energética de Portugal, em 2013, foi de 73,5%. As exigências impostas pela EU têm sido cumpridas, visto que da análise ao Gráfico 2.8, constata-se que Portugal, apesar de possuir uma elevada dependência energética, tem vindo a diminuir essa mesma tendência. Verifica-se assim que a taxa tem decrescido desde 2005 até 2013, apesar de em 2008 e em 2010 terem ocorrido ligeiros aumentos [13].

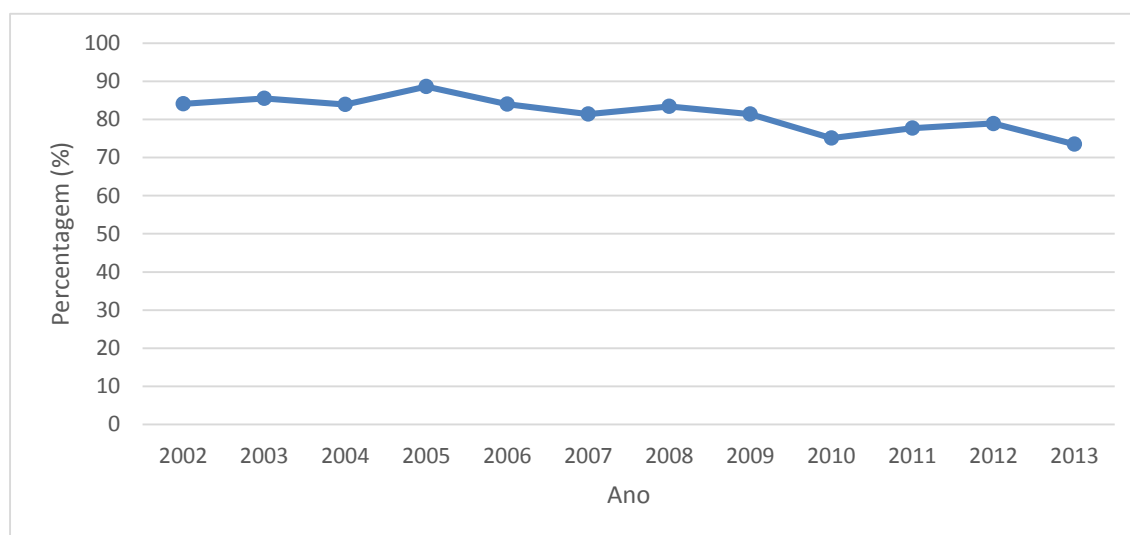


Gráfico 2.8 - Evolução da taxa de dependência energética de Portugal [13].

O principal fator que tem contribuído para a diminuição da dependência energética é o aumento da energia de origem renovável (essencialmente hídrica e eólica). O nível de dependência energética em Portugal tem sido sempre consideravelmente superior ao observado na EU-28 (73,5% contra 53,2% em 2013). Tal situação é em parte o reflexo da estrutura de produção de energia primária, que se baseia apenas em energias renováveis e liga-se à questão mais abrangente da fraca dotação de fontes de energia. Quando comparado com os restantes países da União Europeia, Portugal situa-se em oitavo lugar com maior dependência energética externa e encontra-se 20,3% acima da média da EU-28 (os 28 países da União Europeia), como se pode verificar no Gráfico 2.9.

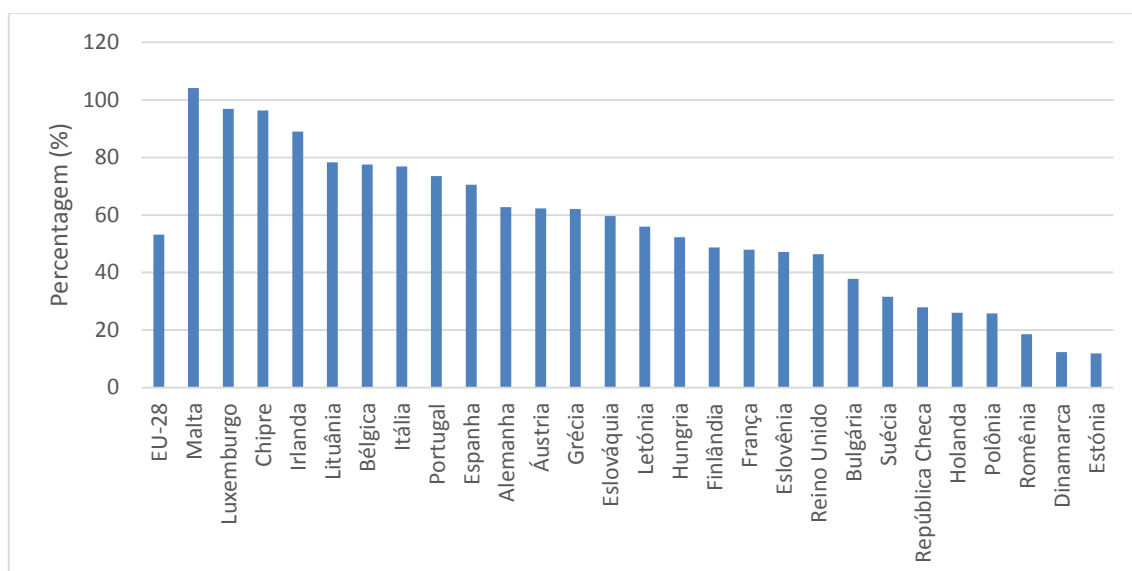


Gráfico 2.9 - Dependência energética dos países da União Europeia (%) [13].

Portugal encontra-se apenas atrás de Malta, Luxemburgo, Chipre, Irlanda, Lituânia, Bélgica e Itália, sendo que no extremo oposto se apresentam a Estónia e a Dinamarca. Esta elevada taxa de dependência energética é causada pela escassez de recursos energéticos endógenos no país, nomeadamente, petróleo, carvão e gás que demonstram ter uma acentuada relevância na sociedade e na economia do país, obrigando assim a importações de fontes energéticas de origem fóssil.

2.5.4. Consumo de energia primária em Portugal

Analisando agora o consumo de energia primária em Portugal que tem vindo a aumentar devido principalmente ao aumento da produção de energia elétrica com base em energias renováveis, sendo este um fator que contribui para a diminuição da dependência energética.

Segundo a análise do Gráfico 2.10, que traduz a evolução do consumo de energia primária em Portugal (entenda-se por energia primária todo o recurso energético que se encontra disponível na natureza, como petróleo, gás natural, energia hídrica, energia eólica, biomassa e solar), constata-se que, desde 2005, o consumo de energia primária tem vindo a aumentar, sofrendo uma pequena diminuição de 2010 a 2012.

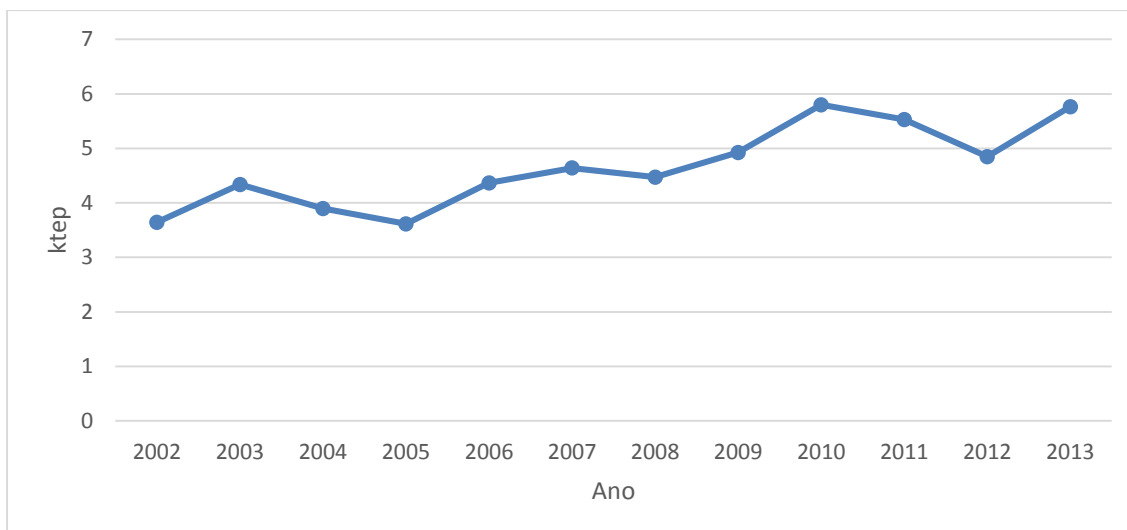


Gráfico 2.10 - Evolução do consumo de energia primária em Portugal [13].

Em comparação com os restantes países da UE, analisar Gráfico 2.11, Portugal encontra-se muito abaixo dos principais consumidores de energia primária, visto que apresentou um consumo anual de 5,76 ktep no ano de 2013. A França encontra-se no topo da tabela como o país mais consumidor com 135 ktep enquanto que Malta apresenta 0,01 ktep anual sendo o país que menos consumo de energia primária apresenta.

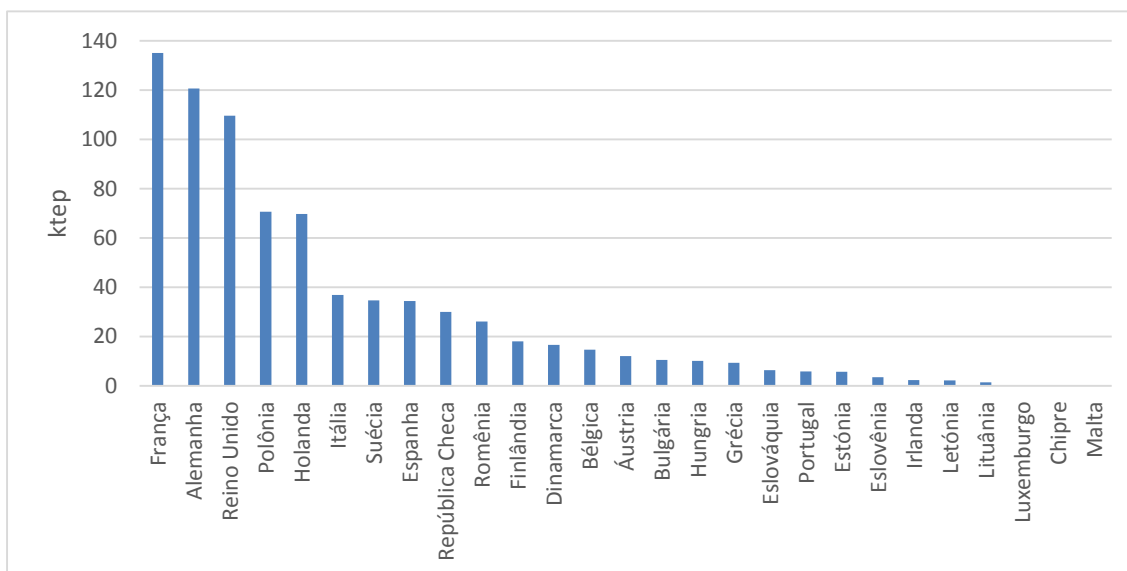


Gráfico 2.11 - Consumo de energia primária na União Europeia [13].

A estrutura do consumo primário de energia no território, considerando conjuntamente a produção doméstica primária e as importações líquidas, revela que o petróleo constitui a principal fonte de energia primária consumida na economia

portuguesa (55% em 2008) [12]. O Gráfico 2.12 apresenta a estrutura de produção de energia primária verificada em 2008.

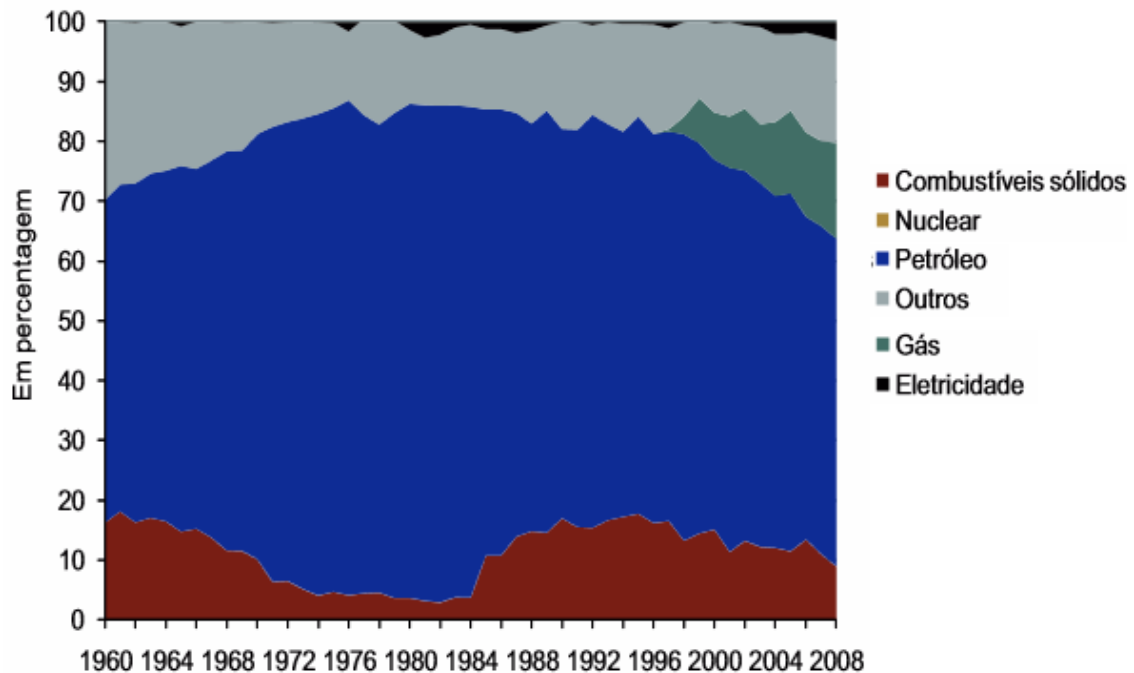


Gráfico 2.12 - Estrutura da produção de energia primária em Portugal [12].

As fontes de energia referidas no gráfico como “outros” englobam principalmente as energias renováveis, representando cerca de 17% do total [12]. O gás natural, que começou a fazer parte do consumo doméstico de energia primária em 1997, apresenta-se como o terceiro maior componente, com uma quota de 16% em 2008 [12]. A inclusão do gás no cabaz de fontes de energia primária em Portugal é sem dúvida uma das alterações mais significativas que ocorreram nas últimas décadas, substituindo em larga medida importações de petróleo [12]. Os combustíveis sólidos representaram nos últimos anos cerca de 10% do consumo total no território, registando uma tendência ligeiramente decrescente desde meados dos anos noventa. Finalmente, existe uma quota residual para a eletricidade que é importada diretamente, que não é o resultado de um processo de produção doméstico [12].

A estrutura do consumo de energia primária é geralmente mais homogénea entre países do que a da produção de energia primária [12]. O Gráfico 2.13 compara o consumo de energia primária em alguns países da OCDE em 2008.

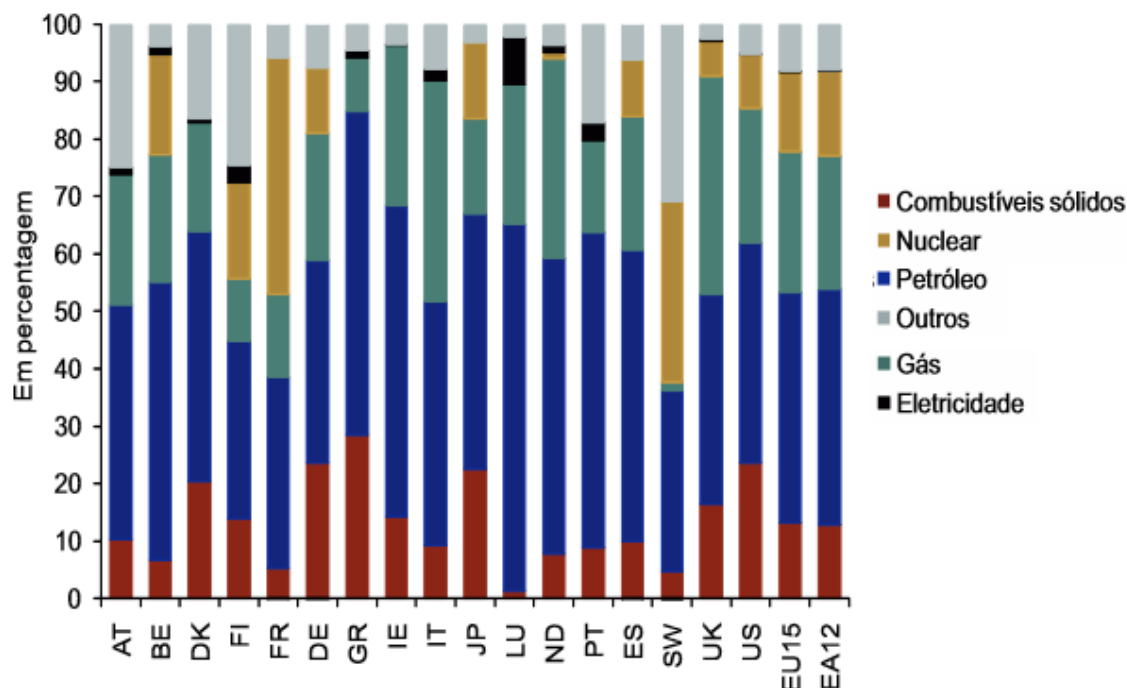


Gráfico 2.13 - Consumo de energia primária de alguns países da organização para a cooperação e desenvolvimento económico [12].

Algumas regularidades emergem desta comparação. A maioria dos países depende de petróleo e gás para mais de metade do consumo total de energia primária. Adicionalmente, os combustíveis sólidos tendem a representar menos de 20% do consumo total de energia primária. Por fim, a energia nuclear desempenha naturalmente um papel maior nos países com uma menor quota nos combustíveis fósseis [12].

Portugal é um país caracterizado por uma reduzida produção primária de energia, resultante da não existência de combustíveis fósseis e da não produção de energia nuclear. A produção de energia primária está totalmente associada a energias renováveis. Esta situação estrutural dá origem a um elevado nível de dependência energética, aspeto também observado noutros países da EU-28 [12].

No que concerne aos padrões de consumo de energia, o quadro geral não é muito diferente do observado noutros países europeus, com a indústria e os transportes representando a maior parte da energia consumida [12].

3. Eficiência energética nos edifícios

3.1. Enquadramento

A eficiência energética (EE) é o rácio entre o resultado em termos de desempenho, serviços, bens ou energia gerada e a energia utilizada para o efeito, estando diretamente relacionada com a utilização de energia de forma mais racional, sem prejuízo do nível de conforto ou da qualidade de vida dos utentes. Por outro lado, a utilização racional de energia (URE) é o conjunto de ações e medidas, que têm como objetivo a melhor utilização da energia, evitando o desperdício de energia através da alteração de alguns comportamentos ou mesmo de uma gestão de energia automatizada e bem adaptada às funcionalidades do edifício.

A URE é uma necessidade, devido principalmente à disponibilidade limitada dos recursos naturais e à sua capacidade, também limitada, da absorção de gases com efeito de estufa do planeta sem produzir impactos ambientais negativos. Assim, os Estados Membros da União Europeia (UE) devem tomar as medidas necessárias para garantirem que se estabelecem requisitos mínimos de eficiência energética, de modo a que todos os edifícios públicos construídos na Europa tenham um consumo de energia quase nulo a partir de 31 de Dezembro de 2018 e 31 de Dezembro de 2020 para todos os edifícios do setor privado [14].

Apresenta-se no Gráfico 3.1 a distribuição do consumo de energia na UE.

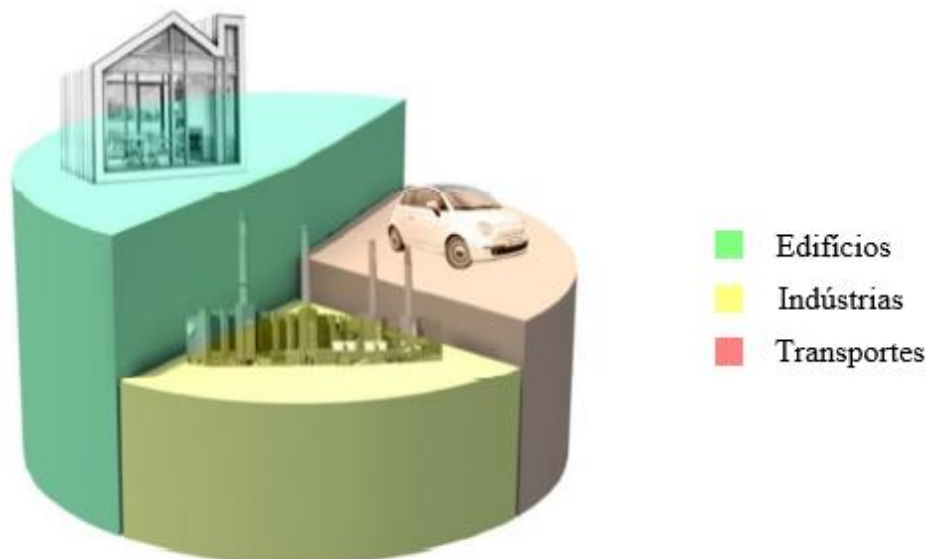


Gráfico 3.1 - Distribuição do consumo de energia na União Europeia [14].

Tendo em conta que, aproximadamente 41% do consumo total de energia na UE corresponde aos edifícios, o aumento da eficiência energética neste setor constitui uma das medidas mais importantes, por um lado, para reduzir os consumos de energia e, conseqüentemente a dependência energética da UE, e, por outro lado, diminuir as emissões de gases de efeito de estufa. Por isso, todos os edifícios deveriam ser projetados, construídos e reabilitados, de forma a pouparem energia, reduzindo as emissões de dióxido de carbono (CO₂) associadas [14].

Neste capítulo é abordado o conceito de Edifícios de Balanço Energético Zero (NZEB), é feita uma análise à construção de novos edifícios em Portugal, verificando-se que essa evolução tem sido decrescente nos últimos anos. São também descritas todas as etapas de uma auditoria energética cuja função é aumentar os índices de eficiência energética numa instalação. Os equipamentos presentes numa instalação são também um fator muito importante para o bem-estar dos seus utilizadores, sendo do seu interesse que os equipamentos tenham baixos consumos de energia. É ainda abordado neste capítulo o conceito da termografia através da radiação infravermelha emitida pelos objetos, de modo a aumentar a confiabilidade dos equipamentos. Por último são abordadas algumas metodologias para integração de energias renováveis nos edifícios.

3.2. Caracterização do edificado em Portugal

Segundo um estudo estatístico da construção e habitação publicado em 2014, o parque habitacional português foi estimado em 3.588.239 edifícios e 5.936.689 alojamentos, o que corresponde a um acréscimo de 0,2% face a 2013, tanto nos edifícios como nos alojamentos. Apresenta-se no Gráfico 3.2 a variação média anual do número de edifícios e de alojamento em Portugal registados entre 2001 e 2014.

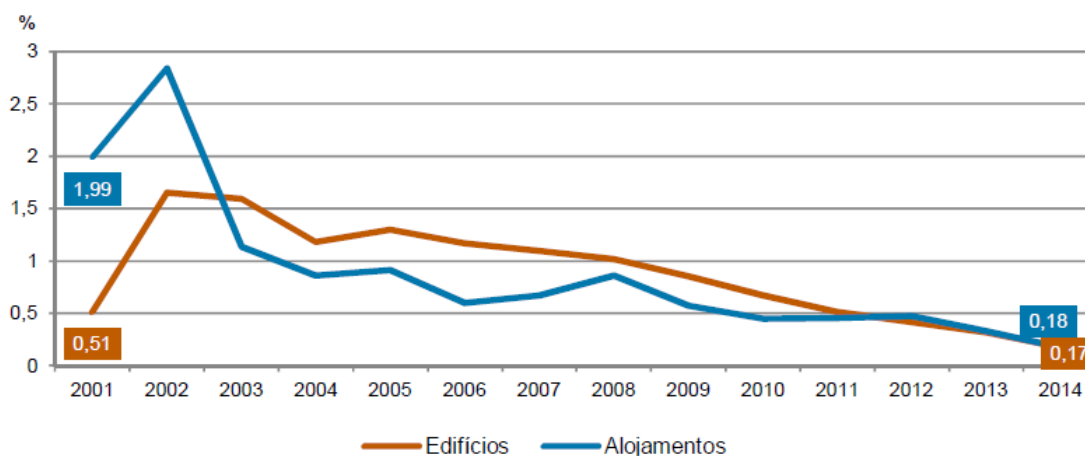


Gráfico 3.2 - Variação média anual do número de Edifícios Clássicos e de Alojamento em Portugal 2014 [15].

Analisando o Gráfico 3.2 verifica-se que o parque habitacional de Portugal cresceu a uma taxa anual média superior a 1% até 2008. A partir desse ano, as taxas de variação têm vindo a diminuir, registando um mínimo de 0,2% em 2014. Da análise da variação média anual do número de edifícios e alojamentos, entre 2001 e 2014, destaca-se o ano de 2002, com o acréscimo mais significativo, em ambas as variáveis, que correspondeu ao último ano de existência de condições especiais no crédito à habitação tendo-se verificado um acréscimo muito significativo de obras concluídas nesse ano.

Entre 2013 e 2014 registou-se um aumento de 6.263 edifícios e 10.513 alojamentos, tendo as regiões Norte e Centro sido as que mais contribuíram para estas diferenças (44,3% e 30,7% no caso dos edifícios e 40,1% e 29,1% no caso dos alojamentos, respetivamente).

3.3. Edifícios de balanço energético zero

3.3.1. Aspectos gerais

Os Edifício de Balanço de energia (quase) zero (NZEB) ou *nearly zero energy buildings* são aqueles que a produção de energia no edifício (ou nas suas proximidades) igualam o seu consumo, este constitui o objetivo da UE para os novos edifícios a construir a partir do ano 2020 [16]. A partir de 2020, os edifícios novos terão de ser NZEB e os edifícios do Estado vão ser os primeiros a ter que dar o exemplo, dois anos antes, em 2018. A revisão da Diretiva 2010/31/EU para os edifícios através da *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) menciona um edifício “com um desempenho energético muito elevado em que as necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas por renováveis” [17]. Estes edifícios com baixas necessidades energéticas compensadas pela contribuição das renováveis localmente ou nas proximidades já fazem parte das boas práticas neste domínio em muitos países da Europa. A EPBD lançou o desafio, definindo as metas e deixando a interpretação para os Estados Membros (EM). Cada um terá que apresentar uma definição mais concreta, um plano de ação e estabelecer uma série de requisitos e limites que vão ao encontro do que se pede [17].

Existem 2 passos fundamentais para que um edifício seja o mais eficiente possível, o primeiro é reduzir as necessidades do edifício, através das soluções apresentadas no Gráfico 3.3.



Gráfico 3.3 - Soluções para a redução energética de um edifício [18].

Como se pode visualizar existem várias formas de intervir no que se refere à redução da energia elétrica. Nos edifícios já existentes fará mais sentido intervir nos sistemas eficientes (Iluminação eficiente e Equipamentos eficientes) uma vez que é de substituição fácil e proporciona uma poupança anual considerável. Nos edifícios novos deve-se aplicar todas as soluções de forma a obter-se o máximo de eficiência.

O segundo passo é a contribuição das energias renováveis, ver Figura 3.1.

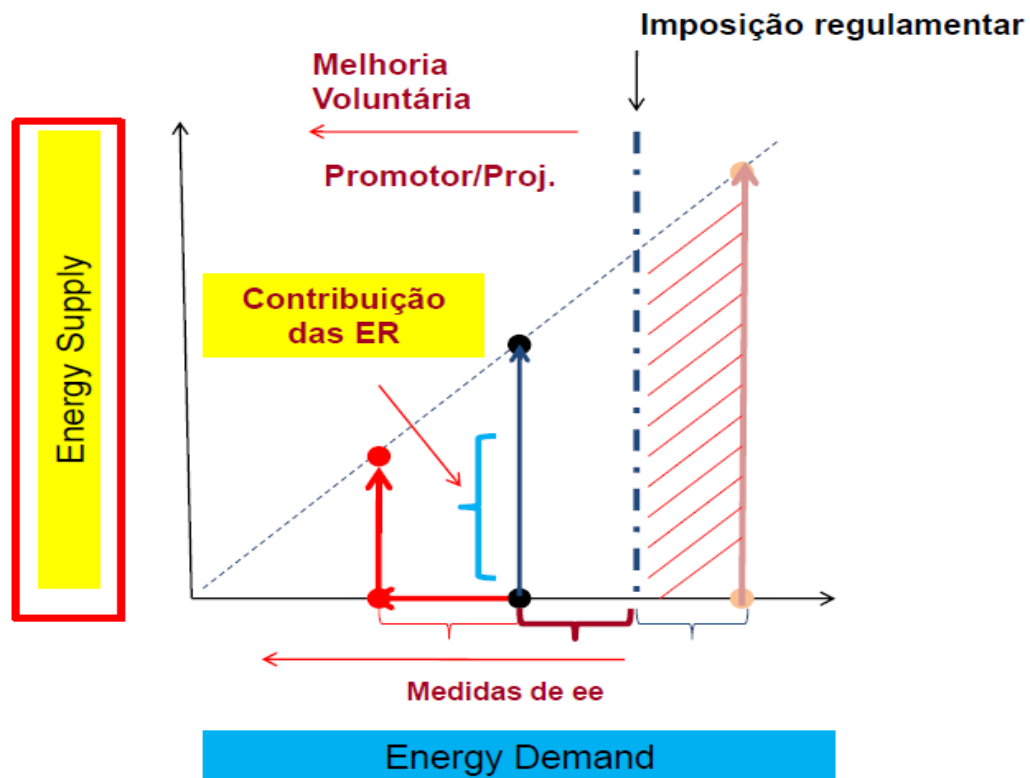


Figura 3.1 – Contribuição das energias renováveis para a redução das necessidades energéticas dos edifícios [18].

As energias renováveis apresentam um grande peso na diminuição da fatura energética, e como são renováveis a sua utilização e uso pode-se manter e ser aproveitado ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa mesma forma. A energia eólica, solar, hídrica são exemplos entre muitos de fontes renováveis utilizadas em edifícios.

Nesta seção, além de ser abordado um tema que atualmente se encontra na moda devido as exigências impostas aos novos edifícios que terão que ser NZEB a partir de 2020, serão apresentadas algumas soluções existentes para o cumprimento dessas metas. Por último será apresentado o caso da Dinamarca, um dos poucos países a par da

Alemanha, Reino Unido e Suécia que já têm o seu próprio plano nacional de ação para a implementação dos NZEB.

3.3.2. Soluções para Edifícios de Balanço Energético Zero

3.3.2.1. Aspectos gerais

Nesta seção são abordadas soluções para a obtenção de edifícios em que o seu balanço energético é quase zero. Devido as metas impostas pela EU até 2020 revela-se de extrema importância a aplicação de estratégias que minimizem os consumos energéticos.

3.3.2.2. Norma *Passivhaus*

Uma das soluções para se obter um NZEB é seguir a norma *Passivhaus*. Desenvolvida pelo investigador alemão *Wolfgang Feist*, no *Passivhaus Institut* (PHI), desde os finais dos anos 80, trata-se de uma norma que tem ganho adeptos por toda a Europa, contando já com 32.000 edifícios com este selo, tendo inclusive sido adotada como obrigatória em alguns países e cidades, como por exemplo na Áustria e em Frankfurt [17].

Este apresenta-se como um conceito que pretende ser adaptável a todos os climas do mundo, havendo já registos de projetos no Japão e na Coreia do Sul. O conceito tem como base um excelente isolamento térmico que mantém o calor desejado no interior e o indesejado no exterior, um sistema de ventilação que fornece ar novo constante ao interior e um sistema de recuperação de calor de elevada eficiência que permite que o calor existente no ar e que é extraído seja reutilizado. Os resultados apontam para poupanças energéticas até 90%, comparativamente aos edifícios típicos do Centro da Europa e de 75% em relação a novas construções [17].

3.3.2.3. Casas solares ativas

Outra das soluções para se obter um NZEB é ter uma casa solar ativa. As casas solares ativas são capazes de se aquecerem de forma muito eficiente através do uso de coletores solares térmicos instalados nas coberturas. As casas solares ativas incluem um isolamento térmico muito bom, espaço para uma grande área de coletores solares, assim como para um grande depósito de armazenamento de água quente. De acordo com a

definição do *Sonnenhaus Institut*, uma casa solar ativa deve ter um consumo máximo de energia primária de 15kWh/m²/ano, semelhante ao que é exigido na norma *Passivhaus* [17].

3.3.2.4. Plusenergie Haus

Outro conceito dos NZEB são as casas *Plusenergie Haus*. Estas casas distinguem-se por produzir mais energia do que aquela que consomem. Caracterizam-se pela utilização de energias renováveis, classificando-se assim como neutras em termos de emissões de carbono. Este conceito existe já há mais de 15 anos e podem até ser encontrados exemplos em várias cidades alemãs. No entanto, a prioridade deste tipo de casas passa pelo objetivo de serem neutras em termos de emissões de carbono e não tanto por alcançar um baixo consumo energético. Há, porém, a preocupação de utilizar a energia de forma inteligente [17].

3.3.3. Caso da Dinamarca

A Dinamarca é dos poucos países que já criou o seu plano nacional de ação para implementação dos NZEB (juntamente com a Alemanha, Reino Unido e Suécia), tendo para isso definido um conjunto de requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios. Os dois principais documentos que estabelecem as diretrizes gerais para a política de eficiência energética Dinamarquesa são [19]:

- *Our Future Energy*, publicado em Novembro de 2011;
- *Energy Agreement, accelerating green energy towards 2020*, publicado em Março de 2012.

Trata-se de uma definição ambiciosa, mas provavelmente ao nível da ambição a que todos os EM estarão sujeitos (dentro da sua realidade). O estabelecimento dos requisitos foi realizado tendo em conta etapas para os anos 2010, 2015 e 2020, e focam-se numa distinção desses requisitos aplicáveis às necessidades energéticas dos edifícios residenciais e não residenciais, bem como a diminuição dos fatores de conversão de energia primária, devido ao aumento do contributo da energia renovável [17].

Na Tabela 3.1 apresentam-se os requisitos de desempenho energético na regulamentação Dinamarquesa.

Tabela 3.1 - Requisitos de desempenho energético na regulamentação Dinamarquesa [17].

Valores para:		2010 (kWh/m ² .ano)	2015 (kWh/m ² .ano)	2020 (kWh/m ² .ano)
Limite de necessidades de energia para:	Edifícios Residenciais	52,5+1650/Ab	30+1000/Ab	20
	Edifícios não Residenciais	71,3+1650/Ab	41+1000/Ab	25
Fatores de conversão para:	Eletricidade	2,5	2,5	1,8
	Rede urbana de calor	1,0	0,8	0,6

Esses limites têm em conta o uso de energia relativo ao aquecimento, arrefecimento, ventilação, produção de águas quentes sanitárias (AQS) e iluminação, este último apenas para os edifícios não residenciais. Requisitos adicionais, focam-se nas perdas de energia pela envolvente dos edifícios, eficiência dos equipamentos, isolamento de tubagens, controlo e regulação, entre outros [17].

A redução das necessidades de energia primária nos edifícios é acompanhada, para além do aumento de eficiência energética, pela redução dos fatores nacionais de conversão para energia primária e por via da expectativa de aumento do contributo de fontes de energia renovável locais ou nas proximidades do edifício [17].

3.4. Auditorias Energéticas

3.4.1. Aspetos gerais

A gestão energética numa instalação (estabelecimento industrial, edifício, etc.) é fundamental para uma utilização racional dos combustíveis e da energia elétrica. No entanto, para que seja eficaz, tem de se basear em dados concretos. De facto, para implementar as medidas adequadas numa instalação, é indispensável o controlo rigoroso dos seus consumos de energia. Isto implica ter por base uma contabilidade energética que permita conhecer no tempo os consumos de todas as formas de energia utilizadas e a sua

relação com a(o) produção/serviço da instalação. Desta forma, poderão estabelecer-se os consumos específicos de energia, assim como, os custos energéticos da atividade [20].

No entanto, não basta o conhecimento da contabilidade energética. Esta apenas permite uma visão macroscópica da utilização da energia sem atender ao estado de utilização dos diversos equipamentos, aos seus rendimentos, às várias perdas que cada um apresenta. Para pôr em prática soluções que permitam reduzir energia em todas as utilizações, é necessário proceder a medições, recolhendo os dados necessários aos cálculos das várias perdas energéticas dos principais equipamentos consumidores de energia. Entrando-se assim no campo das auditorias energéticas, sendo estas um procedimento sistemático através do qual se obtém um conhecimento adequado sobre as características do consumo energético de um edifício. A Figura 3.2 apresenta as diferentes etapas de uma auditoria energética.

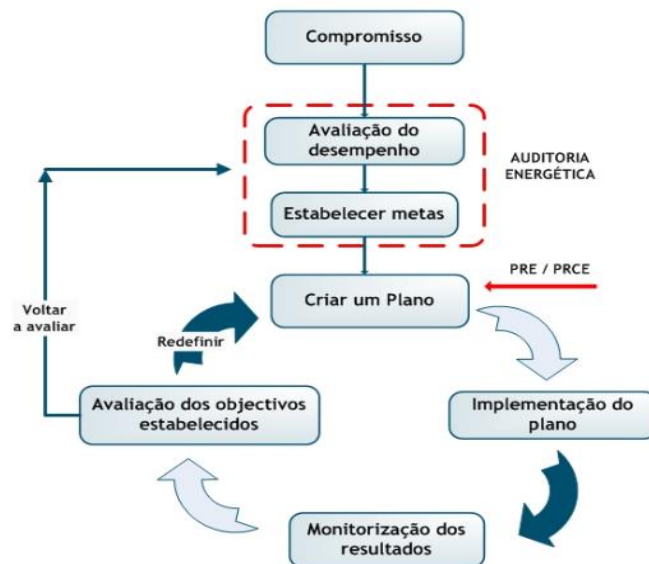


Figura 3.2 – Etapas de realização de uma auditoria energética [21].

Com efeito, qualquer programa de gestão de energia tem de estar fundamentado em objetivos numéricos, fornecidos pela auditoria, além de especificar em detalhe como alcançar esses objetivos. É, também, através do recurso a auditorias periódicas que o cumprimento desse mesmo programa deve ser verificado. Estas poderão, da mesma forma, permitir a reformulação ou elaboração de novos programas, face a possíveis alterações introduzidas por novos equipamentos, processos ou produtos/serviços [20].

A metodologia, mais comum, utilizada na execução de uma auditoria energética é constituída basicamente por quatro fases de intervenção:

- Primeira fase – A preparação da auditoria;
- Segunda fase – A intervenção no local da instalação a auditar;
- Terceira fase – O tratamento da informação recolhida nas duas primeiras fases;
- Quarta fase – A elaboração do relatório da auditoria energética.

De seguida serão descritas as quatro fases de uma auditoria e quais os aspetos abordados em cada uma, sendo também descritos alguns aspetos referentes ao fornecimento de energia elétrica às instalações.

3.4.2. Primeira fase

A fase de preparação da auditoria reveste-se de grande importância, constituindo um elemento decisivo para a qualidade do trabalho a desenvolver. Esta primeira fase é normalmente composta pelas seguintes tarefas [22]:

- Visita prévia às instalações a auditar;
- Recolha dos dados correspondentes aos registos históricos dos últimos três anos de atividade (quando possível);
- Estudo e análise do processo produtivo implementado nas instalações a auditar;
- Levantamento das tecnologias de processo e das tecnologias energéticas, disponíveis no mercado, caracterizadas por uma elevada eficiência.

A visita prévia permite um primeiro contacto com a instalação devendo ser feita, nesta fase, uma análise profunda sobre o processo (ou processos) produtivo implantado, estabelecendo-se os fluxogramas dos processos que deverão acompanhar os auditores no trabalho de campo a ser desenvolvido posteriormente [22].

Nesta primeira visita deverão ser, também, avaliados os pontos onde deverão ser realizadas medidas e registos energéticos, com vista a serem disponibilizados os meios necessários [22]. Com vista a permitir obter um conjunto de informação relevante para posterior tratamento e conseqüente produção de indicadores de referência, deverá nesta primeira fase ser efetuada uma cuidada recolha dos dados correspondentes aos registos históricos dos últimos anos de atividade (normalmente três anos). Alguns dos dados a recolher nesta fase são [22]:

- Consumos de energia final por tipo de energia consumida e por ano;
- Fatura energética por tipo de energia consumida e por ano;

- Produções anuais, em unidades físicas (kg, t, l, etc.), por tipo de produto;
- Valores brutos da produção, por tipo de produto e por ano;
- Valores acrescentados brutos, por tipo de produto e por ano;
- Custos anuais de exploração.

A recolha inicial de dados constituirá um complemento ao inquérito normalmente enviado à empresa para preenchimento.

No que se refere ao fornecimento de energia elétrica às instalações, há um conjunto de aspetos que merecem particular necessidade de identificação aquando da realização de uma auditoria energética nomeadamente a tensão de alimentação de energia elétrica, os ciclos horários, a potência a contratar, a potência reativa, etc. Esses aspetos serão descritos de seguida.

3.4.2.1. Aspetos gerais

Nesta seção são abordados alguns fatores que uma vez mal calculados pode levar a que se tenha encargos desnecessários com a energia, nomeadamente fatores como a Tensão de alimentação, a Potência Contratada e o tarifário escolhido.

Relativamente à energia reativa, quando consumida numa instalação, representa um encargo desnecessário visto que com uma correta correção do fator de potência esse encargo pode ser anulado. Se uma instalação já estiver equipada com baterias de condensadores é necessário estar atento a fatura elétrica uma vez que as baterias podem estar mal dimensionadas ou ate mesmo danificadas.

3.4.2.2. Tensão de alimentação de energia elétrica

A tensão de alimentação pode ser fornecida ao cliente em 5 níveis distintos [23]:

- Muito Alta Tensão (MAT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 110 kV;
- Alta Tensão (AT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV;
- Média Tensão (MT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV;
- Baixa Tensão Especial (BTE) - tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV com a potência contratada superior a 41,4 kW;

- Baixa Tensão Normal (BTN) - tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV com a potência contratada inferior ou igual a 41,4 kW.

A maioria das pequenas e médias empresas são abastecidas em BTE ou em MT. Os abastecimentos em MT pressupõem a existência de um posto de transformação (PT) na instalação [23].

À medida que se vai elevando o nível da tensão de fornecimento, o custo unitário da energia consumida vai diminuindo. No entanto, a instalação de um PT/SE (subestação no caso de AT/MAT) implica o investimento no transformador, obra de engenharia e ainda outros custos, pelo que a opção pelo aumento da tensão de fornecimento deverá obedecer a critérios de racionalidade financeira onde o retorno do investimento no transformador deverá ser avaliado através da simulação do benefício obtido em ser faturado em MT [23].

3.4.2.3. Ciclos Horários

Os ciclos horários de entrega de energia elétrica previstos no Regulamento Tarifário³ para clientes finais em MT, AT e MAT, são diferenciados em [23]:

- Ciclo Diário;
- Ciclo Semanal;
- Ciclo Semanal Opcional.

Cada ciclo possui períodos horários que se dividem em horas de ponta, cheias, vazio e super-vazio. As horas de ponta são as que representam um custo mais elevado, cerca do dobro do custo das horas cheias e cerca do triplo do custo das horas de vazio.

No “Anexo VI – Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental (Inverno e Verão)” é apresentado para cada um dos ciclos horários a respetiva distribuição dos períodos horários [23].

No ciclo diário a distribuição dos períodos horários é igual nos 7 dias da semana. Este ciclo é normalmente favorável a entidades que laboram 5 dias por semana. Já no

³ O Regulamento Tarifário define a estrutura tarifária:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/regulamentos/tarifario/Paginas/default.aspx>

caso de entidades que trabalham no fim-de-semana com carga semelhante aos dias úteis o ciclo semanal deverá ser o mais vantajoso financeiramente [23].

3.4.2.4. Potência Contratada

A potência contratada define o valor instantâneo máximo de energia elétrica que uma instalação de consumo pode receber. O valor da potência contratada e o dimensionamento da instalação elétrica estão intimamente ligados, assim como também o dimensionamento da rede elétrica mais próxima da instalação. Por essa razão a faturação de energia elétrica tem em consideração a aplicação de um preço de potência contratada que reflete os custos das redes de distribuição associados à disponibilização da potência solicitada por cada consumidor [23].

A potência contratada é atualizada pelo máximo valor de potência tomada ocorrida nos últimos 12 meses (incluindo o mês de faturação), sendo a potência tomada o maior valor de potência ativa média verificada na instalação em períodos de 15 minutos, durante todo o período de medição. Por outro lado a potência contratada tem os seguintes valores mínimos [24]:

- A potência contratada não pode ser superior à potência requisitada;
- Salvo acordo escrito celebrado pelas partes, a potência contratada por ponto de entrega em MT, AT ou MAT não pode ter um valor, em kW, inferior a 50% da potência instalada, em kVA, medida pela soma das potências nominais dos transformadores relativos ao ponto de entrega;
- Na mudança de fornecedor, a potência contratada a considerar no momento da mudança corresponde ao último valor desta grandeza utilizado na faturação do uso de redes, sendo considerada, para efeitos de atualização da potência contratada, prevista no número anterior, a máxima potência tomada, registada nos 12 meses anteriores, incluindo o mês a que a fatura respeita.

3.4.2.5. Potência Reativa

Todos os motores elétricos alimentados em corrente alternada convertem a energia elétrica fornecida em trabalho mecânico e calor. A Figura 3.3 mostra o esquema de conversão de energia elétrica em energia mecânica.

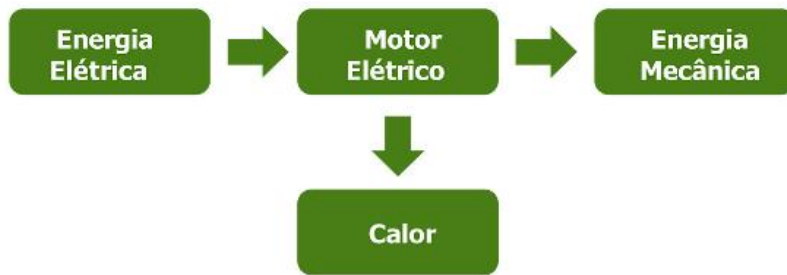


Figura 3.3 – Esquema de conversão de energia elétrica em energia mecânica [23].

Esta energia mede-se em kWh e denomina-se energia ativa. Os recetores que absorvem unicamente este tipo de energia denominam-se resistivos [23].

Certos recetores necessitam de campos magnéticos para o seu funcionamento (motores, transformadores, etc.) e consomem outro tipo de energia denominada energia reativa. O problema deste tipo de cargas (denominadas indutivas) é que absorvem energia da rede durante o dia (criação dos campos magnéticos) e entregam-na durante a noite (destruição dos campos magnéticos). Esta transferência de energia entre os recetores e a fonte provoca perdas nos condutores, quedas de tensão nos mesmos, e um consumo de energia suplementar que não é aproveitada diretamente pelos recetores [23].

A conexão de cargas indutivas numa instalação provoca o desfasamento entre a onda de intensidade e a tensão. O ângulo ϕ mede este desfasamento e indica a relação entre a intensidade reativa (indutiva) de uma instalação e a intensidade ativa da mesma. Assim, o co-seno de ϕ (fator de potência) é uma grandeza que verifica a eficácia com que a corrente elétrica é convertida em trabalho útil, como se apresenta na Figura 3.4 [23].

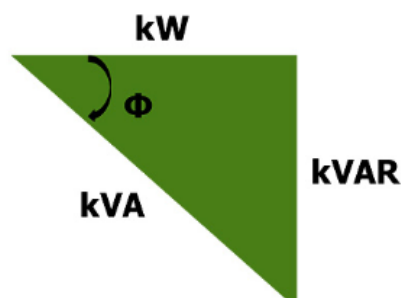


Figura 3.4 – Representação gráfica do fator de potência [23].

Um fator de potência igual a 1 significa que não há consumos de energia reativa, sendo o fator de potência tanto mais baixo quanto maior for o consumo de energia reativa. É possível agrupar diversos equipamentos comuns em instalações industriais e de

comércio segundo o seu fator de potência típico. Na Tabela 3.2 apresenta-se o fator de potência de alguns equipamentos [23].

Tabela 3.2 – Fator de potência dos equipamentos mais habituais [23].

Equipamentos	Fator de potência
Motor assíncrono com carga até 25%	0,3 - 0,4
Motor assíncrono com carga entre 25 a 50%	0,5 - 0,7
Lâmpadas fluorescentes não compensados	
Motor assíncrono com carga entre 50 a 100%	0,7 - 0,9
Lâmpadas fluorescentes compensadas	
Lâmpada de incandescência	1
Aquecimento por resistência elétrica	

A correção do fator de potência ou correção da energia reativa de uma instalação oferece incontestáveis vantagens. Se do ponto de vista técnico permite a redução sensível das perdas por efeito de Joule, do ponto de vista económico o Regulamento Tarifário prevê a existência de uma tolerância na faturação da energia reativa consumida nas horas fora do vazio. Esta tolerância corresponde a 40% da energia ativa consumida fora do vazio, isto é, no mesmo período de contagem da energia reativa consumida [23]. A tolerância de 40%, traduz-se num valor de fator de potência de 0,93. Assim, uma instalação com um fator de potência superior a 0,93 não será faturada de consumo de energia reativa. A Tabela 3.3 apresenta os fatores multiplicativos a aplicar ao preço de referência da energia reativa, por escalão.

Tabela 3.3 – Fatores multiplicativos a aplicar ao preço de energia reativa, por escalão⁴.

Escalão	Descrição	Fator multiplicativo
Escalão 1	Correspondente a $\text{tg } \phi$ superior ou igual a 30% e inferior a 40%	0,33
Escalão 2	Correspondente a $\text{tg } \phi$ superior ou igual a 40% e inferior a 50%	1
Escalão 3	Correspondente a $\text{tg } \phi$ superior ou igual a 50%	3

⁴ Valor retirados da ERSE, Despacho n.º 12605/2010

Uma instalação equilibrada apresenta um fator de potência entre 0,94 e 0,96. A diferença entre a energia reativa consumida e a energia reativa tolerada designa-se por energia reativa faturada [23].

À exceção dos consumidores com alimentação em BTN, todos os consumidores são alvo de faturação de energia reativa. No entanto, certos consumidores não dispoñdo de contador de emissão de energia reativa, só pagam o excesso de consumo. É o caso da maioria dos consumidores abastecidos em BTE e de certas instalações antigas de MT. Nas instalações equipadas com telecontagem são faturadas quer o consumo, quer a emissão de energia reativa [23].

3.4.3. Segunda fase

Após a fase de preparação da auditoria, abordada anteriormente, a equipa de técnicos auditores (normalmente constituída por um Engenheiro Mecânico e por um Engenheiro Eletrotécnico) iniciará a fase de trabalhos de campo que deverá começar pela recolha de toda a informação necessária ao completo preenchimento do modelo de inquérito apresentado e à correção de dados eventualmente errados ou incorretos [22].

A intervenção no local consiste basicamente na análise das condições de utilização da energia na instalação a auditar procedendo a um conjunto de medições, registos e análises que deverão permitir [22]:

- Caracterizar os equipamentos produtores e consumidores de energia, quanto ao seu consumo e à sua eficiência energética;
- Determinar os consumos de energia final (por forma de energia utilizada) em cada um dos sectores produtivos da empresa;
- Determinar os diagramas de carga da instalação consumidora, globais, por sector produtivo e por forma de energia utilizada;
- Elaborar balanços energéticos (balanços térmicos, balanços de massa e de energia) dos equipamentos (ou de processos) de maior importância energética;
- Determinar os consumos específicos globais e por tipo de produto produzido;
- Propor soluções técnicas, ou de gestão, conducentes à redução dos consumos de energia, mantendo o mesmo nível de prestações;
- Propor (se inexistente) a instalação de aparelhos de medida, de grandezas energéticas, em pontos estratégicos que permitirão, ao gestor de energia fazer

uma monitorização adequada à instalação consumidora quer na sua globalidade quer por sectores produtivos da empresa.

3.4.4. Terceira fase

Após o período de intervenção no local os técnicos auditores deverão organizar toda a informação recolhida, nas duas primeiras fases, com vista ao seu adequado tratamento [22].

O tratamento de toda a informação deverá ser orientado no sentido de produzir todo um conjunto de indicadores e de outros resultados cujo universo deverá ser previamente estabelecido em termos qualitativos e nas suas grandes linhas gerais de enquadramento [22]. Basicamente, este universo de indicadores e resultados pode ser constituído pelos seguintes elementos fundamentais [22]:

- Consumos de energia final; global da instalação, por sector produtivo, por equipamento significativo e por tipo de energia consumida;
- Consumos específicos; global da instalação, por sector produtivo, por equipamento significativo e por tipo de energia consumida;
- Consumos unitários dos equipamentos mais importantes em termos energéticos;
- Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores e produtores de energia;
- Intensidades energéticas; global da produção, por sector produtivo e por tipo de energia;
- Soluções tecnológicas (energéticas e de processo) com vista a serem implementadas e com o objetivo de produzirem acréscimos na eficiência energética do sistema;
- Análises técnico-económicas de custo-benefício das soluções tecnológicas inventariadas;
- Soluções organizacionais para a implementação de um sistema de gestão de energia permanente, se não existir;

3.4.5. Quarta fase

A auditoria energética às condições de utilização da energia numa instalação consumidora ficará concluída, com a elaboração do respetivo relatório [22].

Este documento deverá apresentar ao gestor da empresa e ao gestor de energia toda a informação (recolhida e tratada) de uma forma organizada e coerente [22].

Na elaboração deste relatório deverá ter-se em consideração que a auditoria energética constitui um instrumento fundamental para o início de um processo continuado de gestão da energia na empresa auditada [22].

3.5. Principais equipamentos consumidores de energia em edifícios

3.5.1. Aspetos gerais

Os sistemas energéticos que se encontram integrados nos edifícios, para aumentar o conforto e as funções disponibilizadas aos utilizadores, são a outra componente que determina as emissões de CO₂ para a atmosfera, a qualidade do ar interior e, por consequência, a saúde dos seus moradores. Os consumos de energia em edifícios, bem como os respetivos custos de operação e de manutenção resultam também do correto dimensionamento e da especificação dos sistemas energéticos, pelo que se torna relevante a forma como os sistemas tiram o melhor partido do desempenho passivo do edifício no qual se integram.

Nesta seção são abordados os sistemas de climatização bem como os equipamentos que dele fazem parte. São ainda descritos alguns equipamentos cuja função é o aquecimento da água e que apresentam altos rendimentos. Relativamente à iluminação artificial, atualmente existem lâmpadas cujo consumo revela-se muito reduzido, quando combinado com o sistema de comando correto, esse conceito é abordado nesta seção também. Por último são abordados os eletrodomésticos e descrita a importância da sua eficiência.

3.5.2. Sistema de climatização

3.5.2.1. Aspetos gerais

Os sistemas de climatização têm como função manter a temperatura ambiente de uma habitação agradável para o conforto do ser humano. Quando não é possível atuar em termos construtivos, a climatização de uma casa implica recorrer a equipamentos que, por sua vez, podem utilizar energias renováveis/alternativas, eletricidade ou gás. As

fontes de energia renováveis para a climatização podem ser provenientes de sistemas solares térmicos, sistemas a biomassa, sistema solar térmico combinado com sistema a biomassa, bomba de calor, etc. A tipologia dos sistemas tradicionais podem ser sistema central (gás ou elétrico), acumulador de calor, ar condicionado, lareira elétrica, etc.

Nesta seção são abordados os equipamentos/sistemas disponíveis no mercado utilizados para a climatização e o aquecimento de água, quer utilizem como fonte de energia, energia renovável ou energia tradicional (gás, eletricidade, etc). São representados ainda alguns equipamentos que têm como função regular o aquecimento e permitir aumentar a eficiência desses aparelhos.

3.5.2.2. Fontes de energia renováveis possíveis para climatização

A utilização de painéis solares térmicos é uma boa opção de investimento para o aquecimento das águas sanitárias de uma casa. Porém, se se pretende utilizar com o intuito de aquecer o ambiente, o investimento deixa de ser economicamente viável dado que é necessário adquirir um número superior de painéis que posteriormente serão utilizados poucos meses durante o ano [25].

Pode-se, no entanto, viabilizar o investimento de vários modos. Por exemplo, aproveitar os painéis solares para aquecer a água de uma piscina ou no pré-aquecimento de uma casa de férias, durante o período em que esta se encontra desabitada, economizando no aquecimento quando voltar a ser ocupada [25].

A Figura 3.5 mostra um sistema solar térmico para a climatização.



Figura 3.5 – Exemplo de sistema solar térmico para climatização [25].

A utilização de painéis solares térmicos no aquecimento ambiente deve ser feita com um sistema de piso radiante, pois estes sistemas, ao contrário dos radiadores, não precisam de água tão quente e têm um melhor rendimento [25].

A biomassa é outra forma de usar as energias alternativas aplicadas no aquecimento, podendo ser utilizada em lareiras com recuperador de calor ou num sistema a *pellets*. Ambos os sistemas podem ser utilizados, quer no aquecimento da divisão onde o sistema está instalado, quer no aquecimento de outras divisões da casa, através de tubagens que conduzem o ar aquecido para as restantes divisões. De modo a viabilizar a utilização destes sistemas noutras divisões poderá ser necessária a instalação de um pequeno motor para ajudar a puxar o ar quente para as divisões a climatizar [25].

Outra das formas é um sistema misto solar térmico combinado com um sistema a biomassa, que permite, no Verão, aquecer as águas sanitárias através do painel solar. Já no Inverno, o painel solar contribui para o aquecimento da habitação, através do pré-aquecimento da água que depois circula no sistema a biomassa [25]. A Figura 3.6 mostra um sistema misto.



Figura 3.6 – Exemplo de um sistema misto (solar térmico + biomassa) [25].

Este sistema funciona com radiadores ou sobre um piso radiante. Contudo deve-se ter em atenção que o piso radiante não precisa de temperaturas tão elevadas como os radiadores, apresentando, assim, uma necessidade energética inferior para fazer o aquecimento da habitação [25].

As bombas de calor geotérmicas por sua vez não são sistemas que utilizam energias renováveis, pois precisam sempre de energia elétrica para funcionarem. No entanto, devido aos elevados rendimentos energéticos que estes equipamentos atingem, tornam-se uma solução a considerar quando se pretende aquecer/arrefecer uma habitação. Estes sistemas, abastecidos por eletricidade, utilizam a temperatura estável do subsolo e/ou dos lençóis de água subterrâneos para aquecer ou arrefecer uma casa ou um edifício [25]. A Figura 3.7 mostra um sistema com bombas de calor geotérmico [25].

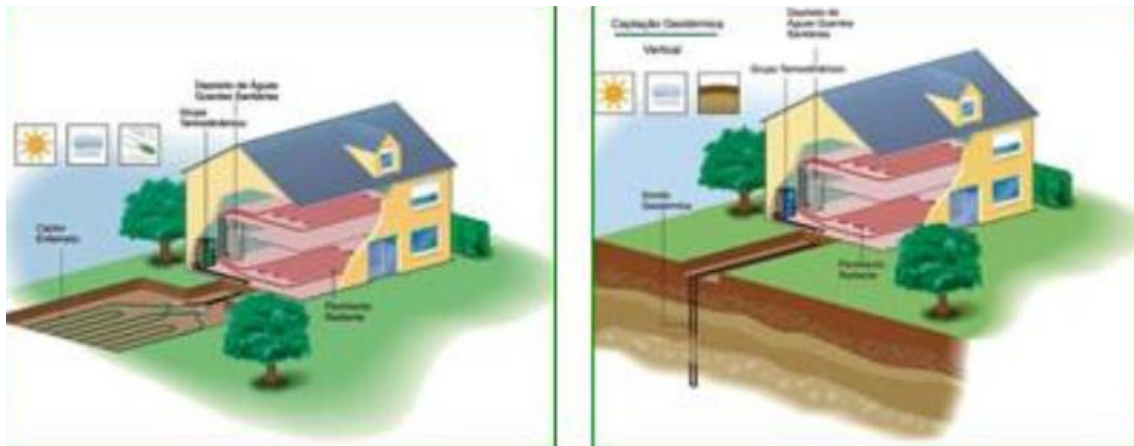


Figura 3.7 – Sistema com bombas de calor geotérmico [25].

O tipo de solo e a existência ou não de lençóis de água determinam a sua eficiência. Usando o processo de refrigeração, as bombas de calor de subsolo aproveitam a energia térmica armazenada no subsolo e/ou nos lenções de água subterrâneos e transferem-na para a habitação ou vice-versa. Este sistema assegura também o aquecimento das águas sanitárias [25].

3.5.2.3. Fontes de climatização tradicionais

3.5.2.3.1. Aspetos gerais

Os sistemas de climatização tradicionais a habitação, sendo a sua instalação fixa e permanente. De seguida serão abordados alguns tipos de climatização tradicional, nomeadamente um sistema central (gás ou eletricidade), um acumulador de calor e um sistema de ar condicionado.

3.5.2.3.2. Aquecimento central

O aquecimento central é constituído basicamente pelo gerador de calor (a caldeira), os emissores de calor para o ambiente (os radiadores), o sistema de transporte

da energia para os radiadores (que foi transformada na caldeira) e o sistema de controlo. No interior dos radiadores circula a água quente aquecida pela caldeira, proporcionando assim o aquecimento ambiente [25].

A Figura 3.8 apresenta os radiadores usados num sistema central [25].



Figura 3.8 – Radiadores usados num sistema central [25].

É importante equacionar bem a sua localização na casa, para tirar um maior partido desse mesmo aquecimento. Os radiadores devem ser montados nas paredes exteriores, normalmente debaixo das janelas ou ao seu lado quando estas se prolongam até ao chão. No entanto, a janela não pode ter infiltrações de ar para além das necessárias à renovação do ar interior [25].

Os sistemas centrais, nomeadamente os de alumínio, apresentam uma baixa inércia térmica em comparação com outros, o que lhes dá uma boa capacidade de regulação, sendo por isso indicados para longos períodos de tempo [25].

3.5.2.3.3. Acumulador de calor

O acumulador de calor está projetado para tirar proveito do tarifário bi-horário (podendo ser em caso de empresas tri-horário ou tetra-horário), ao acumular calor durante o período de vazio, tornando-se assim mais económico para o utilizador. Não precisa de pré-instalação e liga-se a uma tomada de uso geral. Os acumuladores podem distinguir-se entre estáticos e dinâmicos [25]:

- Os estáticos são mais adequados para habitações com necessidades permanentes de aquecimento, mas sem grandes perdas de calor, ou para divisões onde o controlo exato da temperatura não é importante (corredor, hall, cozinha, zonas de passagem);
- Os dinâmicos possuem uma melhor regulação do que os estáticos, apresentando um pequeno ventilador que provoca a movimentação do ar. Existe ainda uma resistência auxiliar no caso de necessidade extrema. São recomendados para salas e escritórios.

É necessário ter em atenção que a instalação de vários acumuladores e o seu funcionamento em simultâneo pode levar à necessidade de contratar uma potência superior para a instalação. A Figura 3.9 mostra um acumulador de calor.



Figura 3.9 – Exemplo de um acumulador de calor [25].

3.5.2.3.4. Ar condicionado

Atualmente existem modelos que produzem tanto ar frio como ar quente, para além da função de desumidificar o ar ambiente. Como nem sempre fazem uma renovação do ar, ventilando-o apenas, a presença de um bom sistema de filtragem é essencial para que não se verifique uma deterioração da qualidade do ar [25]. A Figura 3.10 mostra um sistema de ar condicionado.



Figura 3.10 – Sistema de ar condicionado [25].

O coeficiente de desempenho (COP) destes sistemas, traduz a relação entre a energia produzida pelo aparelho e a energia elétrica absorvida para o efeito. A grande maioria dos aparelhos de ar condicionado tem um COP superior a 3. Quanto maior for este valor, melhor é a sua eficiência energética. Estes equipamentos já possuem etiqueta de eficiência energética, de afixação obrigatória nos locais de venda, sendo a sua consulta fundamental para garantir uma compra mais eficiente [25].

3.5.2.4. Regulação do aquecimento

3.5.2.4.1. Aspectos gerais

Os sistemas de climatização por si só não bastam para uma gestão eficiente da energia, outro dos aspetos importantes é uma unidade de regulação adequada. Uma unidade de regulação adequada é essencial para o sistema de aquecimento completo, uma vez que [26]:

- Mantém a temperatura de um compartimento estável, independentemente das condições atmosféricas exteriores;
- Permite a utilização e otimização de fontes de calor sem custos, como a radiação solar que penetra através de uma janela, a presença de pessoas numa sala, ou o funcionamento de eletrodomésticos, evitando o sobreaquecimento;
- Permite também a regulação correta e separada da temperatura em cada um dos compartimentos, em função da sua utilização. Por exemplo, é possível regular uma temperatura mais elevada na casa de banho e temperaturas mais baixas nos quartos.

Nesta seção são abordados alguns reguladores de temperatura.

3.5.2.4.2. Termostatos programáveis

Existem diversos tipos de soluções, com maiores ou menores funcionalidades de programação. Um bom aparelho deve, pelo menos, permitir programações diferentes para os dias de semana e fins-de-semana. Atualmente existem, também, aparelhos portáteis, que são particularmente úteis para os utilizadores que passam grande parte do tempo em casa (assim poderão regular o aquecimento em qualquer divisão da casa). É necessário ter cuidado onde se colocam os sensores, devendo ficar em paredes que não estejam expostas a radiação solar direta e em locais onde não existam correntes de ar. O aparelho deve ser colocado onde os ocupantes passam a maior parte do tempo [26].

3.5.2.4.3. Válvulas termostáticas

Outro dispositivo que pode ser utilizado para regular o sistema de aquecimento é a válvula termostática, um dispositivo específico que permite que cada radiador da casa funcione de forma independente. A Figura 3.11 mostra o aspeto de uma válvula termostática.



Figura 3.11 – Válvula Termostática [26].

Estas controlam automaticamente a entrada de água quente no radiador em função da temperatura regulada em cada comando individual. A válvula fecha-se quando a temperatura ambiente, medida por um sensor, se aproxima da temperatura desejada, permitindo o encaminhamento da água quente para os radiadores que ainda estejam abertos ou reduzindo o funcionamento da caldeira. As válvulas termostáticas podem ainda ser usadas em complemento dos termostatos [26].

3.5.3. Águas quentes sanitárias

Os sistemas convencionais de produção de água quente são os esquentadores e caldeiras murais ou de chão. No entanto, os sistemas de produção de água quente sanitária mais eficiente, à escala da fração autónoma individual, são as caldeiras de condensação, uma vez que conseguem uma eficiência superior a 100% quando comparadas com esquentadores convencionais e caldeiras murais que apresentam uma eficiência de 86% e de 96% respetivamente [27]. A Figura 3.12 mostra os rendimentos apresentados por uma caldeira de condensação.

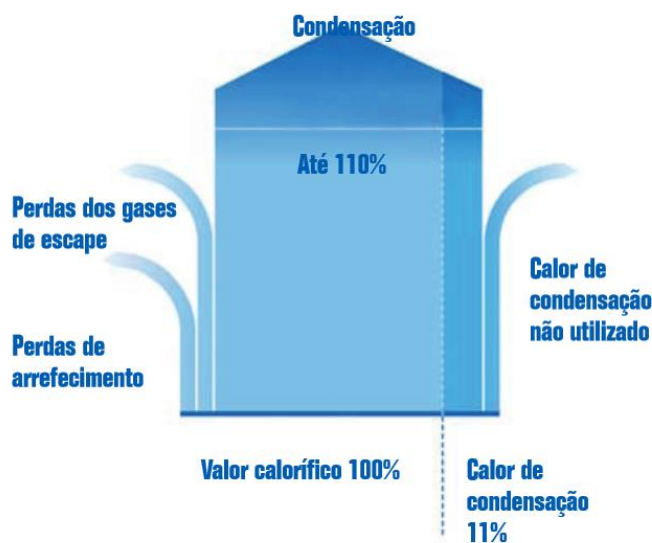


Figura 3.12 – Rendimentos de uma caldeira de condensação [28].

Um aspeto que terá que ser salvaguardado é a qualidade do ar interior na qual pode ser contaminado por via da utilização de gás em espaços residenciais. Por isso, é importante, quando não é possível eliminar do interior das habitações a presença de equipamentos que dependem do gás, garantir a existência de uma ventilação adequada. O recurso a aparelhos estanques garante uma correta exaustão dos gases da combustão sem qualquer interação com a qualidade do ar [27].

Um outro sistema é a microgeração a gás natural que assenta no princípio da conversão de energia química contida num combustível, por exemplo o gás propano líquido ou o gás natural, em energia elétrica a partir de um motor, de uma turbina a gás ou de uma pilha de combustível [27]. O calor recuperado no processo, como subproduto, pode ser valorizado ambiental e economicamente através do seu aproveitamento em

aquecimento de água sanitária, em aquecimento ou arrefecimento (por meio de *chiller* de absorção) ambiental [27].

3.5.4. Iluminação

3.5.4.1. Aspetos gerais

Em Portugal, no sector doméstico a iluminação representa em termos médios cerca de 12% do consumo de energia elétrica e no sector dos serviços sobe para 20%, existindo em ambos os sectores um elevado potencial de economia de energia que se deve explorar [29].

Por muito bom que seja o aproveitamento da luz natural num edifício, existe sempre a necessidade de utilizar luz artificial, quer seja nos períodos noturnos, nos dias mais enevoados ou para complementar a luz natural quando esta fica abaixo de níveis aceitáveis. O desenvolvimento de lâmpadas mais eficientes (de baixo consumo energético) a par de uma ampla variedade de luminárias tornaram possível atingir significativas poupanças de energia na iluminação [29].

Nesta seção é feita uma retrospectiva das lâmpadas mais utilizadas atualmente nas habitações, desde as lâmpadas menos eficientes (Incandescentes) até às mais eficientes existentes atualmente *Light Emitting Diode* (LED). É referido também qual o motivo que esta por trás da substituição em massa das lâmpadas incandescentes. Por último, são apresentados alguns sistemas de comando da iluminação.

3.5.4.2. Iluminação Artificial

As lâmpadas incandescentes são as mais utilizadas em todo o mundo, mas constituem uma das principais fontes de desperdício de energia, pois convertem apenas 5% da energia que consomem em luz. Os 95% restantes são convertidos em calor. A sua elevada ineficiência levou a que a EU aprovasse uma diretiva com o objetivo de retirar estas lâmpadas do mercado, processo que decorreu entre 2009 e 2012 [30].

A substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas de baixo consumo (fluorescentes compactas), apresentadas na Figura 3.13, é uma das medidas mais fáceis e mais económicas para reduzir o consumo de energia e, consequentemente, as emissões de CO₂ [29].

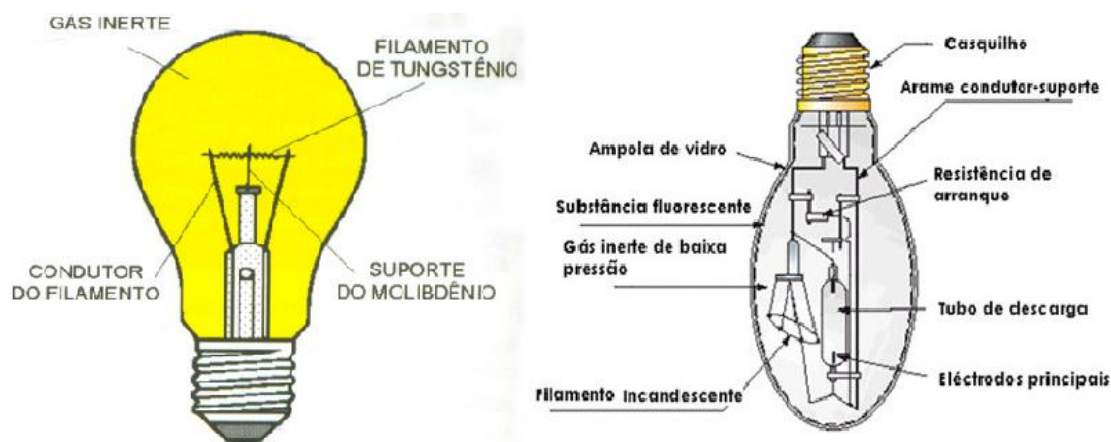


Figura 3.13 – Esquerda: Lâmpadas incandescentes, Direita: Lâmpadas fluorescentes compactas [29].

Para substituir as lâmpadas incandescente por lâmpadas fluorescentes compactas pode seguir-se a correspondência de potências que se estabelece na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Correspondência de potências [29].

Lâmpadas Incandescentes	Lâmpadas Fluorescentes Compactas
40 W	9 W
60 W	11 W
75 W	15 W
100 W	20 W

No entanto, tem que se ter um cuidado especial com as lâmpadas fluorescentes compactas visto que têm um ingrediente que é altamente tóxico, se for libertado para atmosfera, o mercúrio [29].

Uma outra tecnologia, mais recente, a fonte de “luz do estado sólido”, refere-se a um tipo de iluminação que utiliza LEDs, e o termo “estado sólido” deve-se ao facto de a fonte de luz dos LEDs ser uma substância sólida – um semicondutor. Este tipo de fonte luminosa emite luz visível, virtualmente sem dissipação de calor, sendo resistente ao choque e à vibração, possuindo uma longa duração. É uma tecnologia emergente com potencial para destronar, num futuro próximo, as tecnologias convencionais [29].

Os LEDs embora já estejam presentes no dia-a-dia, em aparelhos eletrónicos, semáforos de trânsito, telemóveis etc., ainda são pouco utilizados na iluminação de

interiores, mas dada a evolução tecnológica espera-se que, a médio prazo, venham a substituir as atuais lâmpadas fluorescentes e incandescentes. As vantagens da iluminação com os LED são as seguintes [29]:

- Elevada eficiência luminosa;
- Retorno de cores do ambiente com variadas combinações;
- Longa duração comparativamente com as fontes incandescentes;
- Circuitos eletrônicos mais simples e mais fiáveis;
- Não emite calor;
- Produção direta ou combinada de luz branca;
- Redução do consumo de eletricidade;
- Menor impacto ambiental;
- Dimensão reduzida;
- Flexibilidade de cores e iluminação.

No presente, a iluminação com LED, apesar de ser vantajosa do ponto de vista do consumo da energia, é ainda uma tecnologia muito cara. Espera-se que os avanços tecnológicos permitam num futuro muito próximo a sua utilização em alternativa às tecnologias atuais [29].

A luminária tem também um papel fundamental na eficiência da iluminação, sendo um suporte onde se montam as lâmpadas. Além de servirem para suportar as lâmpadas, as luminárias também têm outros componentes que visam proteger as lâmpadas e modificar a luz por estas emitidas. Dois desses dispositivos são os refletores e os difusores. O difusor evita que a luz seja enviada diretamente da lâmpada para os objetos ou pessoas e o refletor é uma superfície que existe no interior da luminária e que reflete a luz. Desta forma, a luz é melhor aproveitada, pois a porção da luz emitida é reenviada numa direção mais adequada [29].

3.5.4.3. Sistemas de iluminação

3.5.4.3.1. Aspetos gerais

Para se garantir uma boa eficiência energética é necessário instalar-se lâmpadas eficientes juntamente com sistemas de comando eficientes.

Nesta seção são abordados alguns sistemas de comando que juntamente com lâmpadas eficientes proporcionam grandes poupanças na fatura energética.

3.5.4.3.2. Comando manual

A utilização do sistema “on/off” é a estratégia mais antiga do comando de iluminação em função da luz natural disponível. Esta função de controlo básico é caracterizada pelo interruptor da parede comum. O grau em que essa função é executada depende de outras variáveis como o reconhecimento de ocupação, do bom senso dos utilizadores, do esquecimento do sistema ligado, dos níveis de iluminação desadequados, etc, desse interruptor. Por isso, define-se como um sistema pouco eficiente [31].

3.5.4.3.3. Comando automático

A. Comando temporizado

Com este sistema a iluminação é ligada e desligada automaticamente mediante um horário predefinido, coincidindo com o horário em que normalmente é utilizado o espaço em questão. Dentro deste sistema são geralmente utilizados os interruptores horários, que permitem comandar circuitos de iluminação num horário pré-determinado [31]. Na Figura 3.14 apresenta-se um interruptor horário programável bem como o seu esquema de ligação.

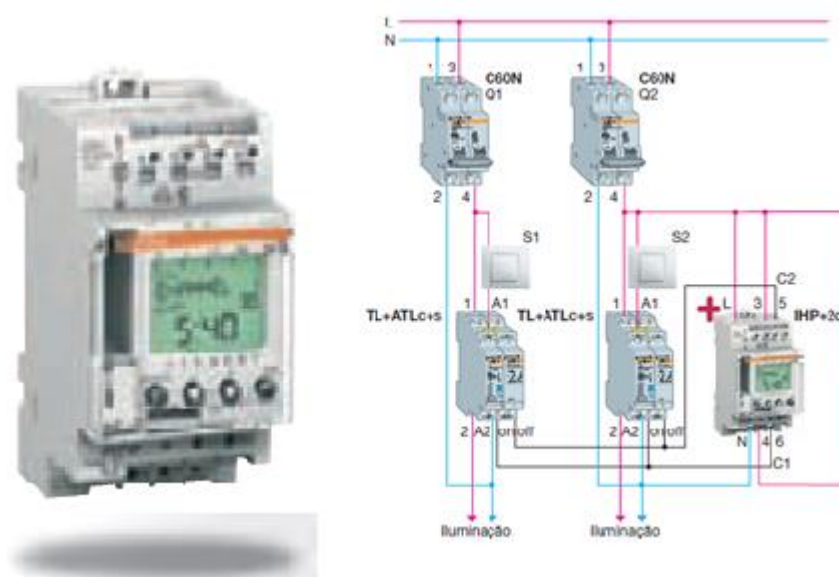


Figura 3.14 – Esquerda: Interruptor horário programável, Direita: Esquema de ligação, *Schneider Electric* [32].

Estes interruptores podem ser analógicos ou digitais, mas estes últimos são mais caros, pois permitem guardar o programa em memória, com 1 ou mais canais, permitindo comandar mais do que um circuito. No entanto deve-se sempre prever a possibilidade de ativar manualmente a iluminação fora do período estabelecido [31]. Estes sistemas constituem muitas vezes uma solução simples e eficiente, quer do ponto de vista energético, quer da produtividade e até da própria segurança [31].

B. Controlo sensível à ocupação

Este sistema liga a iluminação durante um determinado período de tempo, apenas quando deteta a ocupação do espaço em causa. Para efetuar este tipo de controlo é necessário dispor de sensores que podem ser de três tipos diferentes: infravermelhos passivos, ultrassónicos e híbridos [31].

Os sensores infravermelhos passivos reagem à emissão de calor pelos corpos em movimento no campo de visão, enquanto os sensores ultrassónicos emitem ondas ultrassónicas para detetar a presença de ocupantes. Já os híbridos utilizam ambas as tecnologias, minimizando o risco de falsos disparos [31].

Contudo, todos estes tipos de sensores baseiam-se na presença de movimento que desligam as lâmpadas automaticamente em ambientes desocupados, acendendo-as, da mesma forma, quando o ambiente é ocupado o que se traduz numa poupança de energia. As poupanças alcançadas dependem do espaço e do perfil da ocupação, no entanto variam normalmente entre 35 e 45%. Este sistema de controlo por norma é utilizado em espaços em que a sua ocupação é irregular. Apresenta-se na Figura 3.15 um detetor de movimento e o respetivo esquema de ligação [31].

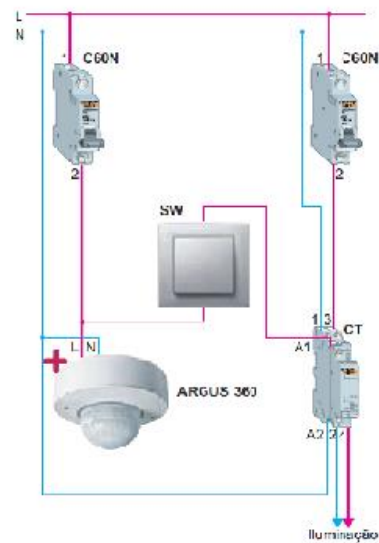


Figura 3.15 – Esquerda :detetor de movimento, Direita: Esquema de ligação, *Schneider Electric* [32].

C. Controlo sensível ao nível de iluminação

Os sensores de luminosidade, podem ser instalados no interior ou no exterior da instalação, podendo controlar várias luminárias ou serem instalados localmente. Este sistema pode ser dividido em duas categorias: interruptores crepusculares e reguladores de fluxo “*dimming*” [33].

Os interruptores crepusculares permitem comandar circuitos de iluminação a partir de um dado nível de iluminância medido com uma célula fotoelétrica. Estes dispositivos permitem fazer um aproveitamento da luz natural e devem ser usados em conjunto com interruptores horários nas situações em que o horário de trabalho não coincida com as horas em que a iluminação é suficiente [33]. Na Figura 3.16 apresenta-se um interruptor crepuscular bem como o seu esquema de ligação.

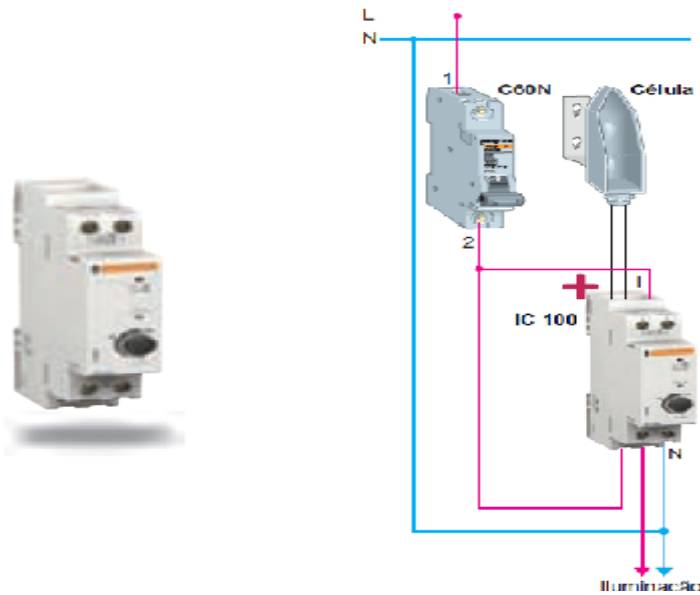


Figura 3.16 – Esquerda: Interruptor crepuscular, Direita: Esquema de ligação, *Schneider Electric* [32].

Nos sistemas de “*dimming*” existe a associação de reguladores de fluxo com sensores de luz natural. Nestes sistemas, o nível de iluminação é adaptado para o valor global pretendido, assegurando que com o conjunto da iluminação natural e artificial, mantém a mesma luminosidade no local [33].

Na Figura 3.17 apresenta-se um exemplo de controlo de iluminação por modificação da luminosidade, regulação contínua (*dimming*).

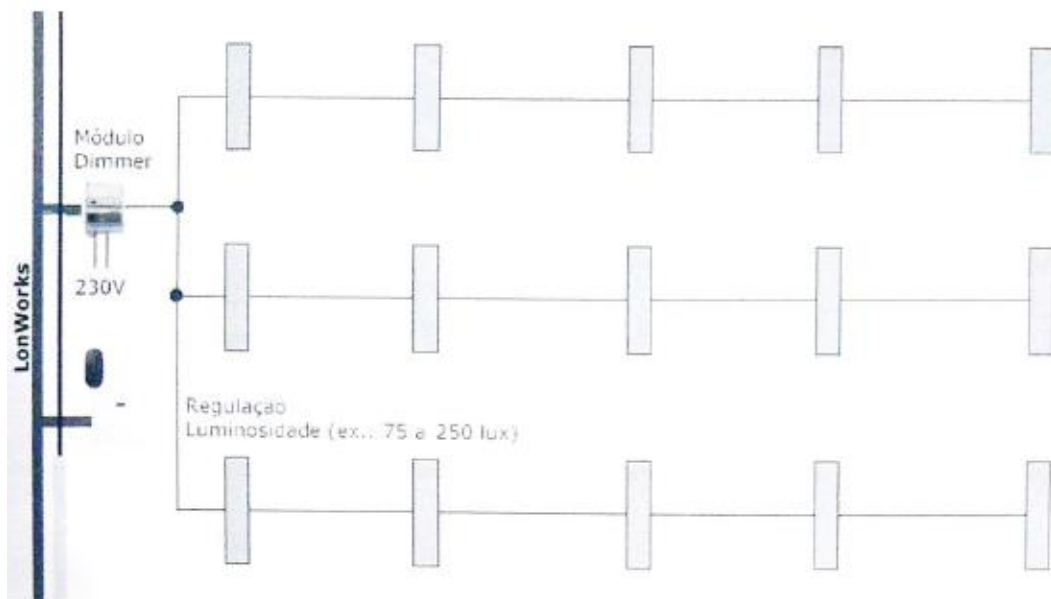


Figura 3.17 – Exemplo de controlo de iluminação por modificação da luminosidade [27].

Estes sistemas permitem otimizar a utilização das instalações de iluminação, resultando normalmente em economias de energia significativas, sem prejuízo dos níveis de conforto visual necessários em cada local. Tendo como a principal desvantagem um custo de investimento muito elevado [33].

Há uma infinidade de particularidades e modelos de sensores que podem determinar a escolha do sensor apropriado para um determinado ambiente [33].

A escolha de um sistema de gestão de iluminação revela-se particularmente difícil porque depende de numerosos parâmetros tais como a iluminação natural disponível, os tipos de lâmpadas utilizadas, o tipo e disposição das armaduras, o modo de ocupação do espaço, as dimensões do local e o número de ocupantes [33].

Tanto os comandos automáticos como manuais contribuem para a diminuição do tempo de vida das lâmpadas. Contudo este efeito é mínimo quando comparado com as poupanças proporcionadas por um adequado sistema de controlo [33].

3.5.5. Eletrodomésticos

Os consumidores são a chave para a eficiência energética. Sem a sua participação ativa não é possível que os equipamentos elétricos (eletrodomésticos) mais eficientes sejam preferidos e utilizados. É ao consumidor que cabe decidir qual o aparelho que pretende adquirir para a sua casa de acordo com as suas necessidades, a sua disponibilidade financeira e o seu sentido estético, ou seja, se a sua escolha recai num equipamento mais eficiente, ou num menos eficiente, mas mais barato [34].

O objetivo da etiqueta energética é fornecer ao consumidor, no local de venda, a informação sobre a eficiência energética dos aparelhos de modo a que, na posse dessa informação, fique capacitado a escolher o mais eficiente. A etiqueta energética desenvolvida pela União Europeia fornece informação sobre os produtos que estão nos pontos de venda e que são importantes para o consumidor, nomeadamente [34]:

- A classe do equipamento numa escala de A (de que existem também as classes A+ ou A++) a G, em que as classes A são muito mais eficientes no uso da energia e no uso da água do que aqueles com outras classificações;
- O valor indicativo do respetivo consumo de energia para que o consumidor possa formar a sua opinião.

Uma grande parte do consumo de energia doméstica está concentrada na cozinha. Os equipamentos de frio (frigoríficos e congeladores) são responsáveis por 18%, a preparação de refeições por 16% e a lavagem mecânica por 6%. Na Figura 3.18 apresenta-se a título de exemplo uma etiqueta energética de um frigorífico [34].

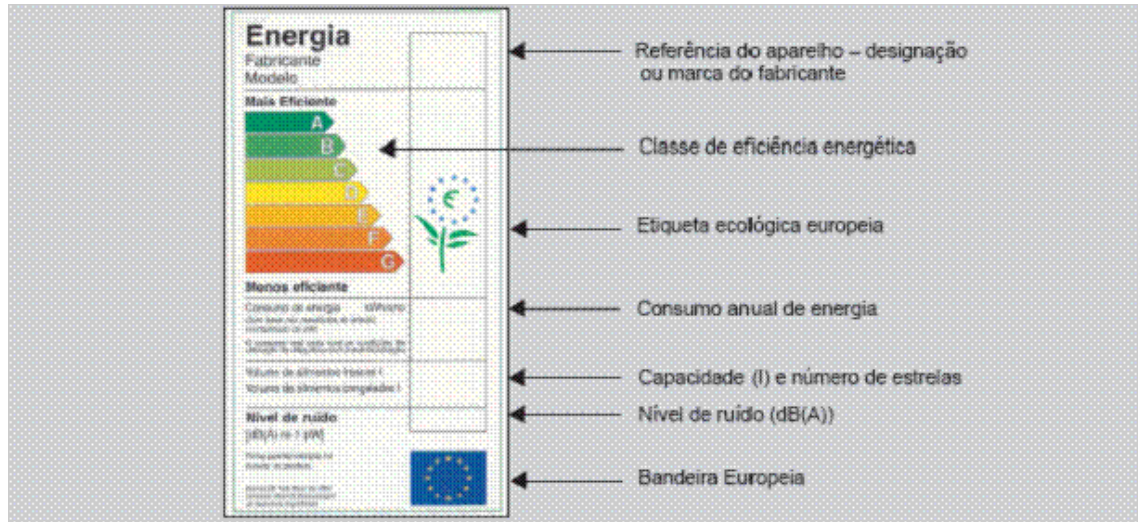


Figura 3.18 - Etiqueta energética para equipamentos de frio [34].

Um rótulo ecológico europeu visa promover os produtos que têm um impacto reduzido sobre o ambiente comparativamente a outros produtos da mesma categoria, deve fornecer aos consumidores informações e conselhos rigorosos e cientificamente validados acerca dos produtos (que poderão ser máquinas de lavar, eletrodomésticos ou lâmpadas) [34].

3.6. Utilização eficiente de água

3.6.1. Aspectos gerais

Embora a água não se trate de uma fonte de energia ou de um equipamento consumidor de energia, o preço a pagar pela água representa uma boa parte do valor total da fatura (água, gás natural e eletricidade). E as necessidades de água têm vindo a aumentar gradualmente, acompanhando o crescimento da população. Devido a esta situação, ao muito descuido que se observa pelos países e falta de visão relativa a este bem essencial, a água potável é hoje um recurso escasso.

Uma gestão eficiente de água deverá passar por uma poupança do seu consumo e a utilização de equipamento que reduzam o desperdício de água, vem como sempre que

possível recorrer à água não-potável, reduzindo o recurso à água da rede pública. Atualmente existem vários sistemas de aproveitamento de água, de seguida são abordados alguns sistemas bem como alguns equipamentos que quando utilizados eficientemente proporcionam grandes poupança sem que no entanto diminuam o bem estar dos seus utilizadores.

3.6.2. Sistemas de aproveitamento da água da chuva

Um sistema de aproveitamento da água da chuva (SAAP) consiste na recolha da água da chuva, através de uma superfície, encaminhando-a através de órgãos de condução (podendo sofrer um processo de filtragem) até um reservatório à superfície ou enterrado. Esse reservatório armazena a água até que se lhe dê a utilização pretendida. Um SAAP tem as seguintes fases [35]:

- Captação (na cobertura dos edifícios e garagens);
- Pré-tratamento (filtragem e eventual sistemas de tratamento em função da atividade a que se destina);
- Armazenamento (em reservatórios à superfície ou enterrados);
- Utilização (bombagem e distribuição para descarga de autoclismos, lavagem de exteriores, rega, etc).

O potencial do SAAP depende do regime de precipitação do local onde será implementado (da sua variabilidade temporal e dos volumes precipitados), da existência de maior ou menor capacidade de armazenamento de água pluvial e da disponibilidade de superfícies úteis de recolha (telhados ou outras superfícies). As tecnologias necessárias para a captação e armazenamento de água pluvial são normalmente simples de instalar e de fácil utilização. A população local pode facilmente ser treinada para implementar essas tecnologias e os materiais de construção encontram-se disponíveis no mercado [35].

3.6.3. Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas

Em termos de efluentes domésticos é comum fazer uma distinção entre água cinzenta e água negra. As águas cinzentas incluem as águas provenientes dos duches, lavatórios, bidés e máquinas de lavar louça e roupa. As águas negras são as derivadas dos sanitários (autoclismos e urinóis). No entanto, a diferença mais acentuada entre as duas águas reside na respetiva taxa de decomposição dos poluentes. A água negra é

predominantemente constituída por compostos orgânicos, os quais já passaram por um complexo processo de tratamento, a digestão, razão pela qual se percebe que o seu produto contenha elementos dificilmente decomponíveis no meio aquático. Por este motivo, é compreensível que o produto resultante não se decomponha com a mesma facilidade que outros, quando em contato com a água [35].

As águas cinzentas podem ser de vários tipos dependendo do local onde são provenientes (cozinhas, lavandarias, outras origens). A água proveniente de cozinhas e lavandarias, devido á presença de componentes, como por exemplo óleo e detergentes, deverá suscitar maiores cuidados, o que levará a que para a sua utilização seja necessário recorrer a tratamentos mais dispendiosos.

Apresenta-se na Figura 3.19 o esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas (SAAC) num hotel.



Figura 3.19 – Esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas num hotel [35].

3.6.4. Sistema combinado

Uma outra forma de se aproveitar a água é a utilização de um sistema combinado. Um sistema combinado é aquele que faz um aproveitamento conjunto de águas pluviais, águas cinzentas e outros tipos de água não potável, com armazenamento e distribuição comum no edifício [35].

O principal motivo para se adotar um sistema composto, é para situações em que o consumo de água seja elevado, por exemplo, a água requerida não se destinar apenas a descarga de sanitas, servindo também para outras utilizações, como para máquinas de lavar [35].

3.6.5. Equipamentos eficientes

3.6.5.1. Aspectos gerais

Um outro modo de se poupar água pode consistir na utilização de equipamentos eficientes. Atualmente encontram-se disponíveis no mercado equipamentos cada vez mais eficientes que além de permitir uma redução do consumo de água, não reduzem o conforto do utilizador na utilização dos equipamentos. Este tipo de equipamentos consegue produzir o mesmo tipo de conforto que os equipamentos tradicionais, por exemplo, existem equipamentos que para dar a ideia de pressão produzida pelos jatos de água, introduzem uma espécie de vapor de água misturada com a própria água, dando ao utilizador a sensação de jatos de água, sem no entanto gastar a mesma água que os equipamentos tradicionais [35].

Nesta secção são abordados alguns equipamentos disponíveis atualmente no mercado que têm como função diminuir o consumo de água sem no entanto baixar os níveis de conforto do utilizador, proporcionando assim poupanças significativas na fatura.

3.6.5.2. Autoclismos

Os autoclismos tradicionais (equipamentos normalmente muito dispendiosos) têm capacidades que podem variar entre os 7 litros e os 15 litros por descarga. A substituição desses por autoclismos com descargas de apenas 6 litros proporciona poupanças de cerca de 50% numa instalação, sendo que a eficácia destes equipamentos já está provada em diversos países. Sendo as descargas de autoclismo um dos usos mais significativos na habitação, a utilização de autoclismos com descarga de 6 litros em vez dos tradicionais 10 litros ou mais levará a reduções significativas [36].

Na escolha do novo autoclismo deve-se ter em consideração se estes possuem sistema de dupla descarga, com volumes por descarga de 6 litros e com descarga mínima de 3 litros. Estes aparelhos funcionam de forma adequada especialmente se associados a

uma sanita também desenhada para maximizar a limpeza e que arraste com esses volumes de água [36].

3.6.5.3. Chuveiros

Evitar o desperdício de água deve ser uma preocupação constante nas atividades do dia-a-dia. Para se ter uma ideia, num banho de 15 minutos consomem-se cerca de 135 litros de água. Os fatores que influenciam este consumo são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia [36]. Cabe a cada um diminuir o número de duches e a duração dos mesmos, e com isso obter-se de uma forma fácil poupanças no consumo de água. Relativamente aos chuveiros podem ser instalados economizadores de água ou mesmo a substituição dos mesmos. A simples instalação ou substituição dos equipamentos referidos podem permitir a redução dos consumos na ordem dos 50% [36].

Na Figura 3.20 apresenta-se um chuveiro com redutor de caudal e um esquema de funcionamento de um economizador de água.



Figura 3.20 – Esquerda: Chuveiro com redução de caudal, Direita: Esquema de funcionamento de um economizador de água [36].

3.6.5.4. Torneiras

Outro equipamento que permite uma significativa poupança de água são as torneiras. No dia-a-dia, os utilizadores de uma habitação utilizam várias vezes torneiras, quer seja para lavagem de mãos, no caso de torneiras de lavatório, como para lavagem de alimentos ou de louça, no caso de torneiras de cozinha. Assim, a utilização de torneiras que reduzam o consumo de água e providenciem uma utilização eficiente desta, podem ser extremamente vantajosas [35].

A empresa *Tres Griferia S.A* apresenta várias torneiras eficientes quer para lavatórios, quer para torneiras de cozinha. As torneiras apresentadas na Figura 3.21 permitem uma poupança na ordem dos 50% relativamente ao consumo de água [35].



Figura 3.21 – Torneiras ecológicas com regulador de caudal, *Tres Griferia S.A* [35].

Relativamente às torneiras de cozinha, apresentam-se na Figura 3.22 dois exemplos de equipamentos disponíveis no mercado, e que permitem diminuir o consumo em cerca de 50% do consumo de água [35].



Figura 3.22 – Torneira de cozinha sem e com repuxo extensível, *Tres Griferia S.A* [35].

3.7. Inspeção termográfica por infravermelhos

3.7.1. Aspetos gerais

A termografia é um método fácil e rápido de detetar desperdício de energia, humidade e infiltrações, controlo de processos, perigos, assim como problemas elétricos na manutenção de edifícios/instalações elétricas. A inspeção termográfica mostra exatamente onde estão os problemas e ajuda a focar a atenção para diagnosticar as áreas de perda de energia, patologias no interior e no exterior de edifícios, etc. Os problemas são identificados atempadamente e as informações obtidas em tempo real, permitindo que estes sejam documentados e corrigidos antes que se tornem mais sérios e mais dispendiosos de reparar [37].

A utilização de um equipamento termográfico aquando da manutenção das instalações pode revelar-se uma grande mais-valia na deteção de problemas, de seguida são mencionados alguns exemplos de aplicação destes equipamentos.

3.7.2. Inspeção em edifícios e energias renováveis

Na Figura 3.23 apresenta-se uma inspeção termográfica a uma habitação e uma inspeção termográfica em coletores solares.

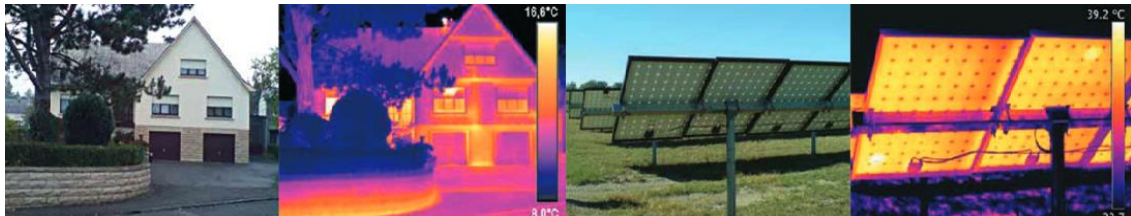


Figura 3.23 – Esquerda: termografia em habitação, Direita: termografia em coletores solares [37].

Na Figura 3.23 é possível verificar-se que as temperaturas variam tanto na habitação como nos coletores solares, dando indicação de possíveis problemas. Nos coletores solares é possível analisar-se duas pequenas manchas, uma em cada coletor, isto significa que nesses pontos a temperatura encontra-se mais elevada. Relativamente à habitação é possível ver também pontos onde a temperatura se encontra acima do normal. Esta diferença na temperatura pode significar danos causados pela humidade, faltas de isolamento, fugas de ar, infestações de animais e insetos, problemas em sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) e muito mais [37].

Outro dos campos de aplicação deste equipamento é na manutenção industrial, inspecionando rapidamente os equipamentos e realizando medições de temperaturas precisas a partir de distâncias seguras, permitindo identificar problemas iminentes antes que alguém se magoe, desligar equipamentos ou minimizar perdas de energia [37]. Apresenta-se na Figura 3.24 um exemplo de uma aplicação da termografia na indústria.



Figura 3.24 – Aplicação da termografia na indústria [37].

3.7.3. Principais aplicações da termografia

A maioria dos dispositivos elétricos e mecânicos sobreaquecem antes de falhar. E encontrar estes problemas atempadamente permite que os utilizadores façam as reparações num horário mais conveniente, em vez de emergência. As principais aplicações e vantagens da termografia são [37]:

- Diagnóstico de edifícios, identificando problemas não visíveis a olho nu;
- Energias renováveis, assegurando a qualidade de funcionamento de painéis solares e fotovoltaicos;
- Auditorias energéticas e inspeção doméstica, identificando infiltrações e fugas de ar;
- Gestão de edifícios e instalações, na manutenção preventiva dos sistemas elétricos, mecânicos e estruturais, para detetar problemas, prevenir falhas, efetuar ações corretivas e aumentar a segurança de utilização;
- Sistemas de AVAC e canalização, permitindo inspecionar facilmente um edifício inteiro para verificar o sistema de AVAC, a envolvente do edifício e o estado da canalização;
- Humidade e restauro, detetando os danos provocados pela água e identificando a presença de humidade na envolvente dos edifícios, quer por infiltração ou condensação;

- Inspeções de alta tensão, permitindo inspecionar frequentemente os transformadores de potência para corrigir possíveis problemas atempadamente;
- Indústria, localizando problemas antes de se tornarem em avarias de elevado custo, que interrompam a produção ou que provoquem incêndios em instalações elétricas;
- Instalações de sistemas elétricos, permitindo examinar as caixas e componentes elétricos para obter uma visão instantânea do seu estado.

3.8. Integração de energias renováveis em edifícios

3.8.1. Aspetos gerais

A integração de energias renováveis nos edifícios é um desafio para o qual o objetivo é conceber um edifício eficiente que permita a incorporação de um sistema que capte a energia e a transforme numa fonte de energia que seja útil para o edifício. Na realidade a colocação de, por exemplo, painéis solares na cobertura do edifício não é por si só uma medida eficiente de energia. Daí, a importância da integração dos sistemas de energias renováveis em edifícios eficientemente energéticos que já tenham esgotado todas as possíveis estratégias de *design* passivo na sua conceção ou que na sua reabilitação foram tidas em conta medidas de reabilitação energética e de eficiência energética [38].

A utilização das energias renováveis, como por exemplo os painéis solares térmicos e fotovoltaicos, para a produção de calor e de energia elétrica a partir do aproveitamento da energia solar, é uma forma para a qual Portugal dispõe de recursos de grande abundância, comparando a disponibilidade de horas de Sol por ano com outros países da UE. No entanto, estes devem ser tidos como complementos à arquitetura dos edifícios que não devem descurar o aproveitamento de estratégias de *design* passivo, como o uso da orientação solar, da ventilação natural, da inércia térmica e do sombreamento, entre outras. Estas estratégias são soluções bastante vantajosas devido às condições climáticas favoráveis para a obtenção de uma maior sustentabilidade nos edifícios em Portugal [38].

Esta seção pretende estudar a integração das energias renováveis em edifícios, dando exemplo das suas aplicações. A componente construtiva passiva também será alvo de análise visto que principalmente nos novos edifícios é um aspeto a ter em conta.

3.8.2. Componente construtiva passiva

3.8.2.1. Aspetos gerais

Quando se fala em Sistemas Passivos, refere-se a certos dispositivos construtivos integrados nos edifícios, cujo objetivo é o de contribuir para o seu aquecimento ou arrefecimento natural. No caso do aquecimento (estação fria), estes sistemas pretendem maximizar a captação do sol no Inverno, através de vãos envidraçados bem orientados e dimensionados, aos quais se podem associar elementos massivos, que permitirão o armazenamento da energia solar e sua utilização em horas posteriores [39]. Na Figura 3.25 apresenta-se uma habitação onde a componente construtiva passiva foi aplicada.



Figura 3.25 – Fachada Sul no inverno que recebe radiação desde o nascer ao pôr-do-sol (Casa *Jacobs II em Wiscosin, Hemiciclo Solar, de Frank Loyd Wrigyh* [40].

No futuro a eficiência na climatização não poderá seguir a estratégia de simplificar e sobredimensionar a instalação. Terão que ser criadas condições para que se produzam projetos AVAC com a melhor qualidade que o *know-how* permitir, para que o edifício cumpra o desempenho passivo térmico previsto. O conceito de garantia estender-se-á à qualidade do projeto térmico, por isso o foco das soluções estará na eficiência e no

rendimento em lugar da mera conformidade. Isto é importante para que durante a utilização do edifício, o balanço anual de energia nunca seja negativo [40].

Os dispositivos construtivos integrados nos edifícios são geralmente denominados de sistemas de aquecimento passivo e são classificados em ganho direto, ganho indireto ou ganho isolado como apresenta a Figura 3.26.

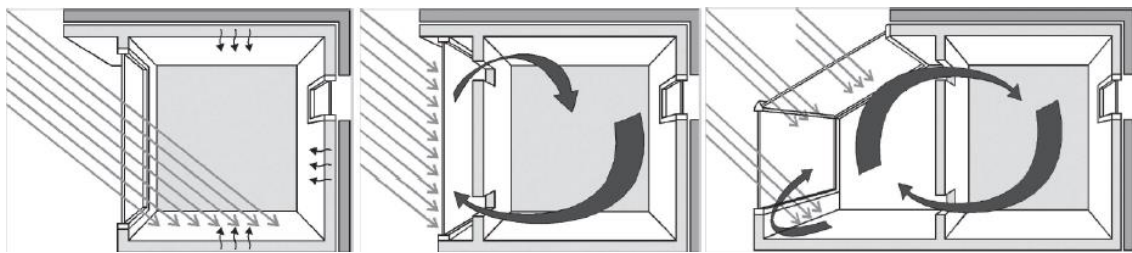


Figura 3.26 – Exemplos de Sistemas Passivos, com estratégia promocional de ganhos solares na estação de Inverno: Ganho Direto, Indireto e Isolado [40].

Para que um edifício seja considerado passivo vários aspetos têm que ser tomados em conta aquando da sua construção, nomeadamente a sua orientação, os vãos envidraçados neles inseridos (vãos envidraçados que permitam uma boa iluminação natural), palas devidamente dimensionadas, bons sistemas de arrefecimento, entre outras. A presente seção pretende dar a conhecer alguns destes aspetos construtivos referidos.

3.8.2.2. Localização e orientação

A localização do edifício é uma das primeiras considerações a ser tidas em conta quando se pretende, em relação ao trajeto solar e aos ventos dominantes, a otimização de um edifício. Nas zonas urbanas, deve ser analisado o impacto dos raios solares nas coberturas e nas fachadas dos edifícios, por forma a perceber que influência a envolvente edificada tem no edifício que se pretende edificar, nomeadamente na criação de sombras ao referido edifício. Por forma a promover uma ventilação natural no edifício, a análise da circulação de brisas frescas pode melhorar e promover uma melhor qualidade do ar interior do edifício [41].

A orientação de uma habitação é também um fator de extrema importância, tanto para o edifício como para os seus utilizadores. É através da orientação do edifício segundo os pontos cardiais, que este pode ter melhor ou pior desempenho energético e conforto interno, necessitando assim de mais ou menos energia para melhorar as condições de

iluminação natural e temperatura interna. Na Figura 3.27 apresenta-se um esquema ilustrativo de uma correta orientação de um edifício [41].

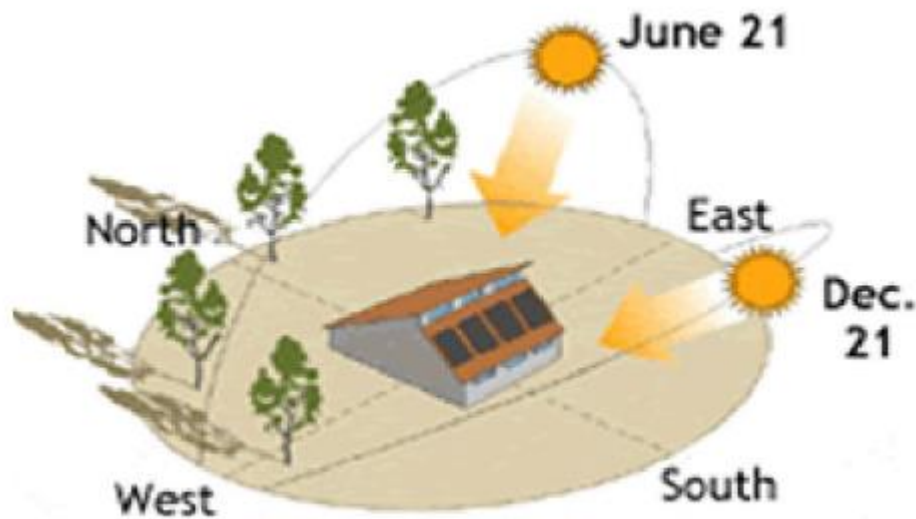


Figura 3.27 - Esquema ilustrativo da correta orientação de um edifício [41].

Existe uma diferença do ângulo de incidência do Sol, consoante as estações do ano, o que permite um aproveitamento diferenciado da energia solar. Essa situação atinge os extremos nas estações de Inverno e Verão. De seguida apresenta-se as melhores orientações das divisões do edifício [27]:

- Norte - Pouco sol, ventos frios, luz uniforme. Não deverá ter janelas, e caso tenha, deverão ser de tamanho reduzido. Se o terreno for em declive a parede poderá ficar enterrada. Divisões recomendadas: anexos, garagens, arrecadações, adegas, dispensas, escadas, corredores e acessos.
- Este - Recebe o sol de manhã com uma altura baixa. Temperaturas agradáveis no verão, mas mais fria de inverno. Divisões recomendadas: quartos, cozinhas, casas de banho, escritórios e entrada.
- Sul - É a melhor fachada da casa, permite receber muito sol no inverno, porque o sol está baixo, e se tiver sombreamento, recebe pouco sol de verão, porque o sol está mais alto. Deve ter janelas de grandes dimensões e um sombreador. Divisões recomendadas: sala de estar, quartos, varandas, terraço, jardim e estufa.
- Oeste - No verão recebe muito mais sol da parte da tarde, uma vez que nessa altura o sol está baixo, é bastante quente e provoca ofuscação, pelo que se deve plantar árvores a sombrear esta fachada. Divisões recomendadas: escadas, corredores e depósitos.

3.8.2.3. Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados são o ponto de maior contato entre o interior das casas e o espaço exterior, sendo que as vistas, a iluminação natural e a temperatura são todos potenciados ou condicionados pelas áreas envidraçadas [41].

No sentido de proporcionar um bom índice de luminosidade natural no interior dos edifícios, as áreas dos envidraçados devem ser devidamente projetadas. Por outro lado os espaços envidraçados devem ser protegidos, tanto quanto possível, da radiação solar no Verão de forma a impedir a entrada de ganhos térmicos desnecessários mas permitir a penetração no inverno [42]. É assim de extrema importância que sejam dimensionados e aplicados da forma mais eficiente, contribuindo assim na otimização do desempenho energético e ambiental dos edifícios, sejam os vidros, a caixilharia, e até mesmo os sistemas de sombreamento exteriores [42].

3.8.2.4. Sombreamento exterior

Como as janelas proporcionam uma relação mais direta com o exterior, é importante dotá-las de um elemento de proteção pelo exterior, elemento este que permite ao utilizador controlar as trocas energéticas com o exterior, tornando a relação mais ou menos direta. Assim, as janelas orientadas a Nascente, Sul e Poente devem ser munidas de sistemas de sombreamento exterior [43].

Sem perder qualquer das mais-valias que as janelas oferecem aos seus utilizadores, os sistemas de sombreamento têm uma função primordial, a de cortar a incidência dos raios solares (quando estes não são desejados) antes de atravessarem o vidro, uma vez atravessando o vidro, os raios solares que transportam o calor (radiação térmica) alteram o seu comprimento de onda e não conseguem voltar a sair através do vidro, ficando detidos no espaço interior, ver Figura 3.28. Verifica-se, então, o fenómeno que conhecemos como Efeito de estufa [43].

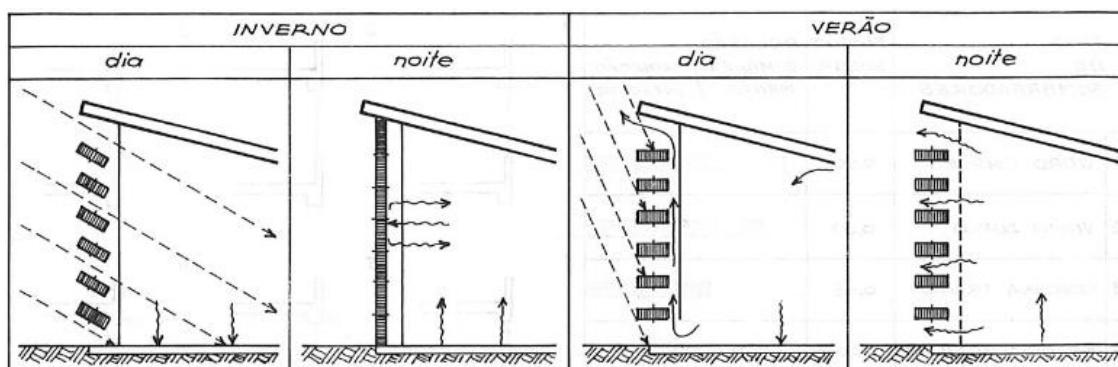


Figura 3.28 – Funções dos sombreadores, podendo exercer, simultaneamente, isolamento térmico noturno [43].

Aspetos a ter em consideração, na especificação do sistema de sombreamento exterior, tendo como objetivo controlar a quantidade da radiação solar que atinge os espaços interiores e otimizar o seu desempenho energético [43]:

- O sistema escolhido deve proteger os vãos envidraçados da radiação indesejada, sem necessariamente alcançar a oclusão noturna;
- O sistema selecionado deve permitir uma boa ventilação natural (com janela aberta), mesmo quando este se encontra descido e orientado na posição de sombrear;
- O sistema deve permitir que se goze a vista, mesmo quando se encontra descido e orientado na posição de sombrear;
- O sistema deve ser orientável para permitir vários graus de proteção da radiação solar, consoante a inclinação dos raios solares;
- O sistema deve ser facilmente operável, preferivelmente pelo interior;
- Para evitar que a radiação térmica captada pelo próprio elemento de sombreamento seja transmitida para o interior, é importante garantir uma distância suficiente entre o elemento de sombreamento e o vão envidraçado para que a ventilação natural possa realizar-se;
- A oclusão noturna deve melhorar o coeficiente de transmissão térmica, contribuindo, no inverno, para isolar termicamente a envolvente e reduzir as perdas de calor.

Apresenta-se na Figura 3.29 alguns tipos de sombreadores, exteriores e interiores, e os seus respetivos fatores solares.

TIPO DE SOMBREADORES	FACTOR SOLAR %	RELAÇÃO SOMBREA-MENTO / RADIAÇÃO INTERIOR	1	2	3
1 VIDRO SIMPLES	0,90				
2 VIDRO DUPLO	0,80				
3 CORTINA TRANSP.	0,55				
4 GELOSIA INTERIOR	0,40		4	5	6
5 TOLDO EXTERIOR	0,30				
6 LAMELAS MOV. EXT.	0,24				
7 VARANDA, ALPENDRE	0,24		7	8	9
8 PERSIANAS	0,24				
9 GELOSIA EXTERIOR	0,20				

Figura 3.29 - Tipos de sombreadores (exteriores e interiores), e respectivos coeficientes de efeito, (percentagem da radiação transmitida para o interior) [43].

3.8.2.5. Sistemas de arrefecimento

3.8.2.5.1. Aspetos gerais

Como já foi referido, os sistemas de arrefecimento passivo baseiam-se em estratégias que visam utilizar as fontes frias existentes, de forma a diminuir a temperatura no interior dos edifícios. Desta forma, os sistemas de arrefecimento passivo podem eliminar ou diminuir consideravelmente a necessidade de um sistema de climatização convencional. A adoção de soluções que conduzam à prevenção e atenuação de ganhos de calor e de estratégias que dêem origem a processos de dissipação de calor traduzir-se-á assim numa redução das necessidades de arrefecimento e na melhoria das condições de conforto térmico [39].

A utilização de isolamento na envolvente dos edifícios, e especialmente se o mesmo for colocado no exterior da envolvente, conduz a situações que diminuem as solicitações térmicas através da envolvente opaca, diminuindo assim a carga térmica de arrefecimento do edifício. Especial atenção deve ser dada às coberturas dos edifícios, pois são as superfícies que mais radiação solar recebem durante o Verão. Outro aspeto a ter em consideração é a cor dos edifícios, sendo que cores claras se traduzem em menores

valores de captação da radiação solar, pelo que favorecem naturalmente o desempenho térmico dos edifícios no Verão [39].

De seguida, são abordados duas formas distintas de se arrefecer os edifícios (ventilação natural e arrefecimento pelo solo) sem que no entanto se verifique um aumento do consumo de energia, e conseqüente aumento da fatura (apenas representa custos aquando da construção do edifício).

3.8.2.5.2. Ventilação natural

A ventilação natural é um processo pelo qual é possível arrefecer os edifícios tirando partido da diferença de temperaturas existente entre o interior e o exterior em determinados períodos. O clima em Portugal caracteriza-se por importantes amplitudes diárias no período de Verão, que poderão atingir cerca de 20 °C de variação entre o dia e a noite. Assim, é possível e desejável implementar a ventilação noturna como uma estratégia muito eficaz de evacuação dos ganhos no interior dos edifícios, principalmente dos edifícios de habitação. Também é possível utilizar a ventilação natural durante o dia em períodos nos quais a temperatura exterior é inferior à temperatura do edifício, por exemplo durante a manhã [39].

A Figura 3.30 mostra dois exemplos de aplicação da ventilação natural numa instalação, um nas janelas e outro nas portas, sendo que ambas tiram partido da temperatura exterior.

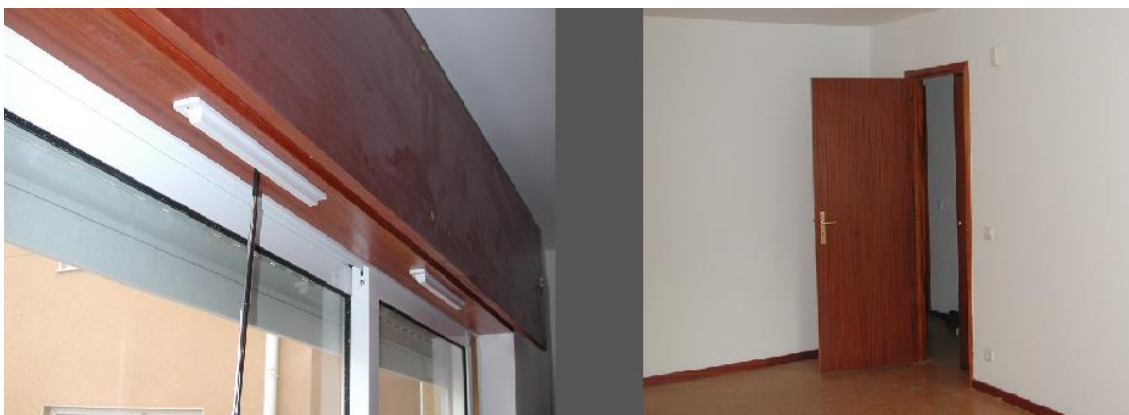


Figura 3.30 – Estratégias de ventilação Natural [44].

3.8.2.5.3. Arrefecimento pelo solo

No caso do arrefecimento por contacto directo com o solo, este constitui a extensão da própria envolvente do edifício (paredes, pavimento e eventualmente cobertura). Do ponto de vista térmico, o interior do edifício encontra-se ligado ao solo por condução através daqueles elementos. Este processo é particularmente eficiente em regiões de clima temperado [39].

Na situação de arrefecimento por contacto indirecto com o solo, o interior do edifício está associado a um permutador existente no solo: condutas subterrâneas colocadas de 1 a 3m de profundidade. O desempenho destes sistemas depende das dimensões das condutas e da profundidade a que são colocadas, ou seja, da temperatura a que se encontra o solo, da temperatura e da velocidade do ar que circula no seu interior e ainda das propriedades térmicas das condutas e do solo [39]. Na Figura 3.31 apresenta-se uma habitação com entrada de tubos enterrados utilizados para arrefecimento natural.

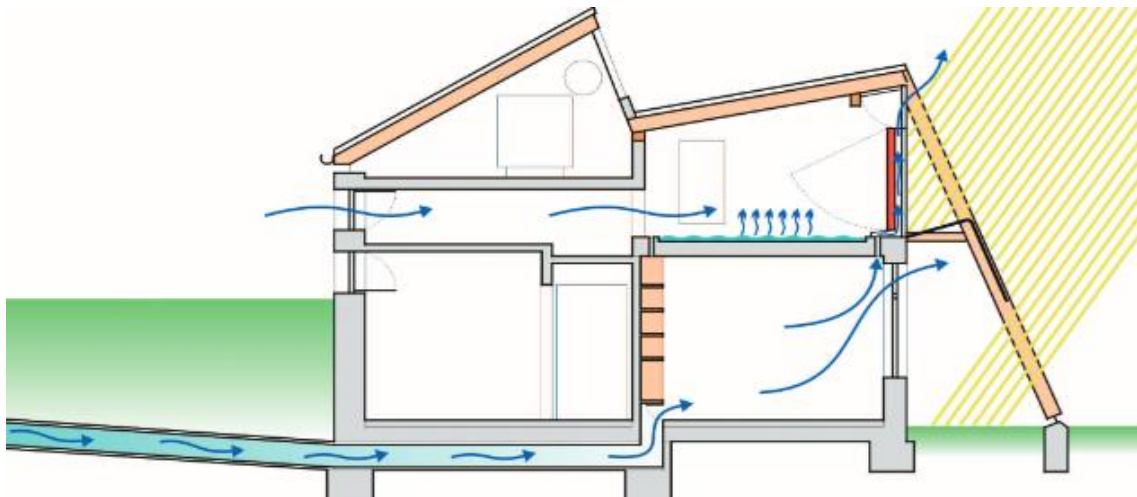


Figura 3.31 – Casa Solar Porto Santo – Arqº. *Gunther Ludewig* (Entrada de tubos enterrados) [39].

3.8.3. Componente construtiva ativa

3.8.3.1. Aspetos gerais

A componente construtiva ativa é constituída por todos os elementos que funcionam em sistema de forma a produzir energia elétrica, térmica ou ambas, como complemento das necessidades energéticas não satisfeitas pela componente passiva, englobando também a utilização de iluminação eficiente e sistemas de *free-cooling*, permitindo a obtenção de balanços energéticos aproximadamente nulos. A

operacionalização do conceito de *smart-grid* permitirá ainda aos edifícios desempenhar um papel relevante no balanço da energia entre o período de ponta e vazio, a par do que se pretende com a bombagem reversível em barragens e com o carro elétrico [40].

A presente seção tem como objetivo dar a conhecer sistemas que produzem energia elétrica de forma renovável, ou que permitem reduzir o seu consumo.

3.8.3.2. Sistemas solares térmicos

Largamente divulgada nos dias de hoje, a energia solar térmica está numa fase em que a tecnologia alcançou um bom patamar de fiabilidade e conhecimento [40]. Estes carecem sempre de uma fonte de energia que complemente ou substitua a energia solar apenas quando esta não está disponível. É extremamente importante que um sistema de aquecimento de águas quentes sanitárias dê prioridade à energia solar e complete com uma fonte de energia convencional (gás natural ou eletricidade) [27]. Existem diversos tipos de soluções possíveis, desde as mais centralizadas, onde tanto os coletores como o depósito e caldeira são comuns, até às mais descentralizadas, onde cada fração tem o seu sistema individual [40].

As soluções solares térmicas podem ser integradas em sistemas individuais ou em sistemas coletivos de água quente doméstica. Num edifício com múltiplos apartamentos, o sistema solar térmico deve ser centralizado e ter o apoio de uma caldeira central a gás natural para alcançar uma eficiência ainda mais elevada ou poderá ter sistemas individuais de apoio, um por apartamento. Sendo o edifício já existente, existe a opção de se utilizar a cobertura para instalar sistemas individuais para abastecer cada um dos apartamentos, cuja caldeira ou esquentador pré-existente poderá passar a dar apoio apenas à água pré-aquecida pelo sol.

Na Figura 3.32 apresentam-se os esquemas representativos dos sistemas mencionados [40].

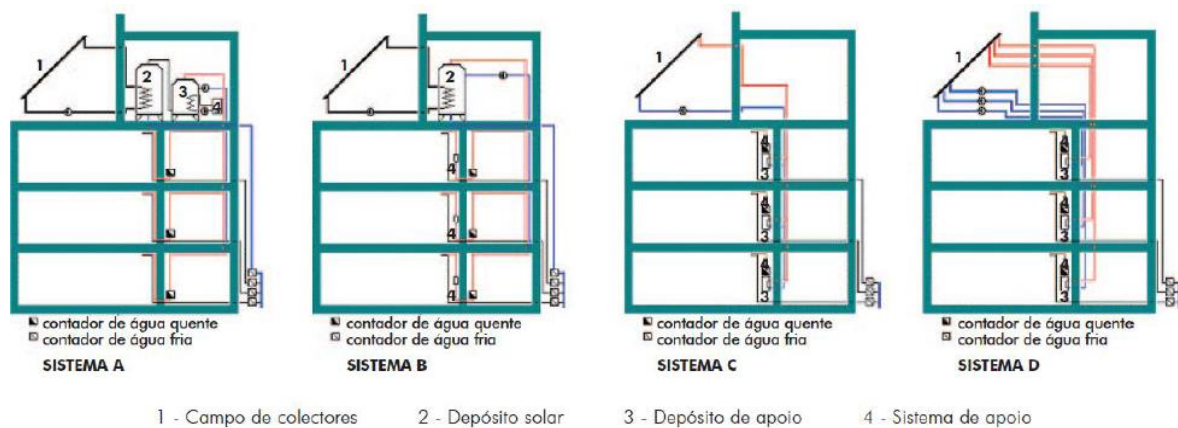


Figura 3.32 - A: Sistema totalmente centralizado B: Sistema centralizado com apoios individuais C: Campo de colectores D: Sistemas individuais [40].

3.8.3.3. Sistemas fotovoltaicos

As tecnologias que nos permitem transformar a energia do sol em eletricidade estão em constante desenvolvimento, e a eletricidade é, nos tempos em que se vive, a forma de energia mais versátil [27]. Apesar do elevado custo de investimento é o tipo de equipamento de energia renovável que se inclui entre os de maior durabilidade, facilidade de integrar, instalar, controlar e manter em edifícios [40]. As células fotovoltaicas são integradas em elementos construtivos constituídos por vidro e caixilharia de alumínio, e podem servir de sombreamento, de janela ou de elemento decorativo nas fachadas de edifícios [27].

A Figura 3.33 mostra a fachada do edifício Solar XXI do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) coberta por células fotovoltaicas.



Figura 3.33 - Fachada do Edifício Solar XXI do Laboratório Nacional de Energia e Geologia [40].

É muito importante que a área em que estão colocados os coletores fotovoltaicos não apresentem sombreamentos, uma vez que é apenas a incidência dos raios solares que desencadeia o processo e resulta numa corrente elétrica [27].

3.8.3.4. Sistemas a biomassa

A biomassa é outra das fontes de energia renovável que pode ser utilizada em habitações e edifícios para se produzir calor e é proveniente de resíduos florestais. A eficiência da sua utilização como fonte de energia é extremamente importante para se poder tirar o melhor proveito desse recurso, mas também porque a queima desta biomassa produz emissões de CO₂ para a atmosfera que devem ser minimizadas. Enquanto que tradicionalmente a lareira aberta não é eficiente, os recuperadores de calor, que têm uma caixa de combustão fechada, conseguem ter um rendimento muito superior. Um dos motivos da ineficiência das lareiras é devido ao efeito de convecção produzido pela queima, que absorve o oxigénio disponível no ar que a circunda, produzindo correntes extremamente desconfortáveis principalmente no inverno. A lareira tradicional aberta também contamina o ar interior das habitações [27].

Quanto aos recuperadores de calor são equipamentos que conseguem produzir o calor desejado de forma muito eficiente e simultaneamente resolver todas as situações

menos positivas associadas à queima de biomassa. Com a caixa de combustão separada do ar interior da habitação por um painel de vidro, continua a ser possível usufruir da imagem primordial das chamas, usufruir de uma proporção muito superior do calor produzido pela queima, enquanto não existe contato direto com o ar interior, sendo por este motivo eliminadas a contaminação insalubre e as correntes de ar desconfortáveis [27].

Para além de produzirem calor no local onde se encontram, os recuperadores de calor podem estar integrados num sistema de tubagens que levam uma parte do ar aquecido para outros espaços da habitação, podendo desta forma ser a fonte de calor de um sistema de aquecimento para outros espaços da habitação, podendo desta forma ser a fonte de calor de um sistema de aquecimento centralizado. Para além dos recuperadores de calor, existem também caldeiras para sistemas de aquecimento central que funcionam a biomassa (lenha, pinhas ou *pellets*) [27].

3.8.3.5. Sistemas eólicos

3.8.3.5.1. Aspetos gerais

A integração da energia eólica nos edifícios pode dar-se através dos sistemas de micro e mini eólica, com potências que variam comercialmente entre o 1kW e os 50 kW e que se encontram em contínuo desenvolvimento. É a energia do vento que aciona estes sistemas para a produção de eletricidade. Embora as microturbinas mais comuns sejam colocadas no terreno, têm vindo a ser desenvolvidos equipamentos de menor dimensão, que podem ser colocadas no topo das habitações, evitando a perda do espaço utilizável [40].

A eficiência destes equipamentos depende muito dos padrões irregulares do vento característicos do ambiente urbano. A energia eólica é produzida predominantemente à noite, numa altura de vazio, o que do ponto de vista da rede elétrica aumenta a necessidade de sistemas de armazenamento e diminui a rentabilidade global do sistema. Um sistema eólico pode ser utilizado em três aplicações distintas: sistemas isolados, sistemas híbridos e sistemas interligados à rede. Os sistemas obedecem a uma configuração básica, necessitam de uma unidade de controlo de potência e, em determinados casos, conforme a aplicação, de uma unidade de armazenamento [40].

Esta seção descreve os tipos de ligação dos sistemas eólicos.

3.8.3.5.2. Sistema isolado

São os sistemas que se encontram privados de energia elétrica proveniente da rede pública. Estes sistemas armazenam a energia do aerogerador em baterias estacionárias, que permitem consumir a energia em períodos em que não se tenha vento, evitando que a energia elétrica falhe quando o gerador pare. Apresenta-se na Figura 3.34 a configuração de um sistema eólico isolado [27].

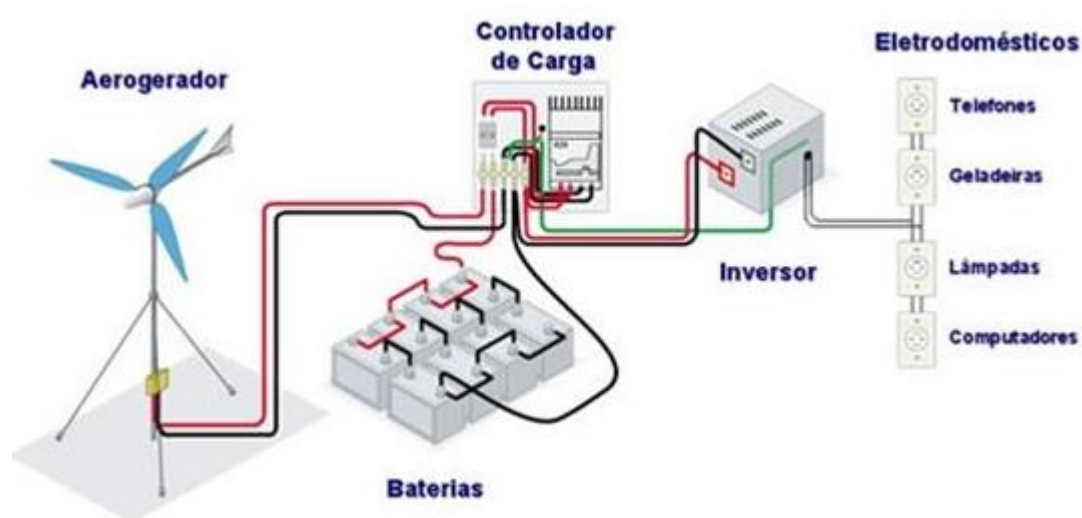


Figura 3.34 – Esquema ilustrativo de um sistema eólico isolado [45].

3.8.3.5.3. Sistema híbrido

São aqueles que apresentam mais de que uma fonte de energia, como por exemplo, turbinas eólicas, geradores diesel, módulos fotovoltaicos, entre outras. A utilização de várias formas de geração de energia elétrica aumenta a complexidade do sistema e exige a otimização do uso de cada uma das fontes. Nesses casos, é necessário realizar um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência e otimização dos fluxos energéticos na entrega da energia para o usuário. Na Figura 3.35 apresenta-se um exemplo de um sistema híbrido [45].

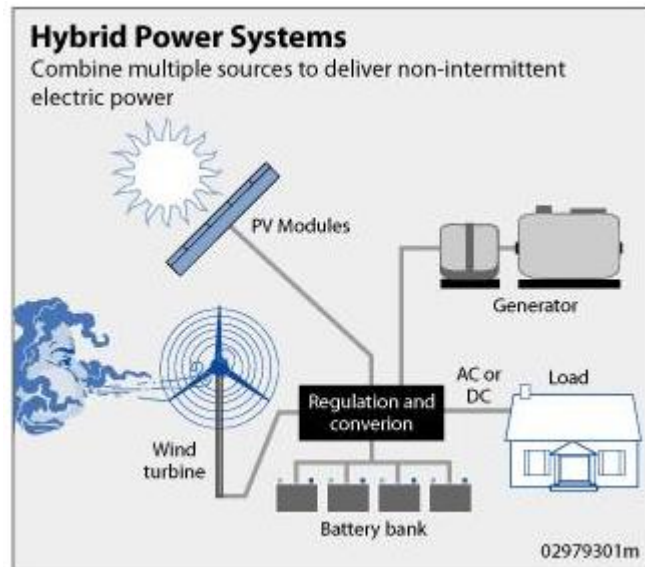


Figura 3.35 – Esquema ilustrativo de um sistema híbrido [46].

3.8.3.5.4. Sistemas interligados à rede

Estes não necessitam de sistemas de armazenamento de energia pois toda a produção é entregue diretamente à rede elétrica pública. Os sistemas eólicos interligados à rede apresentam as vantagens inerentes aos sistemas de geração distribuída tais como a redução de perdas, custo evitado de expansão da rede e geração na hora de ponta quando o regime de ventos coincide com o pico da curva de carga. Na Figura 3.36 apresenta-se um sistema interligado à rede [45].

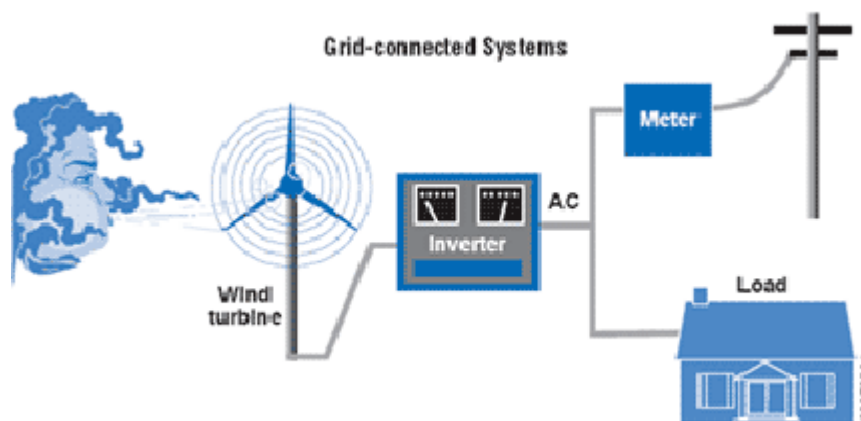


Figura 3.36 – Esquema ilustrativo de um sistema ligado à rede [46].

3.8.3.5.5. Exaustor eólico

Existe ainda o exaustor elétrico que apesar de não ser um sistema eólico o modo de funcionamento é muito parecido sendo que não produz eletricidade, reduz a temperatura ambiente do interior de um edifício. Em caso de ausência de ventos, o ar quente ascendente do ambiente exerce uma pressão no rotor, o que provoca o giro, conhecido como “efeito chaminé”. Na Figura 3.37 apresenta-se um exaustor eólico aplicado num edifício [27].



Figura 3.37 - Exemplo de aplicação de um exaustor eólico [47].

3.8.3.6. Sistemas geotérmicos

Os sistemas geotérmicos de baixa entalpia são soluções para aumentar a eficiência de sistemas de climatização de edifícios, não sendo possível usar estes sistemas em Portugal Continental. Como permutam o ar a climatizar com um fluido que está à temperatura do solo, e como este se encontra a temperaturas mais estáveis, permite que os sistemas de climatização tenham eficiência superior. Estes sistemas aproveitam o calor do interior da terra para o aquecimento do ambiente. Ao contrário das caldeiras convencionais, as bombas de calor geotérmico atuam como máquinas de transferência de calor. No inverno, absorvem o calor da terra e levem-no para o edifício. No verão, funcionam como ar condicionado, retirando o calor do edifício para refrigerá-lo, no solo [27].

Na Figura 3.38 apresenta-se um sistema de baixa entalpia com captação horizontal.

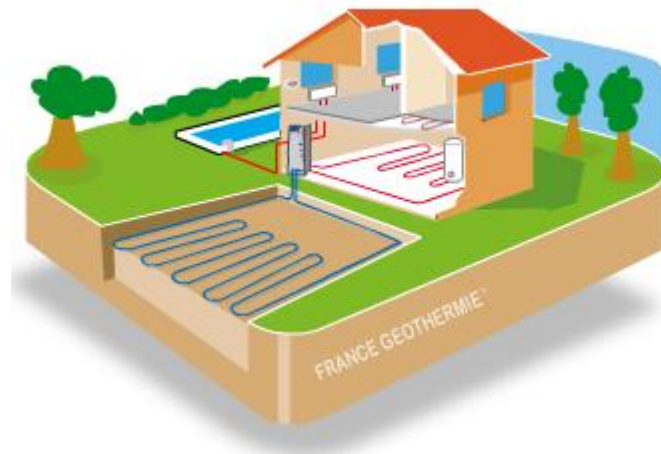


Figura 3.38 – Exemplo de um sistema de baixa entalpia com captação horizontal [48].

3.8.3.7. Poligeração

A vantagem de utilizar sistemas de produção combinada de eletricidade e calor (CHP) é óbvia, o calor produzido quando se gera eletricidade através de ciclos termodinâmicos não é rejeitado para o ambiente. Na produção combinada de calor, frio e potência o calor necessário no Inverno fica disponível no Verão com o arrefecimento através de tecnologias de sorpção, *chillers* alimentados termicamente. Criando frio gera-se mais valor para o calor, evitam-se consumos de arrefecimento e melhora-se a rendibilidade do investimento no gerador, elevando consideravelmente o rendimento final global [40].

4. Eficiência Energética em Unidades Hospitalares

4.1. Enquadramento

Os estabelecimentos de saúde, em particular as unidades hospitalares, devido às suas dimensões e especificidades, são naturalmente grandes consumidores de energia. Tem um funcionamento contínuo e utilizam uma enorme quantidade e variedade de equipamentos, para diagnóstico, tratamento e suporte à vida dos doentes, que necessitam de energia elétrica em permanência para garantir a sua operacionalidade [49].

Numa unidade hospitalar todas as instalações de apoio à atividade dos cuidados de saúde, muitas das vezes, têm de trabalhar em simultâneo. Nestas se incluem as instalações referentes ao apoio de hotelaria (tratamento de roupas e refeições) e as instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC). As instalações AVAC, por servirem para garantir as exigências de conforto dos doentes e profissionais de saúde e sobretudo a qualidade do ar interior, com particular ênfase para as zonas mais críticas em que o grau de assepsia é especialmente elevado, são o maior consumidor de energia em edifícios deste tipo [49].

O presente capítulo pretende analisar os principais equipamentos consumidores de energia num hospital, sendo posteriormente apresentado um plano referente a alguns hospitais do Sistema Nacional de Saúde (SNS) que servira de comparação com o hospital em estudo.

4.2. Eficiência Energética na saúde

4.2.1. Aspetos gerais

No contexto atual, em que a escassez dos recursos existentes se confronta com a necessidade de um aumento da eficiência operacional, as organizações procuram reorganizar-se no sentido de reduzir sistematicamente os custos e de otimizar os processos [49].

As unidades hospitalares assumem-se, destacadamente, como sendo os maiores consumidores energéticos/m² de todos os edifícios, em energia elétrica e térmica [49]. Deste modo, não é de todo surpreendente que quando os custos de energia são altos e quando o aquecimento global é uma questão fundamental, se olhe de imediato para as unidades hospitalares. De acordo com um estudo elaborado em 2005 dentro do subsetor do estado Português, os hospitais são o terceiro maior consumidor estimando-se que acha 3.300 pontos de consumo, os quais representam um consumo de cerca de 144 GWh/ano, como se pode visualizar no Gráfico 4.1 [49].

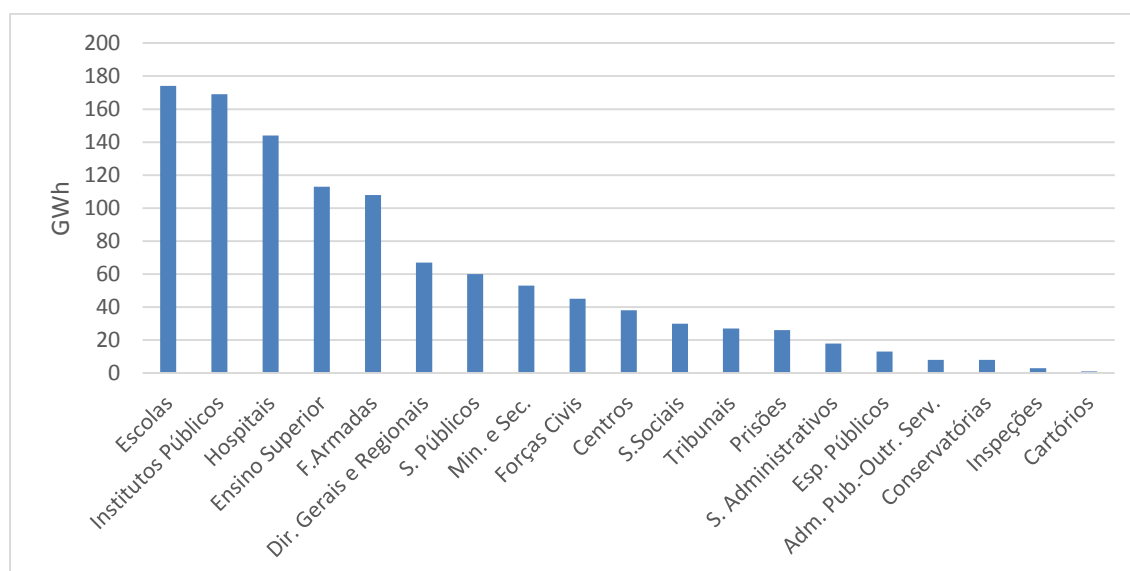


Gráfico 4.1 - Consumo de Eletricidade no Estado, 2005 [49].

Os hospitais e as clinicas têm grandes consumos de energia devido à sua disponibilidade, equipamentos de imagens médicas, e os requisitos especiais para a qualidade e desinfeção do ar. A gestão do consumo de energia tem de ser otimizada, de modo a manter os adequados níveis de assistência ao paciente, conforto e segurança o mais eficientemente possível. O consumo de energia é frequentemente medido através de indicadores de desempenho energético, sendo que normalmente se utiliza o consumo m² ou por cama [49].

No entanto é necessário ter em conta que cada unidade hospitalar é única, e que a sua respetiva desagregação de consumos de energia depende de inúmeros fatores, nomeadamente [49]:

- Zona do país onde se encontra implantada (clima);
- A tipologia da unidade hospitalar (um único edifício/bloco, vários edifícios);
- Arquitetura do edifício, orientação, *design* interno;

- Idade do edifício (tipo de construção e de isolamentos);
- Dimensão da unidade hospitalar;
- Áreas dentro de cada edifício (quartos, sala de operações, cozinha);
- Características dos equipamentos técnicos instalados;
- Características por tipo de instalação (AVAC, iluminação);
- Horários de funcionamento dos diversos serviços;
- Tipologia dos serviços de saúde prestados (serviços de urgências, recobro, consultas externas, cuidados paliativos, exames auxiliares de diagnóstico).

4.2.2. Principais sistemas/equipamentos consumidores de energia

4.2.2.1. Aspectos gerais

Como já referido anteriormente os edifícios, nomeadamente as unidades hospitalares, apresentam grandes consumos, devido a esse facto, melhorar o seu desempenho energético é um fator chave para uma boa eficiência energética.

Nesta seção pretende-se dar a conhecer os principais sistemas/equipamentos utilizados numa unidade hospitalar dando inclusive indicações do seu consumo médio anual.

4.2.2.2. AVAC

Como já foi referido anteriormente os sistemas AVAC podem ser responsáveis por quase 50% (60% quando não são efetuadas manutenções) dos custos de energia num hospital. A diferença básica entre o AVAC para unidades hospitalares e para outros edifícios decorre de quatro requisitos médicos [49]:

- A necessidade de restringir a circulação de ar dentro e entre os vários departamentos/quartos;
- Rigorosos requisitos para a ventilação e filtragem, para inibir a propagação de infeções por diluição e remoção da contaminação em forma de odor, microrganismos e vírus no ar, bem como perigosos químicos e substâncias radioativas;
- Diferentes requisitos de temperatura e humidade para as diferentes áreas;
- A necessidade de um controlo preciso da climatização interior.

4.2.2.3. Aquecimento

Em muitos hospitais, o aquecimento dos espaços é efetuado através de caldeiras que produzem água quente ou vapor, caldeiras essas que funcionam através da queima de combustível. Os hospitais mais recentes, e alguns através de programas de reabilitação, começaram a utilizar gás liquefeito em unidades de produção combinada de calor e eletricidade (cogeração) [49].

4.2.2.4. Águas Quentes Sanitárias

As necessidades de águas quentes sanitárias (AQS) em unidades hospitalares são contínuas e significativas. O consumo pode, em média, ser de 100 a 200 litros/pessoa por dia. A água deve ser aquecida acima dos 60 °C para matar bactérias como a legionella. No entanto, a temperatura da água tem de ser reduzida para 40 °C antes da sua utilização [49].

4.2.2.5. Cozinha

O consumo de energia nas cozinhas pode representar mais de 10% do total de utilização de energia da unidade hospitalar, ou seja, o equivalente a 1-2 kWh/cama por dia [49].

4.2.2.6. Lavandaria

Com uma média de 3 kg de roupa seca por pessoa por dia, as lavandarias hospitalares, que muitas vezes usam vapor, são grandes consumidores de energia. Elas podem ser responsáveis por 10 a 15% da energia total consumida num hospital, com um consumo anual de cerca de 2.000 kWh/cama [49].

4.2.2.7. Iluminação

A iluminação pode representar entre 20% a 35% dos custos de energia elétrica utilizada num hospital que não tenha implementado soluções de economia de energia ou que não tenha sido construído para maximizar o uso de iluminação natural.

Em muitos hospitais, a única maneira de desligar a iluminação é atuar através de interruptores/disjuntores no quadro elétrico, desligando-se circuitos completos de

iluminação. Com manutenção regular, os níveis de iluminação poderão ser reduzidos em 30%, em 2-3 anos [49].

4.2.2.8. Equipamentos médicos e de armazenamento de dados

Os custos de eletricidade para alimentar os sofisticados sistemas de digitalização, sistemas de diagnóstico e equipamento de tratamento situam-se entre os 17% e os 20% da faturação do hospital, e o seu peso continua a aumentar. A necessidade de armazenar com segurança os dados juntamente com uma tendência rápida no sentido de registos eletrónicos de pacientes está a impulsionar o crescimento de requisitos de energia socorrida, energia limpa e confiável, quer para a alimentação dos equipamentos, quer para a alimentação dos centros de dados [49].

4.2.2.9. Elevadores

Num estudo realizado em 2005, foi efetuada a medição de consumos de energia a 33 elevadores de diferentes fabricantes. O resultado mais importante e surpreendente foi o seu elevado consumo em *stand-by*. Mesmo em hospitais que possuem um maior número de ciclos de viagens, o consumo em *stand-by* é ainda da ordem dos 20-30% [49].

4.3. Plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde”

4.3.1. Aspetos gerais

Com o objetivo de criar indicadores para a classificação do desempenho das instalações e promover a eficiência energética nos centros hospitalares do SNS, o Ministério da Saúde promoveu a elaboração do plano “Eficiência dos Hospitais do SNS”, que surge no âmbito da estratégia para a implementação do Plano Estratégico do Baixo Carbono (PEBC) e do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP) apresentado no capítulo “A energia e a sustentabilidade. Passado, presente e perspectivas futuras”.

Este plano apresenta-se como uma ferramenta que pretende visar e promover a redução dos consumos e dos custos com a energia e água, nomeadamente [50]:

- Apresentar o nível de eficiência com que cada uma das entidades hospitalares utiliza recursos energéticos e hídricos;
- Averiguar a evolução dos consumos e custos entre os anos de 2011 e 2012;
- Identificar potenciais oportunidade de racionalização energética e hídrica;
- Promover uma política de *benchmarking* de eficiência energética e hídrica entre entidades do SNS.

O referido plano enquadra-se no Despacho n.º 4860/2013, de 9 de abril, do Secretário de Estado da Saúde, que [50]:

- Estabeleceu metas de redução de consumos para 2013 e definiu atribuições para os Gestores Locais de Energia e Carbono (GLEC) do Ministério da Saúde;
- Determinou a elaboração do Guia de Boas Práticas para o Sector da Saúde e do Ranking de Eficiência dos Hospitais do SNS.

No referido plano foram estipuladas metas a atingir para os anos 2013, 2014 e 2015, todas as unidades hospitalares teriam assim objetivos bem definidos a atingir, que se resumem na Figura 4.1.

Objetivos	Metas*		
	2013	2014	2015
Eficiência Energética Reduzir consumos de eletricidade e gás	- 10 %	- 13 %	- 15 %
Eficiência Hídrica Reduzir consumos de água	- 5 %	- 8 %	- 10 %
Redução da Produção de Resíduos Reduzir produção de resíduos	- 5 %	- 8 %	- 10 %

Figura 4.1 – Metas a atingir relativamente aos consumos⁵ [50].

De seguida são identificadas e agrupadas as unidades hospitalares que se inserem no presente plano, sendo posteriormente construídos os gráficos dos consumos de cada região.

⁵ Metas atingir relativamente a 2011.

4.3.2. Identificação e agrupamento das entidades

O presente plano é composto por 4 etapas. A primeira etapa do referido plano passou pela recolha da informação relativa a vários indicadores relativos às unidades hospitalares. Na segunda etapa, as unidades hospitalares foram agrupadas tendo por base a sua localização e as suas características. A terceira e quarta etapa são abordadas na seção “Custos e consumos com *utilities*”.

A Tabela 4.1 apresenta as duas etapas bem como as tarefas tratadas em cada uma delas.

Tabela 4.1 – Planeamento do estudo eficiência energética no sistema nacional de saúde [50].

Etapas	Planeamento
1 – Recolha de Informação das Entidades Hospitalares	<ul style="list-style-type: none">- Área Bruta;- Área Útil;- N° de edifícios;- N° de edifícios com cogeração;- N° de edifícios com auditorias energéticas;- Consumos e custos de energia elétrica, gás natural e água;- Produção de resíduos;- Número de doentes padrão.
2 – Agrupamento das Entidades	<ul style="list-style-type: none">- Grupo I: Região de Saúde do Norte;- Grupo II: Região de Saúde do Centro;- Grupo III: Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo;- Grupo IV: Região de Saúde do Alentejo e Algarve;- Grupo V: Institutos de oncologia⁶;- Grupo VI: Entidades com Centrais de Cogeração⁷.

No referido estudo foram analisadas 51 unidades hospitalares (64 se se incluir o grupo V-Institutos de oncologia e VI-Entidades Hospitalares com centrais de Cogeração apenas utilizados na elaboração dos custos de Energia Elétrica), divididas por 4 regiões do País (Região de Saúde do Norte (RSN), Região de Saúde do Centro (RSC), Região de

⁶ Grupo apenas considerado para efeitos da Energia Elétrica.

⁷ Grupo apenas considerado para efeitos da Energia Elétrica.

Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (RSLVT) e Região de Saúde do Alentejo e Algarve (RSAA)).

No Gráfico 4.2 apresenta-se o modo como as unidades hospitalares foram distribuídas pelas diferentes regiões, Institutos e Entidades com Centrais de Cogeração.

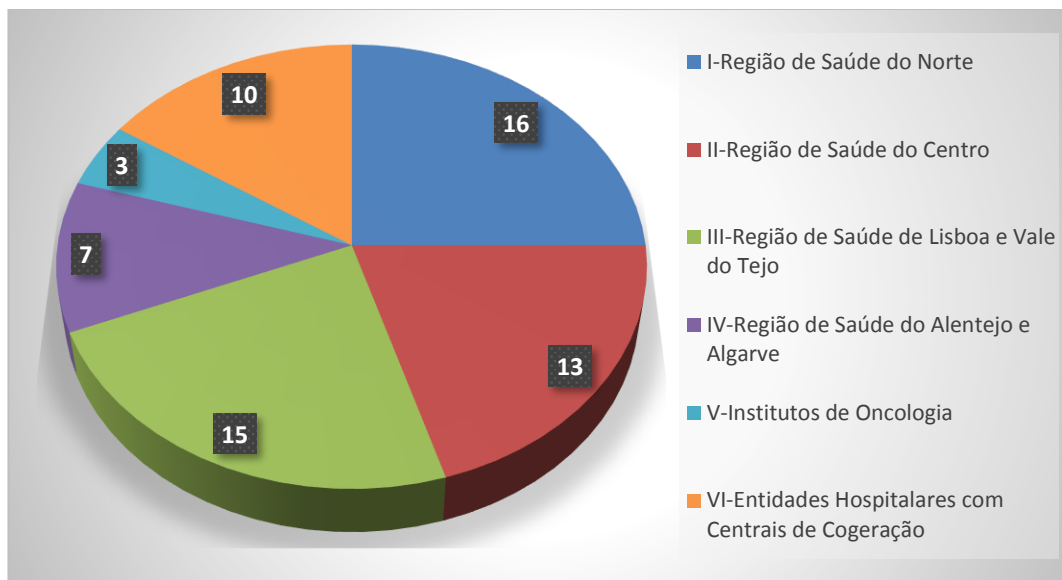


Gráfico 4.2 - Número de Unidades Hospitalares analisados por região [50].

Para cada grupo o estudo apresenta os resultados discriminados por entidade hospitalar, com os seguintes indicadores [50]:

- Dimensão dos edifícios (m^3/m^2);
- Produção do serviço ($m^3/doente$ padrão);

Os centros hospitalares que entraram no referido plano encontram-se caracterizados na seção “Anexo I – Agrupamento das Entidades” da presente dissertação.

Dada a heterogeneidade dos edifícios que constituem as unidades hospitalares referidas, não foi possível considerar no referido plano todas as variáveis que podem influenciar os consumos de energia e de água, nomeadamente [50]:

- Data do projeto e da construção do edifício hospitalar;
- Existência de áreas/edifícios e/ou instalações intervencionadas/remodeladas;
- Características da envolvente passiva dos edifícios;
- Características das instalações e equipamentos (ex.: instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado, instalações de preparação de águas quentes sanitárias, sistemas de rega, etc).

4.3.3. Custos e consumos com *utilities*

4.3.3.1. Aspetos gerais

Depois das entidades hospitalares terem sido identificadas e agrupadas na primeira e na segunda etapa no subcapítulo “Identificação e agrupamento das entidades”, foram construídos gráficos com os consumos totais de *utilities* na terceira etapa. Na quarta e última etapa, foram construídos os Rankings de eficiência energética e hídrica.

A Tabela 4.2 apresenta a etapa três e quatro do referido plano bem como as tarefas tratadas em cada uma delas.

Tabela 4.2 – Planeamento do plano Eficiência Energética no Sistema Nacional de Saúde [50].

Etapas	Planeamento
3 – Construção dos Consumos	<ul style="list-style-type: none">- Consumos e Custos com energia elétrica;- Consumos e custos com água;- Consumos e custos com energia reativa.
4 – Construção dos rankings	<ul style="list-style-type: none">- Ranking de eficiência energética;- Ranking de eficiência hídrica.

De seguida são descritos e analisados os consumos e custos obtidos em *utilities* no ano de 2011 e 2012.

4.3.3.2. Custos com *utilities*

Os custos totais com *utilities* dos hospitais do SNS objeto do referido plano em 2012 foram de 93.396.409 €, sendo que 52,18% (48.734.493 €) representam os custos com energia elétrica, 30,28% (28.281.585 €) os custos com gás natural e 17,54% (16.380.331 €) custos com água [50]. Apresenta-se no Gráfico 4.3 os custos totais das *utilities* por região obtidos em 2012 [50].

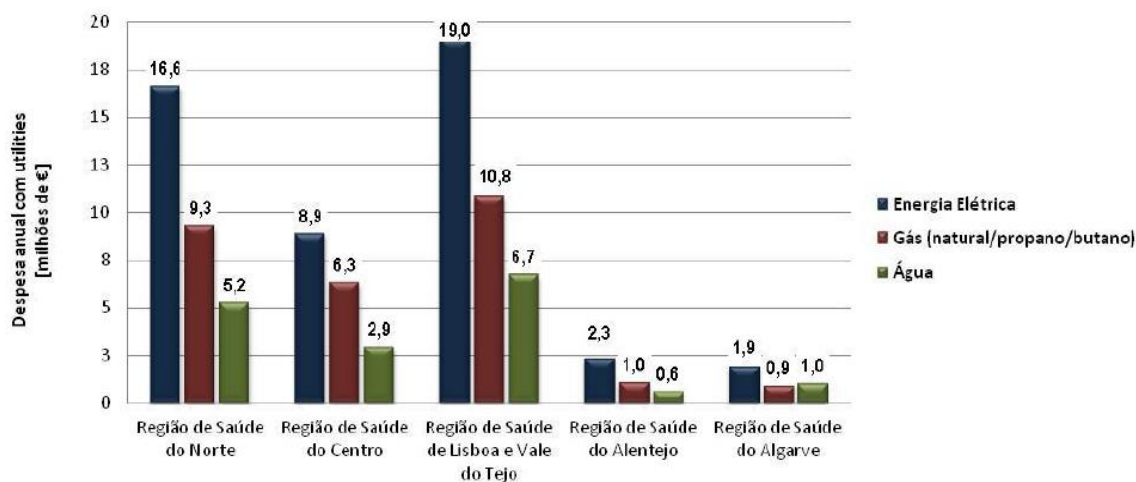


Gráfico 4.3 - Despesa anual com *utilities* em 2012 por região de Saúde [50].

A região que apresentou as maiores despesas com *utilities* foi a RSLVT apresentando despesas totais na ordem dos 36.500.000 €, seguindo-se a RSN com 31.100,000 €, a RSC com 18.100.000 € e a Região de Saúde do Algarve (RSA) com 3.900.000 €. A região que menos despesa apresentou foi a Região de saúde do Algarve (RSAL) com apenas 3.800.000 €.

É de realçar que apesar da RSN englobar mais unidades hospitalares do que a RSLVT (16 contra 15) apresentou um valor de despesa mais baixo (31.100,000 € contra 36.500.000 €). Este facto poderá ter sido causado devido a uma maior eficiência das unidades hospitalares da RSN ou devido a área total das entidades da RSVT ser superior daí uma maior despesa.

4.3.3.3. Energia Elétrica

Os consumos obtidos em energia elétrica, no ano de 2011 e 2012 apresentam-se no Gráfico 4.4 [50].

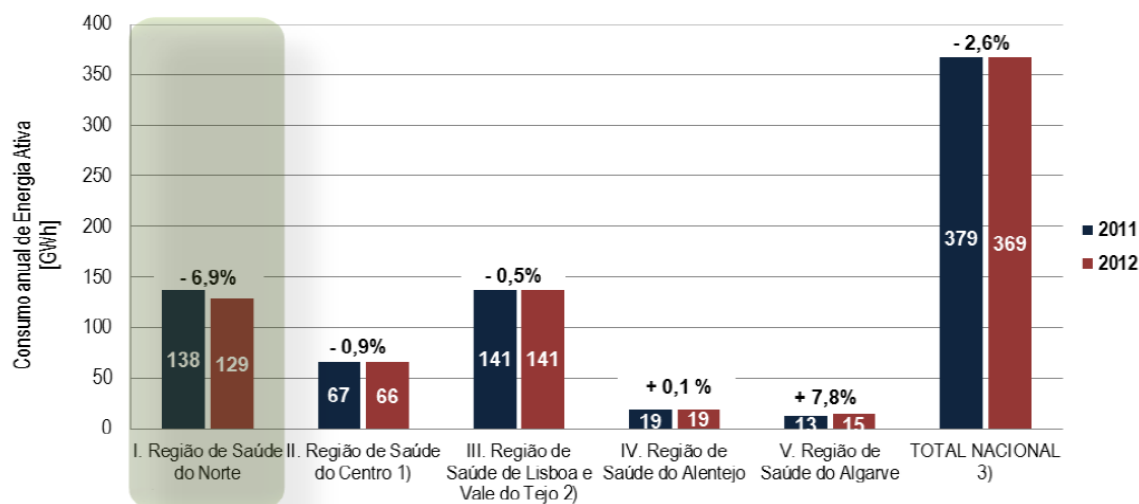


Gráfico 4.4 - Consumo de Energia Elétrica em 2011 e 2012⁸ [50].

Conforme se pode verificar, a RSLVT foi a região que apresentou os consumos mais elevados com cerca de 141 GWh em 2011 e 2012, seguindo-se a RSN com 138 GWh em 2011 e 129 GWh em 2012, a RSC com 67 GWh em 2011 e 66 GWh em 2012 e a RSA com 19 GWh em ambos os anos. A região que menos consumo apresentou foi a RSAL com 13 GWh em 2011 e 15 GWh em 2012, como era de se esperar.

A RSN foi a região que apresentou a maior redução dos consumos de energia elétrica entre o ano de 2011 e 2012, uma redução de cerca de 6,9%, seguindo-se a RSC com uma redução de cerca de 0,9% e a RSLVT com uma redução de cerca de 0,5%. No sentido contrario, entre as regiões que se verificaram aumentos no consumo de energia elétrica, apresentam-se a RSAL com um aumento de cerca de 7,8% de 2011 para 2012 e a RSA com cerca de 0,1%.

A nível Nacional foi registada uma diminuição de cerca de 2,6% passando de um consumo anual de 379 GWh para 369 GWh.

Na Gráfico 4.5 apresentam-se as despesas anuais com energia elétrica das diferentes regiões relativas a 2011 e 2012.

⁸ 1) Não inclui consumos da ULS da Guarda, 2) Não inclui consumos do Hospital de Loures e do Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto, 3) Não inclui consumos da ULS da Guarda, Hospital de Loures e Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto.

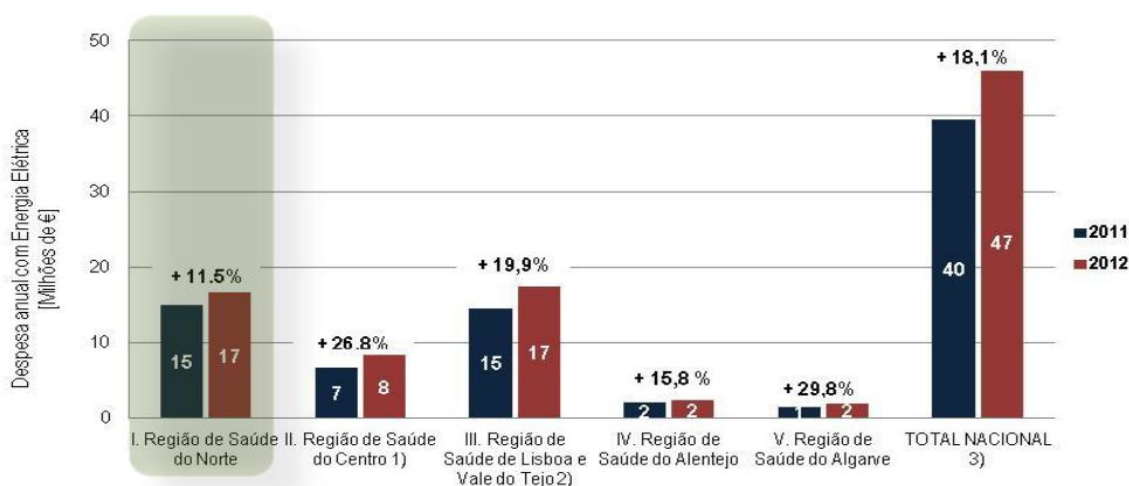


Gráfico 4.5 - Despesa anual com Energia Elétrica⁹ [50].

Analisando-se o Gráfico 4.5, é possível verificar-se que a RSLVT e a RSN são as regiões que apresentaram despesas mais elevadas, com cerca de 15 e 17 milhões de euros em 2011 e 2012, seguindo-se a RSC com 7 e 8 milhões de euros, a RSA com 2 milhões de euros em ambos os anos e a RSAL com 1 e 2 milhões de euros em 2011 e 2012 respetivamente.

É possível verificar também que todas as regiões apresentaram aumentos na sua despesa anual com energia elétrica. É de notar que apesar de as RSN, RSC e a RSLVT terem apresentado diminuição dos consumos de energia elétrica, registaram aumento nas despesas com essa mesma energia, este facto deve-se ao aumento das tarifas e do IVA (de 6% para 23% em Outubro de 2011).

A nível Nacional registou-se também um aumento de 18,1%, passando de 40 milhões de euros para 47 milhões de euros.

No Gráfico 4.6 apresenta-se os dois indicadores correspondentes a cada região, nomeadamente o consumo/m² e o consumo/doente padrão relativos ao ano de 2012.

⁹ Não inclui consumos da ULS da Guarda 2) Não inclui consumos do Hospital de Loures e do Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto. 3) Não inclui consumos da ULS da Guarda, Hospital de Loures e Instituto de Oftalmologia Dr. Gama Pinto.

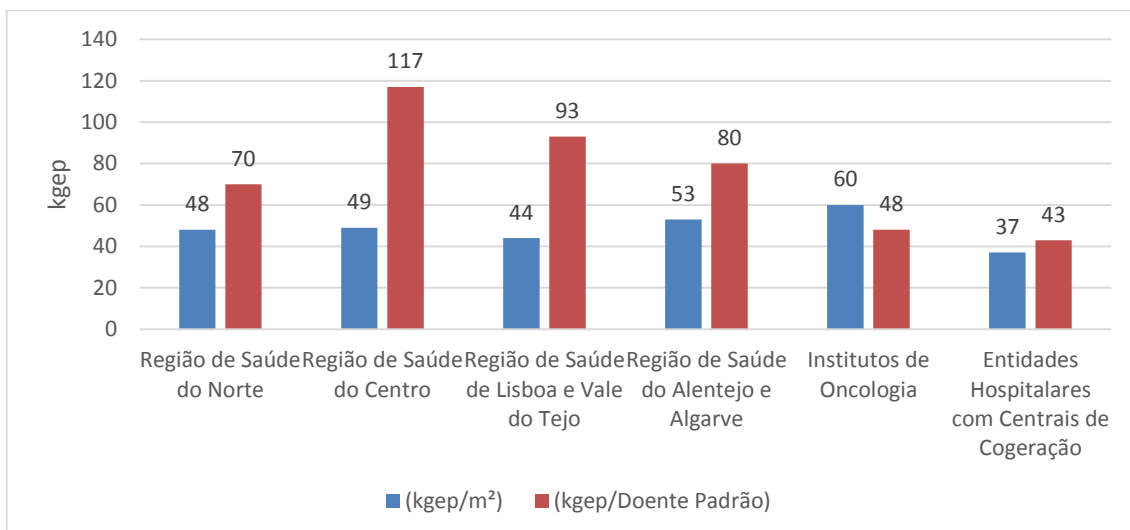


Gráfico 4.6 - Consumo de energia por área útil e consumo de energia por doente em cada região relativos ao ano de 2012 [50].

É possível verificar-se, relativamente ao indicador kgep/m^2 , que os Institutos de Oncologia (IO) apresentaram os maiores consumos, cerca de 60 kgep/m^2 , seguindo-se a RSAA com 53 kgep/m^2 , a RSC com 49 kgep/m^2 , a RSN com 48 kgep/m^2 e a RSLVT com 44 kgep/m^2 . As Entidades Hospitalares com Centrais de Cogeração (EHCC) apresentaram o menor consumo por metro quadrado, cerca de 37 kgep/m^2 , como era de se esperar devido ao facto de terem produção própria (cogeração).

Relativamente ao indicador kgep/doente , a RSC apresentou os maiores consumos, cerca de 117 kgep/doente , seguindo-se a RSLVT com 93 kgep/doente , a RSAA com 80 kgep/doente , a RSN com 70 kgep/doente e os IO com 48 kgep/doente . As EHCC como se era de esperar apresentaram o menor consumo por doente padrão, cerca de 43 kgep/doente , devido ao facto de terem produção própria, motivo já referido anteriormente.

4.3.3.4. Energia Reativa

O encargo com Energia Reativa referente ao ano de 2012 é apresentado no Gráfico 4.7, e é inferior a 1% do total da fatura anual com energia elétrica.

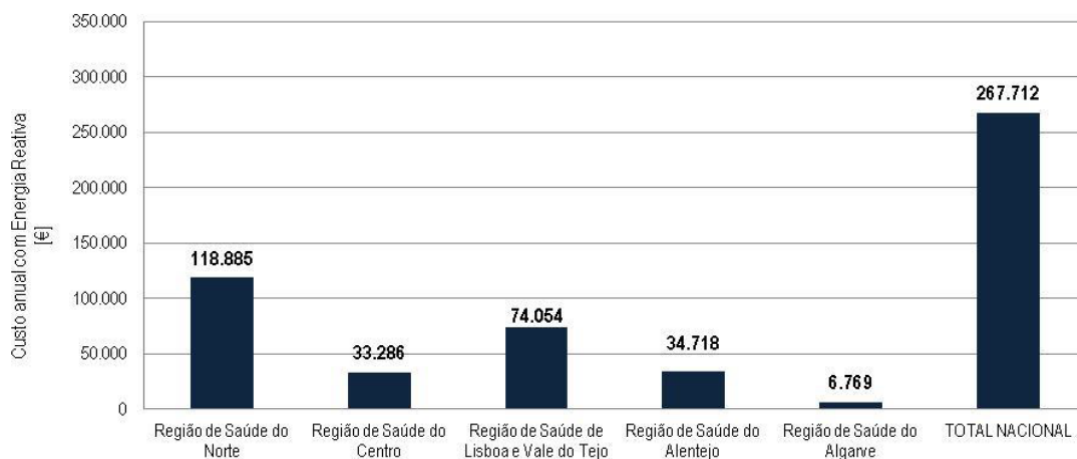


Gráfico 4.7 - Custo anual com Energia Reativa [50].

Analisando o Gráfico 4.7 verifica-se que a região que apresentou maior custo com energia reativa foi a RSN com 118.885,00 €, seguindo-se a RSLVT com 74.054,00 €, a RSA com 34.718,00 € e a RSC com um custo de 33.286 €. No sentido oposto encontra-se a RSAL com um custo de 6.769,00 € [50].

Como era de se esperar, a RSN registou o maior custo com energia reativa, ainda assim muito superior ao registado na RSLVT que apenas engloba menos uma unidade hospitalar (16 contra 15). É de salientar que apesar da RSA englobar menos unidades hospitalares que a RSC (4 contra 13) apresentou um custo com energia reativa superior (34.718,00 € contra 33.286,00 €), traduzindo a ineficiência, ou a eventual falta dos aparelhos de correção de fator de potência [50].

A nível Nacional registou-se um custo de 267.712,00 € com energia reativa. Custo que poderia ser anulado com uma correta compensação da energia reativa.

4.3.3.5. Água

Os consumos de água registados, entre 2011 e 2012 apresentam-se no Gráfico 4.8 [50].

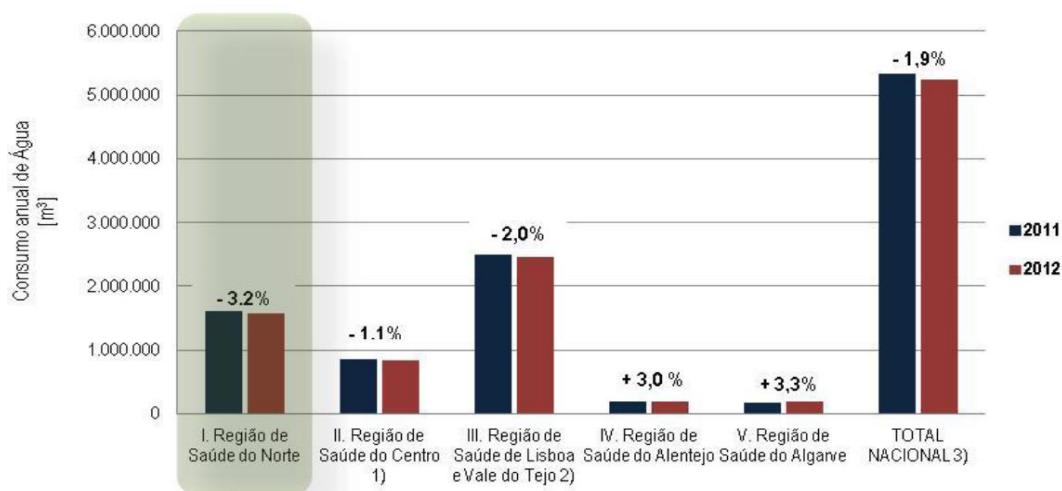


Gráfico 4.8 - Consumo anual de Água em 2011 e 2012 [50].

Conforme se pode verificar, a RSLVT foi a região que apresentou os consumos mais elevados de água, cerca de 2.500.000 m³ consumidos em cada ano, seguindo-se a RSN com cerca de 1.500.000 m³ em cada ano, a RSC cerca de 900.000 m³ em cada ano e a RSA com um consumo de 150.000 m³ em cada ano. A região que menos consumo apresentou, foi a RSAL com cerca de 100.000 m³ consumidos, como era de se esperar visto que é a região com menos unidades hospitalares.

A RSN foi a região que apresentou a maior redução dos consumos de água entre o ano de 2011 e 2012, uma redução de cerca de 3,2%, seguindo-se a RSLVT com uma redução de cerca de 2,0% e a RSC com uma redução de cerca de 1,1%. No sentido contrário, entre as regiões que se verificaram aumentos no consumo de água, apresentam-se a RSAL com um aumento de cerca de 3,3% de 2011 para 2012 e a RSA com cerca de 3,0%.

É de referir que apesar da RSN englobar mais unidades hospitalares que a RSLVT (16 contra 15) apresentou um consumo muito menor de água, o que significa uma maior eficiência dos equipamentos presentes na RSN.

A nível Nacional foi registada uma diminuição de cerca de 1,9 %, estando o consumo de água situado em cerca de 5.200.000 m³.

As despesas anuais registadas de água, entre 2011 e 2012, apresentam-se no Gráfico 4.9 [50].

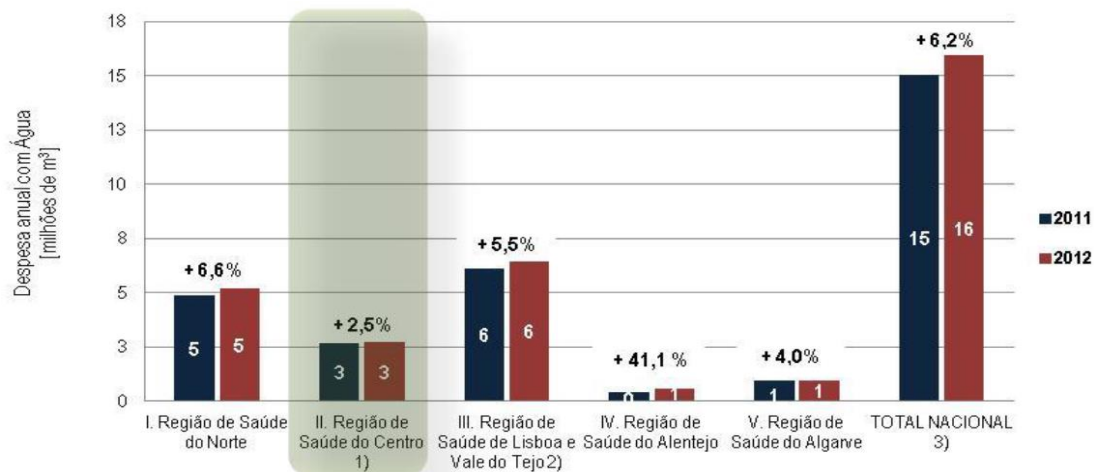


Gráfico 4.9 - Despesa anual com água em 2011 e 2012 [50].

Analisando-se o Gráfico 4.9, é possível verificar-se que a RSLVT e a RSN são as regiões que apresentaram despesas mais elevadas, com cerca de 6 e 5 milhões de euros em 2011 e 2012, seguindo-se a RSC com cerca de 3 milhões de euros em cada ano, a RSAL com cerca de 1 milhão de euros em cada ano e a RSAL com cerca de 1 milhão de euros também em 2011 e 2012 [50].

É possível verificar também que todas as regiões apresentaram aumentos na sua despesa anual com água. É de notar que apesar de as RSN, RSC e a RSLVT terem apresentado diminuição dos consumos de água, registaram aumento nas despesas com essa mesma energia, este facto deve-se ao aumento das tarifas e do IVA (de 6% para 23% em Outubro de 2011). É de salientar também o aumento de 41,1% na despesa da RSA, sendo que o consumo no mesmo período apenas aumentou 3%, não se sabendo a que se deveu tal facto [50].

A nível Nacional registou-se também um aumento de 6,2% entre o ano de 2011 e 2012 [50].

No Gráfico 4.10 apresentam-se os dois indicadores correspondentes a cada região, nomeadamente o consumo/m² e o consumo/doente padrão relativos ao ano de 2012.

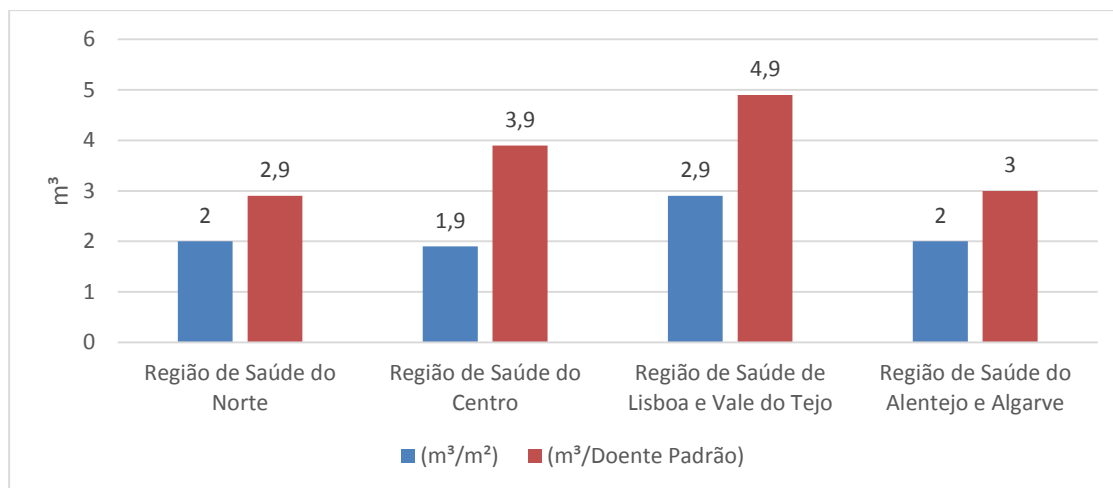


Gráfico 4.10 - Consumo de Água por m³/m² e m³/doente padrão relativos a 2012 [50].

É possível verificar-se, relativamente ao indicador m³/m², que a RSLVT apresentou o maior consumo por metro quadrado, cerca de 2,9 m³, seguindo-se a RSN e a RSAA com cerca de 2 m³/m². A RSC apresentou um consumo de 1,9 m³/m², sendo, neste indicador a região mais eficiente [50].

Relativamente ao indicador m³/doente padrão, a RSLVT apresentou os maiores consumos, cerca de 4,9 m³/doente, seguindo-se a RSC com 3,9 m³/doente e a RSAA com 3 m³/doente. A RSN apresentou, para este indicador (m³/doente), o menor consumo, com cerca de 2,9 m³/doente [50].

É de salientar que as unidades hospitalares inseridas na RSN se apresentaram como as mais eficientes em termos de consumo por metro quadrado e em termos de consumo por doente padrão.

4.3.4. Conclusões

Analisando-se o subcapítulo "Custos e consumos com *utilities*" verificou-se, que em termos globais, os custos superiores com *utilities* foram relativos aos custos com energia elétrica, de 48.734.493 €, seguindo-se os custos com o gás natural, de 28.281.585 € e por último o custo com a água representando 16.380.331 €. A RSLVT apresenta as maiores despesas com *utilities*, seguindo-se a RSN, a RSC, a RSA e por último a RSAL.

Em termos de consumo de energia elétrica, no ano de 2012, a RSLVT apresentou os maiores consumos (141GWh), seguindo-se a RSN (129 GWh), a RSC (66 GWh), a

RSA (19 GWh) e por último a RSAL (15 GWh), como era de se esperar depois de se ter analisado as despesas.

Analisando-se o indicador kgep/m^2 percebe-se que as unidades hospitalares inseridas na RSLVT foram as mais eficientes apresentando o menor consumo por metro quadrado (44 kgep/m^2), sendo que o IO apresentou o maior consumo (60 kgep/m^2). Relativamente ao indicador $\text{kgep/doente padrão}$, concluiu-se que a RSC neste contexto foi a menos eficiente, apresentando o maior consumo por doente padrão (117 kgep/doente), sendo que as EHCC apresentaram-se como as mais eficientes (43 kgep/doente).

A RSN apresentou a maior despesa com consumo de energia reativa (118.885 €), sendo a RSAL a mais eficiente neste contexto apresentando uma despesa de 6.769 €. Registando-se uma despesa de 267.712 € no total Nacional em energia reativa.

Em termos de consumo de água, no ano de 2012, a RSLVT apresentou os maiores consumos ($2.500.000 \text{ m}^3$), seguindo-se a RSN ($1.600.000 \text{ m}^3$), a RSC (900.000 m^3), a RSA (150.000 m^3) e por último a RSAL (100.000 m^3), como era de se esperar depois de se ter analisado as despesas. Registando-se um consumo de cerca de $5.200.000 \text{ m}^3$ no ano de 2012.

Analisando-se o indicador m^3/m^2 percebe-se que as unidades hospitalares inseridas na RSC foram as mais eficientes apresentando o menor consumo por metro quadrado ($1,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$), sendo que a RSLVT apresentou o maior consumo ($2,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$). Relativamente ao indicador $\text{m}^3/\text{doente padrão}$, concluiu-se que a RSLVT neste contexto foi a menos eficiente, apresentando o maior consumo por doente padrão ($4,9 \text{ m}^3/\text{doente}$), sendo que as unidades hospitalares inseridas na RSN apresentaram-se como as mais eficientes ($2,9 \text{ m}^3/\text{doente}$).

Os consumos relativos ao ano 2012 obtidos no referido plano serão posteriormente comparados com os consumos obtidos na unidade hospitalar em estudo.

5. Soluções técnicas e tecnológicas de monitorização das instalações

5.1. Enquadramento

Recorrendo à monitorização dos consumos energéticos é possível aumentar os níveis de eficiência energética de uma habitação, pela determinação das máquinas mais dispendiosas, das causas dos picos energéticos, das más utilizações de energia, dos possíveis defeitos nos aparelhos e por constituir uma interface de comunicação para o utilizador final ou empresa de serviços energéticos, capaz de ser estudada e levando a que surjam medidas de eficiência energética ajustadas. Pela observação da energia consumida, pelo custo imediato e impactos ambientais associados, é assim criada uma cultura de consciência energética, incentivando os consumidores a uma redução nos seus consumos e posterior redução da fatura energética [51].

São diversas as soluções tecnológicas para a monitorização de consumos, desde equipamentos portáteis, equipamento fixos em calha DIN e equipamentos fixos de painel e de tomada. Na presente seção é feita a distinção dos diferentes tipos de monitorização dando no entanto exemplos de analisadores atualmente disponíveis no mercado.

5.2. Métodos de monitorização

5.2.1. Aspetos gerais

Nesta seção são apresentados alguns exemplos de equipamentos portáteis, equipamentos fixos em calha DIN e equipamentos fixos de painel e de tomada, apresentando, de seguida, as soluções existentes no mercado para cada tipo de monitorização.

5.2.2. Equipamentos Portáteis

5.2.2.1. Aspetos gerais

Na presente seção são descritos dois equipamentos portáteis para medir os consumos e a qualidade de energia numa instalação.

5.2.2.2. Analisador Portátil *PDA 1252*

O *PDA 1252*, é desenvolvido pela empresa *Electro Industries* e é comercializado em Portugal pela Telecomunicações e Electrónica, Lda (LGT). O *PDA 1252* é um analisador da qualidade da energia desenvolvido para monitorizar, isolar e resolver problemas de distúrbios no sistema energético. Com um *software* de análise avançada (*Communicator EXT*), o utilizador pode visualizar dados em tempo real apresentados num formato simples e poderoso.

Na Figura 5.1 apresenta-se o aspeto do analisador *PDA 1252*.



Figura 5.1 – Analisador Portátil *PDA 1252* [52].

As principais funcionalidades do analisador portátil *PDA 1252* apresentam-se de seguida [52]:

- Qualidade de energia e contagem de energia;
- Elevada precisão (0,04%);

- Análise e registo em simultâneo de 128 parâmetros elétricos;
- Registo de cavas, micro-cortes, picos de corrente, transitórios;
- Análise harmónica até à ordem 127;
- Medidor de energia de 4 quadrantes;
- Várias soluções de comunicação (*Ethernet, RS232*);
- Memória interna de 4 MB.

5.2.2.3. *Fluke 1730*

O *Fluke 1730*, ilustrado na Figura 5.2, é desenvolvido pela empresa *Infocontrol, S.A.* O *Fluke 1730* regista e analisa o consumo elétrico de energia numa instalação. Este foi especificamente desenhado para realizar de uma forma rápida e fácil, estudos de energia (medida e registo completo de todas as potências e energias) e estudos de carga (medida e registo completo das correntes elétricas na instalação).



Figura 5.2 - Analisador de consumos *Fluke 1730* [53].

O analisador de consumos *Fluke 1730* permite a transferência da informação para o computador através de cabo *universal serial bus* (USB) e o *software* permite analisar a informação e produzir relatórios numa questão de minutos.

As principais funcionalidades do *Fluke 1730* apresentam-se de seguida [53]:

- **Medidas:** tensão, corrente, potências, fator de potência e os correspondentes valores de energia;
- **Registo acessível:** todos os valores medidos são registados automaticamente e podem ser visualizados durante o registo antes de serem transferidos para o computador portátil (PC), para levar a cabo uma análise prévia no local;
- **Interface de utilizador otimizada:** A configuração do registador é levada a cabo de uma forma rápida, guiada através de gráficos e ícones que asseguram que se capturam sempre os dados corretos;
- **Acessórios de medida otimizados:** o cabo plano de tensão, que contém as quatro pontas de prova, e as sondas flexíveis de corrente asseguram uma ligação rápida e segura à instalação;
- **Autonomia da bateria:** a bateria de iões de lítio permite um funcionamento autónomo durante quatro horas.

5.2.3. Equipamentos Fixos em calhas DIN

5.2.3.1. Aspetos gerais

Na presente seção são descritos dois equipamentos fixos normalmente em calha DIN para analisar os consumos e a qualidade de energia numa instalação.

5.2.3.2. Analisador de consumo EQ

O analisador de consumo EQ é desenvolvido e comercializado pela empresa *Asea Brown Boveri (ABB)*. Com este analisador é possível conhecer e controlar o consumo de energia ao longo do tempo, e assim diminuir os consumos e consequentemente as emissões de dióxido de carbono (CO₂). Utilizando um interface flexível para comunicação consegue monitorizar e controlar o consumo de forma eficiente.

O aspeto do analisador de consumo da EQ apresenta-se na Figura 5.3.



Figura 5.3 – Analisador de consumo EQ [54].

As principais características do analisador de consumos EQ apresentam-se de seguida [54]:

- Montagem em calha DIN;
- Ampla gama de temperatura de serviço;
- Interface lógico;
- Medidas (Potência, tensão, corrente, fator de potência);
- Saída de impulsos.

5.2.3.3. *MID energy ECSEM series*

O *MID energy meter ECSEM series* é um analisador de consumos fabricado pela empresa *Janitza electronics* e comercializado pela empresa *Inovasense* conhecimento e inovação. O *MID energy meter ECSEM series* regista a energia ativa e reativa, podendo fazer medições diretas até 80 A, ou para correntes superiores utilizando um transformador de corrente. Pode ser usado em sistemas monofásicos e em sistemas trifásicos e é instalado em calha DIN.

O aspeto do analisador de consumos *MID energy ECSEM series* apresenta-se na Figura 5.4.



Figura 5.4 – Analisador de consumos *MID energy ECSEM series* [55].

5.2.4. Equipamentos fixos de painel e de tomada

5.2.4.1. Aspectos gerais

Na presente seção são descritos dois equipamentos fixos normalmente ligados a uma tomada para medir os consumos e a qualidade de energia numa instalação.

5.2.4.2. *Efergy Energy Monitor Socket 2.0*

O *Efergy Energy Monitor Socket 2.0*, ilustrado na Figura 5.5, foi desenvolvido pela empresa *Efergy*. É um equipamento pequeno e que permite ver até 7 parâmetros diferentes, tais como a potência, os valores eficazes de corrente e tensão, a frequência, o fator de potência, a energia e os custos energéticos [56]. O seu visor permite apresentar até três tipos de dados em simultâneo. O *Efergy Monitor* permite guardar os registos dos consumos por dia, por mês e por ano [56].



Figura 5.5 – Sistema de monitorização *plug-in* da *Efergy* [56].

5.2.4.3. *Belkin Conserve Insight*

O *Belkin Conserve Insight*, ilustrado na Figura 5.6, é um sistema que foi desenvolvido pela empresa Americana *Belkin*. À semelhança do *Efergy Energy Monitor*, possui um visor onde são disponibilizados os diversos dados medidos, sendo que, no entanto, só disponibiliza um dado de cada vez ao contrário do *Efergy* que permitia visualizar até três [57].



Figura 5.6 – Sistema de monitorização *plug-in* da *Belkin* [57].

O dispositivo *Belkin* é um dispositivo simples, composto somente por três botões e limita-se a apresentar ao utilizador os consumos, as emissões de CO₂ e os custos energéticos [57].

6. Estudo de caso – Unidade Hospitalar

6.1. Enquadramento

O presente capítulo apresenta o trabalho de levantamento energético e das medidas propostas para a gestão de energia e eficiência energética de uma unidade hospitalar, situada no norte de Portugal.

No referido trabalho, foi realizada a análise dos consumos energéticos da instalação, o levantamento dos principais equipamentos, sistemas e processos consumidores de energia e apresentadas propostas de redução dos consumos. Por último, foi elaborada uma análise global do tempo de retorno do investimento. Esta análise engloba todas as propostas de solução mencionadas na presente dissertação.

6.2. Caracterização da Unidade hospitalar

6.2.1. Aspetos gerais

Trata-se de uma unidade hospitalar, cujo projeto data de 1961, mas cujas obras de construção apenas se iniciaram em 1971. A unidade hospitalar entrou em funcionamento a 17 de Outubro de 1988 [58]. A Figura 6.1 mostra uma vista geral da unidade hospitalar.



Figura 6.1 – Vista geral da unidade hospitalar objeto do caso de estudo [58].

6.2.2. Características das instalações

A unidade hospital divide-se em quatro partes (alas), designadas internamente por: ala Norte, ala Principal, ala Sudoeste e ala Sudeste. Na Figura 6.2 apresenta-se um desenho de implementação da unidade hospitalar no qual se encontram definidas as quatro alas referidas.

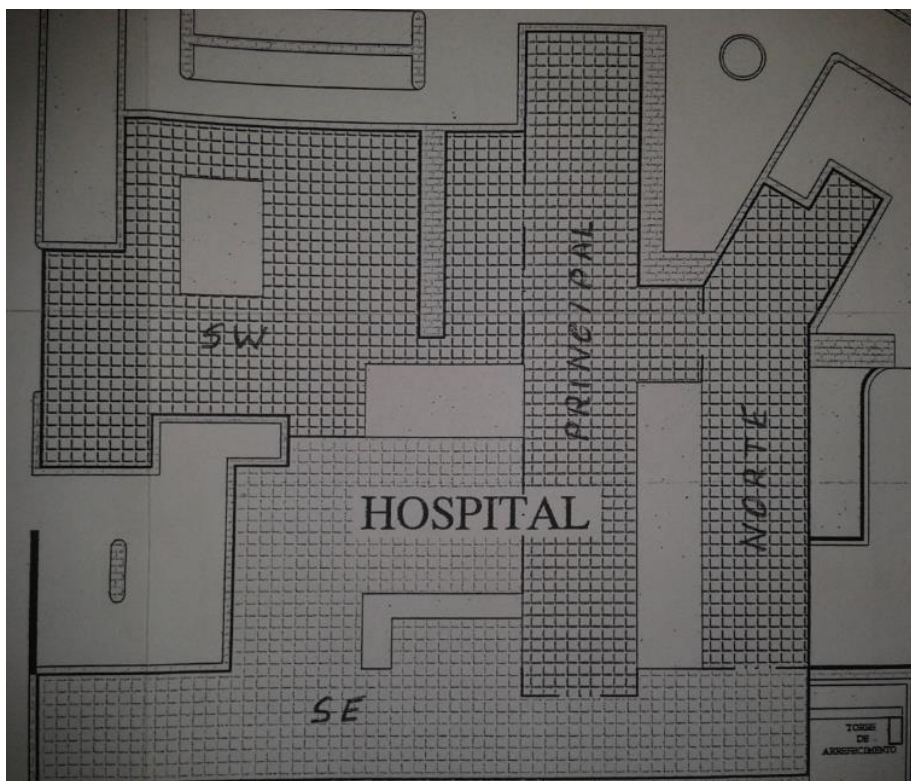


Figura 6.2 – Planta de implementação da unidade hospitalar com indicação das diversas alas da mesma.

Cada uma das referidas alas é constituída por diversos pisos e têm áreas distintas. A Tabela 6.1 indica o número de pisos e a área total de cada uma das alas da unidade hospitalar.

Tabela 6.1 - Número de pisos e área de cada uma das alas da unidade hospitalar.

Ala	Pisos	Área total (m ²)
Principal	-1 ao 10	17.940
Norte	-1 ao 3	6.360
SW	-1 ao 0	4.465
SE	-1 ao 0	6.060

Para além do referido corpo principal do edifício existem ainda outras construções anexas, de entre as quais se destacam as indicadas e caracterizadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Construções anexas ao corpo principal da unidade hospitalar.

Designação do local	Área (m²)
Cisternas enterradas de Água	296
Central de oxigénio	50
Casa mortuária	333
Casa da segurança	75

Na unidade hospitalar existem ainda 4 áreas técnicas situadas no piso -1, sendo que na área técnica 1 se encontram instalados 2 termoacumuladores e 2 permutadores. Na área técnica 2 existem 2 termoacumuladores e 2 permutadores. Na área técnica 3 encontram-se instalados 2 permutadores. Por último, na área técnica 4 encontram-se instalados 4 termoacumuladores, 2 permutadores e 3 caldeiras. A caracterização destes equipamentos será feita ao longo deste projeto.

6.2.3. aspetos construtivos do edifício

Em termos construtivos as paredes exteriores do edifício são duplas, com caixa-de-ar. No que diz respeito à face interior das paredes exteriores, são rebocadas e pintadas.

Os vãos envidraçados são na sua totalidade em alumínio anodizado com vidro simples, exceto na orientação a Norte, em que as caixilharias possuem, de origem, vidro duplo.

Apresenta-se na Figura 6.3 a janela de um quarto particular virado a sul e a persiana de uma das oficinas.

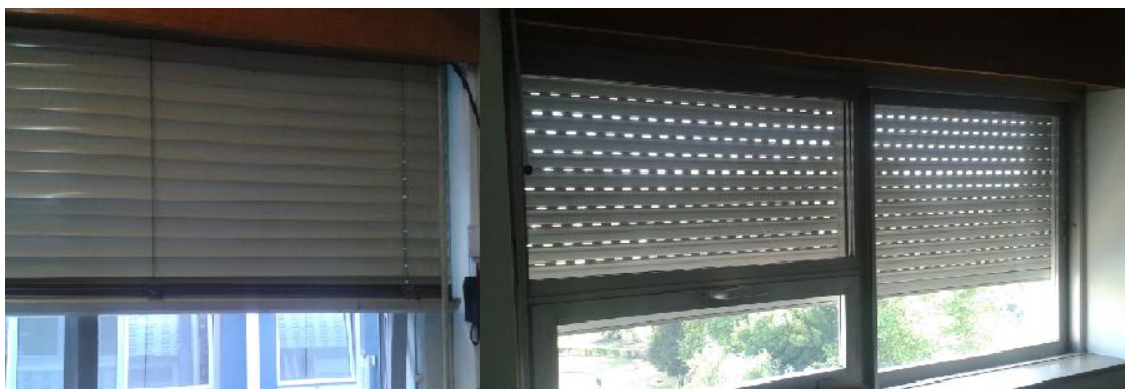


Figura 6.3 – Esquerda: Persianas utilizadas nas oficinas, Direita: Janela de um quarto particular virado a sul, vidro duplo com caixilharia de alumínio e persiana.

6.2.4. Caraterísticas dos serviços prestados na unidade hospitalar

A unidade hospitalar presta serviços nas seguintes áreas principais [58]:

- Medicina Física e Reabilitação;
- Cirurgia Plástica e Reconstructiva;
- Ortopedia;
- Unidade de queimados.

6.3. Fontes de energia

6.3.1. Aspetos gerais

A unidade hospitalar utiliza como fontes principais de energia, a energia elétrica e o gás natural. A alimentação de energia elétrica é realizada em média tensão, sendo a unidade hospitalar detentora de um Posto de Transformação de cliente.

O gás natural é utilizado maioritariamente para o aquecimento de águas sanitárias.

O diesel é utilizado apenas por uma das caldeiras que se encontra fora de funcionamento, sendo usada apenas em caso de avaria das caldeiras a gás natural ou falha no abastecimento do mesmo.

6.3.2. Energia elétrica

6.3.2.1. Aspectos gerais

Nesta seção é descrito o percurso que a energia elétrica percorre desde a rede elétrica pública até aos quadros parciais presentes na unidade hospitalar. Ao longo desse percurso são descritos os equipamentos presentes na instalação, o seu modo de funcionamento e a sua função.

6.3.2.2. Alimentação de rede pública

6.3.2.2.1. Aspectos gerais

O abastecimento de energia elétrica a partir da rede pública é realizado em média tensão, em anel, interligando a subestação de Ermesinde e a subestação do Amial. A unidade hospitalar está dotada de um Posto de Transformação de cliente, do tipo cabine baixa, com aparelho de corte ao ar.

6.3.2.2.2. Posto de transformação

O posto de transformação de cliente da unidade hospitalar está equipado com quatro transformadores de potência.

A Figura 6.4 mostra os quatro transformadores e o esquema geral simplificado do posto de transformação de cliente da unidade hospitalar.

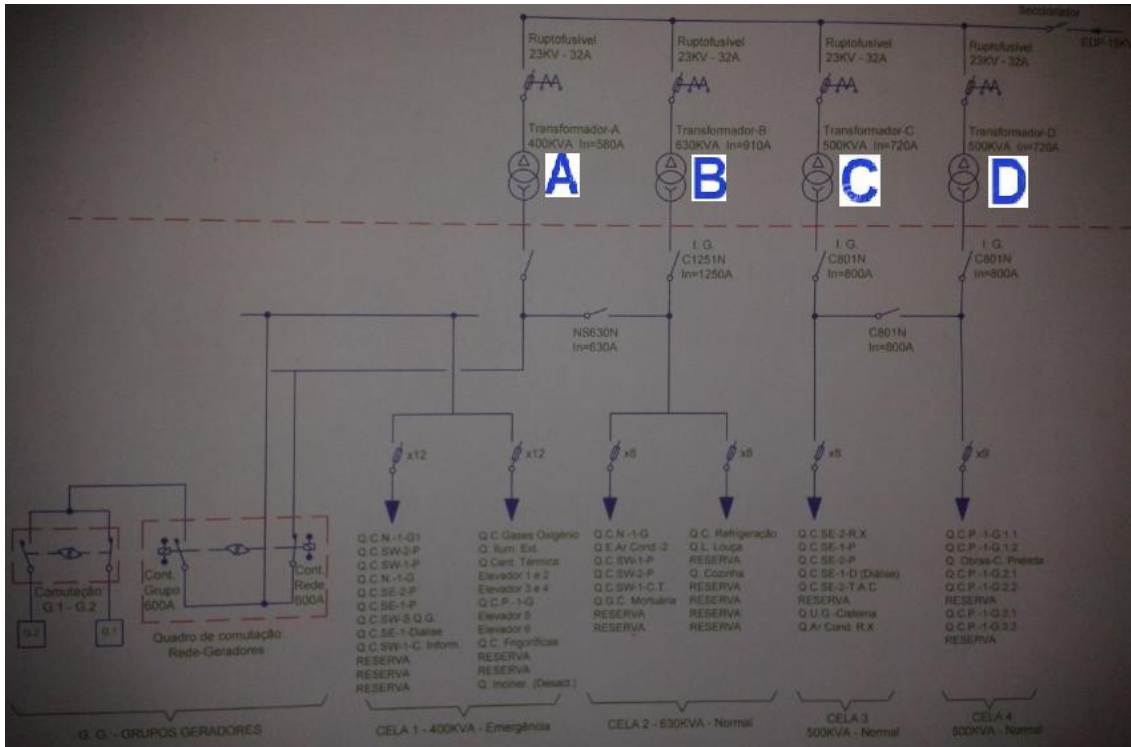


Figura 6.4- Esquema geral simplificado do posto de transformação de cliente da unidade hospitalar.

Na Figura 6.5 apresenta-se uma imagem do interior do posto de transformação de cliente, com destaque dos transformadores de potência, cuja finalidade é a alimentação dos circuitos da instalação.



Figura 6.5 –Vista interior do posto de transformação – transformadores de potência.

Como já referido o posto de transformação está equipado com quatro transformadores (A, B, C, D) como mostra a Figura 6.4. Os transformadores A e B podem

funcionar em paralelo assim como os transformadores C e D. Os transformadores A e B destinam-se a alimentar os circuitos normais e os circuitos de socorro e emergência, que são circuitos que necessitam de ser mantidos em funcionamento por questões funcionais ou de segurança, aquando da falha da alimentação da rede pública. Podendo, por isso, ser alimentados a partir da rede pública ou por um dos dois grupos eletrogéneos. Os transformadores C e D destinam-se unicamente aos circuitos normais da instalação.

Na Tabela 6.3 apresentam-se as características dos transformadores presentes na instalação.

Tabela 6.3 – Características dos transformadores presentes na instalação.

Letra	Potência (kVA)	Frequência (Hz)	Tensão de curto-circuito (%)	Correntes nominais (A)	
				Primário	Secundário
A	400	50	4.0	15,40	577,4
B	630	50	4.0	24,25	909,33
C	500	50	4.0	19,25	721,7
D	500	50	4.0	19,25	721,7

Os transformadores presentes na instalação já são antigos visto que o seu ano de fabrico foi em 1981.

6.3.2.3. Alimentação de socorro e emergência

6.3.2.3.1. Aspetos gerais

Caso se verifique a falha da alimentação da rede pública e de forma a garantir o funcionamento dos circuitos de socorro e emergência, a unidade hospitalar, encontra-se dotada de alguns equipamentos que garantem esse funcionamento, nomeadamente grupos eletrogéneos e fontes de alimentação ininterrupta. Normalmente as fontes de alimentação ininterrupta alimentam a instalação entre o período em que ocorre a falha de energia e o grupo eletrogéneo arranca.

De seguida é feita a caracterização de cada um desses equipamentos.

6.3.2.3.2. Grupos eletrogéneos

A instalação encontra-se equipada com dois grupos eletrogéneos, com a função de garantir a continuidade de alimentação aos circuitos de socorro e emergência em caso de falha da alimentação da rede pública.

Apesar de atualmente as falhas no abastecimento de energia elétrica serem cada vez menores, existem infraestruturas que pela sua atividade, requerem uma garantia permanente para evitar a perda de vidas humanas ou prejuízos económicos.

As unidades hospitalares devido à sua importância são um tipo de instalação que requer a existência de sistemas de socorro e emergência. A Figura 6.6 mostra os dois grupos eletrogéneos da unidade hospitalar.



Figura 6.6 – Grupos eletrogéneos (Esquerda: *Caterpillar*, Direita: *Cummins*).

No caso de existir uma falha no abastecimento de energia elétrica da rede pública, um dos grupos eletrogéneos entra automaticamente em funcionamento e alimenta os circuitos de segurança e socorro da instalação. Os dois grupos eletrogéneos servem de reserva um ao outro visto que cada um deles tem capacidade para suportar toda a carga de socorro e emergência da instalação. No entanto, a instalação encontra-se preparada para, caso venha a ser necessário, os grupos eletrogéneos sejam colocados a funcionar em paralelo.

As características de cada um dos grupos eletrogéneos encontram-se no “Anexo II – Características grupo de emergência “*Cummins*”” e “Anexo III – Características grupo de emergência “*Caterpillar*””, respetivamente.

6.3.2.3.3. Fonte de alimentação ininterrupta

A fonte de alimentação ininterrupta (UPS) é um sistema de alimentação secundário de energia elétrica, alimentando de forma ininterrupta os dispositivos a ele ligados, quando há interrupção no fornecimento de energia primária. A unidade hospitalar encontra-se equipada com seis UPS.

A Figura 6.7 mostra a UPS que serve de suporte aos quadros presentes nas salas do bloco operatório.



Figura 6.7 – Fonte de alimentação ininterrupta do bloco operatório.

Na Tabela 6.4 apresentam-se as características principais das diversas UPS existentes na unidade hospitalar, assim como os circuitos que cada uma delas se destina a suportar.

Tabela 6.4 – Características e circuitos de alimentação das fontes de alimentação ininterruptas.

Número	Circuito	Potência Aparente (kVA)	Autonomia (minutos)
1	Bloco operatório (serve de suporte ao QAQI, quadros das salas do bloco operatório)	15	60
2	Medicina Interna	10	10
3	Pequena Cirurgia	5	60
4	Serviços Administrativos	20	10
5	<i>Data Center</i>	-	80
6	Laboratório de Análises	10	10

Não foi possível apurar a capacidade da UPS 5, devido ao facto desta informação não estar presente na sua chapa de características.

6.3.2.4. Distribuição de energia na unidade hospitalar

A distribuição de energia elétrica em baixa tensão tem início no quadro geral de baixa tensão (QGBT) que se situa no posto de transformação (PT).

O QGBT divide-se em quatro partes, em que a primeira parte destina-se à alimentação dos circuitos de socorro e emergência e as restantes partes destina-se a alimentar circuitos normais. Na Figura 6.4 é possível ver a parte que alimenta cada quadro de uma forma mais detalhada.

A partir do QGBT é realizada a distribuição de energia elétrica na unidade hospitalar, sendo que cada piso é dotado de um quadro de entrada de piso, alimentado diretamente do QGBT.

Os quadros de piso tem na sua designação a ala onde estão situados na unidade hospitalar, isto é, o quadro corpo principal (Q.C.P), o quadro corpo norte (Q.C.N), o quadro corpo sudoeste (Q.C.SW) e o quadro corpo sudeste (Q.C.SE). A partir destes quadros de piso é realizada a alimentação nos restantes quadros parciais da instalação.

Apresenta-se a título de exemplo, na Figura 6.8, o diagrama simplificado de distribuição de energia do piso -1 com apresentação do respetivo quadro de entrada de piso Q.C.SE-1-P e dos quadros parciais alimentados por esse quadro de piso.

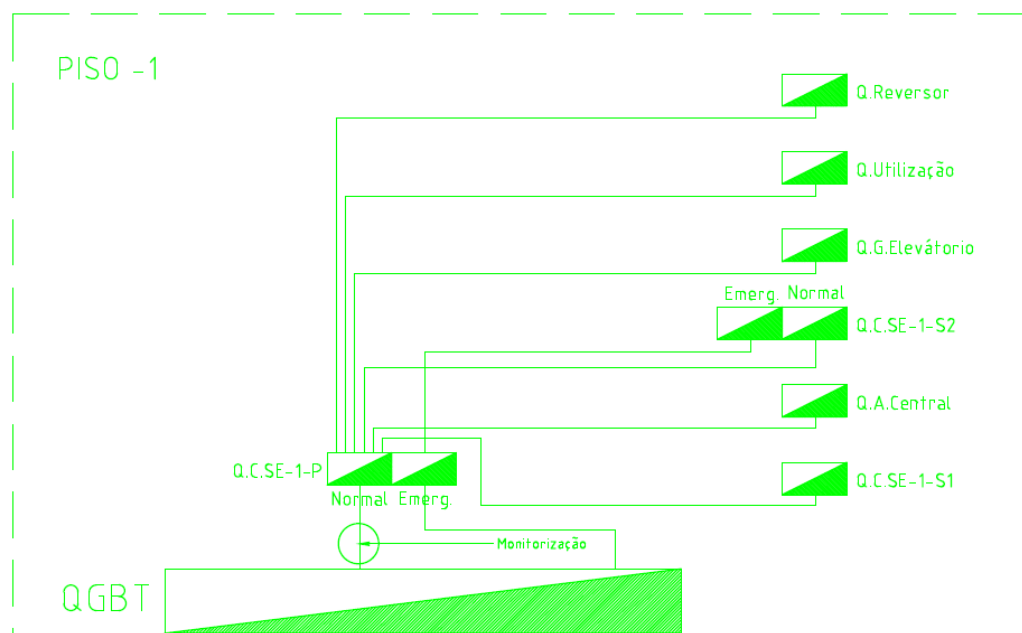


Figura 6.8 – Diagrama de distribuição simplificado do quadro de entrada de piso Q.C.SE-1-P.

O Q.C.SE-1-P tem circuitos de alimentação normal e circuitos de alimentação de socorro e emergência, tendo uma dupla alimentação, uma alimentação dos circuitos normais, a partir da parte 3 do QGBT e uma alimentação dos circuitos de socorro e emergência a partir da parte 1 do QGBT. A partir desse quadro de piso são alimentados cinco quadros parciais (Quadro de utilização, Quadro grupo elevatório, Q.C.SE-1-S1, Q.C.SE-1-S2 e Quadro aquecimento central) sendo que apenas o Q.C.SE-1-S2 tem parte de emergência. Os circuitos dos quadros elétricos encontram-se, normalmente, identificados com etiquetas.

6.3.3. Gás natural

6.3.3.1. Aspetos gerais

Nesta seção são apresentados os equipamentos na qual utilizam como fonte de alimentação o gás natural.

6.3.3.2. Alimentação

O gás natural tem vindo a assumir um papel cada vez mais relevante no contexto energético, sendo uma fonte energética económica, flexível, polivalente, com excelentes características ambientais, tornando-se assim um produto com uma amplitude de aplicações muito vasta, desde a produção de eletricidade, calor ou frio até à utilização nos transportes. O abastecimento de gás à unidade hospitalar é realizado através da rede pública de distribuição de gás natural.

No interior da instalação, o gás natural é distribuído em dois circuitos independentes, cada um com uma contagem independente. Os referidos dois circuitos são:

- Circuito para o gás da cozinha: alimenta as caldeiras para a produção de vapor para posteriormente aquecimento de água;
- Circuito para o gás da caldeira: Circuito para aquecimento de água

Os serviços da cozinha encontram-se concessionados pela Santa casa da Misericórdia a uma entidade externa, motivo pela qual existem os dois circuitos independentes de gás natural.

Na Figura 6.9 pode visualizar-se os contadores de gás e os respetivos aparelhos de controlo e segurança.



Figura 6.9 - Contador de gás e respetivos aparelhos de controlo e segurança.

Para além do contador, na zona técnica existe um rotor de pressão, que tem como função reduzir a pressão do gás para a pressão recomendada para o consumo, válvulas de corte cuja função é cortar o fornecimento, válvulas de segurança que em caso de avaria do rotor de pressão abre e alivia a pressão do gás deixando o gás sair por um tubo de segurança e ainda respetivos manómetros para controlo da pressão.

Em cada circuito existe ainda uma electroválvula de segurança cuja função é interromper o fornecimento de gás, caso o circuito apresente alguma anomalia. Por uma questão de segurança, o rearme das electroválvulas é feito manualmente.

A Figura 6.10 mostra uma electroválvula de segurança de gás natural.



Figura 6.10 - Electroválvula de segurança.

6.3.3.3. Caldeiras

As caldeiras são máquinas térmicas em que um fluido (normalmente água) é aquecido, com ou sem mudança de fase, com recurso à queima de combustível sólido, líquido ou gasoso ou com recurso à energia elétrica, sendo esta última forma de energia de evitar dado o seu elevado custo. A pressão de saída do vapor de água da caldeira é de 6 bar, equivalente a uma temperatura de aproximadamente 150 °C.

O centro hospitalar encontra-se equipado com 3 caldeiras, duas a gás natural e uma a gasóleo. A Figura 6.11, mostra as caldeiras da unidade hospitalar situadas na área técnica 4.



Figura 6.11 – Caldeiras da unidade hospitalar (Esquerda: duas caldeiras a gás natural, Direita: caldeira a gasóleo).

Embora a unidade hospitalar esteja dotada de três caldeiras, apenas uma caldeira consegue na maior parte do tempo satisfazer todas as necessidades atuais de água quente, sendo a segunda caldeira colocada em funcionamento apenas em caso excepcionais (quando uma não consegue satisfazer as necessidades), razão pela qual existem duas caldeiras a gás. Por questões de gestão de operação, as caldeiras a gás natural funcionam alternadamente, enquanto que a caldeira a gasóleo funciona como reserva das caldeiras a gás natural, estando conseqüentemente fora de serviço, sendo apenas colocada em funcionamento para efeitos de manutenção, ou no caso de falha do abastecimento de gás natural a partir da rede pública.

As características das 3 caldeiras são iguais, e foram todas adquiridas no mesmo ano 1979, diferindo apenas no tipo de combustível utilizado. A Tabela 6.5 mostra as características principais das caldeiras.

Tabela 6.5 – Características principais das caldeiras.

Construtor	L.G.I (Luís Gonçalves e Irmão, Lda.)
Ano	1979
Pressão Máxima admissível (bar)	10
Temperatura Máxima (°C)	183
Volume (litros)	9.100
Fluidos a conter	Água e vapor de água
Superfície de aquecimento (m²)	100
Combustível	2 Gás natural, 1 gasóleo
Potência (MW)	3

6.3.3.4. Chiller

O *chiller*, ou unidade de produção de água refrigerada (UPAR), ou ainda grupo compressor frigorífico de produção de água refrigerada, destina-se a remover o calor da água ou de outro fluído, através de um ciclo de refrigeração de vapor-compressão ou de absorção.

Existem dois tipos de unidades de produção de água refrigerada: com condensador arrefecido a ar e com condensador arrefecido a água. As primeiras são normalmente equipamentos de exterior e o seu condensador é formado por serpentinas de condensação, arrefecidas por ar conduzido por ventiladores. As unidades arrefecidas

a água são normalmente de interior e o calor originado é arrefecido por água em circulação até uma torre de arrefecimento ou outro dissipador de calor.

O *chiller* apresentado na Figura 6.12 tem como função produzir água refrigerada para as salas do bloco operatório, para as salas das consultas externa e para o *open space*, daí a sua designação *chiller* do bloco. Este *chiller* é equipado com quatro compressores mas normalmente apenas funcionam dois simultaneamente, sendo que o comando é feito manualmente conforme o necessário.



Figura 6.12 – Chiller que produz água refrigerada para as salas do bloco operatório.

As características do *chiller* do bloco apresentam-se no anexo “Anexo IV – Características do *chiller* do bloco”.

Como já foi mencionado anteriormente para o arrefecimento dos *chillers* água/água, normalmente são usadas bombas que têm como função circular água fria no *chiller*. A Figura 6.13 mostra as bombas de arrefecimento do *chiller* do bloco arrefecido a água.



Figura 6.13 – Torre de arrefecimento do *chiller* do bloco.

A água depois de arrefecida pelo *chiller* é distribuída pela unidade hospitalar por tubagens de cobre ou de ferro e passa por serpentinas, situadas em unidades de tratamento de ar, ventiloconvectores e outras unidades terminais, arrefecendo e desumidificando o ar introduzido no espaço a climatizar.

Além do referido *chiller* do bloco, existem na unidade hospitalar mais quatro *chillers* (Fisiatria, Raio X e 2 para a Ressonância Magnética). As características de cada *chiller* apresentam-se na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 - Características dos *chillers*.

Potência	Local	Potência Frigorífica
180	Bloco + C.Externa + <i>Open Space</i>	444,2Kw/382.000Kcal/h
61	Fisiatria	383,7Kw/309.600Kcal/h
61	Raio x	104Kw/89.440Kcal/h
4,57	Ressonância magnética (arrefecimento do Hélio)	-
24,6	Ressonância magnética (arrefecimento da sala e equipamentos)	-

Não foi possível obter informação sobre a potência frigorífica dos *chillers* da ressonância magnética, uma vez que essa informação não se encontrar mencionada na sua chapa de características.

6.3.3.5. Unidade de tratamento de ar

A unidade de tratamento de ar (UTA) é um aparelho, parte de um sistema centralizado de AVAC, que consiste num ventilador, bateria de aquecimento, bateria de arrefecimento, filtros, grelhas, humidificadores e outros componentes, destinado a tratar o ar, consistindo normalmente numa grande caixa metálica.

A UTA apresentada na Figura 6.14 fica situada na zona-técnica no piso 3.



Figura 6.14 - Unidade de tratamento de ar.

A água refrigerada nos *chillers* é distribuída através das tubagens pelo edifício, onde passando por serpentinas presentes nas UTAs, arrefece e desumidifica o ar introduzido no espaço a climatizar, como já foi referido.

Geralmente, as unidades de tratamento de ar estão ligadas às condutas de AVAC, que tanto distribuem o ar condicionado pelo edifício como retornam o ar de extração às UTAs. No entanto, ocasionalmente, uma UTA poderá insuflar e extrair o ar para o espaço a ventilar, diretamente sem passar por condutas. Existem diversas em todo o hospital tornando-se assim complicado mencionar todas.

6.3.3.6. Permutadores

Os permutadores recolhem o vapor produzido nas caldeiras e em contacto com a água existe uma troca de energia que faz com que a água aqueça. Apresenta-se na Figura 6.15 dois permutadores que trabalham alternadamente situados na área técnica 3.



Figura 6.15 – Permutadores situados na subestação 3.

A água aquecida resultante das trocas de energia no permutador é utilizada para o aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

Em toda a unidade hospitalar existem 8 permutadores, sendo que as suas potências bem como a sua localização apresentam-se na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Localização e potência dos permutadores da unidade hospitalar.

Subestação	Piso	Designação do equipamento	Potência
N ^o 1	-1	Permutador de aquecimento central P1	260.000 Kcal/h
	-1	Permutador de aquecimento central P2	260.000 Kcal/h
N ^o 2	-1	Permutador de aquecimento central P3	800.000 Kcal/h
	-1	Permutador de aquecimento central P4	800.000 Kcal/h
N ^o 3	-1	Permutador de aquecimento central P5	500.000 Kcal/h
	-1	Permutador de aquecimento central P6	500.000 Kcal/h
N ^o 4	-1	Permutador de aquecimento central P7	500.000 Kcal/h
	-1	Permutador de aquecimento central P8	500.000 Kcal/h

6.3.3.7. Termoacumuladores

Os termoacumuladores são sistemas de aquecimento de água que dispõem de um reservatório próprio para a sua colocação. Estes reservatórios são cobertos por uma camada isolante exterior que ajuda a não perder o calor. No interior dos termoacumuladores existe uma resistência e um termostato que regula a temperatura da água.

Apresenta-se na Figura 6.16 dois termoacumuladores situados na área técnica 4.



Figura 6.16 – Vista geral dos Termoacumuladores.

Os termoacumuladores presentes na unidade hospitalar têm como função aquecer/acumular a água utilizada para o sistema de AQS. A temperatura tem que ser mantida sensivelmente nos 60 °C devido ao risco de desenvolvimento de bactérias.

O número de termoacumuladores presentes na unidade hospitalar, a sua capacidade e localização apresenta-se na Tabela 6.8.

Tabela 6.8 – Localização e capacidade dos termoacumuladores.

Área técnica	Piso	Designação do equipamento	Capacidade
Nº1	-1	Termoacumulador Nº1	2.500 Litros
	-1	Termoacumulador Nº2	2.500 Litros
Nº2	-1	Termoacumulador Nº3	2.500 Litros
	-1	Termoacumulador Nº4	2.500 Litros
Nº4	-1	Termoacumulador Nº5	2.500 Litros
	-1	Termoacumulador Nº6	2.500 Litros
	-1	Termoacumulador Nº7	5.000 Litros
	-1	Termoacumulador Nº8	5.000 Litros

6.3.4. Água

A água é um recurso natural com grande valor “económico, social e ambiental”. É essencial para a vida e para a economia. Embora não se tratando de uma fonte de energia, a água tem grande impacto na fatura, por isso é de grande interesse a sua poupança.

O fornecimento de água é feito através da rede pública, não estando a unidade hospitalar dotada de pontos próprios de captura de água. A ligação do sistema de água da rede pública ao sistema da unidade hospitalar é realizada através de um contador e respetivos aparelhos de corte e segurança.

Na Figura 6.17 apresenta-se o contador da água e todo o circuito envolvido.



Figura 6.17 - Contador da água e aparelhos de segurança.

No recinto da unidade hospitalar, o abastecimento de água proveniente da rede pública é conduzido para duas cisternas, de forma a poder ser feito o controlo do cloro para os níveis desejados. Depois de tratada, a água, é conduzida para o último piso da unidade hospitalar através das bombas elevatórias, onde, posteriormente, é distribuída pelos diferentes pisos conforme o necessário.

Uma parte da água armazenada nas 2 cisternas situadas no recinto da unidade hospitalar é utilizada para o sistema de rega e para manter sobre pressão as mangueiras de combate a incêndios distribuídas na unidade hospitalar.

Apresenta-se na Figura 6.18 a bomba elevatória que bombeia a água das 2 cisternas situadas no exterior da unidade hospitalar (Interior do recinto) para a cisterna situada no último piso da unidade hospitalar e a bomba central supressora de incêndio que mantêm as mangueiras de incêndio sobre pressão.



Figura 6.18 - Bomba elevatória e bomba central supressora.

A potência de cada equipamento apresenta-se na Tabela 6.9.

Tabela 6.9 - Potência das bombas.

Equipamentos	Potência (kW)
Bombas elevatórias	15
Central supressora de incêndio	7,5
Bomba de rega	3

Depois de conduzida para o último piso, a água é inserida em 2 depósitos, a partir desses depósitos a água é repartida conforme a utilidade pelos diferentes pisos, a partir dos circuitos independentes, existe ainda um grupo hidropressor que tem como função colocar pressão nos tubos para que a água chegue com pressão aos pisos. Apresenta-se na Figura 6.19 o grupo hidropressor e os circuitos de água.



Figura 6.19 - Grupo hidropressor e circuitos de água.

Na Tabela 6.10 apresentam-se os locais e respetivos pisos de destino da água, é de salientar que a água do circuito C5 destina-se às áreas-técnicas, local onde se encontram os *chillers*, permutadores e termoacumuladores.

Tabela 6.10 - Locais de destino da água de cada circuito.

Circuito	Fornecimento
C1	Água fria do 8º ao 4º piso
C2	Bocas de incêndio escadas laterais
C3	Corpo <u>SE</u> e hemodiálise
C4	Água fria do 3º ao piso -1
C5	Tratamento de águas piso -1 (águas quentes)
C6	Água fria corpo norte (anda no teto 3º piso)
C7	Bocas de incêndio das escadas centrais e do corpo norte
C8	Saída de água depósito direito (pequeno)
C9	Saída de água depósito esquerdo (grande)

6.3.5. Consumos da Unidade hospitalar

6.3.5.1. Aspetos gerais

As unidades hospitalares são habitualmente edifícios de grandes dimensões devido a esse facto os consumos são parte muito importante na estabilidade financeira destas. Os consumos transmitem informações preciosas, como por exemplo a eficiência dos equipamentos, indicações sobre o seu rendimento e ainda se os equipamentos estão a ser utilizados da forma mais eficiente.

Na presente seção são analisados os consumos e os encargos com *utilities* obtidos na unidade hospitalar em estudo no ano de 2014. Por último é efetuada uma análise global das *utilities* de forma a perceber-se onde se obtiveram os maiores encargos.

6.3.5.2. Consumos de energia

6.3.5.2.1. Aspetos gerais

Nesta seção são analisados os consumos e encargos de energia elétrica e de gás natural obtidos na unidade hospitalar em estudo no ano de 2014.

6.3.5.2.2. Energia elétrica

O consumo de energia elétrica e a entidade comercializadora escolhida define o valor a pagar pela energia na fatura da eletricidade, devido a esse facto deve-se escolher a entidade comercializadora que melhor satisfaz o perfil de consumo da instalação. A unidade hospitalar detém um contrato de fornecimento de energia elétrica com a GALP, S.A.

A Tabela 6.11 mostra a potência instalada, potência contratada, ciclo horário e o tipo de tarifa em vigor na unidade hospitalar em estudo.

Tabela 6.11 – Características principais do contrato de fornecimento de energia elétrica.

Potência Instalada	Potência Contratada	Ciclo Horário	Tipo de tarifa
2.030,00	943,95	Ciclo semanal com feriados	Tetra-horária

As Tabela 6.12 e Tabela 6.13, apresentam os consumos mensais relativos ao ano de 2014, no que se refere à energia ativa, energia reativa e o respetivo valor da fatura.

Tabela 6.12 – Potências e encargos com a energia elétrica no ano de 2014.

Mês	Energia Ativa				Total (kW/h)
	H.Ponta (kW/h)	H.Cheia (kW/h)	H.Vazio Normal (kW/h)	H.Super Vazio (kW/h)	
Janeiro	43.840	102.402	48.985	23.362	218.589
Fevereiro	40.692	96.062	43.922	21.392	202.068
Março	39.698	97.075	49.622	22.658	209.053
Abril	25.455	105.418	49.752	20.922	201.547
Maio	26.410	110.448	47.122	20.982	204.962
Junho	27.570	112.368	49.708	20.670	210.316
Julho	33.390	136.808	42.590	22.300	235.088
Agosto	26.245	111.692	53.562	21.835	213.334
Setembro	32.035	131.665	42.582	21.572	227.854
Outubro	36.428	128.315	43.242	22.218	230.203
Novembro	38.172	93.038	49.080	21.872	202.162
Dezembro	41.388	96.245	53.541	25.128	216.302

Tabela 6.13 – Potências e encargos com a energia elétrica no ano de 2014 (continuação).

Mês	Energia Reativa		Potência	Valor da Fatura S/IVA (€)	Valor Pago (€)
	H.Vazio (kvar/h)	Faturada (kvar/h) Escalão 1 Escalão 2	H.Ponta (kW)		
Janeiro	2	894,00	398,55	24.668,00	30.341,26
Fevereiro	2	42,00	406,92	22.805,57	28.050,78
Março	0	297,00	385,42	23.574,53	28.996,21
Abril	2	2.362,00	424,25	22.980,73	28.265,86
Mai	20	3.576,00	419,00	23.506,02	28.909,64
Junho	10	10.333,00 1.876,00	460,00	24.293,14	29.885,61
Julho	8	15.423,00 2.520,00	484,00	27.530,22	33.819,58
Agosto	10	11.538,00 324,00	437,00	24.389,33	29.993,76
Setembro	0	15.468,00 4.456,00	485,00	26.527,63	32.624,34
Outubro	2	13.330,00 3.150,00	461,00	26.652,39	32.780,67
Novembro	2	3.853,00	382,00	22.770,63	28.010,38
Dezembro	5	340,00	384,65	24.116,42	29.663,20

É possível verificar-se que o consumo no verão aumenta no período de cheias. No inverno verifica-se um aumento no período de ponta. Um dos fatores que influenciam essa mudança no perfil de consumo é o facto do número de horas relativo ao período de cheias ser superior no verão, sendo que no inverno verifica-se um maior número de horas no período de ponta. O número de horas do período de vazio-normal e super-vazio é o mesmo.

O período onde se registou o maior consumo de energia elétrica no ano de 2014 foi no período de cheias, seguido pelo consumo nas horas de vazio-normal, horas de ponta e por último o consumo nas horas de super-vazio.

O Gráfico 6.1 indica os consumos anuais de energia ativa por período horário.

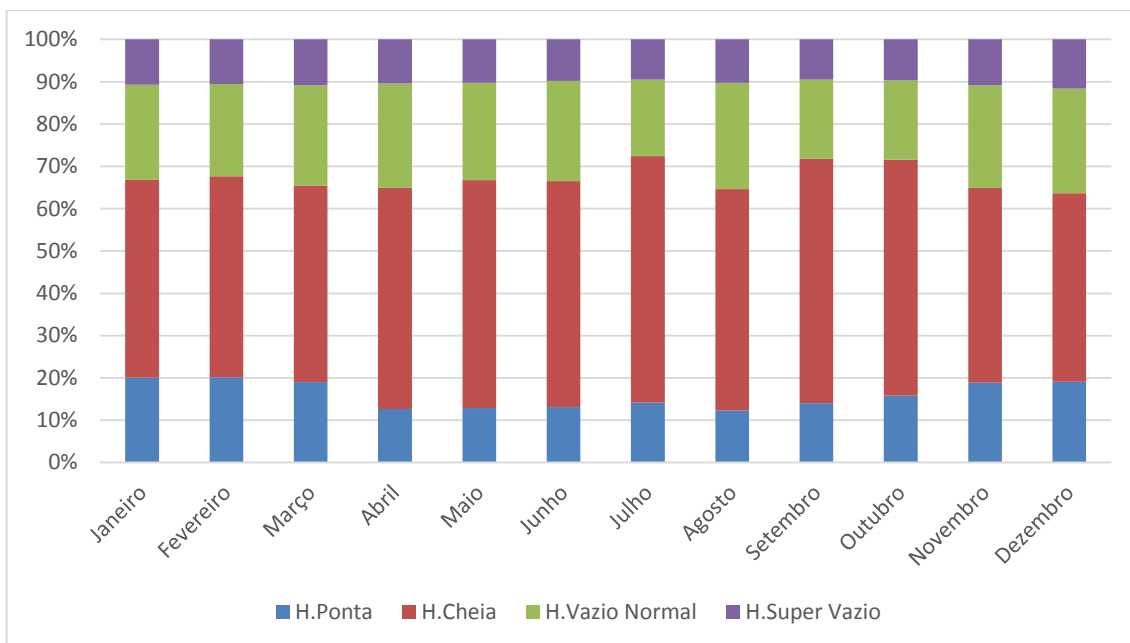


Gráfico 6.1 - Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários.

O Gráfico 6.2 representa os consumos médios anuais da energia ativa pelos períodos horários, de forma a perceber-se em qual dos períodos se verifica maior consumo de energia.

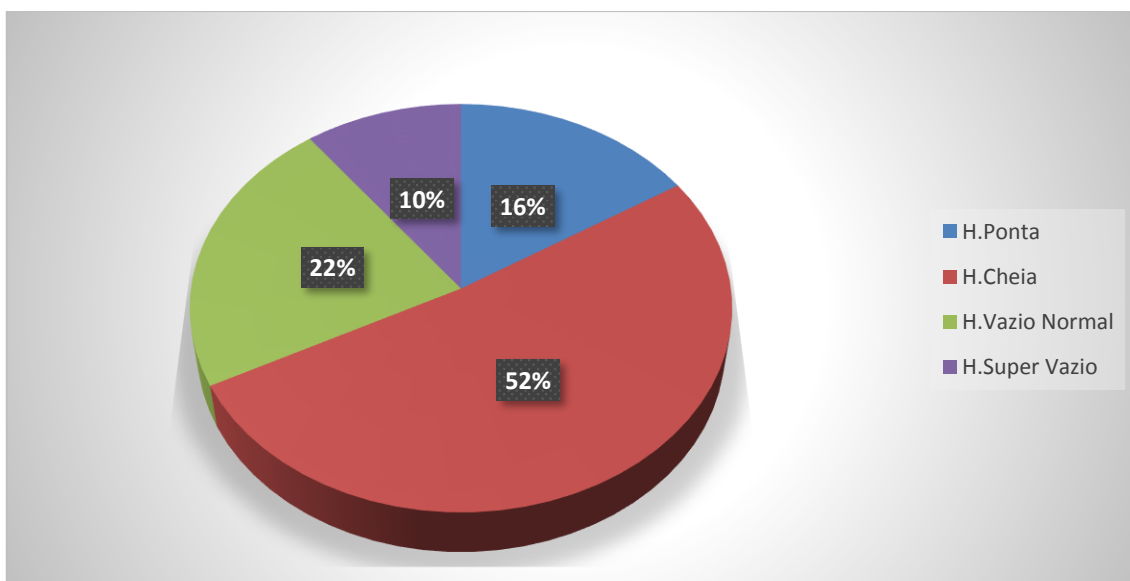


Gráfico 6.2 - Consumos de energia ativa pelos períodos horários (média anual).

Mais de metade da energia consumida anualmente (52%) é feita no período de cheias, um possível deslocamento de alguns consumos, que não interfiram com o normal funcionamento da instituição, permitirá reduzir o consumo de energia nas horas de cheias e transferi-las para outras horas em que o preço do kWh seja inferior.

Na Tabela 6.13 é ainda possível verificar que a unidade hospitalar apresenta encargos com energia reativa. Atendendo a que a unidade hospitalar tem instaladas duas baterias de condensadores, com a função de compensar o consumo de energia reativa, este facto permite concluir que as baterias poderão encontrar-se fora de funcionamento, ou mal dimensionadas. Esta questão será tratada no subcapítulo “Compensação do fator de potência” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar”, onde é apresentada uma proposta de reparação/substituição das baterias presentes na instalação.

6.3.5.2.3. Gás natural

O abastecimento de gás natural da unidade hospitalar é realizado pela GALP.S.A.

Na Tabela 6.14 são indicados os consumos de gás natural e respetivos encargos no ano 2014. Os valores indicados não englobam os consumos da cozinha, por esta ter um fornecimento independente e ser explorada por uma outra entidade terceira.

Tabela 6.14 – Consumo e encargos mensais de Gás Natural em 2014.

Mês	Consumo a faturar (kW/h)	Total S/IVA	Valor pago
Janeiro	745.779,00	34.978,05	43.023,01
Fevereiro	684.615,00	31.765,90	39.072,06
Março	641.085,00	29.916,28	36.797,02
Abril	492.159,00	23.369,30	28.744,24
Mai	370.656,00	18.335,72	22.696,20
Junho	290.795,00	14.922,81	18.641,76
Julho	287.636,00	15.341,92	18.870,56
Agosto	270.324,00	11.974,06	14.728,10
Setembro	300.634,00	16.225,03	19.956,79
Outubro	343.428,00	18.180,95	22.362,57
Novembro	560.265,00	28.057,45	34.510,66
Dezembro	733.966,00	36.079,14	44.377,34

Como era suposto o consumo cresce nos meses mais frios (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e diminui nos meses mais quentes (Junho, Julho, Agosto

e Setembro), visto que nos meses mais frios é necessário um maior aquecimento da água e dos espaços.

6.3.5.3. Consumos de água

Embora a água não seja uma fonte de energia, é um recurso valioso, cada vez mais escasso e nesse sentido, deve ser usado com moderação, um consumo excessivo de água contribui para o aumento do valor dos encargos. Além do consumo de água, na fatura, vem presente também o consumo de águas residuais, resíduos sólidos, taxa relativa aos recursos hídricos e a taxa do IVA.

O consumo de água, o saneamento e os resíduos sólidos têm 3 escalões distintos:

- Escalão 1 – [0 m² até 200 m²];
- Escalão 2 – [201 m² até 1000 m²];
- Escalão 3 – [> 1000 m²].

Cada um dos três escalões descritos em cima apresentam um custo associado. Na Tabela 6.15 apresenta-se o consumo de água e o encargo com a fatura de água, por mês, durante o ano 2014.

Tabela 6.15 – Consumos e encargos de água referentes ao ano 2014.

Mês	Consumo (m ³)	Total Pago (€)
Janeiro	4.812,00	15.034,99
Fevereiro	3.564,00	8.381,83
Março	3.569,00	11.187,64
Abril	4.063,00	11.543,18
Maio	3.649,00	11.375,95
Junho	3.190,00	9.916,11
Julho	2.798,00	8.812,10
Agosto	3.213,00	10.000,77
Setembro	4.850,00	15.248,54
Outubro	4.475,00	13.990,01
Novembro	4.095,00	12.834,38
Dezembro	4.645,00	14.558,97

O Gráfico 6.3 representa os consumos e encargos mensais com água relativos a 2014, de forma a demonstrar os consumos e os encargos numa outra perspetiva.

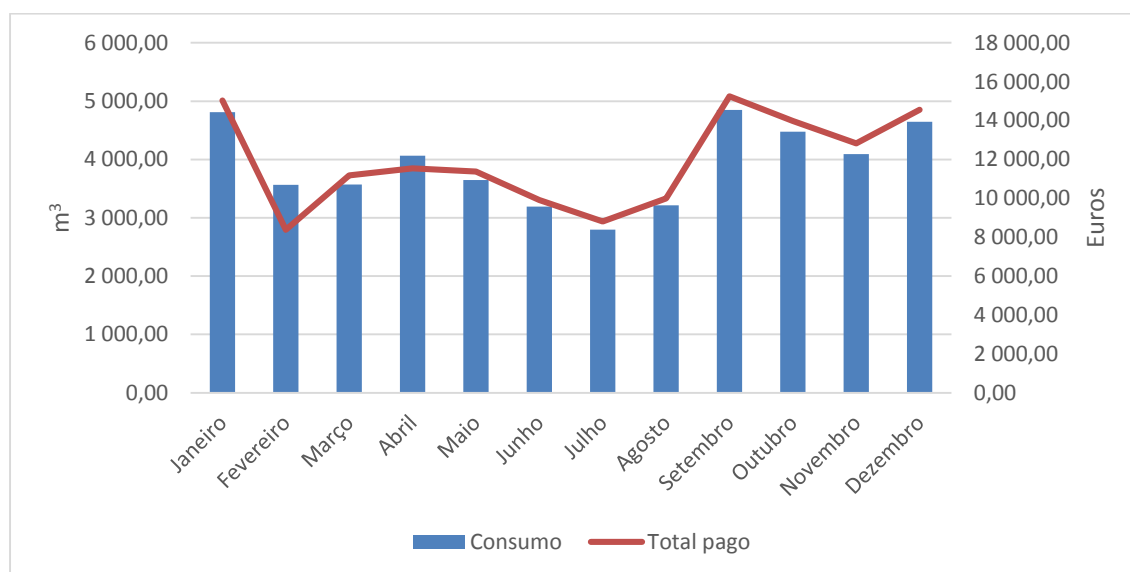


Gráfico 6.3 - Evolução do consumo/preço da água relativo ao ano de 2014.

Na Tabela 6.15 é possível verificar que o consumo de água diminui nos meses quentes (Maio, Junho, Julho e Agosto) e aumenta nos meses frios (Janeiro, Outubro, Novembro e Dezembro), o preço aumenta ou diminui em função do consumo. Os consumos em alguns meses são estimados fazendo-se depois os acertos no mês seguinte, daí o mês de Abril e Setembro apresentarem consumos tão elevados relativamente aos outros, devido ao facto de corresponder a acertos.

Analisando-se o Gráfico 6.3 pode-se concluir que o mês de julho é o mês com menor consumo e o mês de Setembro o mês com maior consumo.

6.3.5.4. Análise global de custos energéticos e água

O Gráfico 6.4 mostra a distribuição anual dos custos energéticos e de água na unidade hospitalar em estudo.

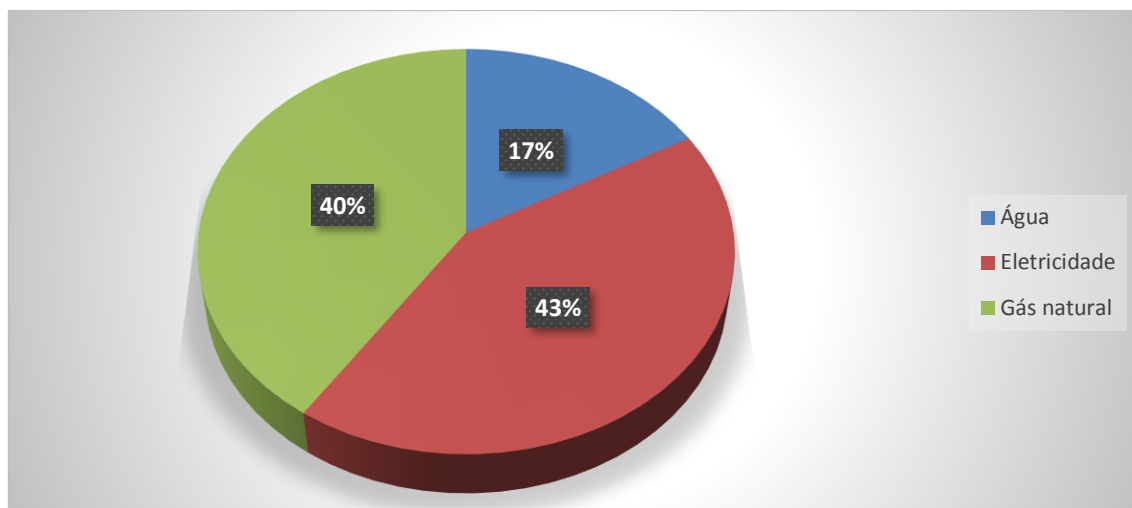


Gráfico 6.4 - Repartição de custos por energia.

No Gráfico 6.4 pode-se verificar que o encargo anual mais elevado é relativo à energia elétrica sendo da ordem dos 43% do valor total, logo de seguida pelo gás natural com 40% e por último a água com apenas 17%.

Pode-se concluir que, à partida, conseguir-se-á ganhos mais interessantes atuando nos principais vetores da instalação, nomeadamente na energia elétrica e no gás natural.

6.4. Plano de racionalização de energia da unidade hospitalar

Devido ao facto da unidade hospitalar ser uma instalação com grandes consumos de energia, foi alvo ao abrigo da regulamentação imposta pelo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) de uma certificação energética em 2013, classificando o imóvel em relação ao respetivo desempenho energético.

A Figura 6.20 mostra os índices de desempenho obtidos aquando da certificação energética realizada em 2013.



Figura 6.20 - Etiqueta de Desempenho Energético¹⁰.

Para se perceber a evolução dos consumos de energia na instalação foi elaborado no presente estudo uma análise aos consumos relativos ao ano de 2014, e, posteriormente, foram comparados os índices obtidos em 2014 com os de 2013.

A. Cálculo do IEE relativo aos consumos obtidos em 2014

Para a elaboração deste estudo foi usado o antigo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) visto que o certificado energético efetuado em 2013 fora emitido no âmbito do mesmo.

As características da instalação foram consultadas conforme o mencionado no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE):

- Cidade do Porto;
- Zona climática de inverno – I2;
- N^o graus.dias - 1610°C.dias;
- Duração da estação de aquecimento – 6,7 meses;
- Zona climática de Verão – V1;
- Temperatura externa do projeto – 30°C;
- Amplitude térmica – 9°C.

Como já referido, o regulamento a aplicar a este edifício é o RSECE (Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril) aprovado em 2006, uma vez que este tem um sistema de

¹⁰ Imagem retirada do certificado Energético emitido em 29 de novembro de 2013 da Unidade Hospitalar.

climatização com uma potência instalada superior a 25 kW e uma área maior que 1000 m².

O IEE serve para demonstrar uma comparação do desempenho de um edifício, face ao conjunto de edifícios semelhantes existentes. Como forma de comparação ao IEE registado aquando da última certificação (ocorreu em 2013) será calculado o IEE registado no ano 2014.

A determinação do IEE₂₀₁₄ aproximado do edifício, é realizada através da equação (6.1):

$$IEE_{2014} = \frac{Q_{\text{global}}}{A_p} \left(\frac{\text{kgep}}{\text{m}^2} \cdot \text{ano} \right) \quad (6.1)$$

Em que:

- Q_{global} = Consumo anual global do edifício convertido para energia primária;
- A_p = Área útil do edifício.

Após a realização da auditoria na unidade hospitalar e da análise dos consumos energéticos pode-se concluir que o consumo energético equivalente no ano de 2014 foi de 2.571,48 MWh¹¹ de eletricidade e 5.721,34 MWh de gás natural.

De forma a permitir a comparação de diferentes formas de energia o regulamento utiliza os fatores de conversão apresentados na Tabela 6.16, e o kgep é a unidade de energia primária.

Os fatores de conversão contabilizam não só a energia consumida pelo utilizador final, como também a energia consumida desde a sua transformação/refinação e o seu transporte até ao utilizador final. Daí, compreende-se a penalização da utilização de energia elétrica à luz destes regulamentos.

Tabela 6.16 – Fatores de conversão.

Fonte de energia	Fator de conversão (kgep/kWh)
Eletricidade	0,29
Combustíveis	0,086

¹¹ Soma dos consumos relativos ao ano 2014 convertido para MWh

Usando a equação (6.2) e a equação (6.3) retira-se o consumo de eletricidade e de gás natural, em kgep.

$$\text{Eletricidade} = 2.571.478 \times 0,29 = 745.729 \text{ kgep/ano} \quad (6.2)$$

$$\text{Gás Natural} = 5.721.342 \times 0,086 = 492.035 \text{ kgep/ano} \quad (6.3)$$

O consumo global apresenta-se na equação (6.4).

$$\text{Consumo global} = 745.729 + 492.035 = 1.237.764 \text{ kgep/ano} \quad (6.4)$$

Usando a equação (6.1) e sabendo que a área útil de pavimento é (26.446 m²)¹² determina-se o IEE₂₀₁₄ como apresenta a equação (6.5).

$$\text{IEE}_{2014} = \frac{1.237.764}{26.446} = 46,8 \text{ kgep/m}^2 \cdot \text{ano} \quad (6.5)$$

O IEE obtido em 2014 foi de 46,8 kgep/m².ano.

B. Comparação entre IEE obtido em 2013 e IEE obtido em 2014

Após a obtenção dos índices de desempenho para o ano 2014, foi realizada uma análise comparativa entre o IEE₂₀₁₄ com o IEE₂₀₁₃, como mostra a equação (6.6).

$$\text{IEE}_{2014} > \text{IEE}_{2013} = 46,8 > 38,2 \quad (6.6)$$

C. Conclusões

No presente cálculo do IEE₂₀₁₄ verifica-se que este aumentou de 38,2 para 46,8 relativamente ao IEE₂₀₁₃, um aumento de 8,6 kgep/m².ano, verificando-se assim que a unidade hospitalar não conseguiu diminuir os seus consumos.

6.5. Levantamento energético à unidade hospitalar

6.5.1. Aspetos gerais

Nesta seção apresentam-se as metodologias de intervenção, os equipamentos, assim como as soluções de melhoria propostas para a unidade hospitalar. O objetivo

¹² A área útil de pavimento considerada é a área útil apresentada no certificado energético, não utilizado nos restantes capítulos da presente dissertação.

passou por recolher toda a informação acerca da instituição e aqui apresentar as medidas de economia do consumo de energia na ótica da eficiência energética e sua utilização racional.

6.5.2. Equipamentos utilizados nas auditorias

6.5.2.1. Aspectos gerais

Nesta seção são apresentados os equipamentos utilizados na realização da auditoria.

Para a monitorização dos consumos de energia foi utilizado um analisador de potência e energia (*CHAUVIN ARNOUX*).

Para a análise termográfica foi utilizada uma câmara termográfica (*FLIR – E60*).

Para a análise dos níveis de iluminação foi utilizado um luxímetro analógico (*METRIX ANNECY 74*)

6.5.2.2. Analisador de Potência e Energia

Para monitorizar os consumos e outras grandezas elétricas, utilizou-se um analisador de energia da marca *CHAUVIN ARNOUX* – Modelo PEL 103. Na Figura 6.21 apresenta-se o aspeto do equipamento.



Figura 6.21 - Analisador de Potência e Energia (*CHAUVIN ARNOUX*).

Este aparelho permite medições em simultâneo de potência e energia, podendo dar-se destaque as seguintes categorias:

- Para instalações monofásicas, bifásicas ou trifásicas;
- Análise de harmónicas até á ordem 50;
- Comunicação *Bluetooth*;
- Reconhecimento automático das sondas de corrente;
- Registo de todas as medidas em cartão de memória SD;
- Possibilidade de comunicação em tempo real com um computador portátil (PC).

Na Figura 6.22 apresentam-se o analisador de potência e o modo de ligação.

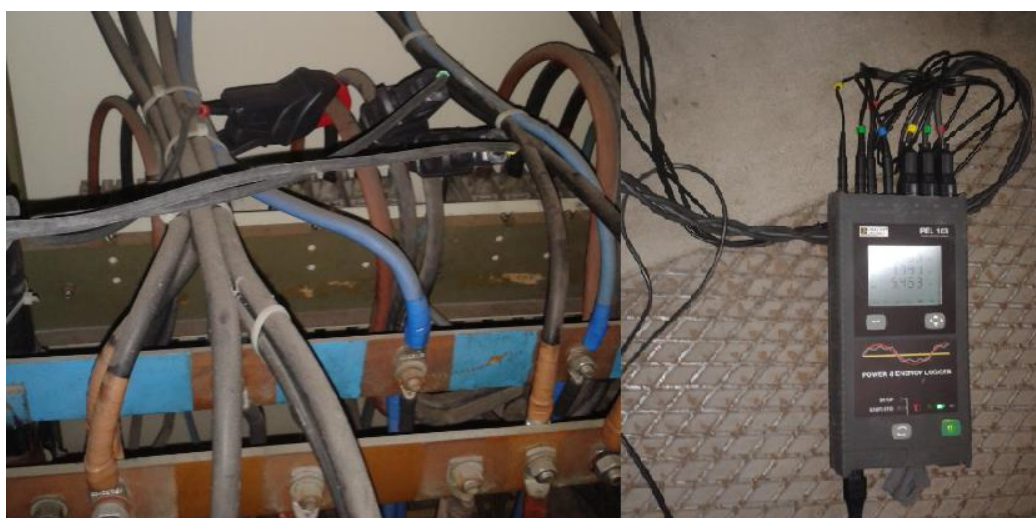


Figura 6.22 - Ligação das pinças amperimétricas do equipamento no quadro presente no QGBT.

O aparelho mede o valor da corrente e do fator de potência em intervalos de tempo definidos, calculando para esses mesmo intervalos de tempo a energia consumida. A informação obtida relativamente aos consumos é gravada num cartão SD inserido no analisador.

As principais características do equipamento apresentam-se no “Anexo V – Especificações do analisador de consumos “*CHAUVIN ARNOUX*””.

6.5.2.3. Câmara Termográfica

Para a realização da análise termográfica da instalação foi utilizada uma câmara termográfica *FLIR – E60*.

A câmara de imagem térmica oferece uma qualidade de imagem de 320 x 240 *pixels* e é especialmente adequada para a manutenção preventiva e inspeção dos sistemas elétricos e mecânicos. O uso adequado da termografia garante que as instalações funcionam de forma eficiente e segura, evitando ruturas que custam tempo e dinheiro.

Apresenta-se na Figura 6.23 uma imagem da câmara termográfica *FLIR – E 60*.



Figura 6.23 – Câmara termográfica *FLIR - E60* utilizada.

Na Tabela 6.17 apresenta-se algumas especificações relativas a câmara termográfica.

Tabela 6.17 - Especificações técnicas da camara termográfica *FLIR – E60*.

MODELO	<i>FLIR E60</i>
RESOLUÇÃO INFRAVERMELHOS	320 x 240 píxeles
RESOLUÇÃO ESPECIAL	1,36 mRad
SENSIBILIDADE TÉRMICA	< 0,045 °C
ZOOM	1 ... 4 x zoom digital continuo
FUNÇÃO DE IMAGEM SOBREPOSTA (PIP)	Área de infravermelho na imagem real
FUSIÓN TÉRMICA	Sím
RELATORIOS INSTANTÁNEOS	Sím

6.5.2.4. Luxímetro analógico

O equipamento usado para medir os níveis de iluminância nos diversos espaços da unidade hospitalar foi o luxímetro analógico (*METRIX ANNECY 74*) apresentado na Figura 6.24.



Figura 6.24 - Luxímetro analógico *Metrix Annecy 74*.

Este luxímetro tem duas escalas de medição, uma para níveis de iluminância à escala dos 500 *lux* e a outra para níveis de iluminância à escala dos 5000 *lux*.

6.5.3. Análise do valor da potência contratada

Como já foi referido na seção “Energia elétrica” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar” a potência contratada pela unidade hospitalar é de 943,95 kW, sendo exatamente 50% da potência instalada.

Foi também já referido na seção “Potência Contratada” do capítulo “Eficiência energética nos edifícios” que em caso de existir um acordo entre a entidade comercializadora de energia (GALP.S.A) e o cliente, a potência contratada pode ser menor do que metade da potência instalada.

O Gráfico 6.5 apresenta as potências máximas verificadas em intervalos de 15 minutos em cada um dos meses do ano de 2014.

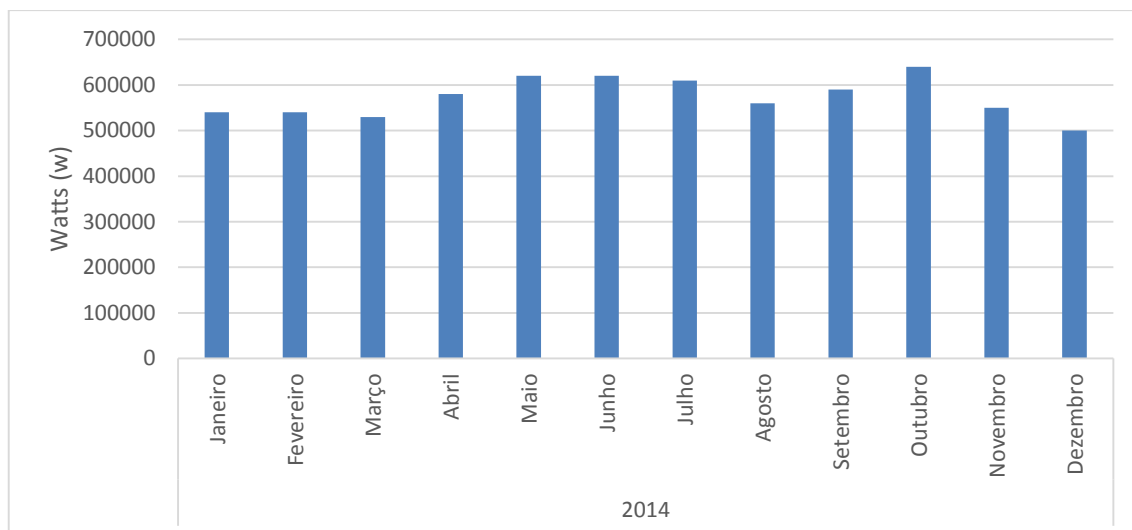


Gráfico 6.5 - Maiores valores de potência ativa média verificada na instalação em períodos de 15 minutos no ano de 2014.

Analisando os consumos verifica-se que a potência contratada é muito superior à potência efetivamente necessária. Feita esta análise, percebe-se que o valor da potência a contratar pode ser reduzido para 640 kW, que corresponde ao máximo valor de potência verificado durante o ano de 2014 correspondente ao mês de Outubro.

Esta informação já foi entregue à direção da unidade hospitalar, tendo já sido, inclusive, reduzida a potência a contratar para 640 kW.

6.5.4. Sistemas de iluminação

6.5.4.1. Aspetos gerais

Devido ao facto do tipo de iluminação e comando ser responsável por uma parte considerável dos encargos relativos ao consumo de energia elétrica, o objetivo deste estudo é verificar a possibilidade de substituir estes equipamentos e/ou mecanismos de controlo e comando, por soluções mais eficientes. A iluminação da unidade hospitalar é efetuada principalmente através de lâmpadas fluorescentes tubulares T8.

Devido á grande dimensão da unidade hospitalar, o estudo será feito apenas no piso -1, local onde se encontram instalados um número muito significativo de equipamentos de iluminação e se verificam elevados consumos de energia. A cozinha e a sala da hemodiálise não serão objeto de análise, devido ao facto de se encontrarem concessionadas a entidades externas. O ginásio também não entra no estudo, pelo facto

de ter sido recentemente alvo de uma remodelação, na qual já foram adotadas medidas de eficiência energética.

Na presente seção são caracterizadas as lâmpadas, as armaduras e os tipos de comando de iluminação usados na instalação, e conseqüentemente elaboradas propostas de minimização de custos para os referidos equipamentos.

6.5.4.2. Tipos de comando da iluminação

6.5.4.2.1. Aspectos gerais

O facto de numa instalação estarem instaladas lâmpadas eficientes não é suficiente para garantir uma boa eficiência energética, visto que os tipos de comando dos sistemas de iluminação são tão ou mais importantes que a própria iluminação.

No piso -1 do centro hospitalar são utilizados diversos sistemas de comando, nos corredores com entrada direta de luz natural são utilizados interruptores crepusculares, a iluminação da cozinha é ligada diretamente no quadro elétrico, no disjuntor de proteção do circuito de iluminação, a sala de espera-fisiatria tem como sistema de comando o botão de pressão associado a um telerruptor assim como as escadas sendo que na restante iluminação são utilizados interruptores simples.

6.5.4.2.2. Instalação de sensores de movimento nas casas de banho

As casas de banho da unidade hospitalar têm pouca iluminação natural, principalmente as do piso -1. Esta ausência de iluminação natural exige a utilização da iluminação artificial, sempre que as mesmas são utilizadas. Sendo o comando da iluminação local, frequentemente, por esquecimento, depois do uso das casas de banho, a iluminação das mesmas é deixada ligada, verificando-se assim um consumo de energia desnecessário.

Como medida de eficiência energética foi proposto a instalação de detetores automáticos de movimento. Através dos hábitos comportamentais observados durante a auditoria, estima-se uma redução do consumo em cerca de 50%, através da instalação de sensores de movimento.

O sensor proposto tem o aspeto apresentado na Figura 6.25.



Figura 6.25 – Sensor de movimento ZELMA.

Este sensor tem as características apresentadas na Tabela 6.18.

Tabela 6.18 – Características do sensor de movimento Zelma.

Modelo	Descrição	Deteção	Potência	Dimensões
ZM 12020	Sensor de Movimento 180º	12Mts	1100W	75x85x120mm

Apresenta-se na Tabela 6.19 o cálculo da poupança anual na iluminação com a instalação dos detetores de movimento, sabendo que são necessários 2 por divisão.

Tabela 6.19 – Cálculo da poupança anual por divisão.

Tipo de divisão	Num. Div.	Potência (W)	Potência total (W)	Tempo func. (h)	Cons. Anual (kWh)	Valor Anual (€)	Valor Anual com DM (€)
Casa de banho 1	2	36	72	2	57,46	4,06	2,03
Casa de banho 2	2	36	72	2	57,46	4,06	2,03
Vestuário 1	2	58	696	2	551,23	38,95	19,48
Vestuário 2	2	4 de 36 /4 de 58	376	4	297,79	21,04	10,52

Os custos relativos á mão-de-obra, como já foi referido, não são considerados devido ao facto de a unidade hospitalar conter na sua equipa de profissionais eletricitas

capazes de efetuarem esta substituição, considerando-se apenas o preço dos sensores de movimento, sendo este de 150 euros.

Como se pode analisar na Tabela 6.20 a poupança anual somando todas as divisões propostas é de 34,06 euros, sendo que o tempo de retorno é de sensivelmente 5 anos e meio. Esta análise de investimento foi realizada através do modelo apresentado no "Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)".

Tabela 6.20 – Custo inicial, poupança anual e tempo de retorno.

Equipamento	Custo inicial (€)	Poupança anual (€)	TRI (anos)
Detetor de movimento	150	34,06	5,4

6.5.4.3. Níveis de Iluminação

A avaliação das condições de iluminação dos espaços em estudo foi verificada através da medição dos níveis de iluminação existentes nos mesmos e comparados com os valores de referência indicados na norma EN 12464-1. As leituras foram efetuadas seguindo os seguintes procedimentos:

- Os níveis de iluminação foram medidos entre as lâmpadas e a um afastamento médio da parede de cerca de 50 cm;
- As medições foram efetuadas a cerca de 80 cm de altura do pavimento considerando-se que esta é a altura média de uma cama hospitalar e também o nível médio do atendimento ao paciente pela equipa médica.

As medições foram feitas em alguns espaços considerados essenciais, apresentando-se os valores na Tabela 6.21.

Tabela 6.21 - Níveis de luminosidade.

Piso	Espaço	Nível Recomendado ¹³ (lux)	Nível Obtido (lux)
-1	Oficina Eletricidade	300 a 500	300
-1	Corredores	100 a 150	25 a 250
	Elevadores	100 a 150	25 a 70
	Escadas	100 a 150	70 a 90
0	Corredores	100 a 150	70 a 250
6	Corredores	100 a 150	135 a 205
6	Enfermaria	150	180
6	Sala de tratamento	500	11500
1	Cuidados Intensivos (camas)	300	450
1	Cuidados Intensivos (geral)	100	115
0	Consultório	750 a 1000	440

Existem corredores com níveis de iluminação muito reduzidos, principalmente devido ao plano de contenção de custos imposto pela gestão da unidade hospitalar, que tem como objetivo manter ligadas apenas 50% das lâmpadas. Existem ainda outros espaços onde o nível de iluminação é muito superior ao recomendado essencialmente devido a iluminação natural do local.

6.5.4.4. Armaduras

Na unidade hospitalar são utilizadas luminárias industriais¹⁴, luminárias salientes e suspensas entre outras. A Figura 6.26 apresenta dois tipos de armaduras utilizadas.

¹³ Valores retirados da norma EN 12464

¹⁴ Caracterização das lâmpadas efetuado segundo a EEE: <http://www.eee.pt/default.htm>



Figura 6.26 - Armaduras para lâmpadas fluorescentes (Esquerda: luminárias industriais, Direita: Luminárias salientes e suspensas).

Em algumas zonas já foram substituídas as armaduras apresentadas na Figura 6.26 por armaduras mais modernas, com refletores planos em alumínio, com transversais em alumínio anodizado, com elevado coeficiente de reflexão e com emissão direta da luz, ver Figura 6.27.



Figura 6.27 – Armadura de encastrar "CLE 09 136 BE", EEE [59].

Estas armaduras apresentam um índice de reflexão mais elevado sendo ideais para este tipo de instalação. O ideal seria a substituição integral de todas as armaduras.

6.5.4.5. Iluminação

6.5.4.5.1. Aspetos gerais

Nesta seção foi feito um estudo para a substituição das lâmpadas fluorescentes T8, por lâmpadas LED e por lâmpadas fluorescentes TL5. As lâmpadas LED são atualmente as lâmpadas mais eficientes existentes no mercado sendo que o preço ainda pode conduzir a retornos de investimento pouco atrativos.

As lâmpadas tubulares TL5 são uma ótima alternativa considerando que apresentam um tempo de vida considerável e um preço mais baixo relativamente às lâmpadas LED.

6.5.4.5.2. Consumo da iluminação fluorescente T8

Para a análise dos consumos e encargos com os sistemas de iluminação existentes na unidade hospitalar, recorreu-se as faturas de eletricidade relativas ao ano de 2014 para se obter o custo do kWh dos diferentes períodos horários:

- Horas de ponta – 0,07325 €/kWh;
- Horas de cheias – 0,06808 €/kWh;
- Horas de vazio-normal – 0,05787 €/kWh;
- Horas de super-vazio – 0,0502 €/kWh.

Como já referido anteriormente, a iluminação da unidade hospitalar é efetuada principalmente através de lâmpadas fluorescentes tubulares T8.

Os sistemas de iluminação dos corredores e escadas encontram-se normalmente em funcionamento durante 24 horas. Nas oficinas e salas de espera normalmente encontram-se em funcionamento 14 horas, na sala de informática cerca de 12 horas, em gabinetes e algumas salas 8 horas, em algumas áreas-técnicas e vestuários 4 horas. Nos locais menos frequentados como armazéns considerou-se, por indicação dos responsáveis pela manutenção da instalação, que a iluminação se encontra em utilização cerca de 2 horas por dia. Para se definir as horas de cada período horário foi consultado o “Anexo VI – Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental (Inverno e Verão)”.

Na equação (6.7), equação (6.8), equação (6.9), equação (6.10), equação (6.11) e equação (6.12) apresenta-se o custo do kWh nos diferentes horários de funcionamento.

$$\begin{aligned} \text{ValorMédioLuminária(24)} &= \frac{(5 \times 0,07325) + (12 \times 0,06808) + (3 \times 0,05787) + (4 \times 0,0502)}{5 + 12 + 3 + 4} & (6.7) \\ &= 0,064901 \text{ €/kWh} \end{aligned}$$

$$\text{ValorMédioLuminária(14)} = \frac{(5 \times 0,07325) + (9 \times 0,06808)}{5 + 9} = 0,069926 \text{ €/kWh} \quad (6.8)$$

$$\text{ValorMédioLuminária(12)} = \frac{(4 \times 0,07325) + (8 \times 0,06808)}{4 + 8} = 0,0698 \text{ €/kWh} \quad (6.9)$$

$$\text{ValorMédioLuminária(8)} = \frac{(3 \times 0,07325) + (5 \times 0,06808)}{3 + 5} = 0,07002 \text{ €/kWh} \quad (6.10)$$

$$\text{ValorMédioLuminária}(4) = \frac{(2 \times 0,07325) + (2 \times 0,06808)}{2 + 2} = 0,070665 \text{ €/kWh} \quad (6.11)$$

$$\text{ValorMédioLuminária}(2) = \frac{(1 \times 0,07325) + (1 \times 0,06808)}{1 + 1} = 0,070665 \text{ €/kWh} \quad (6.12)$$

O valorMédioLuminária fornece a indicação de qual é o preço médio pago por hora em cada horário de funcionamento das lâmpadas.

Na Tabela 6.22 é calculado o encargo anual relativo a iluminação de cada local na unidade hospitalar.

Tabela 6.22 – Valor anual pago por espaço com a iluminação atual.

Localização	Corpo SE						
	Oficina Material Cirúrgico e Eletrotécnico	Oficina Construção Civil	Armazém S.I.E	Casa Informático	Gabinete S.T.I		
Equip. Total	4	4	8	20	10		
Quant. Ligadas	4	4	5	2	12	8	2
P [W]	39,6	39,6	63,8	39,6	63,8	63,8	39,6
T. Func. [h/dia]	2	4	2	2	12	4	2
Cons. Diário [Wh]	316,8	633,6	638,0	158,4	9.187,2	2.041,6	158,4
Cons. Mensal [Wh]	9.504	19.008	19.140	4.752	275.616	61.248	4.752
Cons. Anual [kWh]	114,1	228,1	229,7	57	3307,4	735	57
Valor Anual [€]	8,1	16,1	16,2	4	230,9	51,9	4

O número de lâmpadas, o tempo de funcionamento e a potência instalada são os fatores que mais influenciam o elevado consumo anual dos sistemas de iluminação da instalação.

Quanto ao tipo de lâmpadas, encontra-se em uso na instalação lâmpadas fluorescente tubulares de 18, de 36 e 58 W.

Do levantamento realizado foi possível contabilizar no Piso-1 a existência de 757 aparelhos de iluminação. Desses 757 aparelhos de iluminação encontram-se retirados de serviço 127 devido ao já referido plano de contenção. A potência total dos 630 aparelhos de iluminação que se encontram em funcionamento é de 31.284,60 W.

No Gráfico 6.6 apresenta-se, em percentagem, os aparelhos de iluminação de acordo com a sua potência.

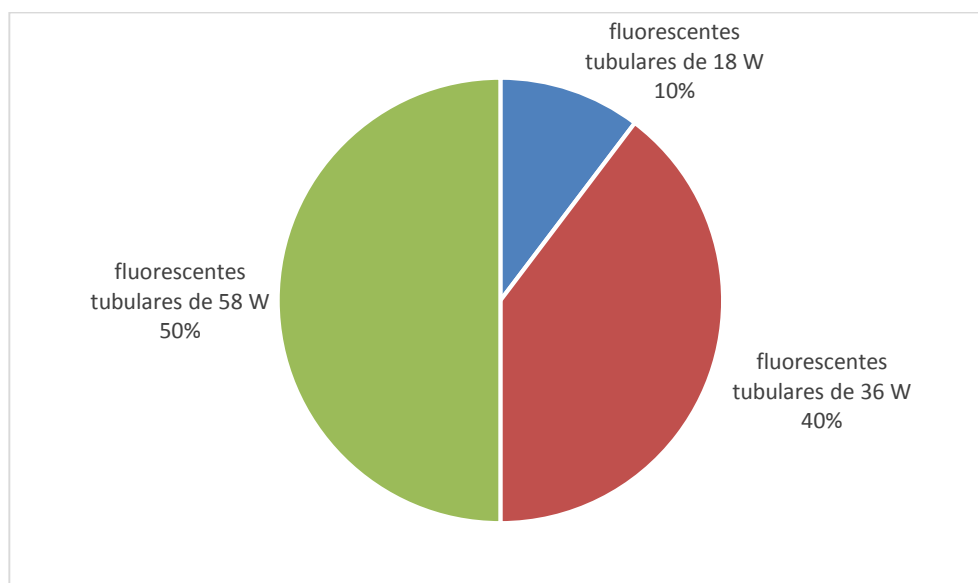


Gráfico 6.6 - Percentagem de aparelhos de iluminação no piso -1 de acordo com a sua potência.

As lâmpadas fluorescentes tubulares de 58 W são as mais utilizadas (50%), visto que devido a grande dimensão dos espaços, a utilização destes aparelhos de iluminação apresenta-se mais vantajoso. As lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W representam 40% e por último as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W (10%).

O consumo da iluminação dos restantes espaços apresenta-se no “Anexo VII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente T8”, sendo que o método usado para o cálculo de cada espaço apresenta-se no “Anexo VIII – Cálculo do consumo anual”.

6.5.4.5.3. Estudo da substituição das lâmpadas T8 fluorescentes por lâmpadas LED

As lâmpadas LED são mais eficientes e duradouras quando comparadas com as tradicionais lâmpadas fluorescentes T8 e não contêm mercúrio, proporcionando benefícios claramente mais sustentáveis. À potência de cada lâmpada fluorescente T8 é

necessário acrescentar-se a potência do balastro que, normalmente, situa-se nos 10% (consumo médio do balastro ferromagnético).

Tendo em conta as características da iluminação atual, estas têm como substituto em termos de iluminação LED as soluções apresentadas na Tabela 6.23.

Tabela 6.23 – Proposta de iluminação LED.

Iluminação Atual		Iluminação Proposta		
Lâmpada	Potência (W)	Lâmpada	Potência (W)	Preço tubo + arrancador (€)
Fluorescente tubular T8	58	Tubular Led (GA110 1500mm ROT), Philips	25	50,88+1,43
Fluorescente tubular T8	36	Tubular Led (GA110 1200mm ROT), Philips	20	39,99+1,43
Fluorescente tubular T8	18	Tubular Led (GA110 600mm ROT), Philips	10	32,21+1,43

Pode analisar-se que a substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas LED permite uma diminuição da potência da lâmpada para menos de metade, o que permite uma grande poupança na fatura energética.

As características das lâmpadas led propostas apresentam-se no “Anexo IX – Características da iluminação LED”.

Na Tabela 6.24 apresenta-se os encargos esperados com a iluminação LED proposta. É de salientar, que tal como no cálculo do consumo das lâmpadas T8, o estudo foi feito com base na potência da lâmpada, o horário de funcionamento e o local onde se encontra.

Tabela 6.24 - Consumo com lâmpadas LED e tempo de retorno do investimento.

Localização		Corpo SE						
Espaço	Oficina	Material Cirúrgico e Eletrotécnico	Oficina Construção Civil	Armazém S.I.E	Casa Informático	Gabinete S.T.I		
P [W]	20	20	25	20	25	25	20	
Cons. Diário [Wh]	160	320	250	80	3.600	800	80	
Cons. Mensal [kWh]	4,8	9,6	7,5	2,4	108	24	2,4	
Cons. Anual [kWh]	57,6	115,2	90	28,8	1296	288	28,8	
Valor Anual [€]	4,1	8,1	6,4	2	90,5	20,4	2	
Valor Invest. [€]	165,68	165,68	261,55	82,84	627,72	418,48	82,84	
Poup. anual [€]	3,99	7,98	9,87	1,99	140,40	31,59	1,99	
Temp. retorno [ano]	41,54	20,77	26,50	41,54	4,47	13,25	41,54	

Os estudos realizados relativos aos restantes espaços apresentam-se no “Anexo X – Cálculos dos consumos com a iluminação LED”. A forma como foi calculado o tempo de retorno do investimento para cada espaço apresenta-se no anexo “Anexo XI – Cálculo tempo de retorno do Investimento”.

Como se pode visualizar na Tabela 6.24 a substituição só é viável para os casos em que as lâmpadas se encontram em funcionamento mais que 4 horas por dia.

Um dos aspetos económicos a ter em conta é o período de vida dos equipamentos que não é contabilizada no estudo e é significativa visto que uma lâmpada LED tem um período de vida de cerca de 40.000 horas e uma lâmpada fluorescente T8 tem apenas cerca de 10.000 horas.

Os encargos anuais, do piso -1 da unidade hospitalar, com a atual iluminação fluorescente T8, bem como os encargos anuais previstos para a iluminação LED encontram-se apresentados no Gráfico 6.7. É de referir que estes encargos na iluminação só dizem respeito à iluminação do piso -1.

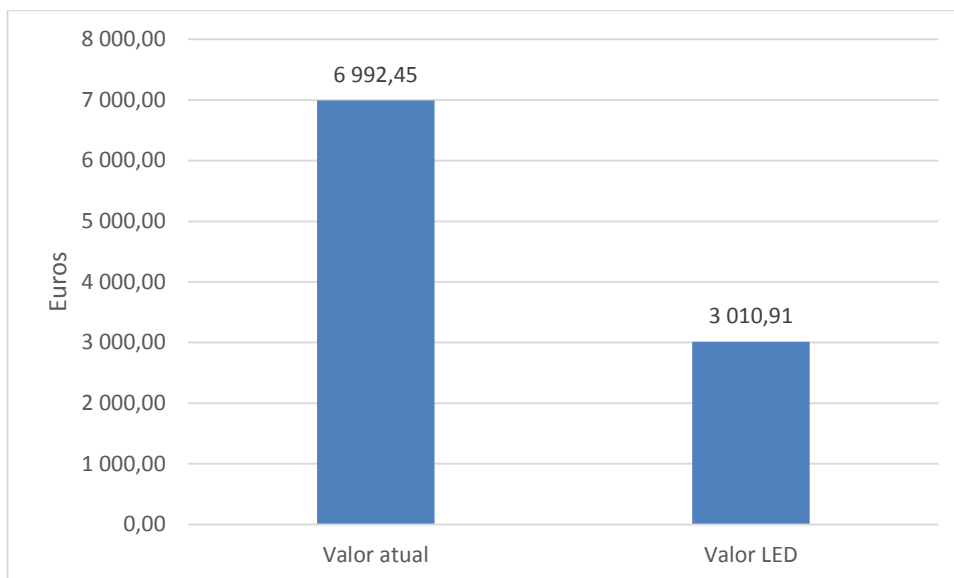


Gráfico 6.7 - Encargos anuais em iluminação (piso -1), Fluorescente T8 vs LED.

A análise do Gráfico 6.7 permite concluir que com a atual iluminação fluorescente T8 existe um encargo anual de 6.992,45 €, sendo que com a solução LED proposta, esse encargo é reduzido para 3.981,54 €, o que significa uma redução de 57%.

Na Tabela 6.25 apresenta-se o tempo de retorno do investimento (TRI).

Tabela 6.25 - Tempo de retorno do investimento.

Valor Investimento [€]	Poupança anual [€]	TRI (anos)
28.907,23	3.981,54	10,31

O tempo de retorno do Investimento é de aproximadamente 10 anos e meio, e foi calculado através do modelo apresentado no "Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)".

Os custos relativos á mão-de-obra não são considerados devido ao facto de a unidade hospitalar conter na sua equipa de profissionais eletricitas capazes de efetuarem esta substituição, considerando-se apenas o preço do material.

6.5.4.5.4. Estudo da substituição das lâmpadas fluorescentes T8 por lâmpadas TL5

Outra das alternativas para a diminuição dos consumos relativos à iluminação, com um investimento mais baixo relativamente à substituição por lâmpadas LED é a substituição por lâmpadas TL5.

As lâmpadas TL5 têm uma vida mais longa e um menor número de falhas prematuras relativamente às lâmpadas T8, o que minimiza as interrupções e o custo de aquisição, facilitando a sua substituição em grupo.

Nesta seção é proposta a substituição da atual iluminação fluorescente T8 por fluorescente TL5. É assumido que 90% das lâmpadas presentes no piso -1 são duplas, sendo utilizados nesses casos balastros eletromagnéticos duplos, para a restante iluminação (10%) considera-se balastros eletromagnéticos simples. Os consumos relativos aos balastros eletromagnéticos foram desprezados visto que apresentam consumos muito reduzidos (inferior a 5%). Como já foi referido anteriormente na iluminação atual (fluorescente T8) foi considerado um aumento de 10% ao consumo da lâmpada, associado ao consumo do balastro ferromagnético.

A correspondência da iluminação fluorescente T8 com a fluorescente TL5 é feita na Tabela 6.26.

Tabela 6.26 – Proposta de iluminação Fluorescentes tubulares TL5 em detrimento da atual Fluorescente T8.

Iluminação Atual		Iluminação Proposta		
Lâmpada	Potência (W)	Lâmpada + balastro	Potência (W)	1 tubo + balastro simples / 2 tubos + balastro duplo (€)
Fluorescente tubular T8	58	Master TL5 HE Xtra Eco / HF-S 114-35 TL5 HE II, Philips	32	15,72 + 20 / (2x15,72) + 21
Fluorescente tubular T8	36	Master TL5 HE Xtra Eco / HF-S 114-35 TL5 HE II, Philips	25	15,72 + 20 / (2x15,72) + 21
Fluorescente tubular T8	18	Master TL5 HE Xtra Eco / HF-S 114-35 TL5 HE II, Philips	13	14,26 + 20 / (2x14,26) + 21

Pode analisar-se que a substituição de lâmpadas fluorescentes T8 por lâmpadas fluorescentes TL5 e respetivos balastros eletromagnéticos permite uma grande

diminuição da potência da lâmpada, o que permite uma grande poupança nos encargos relativos á iluminação.

As características das lâmpadas TL5 propostas apresentam-se no “Anexo XII – Caraterísticas da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5”.

Na Tabela 6.27 apresentam-se os encargos esperados com a iluminação fluorescente TL5 proposta. É de salientar que, tal como no cálculo do consumo das lâmpadas T8, o estudo foi feito com base na potência da lâmpada, o horário de funcionamento e o local onde se encontra.

Tabela 6.27 - Consumo com lâmpadas TL5 e tempo de retorno do investimento.

Localização	Corpo SE								
Espaço	Oficina Material Cirúrgico e Eletrotécnico	Oficina Construção Civil	Armazém S.I.E	Casa Informático	Gabinete S.T.I				
P [W]	25	25	32	25	32	32	25		
Cons. Diário [Wh]	200	400	320	100	4608	1024	100		
Cons. Mensal [kWh]	6	12	9,6	3	138,2	30,7	3		
Cons. Anual [kWh]	72	144	115,2	36	1658,88	368,64	36		
Valor Anual [€]	5,09	10,18	8,14	2,54	115,79	26,05	2,54		
Valor Invest. [€]	108,68	108,68	135,85	54,34	326,04	217,36	54,34		
Poup. anual [€]	2,97	5,94	8,09	1,49	115,07	25,89	1,49		
Temp. retorno [ano]	36,58	18,29	16,79	36,58	2,83	8,40	36,58		

Os estudos realizados relativos aos restantes espaços apresentam-se no “Anexo XIII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5”.

Um dos aspetos económicos a ter em conta é o período de vida dos equipamentos que não é contabilizada no estudo e é significativa visto que uma lâmpada fluorescente TL5 tem um período de vida de cerca de 30.000 horas e uma lâmpada fluorescente T8, como já foi referido, cerca de 10.000 horas.

Os encargos anuais com a atual iluminação fluorescente T8, bem como os encargos anuais previstos para a iluminação fluorescente TL5 encontram-se apresentados no Gráfico 6.8. É de referir que estes encargos na iluminação apenas dizem respeito à iluminação do piso -1 da unidade hospitalar.

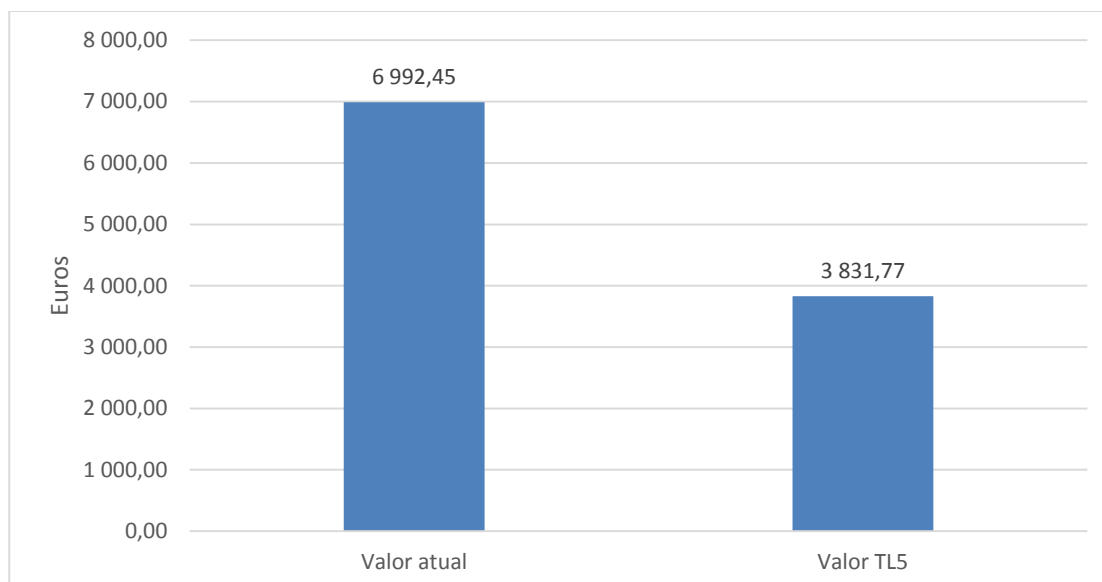


Gráfico 6.8 - Encargos anuais em iluminação (piso -1), Atual vs TL5.

A análise do Gráfico 6.8 permite concluir que, com a atual iluminação fluorescente T8, existe um encargo anual de 6.992,45 €, sendo que, com a solução fluorescentes TL5 proposta, esse encargo é reduzido para 3.831,77 €, o que significa uma redução de cerca de 45%.

Na Tabela 6.28 apresenta-se o tempo de retorno do investimento (TRI).

Tabela 6.28 - Tempo de retorno do investimento.

Valor Investimento [€]	Poupança anual [€]	TRI (anos)
17.022,20	3.160,68	6,92

O tempo de retorno do Investimento é de aproximadamente 7 anos, e foi calculado através do modelo apresentado no "Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)".

Os custos relativos á mão-de-obra, como já foi referido, não são considerados devido ao facto de a unidade hospitalar conter na sua equipa de profissionais eletricitas

capazes de efetuarem esta substituição, considerando-se apenas o preço das lâmpadas e balastros.

6.5.5. Compensação do fator de potência

Como já foi referido na seção “Energia elétrica” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar” a unidade hospitalar dispõe de duas baterias de condensadores localizadas junto ao Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) para a compensação da energia reativa, mas contudo apresenta encargos com essa energia.

A Figura 6.28 mostra as baterias de condensadores existentes na instalação.



Figura 6.28 - Baterias de condensadores.

As principais características das referidas baterias são as indicadas na Tabela 6.29.

Tabela 6.29 – Algumas características das baterias de condensadores.

Bateria	Potência reativa (kvar)	Modelo	Marca	Frequência (Hz)	Tensão (V)
A	300/250	CAMH 300/250 400 V	Norcontrol	50	400
B	160/140	MINI-C 160/140KVAR	Norcontrol	50	400

Relativamente aos encargos com energia reativa no ano de 2014, foi elaborada a Tabela 6.30.

Tabela 6.30 – Encargos com energia reativa no ano de 2014.

Mês	Faturada (kvar/h)		Valor S/IVA (€)	Valor com IVA (€)
	Escalão 1	Escalão 2		
Janeiro	894,00		7,24	8,91
Fevereiro	42,00		0,34	0,42
Março	297,00		2,41	2,96
Abril	2.362,00		19,13	23,53
Maio	3.576,00		28,97	35,63
Junho	10.333,00		83,70	102,95
	1.876,00		46,15	56,76
Julho	15.423,00		124,93	153,66
	2.520,00		61,99	76,25
Agosto	11.538,00		93,46	114,96
	324,00		7,97	9,80
Setembro	15.468,00		125,29	154,11
	4.456,00		109,62	134,83
Outubro	13.330,00		107,97	132,80
	3.150,00		77,49	95,31
Novembro	3.853,00		31,21	38,39
Dezembro	340,00		2,75	3,39
Total			930,62	1.144,67

Os encargos com a energia reativa no ano de 2014 foram de 1.144,67 €, encargo esse que com uma correta compensação do fator de potência pode ser anulado.

Assim, foi solicitado à empresa Norcontrol (marca de ambas as baterias existentes na instalação) uma inspeção às atuais baterias de condensadores, de forma a perceber-se o motivo do pagamento e energia reativa.

Foi diagnosticada a avaria de alguns condensadores, assim como a perda da capacidade de outros nas baterias existentes. Na sequência do pedido efetuado, a empresa apresentou 2 propostas distintas para a resolução do problema:

- Opção 1 – Reparação da bateria A e B;

- Opção 2 – Reparação da bateria A e aquisição de uma bateria “CAM HC 150/125 KVAR 400 V” da marca Norcontrol em substituição da já antiga bateria B, apresentada na Tabela 6.29.

O custo total de cada proposta e o respetivo tempo de retorno do investimento é apresentado na Tabela 6.31.

Tabela 6.31 - Preço de cada solução e respetivo tempo de retorno.

Opção	Consumo Reativa 2014 (€)	Preço Solução (€)	TRI (anos)
1	1.144,67	5.960,00	6,63
2	1.144,67	6.150,00	6,90

Visto que ambas as soluções propostas têm um custo/TRI quase equivalente, a solução mais viável do ponto de vista técnico-económica seria a aquisição de uma bateria nova e reparação de uma segunda, portanto a solução 2. Essa opção traz inúmeras vantagens associadas, uma vez que ao adquirir um equipamento novo, logo á partida o tempo de vida útil do equipamento será maior e, sendo um equipamento novo, terá também uma garantia a ele associada.

O TRI foi calculado através do modelo apresentado no ”Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)”.

6.5.6. Sistemas de aquecimento e arrefecimento

6.5.6.1. Aspetos gerais

Nesta seção são sugeridas algumas propostas de melhoria relativas aos sistemas de aquecimento e arrefecimento da unidade hospitalar.

Relativamente aos sistemas de aquecimento é proposta a substituição da caldeira a diesel por uma caldeira a biomassa mais eficiente e amiga do ambiente e a instalação de um sistema solar térmico para aquecimento das águas.

Relativamente ao arrefecimento da unidade hospitalar é proposta a substituição de um *chiller* já antigo por um mais eficiente. Por último é descrita a inspeção termográfica realizada à unidade hospitalar de forma a verificar-se as perdas nas ligações, no isolamento, etc.

6.5.6.2. Proposta de substituição da caldeira a diesel por caldeira a biomassa

6.5.6.2.1. Aspetos gerais

No presente subcapítulo é proposta a substituição da caldeira a diesel, utilizada como reserva das caldeiras a gás natural, por uma caldeira a biomassa. Como já referido anteriormente, apenas uma caldeira consegue satisfazer as necessidades de aquecimento da unidade hospitalar, desta forma propõem-se que as caldeiras a gás natural sejam utilizadas como backup da caldeira a biomassa. A caldeira a biomassa ficava desta forma em serviço permanentemente e as caldeiras a gás natural seriam utilizadas como backup.

O principal objetivo desta medida, além da economia financeira, é demonstrar que com sistemas mais amigos do ambiente pode-se ter igualmente elevadas eficiências e máxima facilidade e conforto de utilização.

6.5.6.2.2. Consumo da caldeira a gás natural

Atualmente o consumo de gás natural destina-se quase exclusivamente às caldeiras situadas na área-técnica 4 da unidade hospitalar. O consumo bem como os encargos com o gás natural relativos ao ano de 2014 apresentam-se na Tabela 6.32.

Tabela 6.32 - Consumos e valor da fatura de gás natural relativos ao ano de 2014.

Mês	Dias	Consumo (kWh)	Valor da fatura (€)
Janeiro	31	745.779,00	43.023,01
Fevereiro	28	684.615,00	39.072,06
Março	31	641.085,00	36.797,02
Abril	30	492.159,00	28.744,24
Maio	31	370.656,00	22.696,20
Junho	30	290.795,00	18.641,76
Julho	31	287.636,00	18.870,56
Agosto	31	270.324,00	14.728,10
Setembro	30	300.634,00	19.956,79
Outubro	31	343.428,00	22.362,57
Novembro	30	560.265,00	34.510,66
Dezembro	31	733.966,00	44.377,34

No ano de 2014 o encargo total com gás natural foi de 343.780,30 €.

6.5.6.2.3. Proposta de substituição por uma caldeira a biomassa

Como já foi mencionado anteriormente, na unidade hospitalar existem três caldeiras. Duas dessas caldeiras funcionam a gás natural, enquanto que a terceira funciona a gasóleo. Conforme também já foi referido anteriormente, em situações normais apenas uma caldeira se encontra em funcionamento, uma vez que consegue satisfazer todas as necessidades de aquecimento da unidade hospitalar.

As caldeiras a gás natural são as utilizadas para satisfazer as necessidades de aquecimento da unidade hospitalar, sendo do ponto de vista económico mais rentáveis que a caldeira a diesel. A caldeira a diesel é utilizada como reserva das caldeiras a gás, sendo que no caso de haver um problema com o abastecimento de gás natural a unidade hospitalar esteja preparada para ser abastecida por outra fonte de energia, neste caso por diesel.

O objetivo desta proposta de substituição é numa primeira fase substituir a fonte de energia utilizada como backup do gás natural, o diesel, por uma fonte de energia mais eficiente a biomassa. Numa segunda fase, as caldeiras a gás natural passam a ser utilizadas como backup da caldeira a biomassa, visto que a biomassa também se apresenta mais eficiente que o gás natural, e atualmente na unidade hospitalar apenas uma caldeira consegue satisfazer todas as necessidades de aquecimento. Esta solução traria inúmeras vantagens visto que a unidade hospitalar ficaria na mesma com 2 fontes de energia distintas, sendo a biomassa muito mais eficiente que o diesel.

De seguida é elaborada a proposta descrita tendo sido calculado o custo com gás natural no ano de 2014, e comparado com o custo da biomassa, no caso de se ter utilizado uma caldeira a biomassa em detrimento da caldeira a gás natural.

O *pellets* tem um Poder Calorífico do Combustível (PCI) na ordem dos 4,667 kWh, ou seja 1 kg de *pellets* produz 4,667 kWh¹⁵. Com este valor é possível calcular-se a quantidade necessária de *pellets* para produzir o consumo equivalente obtido de gás natural em 2014.

¹⁵ Valor retirado de: <http://www.felixtermica.com/Informacoes/Precos-da-Energia>

A quantidade necessária de *pellets* correspondente ao consumo de gás natural relativo ao ano de 2014, bem como o seu encargo apresenta-se na Tabela 6.33, considerando que a caldeira a *pellets* apresenta um rendimento de 90%.

Tabela 6.33 - Quantidade necessária de *pellets*/mês e seus encargos.

Mês	Consumo Gás natural (kWh)	Quantidade (kg)	Quantidade útil (Kg)	Quantidade necessária (Kg/h)	Valor da fatura com <i>Pellets</i> (€)
Janeiro	745.779,00	159.798,37	177.553,75	214,78	41.370,02
Fevereiro	684.615,00	146.692,74	162.991,93	197,17	37.977,12
Março	641.085,00	137.365,55	152.628,38	204,41	35.562,41
Abril	492.159,00	105.455,11	117.172,34	141,74	27.301,16
Maior	370.656,00	79.420,61	88.245,13	110,31	20.561,11
Junho	290.795,00	62.308,76	69.231,96	83,75	16.131,05
Julho	287.636,00	61.631,88	68.479,87	82,84	15.955,81
Agosto	270.324,00	57.922,43	64.358,26	80,45	14.995,47
Setembro	300.634,00	64.416,97	71.574,41	86,58	16.676,84
Outubro	343.428,00	73.586,46	81.762,73	102,20	19.050,72
Novembro	560.265,00	120.048,21	133.386,90	166,73	31.079,15
Dezembro	733.966,00	157.267,20	174.741,33	211,38	40.714,73

Os cálculos efetuados na Tabela 6.33 apresentam-se no “Anexo XIV – Cálculos da caldeira a biomassa”. Para uma melhor perceção da poupança obtida em cada mês apresenta-se o Gráfico 6.9.

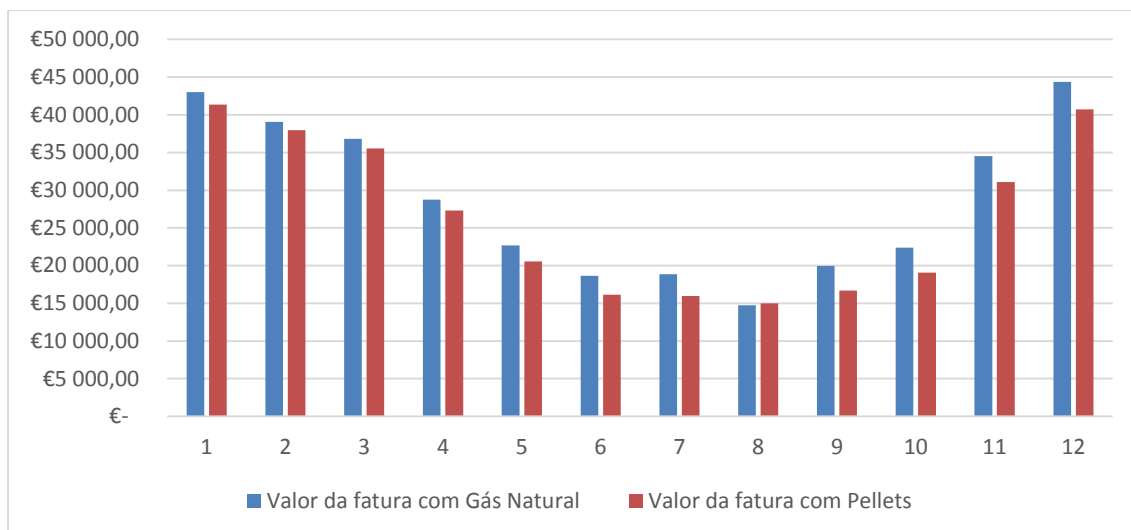


Gráfico 6.9 - Poupança mensal de euros com as duas caldeiras.

Analisando o Gráfico 6.9 é possível verificar-se que no mês de Agosto os encargos relativos ao gás natural revelam-se mais baixos que os encargos relativos ao *pellets*, isto acontece devido ao facto de que neste mês o custo unitário do ISP (imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos) ter sido 0,0327 e não o habitual 0,0424 fazendo com que o encargo relativo ao gás natural fosse muito menor.

A poupança anual caso a caldeira a *pellets* tivesse sido usada em detrimento da caldeira a gás natural no ano de 2014 apresenta-se na Tabela 6.34.

Tabela 6.34 – Poupança anual de euros.

Ano	Valor da fatura com Gás natural (€)	Valor da fatura com <i>Pellets</i> (€)	Poupança anual (€)
2014	343.780,30	317.375,6	26.404,7

Além da caldeira a biomassa é necessário a aquisição de um silo para o armazenamento do combustível solido que estará interligado à caldeira através de um alimentador automático. Estes sistemas serão contabilizados no investimento total uma vez que também foram orçamentados. Na Tabela 6.35 apresenta-se o custo total da caldeira a *pellets* e restantes equipamentos.

Tabela 6.35 – Custo total da caldeira a *pellets* e restantes equipamentos necessários.

Descrição	Referência ¹⁶	Preço + IVA (€)
Caldeira Industrial Osaka 990	0103.0509	126.046,00
Recolha automática de Cinzas	2199.1112	4.488,00
Silo Galvanizado 2555/12	2701.0230	12.751,20
Primeiros 6 metros caldeira OSAKA	2199.1101	2.505,36
Conjunto 3 metros adicionais para caldeira OSAKA	2199.1102	205,92
Módulo gestão interativa para caldeira OSAKA	2199.1103	2.059,20

A dimensão da caldeira proposta a *pellets* e a dimensão da caldeira que se pretende substituir a diesel são semelhantes, devido a esse facto propõem-se que a caldeira a *pellets* ocupe o espaço da caldeira a diesel. As dimensões da caldeira a *pellets* apresentam-se no “Anexo XV – Dimensões da caldeira a biomassa”, sendo que as suas características técnicas encontram-se no “Anexo XVI – Características da caldeira a biomassa”.

Com a substituição da atual caldeira a diesel pela caldeira OSAKA a biomassa, e no caso da caldeira a biomassa ser utilizada em detrimento da caldeira a gás natural, obtém-se uma poupança de 26.404,7 € por ano como já foi mencionado anteriormente. Na Tabela 6.36 apresenta-se o custo total do equipamento e o tempo de retorno da solução proposta.

Tabela 6.36 - Custo total do investimento e tempo de retorno do investimento.

Equipamento	Custo Total do equipamento (€)	Poupança anual esperada (€)	TRI (anos)
Caldeira Industrial + acessórios	148.056,68	26.404,7	7,28

A solução apresentada, substituição da caldeira a diesel por caldeira a biomassa e posteriormente a substituição da fonte de energia utilizada como backup (biomassa) pelo gás natural, é mais eficiente e mais seguro. A segunda fase da proposta apresentada (substituição da fonte de energia utilizada como backup (biomassa) pelo gás natural) é utilizada enquanto apenas uma caldeira consiga satisfazer todas as necessidades de

¹⁶ Referências de: <http://www.zantia.com/>

aquecimento, sendo que quando isso não seja possível a fonte de energia a *pellets* seja novamente utilizado como backup do gás natural, e assim não ser necessário utilizar simultaneamente duas fontes de energia distintas.

Como se pode analisar com um TRI relativamente baixo seria uma solução rentável num curto espaço de tempo, além de ser uma solução amiga do ambiente. Neste orçamento não se inclui o preço de mão-de-obra sendo que o custo inicial poderá aumentar.

O TRI foi calculado através do modelo apresentado no "Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)".

6.5.6.3. Solar térmico

6.5.6.3.1. Aspectos gerais

Na perspectiva de se obter uma redução dos consumos energéticos foi estudada a possibilidade de instalação de um sistema solar térmico para o aquecimento das AQS. As caldeiras existentes na instalação atuam como reforço do sistema solar térmico poupando-se desta forma grande parte da fonte de energia utilizada pela caldeira.

Para o cálculo dos diferentes parâmetros é necessário ter uma estimativa da quantidade de energia necessária para aquecer as AQS da unidade hospitalar. Na ausência dessa informação, o sistema solar térmico será dimensionado segundo os dados disponíveis no caderno "Perguntas e respostas do RCCTE" relativos aos consumos diários de água por cama [60].

6.5.6.3.2. Consumos estimados

Segundo o caderno perguntas e respostas do RCCTE¹⁷, para hospitais são necessários 55 litros/cama, para uma temperatura de referência de 60 °C. Apresenta-se na equação (6.13) o consumo médio de referência necessário para satisfazer a unidade hospitalar.

$$\text{Consumo} = N_c \times C_{dr} = 10.285 \text{ l/d} \quad (6.13)$$

¹⁷ Valor retirado do caderno perguntas e respostas do RCCTE, antigo regulamento.

Para o cálculo do consumo utilizam-se os seguintes valores:

- Número de camas = $N_c = 187$;
- Consumo diário de referência = $C_{dr} = 55$ litros/cama.dia.

Será necessário um volume de acumulação de cerca de 11.000 litros no total, logo serão adquiridos 1 acumulador de aço de carbono de 6.000 litros com serpentina e 1 acumulador também em aço de carbono sem serpentina de 5.000 litros.

6.5.6.3.3. Energia despendida com o atual sistema de preparação de AQS

A energia despendida com o atual sistema de preparação de AQS durante um ano é dado pela equação (6.14) [61].

$$Q = \frac{C \times 4.187^{18} \times \Delta T \times nd}{3.600.000^{19}} = 195.807,67 \text{ kWh/ano} \quad (6.14)$$

Onde:

- $C = 10.250$ litros/dia;
- $\Delta T = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ ($60 \text{ }^\circ\text{C} - 45 \text{ }^\circ\text{C}$);
- $nd =$ número de dias que hospital se encontra em funcionamento.

A energia que atualmente é consumida com o atual sistema de preparação de AQS é de 195.807,67 kWh/ano.

6.5.6.3.4. Cálculo do consumo de energia necessária por ano

De acordo com o número de dias por mês e com a irradiação média mensal calcula-se a energia necessária. Pode observar-se esse cálculo na Tabela 6.37.

¹⁸ Conversão de calorias para Jules = $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J}$

¹⁹ Conversão de Watts/hora para Jules = $1 \text{ wh} = 3600 \text{ J}$

Tabela 6.37 – Cálculo da energia necessária para AQS por mês.

Mês	Dias	H (Irradiação média mensal) Wh/m ² /dia ²⁰	Energia Necessária (kWh/mês)
Janeiro	31	3500	16.687,03
Fevereiro	29	4910	15.610,44
Março	31	6080	16.687,03
Abril	30	6320	16.148,74
Mai	31	6630	16.687,03
Junho	30	6710	16.148,74
Julho	31	6860	16.687,03
Agosto	31	6910	16.687,03
Setembro	30	6490	16.148,74
Outubro	31	5220	16.687,03
Novembro	30	3930	16.148,74
Dezembro	31	3260	16.687,03

A presente proposta será realizada, considerando a utilização de coletores solares térmicos seletivos Zantia ZHS 200, com um rendimento do coletor de 69,8%, cálculo efetuado no “Anexo XVII – Cálculo do rendimento do coletor solar fotovoltaico”, com uma área de absorção de 1,84 m² e uma área total de 2,02 m². Pode observar-se o aspeto do coletor solar na Figura 6.29.



Figura 6.29 - Coletor solar térmico seletivo, Zantia ZHS 200 [62].

²⁰ Informação disponível em <http://re.jrc.ec.europa.eu/pygis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>

Os dados técnicos e as dimensões do coletor solar térmico Zantia ZHS 200 encontram-se no “Anexo XVIII – Dados e dimensões do coletor solar fotovoltaico”. Sabendo que a necessidade de água diária é de 10.285 litros, sendo traduzido em 536,46 kWh/dia (195.807,67 kWh/ano), dimensionou-se um sistema de coletores solares que produzirá 157.058,20 kWh/ano, para isso são necessários 60 coletores como apresenta a Tabela 6.38. O sistema solar fotovoltaico foi dimensionado de forma que, nos meses mais quentes, a energia produzida se aproxime das necessidades totais, sem que as ultrapasse.

Tabela 6.38 – Energia fornecida por 60 coletores Zantia ZHS 200.

Mês	Energia Produzida por 1 coletor (kWh)	Energia fornecida por 60 coletores (kWh)	Energia que fica por fornecer (kWh)
Janeiro	139,349	8.360,92	8.326,10
Fevereiro	182,874	10.972,46	4.637,98
Março	242,069	14.524,12	2.162,91
Abril	243,507	14.610,42	1.538,31
Maiο	263,966	15.837,98	849,05
Junho	258,534	15.512,02	636,72
Julho	273,123	16.387,41	299,62
Agosto	275,114	16.506,85	180,18
Setembro	250,057	15.003,43	1.145,31
Outubro	207,829	12.469,72	4.217,31
Novembro	151,421	9.085,28	7.063,46
Dezembro	129,793	7.787,60	8.899,42

Nos meses em que os níveis de irradiação são mais elevados (Julho e Agosto), a energia produzida aproxima-se das necessidades totais para aquecimento de água, como é possível visualizar no Gráfico 6.10. O apoio prestado pelas caldeiras a gás natural nestes meses é bastante reduzido.

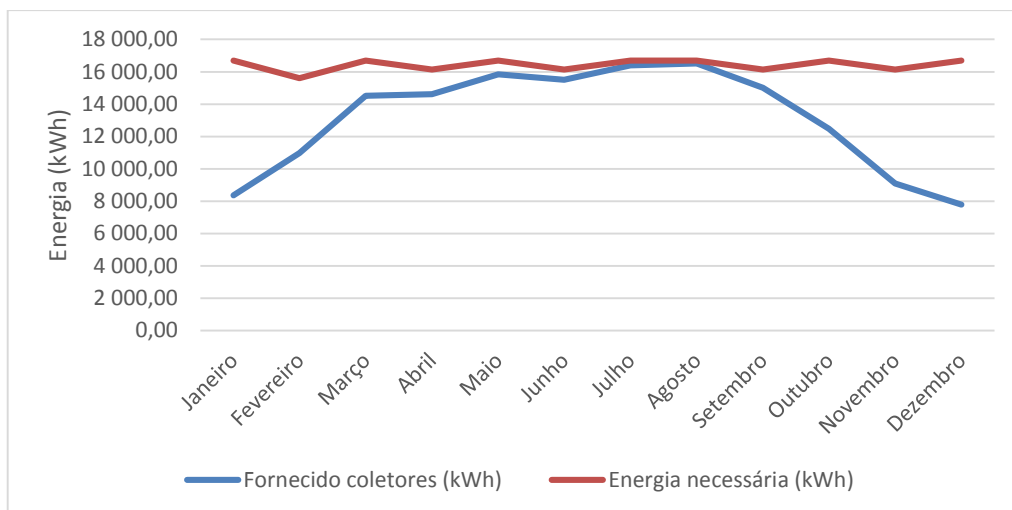


Gráfico 6.10 - Energia fornecida por 60 coletores e energia necessária ao longo do ano.

O sistema foi dimensionado para no mês em que se atinge o pico da energia fornecida pelos painéis, esta compense quase totalmente o consumo da unidade hospital.

6.5.6.3.5. Local da instalação

É proposta a instalação dos coletores solares na cobertura do edifício, tal como se apresenta na Figura 6.30.



Figura 6.30 – Área considerada para possível colocação dos coletores solares²¹ [63].

²¹ Imagem retirada da plataforma de mapeamento “ArcGIS”: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>

Trata-se de uma área com 118,2 m², que permite a instalação de 60 coletores de 2,02 m² cada.

6.5.6.3.6. Orçamentação

Foi solicitada à empresa Levibasic, Unipessoal Lda orçamento para fornecimento e instalação do sistema solar térmico, tendo por base as quantidades propostas anteriormente. O orçamento obtido apresenta-se na Tabela 6.39.

Tabela 6.39 – Tabela de preços da instalação dos coletores.

Material	Marca	Unidades / metros	Preço por unidade (€) S/IVA	Preço total (€) S/IVA
Coletores	Zantia	60	450,00	27.000,00
Grupo impulsão	Willo	1	1.265,00	1.265,00
Dissipador de calor	-	1	1.560,00	1.560,00
Purgadores solares	-	10	15,00	150,00
Separadores de partículas	-	2	34,50	350,00
Válvula 3 vias 2" 1/2, Válvulas 1" 1/2	-	42	490,00	1.450,00
Acumulador em aço carbono 6000 litros com serpentina	Videira	1	11.850,00	11.850,00
Acumulador em aço carbono 5000 litros sem serpentina	Videira	1	10.600,00	10.600,00
Tubagens aço carbono 1, 1/2, 1/4	-	420	40,00	16.800,00
Vasos de expansão 150 litros AQS	-	2	600,00	1.200,00
Vasos de expansão 100 litros solar	-	2	450,00	900,00
Acessórios de montagem	-	-	-	7.500,00
Mão-de-obra	-	-	-	42.500,00

O preço total da montagem e instalação do sistema solar térmico é de 123.125,00 €. Na Tabela 6.40 é possível verificar a redução dos consumos com a implementação do sistema solar térmico.

Tabela 6.40 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores solares.

Consumo anual de energia (AQS) kWh/ano	195.807,67
Energia produzida pelo sistema solar kWh/ano	157.058,20
Consumo de gás natural para AQS com coletores kWh/ano	38.749,47
Preço Gás natural (€/kWh)²²	0,0651
Preço sistema solar térmico (€)	123.125,00
Poupança anual (€)	10.224,49
TRI	25,66

O TRI foi calculado através do modelo apresentado no "Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)".

6.5.6.3.7. Conclusões

Com a implementação do sistema solar térmico reduz-se o consumo de energia em 157.058,20 kWh no aquecimento das AQS.

Sendo a estimativa de poupança anual cerca de 10.224,00 €, permite um retorno do investimento em aproximadamente 25 anos e meio, o que torna esta medida rentável apenas a longo prazo, podendo não ser interessante em termos financeiros.

No cálculo da poupança anual apenas se faz referência ao preço do gás natural não abordando outras tarifas relativas ao fornecimento do gás natural, tais como a ocupação do subsolo, caso fossem abordadas essas tarifas aumentaria a poupança anual e diminuiria o tempo de retorno do investimento, mas o investimento continuaria a ter um tempo de retorno elevado.

²² Valor retirado da tabela de Preços Galp energia:
http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/GasNatural/Mercado-Livre/Residencial/Documents/monofolha_eletricidade_e_gas_natural.pdf

6.5.6.4. Chiller “Bloco”

Relativamente ao *chiller* será proposta a substituição do *chiller* do bloco, apresentado na seção “*Chiller*” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar”, que se encontra em funcionamento há 25 anos, exigindo várias manutenções, sendo que algumas, com custos bastantes elevados.

A Figura 6.31 mostra o *chiller* de arrefecimento a água com compressor *scroll* proposto para substituição do atual *chiller*.



Figura 6.31 – *Chiller* de arrefecimento a água com compressor *scroll* – alto rendimento.

As principais características do *chiller* apresentam-se no “Anexo XIX – Características do *chiller* de arrefecimento a água com compressor *scroll*”.

O custo do equipamento e de eventuais alterações hidráulicas necessárias à sua instalação, encontra-se indicado na Tabela 6.41.

Tabela 6.41 - Características *chiller* York.

Marca	Modelo	Preço <i>Chiller</i> (€)	Alterações hidráulicas (€)	Total + IVA (€)
Johnson Controls - York	YCWL 447 HE	42.700,00	3.000,00	56.211,00

O transporte do *chiller* terá que ser realizado por um veículo especial e a sua instalação é efetuada por uma grua. Os custos associados a estes serviços encontram-se indicados na Tabela 6.42.

Tabela 6.42 - Transporte e instalação do *chiller*.

Equipamento	Transporte (€)	Grua (€)	Total + IVA (€)
<i>Johnson Controls - York</i>	2.000,00	800,00	3.444,00

Os custos relativos ao transporte foram calculados atendendo à distância entre a fábrica onde o equipamento, objeto de consulta, é produzido e a unidade hospitalar.

Na Tabela 6.43 apresenta-se a custo total do equipamento.

Tabela 6.43 - Custo total do equipamento.

Equipamento	Custo Total do equipamento (€)
<i>Johnson Controls – York + instalação</i>	59.655,00

O preço total do *chiller* “*Johnson Controls*” é de 59.655,00. Dado que o *chiller* atual já é um pouco antigo e requer manutenções frequentemente, algumas com custos elevados, pode-se numa dessas intervenções mais graves e dispendiosas equacionar-se a aquisição do *chiller* proposto. A aquisição de um *chiller* novo à partida apresenta um tempo de vida útil maior e tem uma garantia a ele associado, e não necessita de tantas manutenções.

6.5.6.5. Inspeção termográfica

6.5.6.5.1. Aspetos gerais

Utilizando a câmara termográfica caracterizada na seção “Câmara Termográfica” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar” foi realizada uma análise termográfica à instalação, de modo a verificar potenciais situações anómalas.

6.5.6.5.2. Quadros elétricos

Com o objetivo de identificar situações potencialmente problemáticas para os quadros elétricos, seus equipamentos e materiais, foi realizada uma análise termográfica a todos estes equipamentos.

Na Figura 6.32 mostra-se uma imagem termográfica da análise realizada a um quadro elétrico da instalação.

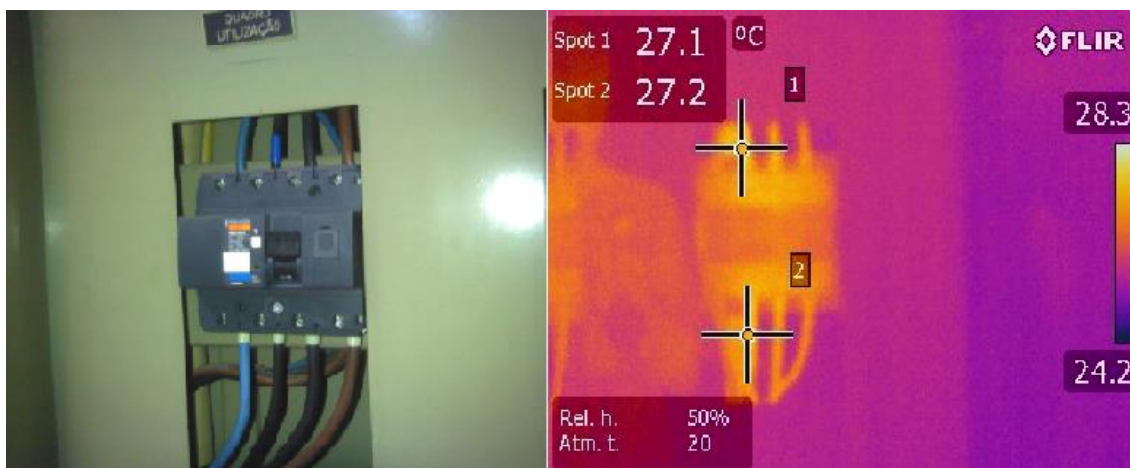


Figura 6.32 – Esquerda: registo digital, Direita: registo térmico, de um quadro elétrico.

A temperatura máxima registada neste quadro foi de 27.2 °C, num disjuntor, encontrando-se bastante abaixo da temperatura admissível para o mesmo.

6.5.6.5.3. Inspeção de tubagens e sistemas de aquecimento

Na Figura 6.33 mostra-se uma imagem termográfica da análise realizada a uma tubagem. É possível verificar-se que existe uma diferença de cerca de 36,4 °C entre o elemento com e sem isolamento

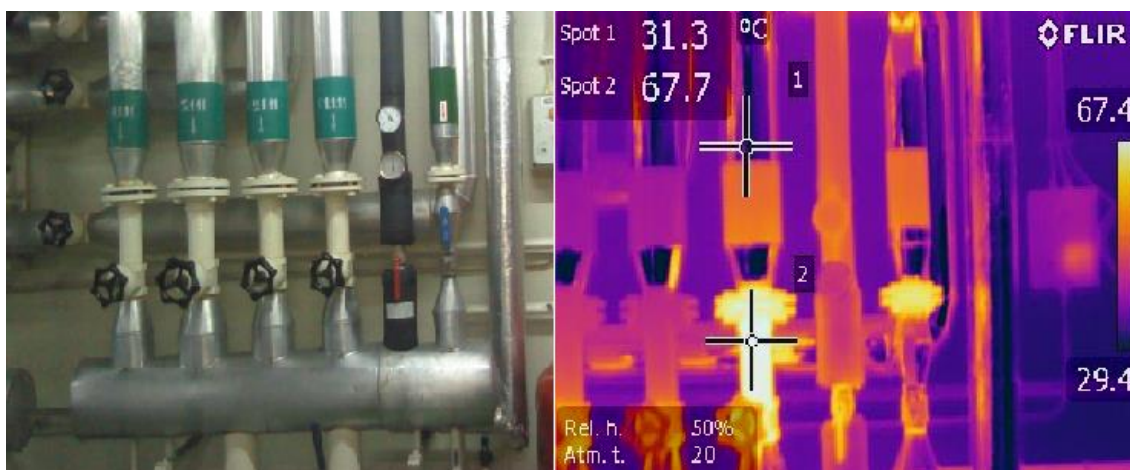


Figura 6.33 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de união entre tubagens.

O isolamento de tubagens também é essencial. Na Figura 6.34 apresenta-se uma tubagem com falhas no isolamento, o que origina uma perda de energia considerável, sendo a diferença de temperatura entre as duas partes cerca de 22,4 °C.



Figura 6.34 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de uma falha de isolamento.

As falhas de isolamento devem ser corrigidas de maneira a diminuir as perdas visto que este tipo de falhas se encontra um pouco por toda a unidade hospitalar, elevando assim a ineficiência destes sistemas.

Na Figura 6.35 apresenta-se outra falha corrente no isolamento onde a diferença de temperatura é de cerca de 28,6 °C.



Figura 6.35 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo termográfico, de falha de isolamento.

Mais uma vez é possível visualizar-se uma grande diferença de temperatura entre a tubagem e o ligador, sendo que um bom isolamento poderia diminuir muito as perdas neste tipo de ligações.

6.5.6.5.4. Pontes térmicas

Na Figura 6.36 apresenta-se a verificação da não existência de ponte térmica.

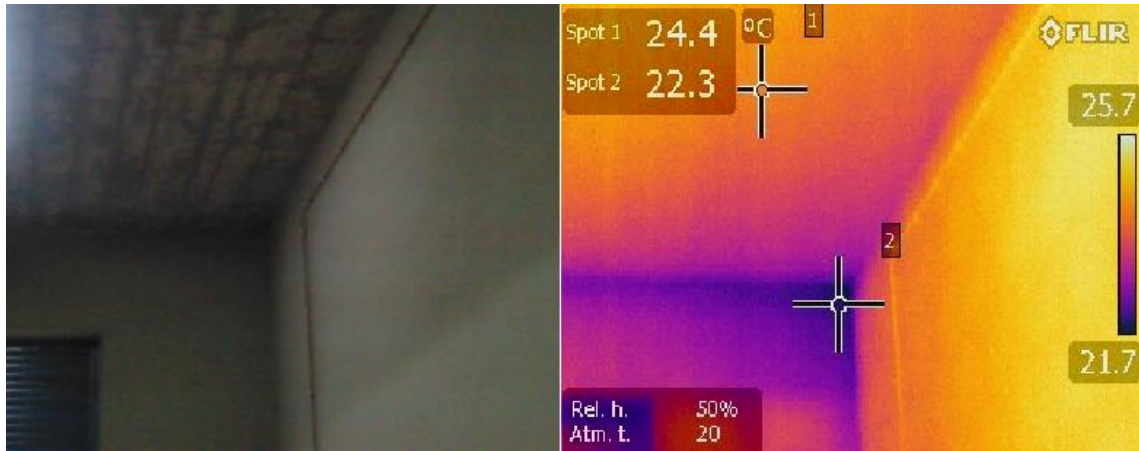


Figura 6.36 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de uma ponte térmica.

O facto da unidade hospitalar não apresentar (pelo menos nas zonas analisadas) existência de pontes térmicas significa que o isolamento térmico das estruturas se apresentam em boas condições evitando perdas desnecessárias através das mesmas.

6.5.6.5.5. Equipamentos

Quanto mais alta a temperatura mais perdas existem, na Figura 6.37 apresenta-se falhas de isolamento da caldeira a gás natural, sendo que a diferença de temperatura atinge os 50 °C.

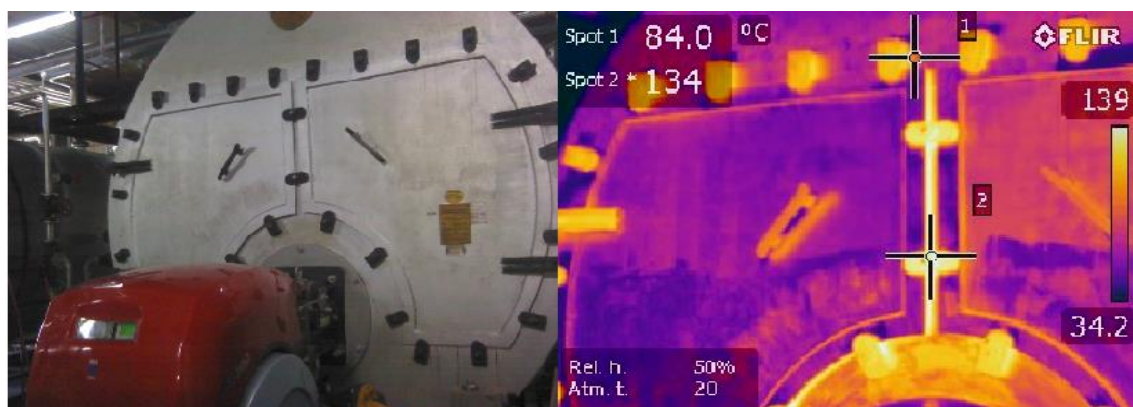


Figura 6.37 – Esquerda: Registo digital, Direita: Registo térmico, de falhas de isolamento nas caldeiras a gás natural

6.5.6.5.6. Conclusões

Na análise termográfica realizada foram identificados alguns pontos com temperaturas elevadas, mas que não ultrapassavam os limites admissíveis pelos equipamentos, não necessitando, por esse motivo, de intervenção nem manutenção nessa vertente. Devem apesar ser corrigidas as falhas de isolamento nas tubagem de forma a diminuir as perdas de energia, aumentando assim a eficiência destes sistemas.

6.5.7. Monitorização dos consumos elétricos

6.5.7.1. Aspetos gerais

Uma monitorização dos consumos energéticos permite ao gestor conhecer os consumos de um determinado equipamento, quadro ou circuito, além de permitir conhecer os custos a ele associados. Uma monitorização permite ainda alterar os comportamentos dos utilizadores conhecedores dos consumos dos equipamentos permitindo reduzir consideravelmente os consumos.

Outra das ferramentas utilizada aquando duma monitorização de consumos é a desagregação dos mesmos. Uma adequada desagregação dos consumos da instalação permite aos gestores identificar quais os setores mais eficazes e conseqüentemente proporem soluções que melhor se adaptam a cada setor. Este tipo de medições além de identificar os setores mais eficazes permite também analisar a qualidade da energia em cada zona, sendo de difícil obtenção visto que o ideal seria analisar todos os quadros em simultâneo e de forma permanente.

Nesta seção é efetuada uma monitorização de consumos e feita uma análise à qualidade da onda em alguns quadros de forma a demonstrar as potencialidades e as vantagens da existência deste tipo de informação.

A qualidade da onda de tensão foi monitorizada em conformidade com o disposto na Norma NP EN 50160 tradução Portuguesa da Norma EN 50160.

6.5.7.2. Estudo do caso

De forma a demonstrar as potencialidades e as vantagens da existência da monitorização dos consumos de energia e da análise da qualidade da onda, foram efetuadas medições em 3 locais distintos:

- Caso 1 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro do elevador 6;
- Caso 2 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro Q.C.SE-1-P;
- Caso 3 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro Q.C.R “*chiller* do bloco”.

O tempo de monitorização de cada quadro foi de cerca de três/quatro dias.

6.5.7.2.1. Caso 1 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro do elevador 6

6.5.7.2.1.1. Aspetos gerais

Atualmente a utilização de elevadores é algo comum ou até indispensável em qualquer edifício, indústria, etc.

Na unidade hospitalar em estudo, para o transporte dos utentes, das visitas e dos funcionários do hospital encontram-se em funcionamento 7 elevadores.

A Figura 6.38 mostra um grupo elevador e o respetivo quadro de comando.



Figura 6.38 – Esquerda: Grupo elevador, Direita: Quadro do elevador.

A Tabela 6.44 apresenta as características dos referidos elevadores.

Tabela 6.44 – Características dos elevadores.

Número Elevador	Localização	Número de Patamares	Carga Útil	Potência Motor [kW]	Fabricante
1	Átrio Central Sul	10	1600	22	Pinto e Cruz
2	Átrio Central camas	10	1600	22	Pinto e Cruz
3	Átrio Central carros	10	1600	22	Pinto e Cruz
4	Átrio Central Norte	10	1600	22	Pinto e Cruz
5	Ala Nascente	10	750	8.8	<i>Schindler</i>
6	Ala Poente	10	750	8.8	<i>Schindler</i>
7	Corpo Sul MFR	2	750	8.8	<i>Schindler</i>

Usando o analisador de energia (*CHAUVIN ARNOUX* – Modelo PEL 103) mencionado na seção “Analisador de Potência e Energia” foi efetuada uma análise ao circuito “quadro - elevador 6” do QGBT que alimenta o quadro do elevador 6.

A análise deste quadro foi efetuada entre as 12:28:00 do dia 10-09-2015 (Quinta-feira) até às 10:23:00 do dia 14-09-2015 (Segunda-feira). Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi respectivamente de 67,01 kWh, 74,95 kvarh e 109,00 kVAh, respectivamente.

Apresenta-se na Figura 6.39 o circuito unifilar do quadro do elevador 6 e o respectivo local de instalação do analisador.

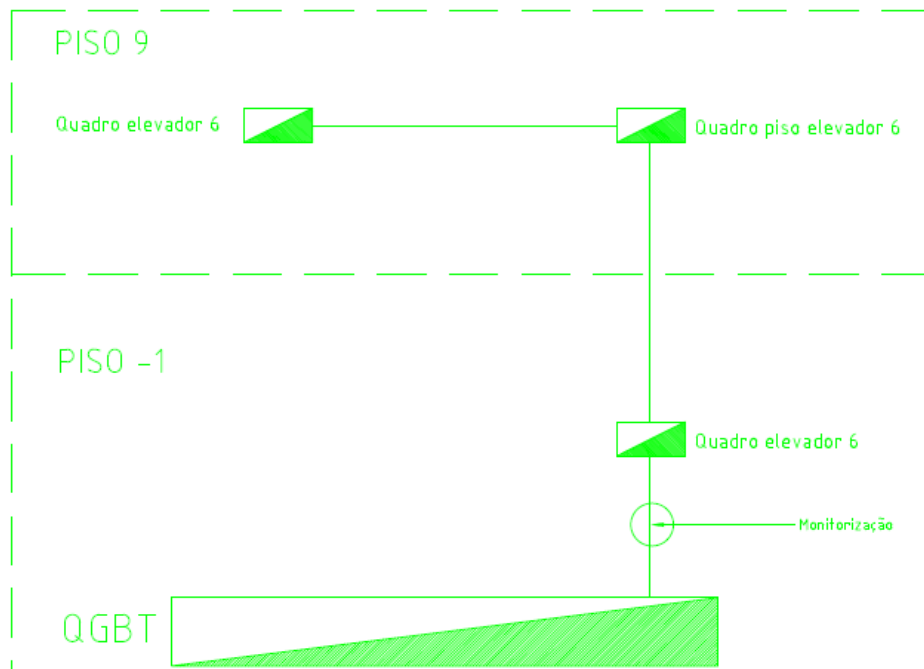


Figura 6.39 – Local de instalação do analisador para monitorização do “Quadro – elevador 6”.

Nesta seção é feita uma monitorização dos consumos de energia e uma análise da qualidade da onda no quadro do elevador 6, descrito anteriormente.

6.5.7.2.1.2. Monitorização dos consumos

A. Diagrama de Cargas

O Gráfico 6.11 mostra o diagrama de carga do referido elevador no período de medição. A potência máxima medida foi de 4,75 kW (13/09/2015 às 17:44:00) sendo que a potência é quase nula nos períodos em que o elevador está parado, acontecendo principalmente durante a noite.

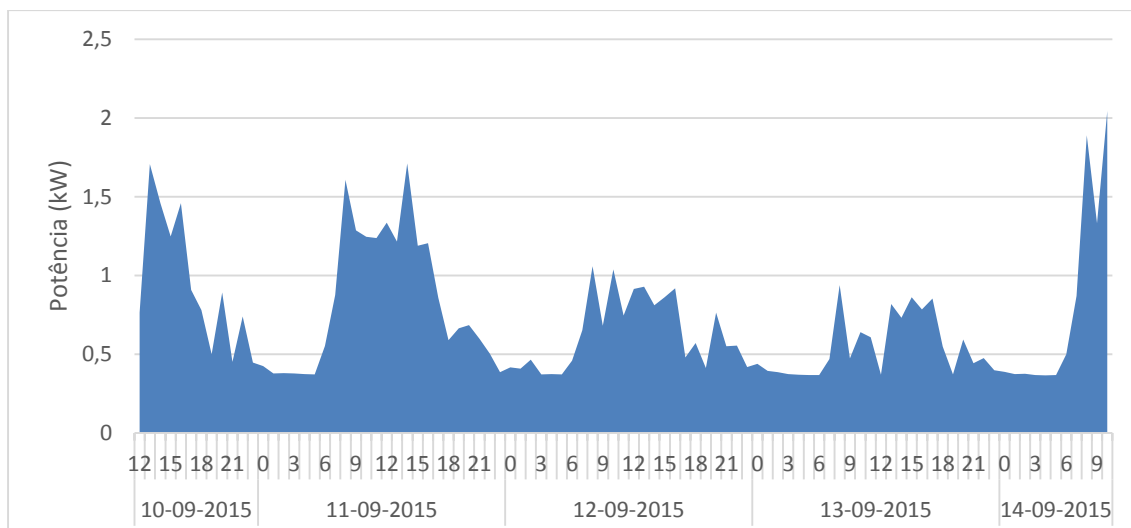


Gráfico 6.11 - Diagrama de cargas do “quadro – elevador 6” de 10/09 a 14/09.

De maneira a verificar-se a diferença de consumos do elevador num dia de semana (Sexta-feira) e num dia de fim-de-semana (Sábado), o Gráfico 6.12 mostra os consumos verificados no dia 11/09 (Sexta-feira) e o dia 12/09 (Sábado).

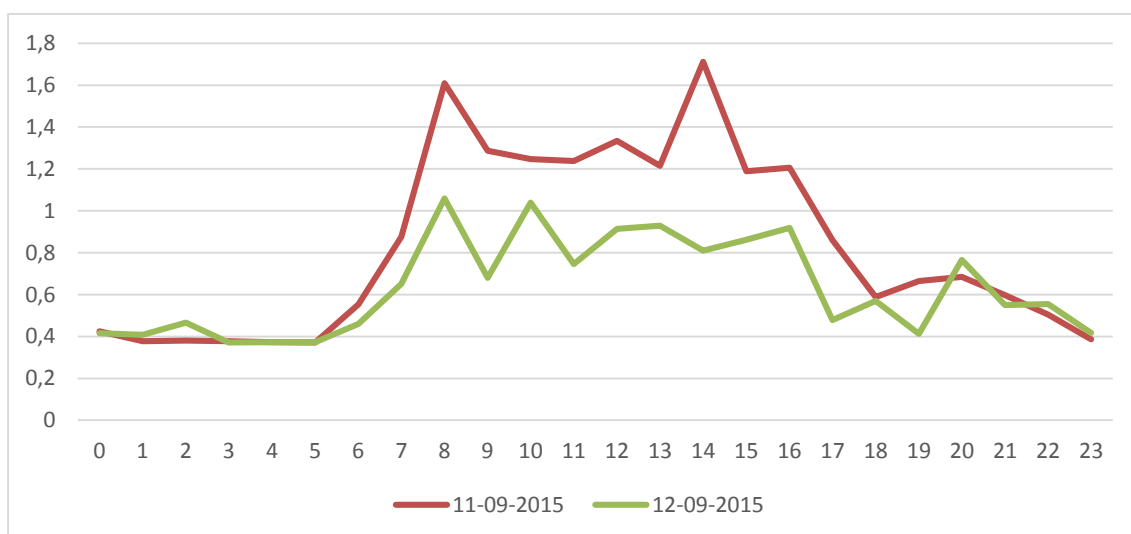


Gráfico 6.12 - Comparação do diagrama de cargas do “quadro – elevador 6” entre o dia 11/09 (Sexta-feira) e 12/09 (Sábado).

Analisando a Gráfico 6.12, verifica-se que o consumo é superior no dia 11-09-2015 (dia de semana), como seria de se esperar, visto que o elevador serve a ala nascente do corpo de internamento do hospital, e é utilizado sobretudo pelos funcionários (raramente pelas visitas) e é durante a semana que mais funcionários estão de serviço. O elevador é também muito utilizado no transporte de doentes nas camas.

6.5.7.2.1.3. Análise da qualidade da onda

A. Análise da frequência

Segundo a norma NP EN 50160 a frequência deve ser igual a 50 Hz, sendo que em condições normais o valor médio medido em intervalos de 10 minutos deve estar:

- Entre 49,5 e 50,5 Hz durante 95% de uma semana;
- Entre 47 e 52 Hz durante 100% de uma semana.

Apresenta-se no Gráfico 6.13 a frequência registada entre os dias 10/09/2015 e 14/09/2015.

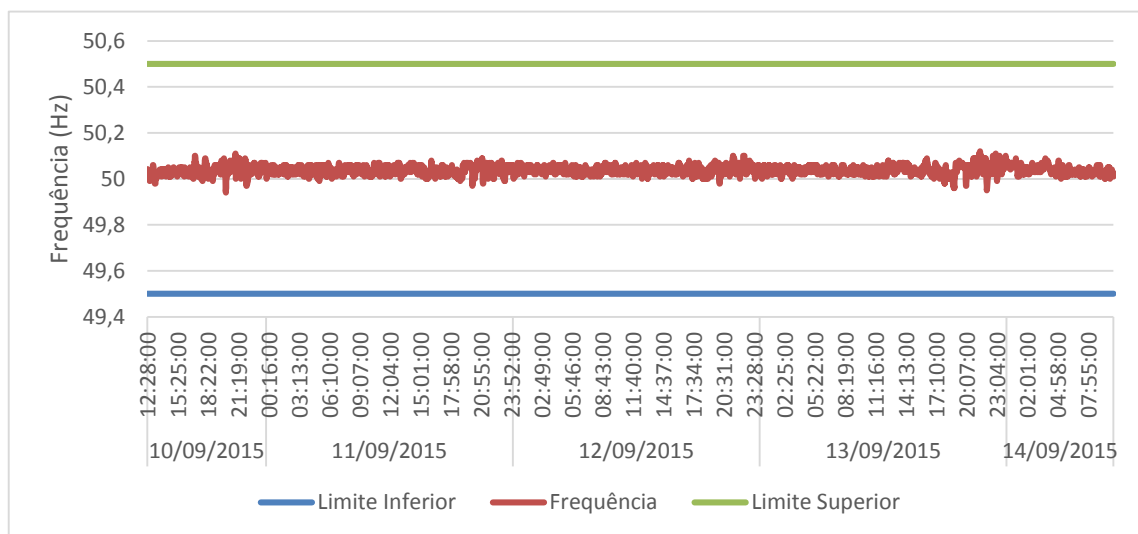


Gráfico 6.13 - Frequência registada durante os cerca de 4 dias.

Analisando o Gráfico 6.13 pode-se concluir que a frequência se encontra sempre dentro dos limites impostos pela norma.

B. Análise da tensão de alimentação

Atendendo à norma NP EN 50160 a variação da tensão de alimentação, sem serem consideradas as interrupções, é de 95% dos valores eficazes médios de 10 minutos para cada período de uma semana devem situar-se na gama $U_n \pm 10\%$.

Apresenta-se no Gráfico 6.14 a tensão de alimentação registada durante 4 dias.

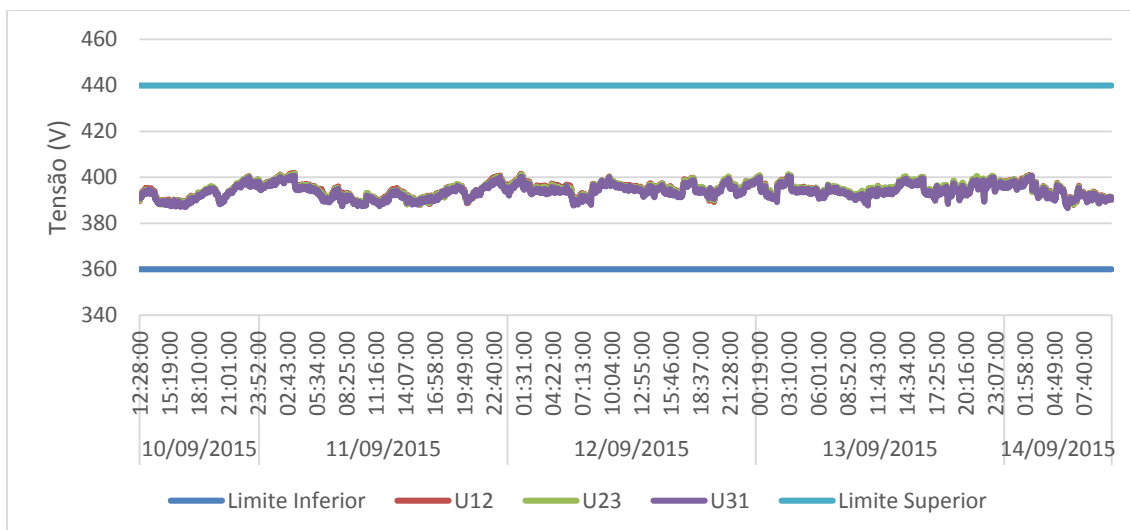


Gráfico 6.14 - Tensão de alimentação registada durante 4 dias.

Pode observar-se no Gráfico 6.14 que as tensões U12, U23 e U31 encontram-se em todos os momentos dentro dos valores definidos pela norma.

C. Análise da taxa de distorção harmónica (THD)

Segundo a norma NP EN 50160 a taxa de distorção harmónica da tensão não deverá ultrapassar 8% em 95% dos períodos de 10 minutos.

Apresenta-se no Gráfico 6.15 o resultado da monitorização da distorção harmónica.

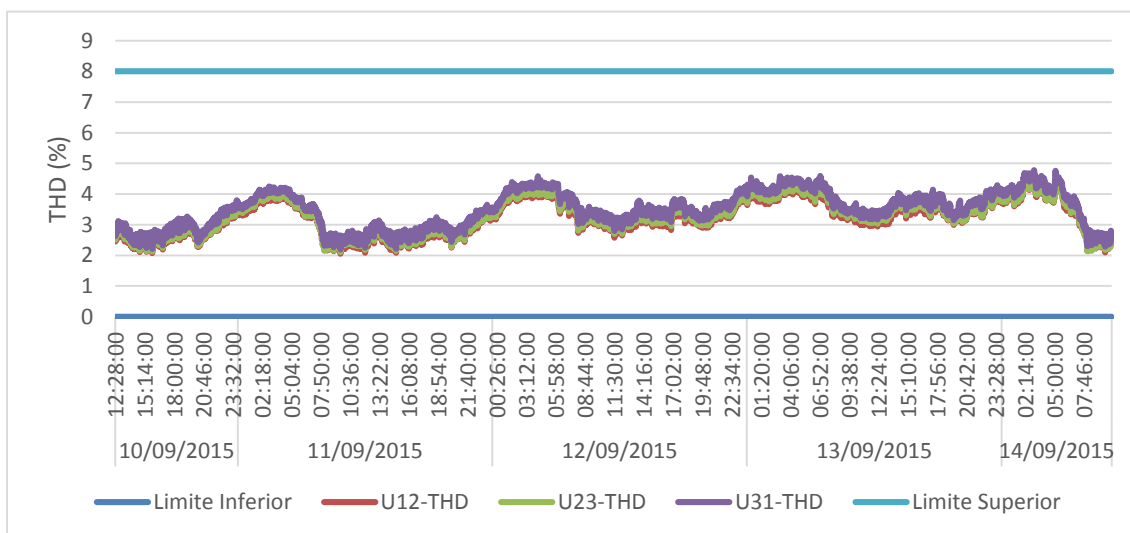


Gráfico 6.15 - Registo da taxa de distorção harmónica.

É possível visualizar no Gráfico 6.15 que a percentagem de distorção harmónica obtida entre cada uma das fases apresenta-se dentro dos limites impostos pela norma.

6.5.7.2.1.4. Conclusões

É de salientar que o presente elevador já contém um sistema que no caso deste estar parado 30 segundos a iluminação é desligada automaticamente o que permite poupar energia.

A monitorização dos consumos e a análise da qualidade de onda efetuada ao elevador 6 da unidade hospitalar serviu para fornecer indicações acerca de:

- Comparação de consumos entre elevadores;
- Comparação de consumos entre diferentes dias e períodos;
- Possível alteração do funcionamento do elevador;
- Alocar custos a serviços que utilizam os elevadores;
- Análise da qualidade da energia.

Da monitorização dos consumos efetuada ao elevador 6 verificou-se que existem certos períodos (normalmente durante a noite) que o elevador se encontra em standby. Durante o período diurno verifica-se uma utilização regular do elevador em que os picos de utilização se atinge normalmente nas horas de ponta.

Da análise da qualidade de onda realizada verificou-se que a frequência, a tensão de alimentação e a taxa de distorção harmónica se encontram em conformidade com o disposto na Norma NP EN 50160, não se verificando em nenhum período valores fora dos regulamentados.

6.5.7.2.1.5. Solução de minimização de custos

Da análise realizada ao elevador 6 conclui-se que esta monitorização poderá permitir aos gestores estudarem a possibilidade de manterem este elevador em funcionamento apenas durante o período diurno, período na qual é usado. Sendo adotada esta proposta o elevador seria desligado no período da noite, período no qual se encontra normalmente em standby.

Esta proposta seria vantajosa para a unidade hospitalar visto que significaria algumas poupanças no consumo de energia elétrica e não prejudicaria os seus utilizadores visto que na mesma área se encontram instalados mais 3 elevadores.

6.5.7.2.2. Caso 2 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro Q.C.SE-1-P

6.5.7.2.2.1. Aspetos gerais

Uma monitorização aos consumos energéticos nos quadros de utilização revela-se muito útil nomeadamente no conhecimento dos consumos de cada circuito e de cada período, dando indicações dos custos a eles associados.

Foi efetuada uma análise ao circuito “quadro – Q.C.SE-1-P” do QGBT que alimenta o quadro reversor, quadro de utilização, quadro geral elevatório, Q.C.SE-1-S1, quadro de aquecimento central e o Q.C.SE-1-S2. A análise deste quadro foi efetuada entre as 10:39:00 do dia 07-07-2015 (Terça-feira) até às 09:59:00 do dia 10-07-2015 (Sexta-feira). Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi respetivamente de 537,6 kWh, 521,5 kvarh e 755,4 kVAh.

Apresenta-se na Figura 6.40 o circuito unifilar do quadro “Q.C.SE-1-P” e o respetivo local de instalação do analisador.

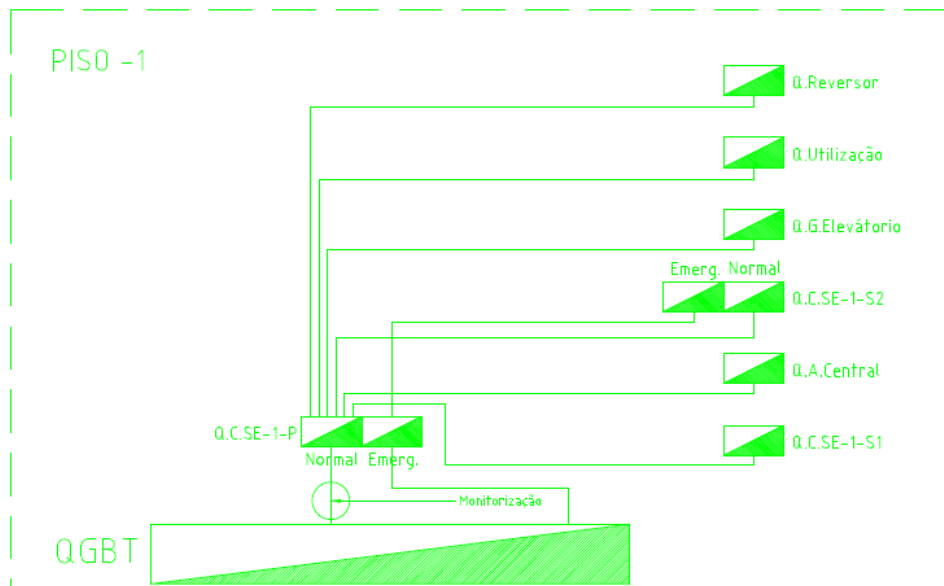


Figura 6.40 – Local de instalação do analisador para monitorização do “Quadro – Q.C.SE-1-P”

Como se pode analisar na Figura 6.40 apenas foi alvo de monitorização o circuito normal do quadro Q.C.SE.-1-P.

Nesta seção é feita uma monitorização dos consumos de energia e uma análise da qualidade da onda no quadro Q.C.SE-1-P, descrito anteriormente.

6.5.7.2.2.2. Monitorização dos consumos

A. Diagrama de Cargas

O Gráfico 6.16 mostra a monitorização realizada. É de salientar que a potência máxima medida foi de 17,77 kW (07/07/2015 às 12:28:00) sendo que a potência mínima foi de 3,32 kW (08/07/2015 às 06:13:00).

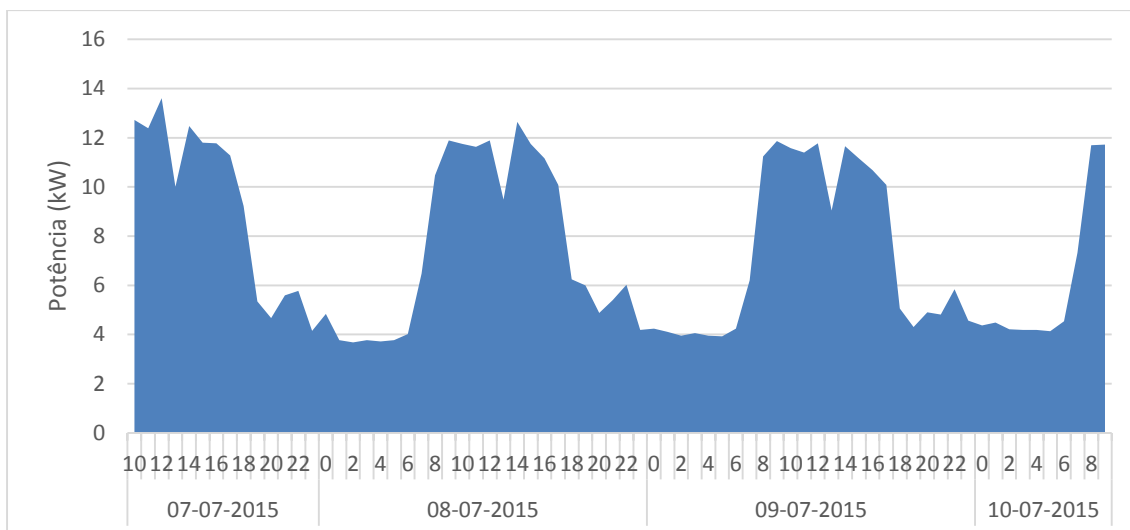


Gráfico 6.16 – Diagrama de cargas do “quadro – Q.C.SE-1-P” do dia 07/07 a 10/07.

O Gráfico 6.17 compara os diagramas de carga do dia 08/07 (Quarta-feira) e do dia 09/07 (Quinta-feira), sendo que o perfil de cargas é semelhante nos dois dias, como seria de esperar, pois trata-se de dois dias de semana.

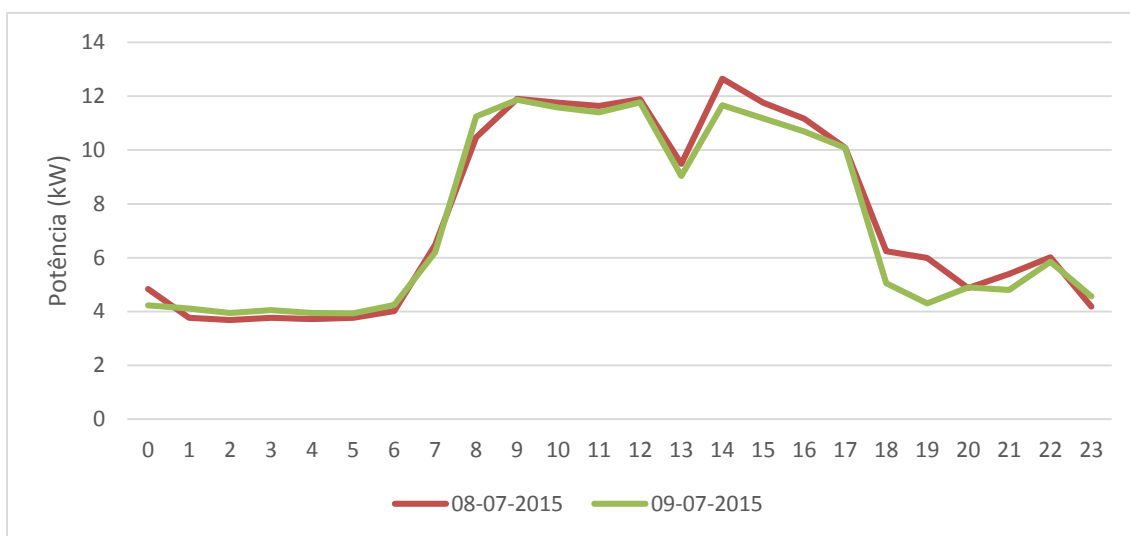


Gráfico 6.17 - Comparação do perfil de cargas do “quadro – Q.C.SE-1-P” do dia 08/07 e 09/07.

Da análise do diagrama de carga é possível verificar que o consumo durante o dia é cerca de três vezes superior ao consumo obtido durante a noite, isto deve-se ao facto da grande parte dos equipamentos funcionarem apenas durante o dia. Das 23 horas até as 6 o consumo mantêm-se constante nos 4kW, começando a aumentar a partir das 6 atingindo o seu pico entre as 9 e as 17 horas, sendo que entre as 12 e as 13 horas dá-se uma diminuição provocada pela hora de almoço.

6.5.7.2.2.3. Análise da qualidade da onda

A. Análise da frequência

Como já referido anteriormente, segundo a norma NP EN 50160 a frequência deve ser igual a 50 Hz, sendo que em condições normais o valor médio medido em intervalos de 10 minutos deve estar:

- Entre 49,5 e 50,5 Hz durante 95% de uma semana;
- Entre 47 e 52 Hz durante 100% de uma semana.

Apresenta-se no Gráfico 6.18 a frequência registada entre os dias 07/07/2015 e 10/07/2015.

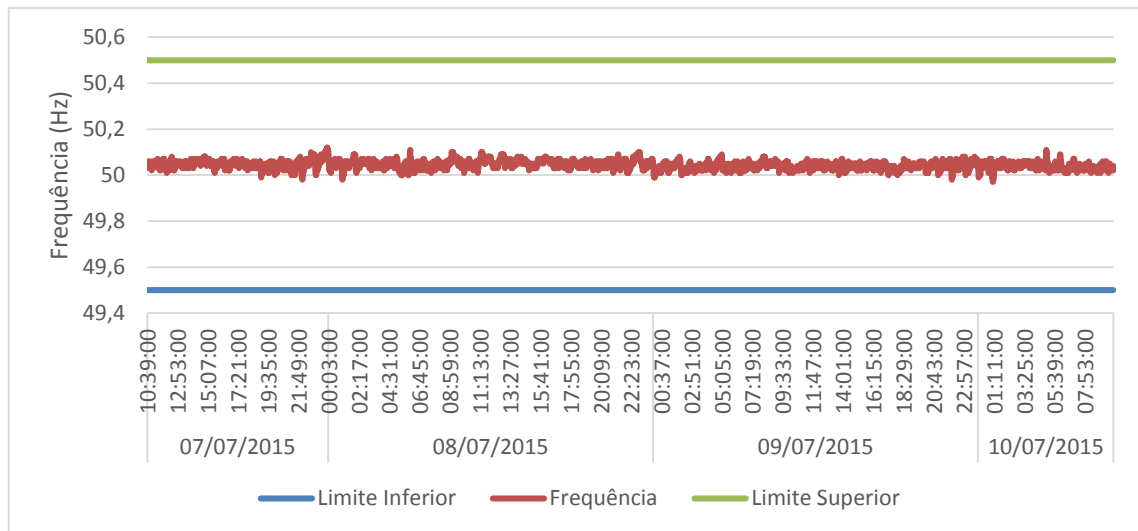


Gráfico 6.18 – Frequência registada durante o período de monitorização.

Analisando o Gráfico 6.18 pode-se concluir que a frequência se encontra sempre dentro dos limites impostos pela norma, não se registando em momento algum, frequências fora dos limites.

B. Análise da tensão de alimentação

Como já referido anteriormente, conforme dita a norma NP EN 50160 a variação da tensão de alimentação, sem serem consideradas as interrupções, é de 95% dos valores eficazes médios de 10 minutos para cada período de uma semana devem situar-se na gama $Un \pm 10\%$.

Apresenta-se no Gráfico 6.19 a tensão de alimentação registada durante 3 dias.

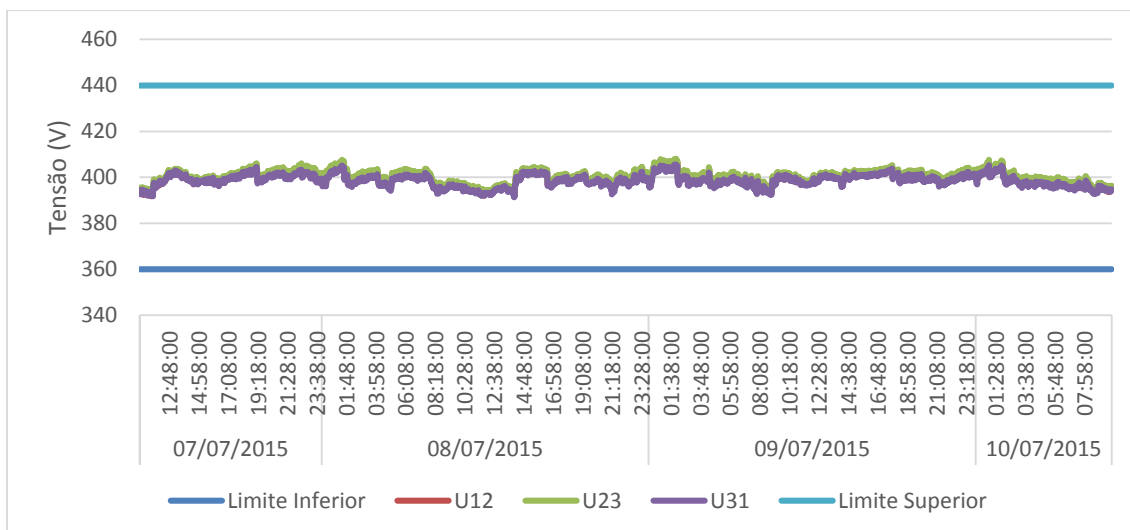


Gráfico 6.19 – Tensão de alimentação registada durante o período de monitorização.

Pode visualizar-se que as 3 tensões entre as fases apresentam-se sempre dentro dos valores definidos pela norma.

C. Análise da taxa de distorção harmónica (THD)

Como já mencionado anteriormente, segundo a norma NP EN 50160 a taxa de distorção harmónica da tensão não deverá ultrapassar 8% em 95% dos períodos de 10 minutos.

Apresenta-se no Gráfico 6.20 o resultado da monitorização da distorção harmónica.

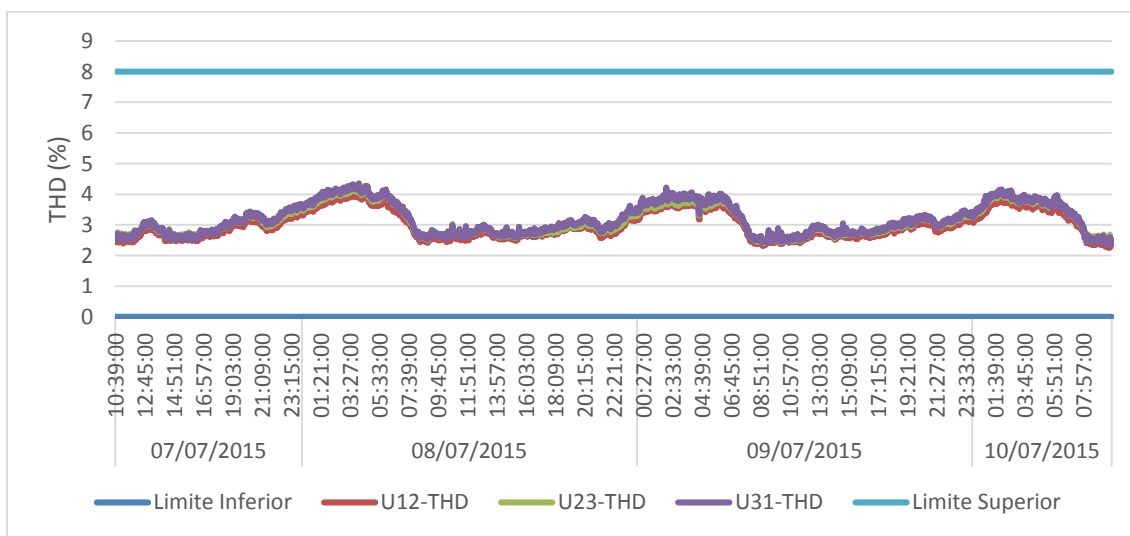


Gráfico 6.20 – Registo da taxa de distorção harmónica do quadro “Q.C.SE-1-P”.

É possível visualizar no Gráfico 6.20 que a percentagem de distorção harmónica obtida entre cada uma das fases apresenta-se sempre dentro dos limites aceitáveis.

6.5.7.2.2.4. Conclusões

A monitorização dos consumos e a análise da qualidade de onda efetuada ao quadro Q.C.SE-1-P da unidade hospitalar serviu para fornecer indicações acerca de:

- Comparação de consumos entre circuitos;
- Comparação de consumos entre diferentes dias e períodos;
- Possível alteração do funcionamento dos aparelhos a ele associados;
- Análise da qualidade da energia.

Da monitorização dos consumos efetuada ao quadro Q.C.SE-1-P verificou-se que o consumo durante o dia é cerca de 3 vezes superior ao consumo registado durante a noite. É possível concluir também que os consumos obtidos durante o dia são normalmente similares, sendo que o pico se atinge normalmente entre as 9 e as 17 horas.

Da análise da qualidade de onda realizada verificou-se que a frequência, a tensão de alimentação e a taxa de distorção harmónica se encontram em conformidade com o disposto na Norma NP EN 50160, não se verificando em nenhum período valores fora dos regulamentados.

6.5.7.2.2.5. Solução de minimização de custos

A presente monitorização além de demonstrar as capacidades do analisador de energia (*CHAUVIN ARNOUX* – Modelo PEL 103) demonstra os consumos dos diferentes circuitos elétricos que na maioria das vezes o utilizador nem imagina a dimensão dos consumos.

Os consumos relativos a este quadro podem ser fortemente reduzidos caso sejam adotadas algumas das medidas propostas no subcapítulo “Iluminação” relativa á iluminação.

Outra das medidas propostas para minimização dos consumos é informar os utilizadores a desligarem a iluminação e os aparelhos de aquecimento/arrefecimento sempre que determinado local não esteja a ser utilizado.

6.5.7.2.3. Caso 3 – Monitorização da qualidade dos consumos e da qualidade da onda no quadro Q.C.R “chiller do bloco”

6.5.7.2.3.1. Aspetos gerais

A função de um *chiller* destina-se ao arrefecimento de determinado local quando a temperatura deste ultrapassa determinado valor.

Efetuuou-se uma análise ao circuito “quadro - Q.C.R”, quadro que alimenta o *chiller* do bloco. Este quadro situa-se junto ao *chiller* e é alimentado pelo quadro Q.C.R (com o mesmo nome) do QGBT.

A análise deste quadro foi efetuada entre as 12:22:00 do dia 07-09-2015 (Segunda-feira) até às 10:44:00 do dia 10-09-2015 (Quinta-feira).

Durante o período mencionado de tempo, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi respetivamente de 1,304 MWh, 1,269 Mvarh e 1,823 MVAh.

Apresenta-se na Figura 6.41 o circuito unifilar do quadro “Q.C.R” e o respetivo local de instalação do analisador.

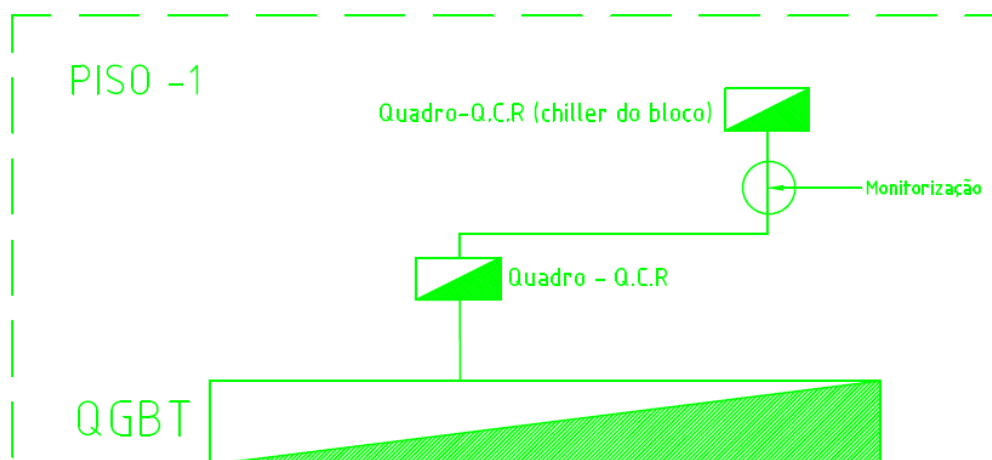


Figura 6.41 – Local da instalação do analisador para monitorização do “Quadro – Q.C.R”.

Nesta seção é feita uma monitorização dos consumos de energia e uma análise da qualidade da onda no quadro Q.C.R “*chiller* do bloco”, descrito anteriormente.

6.5.7.2.3.2. Monitorização dos consumos

A. Diagrama de Cargas

O Gráfico 6.21 mostra a monitorização realizada. É de salientar que a potência máxima medida foi de 148,7 kW (08/09/2015 às 06:35:00) sendo que a potência é nula quando o *chiller* se encontra desligado, normalmente entre as 21 e as 6 horas.

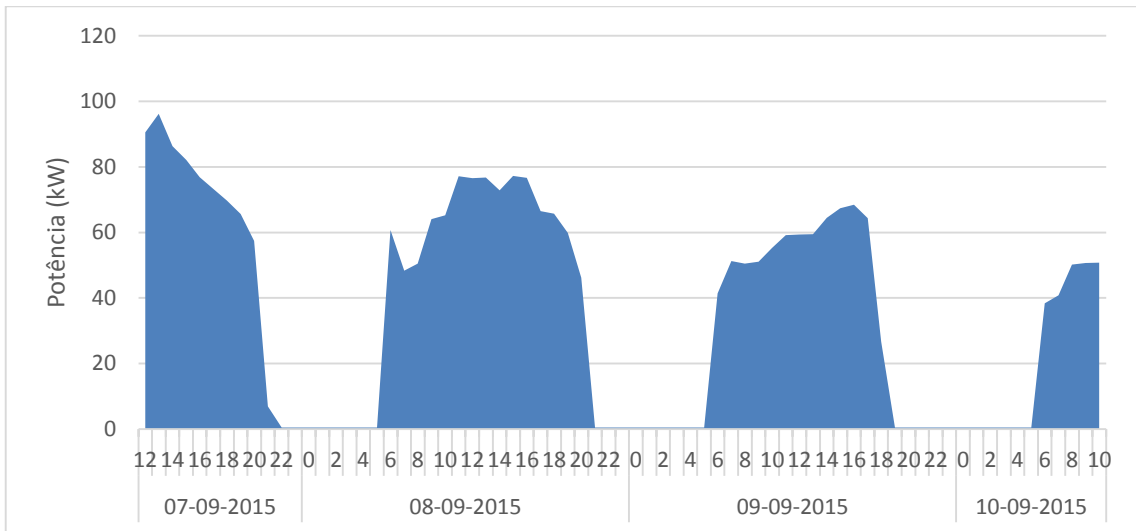


Gráfico 6.21 – Diagrama de cargas do “quadro – Q.C.R” do dia 07/09 a 10/09.

O Gráfico 6.22 compara os diagramas de carga do dia 08/09 (Segunda-feira) e o dia 09/09 (Quarta-feira). É de salientar que no dia 8 o *chiller* esteve mais tempo em funcionamento, além de ter registado maiores consumos.

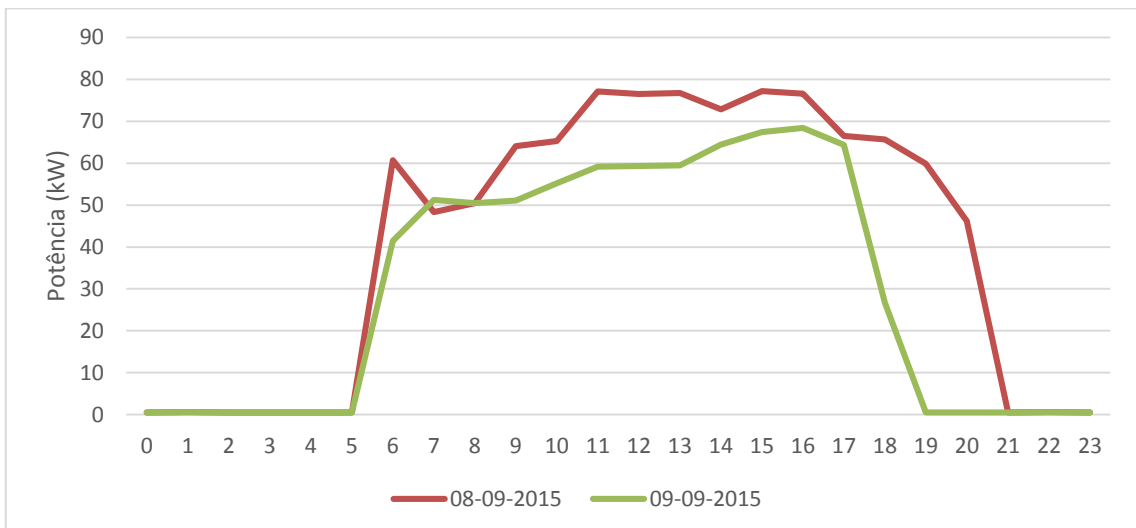


Gráfico 6.22 – Comparação do perfil de cargas do “quadro – Q.C.R” do dia 08/09 e 09/09.

Da análise do diagrama de carga é possível verificar que o *chiller* entra normalmente em funcionamento por volta das 5 horas atingindo o pico entre as 11 e as

17 horas. Apesar do tempo de funcionamento em cada dia não ser o mesmo (dependendo da hora em que é ligado e desligado) o seu consumo é muito semelhante. Este *chiller* encontra-se normalmente desligado durante o fim-de-semana.

6.5.7.2.3.3. Análise da qualidade da onda

Como já referido anteriormente, segundo a norma NP EN 50160 a frequência deve ser igual a 50 Hz, sendo que em condições normais o valor médio medido em intervalos de 10 minutos deve estar:

- Entre 49,5 e 50,5 Hz durante 95% de uma semana;
- Entre 47 e 52 Hz durante 100% de uma semana.

Apresenta-se na Gráfico 6.23 a frequência registada entre os dias 07-09-2015 e 10-09-2015.

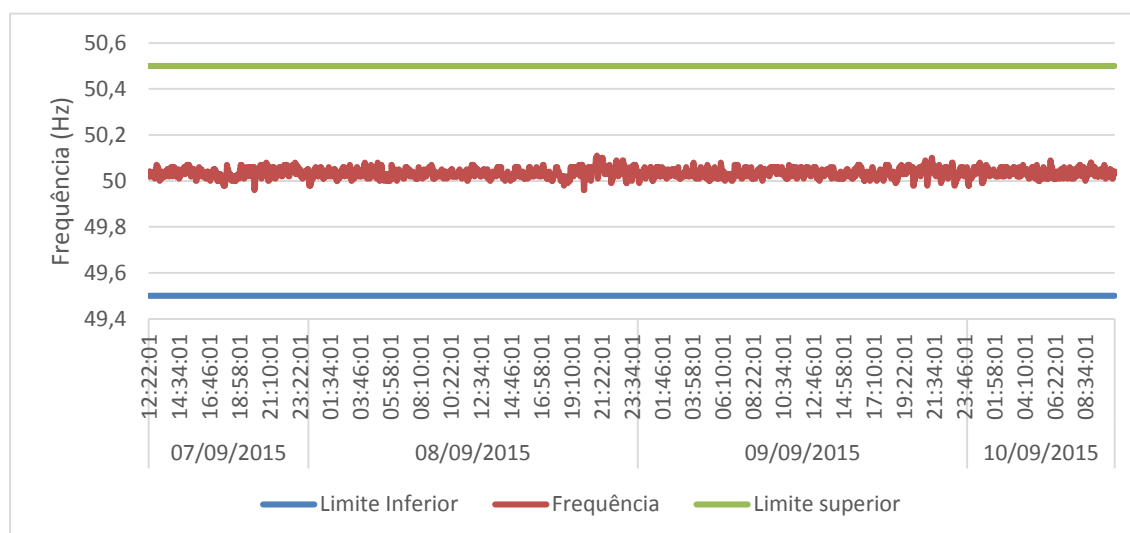


Gráfico 6.23 – Frequência registada durante três dias do quadro “Q.C.R”.

Da análise ao Gráfico 6.23, pode-se concluir que a frequência se encontra sempre dentro dos limites definidos pela norma, não se registando em momento algum, frequências fora dos limites.

A. Análise da tensão de alimentação

Como já referido, atendendo à norma NP EN 50160 a variação da tensão de alimentação, sem serem consideradas as interrupções, é de 95% dos valores eficazes médios de 10 minutos para cada período de uma semana devem situar-se na gama $U_n \pm 10\%$.

Apresenta-se no Gráfico 6.24 a tensão de alimentação registada durante 3 dias no quadro “Q.C.R”.

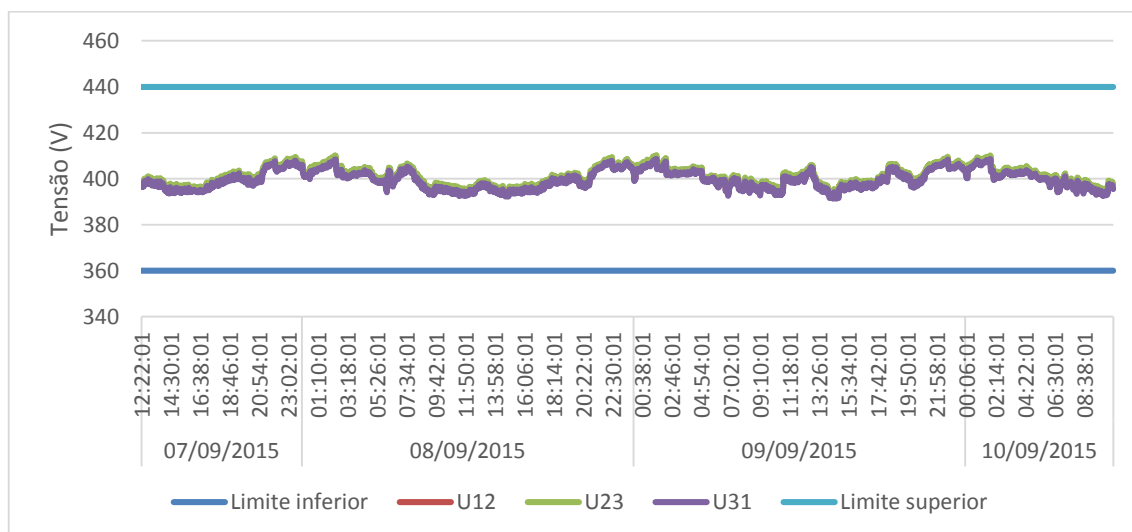


Gráfico 6.24 – Tensão de alimentação registada durante o período de monitorização no quadro “Q.C.R”.

Pode visualizar-se no Gráfico 6.24 que as 3 tensões entre as fases apresentam-se sempre dentro dos valores definidos pela norma.

B. Análise da taxa de distorção harmónica (THD)

E por fim, segundo a norma NP EN 50160 a taxa de distorção harmónica da tensão não deverá ultrapassar 8% em 95% dos períodos de 10 minutos.

Apresenta-se no Gráfico 6.25 o resultado da monitorização da distorção harmónica.

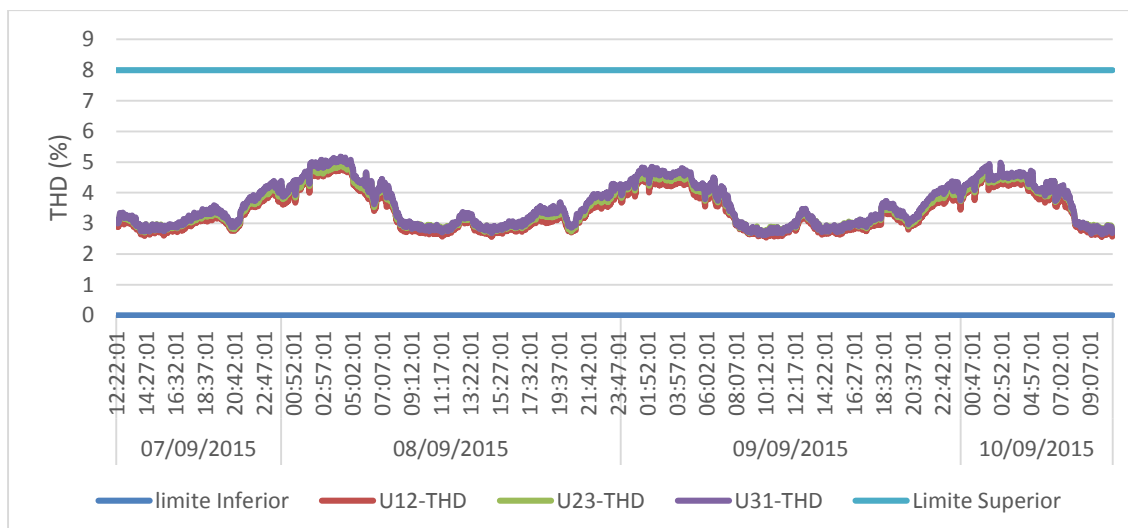


Gráfico 6.25 – Registo da taxa de distorção harmónica do quadro "Q.C.R".

É possível visualizar no Gráfico 6.25 que a percentagem de distorção harmónica obtida entre cada uma das fases apresenta-se sempre dentro dos limites definidos pela norma.

6.5.7.2.3.4. Conclusões

A monitorização dos consumos e a análise da qualidade de onda efetuada ao quadro Q.C.R “*chiller* do bloco” da unidade hospitalar serviu para fornecer indicações acerca de:

- Conhecimento do perfil de consumos;
- Comparação de consumos entre diferentes dias e períodos;
- Possível alteração do funcionamento do *chiller*;
- Análise da qualidade da energia.

Da monitorização dos consumos efetuada ao quadro Q.C.R “*chiller* do bloco” verificou-se que o *chiller* entra normalmente em funcionamento por volta das 5 horas atingindo o pico entre as 11 e as 17 horas. É possível concluir também que os consumos obtidos durante o dia são normalmente semelhantes. O *chiller* encontra-se fora de funcionamento durante o período noturno.

Da análise da qualidade de onda realizada verificou-se que a frequência, a tensão de alimentação e a taxa de distorção harmónica se encontram em conformidade com o disposto na Norma NP EN 50160, não se verificando em nenhum período valores fora dos regulamentados.

6.5.7.2.3.5. Solução de minimização de custos

Como já foi referido anteriormente, este *chiller* já tem 25 anos exigindo várias manutenções e algumas com custos elevados. Sendo que no caso de se adotar a solução de substituição proposta no subcapítulo “*Chiller “Bloco”*” do capítulo “Estudo de caso – Unidade Hospitalar” os consumos poderiam ser reduzidos e os custos com manutenções poderiam ser anulados.

6.5.7.3. Solução de monitorização de consumos

Referindo a utilidade da monitorização dos consumos demonstrada na secção “Monitorização dos consumos elétricos”, e atendendo as vantagens referidas na secção “Sistema de monitorização de consumos”, sugere-se a implementação de um sistema de monitorização de consumos na unidade hospitalar em estudo.

Como já foi mencionado anteriormente o ideal seria uma monitorização em toda a unidade hospitalar, no entanto e dado não ter sido facilitado o acesso à totalidade das instalações e serviços, será apenas proposta uma solução de monitorização, a título de exemplo, para o quadro “Q.C.P1.G.1”.

Apresenta-se na Figura 6.42 o diagrama de distribuição do quadro “Q.C.P1.G.1”.

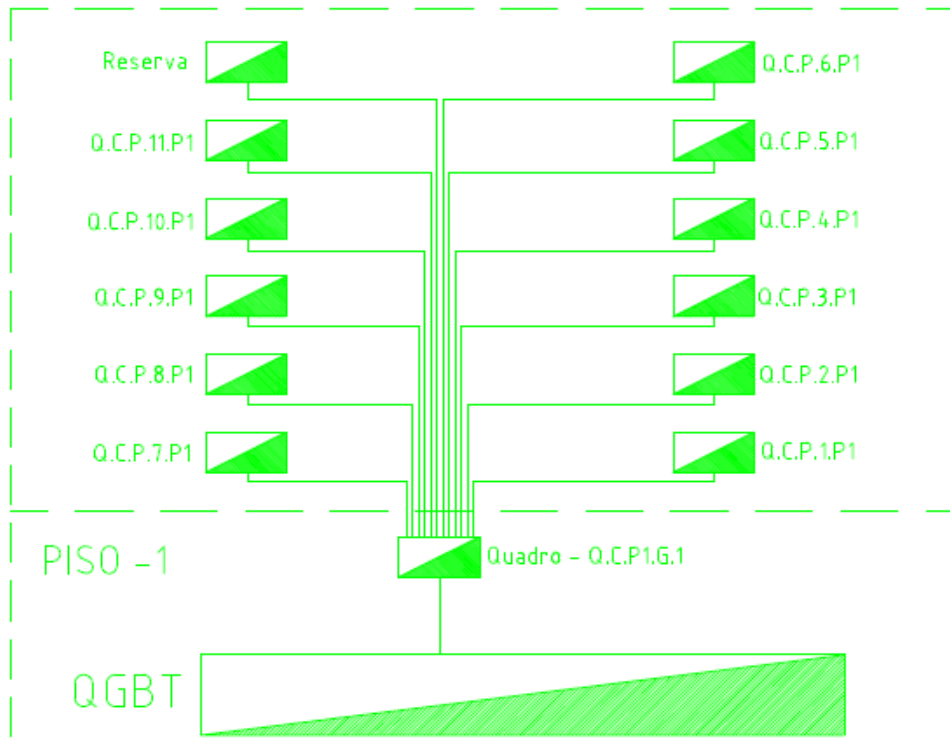


Figura 6.42 – Diagrama de distribuição do quadro “Q.C.P1.G.1”.

O principal interesse para a monitorização deste quadro surgiu do facto deste alimentar a parte principal de todos os pisos de internamento, permitindo deste modo perceber-se se os pisos têm consumos semelhantes ou se existem grandes variações, sendo que os pisos são simetricamente iguais.

A monitorização proposta é baseada no sistema *BeEnergy* comercializada pela Infocontrol. Esta solução pretende oferecer uma monitorização constante e simples aos consumos de energia registados nos analisadores e/ou contadores. Essa monitorização poderá ser feita a partir de qualquer PC ligado à rede *Ethernet* local ou, havendo possibilidade de acesso remoto, a partir de qualquer PC ou outra plataforma com *browser Web* ligado à internet.

Além dos consumos totais, o autómato terá sempre a informação atualizada dos valores de tensão, corrente e potências (ativa e reativa). Apresenta-se na Figura 6.43 a arquitetura desta solução.

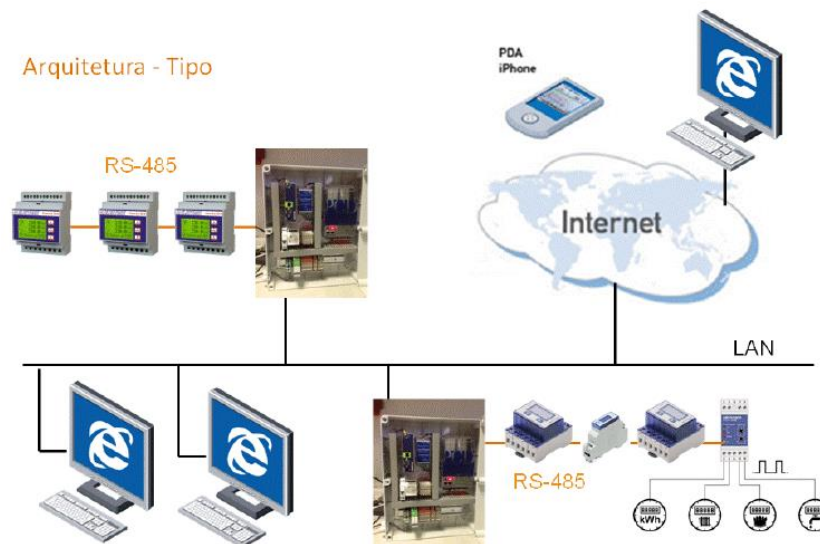


Figura 6.43 – Arquitetura da solução *BeEnergy* desenvolvida pela Infocontrol.

Os registos feitos pelo autómato podem ser acedidos via FTP. Os valores são registados em ficheiros compatíveis com *excel*. A monitorização será feita via páginas web que estão armazenadas no próprio autómato, pelo que os responsáveis pela instalação poderão visualizar nos seus computadores, desde que estejam na mesma rede *Ethernet* (LAN ou VPN).

Está solução tem como funcionalidades base:

- Aquisição de valores de energia disponibilizados por contadores novos S-Bus, até um total por sistema de 60 contadores. Incluído no pacote base licença até 20 contadores;
- Possibilidade de integração de contadores (eletricidade, água, gás, entalpia,...) com saídas por impulso via concentradores (a cotar em separado);
- Possibilidade de agregação de diversos pontos de contagem (a cotar em separado);
- Definição de tarifários;
- Visualização das páginas web indicadas em anexo, com informação visual por cores dos tarifários;
- Registo dos valores de consumo em ficheiros *csv* abertos por *excel*;
- Acesso a partir de qualquer PC na rede estruturada, com *browser* de internet standard;
- Sincronização horária por NTP;

- Níveis de acesso de visualização e de parametrização.

E ainda como funcionalidades adicionais:

- Alarmística com envio de *email*;
- Templates de relatórios em *excel* com totais de consumo e custos.

Na Tabela 6.45 apresenta-se os equipamentos e respetivos custos necessários à implementação do sistema na instalação.

Tabela 6.45 – Sistema de monitorização de energia *BeEnergy*, funcionalidades base.

Designação	Referência	QTD.	Preço Unid. (€)	Preço Total + IVA (€)
Contador trifásico com medição direta até 65A	ALE3D5FS10C2A00	12	210,00	3.099,60
Contador trifásico com medição via TI's até 1500A	AWD3D5WS00C2A00	2	225,00	460,35
TI's fechados 150A/5A	-	3	20,00	73,80
TI's fechados 200A/5A	-	3	20,00	73,80
Terminador RS485	PCD7.T161	1	80,00	98,40
Caixa <i>BeEnergy</i> com unidade concentradora com licença 20 contadores	Caixa <i>BeEnergy</i> 20 contadores	1	2.200,00	2.706,00
Parametrização e colocação em serviço (Grande Porto)	-	1	500,00	615,00

Na Tabela 6.46 são apresentadas e orçamentadas funcionalidades adicionais do sistema, que podem ser interessantes para comparação do consumo e dos custos dos diferentes meses e anos. A funcionalidade “Alarmística com envio de *email*” é também interessante visto que caso se registre alguma anomalia nos consumos o gestor é alertado instantaneamente através do envio de um email.

Tabela 6.46 - Sistema de monitorização de energia *BeEnergy*, funcionalidades adicionais.

Designação	Referência	QTD.	Preço Unid. (€)	Preço Total (€)
Alarmística com envio de email (utilizando rede do cliente)	1	350,00	350,00	430,50
Templates de relatórios em <i>excel</i> com totais de consumo e custos (tipo faturação)	1	350,00	350,00	430,50
Total				861,00

O custo total do sistema é de 7.987,95 euros conforme indicado na Tabela 6.47.

Tabela 6.47 – Preço total de equipamento com as funcionalidades adicionais.

Designação	Funcionalidades base (€)	Funcionalidades adicionais (€)	Preço Total (€)
Equipamento <i>BeEnergy</i>	7.126,95	861,00	7.987,95

A instalação de um sistema de monitorização de consumos pode conduzir a reduções na ordem dos 5% a 15% [64]. Apesar de esta solução ser destinada apenas ao quadro “Q.C.P1.G.1” prevê ainda assim poupanças significativas nos consumos e serve para catapultar a utilização deste tipo de equipamentos.

6.6. Análise Comparativa do desempenho da unidade hospitalar em estudo com o plano “Eficiência Energética e Hídrica do Sistema Nacional de Saúde”

6.6.1. Aspetos gerais

Nesta seção será elaborada uma comparação entre os consumos das unidades hospitalares inseridas no plano “Eficiência Energética em unidades hospitalares” abordado no subcapítulo “Plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde” do capítulo “

Eficiência Energética em Unidades Hospitalares” e os consumos da unidade hospitalar em estudo.

Devido a falta de informação mais recente dos consumos, serão comparados os dados recolhidos na unidade hospitalar em estudo no ano de 2014 com os dados obtidos no plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde” referentes ao ano 2012. Devido a esse facto pode existir alguma incoerência acerca desses dados.

Devido ao facto de a unidade hospitalar em estudo se situar na cidade do Porto como já foi referido, os indicadores deste serão apenas comparados com os hospitais da Região de Saúde do Norte (RSN).

6.6.2. Análise comparativa de consumo de Energia Elétrica

Do estudo realizado e dos dados que se encontravam disponíveis foram definidos, como indicadores de eficiência energética, o consumo anual por cama (kgep/cama/ano), o consumo anual por doente (kgep/doente/ano) e o consumo anual por metro quadrado (kgep/m²/ano).

Na Tabela 6.48 faz-se uma análise comparativa entre os indicadores mencionados no plano “Eficiência Energética e Hídrica do Sistema Nacional de Saúde” para a RSN e os indicadores obtidos do trabalho efetuado na unidade hospitalar em estudo. Não foi possível obter a informação do número médio de doentes pelo que não será considerado no presente estudo verifica-se ainda poder existir alguma imprecisão nos dados porque o número de camas indicado apenas diz respeito as camas administradas pela Santa Casa da Misericórdia havendo outras concessionadas por entidades privadas.

Tabela 6.48 - Análise comparativa da média dos consumos de energia elétrica entre os hospitais da Região Norte e a unidade hospital em estudo.

Hospital/Região	Região de Saúde do Norte	Hospital em estudo
Número de camas	-	187
Área Útil (m²)	-	34.825
Consumo Anual (kWh/ano)	-	2.571.478,00

Consumo Anual (kgep/ano)	-	745.728,62
Consumo anual por cama (kgep/cama/ano)	-	3.987,85
Consumo anual por doente (kgep/doente/ano)	70	-
Consumo anual por Área Útil (kgep/m²/ano)	48	21,41

Na análise à Tabela 6.48 verifica-se que os hospitais da RSN apresentam um consumo por área superior ao consumo obtido na unidade hospital em estudo, 48 kgep/m²/ano e 21,41 kgep/m²/ano respetivamente. Convém realçar que estes valores podem variar atendendo à imprecisão de alguns dados, anteriormente caracterizados, considerados para a sua obtenção.

6.6.3. Análise comparativa de consumo de Água

Do estudo realizado e dos dados que se encontravam disponíveis foram definidos como indicadores de água, o consumo anual por cama (m³/cama/ano), o consumo anual por doente (m³/doente/ano) e o consumo anual por área (m³/m²/ano).

Na Tabela 6.49 faz-se uma análise comparativa entre os indicadores mencionados no plano “Eficiência Energética e Hídrica do Sistema Nacional de Saúde” para a RSN e os indicadores obtidos do trabalho efetuado na unidade hospitalar em estudo.

Como já mencionado, não foi possível obter a informação do número médio de doentes, pelo que não será considerado no presente estudo, verifica-se ainda poder existir alguma imprecisão nos dados, porque o número de camas indicado apenas diz respeito as camas administradas pela Santa Casa da Misericórdia, havendo outras concessionadas por entidades privadas.

Tabela 6.49 – Análise comparativa da média dos consumos de água entre os hospitais da Região Norte e o Hospital em estudo.

Hospital/Região	Região de Saúde do Norte	Hospital em estudo
Número de camas	-	187
Área Útil (m²)	-	34.825
Consumo Anual (m³/ano)	-	46.923,00
Consumo anual por cama (m³/cama/ano)	-	250

Consumo anual por doente (m³/doente/ano)	2,9	-
Consumo anual por Área Útil (m³/m²/ano)	2	1,35

Da análise à Tabela 6.49 verifica-se que os hospitais da RSN apresentam um consumo por área superior ao consumo obtido na unidade hospital em estudo, 2 m³/m²/ano e 1,35 m³/m²/ano respetivamente.

Convém realçar que estes valores podem variar atendendo à imprecisão de alguns dados, anteriormente caracterizados, considerados para a sua obtenção.

6.6.4. Análise comparativa do custo de Energia Reativa

Do estudo realizado e dos dados que se encontravam disponíveis foi definido, como indicador da energia reativa, o custo anual de energia reativa por unidade hospitalar.

Na Tabela 6.50 faz-se uma análise comparativa entre os custos de energia reativa. Devido ao facto de nos dados adquiridos do plano “Eficiência Energética e Hídrica do Sistema Nacional de Saúde” não existir uma informação desagregada por unidade do custo de energia reativa, foi feita uma comparação com o valor médio das unidades hospitalares inseridas na RSN.

Tabela 6.50 – Comparação dos custos com energia reativa entre os hospitais da RSN e a unidade hospitalar em estudo.

Hospital/Região	Região de Saúde do Norte	Hospital em estudo
Custo energia Reativa (€)	118.885,00	1.144,67
Número de hospitais	16	1
Média do custo por hospital (€)	7.430,31	1.144,67

Da análise efetuada à Tabela 6.50 conclui-se que as unidades hospitalares inseridas na RSN apresentaram um consumo muito elevado de energia reativa. A unidade hospitalar em estudo embora tendo um consumo inferior àquilo que é o consumo médio das unidades hospitalares inseridas no plano, verificou-se conforme já referido anteriormente que esse mesmo consumo apenas se deveu ao facto de ter acontecido uma

avaria no equipamento de compensação, sendo que após a reparação/substituição do equipamento esse consumo será reduzido a zero.

6.7. Propostas de melhoria

6.7.1. Aspectos gerais

Nesta seção são apresentadas algumas propostas de melhoria sendo que umas implicam custo de investimento, outras podem ser aplicadas sem implicar qualquer tipo de investimento.

6.7.2. Medidas comportamentais

Praticamente ninguém é indiferente a uma torneira de água a correr, uma das estratégias de comunicação passíveis de serem implementadas passa por associar o consumo indiferenciado de energia ao desperdício de água. Aproveitar a evolução registada nas pessoas na forma como utilizam a água pode ser uma das várias estratégias de comunicação de uma organização. A indiferença de tanta gente à forma como se utiliza a energia, torna a tarefa daquelas que têm a missão de inverter esta atitude, numa missão muito difícil de empreender [65].

O sistema de climatização e ventilação, pode ser responsável pela maior parte dos desperdícios de uma organização, porque é normal ser mantido em funcionamento, quando já não existe ocupação dos espaços, em algumas situações é difícil identificar se o sistema está em funcionamento ou não devido à distância entre os utilizadores e o sistema [65]. Atendendo a que os sistemas de climatização e ventilação depende da utilização ou não dos espaços pelas pessoas recomenda-se que a formação interna para que os utilizadores sempre que estiverem num espaço com ar condicionado fechem as portas e janelas, quando saírem desses espaços desliguem os equipamentos, que mantenham os espaços climatizados com o valor de temperatura o mais baixo possível, etc.

Em relação à iluminação e aos equipamentos é importante manter desligados quando não estão a ser utilizados [65]. Outra das formas de reduzir os encargos relativos à energia elétrica é deslocar alguns consumos, que não interfiram com o normal

funcionamento da unidade hospitalar, permitindo reduzir o consumo de energia nas horas de cheias e transferi-las para outras horas em que o preço do kWh seja inferior.

A título de exemplo apresenta-se na Figura 6.44 um equipamento que poderia ser feita essa deslocação de consumo.



Figura 6.44 - Compactador de lixo.

Este equipamento apresenta uma potência de 5,5 kW e é utilizado para armazenamento dos lixos resultantes do funcionamento da unidade hospitalar.

6.7.3. Sistema de monitorização de consumos

Um sistema de monitorização permite controlar e contabilizar os consumos e custos energéticos e poderá ao mesmo tempo relacionar a energia consumida com a produção, estabelecendo objetivos (metas) a atingir na instalação. A instalação de um sistema de monitorização pode conduzir a economias globais substanciais, da ordem dos 5% a 15%, informação já referida anteriormente [64].

A implementação de um sistema de monitorização de consumos de energia tem como principais vantagens [64]:

- Identificar níveis de consumo energético padrão (considerando os equipamentos sob condições normais de funcionamento);
- Estabelecer metas de consumo energético;
- Melhor compreensão dos fatores que afetam o consumo energético;
- Otimizar ações operatórias para minimizar o consumo energético;
- Melhor controlo na utilização da energia e detalhe de custos relacionados;

- Constituição do histórico do consumo dos centros de custo definidos a partir dos quais se estabelecem metas futuras;
- Identificação dos custos energéticos em cada fase do processo, com interesse para a formulação de decisões de carácter comercial e produtivo, designadamente avaliação de investimentos em instalações de maior eficiência energética, ou avaliação do desempenho de novas instalações ou processos que tenham sido implementados;
- Detecção de desperdícios no consumo de energia;
- Identificação rápida na necessidade de intervenção na manutenção dos equipamentos consumidores/geradores de energia eléctrica/térmica.

6.7.4. Evitar perdas de calor

O calor a partir do momento em que sai da caldeira começa imediatamente a perder-se. O primeiro cuidado a ter é, portanto, evitar as perdas inúteis através de fugas, válvulas, purgadores, ligações defeituosas, etc. Como regra geral, pode calcular-se que, a uma pressão de 7 kg/cm², se perde cerca de 5 kg/h de vapor por m² numa superfície sem isolamento térmico, assim [27]:

- A maioria dos equipamentos devem ser isolados;
- Quando houver risco de contaminação do isolamento, recomenda-se que ele seja recoberto por uma proteção metálica;
- Deve fazer-se desmontagem periódica para manutenção do equipamento em certos materiais;
- Alternativa para perfis muito difíceis: uma pintura com tinta de alumínio, que dá alguma proteção térmica contra perdas por irradiação. O resultado é muito inferior ao de um bom isolamento, no entanto, deve ser usado, em último recurso.

6.8. Análise global do Tempo de Retorno do Investimento

Com a implementação das medidas propostas no subcapítulo “Levantamento energético à unidade hospitalar” para os sistemas de iluminação, para a compensação do fator de potência, para a caldeira a biomassa e para o solar térmico estima-se uma poupança de cerca de 41.789,00 € utilizando-se lâmpadas LED no sistema de iluminação.

No caso de se utilizar lâmpadas fluorescentes tubulares TL5 em detrimento das lâmpadas LED estima-se uma poupança de 40.968,60 euros.

Embora tenham sido apresentadas propostas de solução, as poupanças obtidas com a substituição do *chiller* e com a implementação do sistemas de monitorização de consumos não são possíveis de calcular devido a falta de informação dos consumos atuais. A Tabela 6.51 apresenta o tempo de retorno do investimento de cada proposta de solução e do global.

Tabela 6.51 – Custo de investimento, poupança anual e tempo de retorno total.

Metodologia de Intervenção	Custo Investimento (€)		Poupança anual (€)		TRI (anos)	
	LED	TL5	LED	TL5	LED	TL5
Iluminação LED	28.907,23		3.981,54		10,31	
Iluminação TL5		17.022,20		3.160,68		6,92
Detetor de movimento	150		34,06		5,4	
Compensação fator de Potência (opção 2)	6.150,00		1.144,67		6,90	
Caldeira a biomassa	148.056,68		26.404,7		7,28	
Solar Térmico	123.125,00		10.224,49		25,66	
TOTAL	306.388,91	294.503,88	41.789,46	40.968,6	10,42	10,13

Utilizando-se a iluminação LED prevê-se um TRI global de 10,42. No caso de se utilizar lâmpadas fluorescentes tubulares TL5 nos sistemas de iluminação o TRI global é de 10,13.

Pode-se concluir que o tempo de retorno do investimento nas soluções apresentadas são um pouco diferentes, bem como o seu custo de investimento.

Analisando apenas a substituição da iluminação, a instalação de detetores de movimento e a correção do fator de potência (propostas que apresentam o custo do

investimento mais baixo) pode-se concluir que são soluções rentáveis num curto espaço de tempo devido ao facto de apresentarem um TRI baixo.

A caldeira a biomassa, apesar de apresentar um custo de investimento elevado fará sentido estudar a possibilidade da sua substituição sendo que apresenta um TRI baixo.

Relativamente ao solar térmico, solução que apresenta um grande custo de investimento e apresenta um TRI muito elevado, sendo para já descartada a sua instalação, podendo o presente estudo contribuir para uma nova análise relativamente ao sistema apresentado.

O tempo de retorno do investimento de todas as propostas mencionadas na Tabela 6.51 é de apenas 10 anos, ou seja propostas muito rentáveis. O TRI foi calculado com base no modelo apresentado no “Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)”.

7. Conclusões e perspectivas futuras

7.1. Conclusões gerais

A presente dissertação visa constituir um guia de apoio à avaliação e otimização do uso eficiente de energia nos edifícios.

Na maioria dos países europeus, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% dos consumos de energia e contribuem, em cerca de 35%, para o total das emissões de dióxido de carbono (CO₂) na Europa.

Os principais benefícios obtidos com a eficiência energética situam-se tanto no plano económico, com a redução dos custos de exploração através da fatura energética, como no plano ambiental, contribuindo para a redução das emissões, consequentemente, para a melhoria do ambiente [49].

As unidades Hospitalares são, de todos os edifícios, os que apresentam maiores consumos energéticos/m², em energia elétrica e térmica, sendo por isso necessário procurar medidas de eficiência e gestão que permitam a redução dos consumos [49].

A elaboração do plano de estudo para este trabalho passou primeiramente por avaliar os parâmetros que apresentam maior peso no consumo energético e económico a nível do edificado, mais concretamente nas unidades hospitalares. Foi neste âmbito que se analisaram os padrões de consumo do hospital em estudo, comparando-os com o plano “Eficiência Energética e Hídrica dos Hospitais do Sistema Nacional de Saúde (SNS)”. Nessa comparação foi possível concluir que o consumo por área útil (kgep/m²/ano) é menor na unidade Hospital em estudo comparativamente com a média do referido estudo. Relativamente ao consumo de água por área útil (m³/m²/ano), verificou-se também um menor consumo que o verificado no plano “Eficiência Energética e Hídrica dos hospitais do SNS”. É, contudo, de salientar que os consumos registados nas faturas dizem respeito apenas aos verificados na parte da instalação geridas pela Santa casa da Misericórdia (SCM), não tendo sido considerados os consumos de partes da instalação concessionadas

a terceiros. A área do hospital considerada refere-se à totalidade da unidade hospitalar, podendo implicar um desvio nos indicadores referidos.

Analisando as faturas concluiu-se que é na energia elétrica onde se verificam os maiores encargos com 43% do total das três faturas, seguido pelo gás natural 40% e por último a água com apenas 17%.

No ano de 2013 o Centro hospitalar em estudo foi alvo de uma auditoria no âmbito do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) tendo sido calculados alguns indicadores, nomeadamente o IEE. De modo a verificar-se a evolução do IEE de 2013 para 2014, foi calculado o IEE para 2014, tendo-se verificado que o IEE passou de 38,2 para 46,8 kgep/m².ano.

Relativamente às medidas de eficiência propostas, a alteração das lâmpadas fluorescentes tubulares T8 para LED ou até mesmo para fluorescentes tubulares TL5 traria uma poupança significativa na fatura energética, mas devido ao elevado custo de investimento, o tempo de retorno do investimento seria de cerca de 10 anos para os LED e 7 anos para as lâmpadas fluorescentes tubulares TL5.

Em 2014 o hospital em estudo apresentou na fatura um encargo de 1.144,67 € com a energia reativa, com perspetivas de aumentar ano após ano devido a degradação dos equipamentos. Foi apresentada uma proposta para instalação de uma bateria nova ou a reparação da atual, sendo que ambas as soluções têm um período de retorno de sensivelmente 7 anos.

Foi proposta a substituição da atual caldeira a diesel por uma caldeira a biomassa mais eficiente e limpa e a instalação de um sistema solar térmico composto por 60 painéis, sendo que o tempo de retorno do investimento é de sensivelmente 7 anos e meio e 25 anos e meio, respetivamente.

Foram ainda propostas a substituição de um *chiller* (*chiller* do bloco) com cerca de 25 anos e um sistema de monitorização de consumos baseado no sistema *BeEnergy*.

Os dados obtidos na monitorização dos consumos foram analisados e tratados, permitindo verificar a evolução dos mesmos ao longo do tempo, sendo posteriormente proposto um sistema de monitorização permanente num quadro, com o propósito de incentivar e se verificar todas as funcionalidades destes equipamentos. Os indicadores de

consumo obtidos podem ser comparados com indicadores futuros, e deste modo dar indicação ao gestor da evolução do consumo da unidade hospitalar.

A análise termográfica realizada permitiu identificar alguns, pequenos problemas, relativos a falhas no isolamento, e verificar que os equipamentos, quadros elétricos e os sistemas de aquecimento se encontram em condições normais de funcionamento.

Por último foi feita uma análise global do tempo de retorno do investimento de todas as intervenções propostas (não considerando a substituição do *chiller* nem o sistema de monitorização), sendo que o Tempo de Retorno do Investimento (TRI) global apresenta-se na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Tempo de Retorno do Investimento global.

Equipamentos	Custo Investimento (€)	Poupança anual (€)	TRI (anos)
Intervenções Propostas	306.384,91	41.789,46	10,46

Com um TRI relativamente baixo, considera-se que a metodologia utilizada neste trabalho pode ser reproduzida e utilizada para avaliar outros hospitais tendo em vista a melhoria e conhecimento do comportamento e consumo energético.

7.2. Componente académica

Os conceitos abordados na presente dissertação são extremamente interessantes do ponto de vista económico e em certos momentos revelaram ser tarefas muito ambiciosas e enriquecedoras. A elaboração da presente dissertação em ambiente hospitalar permitiu por em prática todo o conhecimento adquirido ao longo da formação académica. As unidades curriculares “Instalações Elétricas Especiais” e “Eficiência Energética em Edifícios” revelaram ser de extrema importância para a elaboração da presente dissertação. Durante a elaboração da presente dissertação tive a oportunidade de desenvolver capacidades como o trabalho de grupo, a comunicação e sobretudo a responsabilidade.

7.3. Perspetivas de trabalho futuro

Após a realização desta dissertação verificou-se que existem oportunidades de continuação e desenvolvimento deste estudo, tais como:

- Pedido de propostas comerciais para fornecimento de energia a empresas comercializadoras (visto que o acesso ao atual contrato de fornecimento de energia foi negado);
- Estudo da possibilidade de transferir as cargas das horas de pontas para as horas de vazio (sendo que não vai reduzir os consumos, mas sim os custos);
- Realização do cálculo das perdas de calor nas tubagens não isoladas de modo a ter uma estimativa das perdas de calor nas superfícies não isoladas;
- Propor um sistema de monitorização permanente para todo o hospital, visto que não presente dissertação apenas foi proposto para um quadro de piso;
- Estudo da viabilidade de instalação de qualquer tipo de energia renovável no hospital (presente dissertação apenas foi estudada a instalação de painéis fotovoltaicos);
- Substituição de equipamentos antigos por equipamentos mais recentes e eficientes em todo o hospital (presente dissertação apenas foram estudados equipamentos no piso -1).

8. Referências

- [1] J. Bernardo, “Estratégia para a Eficiência Energética nos Edifícios Públicos,” 2015. [Online]. Available: http://www.lneg.pt/download/10887/DGEG_REPublic_ZEB_11dez2015.pdf. [Accessed: 12-Jun-2015].
- [2] ADENE, “Política Energética,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/politica-energetica>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [3] Agência Portuguesa do Ambiente, “Ambiente Portugal ambição para o futuro,” 2016. [Online]. Available: <http://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=494>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [4] C. Gonçalves, “Eficiência Energética nos edifícios e adaptação às Alterações Climáticas,” 2015. .
- [5] F. Cardoso, “Eficiência e Energia,” 2015. [Online]. Available: http://www.edificioseenergia.pt/media/44545/e&e_pnaee.pdf. [Accessed: 21-Sep-2015].
- [6] ADENE, “Planos e Programas,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/planos-e-programas>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [7] Pedro Cabral, “O PNAEE 2016 e PNAER 2013-2020: Estratégias para a Eficiência Energética e Energias Renováveis,” 2013. [Online]. Available: http://www.apenergia.pt/uploads/docs/Apresentacao_Pedro_Cabral_Final.pdf. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [8] M. Jorge and M. De Magalhães, “Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE) – Desenvolvimento de Folha de Cálculo,” 2009. [Online]. Available: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/3530/3/67-75.pdf>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [9] Diário da República, “Decreto-Lei n.o 80/2006 de 4 de Abril,” 2006. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/sites/default/files/24682513.pdf>. [Accessed: 21-Sep-2015].
- [10] Diário da República, “Decreto-Lei n.º 118/2013,” *Diário da República*, 2013. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/legislacao/decreto-lei-no-1182013-0>. [Accessed: 03-Aug-2015].

- [11] A. Brito, “Renováveis prometem ajudar a reduzir a dependência energética de Portugal,” *05/10/2014*, 2014. [Online]. Available: <http://www.publico.pt/economia/noticia/renovaveis-prometem-fazer-descer-mais-a-dependencia-energetica-de-portugal-1671864>. [Accessed: 23-Sep-2015].
- [12] J. Amador, “PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA EM PORTUGAL: Factos Estilizados,” *Boletim Económico / Banco de Portugal*, 2010. [Online]. Available: http://www.bportugal.pt/pt-PT/BdP/Publicacoes/Investigao/AB201007_p.pdf. [Accessed: 22-Sep-2015].
- [13] European Union, “Energy, transport and environment indicators,” 2014. [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3930297/6613266/KS-DK-14-001-EN-N.pdf/4ec0677e-8fec-4dac-a058-5f2ebd0085e4>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [14] P. da construção Sustentavel, “Guia para a reabilitação energética de edifícios,” 2015. [Online]. Available: <http://www.csustentavel.com>. [Accessed: 20-Apr-2015].
- [15] Instituto Nacional de Estatística, “Estatísticas da Construção e Habitação,” 2014. [Online]. Available: http://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/portal/pt/portal/publicacoes/documentos/Estatisticas-da-Construcao-e-Habitacao_2014.pdf. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [16] LNEG, “Edifícios de Balanço Energético Zero,” 2016. [Online]. Available: <http://www.lneg.pt/iedt/areas/3/temas/16>. [Accessed: 24-Apr-2015].
- [17] R. Ascenso, “Nearly zero energy buildings O que vai mudar com os NZEB?,” *Edifícios e energia, Setembro/Outubro*, 2012. [Online]. Available: <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/tema-de-capa-1>. [Accessed: 22-Jul-2015].
- [18] H. Gonçalves, “Em direcção aos Edifícios de Balanço Energetico Zero,” *Jornadas de Climatização Ordem dos Engenheiros 13 de Outubro de 2011*, 2011. [Online]. Available: http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/20111013_hgoncalves_8623117374ea695102a511.pdf. [Accessed: 24-Apr-2015].
- [19] Francisco Mousinho Latino Tavares, “Metodologia para edificios de balanço energético nulo,” 2013. [Online]. Available: http://run.unl.pt/bitstream/10362/11461/1/Tavares_2013.pdf. [Accessed: 21-Sep-2015].
- [20] ADENE, “Auditoria Energética,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/textofaqs/auditoria-energetica>. [Accessed: 27-Apr-2015].
- [21] Afonso Oliveira, “Energia e qualidade do ar interior aplicabilidade, Questões e soluções,” 2010. [Online]. Available:

- [http://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias Manuais/manual QArInt_standard.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20Manuais/manual%20QArInt_standard.pdf). [Accessed: 27-Apr-2015]. e
- [22] “A importância e as fases de uma auditoria energética.” [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica/>. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [23] Iberdrola, “Manual de Boas Práticas Energéticas,” 2014. [Online]. Available: http://www.iberdrola.pt/02sicb/gc/prod/pt_PT/aboutus/docs/MANUAL_BOAS_PRACTICAS.pdf. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [24] 2.ª série — N.º 246 — 22 de dezembro de 2014 Diário da República, “Aprovação do Regulamento de Relações Comerciais do Setor Elétrico,” 2014. [Online]. Available: <http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [25] ecocasa, “Climatização - Sistemas de Climatização,” 2015. [Online]. Available: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=12. [Accessed: 22-Sep-2015].
- [26] Perialdo Isolani, “Eficiência energética nos edifícios residenciais,” 2008. [Online]. Available: http://www2.adene.pt/pt-pt/Actividades/Documents/EE_EdRes_enerbuilding.pdf. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [27] André Fernando Ribeiro Sá, “Guia de aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética,” 2010. .
- [28] Boch, “Tecnologia de condensação de grande potência,” 2015. [Online]. Available: http://www.buderus.pt/files/Folheto_Logamax_plus_GB162_1.pdf. [Accessed: 14-Sep-2015].
- [29] Direção Geral de Energia e Geologia, “Iluminação,” 2015. [Online]. Available: <http://www.dgeg.pt/>. [Accessed: 21-Apr-2015].
- [30] Ecocasa, “Tipo de lâmpadas,” 2015. [Online]. Available: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=1. [Accessed: 22-Sep-2015].
- [31] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, “Light’s Labour’s Lost,” *Energy*, 2006. [Online]. Available: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/light2006.pdf>. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [32] S. Electric, “Guia de soluções de Eficiência Energética,” 2015. [Online]. Available: http://www.schneiderelectric.pt/documents/solutions/solution/Eficiencia-Energetica/Catalogo_EficienciaEnergetica.pdf. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [33] A. M. Carlinhos, “Utilização Eficiente de Sistemas de Iluminação,” 2011. [Online]. Available: http://run.unl.pt/bitstream/10362/8201/1/Carlinhos_2011.pdf. [Accessed: 24-Feb-2016].

- [34] Direção Geral de Energia e Geologia, “Etiquetagem energética,” 2016. [Online]. Available: <http://www.dgeg.pt/>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [35] R. V. R. ALVES, “USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS,” 2010. [Online]. Available: 2015-08-20.
- [36] “Ecocasa,” 2015. [Online]. Available: <http://www.ecocasa.pt/>. [Accessed: 08-Sep-2015].
- [37] L. Geodetect, “Inspeção termográfica,” 2015. [Online]. Available: http://www.geodetect.pt/downloads/Brochura_Termografia_pt.pdf. [Accessed: 13-Sep-2015].
- [38] Energias Renováveis, “Energias Renováveis,” 2015. [Online]. Available: <http://www.xn--energiasrenovveis-jpb.com/contacto/>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [39] H. Gonçalves and J. M. Graça, “Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal,” 2004. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10400.9/1323>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [40] R. E. C. J. Farinha Mendes, Andreia Salgueiro, João Cardoso, “Portugal 2020 E a Integração De Energias Renovaveis Nos Edificios,” *LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.*, 2010. [Online]. Available: http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1543/1/LNEG_III_Jornadas_AEAC_Aveiro.pdf. [Accessed: 20-Apr-2015].
- [41] R. M. C. Horta, “Construção sustentável de edifícios de balanço energético quase zero,” 2012. [Online]. Available: 2015-04-20.
- [42] Bruno Oliveira e Francisco Craveiro, “Eficiência Energética de Edifícios,” 2007. [Online]. Available: <https://web.fe.up.pt/~em97058/lem/files/report.pdf>. [Accessed: 20-Apr-2015].
- [43] Francisco Moita, “Energia Solar Passiva,” 1987. [Online]. Available: http://monteaton.org/downloads/files/Energia_Solar_Passiva_1.pdf. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [44] João Carlos Viegas, “Ventilação natural em edifícios de habitação Introdução,” 2014. [Online]. Available: <http://mestrado-reabilitacao.fa.ulisboa.pt/disciplinas/jbastos/JViegasVentilacao.pdf>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [45] Portal Energias Renováveis, “Componentes e aplicações de um sistema micro-eólico,” 2015. [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/componentes-e-aplicacoes-de-um-sistema-micro-eolico/>. [Accessed: 22-Apr-2015].
- [46] G. casa Eficiente, “Sistemas híbridos de energia solar-eólica,” 2015. [Online]. Available: <http://www.guiacasaeficiente.com/Eolico/Hibrido.html>. [Accessed: 22-Apr-2015].

- [47] E. C. na Internet, “Engenharia Civil,” 2016. [Online]. Available: <http://www.engenhariacivil.com/dicionario/exaustor-eolico>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [48] Energia Natural, “Geotermia de Portugal,” 2015. [Online]. Available: <http://www.geotermiadeportugal.pt/index.php/a-nossa-tecnologia/a-nossa-tecnologia-modos-captacao/a-nossa-tecnologia-captacao-horizontal>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [49] revista de engenharia e gestão de Saúde, “Tecnohospital,” 68, 2015. [Online]. Available: <http://www.tecnohospital.pt/scid/webTH/default.asp>. [Accessed: 04-Aug-2015].
- [50] I. Administração Central do Sistema de Saúde, “Ranking de eficiência energética e hídrica Hospitais do SNS,” 2012. [Online]. Available: http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/Ranking_2012_v20130925.pdf. [Accessed: 06-Aug-2015].
- [51] “Metodologias de Monitorização de Consumos,” *Jorge Miguel Vidal Carvalho*, 2013. [Online]. Available: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69179/2/45319.pdf>. [Accessed: 03-Aug-2015].
- [52] T. e Eletronica, “Analisador de consumo PDA 1252.” [Online]. Available: http://www.lgt.pt/html/PT/ener/ei/ei_pt.htm. [Accessed: 29-Feb-2016].
- [53] Infocontrol, “Fluke 1730 - Registador trifásico de energia elétrica.” [Online]. Available: <http://www.qenergia.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=416>. [Accessed: 29-Feb-2016].
- [54] ABB, “Analisadores de energia EQ: valores fiáveis de consumo.” [Online]. Available: <http://www.abb.pt/cawp/seitp202/837c986c5196c80f83257c44003a6b3a.aspx>. [Accessed: 29-Feb-2016].
- [55] Inovasense, “ECSEM.” [Online]. Available: <http://www.inovasense.pt/pt/ecsem#>. [Accessed: 29-Feb-2016].
- [56] Efergy, “Energy monitoring socket 2.0,” 2015. [Online]. Available: <http://efergy.com/eu/energy-monitoring-socket>. [Accessed: 22-Sep-2015].
- [57] Belkin, “Conserve Insight Energy Use Monitor,” 2015. [Online]. Available: <http://www.homedepot.com/p/Belkin-Conserve-Insight-Energy-Use-Monitor-F7C005/202511119>. [Accessed: 22-Sep-2015].
- [58] Misericórdia do Porto, “Hospital da prelada,” 2015. [Online]. Available: <http://scmp.pai.pt/>. [Accessed: 22-Apr-2015].
- [59] WEG, “Manual de instalação e manutenção para transformadores a óleo,” 2007. [Online]. Available: [ftp://ftp.ifes.edu.br/cursos/Eletrrotecnica/Cassoli/Manuten??oEI?trica/Manuais_WEG/apostila_de_trafo_a_oleo_\(atualizada\)_-WEG.pdf](ftp://ftp.ifes.edu.br/cursos/Eletrrotecnica/Cassoli/Manuten??oEI?trica/Manuais_WEG/apostila_de_trafo_a_oleo_(atualizada)_-WEG.pdf). [Accessed: 09-Sep-2015].

- [60] ADENE, “Perguntas & Respostas,” 2009. [Online]. Available: http://www.classe-energetica.com/Regulamento_Caracteristicas_Comportamento_Termico_dos_Edificios_Perguntas_Repostas.pdf. [Accessed: 24-Jun-2015].
- [61] Pedro Miranda Soares, “Dimensionamento simplificado de sistemas solares térmicos para aquecimento de águas sanitárias,” 2014. [Online]. Available: <http://climainstalador.net/author/climains/page/2/>. [Accessed: 09-Sep-2015].
- [62] ZANTIA, “Energia Solar Térmica,” 2015. [Online]. Available: <http://www.zantia.com/products/create.php?f=14&lang=pt-pt&product=356&prices=0>. [Accessed: 09-Sep-2015].
- [63] ESRI, “ArcGIS - Meu Mapa,” 2010. [Online]. Available: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>. [Accessed: 09-Sep-2015].
- [64] Tecnoveritas, “Sistemas de Monitorização de Consumos de Energia,” 2011. [Online]. Available: <http://www.tecnoveritas.pt/pt/monitorizacao-consumos-energia.php>. [Accessed: 18-Sep-2015].
- [65] R. A. Felizes, “Planos comportamentais para a melhoria da eficiência em edifícios públicos,” 2010. [Online]. Available: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59863/1/000144817.pdf>. [Accessed: 18-Sep-2015].
- [66] R. Castro, “UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINIHÍDRICA,” 2013. .

9. Anexos

9.1. Anexo I – Agrupamento das Entidades

GRUPO I REGIÃO DE SAÚDE DO NORTE	GRUPO II REGIÃO DE SAÚDE DO CENTRO	GRUPO III REGIÃO DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO
<ul style="list-style-type: none">• Centro Hospitalar de Entre Douro e Vouga, EPE• Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE• Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia/Espinho, EPE• Centro Hospitalar do Alto Ave, EPE• Centro Hospitalar do Médio Ave, EPE• Centro Hospitalar Póvoa de Varzim Vila do Conde, EPE• Centro Hospitalar Tâmega e Sousa, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde do Nordeste, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde do Alto Minho, EPE• Hospital de Magalhães Lemos, EPE• Hospital Santa Maria Maior, EPE - Barcelos• Hospital de Braga (PPP)• Instituto Português Oncologia do Porto Francisco Gentil, EPE*• Centro Hospitalar do Porto, EPE*• Centro Hospitalar de São João, EPE*• Hospitais da Unidade Local de Saúde de Matosinhos, EPE*	<ul style="list-style-type: none">• Centro Hospitalar Cova da Beira, EPE• Centro Hospitalar do Baixo Vouga, EPE• Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, EPE• Centro Hospitalar Tondela-Viseu, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde da Guarda, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde de Castelo Branco, EPE• Hospital Distrital Figueira da Foz, EPE• Hospital Arcebispo João Crisóstomo - Cantanhede• Hospital Dr. Francisco Zagalo - Ovar• Hospital José Luciano de Castro - Anadia• Centro Medicina de Reabilitação da Região Centro Rovisco Pais• Instituto Português Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, EPE*• Centro Hospitalar de Leiria-Pombal, EPE*	<ul style="list-style-type: none">• Centro Hospitalar Barreiro Montijo, EPE• Centro Hospitalar de Lisboa Norte, EPE• Centro Hospitalar Médio Tejo, EPE• Centro Hospitalar do Oeste• Centro Hospitalar Psiquiátrico de Lisboa• Hospital Dr. José de Almeida - Cascais (PPP)• Hospital de Vila Franca de Xira (PPP)• Hospital Beatriz Ângelo - Loures (PPP)• Instituto Português Oncologia de Lisboa Francisco Gentil, EPE*• Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, EPE*• Hospital Garcia de Orta, EPE*• Hospital Distrital de Santarém, EPE*• Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental, EPE*• Centro Hospitalar Lisboa Central, EPE*• Centro Hospitalar de Setúbal, EPE*
GRUPO IV REGIÃO DE SAÚDE DO ALENTEJO E ALGARVE	GRUPO V* INSTITUTOS DE ONCOLOGIA	GRUPO VI* ENTIDADES COM CENTRAIS DE COGERAÇÃO
<ul style="list-style-type: none">• Hospitais da Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde do Litoral Alentejano, EPE• Hospital Espírito Santo, EPE• Hospital de Faro, EPE• Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio, EPE• Centro de Medicina Física de Reabilitação do Sul - São Brás de Alportel	<ul style="list-style-type: none">• Instituto Português Oncologia do Porto Francisco Gentil, EPE• Instituto Português Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, EPE• Instituto Português Oncologia de Lisboa Francisco Gentil, EPE	<ul style="list-style-type: none">• Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, EPE• Centro Hospitalar do Porto, EPE• Hospital Garcia de Orta, EPE• Hospital Distrital de Santarém, EPE• Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental, EPE• Centro Hospitalar de São João, EPE• Centro Hospitalar Lisboa Central, EPE• Centro Hospitalar de Setúbal, EPE• Hospitais da Unidade Local de Saúde de Matosinhos, EPE• Centro Hospitalar de Leiria-Pombal, EPE

9.2. Anexo II – Características grupo de emergência “Cummins”

<i>Retailer</i>	<i>Cummins – Power generation</i>
<i>Rated (kW)</i>	340
<i>Voltage (V)</i>	400
<i>Frequency (Hertz)</i>	50
<i>Rotating Speed (RPM)</i>	1500
<i>Power Factor</i>	0.8
<i>Rated Current (A)</i>	613
<i>Battery volts (V)</i>	24

9.3. Anexo III – Caraterísticas grupo de emergência “Caterpillar”

<i>Retailer</i>	<i>CATERPILLAR</i>
<i>Rated (kW)</i>	345
<i>Voltage (V)</i>	400
<i>Frequency (Hertz)</i>	50
<i>Rotating Speed (RPM)</i>	1500
<i>Apparent power (kVA)</i>	345
<i>Power Factor</i>	0.8

9.4. Anexo IV – Caraterísticas do *chiller* do bloco

<i>Model</i>	3OHR 161 900 EE
<i>Year</i>	1990
<i>Max. Operating Press High Side (bar)</i>	30
<i>Max. Operating Press Low Side (bar)</i>	18
<i>Voltage (V)</i>	400 (-15%, +15%)
<i>Nom. AMPS (A)</i>	308
<i>Net Weight (kg)</i>	2850
<i>Frequency (Hz)</i>	50
<i>Power Input (kW)</i>	180

9.5. Anexo V – Especificações do analisador de consumos “CHAUVIN ARNOUX”

		
	PEL 103 (com visor)	PEL 102 (sem visor)
Tipo de instalação	Monofásica, bifásica, trifásica com ou sem neutro	
Classe de precisão	0,2%	
Entradas De corrente: De tensão:	3 Entradas para sondas de corrente 4 Entradas para cabos com terminais banana de 4 mm	
Frequência da rede	CC, 50 Hz, 60 Hz e 400 Hz	
Gama de tensão	0 a 1000 V cc/ca	
Sondas de corrente compatíveis: MN93 MN93A C193 PAC93 E3N A193 e MA193 (flexíveis)	De 2 a 240 Aca De 0,005 a 5 Aca / 0,1 a 120 Aca 3 A a 1200 Aca 10 A a 1.000 Aca ou 10 Acc a 1400 Acc 50 mA a 10 Aca/cc / 100 mA a 100 Aca/cc 100 mA a 10.000 Aca	
Rácio tensão / corrente	Até 650.000 V / até 25.000 A	
Medidas calculadas:		
Potências	De 10 W a 10 GW / de 10 var a 10 Gvar / de 10 VA a 10 GVA	
Energias	De 0 a 4 x 10 ¹⁸ Wh / de 0 a 4 x 10 ¹⁸ WVAh / de 0 a 4 x 10 ¹⁸ varh	
Fases	Cosseno ϕ / tangente Φ e PF	
Funções adicionais		
Ordem das fases	Sim	
Mínimo e máximo	Sim	
Registo		
Amostras / intervalo de registo	128 amostras / período	
Intervalo de registo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 ou 60 minutos (programável)	
Memória	Cartão SD de 2 GB (aceita ainda cartões SD-HC até 32 GB)	
Comunicação	Bluetooth, Ethernet ou USB	
Alimentação	110 V - 250 V (+10%, -15%) @ 50-60 Hz e 400 Hz	
Segurança	IEC61010 600 V CAT IV – 1.000 V CAT III	
Outras características		
Dimensões	256 x 125 x 37 mm (sem incluir sondas de corrente)	
Peso	900 g	950 g

9.6. Anexo VI – Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental (Inverno e Verão)

O horário de inverno é entre o último Domingo de outubro e o último Domingo de março, e o horário de verão é entre o último Domingo de março e o último Domingo de outubro.

Períodos horários para ciclo diário					
CICLO DIÁRIO		HORÁRIO INVERNO	DURAÇÃO (h)	HORÁRIO VERÃO	DURAÇÃO (h)
DIAS ÚTEIS SÁBADOS E DOMINGOS	PONTA	09:30 - 11:30	4	10:30 - 12:30	4
		19:00 - 21:00		20:00 - 22:00	
	CHEIAS	08:00 - 09:30	10	09:00 - 10:30	10
		11:30 - 19:00		12:30 - 20:00	
		21:00 - 22:00		22:00 - 23:00	
	VAZIO	22:00 - 02:00	6	23:00 - 02:00	6
		06:00 - 08:00		06:00 - 09:00	
	S. VAZIO	02:00 - 06:00	4	02:00 - 06:00	4

Períodos horários para ciclo semana					
CICLO SEMANAL		HORÁRIO INVERNO	DURAÇÃO (h)	HORÁRIO VERÃO	DURAÇÃO (h)
DIAS ÚTEIS	PONTA	09:30 - 12:00	5	09:15 - 12:15	3
		18:30 - 21:00		07:00 - 09:15	
	CHEIAS	07:00 - 09:30	12	12:15 - 24:00	14
		12:00 - 18:30		00:00 - 02:00	
		21:00 - 24:00		06:00 - 07:00	
VAZIO	00:00 - 02:00	3	06:00 - 07:00	3	
S. VAZIO	02:00 - 06:00	4	02:00 - 06:00	4	
SÁBADOS	CHEIAS	09:30 - 13:00	7	09:00 - 14:00	7
		18:30 - 22:00		20:00 - 22:00	
	VAZIO	00:00 - 02:00	13	00:00 - 02:00	13
		06:00 - 09:30		06:00 - 09:00	
		13:00 - 18:30		14:00 - 20:00	
S. VAZIO	22:00 - 24:00	4	22:00 - 24:00	4	
DOMINGOS	VAZIO	02:00 - 06:00	4	02:00 - 06:00	4
		00:00 - 02:00	2	00:00 - 02:00	2
	S. VAZIO	06:00 - 24:00	18	06:00 - 24:00	18
		02:00 - 06:00	4	02:00 - 06:00	4

9.7. Anexo VII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente T8

Localização	Corpo Norte														
Espaço	Vestuários	Fardamento		Armazém do bar e S.I.E	Subestação 3	Esterilizados			Escadas	Gabinete chefe S.A			Corredor		
Equip. Total	12	7	2	4	4	27			8	20			11		
Quant. Ligadas	12	5	2	4	4	5	20	2	2	2	10	2	8	4	3
P [W]	63,8	63,8	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6	19,8	19,8	63,8	39,6	39,6	39,6	39,6
T. Func. [h/dia]	2	8	8	2	2	8	14	4	2	24	8	2	8	14	24
Cons. Diário [Wh]	1531,2	255,2	633,6	316,8	316,8	1584	110,88	316,8	79,2	950,4	510,4	158,4	253,4,4	221,7,6	285,1,2
Cons. Mensal [Wh]	45936	76560	19008	9504	9504	47520	332640	9504	2376	28512	153120	4752	76032	66528	85536
Cons. Anual [kWh]	551,23	918,72	228,10	114,05	114,05	570,24	3991,68	114,05	28,51	342,14	1837,44	57,02	912,38	798,34	1026,43
Valor Anual [€]	38,95	64,33	15,97	8,06	8,06	39,93	279,12	8,06	2,01	22,21	128,66	4,03	63,88	55,82	66,62

Localização	Corpo Principal													
Espaço	Armazém tintas e S.I.E			Escadas		Subestação 2	Prod. Água Quente	Armazém da Cozinha		Tratamento de água	W.C	Corredor		Receção de lixos
Equip. Total	38			12		6	4	8		4	2	13		4
Quant. Ligadas	18	1	7	4	2	6	4	6	2	4	2	4	2	4
P [W]	39,6	63,8	39,6	19,8	19,8	39,6	63,8	39,6	39,6	39,6	39,9	39,6	39,6	39,6
T. Func. [h/dia]	2	2	4	14	24	2	2	2	24	2	2	14	24	2
Cons. Diário [Wh]	1425,6	127,6	110,8,8	1108,8	950,4	475,2	510,4	475,2	190,0,8	316,8	159,6	2217,6	190,0,8	316,8
Cons. Mensal [Wh]	42768	3828	33264	33264	28512	14256	15312	14256	57024	9504	4788	66528	57024	9504
Cons. Anual [kWh]	513,22	45,94	399,17	399,17	342,14	171,07	183,74	171,07	684,29	114,05	57,46	798,34	684,29	114,05
Valor Anual [€]	36,27	3,25	28,21	27,91	22,21	12,09	12,98	12,09	44,41	8,06	4,06	55,82	44,41	8,06

Localização	Corpo SW									
Espaço	Subestação 1		Subestação 4			Fornos de inceneração		P.T, Q.G.B.T, Grupo 1 e 2	Subestação 5	
Equip. Total	13		70			8		19	7	
Quant. Ligadas	2	11	2	38	30	6	2	19	6	1
P [W]	19,8	39,6	63,8	19,8	63,8	39,6	63,8	39,6	39,6	63,8
T. Func. [h/dia]	4	4	12	24	24	24	24	2	2	2
Cons. Diário [Wh]	158,4	1742,4	1531,2	18057,6	45936	5702,4	3062,4	1504,8	475,2	127,6
Cons. Mensal [Wh]	4752	52272	45936	541728	1378080	171072	91872	45144	14256	3828
Cons. Anual [kWh]	57,02	627,26	551,23	6500,74	16536,96	2052,86	1102,46	541,73	171,07	45,94
Valor Anual [€]	4,03	44,33	38,48	421,90	1073,27	133,23	71,55	38,28	12,09	3,25

Localização	Corpo SW													
Espaço	Ginásio Interno		Corredor 1			W.C	Chefe S.I.E		Farmácia		Centro Informático		Gabinete terapeutas	Cinesiterapia Respiratória
Equip. Total	8		26			2	9		24		9		2	4
Quant. Ligadas	6	2	10	5	4	2	8	1	5	19	8	1	2	4
P [W]	63,8	39,6	39,6	63,8	63,8	39,6	63,8	39,6	39,6	63,8	63,8	19,8	39,6	63,8
T. Func. [h/dia]	4	4	14	14	24	2	8	8	8	8	2	2	2	8
Cons. Diário [Wh]	153 1,2	316, 8	554 4	446 6	612 4,8	158,4	4083, 2	316,8	1584	969 7,6	102 0,8	39,6	158,4	2041,6
Cons. Mensal [Wh]	459 36	950 4	166 320	133 980	183 744	4752	12249 6	9504	47520	290 928	306 24	1188	4752	61248
Cons. Anual [kWh]	551, 23	114, 05	199 5,84	160 7,76	220 4,93	57,02	1469, 95	114,0 5	570,2 4	349 1,14	367, 49	14,26	57,02	734,98
Valor Anual [€]	38,9 5	8,06	139, 56	112, 42	143, 10	4,03	102,9 2	7,99	39,93	244, 45	25,9 7	1,01	4,03	51,46

Localização	Corpo SW						Corpo SE						
Espaço	Termoterapia		E. R.Suja	Corredores 2, 3, 4 e 5			Chiller 1	Armazém do aprovisionamento	Processos e Arquivos		Corredor 1 e 2		Arquivo clínico
Equip. Total	20		2	24			6	28	46		31		75
Quant. Ligadas	10	10	2	4	3	2	6	24	30	16	8	7	45
P [W]	39,6	63,8	39,6	39,6	63,8	39,6	39,6	63,8	63,8	63,8	39,6	39,6	63,8
T. Func. [h/dia]	8	8	2	14	24	24	2	8	2	8	14	24	8
Cons. Diário [Wh]	3168	5104	158,4	2217, 6	4593, 6	1900, 8	475,2	1224 9,6	3828	8166, 4	4435, 2	6652,8	22968
Cons. Mensal [Wh]	9504 0	1531 20	4752	6652 8	1378 08	5702 4	1425 6	3674 88	114840	2449 92	1330 56	199584	689040
Cons. Anual [kWh]	1140, 48	1837, 44	57,02	798,3 4	1653, 70	684,2 9	171,0 7	4409, 86	1378,0 8	2939, 90	1596, 67	2395,01	8268,48
Valor Anual [€]	79,86	128,6 6	4,03	55,82	107,3 3	44,41	12,09	308,7 7	97,38	205,8 5	111,6 5	155,44	578,95

Localização	Corpo SE													
Espaço	Oficina Serralharia	Oficina Carpintaria		Sala de Desenho	Costureiras	Oficina Eletricistas		Sala de Baterias	Oficina Picheitaria	Central Telefónica	Rouparia	Vestuário		
Equip. Total	16	11		8	4	9		2	10		12	12	8	
Quant. Ligadas	16	3	3	3	4	5	1	2	4	14	12	6	4	4
P [W]	63,8	63,8	39,6	63,8	63,8	63,8	39,6	63,8	63,8	19,8	39,6	39,6	39,6	63,8
T. Func. [h/dia]	14	8	8	4	8	24	2	2	8	8	2	8	2	2
Cons. Diário [Wh]	14291,2	1531,2	950,4	765,6	2041,6	7656	79,2	255,2	2041,6	2217,6	950,4	1900,8	316,8	510,4
Cons. Mensal [Wh]	428736	45936	28512	22968	61248	229680	2376	7656	61248	66528	28512	57024	9504	15312
Cons. Anual [kWh]	5144,83	551,23	342,14	275,62	734,98	2756,16	28,51	91,87	734,98	798,34	342,14	684,29	114,05	183,74
Valor Anual [€]	359,76	38,60	23,96	19,48	51,46	178,88	2,01	6,49	51,46	55,90	24,18	47,91	8,06	12,98

9.8. Anexo VIII – Cálculo do consumo anual

Cálculo valor anual oficina construção civil (corpo SE) lâmpada T8


- Lâmpadas ligadas = Ll = 4;
- Potência da lâmpada + balastro = P = 39,6 W;
- Tempo de funcionamento = Tf = 4 (h/dia);

$$\text{Consumo}_{\text{anual}} = \frac{Ll * P * Tf * 30 * 12}{1000} = 228,1 \text{ kWh}$$


- Consumo anual = Ca = 228,1 kWh;
- ValorMédioLuminaria(4) = VML = 0,070665 €/kWh


$$\text{Valor}_{\text{anual}} = Ca * VML = 16,12 \text{ €}$$


9.9. Anexo IX – Características da iluminação LED





GA110



4000 / 6500



G13



ROTATIVO (ROT)


NÃO REGULÁVEL


40.000 H


ÂNGULO DE ABERTURA


DIMENSÕES



Descrição do produto	LED	Tradicional	Fluxo luminoso	Equipamento/Tensão	Ângulo de abertura	IRC	Temperatura de cor	EOC 1 pcs (C)*	EOC 10 pcs (I)**	PVR
MASTER LEDtube GA110	W	W	lm		°		K	8718291	8718291	€
GA110 600mm ROT	10	18	825	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	66233400	32,21
GA110 900mm	15	30	1250	EM e 230V	140	85	4000	23880500		35,54
GA110 900mm	15	30	1250	EM e 230V	140	85	6500	23882900		35,54
GA110 1200mm ROT	19	36	1650	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	66235800	39,99
GA110 1500mm ROT	24	58	2000	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	66237200	50,88

*) incl. EMP Starter, com unidade de embalagem unitaria

**) excl. EMP Starter, sem unidade de embalagem unitaria

9.10. Anexo X – Cálculos dos consumos com a iluminação LED

Localização	Corpo Norte														
Espaço	Vestuários	Fardamento		Armazém do bar e S.I.E	Subestação 3	Esterilizados			Escadas		Gabinete chefe S.A			Corredor	
P [W]	25	25	20	20	20	20	20	20	10	10	25	20	20	20	20
Cons. Diário [Wh]	600	100	320	160	160	800	560	160	40	480	200	80	128	112	144
Cons. Mensal [Wh]	18000	300	9600	4800	4800	2400	168	480	1200	144	600	240	384	336	432
Cons. Anual [kWh]	216	360	115,2	57,6	57,6	288	201	57,6	14,4	172,8	720	28,8	460,8	403,2	518,4
Valor Anual [€]	15,26	25,21	8,07	4,07	4,07	20,17	140,97	4,07	1,02	11,21	50,41	2,04	32,26	28,19	33,64
Valor Invest. [€]	627,72	261,55	82,84	165,68	165,68	207,1	828,4	82,84	67,28	67,28	523,1	82,84	331,36	165,68	124,26
Poup. anual [€]	23,69	39,12	7,90	3,99	3,99	19,76	138,15	3,99	1,00	10,99	78,24	1,99	31,62	27,63	32,97
Temp. retorno [ano]	26,50	6,69	10,48	41,54	41,54	10,48	6,00	20,77	67,47	6,12	6,69	41,54	10,48	6,00	3,77

Localização	Corpo Principal													
Espaço	Armazém tintas e S.I.E			Escadas		Subestação 2	Prod. Água Quente	Armazém da Cozinha		Tratamento de água	W.C	Corredor		Receção de lixos
P [W]	20	25	20	10	10	20	25	20	20	20	20	20	20	20
Cons. Diário [Wh]	720	50	560	560	480	240	200	240	960	160	80	1120	960	160
Cons. Mensal [Wh]	21600	1500	16800	16800	14400	7200	6000	7200	28800	4800	2400	33600	28800	4800
Cons. Anual [kWh]	259,2	18	201,6	201,6	172,8	86,4	72	86,4	345,6	57,6	28,8	403,2	345,6	57,6
Valor Anual [€]	18,32	1,27	14,25	14,10	11,21	6,11	5,09	6,11	22,43	4,07	2,04	28,19	22,43	4,07
Valor Invest. [€]	745,56	52,31	289,94	134,56	67,28	248,52	209,24	248,52	82,84	165,68	82,84	165,68	82,84	165,68
Poup. anual [€]	17,95	1,97	13,96	13,82	10,99	5,98	7,90	5,98	21,98	3,99	2,02	27,63	21,98	3,99
Temp. retorno [ano]	41,54	26,50	20,77	9,74	6,12	41,54	26,50	41,54	3,77	41,54	40,91	6,00	3,77	41,54

Localização	Corpo SW									
Espaço	Subestação 1		Subestação 4			Fornos de inceneração		P.T, Q.G.B.T, Grupo 1 e 2	Subestação 5	
P [W]	10	20	25	10	25	20	25	20	20	25
Cons. Diário [Wh]	80	880	600	9120	18000	2880	1200	760	240	50
Cons. Mensal [Wh]	2400	26400	18000	273600	540000	86400	36000	22800	7200	1500
Cons. Anual [kWh]	28,8	316,8	216	3283,2	6480	1036,8	432	273,6	86,4	18
Valor Anual [€]	2,04	22,39	15,08	213,08	420,56	67,29	28,04	19,33	6,11	1,27
Valor Invest. [€]	67,28	455,62	104,62	1278,32	1569,3	248,52	104,62	786,98	248,52	52,31
Poup. anual [€]	1,99	21,94	23,40	208,82	652,71	65,94	43,51	18,95	5,98	1,97
Temp. retorno [ano]	33,73	20,77	4,47	6,12	2,40	3,77	2,40	41,54	41,54	26,50

Localização	Corpo SW													
Espaço	Ginásio Interno		Corredor 1			W.C	Chefe S.I.E		Farmácia		Centro Informático		Gabinete terapêutas	Cinesiterapia Respiratória
P [W]	25	20	20	25	25	20	25	20	20	25	25	10	20	25
Cons. Diário [Wh]	600	160	280	175	240	80	1600	160	800	380	400	20	80	800
Cons. Mensal [Wh]	180	480	840	525	720	2400	48000	4800	24000	114	120	600	2400	24000
	00	0	00	00	00					000	00			
Cons. Anual [kWh]	216	57,6	100	630	864	28,8	576	57,6	288	136	144	7,2	28,8	288
			8							8				
Valor Anual [€]	15,2	4,07	70,4	44,0	56,0	2,04	40,33	4,03	20,17	95,7	10,1	0,51	2,04	20,17
	6		9	5	7					9	8			
Valor Invest. [€]	201,84	82,84	414,2	261,55	209,24	82,84	418,48	41,42	207,1	993,89	418,48	33,64	82,84	209,24
Poup. anual [€]	23,69	3,99	69,08	68,37	87,03	1,99	62,59	3,95	19,76	148,66	15,79	0,50	1,99	31,30
Temp. retorno [ano]	8,52	20,77	6,00	3,83	2,40	41,54	6,69	10,48	10,48	6,69	26,50	67,47	41,54	6,69

Localização	Corpo SW						Corpo SE						
Espaço	Termoterapia		E.R.Suja	Corredores 2, 3, 4 e 5			Chiller 1	Armazém do aprovisionamento	Processos e Arquivos		Corredor 1 e 2		Arquivo clinico
P [W]	20	25	20	20	25	20	20	25	25	25	20	20	25
Cons. Diário [Wh]	1600	2000	80	1120	1800	960	240	4800	1500	3200	2240	3360	9000
Cons. Mensal [Wh]	48000	60000	2400	33600	54000	28800	7200	144000	45000	96000	67200	100800	270000
Cons. Anual [kWh]	576	720	28,8	403,2	648	345,6	86,4	1728	540	1152	806,4	1209,6	3240
Valor Anual [€]	40,33	50,41	2,04	28,19	42,06	22,43	6,11	120,99	38,16	80,66	56,39	78,50	226,86
Valor Invest. [€]	414,2	523,1	82,84	165,68	156,93	82,84	248,52	1255,44	1569,33	836,96	331,36	289,94	2353,95
Poup. anual [€]	39,52	78,24	1,99	27,63	65,27	21,98	5,98	187,78	59,22	125,19	55,26	76,93	352,09
Temp. retorno [ano]	10,48	6,69	41,54	6,00	2,40	3,77	41,54	6,69	26,50	6,69	6,00	3,77	6,69

Localização	Corpo SE													
Espaço	Oficina Serralharia	Oficina Carpintaria		Sala de Desenho	Costureiras	Oficina Eletricistas		Sala de Baterias	Oficina Pichelaria		Central Telefónica	Rouparia	Vestuário	
P [W]	25	25	20	25	25	25	20	25	25	10	20	20	20	25
Cons. Diário [Wh]	5600	600	480	300	800	3000	40	100	800	1120	480	960	160	200
Cons. Mensal [Wh]	168000	18000	14400	9000	24000	90000	1200	3000	24000	33600	14400	28800	4800	6000
Cons. Anual [kWh]	2016	216	172,8	108	288	1080	14,4	36	288	403,2	172,8	345,6	57,6	72
Valor Anual [€]	140,97	15,12	12,10	7,63	20,17	70,09	1,02	2,54	20,17	28,23	12,21	24,20	4,07	5,09
Valor Invest. [€]	836,96	156,93	124,26	156,93	209,24	261,55	41,42	104,62	209,24	470,96	497,04	248,52	165,68	209,24
Poup. anual [€]	218,79	23,47	11,86	11,84	31,30	108,78	1,00	3,95	31,30	27,67	11,97	23,71	3,99	7,90
Temp. retorno [ano]	3,83	6,69	10,48	13,25	6,69	2,40	41,54	26,50	6,69	17,02	41,54	10,48	41,54	26,50

9.11. Anexo XI – Cálculo tempo de retorno do Investimento

Cálculo valor anual oficina construção civil (corpo SE) Lâmpada LED

- Lâmpadas ligadas = $Ll = 4$;
- Potência da lâmpada + balastro = $Pled = 20 \text{ W}$;
- Tempo de funcionamento = $Tf = 4 \text{ (h/dia)}$;

$$\text{Consumo}_{\text{anual led}} = \frac{Ll * Pled * Tf * 30 * 12}{1000} = 115,2 \text{ kWh}$$

- Consumo anual led = $Cal = 228,1 \text{ kWh}$;
- ValorMédioLuminaria(4) = $VML = 0,070665 \text{ €/kWh}$

$$\text{Valor}_{\text{anual led}} = Cal * VML = 8,14 \text{ €}$$

Cálculo do tempo de retorno investimento oficina construção civil (corpo SE)

- Valor anual led = $Val = 8,14 \text{ €}$;
- Tubular Led (GA110 1200mm ROT), Philips = $Tl1200 = 41,42 \text{ €}$;

$$\text{Valor}_{\text{investimento}} = Val * Tl1200 = 165,68 \text{ €}$$

- Valor anual = $Va = 16,12 \text{ €}$;
- Valor anual led = $Val = 8,14 \text{ €}$;

$$\text{Poupança}_{\text{anual}} = Va - Val = 7,98 \text{ €}$$

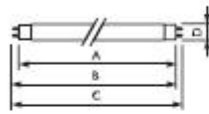
- Valor de investimento = $Vi = 165,68 \text{ €}$;
- Poupança anual = $Pa = 7,98 \text{ €}$;

$$\text{Tempo}_{\text{retorno}} = \frac{Vi}{Pa} = 20,77 \text{ anos}$$

9.12. Anexo XII – Características da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5

MASTER TL5 Xtra Eco Ø 16mm Alta Eficiência (HE)

					U.E.	Paleta	EEE	EOC	EUROS
MASTER TL5 HE Xtra Eco	13W/840	G5	40	2000	40	2000	A	66942500	14,26
MASTER TL5 HE Xtra Eco	25W/840	G5	40	1200	40	1200	A	66946300	15,72
MASTER TL5 HE Xtra Eco	32W/840	G5	40	1200	40	1200	A	66950000	15,72



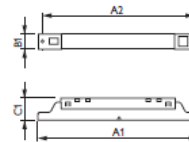
Dimensões em mm						
Dim. no.	A	B		C		D
	máx.	min.	máx.	máx.	máx.	máx.
1	549	553,7	556,1	563,2	563,2	17
2	1149	1153,7	1156,1	1163,2	1163,2	17
3	1149	1163,7	1166,1	1173,2	1173,2	17



HF-S para TL5

NOVIDADE

					U.E.	Paleta	EOC	EUROS
HF-S 114-35 TL5 HE II	220-240-V	1 x TL5 14-35W	12	1.728	75842600	20,00		
HF-S 124-39 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	1 x TL5 24-39W	12	1.728	93933000	20,00		
HF-S 154 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	1 x TL5 54W	12	600	90561800	20,00		
HF-S 149 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	1 x TL5 49W	12	600	90558800	20,00		
HF-S 180 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	1 x TL5 80W	12	1.728	75846400	21,00		
		1 x PL-L 80W						
HF-S 214-35 TL5 HE II	220-240-V	2 x TL5 14-35W	12	1.728	75844000	21,00		
HF-S 224-39 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	2 x TL5 24-39W	12	1.728	93935400	21,00		
HF-S 249 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	2 x TL5 49W	12	600	90560100	21,00		
HF-S 254 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	2 x TL5 54W	12	600	90562500	21,00		
HF-S 3/414 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	3/4 x TL5 14W	10	810	88335000	26,00		
HF-S 3/424 TL5 II	220-240-V 50/60Hz	3/4 x TL5 24W	10	1.400	93937800	26,00		
HF-S 280 TL5/PL-L II	220-240-V 50/60Hz	2 x TL5 80W	12	756	75848800	28,00		
		2 x PL-L 80W						



Dimensões em mm						
Tipo	A1	A2	B1	B2	C1	D1
HF-S 114-35, 180-214-35 TL5	360	350	30	22	42	
HF-S 124-39, 394 TL5	360	350	30	22	42	
HF-S 154 TL5	280	265	30	28	41	
HF-S 149, 394 TL5	280	265	30	21	42	
HF-S 180, 214, 394 TL5	280	265	30	21,5	41	
HF-S 280 TL5/PL-L	405	405	30	21	42	

HF-S PARA TL5



9.13. Anexo XIII – Cálculo dos consumos da iluminação com lâmpadas fluorescente TL5

Localização	Corpo Norte														
Espaço	Vestuários	Fardamento		Armazém do bar e S.I.E	Subestação 3	Esterilizados			Escadas		Gabinete chefe S.A			Corredor	
P [W]	32	32	25	25	25	25	25	25	13	13	32	25	25	25	25
Cons. Diário [Wh]	768	1280	400	200	200	1000	7000	200	52	624	2560	100	1600	1400	1800
Cons. Mensal [Wh]	23040	38400	12000	6000	6000	30000	210000	6000	1560	18720	76800	3000	48000	42000	54000
Cons. Anual [kWh]	276,48	460,88	144	72	72	360	2520	72	18,72	224,64	921,6	36	576	504	648
Valor Anual [€]	19,54	32,26	10,08	5,09	5,09	25,21	176,21	5,09	1,32	14,58	64,53	2,54	40,33	35,24	42,06
Valor Invest. [€]	326,04	135,85	54,34	108,68	108,68	135,85	543,44	54,34	51,42	51,42	271,77	54,34	217,36	108,68	81,51
Poup. anual [€]	19,42	32,06	5,89	2,97	2,97	14,72	102,91	2,97	0,69	7,63	64,13	1,49	23,55	20,58	24,56
Temp. retorno [ano]	16,79	4,24	9,23	36,58	36,58	9,23	5,28	18,29	74,31	6,74	4,24	36,58	9,23	5,28	3,32

Localização	Corpo Principal													
Espaço	Armazém tintas e S.I.E			Escadas		Subestação 2	Prod. Água Quente	Armazém da Cozinha		Tratamento de água	W.C	Corredor		Receção de lixos
P [W]	25	32	25	13	13	25	32	25	25	25	25	25	25	25
Cons. Diário [Wh]	900	64	700	728	624	300	256	300	1200	200	100	1400	1200	200
Cons. Mensal [Wh]	27000	1920	21000	21840	18720	9000	7680	9000	36000	6000	3000	42000	36000	6000
Cons. Anual [kWh]	324	23,04	252	262,08	224,64	108	92,16	108	432	72	36	504	432	72
Valor Anual [€]	22,90	1,63	17,81	18,33	14,58	7,63	6,51	7,63	28,04	5,09	2,54	35,24	28,04	5,09
Valor Invest. [€]	489,06	27,17	190,19	102,84	51,42	163,02	108,68	163,02	54,34	108,68	54,34	108,68	54,34	108,68
Poup. anual [€]	13,37	1,62	10,40	9,59	7,63	4,46	6,47	4,46	16,37	2,97	1,52	20,58	16,37	2,97
Temp. retorno [ano]	36,58	16,79	18,29	10,73	6,74	36,58	16,79	36,58	3,32	36,58	35,84	5,28	3,32	36,58

Localização	Corpo SW									
Espaço	Subestação 1		Subestação 4			Fornos de inceneração		P.T, Q.G.B.T, Grupo 1 e 2	Subestação 5	
P [W]	13	25	32	13	32	25	32	25	25	32
Cons. Diário [Wh]	104	1100	768	11856	23040	3600	1536	950	300	64
Cons. Mensal [Wh]	3120	33000	23040	355680	691200	108000	46080	28500	9000	1920
Cons. Anual [kWh]	37,44	396	276,48	4268,16	8294,4	1296	552,96	342	108	23,04
Valor Anual [€]	2,65	27,98	19,30	277,01	538,31	84,11	35,89	24,17	7,63	1,63
Valor Invest. [€]	51,42	298,87	54,34	976,98	815,1	163,02	54,34	516,23	163,02	27,17
Poup. anual [€]	1,38	16,34	19,18	144,90	534,95	49,12	35,66	14,11	4,46	1,62
Temp. retorno [ano]	37,16	18,29	2,83	6,74	1,52	3,32	1,52	36,58	36,58	16,79

Localização	Corpo SW													
	Ginásio Interno		Corredor 1			W.C	Chefe S.I.E		Farmácia		Centro Informático		Gabinete terapêutas	Cinesiterapia Respiratória
P [W]	32	25	25	32	32	25	32	25	25	32	32	13	25	32
Cons. Diário [Wh]	768	200	350 0	224 0	307 2	100	2048	200	1000	486 4	512	26	100	1024
Cons. Mensal [Wh]	230 40	600 0	105 000	672 00	921 60	3000	61440	6000	30000	145 920	153 60	780	3000	30720
Cons. Anual [kWh]	276, 48	72	126 0	806, 4	110 5,92	36	737,2 8	72	360	175 1,04	184, 32	9,36	36	368,64
Valor Anual [€]	19,5 4	5,09	88,1 1	56,3 9	71,7 8	2,54	51,62	5,04	25,21	122, 61	13,0 2	0,66	2,54	25,81
Valor Invest. [€]	163, 02	54,3 4	271, 7	135, 85	108, 68	54,34	217,3 6	27,17	135,8 5	516, 23	217, 36	25,71	54,34	108,68
Poup. anual [€]	19,4 2	2,97	51,4 5	56,0 4	71,3 3	1,49	51,30	2,94	14,72	121, 84	12,9 4	0,35	1,49	25,65
Temp. retorno [ano]	8,40	18,2 9	5,28	2,42	1,52	36,58	4,24	9,23	9,23	4,24	16,7 9	74,31	36,58	4,24

Localização	Corpo SW						Corpo SE							
Espaço	Termoterapia		E.R.Suja	Corredores 2, 3, 4 e 5			Chiller 1	Armazém do aprovisionamento	Processos e Arquivos			Corredor 1 e 2		Arquivo clinico
P [W]	25	32	25	25	32	25	25	32	32	32	25	25	32	
Cons. Diário [Wh]	2000	2560	100	1400	2304	1200	300	6144	1920	4096	2800	4200	11520	
Cons. Mensal [Wh]	60000	76800	3000	42000	69120	36000	9000	184320	57600	122880	84000	126000	345600	
Cons. Anual [kWh]	720	921,6	36	504	829,44	432	108	2211,84	691,2	1474,56	1008	1512	4147,2	
Valor Anual [€]	50,41	64,53	2,54	35,24	53,83	28,04	7,63	154,87	48,84	103,25	70,49	98,13	290,38	
Valor Invest. [€]	271,7	271,7	54,34	108,68	81,51	54,34	163,02	652,08	815,1	434,72	217,36	190,19	1222,65	
Poup. anual [€]	29,44	64,13	1,49	20,58	53,50	16,37	4,46	153,90	48,54	102,60	41,16	57,31	288,57	
Temp. retorno [ano]	9,23	4,24	36,58	5,28	1,52	3,32	36,58	4,24	16,79	4,24	5,28	3,32	4,24	

Localização	Corpo SE													
Espaço	Oficina Serralharia	Oficina Carpintaria		Sala de Desenho	Costureiras	Oficina Eletricistas		Sala de Baterias	Oficina Pichelaria		Central Telefónica	Rouparia	Vestuário	
P [W]	32	32	25	32	32	32	25	32	32	13	25	25	25	32
Cons. Diário [Wh]	7168	768	600	384	1024	384	50	128	1024	145	600	120	200	256
Cons. Mensal [Wh]	21504	230	180	11520	30720	115	150	3840	30720	436	1800	360	6000	7680
	0	40	00			200	0			80	0	00		
Cons. Anual [kWh]	2580,48	276,48	216	138,24	368,64	138	18	46,08	368,64	524,16	216	432	72	92,16
Valor Anual [€]	180,44	19,36	15,12	9,77	25,81	89,72	1,27	3,26	25,81	36,70	15,26	30,25	5,09	6,51
Valor Invest. [€]	434,72	81,51	81,51	81,51	108,68	135,85	27,17	54,34	108,68	359,94	326,04	163,02	108,68	108,68
Poup. anual [€]	179,31	19,24	8,83	9,71	25,65	89,16	0,74	3,24	25,65	19,20	8,91	17,66	2,97	6,47
Temp. retorno [ano]	2,42	4,24	9,23	8,40	4,24	1,52	36,58	16,79	4,24	18,75	36,58	9,23	36,58	16,79

9.14. Anexo XIV – Cálculos da caldeira a biomassa

Requisitos definidos para cálculo da poupança obtida (Janeiro)

- Preço *pellets* = 0,23 euros;
- Conversão kg-*pellets* = 4,6670 kWh;
- Rendimento caldeira = 0,90%

$$Kg_{\text{útil}} = \text{Consumo total} \frac{\text{Consumo Total kWh (janeiro)}}{\text{Conversão kg - pellets}} = 159.798,37 \text{ Kg}$$

Como a caldeira tem um rendimento de 90 %

$$Kg_{\text{necessário}} = \frac{Kg_{\text{útil}}}{\text{rendimento caldeira}} = 177.553,75 \text{ Kg}$$

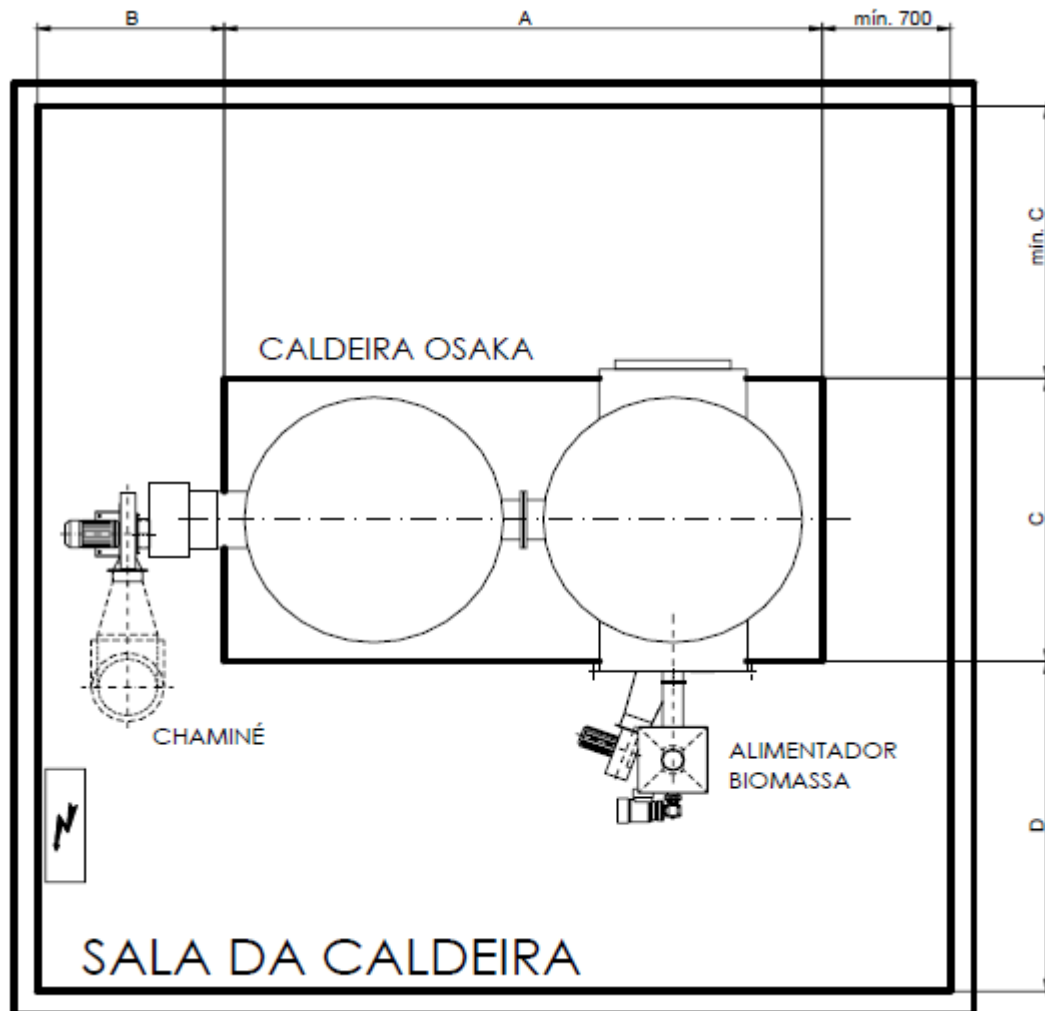
O valor da fatura com *pellets*

$$\text{Valor da fatura}_{\text{pellets}} = \text{Kg necessário} * \text{Preço}_{\text{pellets}} = 41.370,02 \text{ euros}$$

A poupança obtida é

$$\begin{aligned} \text{Poupança obtida} &= \text{Valor da fatura}_{\text{gás natural}} - \text{Valor da fatura}_{\text{pellets}} \\ &= 1.652,98 \text{ euros} \end{aligned}$$

9.15. Anexo XV – Dimensões da caldeira a biomassa



Equipamento	Espaço necessário para a instalação			
	A	Mín. B	C	Mín. D
OSAKA 990	4.800	1.400	2.200	2.300

9.16. Anexo XVI – Características da caldeira a biomassa

Caraterísticas técnicas		Unid.	OSAKA 990
Potência Útil Nominal		kW	990
		kcal/h	851400
Potência Útil mínima		kW	325
		kcal/h	279500
Consumo Combustível (PCI 4100kcal/kg humidade 10%)		kg/h	79,3 – 253,2
Rendimento		%	89
Temperatura de gases		°C	110 – 180
Peso		kg	4100
Volume de água no corpo		Litros	2954
Diâmetro saída de fumos		mm	400
Câmara de combustão	Diâmetro	mm	1500
	Profundidade	mm	1800
Pressão de trabalho máxima		bar	6
Temperatura máxima de trabalho		°C	90
Resistência de gases de combustão		mmca	109
Caudal de fumos	Potência útil nominal	m ³ /h	4512
	Potência útil mínima	m ³ /h	1481
Ligações	Impulsão	m ³ /h	DN100
	Retorno	m ³ /h	DN100
Alimentação elétrica			3 x 400V/50Hz
Potência elétrica instalada		kW	8,5

9.17. Anexo XVII – Cálculo do rendimento do coletor solar fotovoltaico

$$\eta = \eta_0 - a_1 * \frac{T_m - T_a}{1g}$$

- Rendimento ótico = $\eta_0 = 0,759$
- Coeficiente global de perdas = $a_1 = 3,480$
- Temperatura ambiente = $T_a = 20^\circ\text{C}$
- Radiação incidente = $I_g = 1000 \text{ W/m}^2$
- Temperatura inicial = $T_i = 15^\circ\text{C}$
- Temperatura final = $T_f = 60^\circ\text{C}$

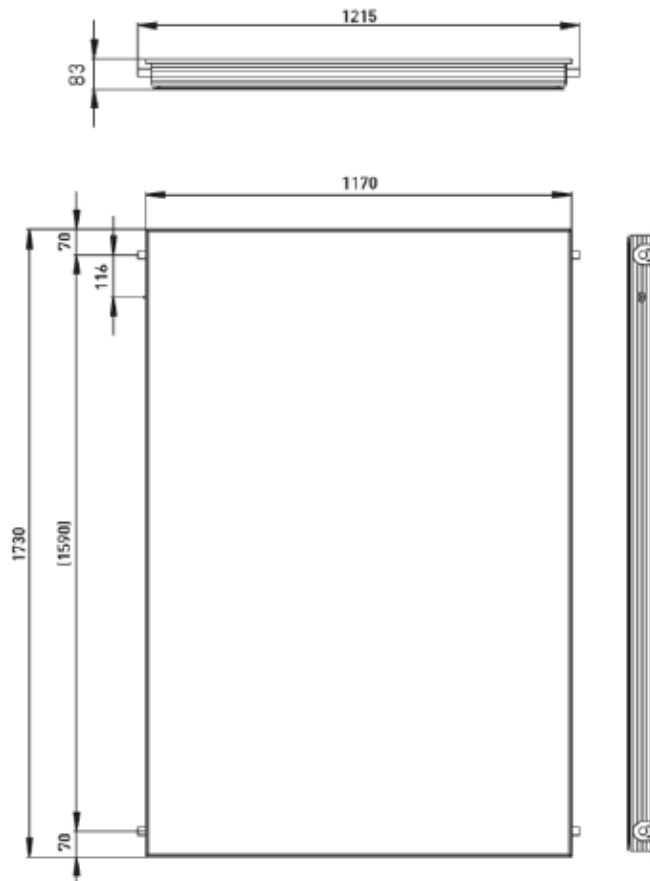
$$T_m = \frac{T_i + T_f}{2} = 37,5^\circ\text{C}$$

- Temperatura média = $T_m = 37,5^\circ\text{C}$

$$\eta = \eta_0 - a_1 * \frac{T_m - T_a}{1g} = 0,697 = 69,7\%$$

9.18. Anexo XVIII – Dados e dimensões do coletor solar fotovoltaico

DADOS TÉCNICOS	GOLD 200
Área Total (m ²):	2,02
Área do AbsorSOR (m ²):	1,84
Área do Abertura (m ²):	1,92
Altura x Largura x Profundidade (mm):	1730 x 1170 x 83
Rendimento Instantâneo (no):	0,759
Coefficiente de Perdas a ₁ (W/m ² .k):	3,480
Coefficiente de Perdas a ₂ (W/m ² .k ²):	0,0161
Capacidade de Fluido (lts)	1,4
Absorção (%):	95
Emissão (%):	5
∅ tubos colectores (mm)	22
∅ tubos adutores (mm)	8
Ligações	compressão ∅22
Vidro:	temperado 3,2 mm
Transmitância do vidro (%):	95
Isolamento Térmico	40 mm (lã mineral)
Máx. Temperatura de Estagnação (°C):	234
Máx. Pressão de Serviço (bar):	10
Peso (kg):	35



9.19. Anexo XIX – Caraterísticas do *chiller* de arrefecimento a água com compressor *scroll*

Unit Type and Size		
ID		YCWL0447HE
Number of Compressors		4
Compressor Type		Scroll - Hermetic
Number of Compressor Circuits		2
Technical Data		
Refrigerant Type		R410A
Net Cooling Capacity (according to EN14511:2011)	kW	444
Net Total Power Input (according to EN14511:2011)	kW	88.6
Net EER (according to EN14511:2011)	kW/kW	5.01
Net ESEER (according to EN14511:2011)	kW/kW	6.28
Net Cooling Heat Rejection (according to EN14511:2011)	kW	528
Cooling Capacity	kW	445
Total Power Input	kW	86.1
EER	kW/kW	5.17
ESEER	kW/kW	6.93
Heat Rejection	kW	527
Sound Pressure (Paralleliped Method)	dB(A)	54
Sound Pressure Measured at	m	10
Evaporator		
Evaporator Type		Shell and Tube
Number of Evaporator Passes		2
Fluid Volume	L	292
Fluid Type		Water
Entering Liquid Temperature	°C	12
Leaving Liquid Temperature	°C	7
EvaporatingTemperature	°C	5 / 5
Total Flow Rate	L/s	21.23
Total Pressure Drop	kPa	31.3
Fouling Factor	m ² K/kW	0.018
Fluid Connection Diameter	in	8"
Min Fluid Flow Rate	L/s	12.6
Max Fluid Flow Rate	L/s	41

Condenser (Water Cooled)

Condenser Type		Water Cooled Condenser
Number of Condenser Passes		2
Fluid Volume	L	224
Fluid Type		Water
Condenser Entering Liquid Temperature	°C	30
Condenser Leaving Liquid Temperature	°C	35.2
Condensing Temperature	°C	36 / 35.3
Flow Rate	L/s	23.954
Pressure Drop	kPa	30.8
Fouling Factor	m ² K/kW	0.018
Fluid Connection Diameter	in	5
Min Fluid Flow Rate	L/s	16.4
Max Fluid Flow Rate	L/s	44.2

Electrical Data

Nominal Voltage / Voltage Limits		400-3-50 / 360-440
Nominal Current	A	157
Max. Current	A	198
Unit Short Circuit Current Withstand	[kA]	50
Compressor Starting Current(s)	A	280 / 280 / 280 / 280
Maximum Instantaneous Current	A	428

Weights and Dimensions

Shipping Weight	kg	3113
Operating Weight	kg	3544
Refrigerant Charge	kg	176
Overall Length	mm	3643
Overall Width	mm	885
Overall Height	mm	1969

9.20. Anexo XX – Tempo de Retorno do Investimento (TRI)

O TRI é o número de anos necessários à recuperação do investimento. Considerando o investimento totalmente concentrado no ano zero, o TRI é dado pela equação abaixo [66]:

$$It = \sum_{t=1}^{TRI} \frac{RLt}{(1 + TIR)^t}$$

A formula usada ao logo da presente dissertação, é o modelo simplificado, o TIR é dado nos termos da equação [66]:

$$TRI = \frac{\ln\left(\frac{RL}{RL - a \times I}\right)}{\ln(1 + a)}$$

Em que:

- RL = é a receita líquida;
- a = é a taxa de atualização;

O valor a utilizar para a taxa de atualização será de 6,75%²³.

²³ Valor obtido na EDP Distribuição: <http://www.edpdistribuicao.pt/pt/Pages/homepage.aspx>