

**Monitorização e Avaliação Dinâmica do Potencial para  
a Eficiência Energética de Lares de Idosos**

Diogo Rafael Oliveira Pinho

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

Orientador: Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, [aag@isep.ipp.pt](mailto:aag@isep.ipp.pt)

Porto, Julho de 2015

© Diogo Rafael Oliveira Pinho (nº1130257, 1130257@isep.ipp.pt) 2015

# Agradecimentos

Ao meu orientador, Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, um agradecimento especial pela orientação e pelo tempo despendido em reuniões que muito ajudaram na realização desta dissertação.

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

À direção e aos funcionários dos três lares de idosos que me acolheram e forneceram indicações no decorrer do trabalho de campo.

Aos meus pais, Carminda e Alfredo, obrigado por tudo. Obrigado por investirem na minha formação, para que hoje pudesse estar aqui. São um exemplo de esforço e dedicação.

Ao meu irmão, que sempre acreditou em mim e à minha avó por tudo aquilo que fez por mim enquanto a saúde assim o permitiu.

Aos meus verdadeiros amigos, que sempre me apoiaram e ajudaram no meu percurso de vida pessoal e académico.

À Sandra, por toda a ajuda, compreensão, paciência e incentivo.

Diogo Rafael Oliveira Pinho



# Resumo

Atualmente a situação económica do país é delicada, como tal, a redução dos consumos energéticos é uma mais-valia tanto para os consumidores como para o meio ambiente. A evolução tecnológica nos últimos anos possibilita a realização de soluções para resolver esse problema. A monitorização constante dos consumos de energia elétrica pode fazer com que esta redução seja concretizada.

Relativamente ao caso concreto do edificado, o consumo de energia nos edifícios Europeus é muito significativo, quer ao nível das soluções construtivas, dos sistemas e dos equipamentos. Como tal, podem ser tomadas medidas que podem ter um impacto significativo para a redução dos consumos.

O presente trabalho passa pelo estudo do potencial para a eficiência energética de três lares de idosos situados no Porto. A auditoria efetuada revelou um enorme potencial de poupança energética, nomeadamente de energia elétrica e gás natural.

As medidas a adotar para reduzir os consumos energéticos do edifício passam pela substituição da iluminação existente por uma mais eficiente e de menor potência, a instalação de painéis solares para reduzir o consumo destinado às águas quentes sanitárias (nos dois lares que ainda não possuem este tipo de sistema), a substituição das caldeiras a gás natural por biomassa, a instalação de equipamentos para monitorização de consumos, entre outros.

Através da recolha e tratamento de dados com um analisador de energia foi possível verificar que a implementação de uma solução de monitorização de consumos energéticos nos lares poderá permitir baixar os custos da fatura energética.

## Palavras-Chave

Eficiência Energética, Auditorias Energéticas, Edifícios, Lares de Idosos



# **Abstract**

*Nowadays the country's economic situation is sensitive, so reducing energy consumption is an added value for consumers and the environment. Technological developments in recent years makes viable solutions to solve this problem. Constant monitoring of electricity consumption can guarantee this reduction is concretized.*

*Regarding the case of buildings, energy consumption in European buildings is very significant, in terms of constructive solutions, systems and equipment. Therefore, measurable actions may be taken to reduce the consumption impact.*

*This paper aims the energy efficiency potencial study of three nursing homes located in Porto. The audit performed has revealed a huge potential for energy savings, about electricity and natural gas.*

*The measures to be taken to reduce the energy consumption of the building including the replacement of existing lighting by more efficient and less power, installing solar panels to reduce consumption of hot water (in the two nursing homes that don't have this system), the replacement of natural gas boilers by biomass and installation equipment for monitoring consumption, among others.*

*Through collecting and processing data with an energy analyzer it was possible to verify which energy consumption monitoring solution implementation in nursing homes may allow lower costs of energy bills.*

## **Keywords**

*Energy Efficiency, Energy Audits, Buildings, Nursing Homes*



# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Lista de tabelas</b> .....	<b>xxi</b>
<b>Lista de abreviaturas e siglas</b> .....	<b>xxv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Enquadramento e motivação.....	1
1.2 Objetivos da dissertação.....	1
1.3 Planificação das atividades.....	2
1.4 Organização da dissertação.....	2
<b>2 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b> .....	<b>5</b>
2.1 Enquadramento.....	5
2.2 O conceito de desenvolvimento sustentável.....	5
2.3 Situação Energética Portuguesa.....	8
2.3.1 Aspetos gerais.....	8
2.3.2 Consumo de Energia Primária em Portugal.....	9
2.3.3 Energias Renováveis em Portugal.....	11
<b>3 A ENERGIA E O EDIFICADO</b> .....	<b>13</b>
3.1 Enquadramento.....	13
3.2 Aspetos gerais do parque edificado em Portugal.....	13
3.2.1 Aspetos gerais.....	13
3.2.2 Índice de Envelhecimento dos edifícios Portugueses.....	13
3.2.3 Períodos de construção dos edifícios Portugueses.....	14
3.3 Processo legislativo de Eficiência Energética dos Edifícios.....	16
3.3.1 Enquadramento.....	16
3.3.2 Evolução do Processo Legislativo em Portugal.....	18
3.3.3 Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.....	19
3.3.4 Evolução do desempenho energético dos edifícios em Portugal.....	21
3.3.5 Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos.....	22
3.4 Edifícios de Balanço Energético Zero.....	23
3.4.1 Enquadramento.....	23

3.4.2	Soluções para os edifícios de balanço energético zero .....	25
<b>4</b>	<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA .....</b>	<b>29</b>
4.1	Enquadramento .....	29
4.2	Programas e Planos Nacionais .....	29
4.2.1	PNAEE.....	30
4.2.2	PNAER .....	31
4.2.3	ECO.AP .....	33
4.3	Auditorias Energéticas .....	33
4.3.1	Análise de dados .....	35
4.3.2	Otimização da fatura elétrica .....	37
4.3.3	Termografia e aplicações .....	39
4.4	Utilização racional de energia.....	42
4.5	Utilização racional de água.....	43
4.5.1	Medidas e ações tecnológicas mais eficientes .....	43
4.5.2	Origens de água alternativas para usos compatíveis e sistemas de reaproveitamento.....	48
4.6	Eficiência Energética em Lares de Idosos .....	50
4.6.1	Estrutura etária da população.....	50
4.6.2	Projeto SAVE AGE .....	51
4.7	Soluções tecnológicas .....	59
4.7.1	Bombas de calor.....	59
4.7.2	Cogeração .....	60
<b>5</b>	<b>MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EM EDIFÍCIOS.....</b>	<b>61</b>
5.1	Enquadramento .....	61
5.2	Aspetos regulamentares e normativos .....	61
5.3	Soluções tecnológicas para monitorização .....	62
5.3.1	Monitorização intrusiva de cargas .....	62
5.3.2	Monitorização não intrusiva de cargas .....	65
5.3.3	Monitorização ao nível do equipamento e do quadro elétrico.....	68
5.3.4	Monitorização de consumos de eletricidade, água e gás .....	74
<b>6</b>	<b>INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM EDIFÍCIOS .....</b>	<b>77</b>
6.1	Enquadramento .....	77
6.1.1	A componente construtiva passiva.....	78
6.1.2	A componente construtiva ativa renovável.....	79
<b>7.</b>	<b>CASO DE ESTUDO: AUDITORIA ENERGÉTICA A TRÊS LARES DE IDOSOS. 83</b>	
7.1	Enquadramento .....	83
7.2	Metodologia de intervenção.....	83
7.2.1	Equipamento utilizado nas auditorias .....	85
7.3	Lar “A”.....	88
7.3.1	Caraterização geral do edifício .....	88
7.3.2	Caraterização geral da instalação elétrica .....	90

7.3.3.	Auditoria Energética .....	105
7.3.4.	Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação .....	116
7.3.5.	Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento e arrefecimento .....	126
7.3.6.	Metodologia de intervenção para a água .....	137
7.3.7.	Solução de monitorização de consumos .....	138
7.3.8.	Síntese da auditoria ao Lar “A” .....	139
7.4.	Lar “B” .....	142
7.4.1.	Caraterização geral do edifício .....	142
7.4.2.	Caraterização geral da instalação elétrica .....	143
7.4.3.	Auditoria Energética .....	155
7.4.4.	Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação .....	162
7.4.5.	Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento .....	164
7.4.6.	Síntese da auditoria ao Lar “B” .....	168
7.5.	Lar “C” .....	171
7.5.1.	Caraterização geral do edifício .....	171
7.5.2.	Caraterização geral da instalação elétrica .....	173
7.5.3.	Auditoria Energética .....	181
7.5.4.	Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação .....	186
7.5.5.	Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento .....	186
7.5.6.	Síntese da auditoria ao Lar “C” .....	188
7.6.	Análise Comparativa dos 3 lares .....	190
7.6.1.	Sistemas e equipamentos .....	190
7.6.2.	Sistema de iluminação .....	190
7.6.3.	Sistema de aquecimento.....	197
7.6.4.	Custos e consumos de energia .....	198
7.6.5.	Monitorização de temperatura .....	200
7.7.	Análise Comparativa dos 3 lares com o Projeto SAVE AGE .....	201
7.8.	Propostas de melhoria .....	203
7.8.1.	Medidas comportamentais .....	203
7.8.2.	Serviços de manutenção.....	203
7.8.3.	Sistema de monitorização de consumos .....	204
7.8.4.	Sistemas de aquecimento .....	204
7.8.5.	Evitar perdas de calor .....	205
7.8.6.	Utilização de UPS .....	205
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS .....</b>	<b>207</b>
8.1.	Conclusões gerais .....	207
8.2.	Componente académica .....	209
8.3.	Perspetivas de trabalho futuro.....	209
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>211</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>217</b>
10.1.	Anexo I – Períodos Horários em Portugal Continental .....	219
10.2.	Anexo II – Especificações do Analisador de Energia.....	220

10.3. Anexo III – Especificações da câmara termográfica .....	221
10.4. Anexo IV – Qualidade da Energia do QCM no Lar “A” .....	222
10.5. Anexo V – Características das lâmpadas Philips.....	223
10.6. Anexo VI – Quantidade de lâmpadas Lar “B” .....	225
10.7. Anexo VII – Tipo de aquecimento por piso Lar “B” .....	227
10.8. Anexo VIII – Qualidade da Energia do QCS no Lar “B” .....	229
10.9. Anexo IX – Qualidade da Energia do Q1(Z) no Lar “B” .....	230
10.10. Anexo X – Consumo de água Lar “B” .....	231
10.11. Anexo XI – Substituição da iluminação do piso 0 do Lar “B” .....	233
10.12. Anexo XII – Inspeção termográfica no Lar “B” .....	236
10.13. Anexo XIII – Quantidade de lâmpadas Lar “C” .....	239
10.14. Anexo XIV – Qualidade da Energia do QP4 no Lar “C” .....	241
10.15. Anexo XV – Substituição da iluminação do piso 1 do Lar “C” .....	242
10.16. Anexo XVI – Inspeção termográfica no Lar “C” .....	245
10.17. Anexo XVII – Tipo de aquecimento e quantidade para os três lares.....	247

# Lista de figuras

Figura 2.1 – Utilização dos recursos naturais [2]. .....	6
Figura 2.2 – Dimensão ambiental, económica e social do desenvolvimento sustentável [2]. .....	7
Figura 2.3 – Estratégias para o desenvolvimento sustentável [2]. .....	7
Figura 2.4 – Consumo de energia primária por fonte energética em Portugal [4]. .....	9
Figura 2.5 – Dependência Energética Nacional [3]. .....	10
Figura 2.6 – Consumo de energia final por setor de atividade [3]. .....	10
Figura 2.7 – Proporção de fontes renováveis no consumo de energia primária em Portugal [3]. .....	11
Figura 2.8 – Contribuição das fontes renováveis para a produção total de eletricidade [3]. .....	12
Figura 2.9 – Capacidade instalada de energias renováveis [3]. .....	12
Figura 3.1 – Índice de envelhecimento dos edifícios por NUTS II, em 2011 [6]. .....	14
Figura 3.2 – Edifícios residenciais em Portugal classificados por períodos de construção [7]. .....	15
Figura 3.3 – Percentagem de ocupação de edifícios de acordo com o período de construção [7]. .....	15
Figura 3.4 – Aspetos essenciais para um edifício sustentável com a fachada principal virada a sul [2]. .....	17
Figura 3.5 – Aspetos relevantes de construção de um edifício sustentável [2]. .....	17
Figura 3.6 – Evolução do processo legislativo em Portugal, adaptado de [10]. .....	19
Figura 3.7 – Alteração das áreas de atuação. ....	20
Figura 3.8 – Diferenças nas constituições das legislações. ....	21
Figura 3.9 – Evolução do desempenho energético dos edifícios por período construtivo [12]. .....	21
Figura 3.10 – Etiqueta energética e respetivos campos [14]. .....	23
Figura 3.11 – Edifício com necessidades quase nulas de energia [7]. .....	24
Figura 3.12 – Poupança de energia no aquecimento associada às casas passivas [21]. ..	27
Figura 3.13 – Princípio básico para construção de casas passivas [22]. .....	28

Figura 4.1 – Planos e programa desenvolvidos em Portugal, adaptado de [23].	29
Figura 4.2 – Impacto do setor residencial e serviços [25].	31
Figura 4.3 – Impacto previsto das medidas de eficiência do PNAEE em 2016 [25].	31
Figura 4.4 – Evolução da potência instalada FER (MW) [25].	32
Figura 4.5 – Funcionamento do ECO.AP [25].	33
Figura 4.6 - Imagens termográficas de sistemas de vapor [33].	40
Figura 4.7 – Esquema de funcionamento de um economizador de água [38].	44
Figura 4.8 – Exemplo de torneira eletrónica [39].	45
Figura 4.9 – Exemplo de torneira temporizada [39].	45
Figura 4.10 – Exemplo de termóstato especial [39].	46
Figura 4.11 – Exemplo de torneira com monocomando especial [39].	46
Figura 4.12 – Exemplo de misturadora termostática para duche.	47
Figura 4.13 – Placas de acionamento para autoclismos de dupla descarga [41].	48
Figura 4.14 – Estrutura etária da população residente por sexo, 2001 e 2011 [6].	50
Figura 4.15 – Consumo de energia anual médio em LTI Portugueses [42].	54
Figura 4.16 – Exemplo de economia de energia com a cogeração [44].	60
Figura 5.1 – Equipamento <i>Kill A Watt Edge</i> [48].	63
Figura 5.2 – Equipamento <i>Power Meter</i> comercializado pela <i>Steplight</i> [49].	64
Figura 5.3 – Exemplos de tomadas <i>Parce</i> para EU e US [50].	64
Figura 5.4 – Equipamento <i>Wattson</i> criado pela <i>DIY Kyoto</i> [51].	66
Figura 5.5 – Aplicação típica dos contadores [52].	67
Figura 5.6 - Equipamento <i>OWL Micro+</i> criado pela <i>OWL</i> [53].	67
Figura 5.7 – Solução para monitorização de energia [55].	68
Figura 5.8 – Equipamento <i>Cloogy</i> criado pela <i>ISA</i> [56].	69
Figura 5.9 - Arquitetura do sistema <i>Cloogy</i> [57].	70
Figura 5.10 - Módulos da solução <i>Kisense</i> .	71
Figura 5.11 – Arquitectura do <i>Kisense</i> [59].	71

Figura 5.12 – Concentrador <i>Yocto Net Log</i> [60].	73
Figura 5.13 – Módulos do <i>Energy Brain</i> [61].	74
Figura 5.14 – Arquitetura de funcionamento do sistema [62].	75
Figura 5.15 – Contador de águas Aquadis+ da Itron.	76
Figura 6.1 – Edifício <i>Bahrain World Trade Center</i> com energia renovável para suprir parte das suas necessidades energéticas [64].	77
Figura 6.2 – Exemplo de Arrefecimento pelo Solo, Casa Solar Porto Santo - Arqº. Gunther Ludewig [43].	78
Figura 6.3 – Exemplos de Sistemas passivos, em estratégia promoção de ganhos solares na estação do Inverno: Ganho Direto, Indireto e Isolado [43].	79
Figura 6.4 – Componentes de um sistema solar térmico [65].	79
Figura 6.5 – Sede da <i>Solar-Fabrik</i> na Alemanha com 275 m <sup>2</sup> de módulos fotovoltaicos [67].	80
Figura 7.1 - Etapas desenvolvidas ao longo da auditoria.	84
Figura 7.2 – Analisador de potência e energia utilizado [71].	85
Figura 7.3 – Ligação das pinças amperimétricas do equipamento na saída de um disjuntor tetra polar.	86
Figura 7.4 – Câmara termográfica utilizada.	86
Figura 7.5 – Aspeto exterior do Lar “A”.	88
Figura 7.6 – Envidraçados e respetiva proteção solar interior com cortinas.	90
Figura 7.7 – Transformador utilizado e respetivo compartimento – Lar “A”.	91
Figura 7.8 – QGBT e quadro elétrico para compensação do fator de potência.	92
Figura 7.9 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar “A”.	93
Figura 7.10 – Bloqueio de disjuntores e etiquetas de aviso.	93
Figura 7.11 - Percentagem de lâmpadas por piso.	95
Figura 7.12 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência – Lar “A”.	95
Figura 7.13 – Luminárias de encastrar para lâmpadas fluorescentes utilizadas.	96
Figura 7.14 – Lâmpada fluorescente compacta utilizada em sala de estar.	96
Figura 7.15 – Iluminação utilizada na sala de jantar – Piso 1.	97

Figura 7.16 – Iluminação utilizada nos corredores dos quartos – Piso 1.....	97
Figura 7.17 – Iluminação utilizada na sala de lazer – Piso 1.....	98
Figura 7.18 – Iluminação do elevador 1 (esquerda) e do elevador 2 (direita). ....	99
Figura 7.19 – Diagrama de blocos das ligações elétricas de potência – Piso 1. ....	99
Figura 7.20 – Quadro elétrico QEAC (1.2).....	100
Figura 7.21 – Sala com as UTA’s n°1 e 2.....	100
Figura 7.22 – <i>Chiller</i> utilizado no Lar “A”.....	101
Figura 7.23 – Caldeiras a gás natural utilizadas no Lar “A”. ....	101
Figura 7.24 – Reservatórios de AQS. ....	102
Figura 7.25 – Ventiloinvetor fixo no teto.....	103
Figura 7.26 – Termóstato para regulação da temperatura.....	103
Figura 7.27 – Número de ventiloinvetores por piso – Lar “A”. ....	104
Figura 7.28 – Potência dos ventiloinvetores e respetiva quantidade – Lar “A”.....	104
Figura 7.29 – Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários para o Lar “A”.....	106
Figura 7.30 – Diagrama de carga do QPP2 de 21/05 a 25/05.....	107
Figura 7.31 – Diagrama de carga do QPP2 para o dia 22/05/2015.....	107
Figura 7.32 – Diagrama de carga do QPP2 para o dia 24/05/2015.....	108
Figura 7.33 – Comparação dos diagramas de carga do QPP2 dos dias 22/05 a 24/05. ....	108
Figura 7.34 – Equipamento utilizado para manter a comida quente.....	109
Figura 7.35 – Monitorização da frequência durante 5 dias, num total de 97,3 horas... ..	110
Figura 7.36 – Monitorização da tensão de alimentação durante 5 dias, num total de 97,3 horas.....	110
Figura 7.37 – Monitorização da taxa de distorção harmónica durante 5 dias, num total de 97,3 horas. ....	111
Figura 7.38 – Diagrama de carga do QCM de 25/05 a 27/05. ....	112
Figura 7.39 – Diagrama de carga do QCM para o dia 26/05/2015.....	112
Figura 7.40 – Temperatura média mensal no ano de 2014 para o Porto. ....	115

Figura 7.41 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para o Lar “A”... 115	115
Figura 7.42 – Síntese dos custos com eletricidade, gás e água para o Lar “A”..... 116	116
Figura 7.43 - Configuração das lâmpadas retrofit T5 propostas [74]. ..... 117	117
Figura 7.44 – Exemplo de luminária a colocar nos corredores interiores. .... 119	119
Figura 7.45 – Metodologia de implementação da lâmpada LED. .... 122	122
Figura 7.46 - Passos para colocação das lâmpadas retrofit T5. .... 123	123
Figura 7.47 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia. .... 127	127
Figura 7.48 - Energia fornecida pelos painéis e energia necessária ao longo do ano – Lar “A” ..... 133	133
Figura 7.49 – Área considerada para possível colocação das coletores solares – Lar “A” ..... 133	133
Figura 7.50 – Registos fotográficos de deficiências detetadas no isolamento térmico. 134	134
Figura 7.51 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de união entre tubagens. .... 135	135
Figura 7.52 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de tubagem não isolada. .... 135	135
Figura 7.53 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de verificação de isolamento/ponte térmica. .... 136	136
Figura 7.54 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de ligação de interrupor tetrapolar. .... 136	136
Figura 7.55 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de um quadro elétrico..... 137	137
Figura 7.56 – Anilha redutora de duche (à esquerda) e economizador de torneira (à direita). ..... 137	137
Figura 7.57 – Aspeto exterior do Lar “B”. ..... 142	142
Figura 7.58 – Contador digital e QGBT do Lar “B”. ..... 144	144
Figura 7.59 – Bateria de Condensadores do edifício B. .... 145	145
Figura 7.60 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar “B” ..... 146	146
Figura 7.61 - Percentagem de lâmpadas por piso – Lar “B”. ..... 148	148
Figura 7.62 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência. .... 148	148

Figura 7.63 – Iluminação utilizada num corredor do piso 0.....	149
Figura 7.64 – Iluminação utilizada na sala de atividades do piso 0.....	150
Figura 7.65 – Iluminação utilizada na sala de jantar do piso 1.....	151
Figura 7.66 – Caldeiras a gás natural do Lar “B”.....	152
Figura 7.67 – Quadro elétrico do sistema de AVAC do Lar “B”.....	152
Figura 7.68 – Exemplo de radiador utilizado no Lar “B”.....	153
Figura 7.69 – Número de radiadores por piso – Lar “B”.....	153
Figura 7.70 – Número de elementos dos radiadores e respetiva quantidade – Lar “B”.....	154
Figura 7.71 – Diagrama de carga do QCS de 02/05 a 05/06.....	156
Figura 7.72 – Diagrama de carga do QCS para o dia 03/06/2015.....	156
Figura 7.73 – Comparação dos diagramas de carga do QCS dos dias 03/06 a 04/06...157	
Figura 7.74 – Diagrama de carga do Q1(Z) de 05/06 a 08/06.....	158
Figura 7.75 – Diagrama de carga do Q1(Z) para o dia 06/06/2015.....	158
Figura 7.76 – Diagrama de carga do Q1(Z) para o dia 07/06/2015.....	159
Figura 7.77 – Comparação dos diagramas de carga do Q1(Z) dos dias 06/06 a 07/06.159	
Figura 7.78 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para Lar “B”.....	161
Figura 7.79 – Desagregação do consumo total no Lar “B” no ano de 2014.....	162
Figura 7.80 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia – Lar “B”.....	164
Figura 7.81 - Energia fornecida pelos painéis e energia necessária ao longo do ano...167	
Figura 7.82 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) da humidade num rodapé.....	168
Figura 7.83 – Aspeto exterior do Lar “C”.....	171
Figura 7.84 – QGBT do edifício C.....	173
Figura 7.85 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar “C”.....	174
Figura 7.86 - Percentagem de lâmpadas por piso – Lar “C”.....	175
Figura 7.87 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência – Lar “C”.....	176

Figura 7.88 – Relés de impulso (à esquerda) e respetivos botões de pressão (à direita).....	176
Figura 7.89 - Aspeto do interior da central térmica - Lar "C".....	177
Figura 7.90 - Painéis solares instalados no Lar "C".....	177
Figura 7.91 – Diagrama da instalação de AQS.....	178
Figura 7.92 – Número de radiadores por piso – Lar “C”.....	179
Figura 7.93 – Número de elementos dos radiadores e respetiva quantidade – Lar “C”.....	180
Figura 7.94 – Diagrama de carga do QP4 de 27/05 a 29/05.....	182
Figura 7.95 – Diagrama de carga do QP4 para o dia 28/05/2015.....	182
Figura 7.96 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para Lar “C”.....	185
Figura 7.97 – Desagregação do consumo total no Lar “C” no ano de 2014.....	185
Figura 7.98 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia – Lar “C”.....	187
Figura 7.99 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de uma bomba circuladora.....	187
Figura 7.100 – Percentagem de lâmpadas fluorescente compactas, tubulares T8 e incandescentes para cada lar.....	192
Figura 7.101 – Tipo de comando da iluminação utilizado por lar.....	193
Figura 7.102 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor horário da <i>Schneider Electric</i> [80]......	194
Figura 7.103 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor crepuscular da <i>Schneider Electric</i> [80]......	194
Figura 7.104 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor crepuscular astronómico da <i>Schneider Electric</i> [80]......	195
Figura 7.105 - Exemplo de controlo de iluminação por deslastre de circuitos.....	196
Figura 7.106 - Exemplo de controlo de iluminação por modificação da luminosidade.....	196
Figura 7.107 - Exemplo de controlo de iluminação através de DALI.....	197
Figura 7.108 – Comparação de faturas de eletricidade, água e gás natural pagas pelos 3 lares.....	199
Figura 7.109 – Consumo de gás natural por lar.....	199

Figura 7.110 - Consumo de eletricidade por lar. ....	199
Figura 7.111 - Evolução da temperatura ao longo de um dia nos três lares. ....	200
Figura 7.112 - Comparação do consumo por área útil entre o projeto SAVE AGE e os três lares.....	201
Figura 7.113 - Comparação do consumo por idoso entre o projeto SAVE AGE e os três lares. ....	202
Figura 7.114 - Comparação do consumo por área útil entre o projeto SAVE AGE e a média dos três lares. ....	202
Figura 7.115 - Comparação do consumo por idoso entre o projeto SAVE AGE e a média dos três lares. ....	203
Figura 7.116 - Funcionamento de uma UPS do tipo <i>Standby/Off-line</i> [83]. ....	206

# Lista de tabelas

Tabela 1.1 - Planeamento das tarefas e respetivo tempo de execução. ....	2
Tabela 4.1 – Medidas do setor Residencial e Serviços e impactos em 2010 e 2016, adaptado de [25]. ....	30
Tabela 4.2 – Exemplo de consumos elétricos mensais desagregados [29]. ....	36
Tabela 4.3 – Comparação de consumos entre dispositivos e equipamentos, adaptado de [37]. ....	43
Tabela 4.4 – Análise da situação dos preços das fontes de energia nos países Save Age [42]. ....	52
Tabela 4.5 – Resumo da situação da EE em Portugal [42]. ....	55
Tabela 4.6 – Resultados para os estudos das melhores práticas por Portugal [42]. ....	55
Tabela 4.7 – Resultados para os estudos das más práticas por Portugal [42]. ....	55
Tabela 4.8 – Valor EUI1 médio real (kWh/m <sup>2</sup> /ano) vs valor EUI1 médio estimado do benchmark [42]. ....	56
Tabela 4.9 – Valor EUI2 médio real (kWh/residente/ano) vs valor EUI2 médio estimado do benchmark [42]. ....	57
Tabela 4.10 – Resumo das BAT para as diferentes tecnologias, em países do sul e do norte da Europa [42]. ....	58
Tabela 4.11 – Resultados do <i>benchmark</i> para dois indicadores [42]. ....	58
Tabela 4.12 – Resumo dos problemas, medidas, ações e barreiras mais comuns [42]. ...	59
Tabela 7.1 – Descrição do Lar “A” ....	88
Tabela 7.2 – Distribuição das divisões por piso para o Lar “A” ....	89
Tabela 7.3 – Situação contratual do Lar “A” ....	90
Tabela 7.4 - Quantidade de lâmpadas por potência e piso – Lar “A” ....	94
Tabela 7.5 – Caraterísticas do <i>chiller</i> para produção de água fria. ....	101
Tabela 7.6 – Caraterísticas das caldeiras do Lar “A”. ....	102
Tabela 7.7 - Divisão dos ventiloconvectores por piso e potência – Lar “A” ....	104
Tabela 7.8 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o edifício A. ....	105
Tabela 7.9 – Caraterísticas dos elevadores do Lar “A”. ....	111

Tabela 7.10 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “A”.....	113
Tabela 7.11 – Consumo de água no ano de 2014 para o Lar “A”.....	114
Tabela 7.12 – Resumo do estudo para os elevadores.....	118
Tabela 7.13 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 1 – Lar “A”.....	120
Tabela 7.14 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 1 – Lar”A”.....	120
Tabela 7.15 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 2 – Lar “A”.....	121
Tabela 7.16 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 2 – Lar”A”.....	121
Tabela 7.17 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 3 – Lar “A”.....	122
Tabela 7.18 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 3 – Lar”A”.....	123
Tabela 7.19 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 4 – Lar “A”.....	124
Tabela 7.20 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 4 – Lar”A”.....	124
Tabela 7.21 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar”A”.....	125
Tabela 7.22 – Resumo do estudo para as casas de banho.....	126
Tabela 7.23 – Necessidades de gás e <i>pellets</i> e respetiva economia financeira – Lar “A”.....	128
Tabela 7.24 – Custo total do investimento inicial para a caldeira a <i>pellets</i> do Lar “A”.....	128
Tabela 7.25 – Caraterísticas dos <i>chiller’s</i> propostos. ....	129
Tabela 7.26 – Irradiação mensal para a rua onde se situa o Lar “A”.....	132
Tabela 7.27 – Dimensionamento do sistema solar térmico com 27 coletores solares para o Lar “A”.....	132
Tabela 7.28 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores térmicos – Lar “A”.....	133
Tabela 7.29 - Solução A para monitorização de consumos - Lar "A".....	139
Tabela 7.30 - Aspetos positivos e a melhorar - Lar "A".....	140
Tabela 7.31 – Síntese das poupanças para o Lar "A". ....	141
Tabela 7.32 – Descrição do Edifício B. ....	142
Tabela 7.33 – Distribuição das divisões para o piso 0 do Lar “B”.....	143

Tabela 7.34 – Situação contratual do Lar “B”.....	144
Tabela 7.35 - Quantidade de lâmpadas por tipo e por piso – Lar “B”.....	147
Tabela 7.36 – Caraterísticas dos elevadores do Lar “B”. .....	154
Tabela 7.37 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o Lar “B”. .....	155
Tabela 7.38 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “B”.....	160
Tabela 7.39 – Resumo do estudo para os elevadores. ....	163
Tabela 7.40 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar”A”.....	164
Tabela 7.41 – Necessidades de gás e <i>pellets</i> e respetiva economia financeira – Lar “B”. .....	165
Tabela 7.42 – Custo total do investimento inicial para a caldeira a <i>pellets</i> do Lar “B”. .....	166
Tabela 7.43 – Dados de entrada utilizados para o dimensionamento.....	166
Tabela 7.44 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores térmicos.....	167
Tabela 7.45 - Aspetos positivos e a melhorar - Lar "B". .....	169
Tabela 7.46 – Síntese das poupanças para o Lar "B". .....	170
Tabela 7.47 – Descrição do Edifício B. ....	171
Tabela 7.48 – Distribuição das divisões por piso para o Edifício B.....	172
Tabela 7.49 – Situação contratual do edifício C.....	173
Tabela 7.50 - Quantidade de lâmpadas por tipo e por piso – Lar “C”.....	175
Tabela 7.51 – Caraterísticas dos coletores solares do Lar “C”. .....	178
Tabela 7.52 - Quantidade e tipo de radiadores por piso - Lar "C".....	180
Tabela 7.53 – Caraterísticas dos elevadores do Lar “C”. .....	181
Tabela 7.54 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o Lar “C”. .....	181
Tabela 7.55 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “C”.....	183
Tabela 7.56 – Consumo de água no ano de 2014 para o Lar “C”.....	184
Tabela 7.57 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar”A”.....	186
Tabela 7.58 - Composição da temperatura em função da classe de isolamento.....	188

Tabela 7.59 - Aspectos positivos e a melhorar - Lar "C". .....	189
Tabela 7.60 – Síntese das poupanças para o Lar "C". .....	189
Tabela 7.61 - Sistemas e Equipamentos utilizados pelos três lares. ....	190
Tabela 7.62 - Síntese do tipo de iluminação utilizada nos três lares e respectiva potência. ....	191
Tabela 7.63 - Síntese do tipo de iluminação utilizada por lar.....	192
Tabela 7.64 - Quantidade de equipamentos de aquecimento para os três lares. ....	198
Tabela 7.65 – Índice de eficiência energética para os 3 lares.....	201
Tabela 8.1 – Análise custo-benefício para os três lares. ....	208

# Lista de abreviaturas e siglas

BAT	<i>Best Available Techniques</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>
CFL's	Lâmpadas Fluorescentes Compactas
CHP	<i>Combined Heat and Power</i>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
EE	Eficiência Energética
FER	Fontes de Energia Renováveis
HVAC	<i>Heating, Ventilating and Air Conditioning</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
LOR	<i>Light Output Ratio</i>
LTI	Lares de Terceira Idade
MRE	Medidas de Racionalização de Energia
NZEB	<i>Nearly zero energy buildings</i>
PCI	Poder calorífico inferior
PCS	Poder calorífico superior
PT	Posto de Transformação
QAI	Qualidade do Ar Interior
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
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios
SEEP	Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos
SCE	Sistema Certificação Energética dos Edifícios
SCM	Santa Casa da Misericórdia
tep	Tonelada equivalente de petróleo
UE	União Europeia

UPAC	Unidade de Produção para Autoconsumo
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
URE	Utilização Racional de Energia
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento e motivação

Melhorar o desempenho energético dos edifícios é um fator essencial para a garantir a sustentabilidade energética. É necessário ter em conta que este setor é responsável pelo consumo de aproximadamente 40 % da energia final na Europa, percebendo-se assim que é fundamental adotar medidas de eficiência energética.

A promoção da eficiência energética é uma aposta que diminuirá a dependência e predominância dos sistemas energéticos convencionais atuais. O aproveitamento das tecnologias disponíveis para integração nos edifícios passa ainda pelo desenvolvimento de ferramentas de gestão e controlo capazes de tratar o edifício como a central produtora e consumidora de energia, integrando os diferentes componentes e capacidades de interligação com a rede externa, a rede inteligente do futuro, num ambiente economicamente otimizado.

Relativamente ao tema desta dissertação, surgiu no âmbito da necessidade crescente em reduzir os custos com a energia nos edifícios, nomeadamente, em lares de idosos. A análise é efetuada em três lares com datas de construção e capacidades diferentes. É de salientar que estas instituições funcionam 24 horas por dia, 365 dias por ano, muitas das vezes com a ocupação máxima. Deste modo, é importante implementar medidas de eficiência energética neste tipo de instituições. Assim, é fundamental alertar a gestão, os funcionários e os próprios idosos (dependendo dos casos) sobre as potenciais fontes de poupança energética existentes e sensibilizá-los para a promoção da racionalização energética e do uso eficiente da energia.

## 1.2 Objetivos da dissertação

Sendo a redução e otimização dos custos operacionais cada vez mais importantes em todos os setores, verifica-se que existe a necessidade de intervir nas instalações. Como tal, foram definidos alguns objetivos para esta dissertação:

- Caracterizar e analisar de uma forma crítica os consumos energéticos de três lares de idosos;
- Recolher informação que possibilite fundamentar medidas de economia do consumo de energia, numa visão de eficiência energética e de utilização racional

de energia, não só numa perspetiva de redução da fatura energética, mas também numa visão de desenvolvimento sustentável;

- Conhecer os principais equipamentos consumidores de energia, assim como o seu estado de funcionamento, de forma a planificar ações para redução de consumos;
- Comparar as soluções tecnológicas adotadas pelos três lares e respetivos indicadores de eficiência energética;
- Recolher, analisar e tratar os dados obtidos na monitorização dos consumos;
- Propor medidas e soluções de gestão de energia e eficiência energética.

### 1.3 Planificação das atividades

O trabalho desenvolvido foi dividido ao longo do tempo. Na Tabela 1.1 é possível visualizar o avanço das diferentes etapas ao longo do tempo e o respetivo escalonamento.

Tabela 1.1 - Planeamento das tarefas e respetivo tempo de execução.

Nº	Designação da tarefa	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul	
		1-18	19-31	1-15	16-28	1-15	16-31	1-19	20-30	1-17	18-31	1-14	15-30	1-12	13-31
1	Análise da proposta de trabalho	■													
2	Pesquisa bibliográfica	■	■	■											
3	Redação do relatório (Teórica + Caso de Estudo)			■	■	■	■					■	■	■	
4	Entrega das faturas das instituições					■									
5	Visita inicial aos lares							■	■						
6	Planeamento do trabalho de campo							■							
7	Trabalho de campo nos lares							■	■	■	■				
8	Tratamento de dados											■			
9	Pesquisa de soluções tecnológicas alternativas									■	■	■			
10	Recomendações e intervenções a efetuar nos lares											■	■		
11	Correção global do relatório											■	■	■	
12	Elaboração da apresentação														■

A primeira coluna indica a referência numérica e segunda a designação das diversas tarefas. Através da observação da tabela verifica-se que as tarefas com maior duração foram a 3 e a 7, correspondentes à redação do relatório e ao trabalho de campo, respetivamente.

### 1.4 Organização da dissertação

Esta dissertação está estruturada em oito capítulos. O presente capítulo identifica o contexto do trabalho, caracterizando os principais objetivos assim como a metodologia utilizada.

O capítulo 2 expõe o tema da energia e da sustentabilidade, apresentando-se os conceitos de desenvolvimento sustentável. Além disso, apresenta-se também o setor energético e o consumo de energia em Portugal.

No capítulo 3 é feita uma revisão da literatura acerca do estado da arte da energia nos edifícios, apresentando-se a situação dos edifícios na Europa e em Portugal assim com a eficiência energética nos mesmos. Abordam-se também os conceitos de edifícios de balanço energético zero e quais as características deste tipo de edifícios.

O capítulo 4 apresenta a questão da eficiência energética em Lares de Idosos, nomeadamente através de um projeto realizado a nível Europeu. São ainda apresentados os programas e planos nacionais nesta temática. As auditorias energéticas e a utilização racional da energia são ainda consideradas.

O capítulo 5 trata a monitorização de consumos energéticos em edifícios, sendo apresentadas soluções tecnológicas “*low cost*” para o efeito.

O capítulo 6 aborda a integração de energias renováveis em edifícios, nomeadamente a questão da energia solar, eólica, geotérmica e cogeração.

O capítulo 7 apresenta a auditoria energética efetuadas aos três lares de idosos, sendo que para cada um deles é caracterizado o edifício e a instalação elétrica. Além disso, são analisadas as faturas de eletricidade, gás natural e água dos mesmos. São ainda propostas intervenções para os sistemas de iluminação e de aquecimento e soluções para monitorização dos consumos. No final deste capítulo apresentam-se um estudo comparativo entre os três lares.

Por fim, no capítulo 8 são apresentadas as conclusões finais e propostas de trabalho futuro.



# 2 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

## 2.1 Enquadramento

A energia teve sempre um papel central no desenvolvimento e funcionamento da economia mundial. Trata-se de um *input* essencial à produção agrícola, transportes, indústria, comércio e habitação. Essa dependência de energia vai continuar a crescer com o aumento da população mundial e com o melhorar do nível de vida. A tendência para o aumento da mobilidade, a urbanização e uma economia global integrada irá acelerar ainda mais a utilização de energia e a respetiva dependência. A extração, o transporte e o armazenamento de combustíveis acarretam um grande impacto ambiental, assim como o seu consumo final e respetiva eliminação de resíduos. Estes encargos têm manifestações locais, regionais e globais, que vão desde impactos sobre o solo, as águas subterrâneas e do uso da terra até impactos na atmosfera e nos oceanos [1].

Neste capítulo são tecidas considerações acerca do conceito de desenvolvimento sustentável bem como do setor energético e consumo de energia primária em Portugal (apresentando-se dados comparativos com a União Europeia). Aborda-se ainda sucintamente a contribuição das fontes de energia renováveis para o consumo de energia primária. Apresenta-se a questão do consumo de energia elétrica e gás natural em Portugal uma vez que estas fontes de energia estão presentes em todos os lares, fazendo-se assim uma contextualização da situação do país.

## 2.2 O conceito de desenvolvimento sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu no final do século XX, pela verificação de que o desenvolvimento económico também tem que levar em conta o equilíbrio ecológico e a preservação da qualidade de vida das populações humanas a nível global.

A ideia de desenvolvimento sustentável tem por base o princípio de que o Homem deve gastar os recursos naturais de acordo com a capacidade de renovação desses recursos, de modo a evitar que estes se esgotem. A Figura 2.1 apresenta a ligação entre a utilização de resíduos e de recursos naturais [2].

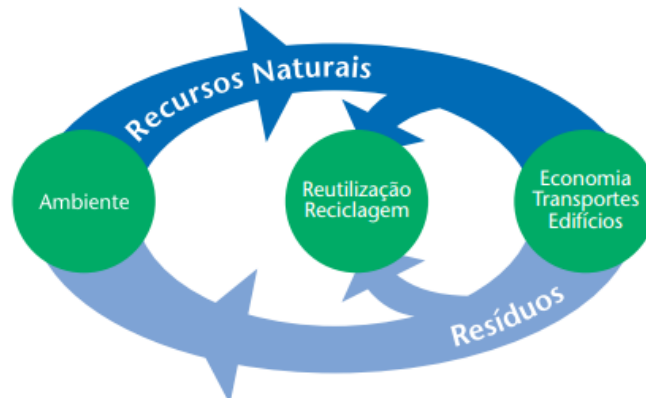


Figura 2.1 – Utilização dos recursos naturais [2].

A sustentabilidade assenta nos seguintes princípios ou regras de gestão de recursos [2]:

- A exploração dos recursos renováveis não deve exceder ritmos de regeneração;
- As emissões de resíduos poluentes devem ser reduzidas ao mínimo e não devem exceder a capacidade de absorção e de regeneração dos ecossistemas;
- Os recursos não renováveis devem ser explorados de um modo quase sustentável limitando o seu ritmo de esgotamento ao ritmo de criação de substitutos renováveis. Sempre que possível deverá ser feita a reutilização e a reciclagem dos resíduos resultantes da utilização de recursos não renováveis.

O desenvolvimento sustentável apela a mudanças estruturais a longo prazo na economia e no sistema social, com o objetivo de reduzir o consumo dos recursos naturais mantendo o potencial económico e a coesão social. A atividade económica, o meio ambiente e o bem-estar global da sociedade formam o tripé básico no qual se apoia a ideia de desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável só pode ser alcançado se estes três eixos evoluírem de forma harmoniosa [2].

Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser representado pela Figura 2.2 em que os três círculos representam a dimensão ambiental, económica e social associada [2].

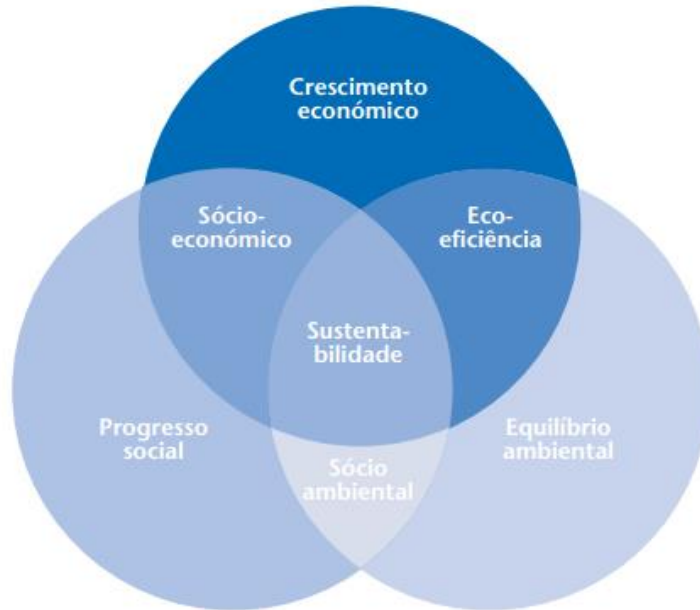


Figura 2.2 – Dimensão ambiental, económica e social do desenvolvimento sustentável [2].

Para alcançar o desenvolvimento sustentável a nível energético, de acordo com [2] existem três estratégias complementares:

- Intensificação da eficiência energética<sup>1</sup> e da cogeração;
- Aumento das energias renováveis;
- Fixação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

A Figura 2.3 mostra as estratégias para o desenvolvimento sustentável e o respetivo horizonte temporal.

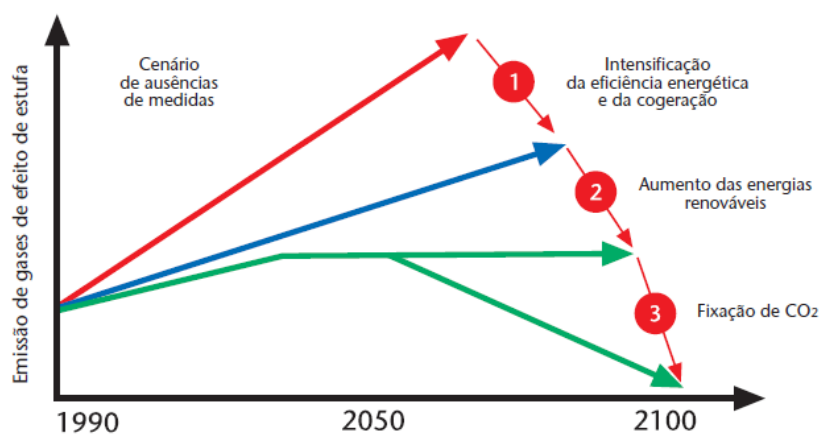


Figura 2.3 – Estratégias para o desenvolvimento sustentável [2].

<sup>1</sup> Os termos eficácia e eficiência energética são dois conceitos distintos. A eficácia energética traduz-se em optar pela melhor forma de alcançar um resultado, enquanto a eficiência passa por desempenhá-la bem. Ou seja, torna-se não só necessário optar por equipamentos energeticamente mais eficientes, mas também por estudá-los e perceber qual a sua forma de aplicação mais eficaz e que promova ainda mais a sua eficiência energética.

Enquanto a primeira estratégia procura atenuar o crescimento da procura de energia, a segunda tem como objetivo dar resposta à satisfação da procura, utilizando de forma crescente recursos renováveis. As duas estratégias anteriores têm como objetivo principal minimizar os impactos ambientais da produção de energia. Durante o século XXI os combustíveis fósseis ainda terão um papel relevante para viabilizar uma transição suave para as energias renováveis. Como estratégia complementar às anteriores, a fixação de CO<sub>2</sub> permitirá a utilização de combustíveis fósseis sem os impactos negativos associados às emissões de CO<sub>2</sub> [2].

## **2.3 Situação Energética Portuguesa**

### **2.3.1 Aspetos gerais**

O setor energético, essencial para o equilíbrio das economias mundiais, tem um forte impacto ambiental, quer pela ligação ao consumo de combustíveis fósseis com uma disponibilidade finita, como o petróleo e carvão, mas essencialmente porque gera, através do consumo destes combustíveis, um nível considerável de emissões de gases com efeito de estufa, em particular CO<sub>2</sub>, que estão diretamente relacionadas com as alterações climáticas [3]. Os objetivos da política energética: segurança no abastecimento, crescimento económico e competitividade e sustentabilidade ambiental - continuam a ser os principais pilares sobre os quais deve assentar qualquer estratégia neste domínio, sobretudo para um país como Portugal, que tem um elevado grau de dependência externa. A política nacional para as fontes de energia renováveis (FER) está integrada numa nova visão para 2020 do setor energético, a qual procura aproveitar as sinergias resultantes da articulação das estratégias para a procura e oferta de energia, tendo como principal objetivo colocar a energia ao serviço da economia e das famílias, garantindo em simultâneo a sustentabilidade de preços [3].

Foi desta forma estabelecido para Portugal, para o horizonte de 2020:

- Um objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25%;
- Um objetivo específico para a Administração Pública de -30%.

No plano da utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, pretende-se que os objetivos definidos para 2020, 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes, sejam cumpridos ao menor custo para a economia [3].

### 2.3.2 Consumo de Energia Primária em Portugal

Ao longo da história, as necessidades das sociedades em energia têm vindo a aumentar, particularmente após a Revolução Industrial. O consumo crescente de energia tem sido satisfeito pela utilização do carvão, do petróleo e, mais recentemente, do gás natural. Estes combustíveis fósseis são recursos naturais não renováveis, devido à sua taxa de formação ser muito lenta em relação à escala temporal do homem [2].

A Figura 2.4 mostra a dependência energética de Portugal, uma vez que os combustíveis fósseis são totalmente importados.

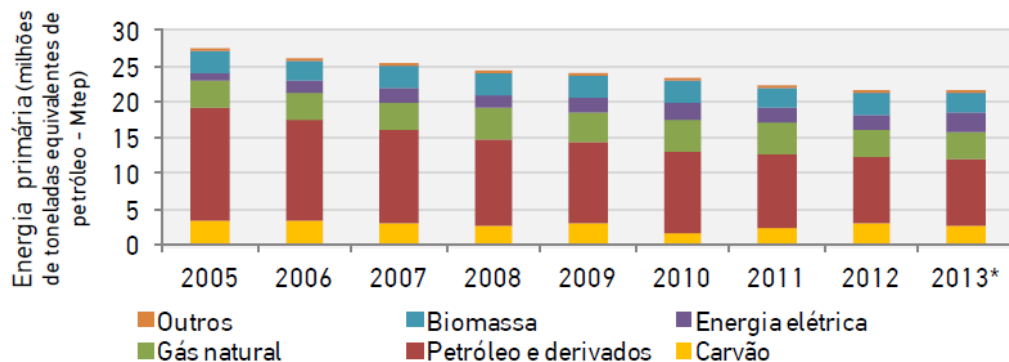


Figura 2.4 – Consumo de energia primária por fonte energética em Portugal [4].

O petróleo e derivados têm sido a fonte energética mais utilizada ao longo dos anos, embora o seu peso relativo tenha vindo a diminuir, passando de 58,6% do consumo de energia primária em 2005 para 43,5% em 2013 [4]. Entre 2009 e 2012, o consumo de energia primária decresceu 10,2%, promovido essencialmente pelo decréscimo no consumo de petróleo (-19,4%). Em 2013, o consumo de energia primária em Portugal foi de 21 704 ktep, mais 1,0% que em 2012 (21 482 ktep), promovido sobretudo pelo aumento de 19,6% no consumo de eletricidade e também pelo aumento de 3,8% no consumo de petróleo [3].

Em comparação com a estrutura de consumo de energia primária da UE28<sup>2</sup>, segundo dados de 2012, Portugal tem uma maior dependência do petróleo, 43,3% comparada com 35,2%, mas por outro lado consome menos carvão, 13,6% face a 16,8%. Realça-se ainda a importância que a energia nuclear tem como fonte de energia primária na UE28, representando 13,8% do total de energia primária consumida em 2012.

<sup>2</sup> Países membros da União Europeia - 28

Em 2013, cerca de 73,9% da energia primária consumida em Portugal foi importada, o que traduz a elevada dependência energética do país face ao exterior, tal como se apresenta na Figura 2.5. Face a 2012, a dependência energética nacional diminuiu 5,5 %, em 2013, promovida pelo decréscimo do consumo de carvão e de gás natural em resposta ao aumento da produção hidroelétrica, o que determinou um decréscimo das importações líquidas de energia primária [3].

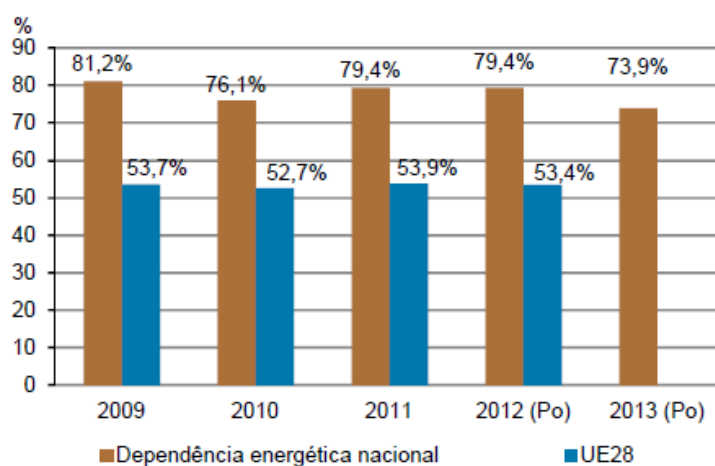


Figura 2.5 – Dependência Energética Nacional [3].

De acordo com o atual ritmo de exploração, estima-se que as reservas petrolíferas conhecidas estejam na sua maioria esgotadas até ao ano de 2050. O horizonte temporal do gás natural é um pouco mais dilatado e a utilização em larga escala do carvão, cujas reservas são de alguns séculos, é a mais gravosa em termos ambientais. Relativamente ao consumo de energia final em Portugal por setores, pode ver-se essa desagregação na Figura 2.6.

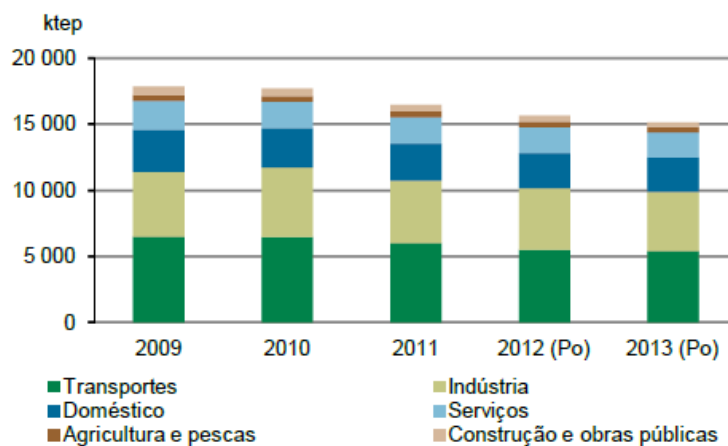


Figura 2.6 – Consumo de energia final por setor de atividade [3].

Em 2013, o setor dos transportes foi responsável por 35,9% do consumo de energia final, a indústria por 29,3% e as famílias por 17,3%. Realça-se que no período em análise, apesar da sua baixa importância face ao total do consumo final, a inversão de posições entre a agricultura e o setor da construção, que passaram respetivamente de 2,4% e 3,7% do consumo em 2009 para 3,0% e 2,2% do consumo final em 2013 [3].

### 2.3.3 Energias Renováveis em Portugal

A contribuição das fontes de energia renováveis para o consumo de energia primária foi de 24,5% em 2013 (+ 2.6 p.p. face a 2012). No período em análise destacam-se os anos de 2010 e 2013, que dado o nível de precipitação elevado que registaram, apresentaram uma maior contribuição da energia hídrica, 6,2% e 5,9% respetivamente, para o total das energias renováveis no consumo primário. A biomassa (lenhas e resíduos florestais, biogás e biodiesel) continuou a ser em 2013 a fonte de energia renovável com maior contribuição para o consumo primário (7,6%), tal como se pode visualizar na Figura 2.7 [3].

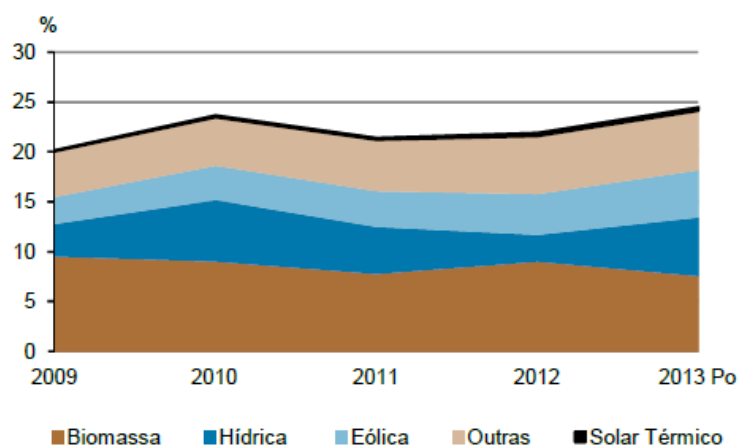


Figura 2.7 – Proporção de fontes renováveis no consumo de energia primária em Portugal [3].

A energia elétrica produzida a partir de fontes renováveis, cerca de 2 656 ktep em 2013, representou 59,8% do total de eletricidade produzida em Portugal, tal como se pode visualizar na Figura 2.8. Em termos da importância de cada fonte para o total da produção de eletricidade a partir das fontes renováveis, em 2013, a componente hídrica representou 48,1%, a eólica 38,9% e a térmica 10,8% (inclui a queima de biomassa e resíduos sólidos urbanos), sendo as restantes pouco significativas [3].

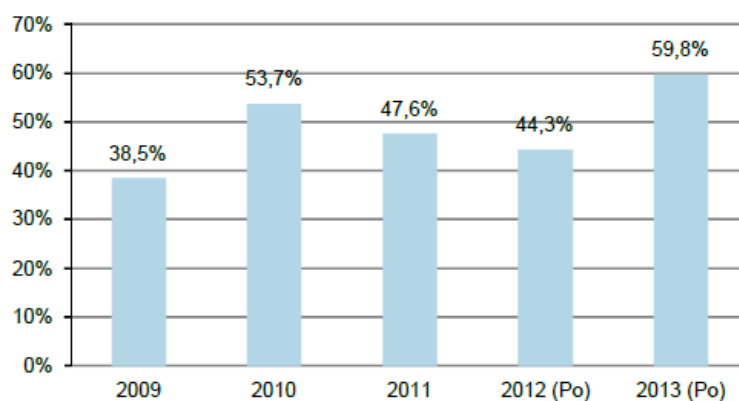


Figura 2.8 – Contribuição das fontes renováveis para a produção total de eletricidade [3].

Em 2013, a potência total instalada de energias renováveis foi 11 312 MW, a qual apresentou desde 2009 um crescimento progressivo de 24,2%, promovido essencialmente pelo aumento de 1 167 MW de potência instalada de energia eólica. Em termos relativos, a potência instalada de energia hídrica representou, em 2013, cerca de 48,9% da potência instalada total e a energia eólica cerca de 41,8% [3]. Na Figura 2.9 apresenta-se a evolução da capacidade instalada de energias renováveis.

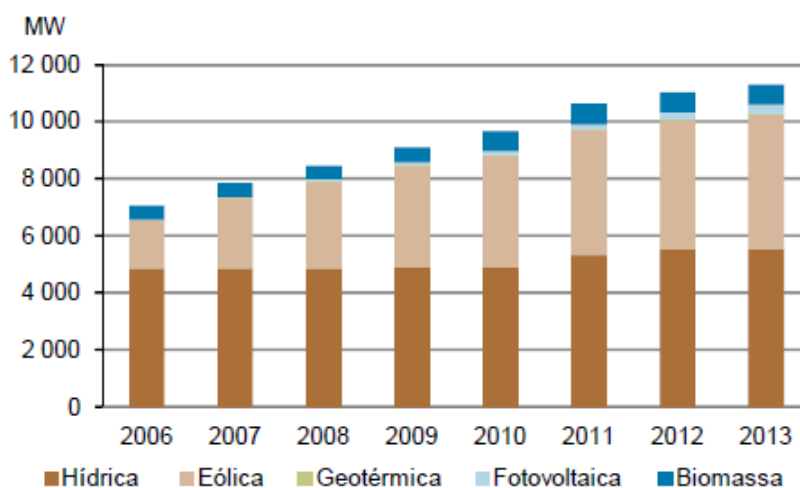


Figura 2.9 – Capacidade instalada de energias renováveis [3].

# 3 A ENERGIA E O EDIFICADO

## 3.1 Enquadramento

Os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia e 36% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na União Europeia (EU) [5]. A conceção dos edifícios para 2020 terá que ter em conta a harmonização entre o elevado desempenho energético e o recurso integral às energias de fonte renovável para produção das suas necessidades.

Atendendo à estrutura, este capítulo começa por apresentar alguns dados dos edifícios em Portugal, nomeadamente, o seu índice de envelhecimento e os respetivos períodos de construção. Além disso, é feita uma revisão cronológica da evolução do processo legislativo para os edifícios em Portugal, complementando-se essa questão com a referência à evolução do respetivo desempenho energético. Também se faz referência aos edifícios de balanço energético zero, apresentando-se a definição, características e soluções construtivas para os mesmos.

## 3.2 Aspetos gerais do parque edificado em Portugal

### 3.2.1 Aspetos gerais

Atualmente, cerca de 35% dos edifícios da UE têm mais de 50 anos de idade. Ao melhorar a eficiência energética dos edifícios, o consumo total de energia da UE poderia ser reduzido até 5% a 6% e as emissões de CO<sub>2</sub> em cerca de 5% [5]. No caso concreto de Portugal, pode-se extrapolar que os valores acima sejam da mesma ordem de grandeza.

### 3.2.2 Índice de Envelhecimento dos edifícios Portugueses

A dinâmica construtiva das últimas décadas (atualmente quase parada), faz com que uma parte muito significativa do parque habitacional seja relativamente jovem, o que determina que os índices de envelhecimento<sup>3</sup> sejam relativamente baixos.

---

<sup>3</sup> O Índice de Envelhecimento dos Edifícios é igual ao Numero de Edifícios construídos até 1960 dividido pelo Número de Edifícios construídos após 2001

O índice de envelhecimento dos edifícios é de 1,9, o que significa que o número de edifícios construídos até 1960 é menos do dobro daqueles que foram construídos após 2001. Em termos regionais, a Região Autónoma da Madeira e a região do Algarve apresentam os índices mais baixos, cerca de 1,4 cada [6]. O parque habitacional do Alentejo apresenta o índice de envelhecimento mais elevado com 3,2, tal como se apresenta na Figura 3.1.

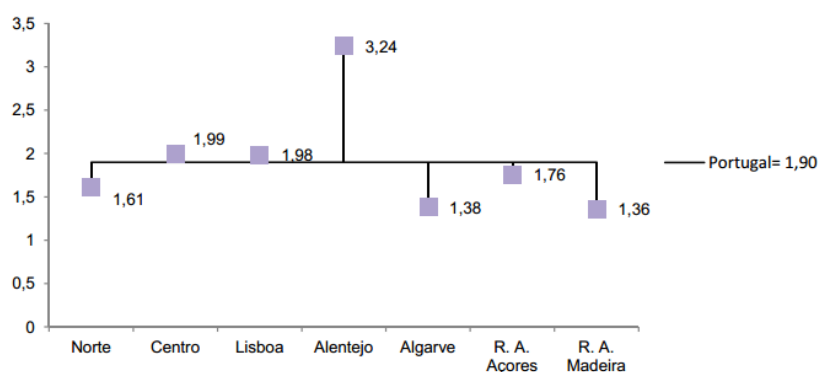


Figura 3.1 – Índice de envelhecimento dos edifícios por NUTS II<sup>4</sup>, em 2011 [6].

Lisboa e Porto são os municípios do país com o parque habitacional mais envelhecido: os índices de envelhecimento dos edifícios são de 11,2 e 11,1, respetivamente. No entanto, existem 31 municípios que apresentam índices de envelhecimento inferiores a 1. Isto significa que as construções realizadas na última década superam o edificado até 1960. Estão nesta situação Braga, Viseu, Benavente, Porto Santo, Sesimbra, Castro Marim, entre outros. Os municípios da região Alentejo e do interior na região Centro apresentam globalmente índices de envelhecimento superiores [6].

### 3.2.3 Períodos de construção dos edifícios Portugueses

Observando a temática dos edifícios portugueses de outro ponto de vista, a Figura 3.2 apresenta os edifícios residenciais nacionais, classificadas por períodos de construção e mostra que quase 50 % das moradias são anteriores a 1990, indicando o potencial que estes edifícios têm para a renovação da eficiência energética [7].

<sup>4</sup> Constituído por sete unidades, cinco no continente e os territórios das regiões autónomas.

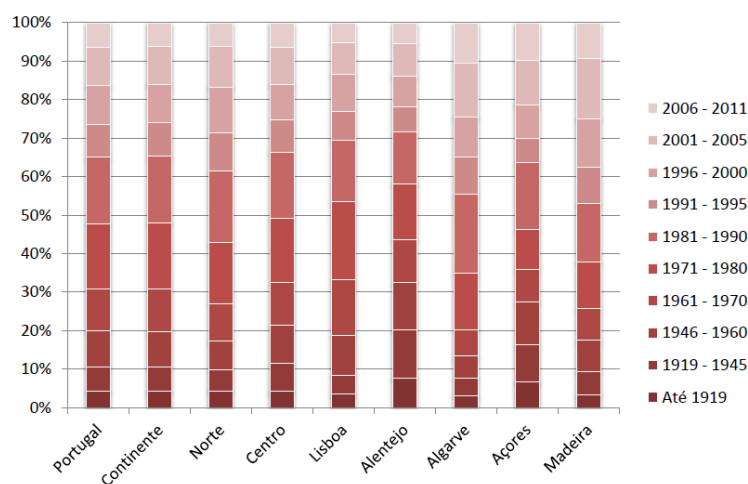


Figura 3.2 – Edifícios residenciais em Portugal classificados por períodos de construção [7].

Outra das variáveis relevantes a observar diz respeito à percentagem de edifícios que se encontram ocupados. Independentemente das leituras que possam ser feitas relativamente ao impacto que o abrandamento económico tem no número de edifícios não ocupados, importa fazer uma leitura idêntica relativamente ao impacto que o estado de conservação tem na atratividade do parque habitacional tendo em vista a sua ocupação, sendo visível que habitações mais antigas apresentam taxas de ocupação também mais baixas, Figura 3.3.

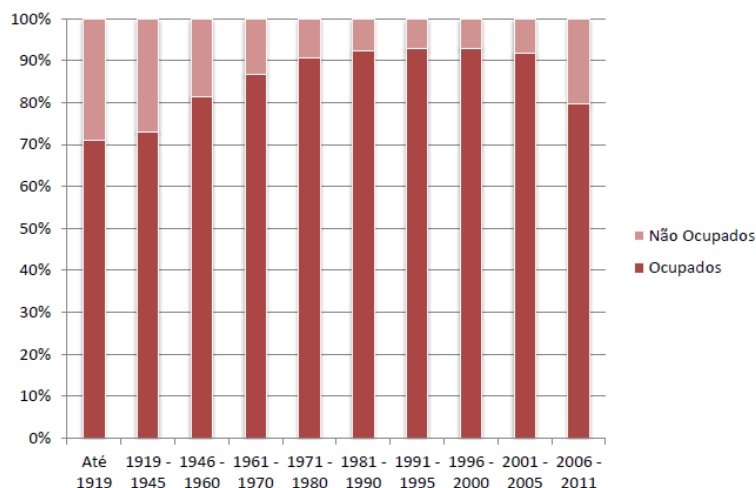


Figura 3.3 – Percentagem de ocupação de edifícios de acordo com o período de construção [7].

Assim, e numa análise mais simples, enquadrada também pela inexistência de quaisquer requisitos de natureza energética na construção de edifícios mais antigos, verifica-se que estes apresentam um potencial de melhoria do desempenho energético bastante significativo, sendo assim um objeto privilegiado de intervenções de eficiência energética [7].

## **3.3 Processo legislativo de Eficiência Energética dos Edifícios**

### **3.3.1 Enquadramento**

Num edifício, quando se analisa a possibilidade de incluir medidas de eficiência energética, deve-se ter em conta seguintes características [8]:

- Isolamento térmico nos elementos opacos da envolvente;
- Existência de pontes térmicas (pontos localizados onde há maior perda de calor em relação às restantes áreas) na envolvente do edifício;
- Presença de humidade;
- Desempenho térmico de vãos envidraçados e portas (perdas de calor por transmissão térmica e por infiltrações de ar);
- Proteções solares adequadas nos vãos envidraçados de forma a regular a carga térmica nas estações de arrefecimento;
- Controlo da ventilação, de forma a otimizar os níveis de humidade relativa e temperatura. A humidade aumenta significativamente a condutividade térmica da maioria dos materiais isolantes, diminuindo a sua eficiência, além de ser prejudicial para a saúde, pois favorece o desenvolvimento de bactérias;
- Gestão do uso: atenção ao estado das janelas e portas e climatização apenas em espaços necessários.

As medidas de eficiência energética a aplicar na envolvente dos edifícios já existentes podem realizar-se através de [8]:

- Reforço da sua proteção térmica (aumento do isolamento térmico, controlo dos ganhos solares);
- Controlo das infiltrações de ar (reabilitação da caixilharia exterior);
- Recurso a tecnologias solares passivas (arrefecimento evaporativo, cores claras nas fachadas, melhoria do arrefecimento passivo e ventilação natural).

Na conceção de um edifício, a adoção de algumas estratégias poderá influenciar significativamente o seu desempenho em termos do conforto térmico no seu interior e, consequentemente, dos seus ocupantes.

Como o consumo energético depende das condições de conforto que os ocupantes querem atingir, se o edifício estiver pouco adaptado ao clima local será necessário maior consumo de energia para atingir as condições de conforto térmico pretendido [2]. Na Figura 3.4 apresentam-se os aspetos essenciais para um edifício sustentável.

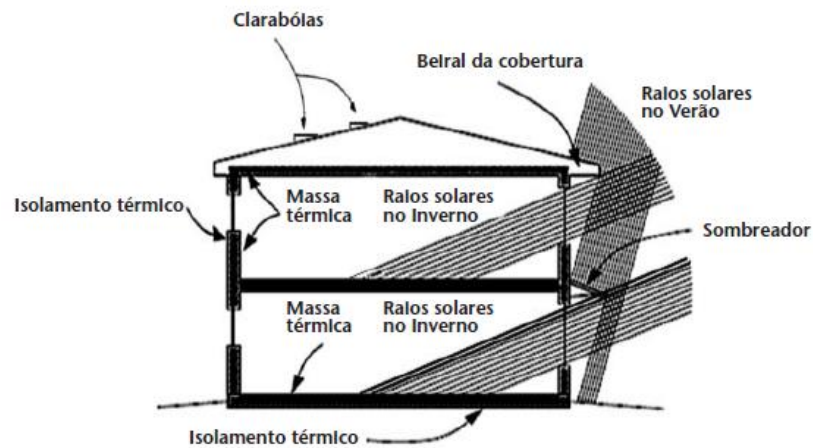


Figura 3.4 – Aspetos essenciais para um edifício sustentável com a fachada principal virada a sul [2].

As estratégias a adotar num determinado edifício ou projeto, deverão ser seleccionadas tendo em atenção a especificidade climática do local, a função do edifício e, conseqüentemente, o modo de ocupação e operação do mesmo, com o objetivo de promover um bom desempenho em termos de adaptação ao clima. Deve-se fazer o aproveitamento da massa térmica, através da utilização de sistemas solares passivos, tirando partido da capacidade do betão em termos de armazenagem de calor/energia [2].

Na Figura 3.5 apresentam-se os vários aspetos relevantes para a construção de um edifício sustentável.

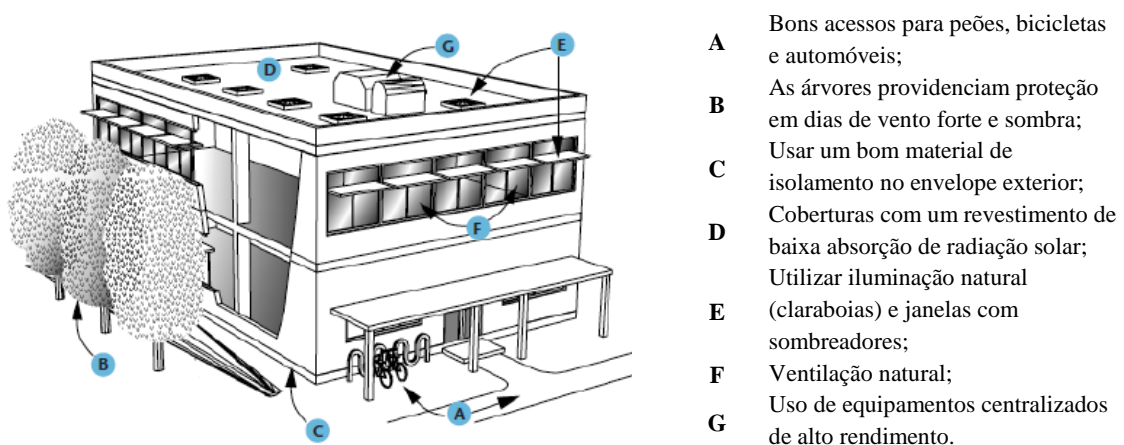


Figura 3.5 – Aspetos relevantes de construção de um edifício sustentável [2].

### **3.3.2 Evolução do Processo Legislativo em Portugal**

A primeira legislação que impôs requisitos térmicos nos edifícios surgiu a 6 de Fevereiro de 1990 com o Decreto - Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro, em que se estabeleceu o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Foram nessa altura introduzidos no projeto de edifícios os aspetos térmicos e energéticos, através da definição de requisitos mínimos para a envolvente. Este regulamento introduziu regras que tiveram em conta:

- O conforto térmico;
- O consumo de energia;
- A ocorrência de condensações na estrutura.

Incluía ainda exigências e limites para necessidades de aquecimento no Inverno e necessidades de arrefecimento no Verão [9].

Em 2006, no seguimento da Diretiva Europeia 2002/91/CE e com o objetivo de melhorar o desempenho energético dos edifícios, Portugal publicou o Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) e o RCCTE, através dos Decretos-Lei nº78/2006, nº79/2006 e nº80/2006, respetivamente (ambos de 4 de Abril). Posteriormente, em Agosto de 2013 foi publicado o Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto. Na Figura 3.6 apresenta-se a evolução do processo legislativo em Portugal.

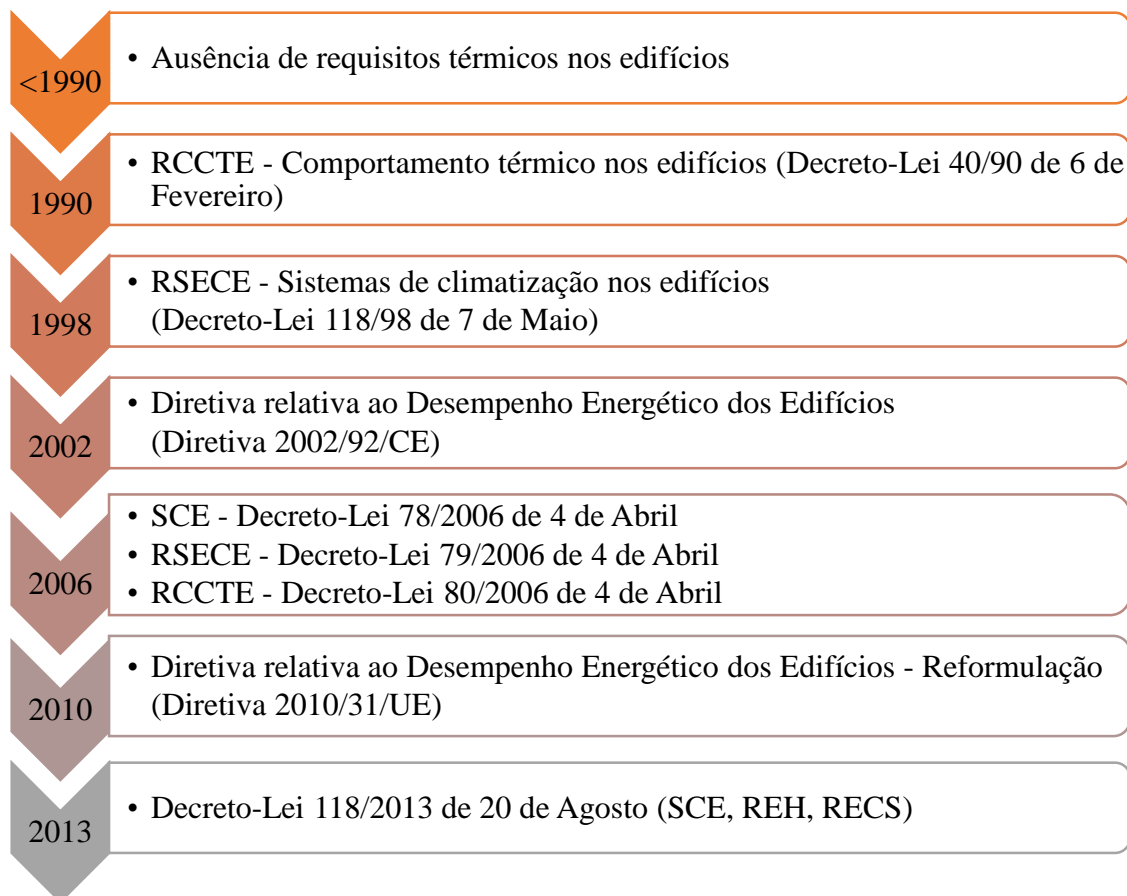


Figura 3.6 – Evolução do processo legislativo em Portugal, adaptado de [10].

### 3.3.3 Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

O Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto transpõe para o direito nacional a Diretiva 2010/31/UE, relativa ao desempenho energético dos edifícios, revendo a legislação nacional referente ao SCE em vigor desde 2006. Neste diploma estão incluídos o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (RECS). Na Figura 3.7 é possível verificar a alteração das áreas de atuação da legislação de 2006 face a 2013. Existe uma 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, facilitando 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.

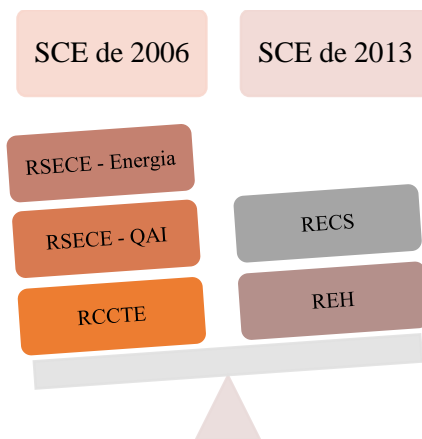


Figura 3.7 – Alteração das áreas de atuação.

O SCE tem por objetivos, entre outros: assegurar a aplicação regulamentar no que respeita às condições de eficiência energética e à utilização de sistemas de energias renováveis de acordo com as exigências e disposições contidas no REH e no RECS; certificar o desempenho energético nos edifícios; identificar as medidas corretivas ou de melhoria de desempenho energético aplicáveis aos edifícios e principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios, ficando assim, igualmente sujeitos a padrões mínimos de eficiência energética, os sistemas de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis de gestão de energia [11].

O REH estabelece os requisitos para os edifícios de habitação, novos ou sujeitos a intervenções, bem como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, em condições nominais, de todos os edifícios de habitação e dos seus sistemas técnicos, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente [11].

O RECS estabelece as condições a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior [11].

Na sequência do Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto, existe uma grande diferença na constituição das legislações face ao SCE de 2006, tal como é possível verificar na Figura 3.8.

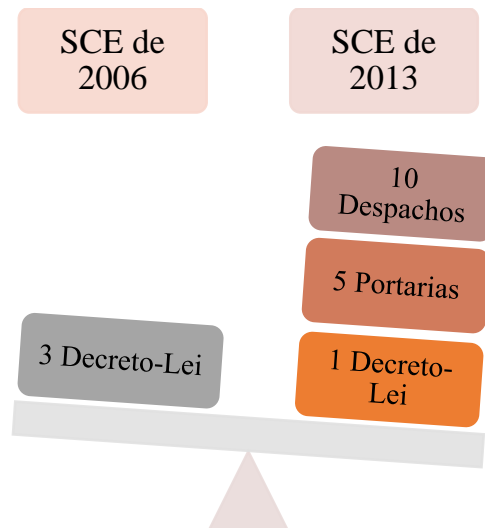


Figura 3.8 – Diferenças nas constituições das legislações.

### 3.3.4 Evolução do desempenho energético dos edifícios em Portugal

Fruto da implementação da legislação referida na secção 3.3.2, tem vindo a verificar-se uma melhoria do desempenho energético do parque edificado nacional ao longo dos últimos 25 anos, desde a publicação da primeira regulamentação em 1990. Na Figura 3.9 é possível observar a evolução do desempenho energético dos edifícios por período construtivo, sendo de notar uma nítida melhoria a partir da década de 90, correspondendo ao primeiro regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios [12].

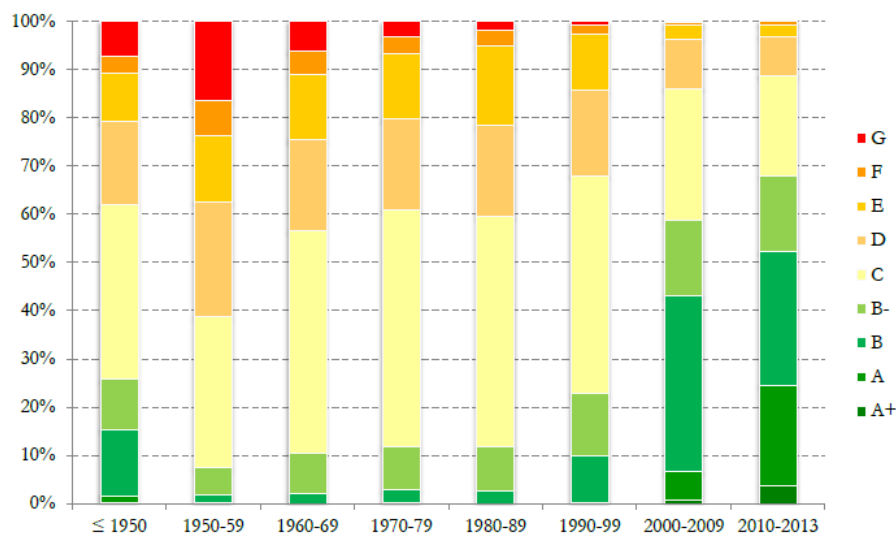


Figura 3.9 – Evolução do desempenho energético dos edifícios por período construtivo [12].

Entre 1950 e 1959 menos de 10% dos edifícios apresentavam classe de desempenho energético A ou A+.

### **3.3.5 Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos**

O Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos (SEEP) é um sistema de marcação ou etiquetagem voluntário que permite ao utilizador final comparar o desempenho energético de produtos pela classificação do seu desempenho energético.

A etiqueta energética, amplamente utilizada na classificação energética de eletrodomésticos, é já uma presença familiar na aquisição de novos equipamentos consumidores de energia. A etiqueta SEEP alarga este conceito de classificação do desempenho energético a produtos não regulados pela Diretiva de rotulagem energética, mas que desempenham um papel fulcral no consumo e consequente desempenho energético dos edifícios [13]. O primeiro produto com etiqueta energética do SEEP são as janelas. Estas são elementos críticos no conforto térmico de um edifício, sendo responsáveis não só por perdas de calor no Inverno, mas também por ganhos de calor no Verão, revelando-se como um dos elementos chave e com elevado potencial de melhoria numa habitação. Tal facto é comprovado pelo elevado número de certificados energéticos que apresentam a intervenção nos vãos envidraçados como uma das medidas de melhoria no desempenho energético do imóvel [14].

Esta etiqueta energética, Figura 3.10, permite aos consumidores comparar soluções de mercado mediante a simples verificação da classe de desempenho energético, que vai de G (menos eficiente) a A (mais eficiente). A classe resulta da avaliação do desempenho da janela no mês mais frio e no mês mais quente do ano, traduzindo a melhor ou pior capacidade de reduzir as perdas térmicas no inverno ou minimizar o sobreaquecimento no verão. Tudo para o mesmo referencial normativo, o que permite uma comparação entre janelas para as mesmas condições climáticas. A etiqueta inclui também informação técnica mais detalhada, como os parâmetros de cálculo que serviram para determinação do desempenho energético, para além de dados complementares relacionados com as características do vidro e a capacidade de atenuação acústica da janela [14].



Figura 3.10 – Etiqueta energética e respetivos campos [14].

## 3.4 Edifícios de Balanço Energético Zero

### 3.4.1 Enquadramento

Os edifícios energeticamente eficientes do tipo Edifícios de Balanço Energético Nulo são edifícios em que o balanço energético é nulo graças à combinação entre consumos energéticos (normalmente baixos) e produção energética eficiente, através de fontes renováveis [15]. Na Figura 3.11 ilustra-se uma das definições possíveis de edifício com necessidades quase nulas de energia.

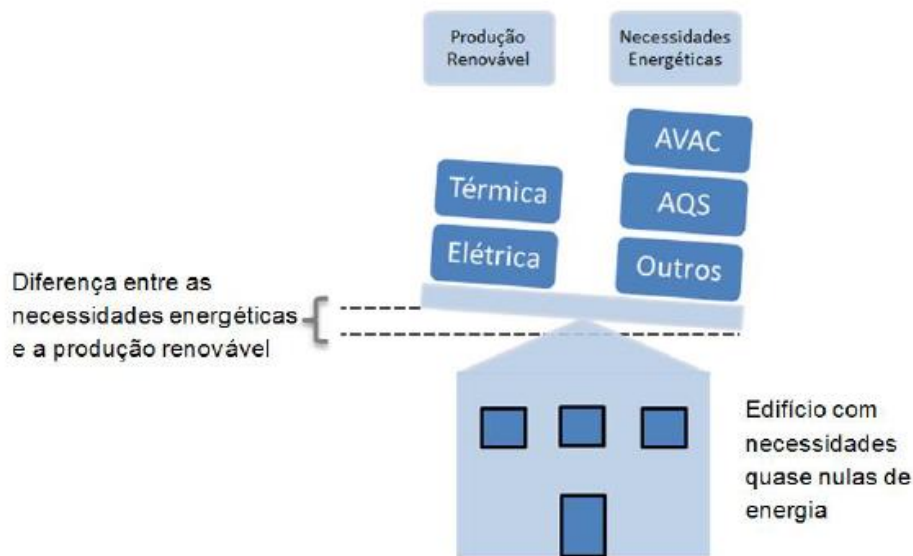


Figura 3.11 – Edifício com necessidades quase nulas de energia [7].

No entanto, existem várias definições associadas aos edifícios de balanço energético zero, conforme apresentadas de seguida:

- Segundo o LNEG em [16]: “Edifício de Balanço de energia (quase) zero (NZEB) é aquele em que a produção de energia no edifício (ou nas proximidades) iguala o seu consumo. Este constitui o objetivo da UE para os novos edifícios a construir a partir do ano 2020.”
- Segundo o Jornal Oficial da UE em [17]: “Edifícios Energia Zero são edifícios com um desempenho energético muito elevado. As necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas na grande maioria por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades.”
- Segundo a *California ZNE Residential Action Planning Effort* em [18]: “Um Edifício Energia Zero produz níveis de energia semelhantes ao seu consumo no período de um ano. Estes edifícios atingem o nível zero de energia através de elevados níveis de eficiência energética e através da instalação de sistemas de eletricidade verde, tipicamente sistemas solares fotovoltaicos montados no próprio edifício”.

Como se pode ver da análise das duas últimas definições, a definição americana é ligeiramente mais ambiciosa; a definição europeia não exige que os edifícios gerem necessariamente 100% da eletricidade [19].

Os Edifícios Energia Zero incluem edifícios residenciais mas também escolas, escritórios, hospitais e outros edifícios. Estes edifícios não são necessariamente autossuficientes 24 horas por dia, 365 dias por ano, nem estão desligados da rede elétrica; pressupõe-se que na esmagadora maioria dos casos eles estejam ligados à rede, e que forneçam eletricidade a essa mesma rede nos períodos e dias em que as condições ambientais sejam favoráveis, e que por outro lado recebam eletricidade dessa mesma rede durante os períodos do dia (tipicamente à noite) e do ano em que as fontes de produção de eletricidade do edifício estiverem a níveis insuficientes ou nulos [19].

### **3.4.2 Soluções para os edifícios de balanço energético zero**

#### **3.4.2.1 Norma *Passivhaus***

Desenvolvida pelo investigador alemão *Wolfgang Feist*, no *Passivhaus Institut* 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, e países e cidades, como a Áustria ou Frankfurt, onde foi adotada como obrigatória.

Este é um conceito que pretende ser adaptável a todos os climas no 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 que é extraído seja reutilizado. Os resultados apontam para poupanças energéticas até 90% [20].

#### **3.4.2.2 Casas solares ativas**

São habitações com frações solares de 100%, no caso dos novos edifícios, e superiores a 50% para as reabilitações. A receita para que estas casas funcionem inclui 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 15 kWh/m<sup>2</sup>/ano, semelhante ao que é exigido na norma *Passivhaus* [20].

### 3.4.2.3 *Plus energie House*

Estas casas distinguem-se por transformar 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. O conceito existe há mais de 15 anos e podem ser encontrados exemplos em várias cidades alemãs. No entanto, a prioridade deste tipo de casas passa pelo objetivo de ser "*carbon-neutral*" e não tanto por alcançar um baixo consumo energético. Há, porém, a preocupação de utilizar a energia de forma inteligente [20].

### 3.4.2.4 Casas Passivas

Casa Passiva, *Passivhaus* ou *Passive House*, é um conceito construtivo que define um padrão que é eficiente sob o ponto de vista energético, confortável, economicamente acessível e ecológico. Este é o mais elevado padrão de eficiência energética a nível mundial uma vez que as poupanças energéticas podem atingir os 75% em comparação com os edifícios convencionais e de acordo com a regulamentação atual [21].

No entanto, a Casa Passiva é mais do que apenas um edifício de baixa energia, apresentando algumas características próprias:

- Alto nível de conforto; utilizam as fontes de energia no interior do edifício, como o calor corporal dos residentes ou o calor solar que entra no edifício;
- Janelas especiais e um edifício constituído por paredes exteriores altamente isoladas, telhado e laje mantêm o calor desejado na casa ou enviam o calor indesejável para fora;
- Uma unidade de recuperação de calor altamente eficiente permite que o calor contido no ar de saída seja reutilizado;
- Permitem no aquecimento e arrefecimento uma poupança de energia até 90% em comparação com o típico edifício e mais de 75% em comparação com novas construções, Figura 3.12. Em termos de óleo para aquecimento, as casas passivas utilizam menos de 1,5 litros por metro quadrado de espaço por ano de vida.

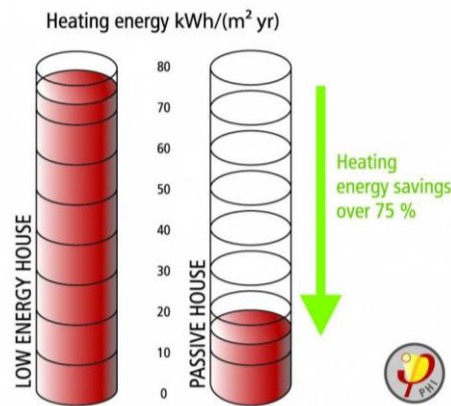


Figura 3.12 – Poupança de energia no aquecimento associada às casas passivas [21].

Para um edifício ser considerado uma *Passive House*, ele deve seguir os seguintes critérios [22]:

- O requisito energético para o aquecimento não pode ultrapassar os 15 kWh por metro quadrado de espaço habitável por ano, com requisitos semelhantes para o arrefecimento;
- A necessidade energética primária total (aquecimento, água quente e eletricidade) está limitada a 120 kWh por ano por cada metro quadrado de espaço habitável;
- A climatização passiva é igualmente estritamente controlada com fugas através de frinchas ou ranhuras a não poderem ser superiores a 0.6 do volume total da casa por hora, em condições de teste com uma pressão de 50 Pa, além dum máximo de 10% das horas totais de um ano com temperaturas interiores acima de 25°C, para temperaturas entre os 20°C e os 26°C de Verão ou Inverno.

Os princípios básicos que se aplicam para a construção de casas passivas apresentam-se na Figura 3.13.

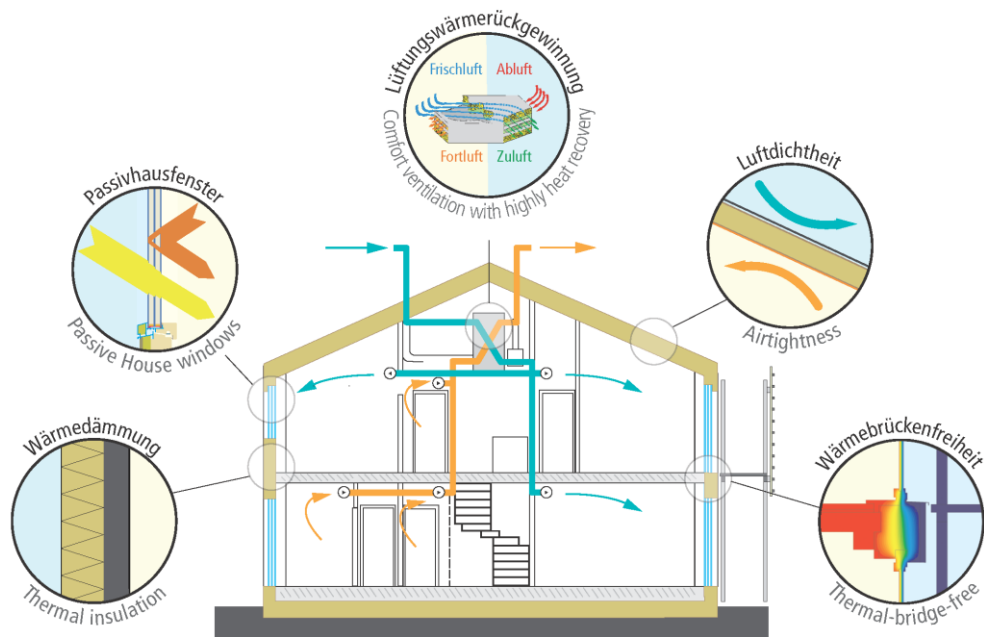


Figura 3.13 – Princípio básico para construção de casas passivas [22].

Os principais requisitos construtivos das casas passivas são [22]:

- Coeficiente de transmissão térmica dos elementos opacos em contacto com o exterior  $\leq 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;
- Coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados exterior  $\leq 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;
- *Thermal Bridge Free Design* ( $\Psi=0.01 \text{ W}/\text{m } ^\circ\text{C}$ );
- Recuperação de calor com eficiência  $\geq 75\%$ ;
- Renovação de ar (RPH)  $\leq 0.6/\text{h}$  com 50 Pa.

# 4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA

## 4.1 Enquadramento

A gestão dos recursos de energia é hoje um dos principais desafios que, a nível mundial, a sociedade moderna enfrenta. O desafio é enorme e a solução a longo prazo está longe de ser conhecida. Neste contexto, a preocupação com a eficiência energética e gestão de energia nos edifícios tem vindo a aumentar

Neste capítulo aborda-se a eficiência energética em lares de idosos, os programas e planos nacionais nesta área, a questão das auditorias energéticas e a utilização racional de energia. Também são tecidas considerações acerca da otimização da fatura energética e da termografia.

## 4.2 Programas e Planos Nacionais

O desafio da União Europeia é ambicioso: reduzir o consumo energético dos edifícios em 50%, o que representa uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Em Portugal, no âmbito de uma política que pretende um modelo energético racional e sustentável, foram desenvolvidos programas e planos que executem objetivos específicos e que permitam dinamizar medidas a todos os níveis, Figura 4.1.

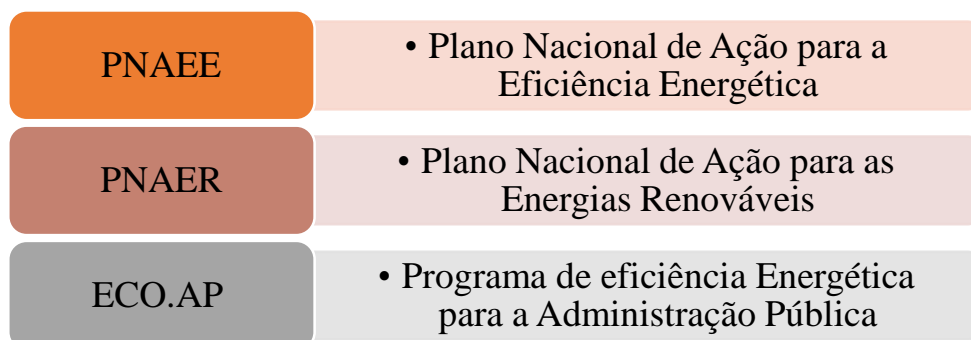


Figura 4.1 – Planos e programa desenvolvidos em Portugal, adaptado de [23].

### 4.2.1 PNAEE

No que respeita à Eficiência Energética, o PNAEE 2016, prevê uma poupança induzida de 8,2%, próxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016. Os contributos na redução dos consumos energéticos estão distribuídos pelos vários setores de atividade. O atual plano passa a abranger seis áreas específicas [24]:

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

Na área residencial e serviços (a título de exemplo), prevê-se uma poupança total de 634.265 tep (Tabela 4.1) até 2016, tendo sido já alcançado 42% do objetivo global para este setor, Figura 4.2.

Tabela 4.1 – Medidas do setor Residencial e Serviços e impactos em 2010 e 2016, adaptado de [25].

<b>Programa</b>	<b>Medida</b>	<b>Impacto 2010 (tep)</b>	<b>Impacto 2016 (tep)</b>
Renove Casa & Escritório	Equipamentos eficientes	99 931	189 363
	Iluminação Eficiente	48 530	98 236
	Janela Eficiente	311	997
	Isolamento Eficiente	435	1 068
	Calor Verde	15 796	110 249
Eficiência Energética nos Edifícios	Certificação Residencial	57 473	77 473
	Certificação Serviços	23 697	83 272
Solar Térmico	Residencial	16 303	52 236
	Serviços	4 532	21 371
	Total	267 008	634 265

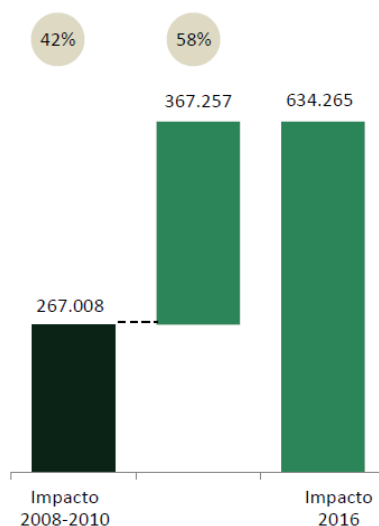


Figura 4.2 – Impacto do setor residencial e serviços [25].

Estas áreas 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.

O PNAEE identifica uma poupança total de 1.501 ktep de energia final no horizonte 2016, tal como é possível visualizar na Figura 4.3.

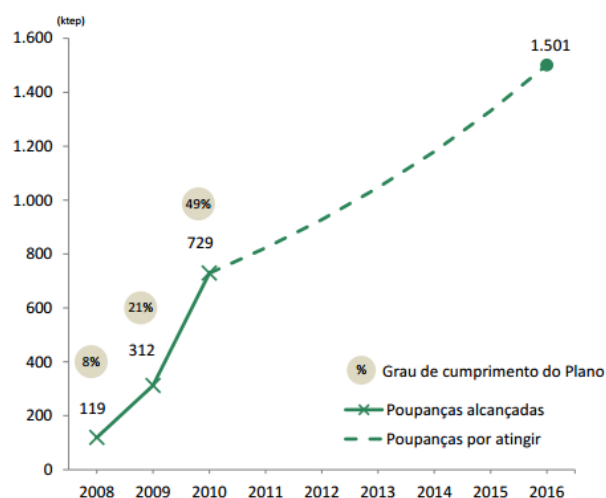


Figura 4.3 – Impacto previsto das medidas de eficiência do PNAEE em 2016 [25].

## 4.2.2 PNAER

Até 2020 prevê-se um total de 15.824 MW, Figura 4.4, de potência instalada FER (-18% face ao PNAER 2010) numa ótica de ajustamento oferta/procura. A quota de eletricidade de base renovável no novo PNAER é superior (60% vs. 55%), tal como a meta global a alcançar, que deverá situar-se em cerca de 35% (face à meta de 31%) [26].

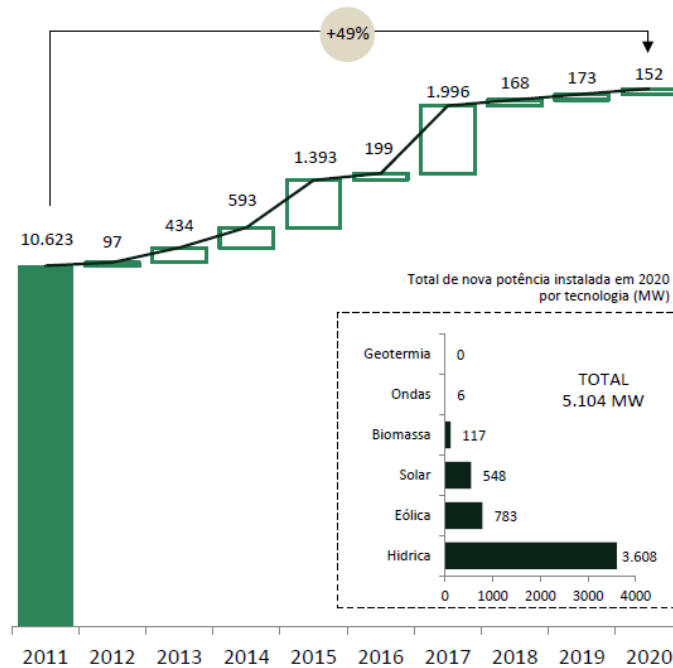


Figura 4.4 – Evolução da potência instalada FER (MW) [25].

Estas novas 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 estabelece, para tal, as trajetórias de introdução de FER em três grandes setores:

- Aquecimento e arrefecimento;
- Eletricidade;
- Transporte.

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 redução de 20% dos consumos de energia primária até 2020, bem como o objetivo geral, de redução no consumo de energia primária de 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%, sendo expectável que se continue a verificar uma evolução favorável da meta global de utilização de FER facto no horizonte 2013 -2020 [26].

### 4.2.3 ECO.AP

O Programa 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, Figura 4.5 [27].

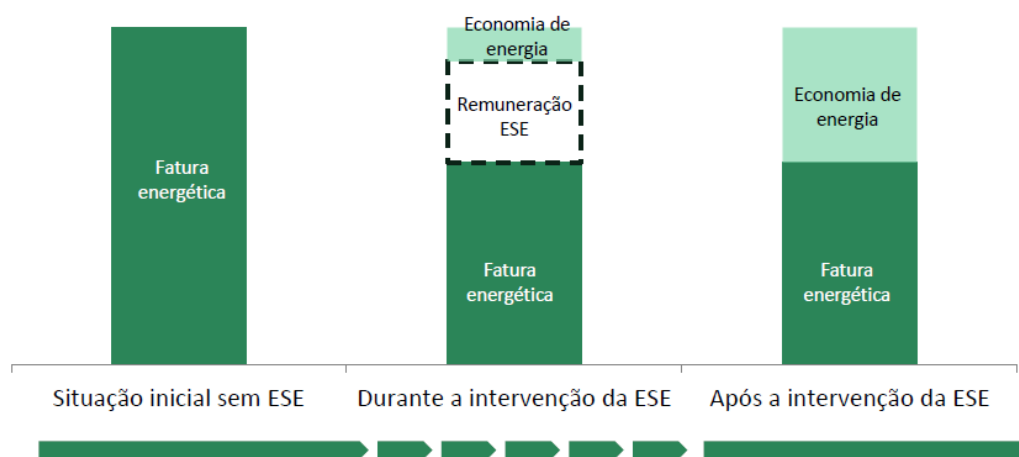


Figura 4.5 – Funcionamento do ECO.AP [25].

Com vista a alcançar os objetivos propostos pelo ECO.AP está em funcionamento o Barómetro de Eficiência Energética 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 [27].

## 4.3 Auditorias Energéticas

Uma Auditoria Energética é um exame detalhado das condições de utilização de energia numa instalação (unidade fabril ou edifício). Ao permitir contabilizar os consumos e os rendimentos energéticos dos equipamentos assim como possíveis perdas, permite de igual modo identificar as medidas mais adequadas para as reduzir. O faseamento de uma auditoria depende naturalmente do seu âmbito, assim como da dimensão e do tipo das instalações a auditar [28]. No entanto, podem considerar-se como fases constituintes [28]:

- O planeamento;
- O trabalho de campo;
- O tratamento da informação recolhida;
- Elaboração do relatório final.
- Neste relatório deverá constar, de forma organizada [28]:
- Toda a informação obtida;
- Análise sobre a situação energética da instalação em causa;
- Situações encontradas/observações e medições efetuadas durante a fase de trabalho de campo;
- Determinação de consumos específicos de energia por instalação global e operações e equipamentos maiores consumidores de energia incluindo a sua comparação com valores de referência;
- Identificação das anomalias e propostas das medidas de conservação de energia consideradas mais convenientes para anular ou diminuir as anomalias, com a indicação dos respetivos valores de investimentos associados à sua implementação.

A realização de uma auditoria exige uma prévia preparação e um planeamento adequado e exequível. Sendo assim, há a necessidade de utilizar um método que garanta a sua execução e que cumpra todos os objetivos inicialmente propostos. Quando se planeia a auditoria energética tem de se ter em atenção o tipo, a dimensão e as características principais do edifício a auditar. Assim, uma possível metodologia a utilizar para a realização de uma auditoria energética deve contemplar as seguintes fases:

- Contacto Inicial;
- Preparação e Planeamento da Intervenção;
- Intervenção Local
- Auditoria Deambulatória<sup>5</sup>;
- Instalação dos Equipamentos de Medida;
- Tratamento e Análise dos Dados Recolhidos;

---

<sup>5</sup> Parte do trabalho de campo de uma auditoria energética que tem como principais objectivos a recolha pormenorizada das características e consumos energéticos dos equipamentos eléctricos instalados, a familiarização dos diversos espaços que compõem o edifício e o registo dos mais diversos modos da forma de utilização da energia eléctrica.

- Elaboração do Relatório da Auditoria.

Pela metodologia apresentada, a primeira fase de uma auditoria energética consiste no estabelecimento do contacto entre os responsáveis do edifício e os auditores. A segunda fase combina a recolha e a análise da informação do tipo documental (faturação de gás, eletricidade, gasóleo). Na terceira fase tem-se o objetivo de se elaborar uma adequada desagregação da utilização de energia elétrica e determinar os padrões típicos de funcionamento para a identificação de ORC. A quarta fase realiza o tratamento e a análise dos dados recolhidos no decorrer de todo o processo, resultando assim, numa caracterização detalhada dos comportamentos do edifício. A quinta e última fase consistem na escrita do relatório final, onde deverá constar a descrição de todos os elementos auditados, nomeadamente, a caracterização do edifício, as contabilidades energéticas, as irregularidades detetadas, e as ORC que sejam técnico-economicamente viáveis.

### **4.3.1 Análise de dados**

As atividades de gestão de energia são na maioria dos casos iniciativas de elevada rentabilidade e de retorno efetivo num curto período de tempo. O acompanhamento do consumo energético tem como objetivos principais conhecer em detalhe as despesas energéticas mensais, verificar a sua evolução ao longo do tempo e identificar ações que possam ser adotadas para minimizar a fatura energética [29].

#### **4.3.1.1 Análise das faturas de energia**

A ferramenta básica de gestão da energia é o acompanhamento mensal do consumo energético a partir da análise mensal das faturas apresentadas pelos fornecedores. A informação gerada através destas pode ser:

- Caracterização dos consumos;
- Definição dos encargos (custos de energia);
- Identificação de perfis de consumo.

Deve-se assumir um comportamento dinâmico e efetuar uma análise crítica às faturas, de forma a detetar oportunidades de intervenção que proporcionem melhorias económicas. Nesse sentido, deverá ser criado um histórico de faturação, normalmente constituído pelo conjunto das faturas de energia elétrica dos 12 meses anteriores.

Apresentam-se na Tabela 4.2 os elementos importantes a retirar das faturas de energia elétrica: energia ativa nos diferentes períodos horários, energia reativa, potência em horas de ponta, potência contratada e o valor faturado [29].

Tabela 4.2 – Exemplo de consumos elétricos mensais desagregados [29].

Mês	H. Ponta (MWh)	H. Cheias (MWh)	H. Vazio (MWh)	H. S. Vazio (MWh)	Total (MWh)	E. Reativa Cons. F. Vazio (MWhr)	Potência		Fatura Total (€)
							H. Ponta (kW)	Contratada (kW)	
Jan	11,0	28,2	14,8	10,3	64,4	10,5	89,1	210,0	5.738,9
Fev	10,1	25,7	13,8	9,6	59,2	10,7	87,0	210,0	5.342,7
Mar	9,0	22,8	11,5	7,6	50,9	9,6	72,2	210,0	4.659,8
Abr	10,5	27,0	14,7	9,6	61,7	12,2	87,3	210,0	5.698,2
Mai	9,2	23,8	13,1	9,1	55,2	11,8	74,2	210,0	5.093,4
Jun	9,2	23,7	12,6	8,3	53,8	12,3	76,6	210,0	5.043,4
Jul	10,4	27,4	15,4	10,7	64,0	14,1	84,0	210,0	5.828,1
Ago	3,5	9,2	4,8	3,1	20,6	4,6	28,3	210,0	2.108,5
Set	12,9	32,7	18,6	11,8	76,0	9,3	107,7	210,0	6.836,8
Out	11,1	28,2	15,4	10,3	65,0	12,1	89,7	210,0	5.802,0
Nov	12,4	32,4	16,6	11,4	72,8	12,5	103,6	210,0	6.489,8
Dez	7,4	19,2	9,1	5,9	41,6	6,3	59,8	210,0	3.866,9
Anual	116,8	116,8	116,8	116,8	116,8	125,9			62.508,5
Anual Média	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	10,5	80,0	210,0	5.209,0

#### 4.3.1.2 Análise de dados a partir dos contadores

Muitas vezes, o acompanhamento do consumo através das faturas de energia não é suficiente para um melhor conhecimento de como a eletricidade (ou outra forma de energia) é consumida nos diversos equipamentos instalados, e qual a importância de cada setor ou equipamento no consumo e a sua influência sobre o valor da fatura. Nesses casos torna-se necessário um acompanhamento mais frequente, diário ou semanal, através da leitura direta dos equipamentos de medição do consumo [29].

Por vezes, é necessário a instalação de contadores em diversos locais fazendo uma desagregação por secções, circuitos e/ou máquinas. Esse procedimento permite não só acompanhar a evolução do consumo de eletricidade como também fornecer informações que possibilitem determinar a forma como a energia é consumida. Desta forma é possível identificar os pontos com maior potencial de melhoria e assim atribuir prioridades das ações a serem empregues para a racionalização do consumo [29].

No mercado existem diversos *softwares* de acompanhamento, que podem ser utilizados para elaborar relatórios, denominados Sistemas de Gestão de Energia.

A instalação de um Sistema de Gestão de Energia composto por uma unidade central e contadores elétricos de acordo com a desagregação por secções e/ou equipamentos permite uma contabilização da energia elétrica que é consumida em cada secções, o que ajuda na tomada de decisões sobre a gestão de energia. Entre as possíveis funcionalidades destes sistemas destacam-se [29]:

- Registo de consumos com diferentes periodicidades (horária, diária, semanal);
- Emissão de relatórios de consumos automáticos, associados a diferentes consumidores;
- Monitorização de circuitos e equipamentos dos quadros elétricos da instalação;
- Comando automático e manual de circuitos elétricos;
- Monitorização da qualidade da energia elétrica recebida;
- Gestão de alarmes e defeitos da instalação;
- Controlo em situação de incêndio.

### **4.3.2 Otimização da fatura elétrica**

Para que a análise da fatura resulte numa redução efetiva de despesas, é importante um bom conhecimento da legislação que regulamenta o fornecimento de energia elétrica, a qual estabelece as modalidades tarifárias disponíveis, as grandezas a serem utilizadas para a faturação e os parâmetros fixos em contrato [29].

#### **4.3.2.1 Tensão de abastecimento de energia elétrica**

A tensão de entrega da eletricidade ao cliente divide-se em 5 níveis:

- 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 PT na instalação. À medida que se vai aumentando a tensão de fornecimento, o custo unitário da energia consumida vai diminuindo. No entanto, a instalação de um PT implica o investimento no transformador e na obra de engenharia, 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 [29].

#### **4.3.2.2 Ciclos horários**

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

- 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 I – Períodos Horários em Portugal Continental é apresentado para cada um dos ciclos horários a respetiva distribuição dos períodos horários. 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 caso de entidades que trabalham no fim-de-semana com carga semelhante aos dias úteis o ciclo semanal deverá ser o mais vantajoso financeiramente [29].

#### **4.3.2.3 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.

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 [29].

### **4.3.3 Termografia e aplicações**

#### **4.3.3.1 Enquadramento**

A termografia é uma ferramenta não invasiva indispensável na inspeção e no diagnóstico de edifícios (permite monitorizar e diagnosticar problemas ocultos de construção mais rapidamente do que qualquer outra tecnologia, tornando visível o invisível), na manutenção industrial, nas instalações elétricas, entre outros.

Relativamente aos edifícios, é possível ver, detetar e documentar diferenças nos indicadores de temperatura que mostram danos causados pela humidade, faltas de isolamento, fugas de ar, infestações de animais e insetos, problemas em sistemas AVAC e muito mais.

No que diz respeito à manutenção industrial e às instalações elétricas, com esta tecnologia é possível inspecionar rapidamente o equipamento e realizar medições de temperatura precisas a partir de distâncias seguras, permitindo identificar problemas iminentes antes que alguém se magoe, desligar equipamentos ou minimizar perdas de energia. A maioria dos dispositivos elétricos e mecânicos sobreaquecem antes de falhar e, encontrar estes problemas atempadamente permite que os clientes façam as reparações num horário mais conveniente, em vez de emergência [30].

#### **4.3.3.2 Aplicação em Edifícios**

A termografia é utilizada na construção civil como ferramenta de diagnóstico de edifícios, diques, barragens e pontes. Nos edifícios a termografia é utilizada na manutenção e na reabilitação, permitindo a identificação de defeitos e a realização de estudos do desempenho térmico de elementos construtivos ou do próprio edifício. A termografia também pode ser útil nas diversas fases do processo construtivo, desde a conceção do projeto até à avaliação da execução em obra, facilitando a investigação de novos materiais. A termografia permite ao dono da obra, à fiscalização e aos utilizadores verificarem se o trabalho em obra foi executado conforme o projeto e identificar anomalias e áreas degradadas.

Através de ensaios termográficos, é possível de uma forma eficaz e localizada delimitar as áreas com problemas, facilitando assim a manutenção dos edifícios e evita-se a danificação dos componentes [31].

Uma inspeção termográfica ajuda nos diagnósticos de construção [32]:

- Visualização de perdas de energia;
- Detecção de falta de isolamento ou áreas mal isoladas;
- Detecção de fugas ou infiltrações de ar;
- Detecção de humidade no isolamento, no teto e paredes (interno e externo);
- Localização de fugas em telhados;
- Inspeção de tubagens, sistema de aquecimento e ar condicionado.

#### 4.3.3.3 Aplicação em Sistemas de Fluido e Vapor

A termografia pode ser utilizada também na monitorização da condição de funcionamento e da operação dos componentes integrantes dos sistemas de fluido e vapor. Problemas de caudais de fluidos, fugas e bloqueios em sistemas de vapor e em sistemas de fluidos quentes ou frios, danificação e defeitos no isolamento de refratários são acompanhados por uma mudança na temperatura de operação [45]. Em sistemas de vapor, devem ser inspecionados as linhas de transmissão de vapor, purgadores e válvulas de vapor, permutadores de calor, caldeiras e outros equipamentos que utilizem vapor. Os purgadores de vapor são válvulas destinadas à remoção de condensados e ar do sistema de vapor, devendo ser sujeitos a teste na abertura e no fecho. De modo a encontrar bloqueios nas linhas de transmissão e nos permutadores de calor devem procurar-se diferenças de temperatura significativas. Nas válvulas fechadas e linhas de vapor subterrâneas, a termografia é útil para encontrar fugas de vapor [33]. Na Figura 4.6 apresentam-se duas imagens termográficas de sistemas de vapor.

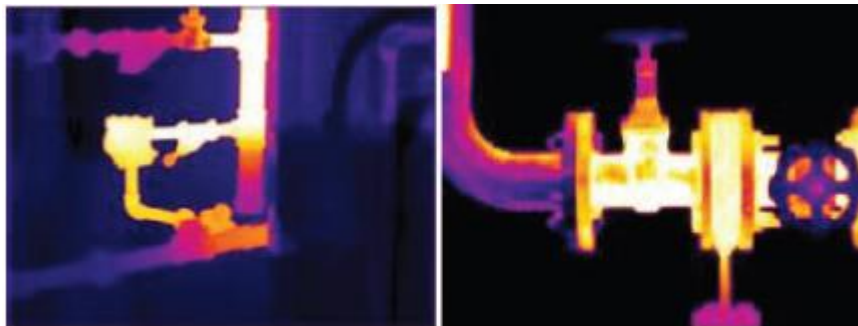


Figura 4.6 - Imagens termográficas de sistemas de vapor [33].

#### **4.3.3.4 Aplicação em Instalações Elétricas**

A importância da segurança nas instalações elétricas é vital, quer a nível doméstico quer a nível industrial. A temperatura é a principal variável detetável no processo de falha de uma instalação elétrica, sendo a termografia um recurso valioso para uma manutenção eficaz. O aumento de temperatura em material elétrico aumenta o risco de incêndio numa instalação elétrica, pode causar avarias irreparáveis em equipamentos fundamentais e pode provocar acidentes em pessoas e bens. Quando a corrente elétrica passa num condutor, é gerado calor. Todos os componentes elétricos começam a deteriorar-se após a instalação, devido à carga elétrica, vibrações, corrosão e envelhecimento. As anomalias aparecem com o aumento da temperatura durante um longo período de tempo, antes da ocorrência de uma falha. A lei de joule mostra que a energia elétrica se transforma em energia calorífica num recetor ou condutor, sendo diretamente proporcional à resistência deste, ao quadrado da intensidade de corrente e ao tempo de passagem de corrente. O aquecimento anormal associado à resistência elevada ou à excessiva passagem de corrente é a causa principal de muitos problemas elétricos. Uma inspeção termográfica em instalações elétricas identifica problemas causados devido à elevada resistência causada por superfícies com contacto deficiente, a um circuito sobrecarregado, a um problema de desequilíbrio de cargas e harmónicos. O contacto deficiente deve-se a ligações soltas, corroídas ou oxidadas e por falhas de componentes. As sobrecargas podem-se dever a erros de projeto, falhas de montagem e falta de manutenções preventivas. Um desequilíbrio de cargas mostra uma errada distribuição de carga num sistema trifásico, sendo que uma das fases transporta mais corrente que as outras. Se existir neutro, este aparecerá sobrecarregado. A utilização intensiva de cargas não lineares no setor de serviços e em muitas indústrias e uma intensa transformação tecnológica está na base dos problemas dos harmónicos. Os harmónicos geram sobreaquecimento nos condutores, podendo afetar as três fases (efeito pelicular) ou só o neutro (harmónico homopolar). Um caso particular é a deteção de circuitos abertos, onde a imagem termográfica mostra os componentes frios. Os equipamentos normalmente inspecionados são motores, geradores, transformadores, disjuntores, interruptores, fusíveis, cabos elétricos, quadros elétricos e todos os dispositivos de passagem de corrente em carga.

A inspeção termográfica tem de ser feita com a instalação elétrica em carga, sendo necessária uma visão desimpedida do ponto de medição. As portas dos armários e painéis têm de ser abertos ou removidos, incluindo os acrílicos [34].

## **4.4 Utilização racional de energia**

A URE visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem os consumos face a soluções convencionais. A URE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão. Em muitas situações a URE pode também conduzir a uma elevada economia nos custos do ciclo de vida dos equipamentos utilizadores de energia (custo inicial mais custo de funcionamento ao longo da vida útil). Embora geralmente sejam mais dispendiosos, em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, conduzindo a custos de funcionamento mais reduzidos e apresentando outras vantagens adicionais. Na perspetiva de muitos consumidores são os benefícios não energéticos que estão maioritariamente na origem da decisão da utilização de tecnologias mais eficientes [2].

Ao reduzir a utilização de energia primária através da URE, um dos impactos mais significativos, para além da redução dos custos associados à fatura energética, é também contribuir para a mitigação das emissões de poluentes associadas à conversão de energia [35].

Os principais impactos das ações de URE são [35]:

- Reforço da competitividade das empresas;
- Redução da fatura energética do País;
- Redução da intensidade energética da economia;
- Redução da dependência energética;
- Redução das emissões de poluentes, incluindo os gases de efeito de estufa.

As tecnologias de eficiência energética oferecem frequentemente outros benefícios não energéticos que não são oferecidos pelas alternativas do lado da oferta.

Na perspetiva de muitos consumidores são os benefícios não energéticos que estão maioritariamente na origem da decisão da utilização de tecnologias mais eficientes. Exemplos de benefícios não energéticos [35]:

- Aumento do conforto e da segurança;
- Redução do ruído;

- Aumento da produtividade do trabalho;
- Melhoria do controlo dos processos;
- Redução dos resíduos;
- Aumento do emprego associado ao fabrico, instalação, funcionamento e manutenção de equipamentos eficientes;
- Poupança de água.

## 4.5 Utilização racional de água

O consumo de água tem uma importância significativa entre os consumos de energia num lar de idosos. Tipicamente o consumo de água num lar é o dobro do consumo numa residência [36].

Uma gestão eficiente da água deverá passar, em primeiro lugar, pela poupança do seu consumo, pois é certamente a solução mais económica, não necessitando de grandes investimentos.

### 4.5.1 Medidas e ações tecnológicas mais eficientes

Os dispositivos e equipamentos tradicionais têm associados maiores consumos de água por uso, sendo evidente a diferença para os eficientes, como se apresenta na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Comparação de consumos entre dispositivos e equipamentos, adaptado de [37].

Tipo de dispositivo e Equipamento	Consumo de água dos dispositivos e equipamentos	
	Tradicionais	Eficientes
Urinóis	13 litros	< 4 litros
Autoclismo	9 a 15 litros	< 6 litros
Chuveiro	> 10 litros/minuto	< 7 litros/minuto
Torneiras <sup>6</sup>	> 10 litros/minuto	< 4 litros/minuto

<sup>6</sup> Os caudais podem variar com a pressão na rede.

Em caso de ser apenas possível adaptar a tecnologia existente para os diversos dispositivos e equipamentos, apresentam-se algumas medidas possíveis [37]:

- Redução do volume do tanque do autoclismo colocando garrafas, pequenas barragens plásticas sendo necessário verificar que se mantém a função de limpeza;
- Instalação nos chuveiros e torneiras de um arejador, de um redutor de pressão (anilha ou válvula) ou de uma válvula de seccionamento, conforme for adequado;
- Adaptação de uma agulheta na extremidade de mangueiras pesadas em regas ou lavagens de modo a melhorar a uniformidade na distribuição de água e facilitar interrupção do fluxo.

#### 4.5.1.1 Torneiras

Não sendo possível obter dados para os lares de idosos, em termos médios, estima-se que as torneiras representem cerca de 16% do consumo em habitações.

Os principais fatores que influenciam o consumo associado às torneiras são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia. A redução do consumo de água nas torneiras está associada a uma diminuição das descargas de águas residuais e do consumo de energia resultante do uso de água quente [38].

A utilização de economizadores de água nas torneiras, Figura 4.7 permite a diminuição dos consumos de água, associados a esta fonte de consumo, em média 50%.



Figura 4.7 – Esquema de funcionamento de um economizador de água [38].

### **A. Eletrónicas**

Onde a higiene é a consideração mais importante, as torneiras eletrónicas constituem uma excelente solução. Particularmente populares em certos domínios as torneiras eletrónicas apresentadas na Figura 4.8 proporcionam, contudo, muito mais do que uma simples higiene [39]:

- Economia – corte automático do caudal após cada utilização;
- Utilização confortável;
- Fiabilidade comprovada;
- Funções adicionais – descarga automática e desinfeção térmica.



Figura 4.8 – Exemplo de torneira eletrónica [39].

### **B. Temporizadas**

Nas torneiras temporizadas de duche ou lavatório apresentadas na Figura 4.9, o caudal da água ainda é acionado manualmente, mas todo o resto é automático e não requer contacto manual. Isto porque, após um período de tempo predefinido a torneira fecha automaticamente. O resultado é um elevado nível de higiene e uma utilização económica.



Figura 4.9 – Exemplo de torneira temporizada [39].

### C. Termóstatos especiais

A pele dos idosos é extremamente sensível a água muito quente. Os termóstatos, mantendo a temperatura predefinida, permitem proteger os utilizadores das instalações públicas contra temperaturas da água perigosas (por vezes superiores a 65 °C).

A água é mantida a uma temperatura confortável e quaisquer oscilações na pressão passam despercebidas ao utilizador. Caso falhe a água fria, a água quente é também imediatamente cortada. De igual modo importante, é a desinfeção térmica, pois permite proteger eficazmente a saúde. Na Figura 4.10 apresenta-se uma torneira com termóstato especial.



Figura 4.10 – Exemplo de termóstato especial [39].

### D. Monocomandos especiais

Estas torneiras especiais foram desenvolvidas, tendo em vista as necessidades do utilizador. Fácil de usar com apenas uma mão, quer para regulação da temperatura, quer do caudal, tal como é possível visualizar na Figura 4.11. E para as pessoas que consideram as torneiras convencionais difíceis de manusear, o manípulo especialmente longo e ergonómico é uma verdadeira vantagem, podendo ser aplicado desde lares de terceira idade. Nestes espaços, a proteção contra queimaduras, a higiene e a economia desempenham igualmente um papel muito importante.



Figura 4.11 – Exemplo de torneira com monocomando especial [39].

### 4.5.1.2 Chuveiros

Os principais fatores que influenciam o consumo associado ao duche são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia. O caudal do chuveiro depende da pressão da água à chegada ao dispositivo e do equipamento utilizado para aquecer a água. O caudal de água quente é frequentemente inferior ao de água fria, para o mesmo grau de abertura da torneira, devido a limitação do débito do sistema de aquecimento de água. Vários modelos de esquentador comuns têm caudais entre 10 e 11 litros.

Os consumos de água na utilização de chuveiros podem ser reduzidos pela instalação de economizadores de água ou pela substituição do chuveiro. A opção por dispositivos mais económicos pode permitir reduções de consumo na ordem dos 50%, a diminuição das descargas de águas residuais e também do consumo de energia associado ao aquecimento de água [40].

Por exemplo, a utilização de uma misturadora termostática de duche apresentada na Figura 4.12 mantém exatamente a mesma temperatura da água durante todo o duche e além disso protege contra qualquer mudança brusca no caudal de água no chuveiro. A válvula termostática mistura a água quente e a água fria à temperatura pré-selecionada e reage instantaneamente a qualquer alteração da pressão ou da temperatura da água de abastecimento, reajustando a mistura de água quente e água fria. Caso haja uma falha no seu suprimento de água fria, a válvula termostática será desligada automaticamente.



Figura 4.12 – Exemplo de misturadora termostática para duche.

### 4.5.1.3 Sistemas de descarga

Uma das formas mais fáceis de poupar água é instalar um autoclismo de dupla descarga. Desenhados para serem utilizados com loiças sanitárias suspensas, os autoclismos encastráveis de dupla descarga deixam o utilizador decidir quanto água quer usar quando descarrega o autoclismo. Permitem escolher entre descarga única, descarga *start/stop* e dupla descarga – isto é determinado pela sua escolha da placa de acionamento. Um autoclismo de dupla descarga oferece-lhe a escolha de dois volumes de descarga: grande, 6 litros e pequena, 3 litros. O autoclismo também pode ser ajustado para descarregar um volume reduzido de água de 4.5 litros e 3 litros [41]. As placas de acionamento da GROHE apresentadas na Figura 4.13 podem ser instaladas verticalmente ou horizontalmente para se coordenarem com os seus azulejos e também para darem acesso ao autoclismo encastrável para manutenção.

Larger volume



Pressione o botão maior na placa de accionamento para obter uma descarga de um maior volume de água.

Smaller volume



Pressione o botão menor na placa de accionamento para obter uma descarga de um menor volume de água.

Figura 4.13 – Placas de acionamento para autoclismos de dupla descarga [41].

### 4.5.2 Origens de água alternativas para usos compatíveis e sistemas de reaproveitamento

A utilização de água não potável em usos compatíveis, em termos da qualidade da água, tem como vantagem comum reduzir o recurso à água da rede pública. As alternativas incluem a água da chuva, a água residual tratada e origens locais superficiais ou subterrâneas [37].

#### **4.5.2.1 Utilização da água da chuva**

A captação e armazenamento da água da chuva para posterior utilização em usos não potáveis como na rega em jardins e espaços similares, ou mesmo para suprir as necessidades de reposição de água em lagos e espelhos de água, permite, além de evitar o recurso à água da rede pública, reduzir a produção de escoamentos superficiais e a eventual descarga no sistema público de drenagem de águas pluviais. Os sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações consistem na captação, armazenamento e posterior utilização da água precipitada sobre superfícies impermeáveis de uma edificação, tais como: telhados, lajes e pisos [37].

#### **4.5.2.2 Utilização de águas cinzentas**

Em geral, classificam-se como águas cinzentas, os efluentes de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupa e de banheiras. Por sua vez, os efluentes de bacias sanitárias, lava-louças e pias de cozinha são considerados inadequados para reutilização. A água adequada à reutilização deve ser tratada e armazenada, para ser posteriormente utilizada em usos não potáveis. É essencial garantir a independência do sistema de água reutilizada não potável do sistema de abastecimento público de água potável. Os sistemas de utilização de águas cinzentas podem ser destinados aos mais diversos fins não potáveis, entre eles: descarga em sanitas e urinóis, lavagem de pisos, lavagem de veículos, entre outros [37].

#### **4.5.2.3 Utilização de águas residuais tratadas**

A utilização de água residual tratada em usos não potáveis como a rega e a lavagem de pavimentos, possibilita a substituição de água da rede pública de abastecimento numa aplicação que não exige características de potabilidade. No entanto, de forma a assegurar a salvaguarda da saúde pública e do meio ambiente, esta água residual tratada deve apresentar características mínimas de qualidade. O nível de qualidade que é exigido prevê um controlo elevado desta operação devido ao risco de disseminação de agentes patogénicos [37].

## 4.6 Eficiência Energética em Lares de Idosos

### 4.6.1 Estrutura etária da população

A estrutura etária da população em 2011 acentuou os desequilíbrios já evidenciados na década passada. Diminuiu a base da pirâmide, a qual corresponde à população mais jovem e alarga-se o topo com o crescimento da população idosa. Na última década, Portugal perdeu população em todos os grupos etários quinquenais entre os 0-29 anos. A partir dos 30 anos a situação inverte-se e verifica-se um crescimento de 9% da população para o grupo dos 30-69 anos e de 26% para idades superiores a 69 anos. O escalão etário dos 30 aos 69 anos representava 51% da população residente em 2001 e passou a representar 54% em 2011. Também no grupo das idades mais avançadas se verificou um reforço da sua importância no total da população. A população com 70 e mais anos representava 11% em 2001 e passou a representar 14% em 2011 [6]. Na Figura 4.14 apresenta-se a estrutura etária da população residente em Portugal.

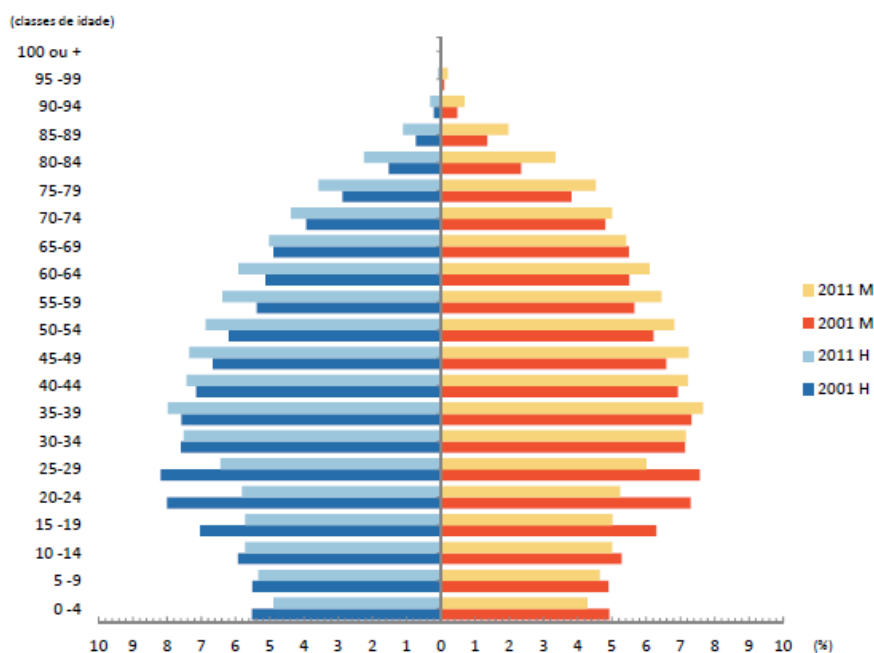


Figura 4.14 – Estrutura etária da população residente por sexo, 2001 e 2011 [6].

## **4.6.2 Projeto SAVE AGE**

### **4.6.2.1 Enquadramento**

O projeto Save Age (com início em 2010) é a primeira iniciativa internacional que reconhece a importância da EE em LTI e que está a tentar convencer os responsáveis destas instituições a implementar uma estratégia de EE e planos de ação, de modo a estimular o investimento em medidas que visam reduzir o consumo energético. No âmbito deste projeto são promovidas medidas de baixo custo, de custo mais elevado, e mudanças comportamentais.

De forma a obter a informação necessária sobre EE em LTI, foram levadas a cabo auditorias energéticas preliminares em 100 lares, em 10 países europeus, incluindo Portugal (10 LTI por país). Na amostra de lares foram levadas a cabo entrevistas qualitativas de modo a identificar aspetos comportamentais, necessidades e obstáculos à EE, boas e más práticas, bem como as melhores técnicas disponíveis. Apesar de a EE ser uma preocupação em alguns lares, na maior parte dos casos, os LTI estão mais preocupados em proporcionar os melhores cuidados possíveis aos seus utentes e, assim, a EE é, muitas vezes, relegada para segundo plano. O projeto Save Age guiará os proprietários e diretores dos LTI na procura e análise de potenciais opções de investimento energético e na tomada de decisões informadas no que diz respeito à EE [42].

### **4.6.2.2 Resumo dos resultados globais do projeto**

Dentro dos retrofits levados a cabo durante as visitas aos LTI, a maior parte das ações relacionou-se com a mudança de janelas, instalação de painéis solares, aumento das instalações de modo a aumentar a capacidade do lar para admitir um maior número de utentes e renovações das cozinhas. Mudanças de lâmpadas foram também frequentemente mencionadas.

No geral, os edifícios mais antigos não são isolados. Em alguns países, como é o caso da França e da Grécia o isolamento do LTI é muito comum, enquanto na Itália só um LTI estava isolado. Nos Países Baixos, Eslovénia, Portugal, Suécia, Alemanha e Espanha metade dos lares tinham isolamento. Por outro lado, na República Checa (o país com mais graus dia de aquecimento) só quatro LTI estavam isolados.

Em todos os países há uma clara preocupação relativa ao tipo de janelas usada nos LTI. Os funcionários dos LTI têm uma forte consciência do impacto das janelas no gasto com aquecimento. A maioria dos lares tem janelas de vidro duplo.

O tipo de caixilharia varia entre madeira, ferro, PVC e alumínio, sendo que este último, com corte térmico, é o material mais comum. Nos países do sul é comum encontrar toldos nas janelas e portas. Estas últimas estão em más condições em muitos lares.

A eletricidade não é a principal fonte energética. Gasóleo, gás natural e *district heating*<sup>7</sup> são as principais fontes de energia em termos da percentagem de utilização e são, muitas vezes, utilizados com finalidade de aquecimento em todos os LTI. Relativamente a esta questão, apresenta-se na Tabela 4.4 os preços por fonte de energia nos países pertencentes ao projeto [42].

Tabela 4.4 – Análise da situação dos preços das fontes de energia nos países Save Age [42].

	Preços			Custo energético por residente
	Eletricidade	Gás	Gasóleo	
<b>Homogéneo</b>			Mesma amplitude para todos os Países	-
<b>Disperso</b>				-
<b>Mais elevado</b>				
<b>Mais baixo</b>				

O *district heating* é muito comum na República Checa e na Suécia, mas também é encontrado na Alemanha e Eslovénia. Na Grécia, Eslovénia e Espanha o gasóleo é usado com alguma frequência para aquecimento das instalações e da água, enquanto nos Países Baixos o gás natural é usado para aquecer o espaço e a água.

Em Itália e Portugal o gás natural é a fonte de energia mais comum, mas o gasóleo também pode ser encontrado. A biomassa enquanto fonte energética só foi encontrada em dois LTI, um em França e um na Grécia. Em países como Espanha, Itália, Grécia, França e República Checa o consumo do aquecimento do espaço representa mais de 50% do consumo total de energia. Na Alemanha, Países Baixos, Portugal, Eslovénia e Suécia o consumo no aquecimento das instalações aproxima-se a 40-45% do consumo total de energia [42].

Os painéis solares térmicos estão presentes em pouco lares, mas pelo menos um LTI em cada país tem estes equipamentos. São mais comuns na Grécia e em Portugal.

<sup>7</sup> Rede de tubos isolados utilizados para entregar calor, sob a forma de água quente ou de vapor, do ponto de geração para um utilizador final.

No que diz respeito a sistemas fotovoltaicos, só um LTI em França e um em Portugal têm um sistema fotovoltaico de 33 kW instalado [42].

Os Sistemas de Ar Condicionado não são comuns em nenhum dos países. Só os países Mediterrânicos, a Alemanha e a Eslovénia declararam a existência de unidades de ar condicionado nos seus LTI, todas a eletricidade. Pessoas idosas podem sofrer graves problemas de saúde em verões muito quentes sendo a necessidade de ar condicionado cada vez mais importante em LTI, em especial em países europeus que, por isso, necessitam de especial atenção a este respeito.

Há uma grande diversidade de tipos de iluminação instalados. Enquanto as lâmpadas incandescentes estão a ser gradualmente postas de parte na maior parte dos LTI, especialmente na Itália, República Checa e Espanha, onde raramente são usadas, na Grécia são ainda bastante comuns. Lâmpadas fluorescentes são amplamente usadas em corredores, escritórios, cozinhas, salas de refeições, salas de estar, ateliers, casas de banho, halls, ginásios, etc. No entanto, em vários países como a Alemanha, Grécia, Espanha e Itália, balastros eletromagnéticos ineficientes ainda são utilizados com lâmpadas fluorescentes e devem ser substituídos por balastros eletrónicos. Lâmpadas fluorescentes lineares e lâmpadas fluorescentes compactas (CFLs) são também utilizadas em quartos e, frequentemente, assiste-se à utilização de lâmpadas incandescentes em candeeiros de mesa-de-cabeceira. Lâmpadas de halogéneo são observadas frequentemente sendo que, na Alemanha, encontram-se em quartos, halls e espaços exteriores.

Os tipos de lâmpadas mais frequentes nos espaços exteriores são as lâmpadas de vapor de sódio, CFLs e lâmpadas fluorescentes com balastros eletromagnéticos. Em Itália, as lâmpadas de halogéneo são também comuns em espaços exteriores. No que diz respeito aos sistemas de controlo de iluminação, sensores crepusculares, sensores temporizados e sensores de movimento são usados com frequência em todos os países.

Os sensores de movimento são encontrados em corredores no interior dos lares em apenas alguns países (Alemanha, Suécia e Países Baixos) e não são utilizados em casas de banho. *Dimmers* programáveis, que ajustam o fluxo luminoso (*dimming*) com a luz natural disponível, são muito raros em LTI [42].

### 4.6.2.3 Resumo dos resultados do projeto para Portugal

Exceto dois LTI todos os outros são edifícios de vários andares, com 1,2,3 ou 6 andares. O tipo de construção é pesada e só um LTI não tem jardim ou árvores à volta. A área média por edifício é 2405 m<sup>2</sup>, variando entre 570 m<sup>2</sup> e 5 170 m<sup>2</sup>. Os edifícios foram construídos entre 1970 e 2008. Só dois não têm isolamento, mas têm parede dupla com cavidade de ar. Só dois edifícios não foram renovados recentemente; as renovações estiveram relacionadas com aumento das instalações, instalação de coletores solares e troca de janelas. A grande maioria das janelas é de alumínio com corte térmico e de PVC. As janelas são de correção horizontal, à exceção de dois lares que são do tipo batente. Três lares têm janelas com vidro simples, e 100% dos LTI têm todas as janelas com persianas exteriores. As portas são de madeira e alumínio e estão todas em boas condições [42]. Quanto aos elevadores, todos, à exceção de um, têm um ou dois elevadores do tipo hidráulico ou de tração. Relativamente ao consumo de energia, apresenta-se na Figura 4.15 o consumo de cada fonte.

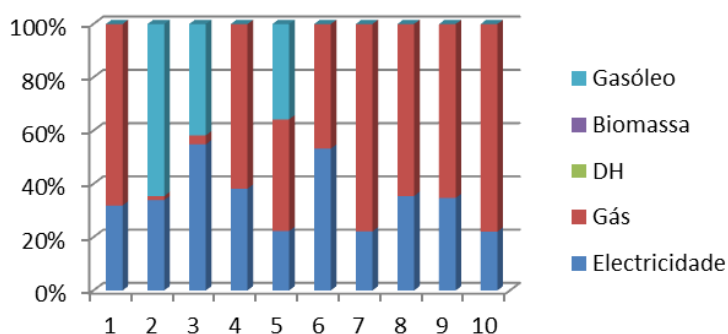



Figura 4.15 – Consumo de energia anual médio em LTI Portugueses [42].

Na Tabela 4.5 apresenta-se o papel da EE nos LTI Portugueses, refere quais as políticas e acordos legais do País e indica quais os valores regulamentados para o interior dos lares<sup>8</sup>.




<sup>8</sup> É de salientar que devido à data de elaboração do projeto, a legislação mencionada já foi substituída.

Tabela 4.5 – Resumo da situação da EE em Portugal [42].

Papel da EE	Práticas Comuns	Obrigatório	Intermediários
	Iluminação eficiente, Solar térmico	Novos edifícios ou renovados	Sim
Política Energética / Acordos Negociados			
EE	Renováveis	Duração	Objetivos
Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)		2015	→ 6,7% Casas com B- → Retrofit com 5 milhões de CFLs. → 165 MW μgeração residencial. → 6,7% edifícios com água quente solar.
Critério de Investimento	Incentivos	Valores interiores	
Payback máximo de 8 anos.	Fundo de EE. ESCOs. PPEC. QREN. Tarifas de venda à rede (μgeração) atrativas.	Qualidade do ar: Ventilação: Temperatura:	DL 79/2006; DL 80/2006 0,6 renovações/hora 20° (Inverno) 25° (Verão)




Portugal identificou as melhores práticas em iluminação eficiente, nos sistemas de aquecimento solar (Eslováquia) e um caso de estudo de sucesso em microgeração na Bélgica, Tabela 4.6

Tabela 4.6 – Resultados para os estudos das melhores práticas por Portugal [42].

País	Tópico	Poupanças			Investimento	Payback
		Energia	Económicas	Emissões CO <sub>2</sub>		
	Iluminação	600 MWh/ano	52,2 k €	232 ton/ano	213 k €	4 anos
	Aquecimento solar	3 MWh/ano	195 €/ano	N.A.	3 k €	15 anos
	μcogeração (micro CHP)	N.A.	7 k €	N.A.	N.A.	4,5 anos

Como aspetos negativos, encontraram-se maus exemplos de microgeração, más escolhas para o aquecimento dos LTI e questões comportamentais comuns na maior parte dos LTI portugueses que podem ser mudadas, Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Resultados para os estudos das más práticas por Portugal [42].

País	Tópico	Poupanças			Investimento	Payback
		Energia	Económicas	Emissões CO <sub>2</sub>		
	Aquecimento	30,5 MWh/ano	3,5 k €/ano	Quase 100%	N.A.	N.A.
	micro-CHP	40%	-5,4 k €/ano	52,6 ton/ano	N.A.	N.A.
	Comportamento	23%	11 k €/ano	70 ton/ano	24,2 k €	N.A.

#### 4.6.2.4 Benchmark de Eficiência Energética nos Lares











O desenvolvimento de *benchmarks*<sup>9</sup> para permitir a comparação do desempenho energético de edifícios similares, dos vários países, é uma questão urgente. Fazer o *benchmark* da eficiência energética é uma importante e necessária ferramenta para promover o uso eficiente de energia nos edifícios.

Baseado na amostra do Projeto SAVE AGE, foram criados quatro indicadores de desempenho [42]:

- kWh/m<sup>2</sup>;
- kWh/residente;
- kWh aquecimento /m<sup>2</sup> ;
- kWh aquecimento /residente.

Na Tabela 4.8 apresenta-se o consumo médio real por área (m<sup>2</sup>) e consumo médio estimado por área, em cada país.











Tabela 4.8 – Valor EUI1 médio real (kWh/m<sup>2</sup>/ano) vs valor EUI1 médio estimado do benchmark [42].

País	EUI1 Real	EUI1 Benchmark	Diferença (Real - Estimado) %	
	435	344	26,5	✘
	186	236	-21,2	OK
	227	244	-7,0	OK
	187	214	-12,6	OK
	312	234	33,3	✘
	187	237	-21,1	OK
	236	252	-6,3	OK
	301	326	-7,7	OK
	215	228	-5,7	OK
	241	203	18,7	✘

A Tabela 4.9 mostra o consumo médio real por residente e o consumo médio por residente estimado, em cada país.

<sup>9</sup> Benchmarking consiste no processo de busca das melhores práticas numa determinada área e que conduzem a um desempenho superior.

Tabela 4.9 – Valor EUI2 médio real (kWh/residente/ano) vs valor EUI2 médio estimado do benchmark [42].

País	EUI2 Real	EUI2 Benchmark	Diferença (Real - Estimado) %	
	10 311	10 012	3,0	✘
	10 983	14 468	-24,1	OK
	12 275	14 463	-15,1	OK
	6 241	7 984	-21,8	OK
	13 855	10 498	32,0	✘
	10 744	14 204	-24,4	OK
	8 008	7 857	1,9	✘
	9 741	7 887	23,5	✘
	9 229	12 266	-24,8	OK
	24 521	17 618	39,2	✘

Dos quatro indicadores de desempenho criados no Projeto SAVE AGE, serão utilizados dois (kWh/m<sup>2</sup> e kWh/residente) para comparação com os lares em estudo no capítulo 7. Essa comparação é efetuada e analisada em 0.

#### 4.6.2.5 Questões comportamentais

O objetivo do projeto SAVE AGE é consciencializar a fim de mudar o comportamento dos empregados e residentes dos lares, tornando-se mais eficientes a nível energético. Os programas de ação e atividades podem ser especificamente estabelecidos para mudanças comportamentais, que são pedidas para este grupo específico com as suas necessidades específicas. A mudança de comportamento relacionado com a energia pode potencialmente poupar cerca de 19%. Estas poupanças são devidas a mudanças no estilo de vida, conhecimento, ações de baixo custo e pequenos investimentos [42].

#### 4.6.2.6 Melhores técnicas disponíveis

De forma a cobrir todas as regiões com condições climáticas diferentes, entre os países do SAVE AGE, e tendo em consideração as capacidades e o *background* de cada parceiro, foram determinadas as mesmas BATs tanto para os países do norte como do sul, de acordo com uma lista de categorias de tecnologias, Tabela 4.10.






Tabela 4.10 – Resumo das BAT para as diferentes tecnologias, em países do sul e do norte da Europa [42].

Categorias das Tecnologias	BAT	
	Países do Sul	Países do Norte
Ar condicionado	Chillers de absorção	
Free cooling	Free cooling	
Sistemas de aquecimento de espaços	Bombas de calor a ar	Bombas de calor elétricas com armazenamento térmico subterrâneo
Sistemas de ventilação	Permutadores de calor de elevada eficiência	
Aquecimento e arrefecimento geotérmico	Bombas de calor geotérmicas	
Sistemas de aquecimento renovável	Coletores solares e biomassa	
Sistemas de cogeração (CHP)	Microcogeração: Motor de combustão interna (MCI)	
Isolamento (paredes, janelas, telhados)	Casas Passivas	
Elevadores	Tração de elevada eficiência	
Máquinas de lavar e secar	Ligação a água já aquecida; A+++ (sensor de carga, motor eficiente)	District Heating para aquecimento da água; A+++ (sensor de carga, motor eficiente)
Frigoríficos / arcas congeladoras	Bomba de calor com caldeira de condensação	
Cozinhados (forno, fogão)	A+++	
Equipamento de escritório e de entretenimento	Forno combinado ( <i>combi</i> )	
Iluminação	Equipamento de elevada eficiência (Energy Star e tomadas <i>master – slave</i> )	
Sistemas de produção de energia renovável	LEDs com controlo + Fluorescente T5 com balastro eletrónico (e ECO T8)	
Gestão de energia	Sistemas fotovoltaicos monocristalinos	
	Sistema dinâmico de gestão de energia: Planeamento de ações e investimentos graduais e ajustados	

#### 4.6.2.7 Conclusões do projeto SAVE AGE

Com uma ferramenta de *benchmark* que permite estimar o consumo de energia dum LTI conclui-se que há lares com um desempenho energético melhor que outros. A Tabela 4.11 fornece uma visão geral sobre a situação dentro da amostra, para cada indicador de desempenho avaliado e utilizada na presente tese.

Tabela 4.11 – Resultados do *benchmark* para dois indicadores [42].

Indicador	Melhor		Pior		Pior do que o valor de Benchmark
	Médio	Lar	Médio	Lar	
EUI 1 kWh/m <sup>2</sup> /ano					
EUI 2 kWh/residentes/ano					

Quanto às questões comportamentais, verificou-se que fatores de motivação influenciam o comportamento. Estes fatores são a consciencialização, o conhecimento, a influência social, a atitude e a intenção. Para mudar intencionalmente o seu comportamento energético, as pessoas devem estar a par da sua forma de utilização de energia e estarem informadas acerca das consequências.

A fatura de energia dos LTI pode ser diminuída mudando alguns hábitos, principalmente dos trabalhadores. É possível concluir, através dos dados recolhidos, que há uma margem para melhorar o comportamento relacionado com a energia numa percentagem que vai mais ou menos de 5 a 20% correspondente ao comportamento mais ineficiente.

A Tabela 4.12 resume as necessidades mais comuns e barreiras identificadas durante as entrevistas, bem como os problemas mais comuns enfrentados pelos lares. A tabela também apresenta algumas medidas que os gestores dos LTI já tinham tomado para ultrapassar os obstáculos [42].

Tabela 4.12 – Resumo dos problemas, medidas, ações e barreiras mais comuns [42].

Problemas mais comuns verificados	Medidas já tomadas	Top 3 das ações necessárias	Barreiras mais importantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminação</li> <li>• Consciencialização</li> <li>• Administração</li> <li>• Comportamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivar empregados e residentes (instruções e anúncios)</li> <li>• Equipamento elétrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envelope do edifício</li> <li>• Sistemas de aquecl.</li> <li>• Equipamento eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condição financeira</li> <li>• Falta de boa informação</li> </ul>

## 4.7 Soluções tecnológicas

As formas de calor e eletricidade renováveis ou recuperadas, que contribuam para o objetivo final de menor consumo de energia global podem ser consideradas no desempenho energético dos edifícios [43].

### 4.7.1 Bombas de calor

Aproveitam o ar exterior para captar ou libertar energia, usando um compressor elétrico que comprime um fluido frigorígeno que muda de fase para transportar a energia térmica. A tecnologia é altamente comprovada, fácil de manter e encontra-se padronizada, sendo o seu maior problema o consumo, que tipicamente ocorre nas horas de ponta da rede elétrica. Atualmente é possível encontrar no mercado equipamentos com eficiências nominais situadas entre 300% a 500% [43].

## 4.7.2 Cogeração

A vantagem de utilizar sistemas de produção combinada de eletricidade e calor é perceptível: 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. 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. Os CHP (motores de combustão interna; motores *Stirling*; micro turbinas e células de combustível) existentes apresentam custos no intervalo dos 2000 a 4000 €/kWe, com rendimentos globais de 80% a 90% [43]. Na Figura 4.16 apresenta-se um exemplo de poupança de energia através da cogeração.

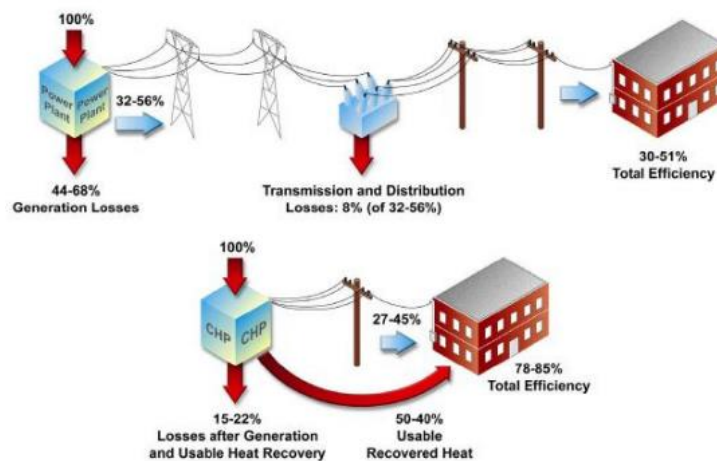


Figura 4.16 – Exemplo de economia de energia com a cogeração [44].

# 5 MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EM EDIFÍCIOS

## 5.1 Enquadramento

A quantificação dos consumos energéticos assume-se como um fator de extrema importância na utilização racional de energia. Como tal, a utilização de sistemas que permitam ter uma visão global e desagregada dos consumos e dos respetivos custos é bastante útil na gestão energética de um edifício.

Estes sistemas são designados de sistemas de monitorização e permitem otimizar os custos de exploração da instalação e de equipamentos, possibilitando a sua monitorização. Desta forma, é possível identificar desperdícios de consumos, fazer a contabilização energética e auxiliar na gestão da instalação [45].

Um sistema de monitorização permite o controlo de custos assim como verificar as poupanças associadas a medidas de racionalização de energia (MRE). Além disso, uma vez que os dados são tratados em tempo real permite alertar serviços de manutenção para consumos anómalos. Estes sistemas efetuam ainda [45]:

- Leituras parciais em tempo real;
- Recolha automática de dados em formato digital;
- Cálculo de parâmetros de qualidade de energia.

## 5.2 Aspetos regulamentares e normativos

A contagem de energia é hoje não só uma obrigação legal a partir de uma determinada potência instalada, conforme os requisitos definidos no RECS anexo à Portaria nº 349-D/2013, mas é principalmente uma necessidade para recolher dados da instalação elétrica e tomar decisões no sentido de otimizar/melhorar a eficiência energética de um edifício e, assim, reduzir a fatura elétrica e igualmente a pegada de CO<sub>2</sub>. O RECS define que existam contagens de consumo elétrico nas principais cargas num edifício, sendo definido por exemplo no âmbito da climatização que todas as unidades com potência elétrica superior a 12 kW tenham uma contagem de energia permanente individualizada.

Além disso, também deve haver contagem de energia elétrica por sistema ou instalação de HVAC bem como contagem individualizada da energia proveniente de eventual produção renovável e/ou cogeração, caso existam [46].

## **5.3 Soluções tecnológicas para monitorização**

Nesta secção são abordados os vários tipos de monitorização de cargas. Existem dispositivos capazes de uma monitorização ao nível do equipamento, do quadro elétrico e outros que possuem a capacidade dos dois anteriores. São também apresentados alguns dos equipamentos existentes no mercado.

### **5.3.1 Monitorização intrusiva de cargas**

A monitorização intrusiva de cargas baseia-se na análise do comportamento de um equipamento elétrico no local onde este é ligado à tomada, ou seja, para este tipo de monitorização é necessário um dispositivo de aquisição de dados para cada equipamento elétrico a monitorizar. Desde já, conclui-se que este tipo de abordagem pode ser bastante dispendioso, pois para uma monitorização de vários equipamentos em simultâneo são também necessários vários dispositivos de recolha de dados. Por outro lado, a instalação destes sistemas é bastante fácil, bem como a sua utilização. Têm a capacidade de adquirir sinais de tensão e corrente de forma simples, conseguindo transmitir ao consumidor diversos valores relacionados com os consumos energéticos através de um visor incorporado no dispositivo [47]. Outros, apesar de não possuírem um visor incorporado, têm a capacidade de enviar esses valores através de comunicações com ou sem fios para um *software* previamente instalado num computador, tablet, telemóvel, etc. Aqui o utilizador tem acesso a toda a informação enviada pelo dispositivo de monitorização, onde poderá comparar valores diariamente tentando de alguma forma alterar determinados hábitos com o intuito de reduzir os consumos elétricos.

Existem diversos aparelhos deste tipo no mercado, uns com umas funcionalidades mais simples e logicamente mais baratos e outros mais complexos e com um preço menos acessível ao público em geral. De seguida são apresentados e caracterizados alguns desses equipamentos.

### 5.3.1.1 Kill A Watt Edge

Criado pela empresa *P3 International*<sup>10</sup>, o *Kill A Watt Edge*, representado na Figura 5.1 é um dispositivo do tipo *plug in*. Este é capaz de apresentar valores relativos ao equipamento elétrico que está a monitorizar, tais como: tensão, corrente, potência, frequência e o respetivo custo energético, através de um monitor LCD que vem incorporado com o mesmo [48]. Para além disto, é ainda possível programar o aparelho de forma a desligar o equipamento elétrico a uma determinada hora. A principal função deste aparelho é a eliminação do desperdício de eletricidade dos equipamentos em standby, pois com o *Kill A Watt Edge* não é possível ter acesso a um histórico de consumos. Outra desvantagem é a necessidade do consumidor ter de possuir mais do que um aparelho quando pretende monitorizar vários equipamentos em simultâneo.



Figura 5.1 – Equipamento *Kill A Watt Edge* [48].

### 5.3.1.2 Steplight Plug-in Power Meter

Comercializado pela empresa *Steplight*<sup>11</sup>, o *Power Meter* apresentado na Figura 5.2 é mais um dispositivo de monitorização energética de baixo custo.

O equipamento possui as seguintes características [49]:

- Medidas de 1 a 2400 W;
- Medidas de tensão, corrente, fator de potência e frequência (50 ou 60 Hz);
- Permite controlar o tempo que o equipamento a monitorizar esteve ligado;
- Bateria interna para guardar os dados depois de desligado;
- Precisão das medições de +/- 1%;
- Consumo de energia é menos de 0,5 W;

<sup>10</sup> Fundada em 1987, a *P3 International* é um fabricante de propriedade privada de soluções orientadas para produtos de consumo.

<sup>11</sup> Desde 2007 a *Steplight* fornece soluções para a redução no uso dos recursos e no impacto ambiental.



Figura 5.2 – Equipamento *Power Meter* comercializado pela *Steplight* [49].

### 5.3.1.3 *Parce smart plug*

A tomada *Parce smart plug*, Figura 5.3, foi desenvolvida por Alemães, sendo que o funcionamento desta baseia-se no facto de grande parte dos aparelhos eletrónicos passarem grande parte do dia em *standby*.



Figura 5.3 – Exemplos de tomadas *Parce* para EU e US [50].

Nos horários em que os aparelhos são mais utilizados a tomada não interfere. Por outro lado, durante os períodos de desuso a tomada desliga-se automaticamente. Todas as estatísticas e padrões de consumo dos seus aparelhos são postados na internet, e podem ser consultados a partir de qualquer lugar via *smartphone*, por exemplo. Caso se pretenda ligar ou desligar um aparelho quando se estiver fora de casa também é possível fazê-lo através da aplicação para o telemóvel. Os padrões de consumo também geram um histórico que pode ser monitorizado dia-a-dia [50].

### **5.3.2 Monitorização não intrusiva de cargas**

A monitorização não intrusiva de cargas, necessita apenas de um equipamento de recolha de dados. Contrariamente à monitorização intrusiva, esta abordagem não requer um dispositivo de aquisição de dados para cada equipamento elétrico. Com este método, é ligado um dispositivo no quadro elétrico de cada habitação, que, normalmente através de um sensor de corrente ou de tensão adquire dados referentes aos consumos totais. Habitualmente, com o sensor, vem ainda um transmissor que por comunicação sem fios envia os valores adquiridos para um programa informático ou página *web*, onde estes podem ser visualizados de uma forma mais intuitiva, através de gráficos com consumos diários [47].

#### **5.3.2.1 Wattson**

O *Wattson* (Figura 5.4) é um pouco diferente dos outros dispositivos de monitorização energética. Criado pela empresa britânica *DIY Kyoto*, este equipamento impressiona logo à primeira vista pelo seu design.

Composto por uma pinça amperimétrica (máximo de 50 A) e um transmissor. Depois de instalados no quadro elétrico, conseguem medir e transmitir valores de corrente para o próprio dispositivo *Wattson*, que funciona como módulo de visualização. Este equipamento consegue medir a quantidade total de energia que está a ser utilizada, mostrando esses valores com um jogo de números e cores, sendo que a cor azul significa baixo consumo e a cor vermelha um elevado consumo energético. Para além disto, este sistema consegue fazer previsões de custos, tendo em conta as tarifas aplicadas. Ao contrário da maioria, o *Wattson* não tem a capacidade de enviar em tempo real as informações adquiridas para um computador.

O método utilizado é o armazenamento de dados (até um máximo de 28 dias) no próprio dispositivo, onde a qualquer altura, o utilizador pode ligar este a um computador e descarregar o histórico de consumos para uma análise desses dados [51].



Figura 5.4 – Equipamento *Wattson* criado pela *DIY Kyoto* [51].

### 5.3.2.2 Contadores de energia SBC

Os contadores de energia *SAIA-Burgess*, comercializados pela Infocontrol<sup>12</sup>, são uma solução técnica que pode não só disponibilizar no display LCD o valor total de consumo, mas igualmente valores instantâneos de tensão, corrente e potência ativa. Os contadores de energia da SAIA podem ser interligados a soluções centrais de gestão de energia ou em sistemas de Gestão Técnica Centralizada, Figura 5.5, incorporando para tal saídas por impulsos – com resoluções até 1 impulso por cada Wh.

Os contadores possuem as seguintes características [52]:

- Contadores de energia monofásicos e trifásicos;
- Medição direta até 32A, 65A ou via TI até 1500A;
- Display LCD de 7 dígitos;
- Apresentação no display de valores totais e parciais de consumos instantâneos de potência ativa, de fase, de tensão e de corrente para cada fase e total;
- Disponibilização via RS485 de todos os valores apresentados no display e adicionalmente da potência reativa;
- Montagem em calha DIN.

---

<sup>12</sup> A Infocontrol foi fundada em 1984 e dedica-se à comercialização de componentes e sistemas nos ramos da automação industrial e dos sistemas para edifícios.

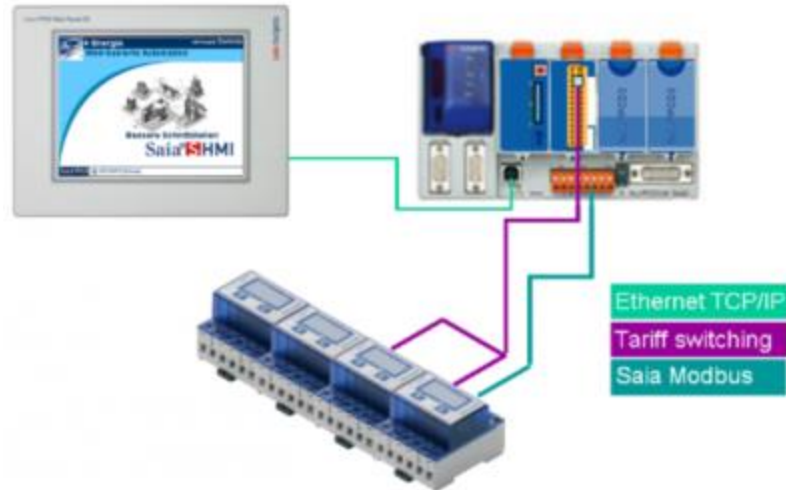


Figura 5.5 – Aplicação típica dos contadores [52].

### 5.3.2.3 OWL Micro+ (CM180)

Este dispositivo de monitorização sem fios, com um monitor incorporado, consegue apresentar valores da potência elétrica consumida e o seu custo. A aquisição de dados é realizada através de um sensor colocado no quadro elétrico, sendo que a pinça do respetivo sensor pode ser colocada no condutor de fase ou neutro. É possível utilizar este dispositivo para medir o consumo total de uma habitação ou apenas para medir o consumo de um único equipamento. O consumo de eletricidade é memorizado diariamente, semanalmente e mensalmente sendo ainda apresentadas as respetivas médias [53]. Este equipamento, representado na Figura 5.6 é fabricado pela empresa *OWL*<sup>13</sup>.



Figura 5.6 - Equipamento *OWL Micro+* criado pela *OWL* [53].

<sup>13</sup> A *OWL* é uma marca do Reino Unido de produtos de monitorização e controlo de energia sem fios fundada em 2006.

### 5.3.3 Monitorização ao nível do equipamento e do quadro elétrico

Existem ainda sistemas capazes de fazer os dois tipos de monitorização apresentados em cima. Um sistema deste género, que basicamente é a junção dos dois métodos apresentados anteriormente, para além de ter um sensor de corrente e/ou tensão ligado no quadro elétrico, tem ainda dispositivos que se ligam a cada tomada elétrica que possua um equipamento a monitorizar. Resumindo, este método consegue transmitir ao consumidor consumos totais e consumos discriminados. Desta forma o utilizador consegue saber onde atuar para que exista uma redução de consumos. Apesar de ser possível saber os consumos de cada equipamento elétrico discriminadamente, continua a ser necessário um dispositivo de recolha de dados para cada equipamento elétrico, o que constitui uma desvantagem, principalmente a nível monetário [47].

#### 5.3.3.1 Enerium

O *Enerium* é uma solução global para a gestão e supervisão de energia que, através do seu *software* associado, permite uma configuração local ou remota, bem como um diagnóstico da sua instalação. Todos os parâmetros medidos poderão ser consultados de qualquer parte por qualquer pessoa via *browser web*. O *Enerium* é uma solução que combina o desempenho empresarial com o desenvolvimento sustentável [54].

Na Figura 5.7 apresenta-se um exemplo de integração de equipamentos para monitorização em que, por exemplo, o número 2 representa medidores de energia consumida trifásicos.

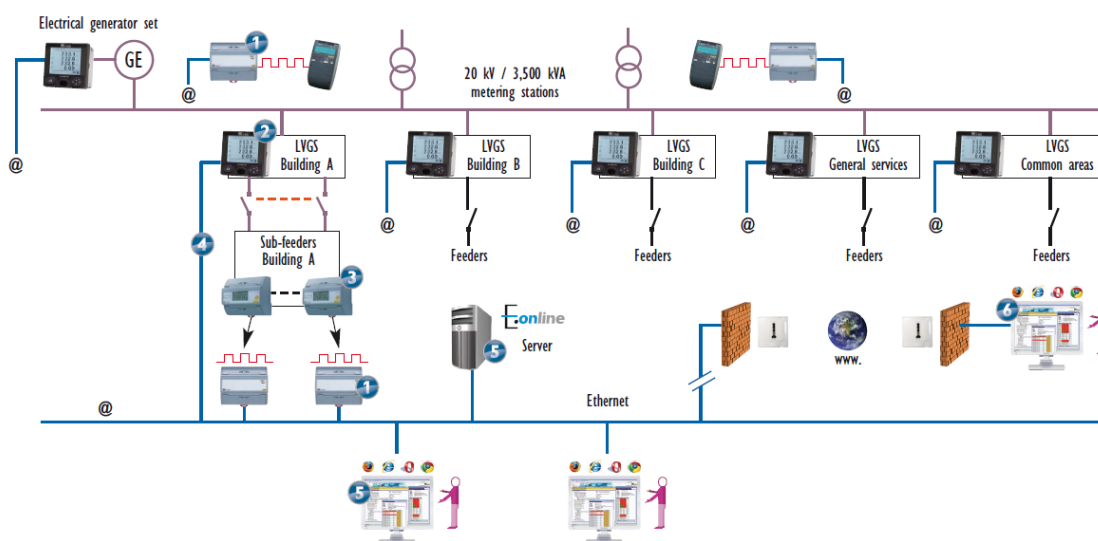


Figura 5.7 – Solução para monitorização de energia [55].

### 5.3.3.2 Cloogy

A empresa ISA<sup>14</sup> entrou no mercado do consumo energético com a criação do *Cloogy*, apresentado na Figura 5.8. O *Cloogy* disponibiliza os dados de consumo de energia medidos e transmitidos pelo *hardware Cloogy*. Através de um portal web é possível visualizar os consumos e controlar remotamente equipamentos elétricos [56].



Figura 5.8 – Equipamento *Cloogy* criado pela ISA [56].

Este sistema, que permite monitorizar e controlar os consumos de eletricidade ao longo do dia é composto por quatro equipamentos:

- Um sensor e transmissor que se liga ao quadro elétrico;
- Um concentrador que recebe a informação do transmissor e das tomadas inteligentes;
- Uma tomada inteligente (uma para cada equipamento elétrico que se queira monitorizar);
- Um monitor onde se pode consultar a informação sobre os consumos em tempo real.

O funcionamento do sistema é o seguinte (Figura 5.9): um pequeno sensor é instalado no contador de energia elétrica e irá recolher dados sobre os consumos energéticos globais. Por sua vez, tomadas Inteligentes enviarão informação sobre os consumos dos equipamentos ligados às mesmas.

---

<sup>14</sup> A ISA – *Intelligent Sensing Anywhere* é uma empresa de base tecnológica, com uma experiência de mais de 20 anos em soluções *Machine to Machine* (M2M) «chave-na-mão», que incluem desde o desenvolvimento de *software* e *hardware*, à prestação de serviços.

Todos os dados são, posteriormente, enviados para um Concentrador, que os remete para as várias plataformas de monitorização. Através destas, poderão ser ligados ou desligados aparelhos elétricos à distância e agendar o seu funcionamento [57].

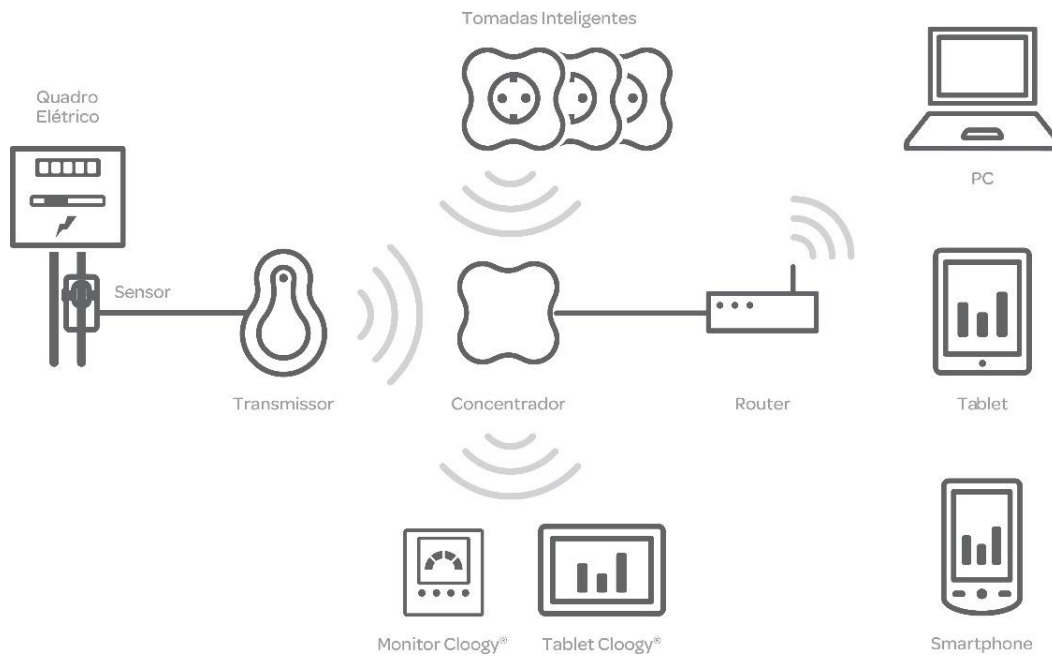


Figura 5.9 - Arquitetura do sistema *Cloogy* [57].

### 5.3.3.3 *Kisense*

O *Kisense* é um *software* de monitorização e gestão de energia comercializado pela ISA, destinado a apoiar empresas na redução dos seus consumos energéticos e na diminuição dos custos associados. É uma plataforma integradora de todos os dados de consumo energético, com um interface simples e intuitivo.

O *Kisense* fornece e analisa dados de consumo energético em tempo real, disponibilizando ao utilizador, informação e conhecimento relevantes para a tomada de decisões relativas à gestão energética de uma empresa, Figura 5.10 [58].

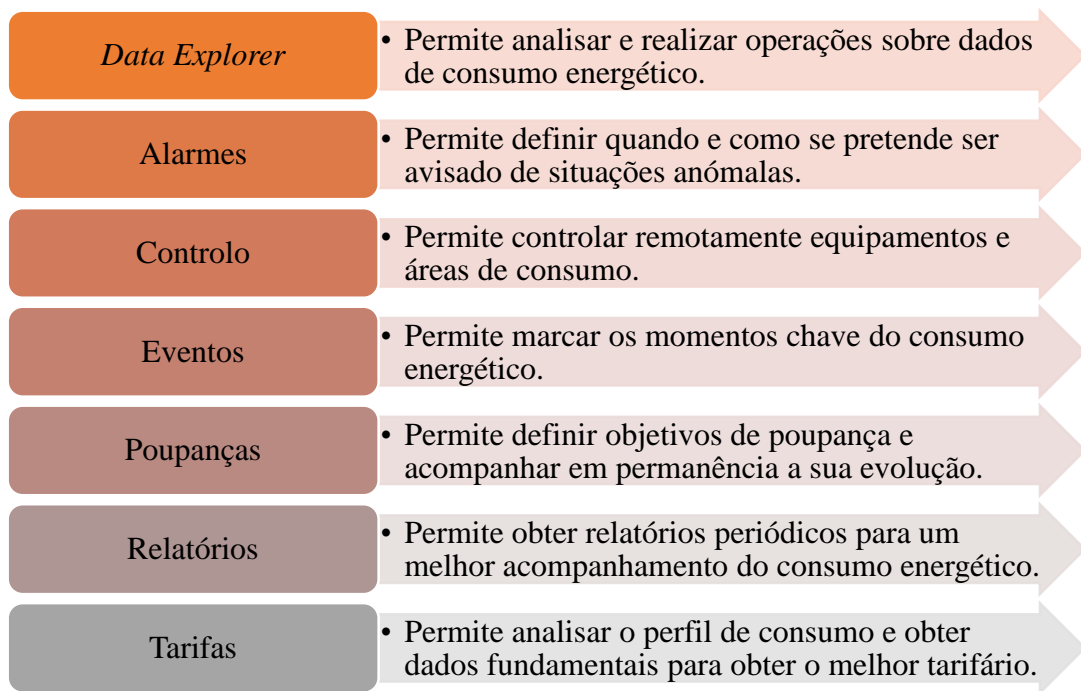


Figura 5.10 - Módulos da solução *Kisense*.

O *Kisense* é capaz de medir remotamente consumos de energia (elétrica, gás e água), estando dotado de plataformas capazes de tratar milhares de fluxos de dados provenientes de sensores e contadores, armazenar esses dados e processá-los, permitindo assim que os utilizadores acedam à informação já tratada, segundo uma estrutura de *software/hardware* esquematizada na Figura 5.11

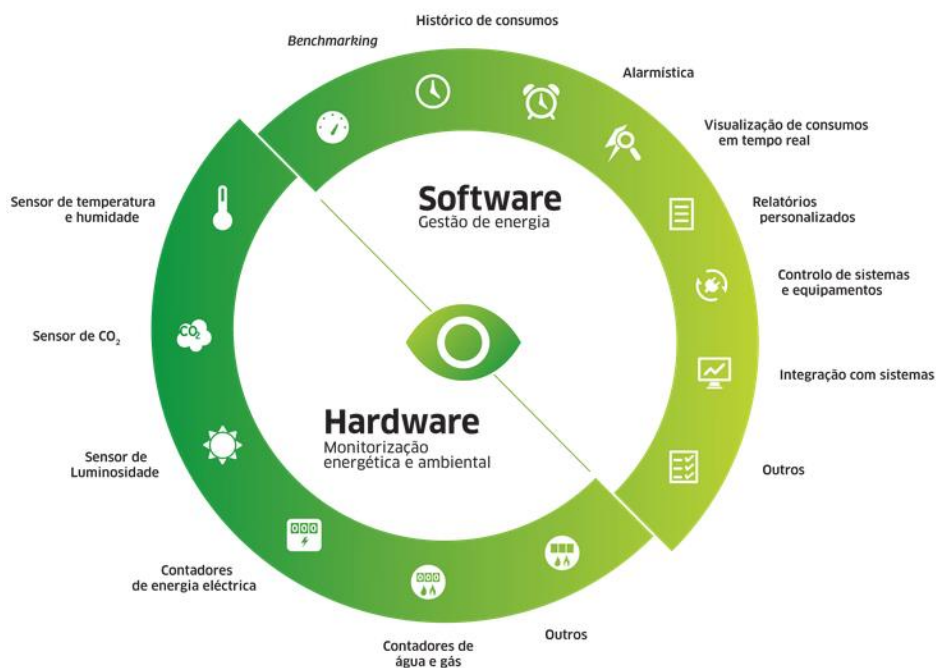


Figura 5.11 – Arquitectura do *Kisense* [59].

A nível de consumos e custos, o *Kisense* pode gravar todas as informações relevantes das faturas de energia e cruzá-las com as informações dos quadros elétricos que está a monitorizar, tratando ambas. Por exemplo, número de unidades utilizadas, divisão por unidades diárias e noturnas, picos de consumo, fator de potência e, a partir daí, ajudar a identificar se os equipamentos estão a funcionar durante a noite, comparar o consumo e os custos com períodos homólogos do dia anterior, semana, mês ou ano, traçar linhas de tendência de consumo e de custo (diagramas de carga) e avisar, através do módulo de alarmes, eventuais aumentos inexplicáveis ou características anómalas de funcionamento, para além de identificar qual o melhor tarifário de energia e previsão de custos [59].

#### **5.3.3.4 Energy Brain**

O *Energy Brain* é um *software* desenvolvido pela *Electrex* e comercializado pela QEnergia<sup>15</sup> que tem como função realizar a contagem e a gestão do consumo de energia. Esta aplicação trabalha com os analisadores e contadores *Electrex* que possuam uma porta de comunicação e dispõe de todas as funções necessárias para uma total monitorização dos consumos de energia. A análise de conteúdo harmónico, formas de onda e visualização de diagramas vetoriais poderá ser efetuada utilizando a gama de analisadores X3M [54].

Os principais objetivos do sistema *Energy Brain* são:

- Análise da fatura da energia - otimização do contrato de aquisição de energia;
- Análise de consumos por centros de custo - conhecimento do consumo de energia de um sector, de uma operação, de um equipamento e correspondente atribuição de encargos;
- Localização de consumos anómalos ou evitáveis - eliminação ou minimização de encargos associados a situações anómalas que derivam de avaria, desconhecimento ou má utilização de recursos;

---

<sup>15</sup> A QEnergia foi fundada em Outubro de 2001 por um conjunto de engenheiros com experiência na área da automação industrial, sistemas de energia e instalações elétricas. Desde o início que o objetivo da empresa foi o de desenvolver uma oferta de produtos e serviços na área da Qualidade da Energia, na qualidade das instalações elétricas e gestão de energia.

- Aquisição, análise e comparação de dados - verificação da eficiência de um sector ou equipamento por comparação com outros de funcionamento semelhante;
- Registo histórico de dados - planeamento de intervenções / alterações de forma a otimizar consumos e tarifas, com a consequente redução de fatura energética a curto médio e longo prazo.

O sistema *Energy Brain* é constituído por um conjunto de contadores de energia que se colocam no pontos de consumo relevante, um concentrador que assegura as comunicações com os contadores e, um *software* residente num PC, onde está instalada a base de dados.

Por exemplo, um concentrador poderá ser o *Yocto Net Log*, Figura 5.12, que reúne as seguintes características [60]:

- Ligação até 40 analisadores em Rede RS485 com o protocolo RTU Modbus;
- Gravação dos valores médios de energia ativa e reativa (intervalos de 15 minutos) até 40 contadores de energia para um período máximo de 60 dias;
- Regista permanentemente os dados em memória sendo depois enviados à base de dados no computador;
- Grau de protecção: IP40;
- Caixa de 4 módulos DIN.



Figura 5.12 – Concentrador *Yocto Net Log* [60].

Para integração com o *software* existe uma variada gama de instrumentos, desde o contador de energia com saída de impulsos ao analisador de energia com registo de eventos, Figura 5.13.

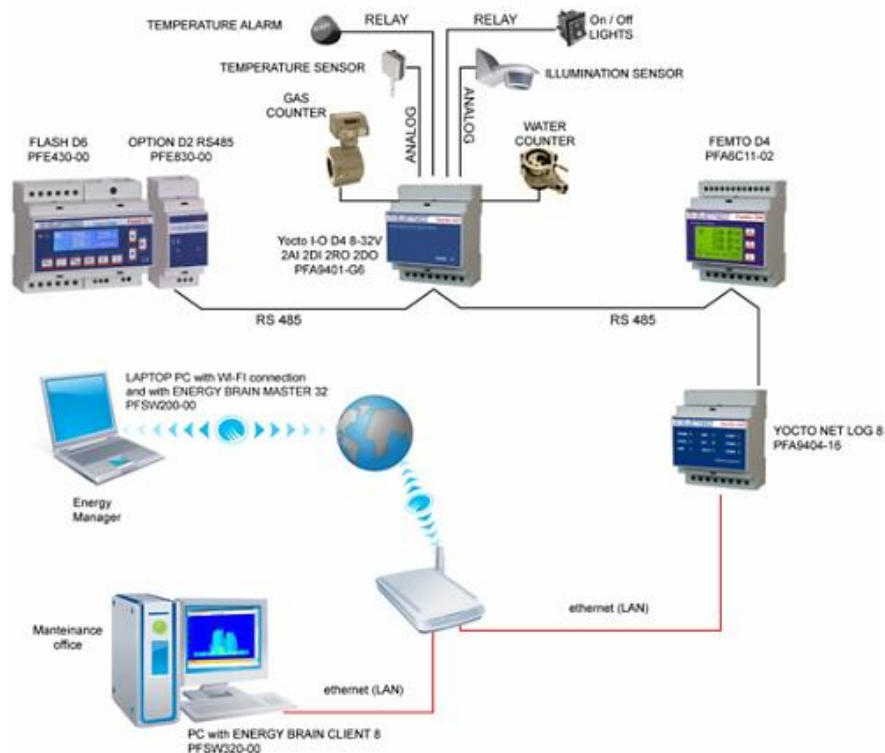


Figura 5.13 – Módulos do *Energy Brain* [61].

### 5.3.4 Monitorização de consumos de eletricidade, água e gás

O HWg-PWR é um dispositivo Ethernet que permite a monitorização e medição da eletricidade, calor, água ou consumo de gás, através de contadores equipados com a interface M-BUS. Além da medição, o dispositivo também suporta o envio de alarmes por e-mail ou SNMP-traps, sempre que os valores definidos forem ultrapassados.

O HWg-PWR é capaz de ler e analisar dados de 3 contadores externos, desde que equipados com M-Bus (EN 13757). No seu interface web é possível mostrar até 30 valores monitorizados por SNMP. O Contador IP HWg-PWR M-Bus, suporta o envio de alarmes por e-mail ou SNMP-traps, sempre que os valores definidos forem ultrapassados [62]. Na Figura 5.14 é possível visualizar a arquitetura do sistema.

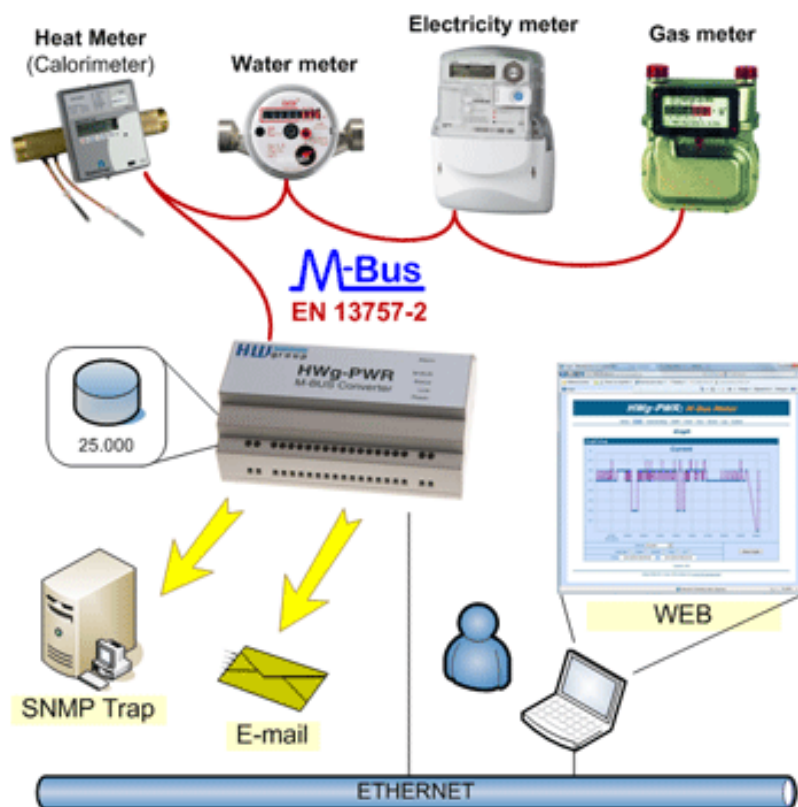


Figura 5.14 – Arquitetura de funcionamento do sistema [62].

Através deste sistema, é possível ter acesso aos seguintes elementos:

- **Gráficos:** Registo de valores medidos com a opção de criar gráficos;
- **Contadores:** Contadores independentes de energia para leituras periódicas (diária, semanal, mensal, anual, ...);
- **Relatórios:** Envio periódico dos valores adquiridos através de HTTP e e-mail;
- **M-bus:** Detecção automática de sensores e dos valores medidos (quantidades).

Para efetuar a monitorização dos consumos de água poderá também ser utilizado um contador de modelo Aquadis+ da Itron, um contador de água volumétrico de pistão rotativo, desenvolvido para o sector residencial, permitindo uma medição com elevada exatidão, qualidade e segurança (Figura 5.4). Trata-se de um contador bastante robusto que permite uma exatidão a longo prazo e uma garantia de fácil leitura permanente aliada a uma elevada eficiência. O Aquadis+ vem também pré equipado com a tecnologia Cyble, permitindo que o contador seja integrado em sistemas de leitura remota através da adição dos respetivos módulos. Traz assim a vantagem de não ser necessário investimento adicional no contador que possibilite a leitura remota. A tecnologia Cyble permite a gestão de caudal de retorno e deteção de fugas.



Figura 5.15 – Contador de águas Aquadis+ da Itron.

# 6 INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM EDIFÍCIOS

## 6.1. Enquadramento

Há um grande potencial para utilizar a energia solar, eólica, geotérmica e biomassa nos edifícios e a tecnologia já é relativamente madura. A utilização de energia solar tem recebido mais atenção em todo o Mundo, uma vez que é uma fonte inesgotável e sem emissão de gases com efeito de estufa. Pode ser utilizada em sistemas fotovoltaicos, solar térmico para aquecimento de água, etc [63].

A energia do vento é utilizada para a geração de energia especialmente nos arranha-céus, como é exemplo o *Bahrain World Trade Center*<sup>16</sup> apresentado na Figura 6.1.



Figura 6.1 – Edifício *Bahrain World Trade Center* com energia renovável para suprir parte das suas necessidades energéticas [64].

---

<sup>16</sup> Complexo comercial localizado na cidade de Manama, capital do Bahrain, nas proximidades do Golfo Pérsico, construído em 2008. O edifício é composto por duas torres simétricas projetadas em forma de vela, com uma altura de 240 metros, e 50 andares. As turbinas geram cerca de 225 kW máximos com ventos entre 15 e 20 m/s.

A energia geotérmica é outra grande fonte de energia limpa, armazenada no interior da terra. A tecnologia de bomba de calor<sup>17</sup> tem um grande potencial de aplicação nos edifícios. Relativamente à biomassa, os seus elementos podem ser utilizados para o aquecimento através da combustão direta ou conversão química [63].

### 6.1.1. A componente construtiva passiva

A integração das energias renováveis e tecnologias complementares não deve descuidar a utilização de conceitos bioclimáticos que permitem a redução das necessidades energéticas, Figura 6.2. O intuito destes sistemas é promover o conforto dos seus ocupantes, evitando o recurso a sistemas ativos (mesmo que renováveis), aproveitando ou evitando a radiação solar e a temperatura exterior. Assim, desempenham um papel relevante no seu comportamento térmico, tanto a envolvente opaca, como a transparente, bem como a iluminação e ventilação natural [43].

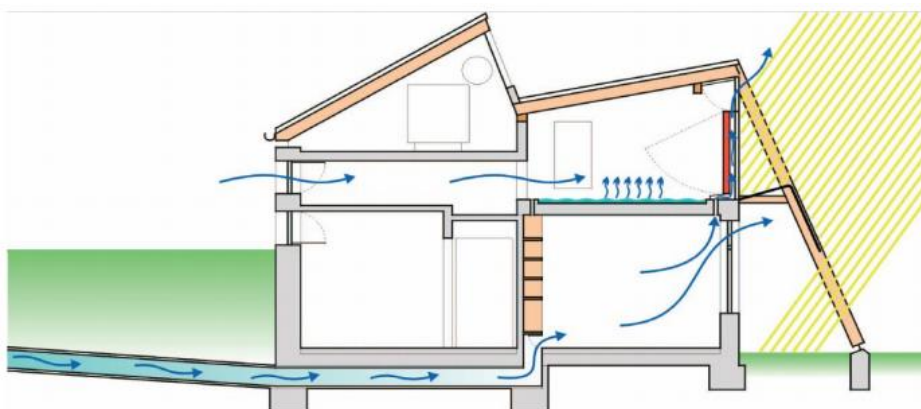


Figura 6.2 – Exemplo de Arrefecimento pelo Solo, Casa Solar Porto Santo - Arqº. Gunther Ludewig [43].

No futuro o projeto de climatização não poderá seguir a estratégia de simplificar e sobredimensionar a instalação. Terão que ser criadas condições para que se produzam projetos HVAC com a melhor qualidade que o *know-how* permitir, para que o edifício cumpra o desempenho passivo térmico previsto, Figura 6.3. 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 [43].

<sup>17</sup> A bomba extrai energia a uma certa temperatura, aumenta essa temperatura e liberta-a num meio que, nos casos mais comuns é a água que vai para os radiadores de baixa temperatura, sistema de chão radiante ou unidades ventilo-convectors. Entre estes dois meios, o calor é movido por intermédio de um fluido de trabalho.

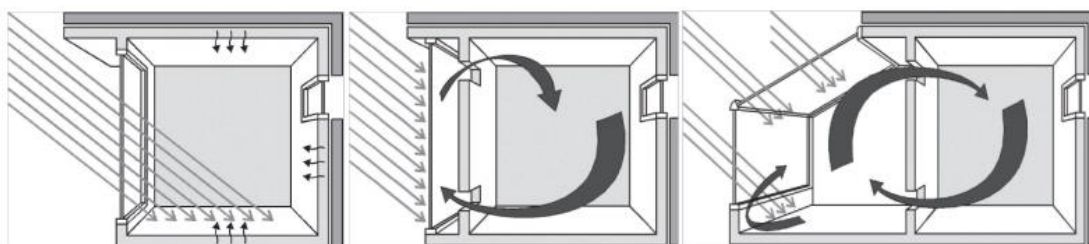


Figura 6.3 – Exemplos de Sistemas passivos, em estratégia promoção de ganhos solares na estação do Inverno: Ganho Direto, Indireto e Isolado [43].

## 6.1.2. A componente construtiva ativa renovável

Esta componente 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 *freecooling*, 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 [43].

### 6.1.2.1. Solar Térmico

Um sistema de captação de energia solar térmica converte a energia de radiação fornecida pelo sol em energia térmica contida na água que se pretende utilizar. Através de uma superfície absorvente é possível captar com melhor rendimento a radiação eletromagnética do sol, Figura 6.4. Largamente divulgada nos dias de hoje, este tipo de energia está numa fase em que a tecnologia alcançou um bom patamar de fiabilidade e conhecimento [43].

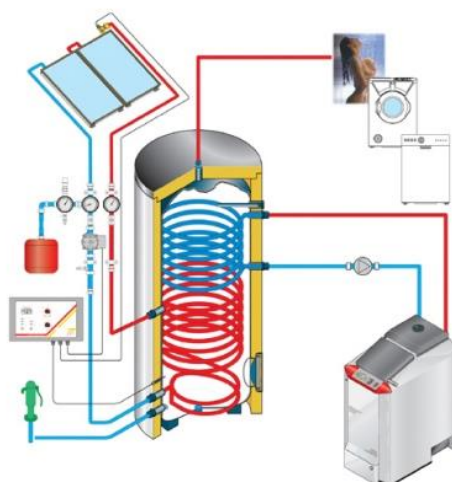


Figura 6.4 – Componentes de um sistema solar térmico [65].

### 6.1.2.2. Energia Fotovoltaica

A energia fotovoltaica é aquela que é obtida através da conversão de energia radioativa proveniente do sol em energia elétrica, através de certos materiais que têm capacidade de produzir energia elétrica, quando são expostos à luz. O desenvolvimento tecnológico dos sistemas FV deu-se inicialmente em células de silício, apresentando-se estas no mercado principalmente em dois tipos, as monocristalinas e as multicristalinas. Mais recentemente, as tecnologias de 2ª geração, designadas de filmes finos, ganharam alguma relevância no mercado, dado que são mais baratas que as células de silício. Todavia, são menos eficientes na conversão energética. Presentemente, e ainda em fase de investigação, existem um conjunto de tecnologias emergentes de filmes finos, de 3ª geração, que prometem desenvolvimentos assinaláveis a médio prazo. Destaca-se também as centrais solares termoelétricas de concentração, cujo funcionamento é idêntico ao das centrais térmicas convencionais, sendo a produção de vapor obtida através da focagem da radiação solar em superfícies espelhadas com sistemas de seguimento solar [66].

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. Na Figura 6.5 apresenta-se um edifício com grande quantidade de módulos fotovoltaicos.



Figura 6.5 – Sede da *Solar-Fabrik* na Alemanha com 275 m<sup>2</sup> de módulos fotovoltaicos [67].

## **A. Autoconsumo**

O autoconsumo, atividade regulada pelo Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de Outubro [68] e pelas portarias nº 14/2015 e 15/2015 de 23 de janeiro, é um novo modelo de produção descentralizada de energia a partir de energias renováveis, em particular a partir do sol, em que a energia elétrica produzida é consumida predominantemente pelo produtor, embora com a possibilidade de injetar o remanescente na rede.

Com o autoconsumo consegue-se uma maior eficiência quando a UPAC (Unidade de Produção para Autoconsumo) é dimensionada de acordo com as necessidades da instalação de consumo mas se houver excedentes, a energia excedente que não ultrapasse o consumo total anual da instalação de consumo é paga a preços de mercado, mediante contrato assinado com a entidade. O excedente de produção para além do valor total anual de consumo não é remunerado. Como tal, é importante avaliar bem se vale a pena injetar o excedente, dado que esta opção implica o pagamento de taxas de registo da instalação, bem como, a instalação de sistemas de telecontagem da energia produzida e injetada e também a celebração de um contrato de seguro de responsabilidade civil. O autoconsumo irá potenciar o desvio de consumos noturnos para o período diurno, durante o qual existe maior produção de energia, pelo que, fará todo o sentido, por exemplo e sempre que possível, colocar as máquinas de lavar roupa e louça a funcionar durante o dia, bem como, quaisquer outros equipamentos elétricos para os quais essa deslocação seja possível. O autoconsumo permite também a acumulação de energia com recurso a baterias, as quais são carregadas quando existe mais produção, sendo a energia usada entretanto em períodos de ausência de produção [69].

### **6.1.2.3. Energia Eólica**

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 1 kW e os 50 kW e que se encontram em contínuo desenvolvimento. A utilização dos sistemas eólicos a par com os sistemas fotovoltaicos resulta num sistema híbrido com dois recursos distintos, logo teoricamente mais independente e neutro. Contudo, ao contrário do PV, 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 [43].



# **7. CASO DE ESTUDO: AUDITORIA ENERGÉTICA A TRÊS LARES DE IDOSOS**

## **7.1. Enquadramento**

Neste capítulo apresenta-se um estudo acerca das instalações dos três lares de idosos onde foi efetuada a auditoria energética. O objetivo passa por recolher informação e posteriormente apresentar soluções para o estabelecimento de medidas de economia do consumo de energia, na ótica de eficiência energética e utilização racional de energia; ambas, não só potenciam as reduções da fatura energética mas também promovem medidas para um desenvolvimento sustentável.

## **7.2. Metodologia de intervenção**

Numa primeira fase foi efetuada uma visita às instalações dos três lares de idosos. Posteriormente foi planeado e efetuado o trabalho de campo (auditoria para caracterização da infraestrutura e equipamentos, registos dos consumos de energia, inspeção termográfica, etc.) Obtidos os dados necessários procedeu-se ao seu tratamento e respetivo estudo para diminuição dos consumos de energia (foram identificadas as principais áreas de intervenção assim como as respetivas medidas, sendo efetuado um estudo de viabilidade técnica e económica). Na Figura 7.1 apresentam-se as etapas desenvolvidas ao longo das auditorias aos lares.

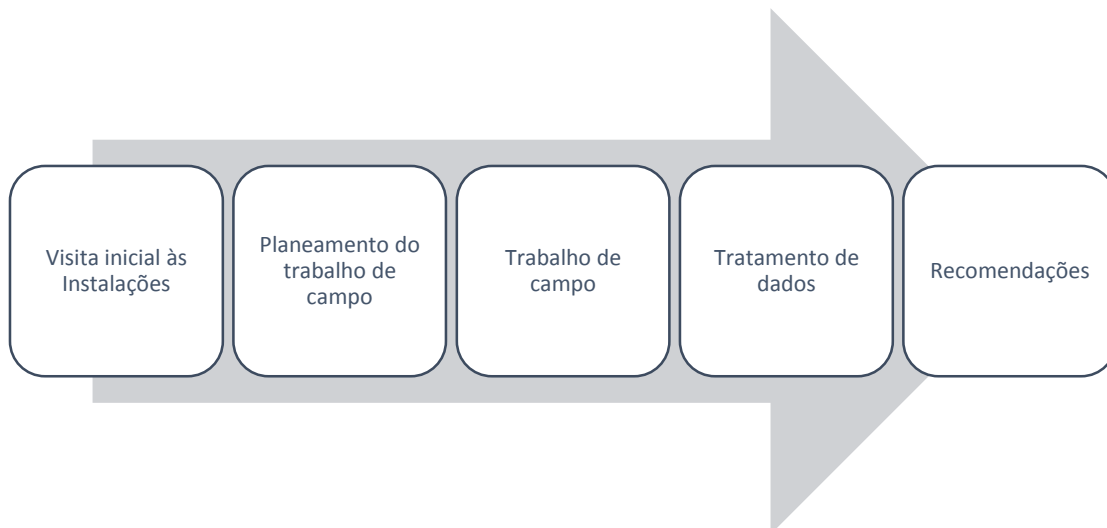


Figura 7.1 - Etapas desenvolvidas ao longo da auditoria.

Foi consultado o Despacho nº 17449/2008 [70], o qual descreve pormenorizadamente as tarefas a incluir numa auditoria energética. Foram realizados os seguintes pontos:

- Quantificar os consumos energéticos;
- Efetuar uma inspeção visual dos equipamentos e ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;
- Esclarecer como é transformada a energia e quais os seus custos;
- Efetuar um levantamento e caracterização detalhada dos principais equipamentos consumidores de energia, sobretudo com maior peso em termos de potência instalada, quer elétrica, quer térmica;
- Identificar e quantificar as possíveis áreas onde as economias de energia são viáveis, como resultado das situações encontradas/anomalias detetadas e medições efetuadas;
- Definir intervenções com viabilidade técnico-económica, conducentes ao aumento da eficiência energética e ou à redução da fatura energética.

O objetivo de efetuar auditorias em três lares é poderem ser comparadas tecnologias, equipamentos, comportamentos, etc. Esta análise permite a verificação caso a caso assim como uma comparação entre instituições. Além destas comparações também será efetuada a comparação de alguns indicadores obtidos com o projeto SAVE AGE.

## 7.2.1. Equipamento utilizado nas auditorias

Os equipamentos utilizados são propriedade do Instituto Superior de Engenharia do Porto, com exceção do arduino e do sensor de temperatura LM35.

### 7.2.1.1. 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 7.2 apresenta-se o aspeto do equipamento, onde é possível verificar que as medições de tensão e corrente são efetuadas na parte superior do mesmo.



Figura 7.2 – Analisador de potência e energia utilizado [71].

O aparelho é acoplado ao quadro elétrico abraçando os 3 grampos existentes (pinças amperimétricas), correspondentes a cada fase do circuito, aos 3 cabos de alimentação do quadro. Na Figura 7.3 apresentam-se as 3 pinças amperimétricas a efetuar a medição num disjuntor tetra polar, que corresponde à proteção colocada no QGBT para um quadro parcial de piso.



Figura 7.3 – Ligação das pinças amperimétricas do equipamento na saída de um disjuntor tetra polar.

Existem ainda 4 cabos que são ligados para efetuar as respectivas medições de tensão. O aparelho quantifica a corrente e o fator de potência em cada fase em intervalos de tempo definidos e calcula diretamente a potência necessária e a energia consumida, gravando a informação num cartão de memória SD inserido antes do início da medição. Algumas das características do equipamento apresentam-se no Anexo II – Especificações do Analisador de Energia.

#### **7.2.1.2. Câmara Termográfica**

Para a análise termográfica a executar utilizou-se uma câmara termográfica FLIR – E60. Esta câmara permite a captação simultânea de imagens térmicas e digitais utilizando uma câmara digital integrada de 3.1 MP. As imagens térmicas capturadas são apresentadas num LCD de 3.5". Na Figura 7.4 é possível visualizar a câmara utilizada.



Figura 7.4 – Câmara termográfica utilizada.

Algumas das características do equipamento apresentam-se no Anexo III – Especificações da câmara termográfica.

### **7.2.1.3. Arduino + LM35**

A necessidade de medição e registo de temperatura levou à “construção” de uma ferramenta com essa possibilidade, programando um Arduino Uno (um dos produtos do Arduino<sup>18</sup>) e utilizando um LM35 [72]. O LM35 é um sensor de temperatura que apresenta uma saída de tensão linear proporcional à temperatura a que se encontra. O fator de escala é de 10 mV/°C, ou seja, a cada 0,01 V no pino OUT corresponde 1 °C.

Os valores adquiridos foram automaticamente registados numa folha de cálculo.

---

<sup>18</sup> O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrónica *open-source*, disponível em: <http://www.arduino.cc/>

## 7.3. Lar “A”

### 7.3.1. Caraterização geral do edifício

O Lar “A” é uma estrutura de apoio social a pessoas idosas que abriu as suas portas no dia 14 de Março de 1998. Na Figura 7.5 apresenta-se o aspeto exterior do mesmo.



Figura 7.5 – Aspeto exterior do Lar “A”.

Trata-se de uma construção com cerca de 17 anos em alvenaria, constituída por parede dupla e vãos envidraçados de vidro duplo. Na Tabela 7.1 apresentam-se alguns dados acerca do edifício.

Tabela 7.1 – Descrição do Lar “A”.

Nº de utentes (Abril de 2015)	Área aproximada (m <sup>2</sup> )	Data de Fundação	Nº de pisos
78	4800	1998	3 + Cobertura

O edifício é constituído por 3 pisos acima do solo e uma cobertura. Relativamente ao horário de funcionamento é de salientar que, devido ao tipo de instituição, funciona durante 24 horas por dia, 365 dias por ano.

Para uma melhor compreensão da disposição das divisões pelo edifício, é apresentada na Tabela 7.2 uma síntese das divisões por piso.

Tabela 7.2 – Distribuição das divisões por piso para o Lar “A”

<b>Piso</b>	<b>Divisões</b>
<b>0</b>	Ar Condicionado 1
	Ar Condicionado 2
	Garagem/Arquivo
	Vestiários
	Lavandaria e Rouparia
	Cozinha
	Central Térmica
	PT
	Armazém
	Gabinete Enc. Geral
	WC
	Sala de atividades
	Sala de costura
<b>1</b>	Quartos 1.01/1.17
	Sala de lazer
	Sala de jantar
	Sala de estar
	Assistência médica
	Secretaria
<b>2</b>	Quartos 2.01/2.16
	Capela
	Sala de jantar
	Sala de estar
<b>3</b> <b>(Cobertura)</b>	Casa das máquinas
	Ar Condicionado 3

Um outro aspeto relevante na caracterização do edifício é a sua envolvente, que corresponde à superfície do edifício que faz fronteira com o exterior, a qual é composta por parede de tijolo e revestida a reboco. Quanto aos envidraçados são de vidro duplo, caixilharia de alumínio e sendo usado na grande maioria proteção solar interior constituída por estores de plástico ou cortinas. Na Figura 7.6 apresentam-se os envidraçados de uma divisão e a sua proteção solar interior, neste caso com cortinas.



Figura 7.6 – Envidraçados e respetiva proteção solar interior com cortinas.

### 7.3.2. Caracterização geral da instalação elétrica

Os consumos energéticos do edifício derivam principalmente do aquecimento/arrefecimento e da iluminação. As necessidades energéticas do edifício são satisfeitas com recurso à energia elétrica e ao gás natural. O fornecimento de energia elétrica é garantido através de uma alimentação de Média Tensão, Tabela 7.3, sendo a distribuição assegurada a partir de um posto de transformação constituído por um transformador de 400 kVA.

Tabela 7.3 – Situação contratual do Lar “A”.

Fornecedor	Tarifa Contratada	Ciclo Horário	Potência Instalada (kVA)	Potência contratada <sup>19</sup> (kVA)
Galp Power, S.A.	Média Tensão - MT	Ciclo Semanal com feriados	400	186

<sup>19</sup> Potência que o distribuidor vinculado coloca, em termos contratuais, à disposição do cliente.

Na Figura 7.7 apresenta-se o transformador utilizado, podendo-se verificar a existência de rede metálica que impede o acesso direto ao transformador.



Figura 7.7 – Transformador utilizado e respetivo compartimento – Lar “A”.

Este edifício não possui produção própria (por exemplo, painéis fotovoltaicos) nem grupo gerador de emergência. Além disso, para assegurar a continuidade dos sistemas eletrónicos (redes informáticas e videovigilância), o edifício não dispõe de qualquer UPS (*Uninterruptible Power Supply*), que asseguraria a alimentação desses sistemas, caso ocorra um distúrbio na alimentação. As UPS's, além de fornecerem proteção contra as falhas da alimentação elétrica poderiam também filtrar as perturbações encontradas na alimentação da rede elétrica (quedas de tensão, “ruído” elétrico), fornecendo assim às cargas mais sensíveis uma alimentação elétrica estável.

Para a compensação do fator de potência, o edifício dispõe de uma bateria de condensadores localizada no Piso 0. Esta bateria de condensadores de 70 kVAr, está montada num quadro elétrico construído para o efeito e é alimentada pelo QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão). Na Figura 7.8 apresenta-se o QGBT e o quadro elétrico para compensação do fator de potência.



Figura 7.8 – QGBT e quadro elétrico para compensação do fator de potência.

### **7.3.2.1. Rede de distribuição e quadros elétricos**

O edifício dispõe de cinco quadros elétricos “principais” para a distribuição interna da energia elétrica, tal como se apresenta na Figura 7.9. Os quadros são designados de QGBT, QECT (Quadro Elétrico Central Térmica), QP\_P2 (Quadro Parcial do Piso 1), QP\_P3 (Quadro Parcial do Piso 2) e QCM (Quadro da Casa das Máquinas), de onde partem para os respetivos quadros parciais, distribuídos pelos pisos, através das diversas canalizações elétricas devidamente protegidas.

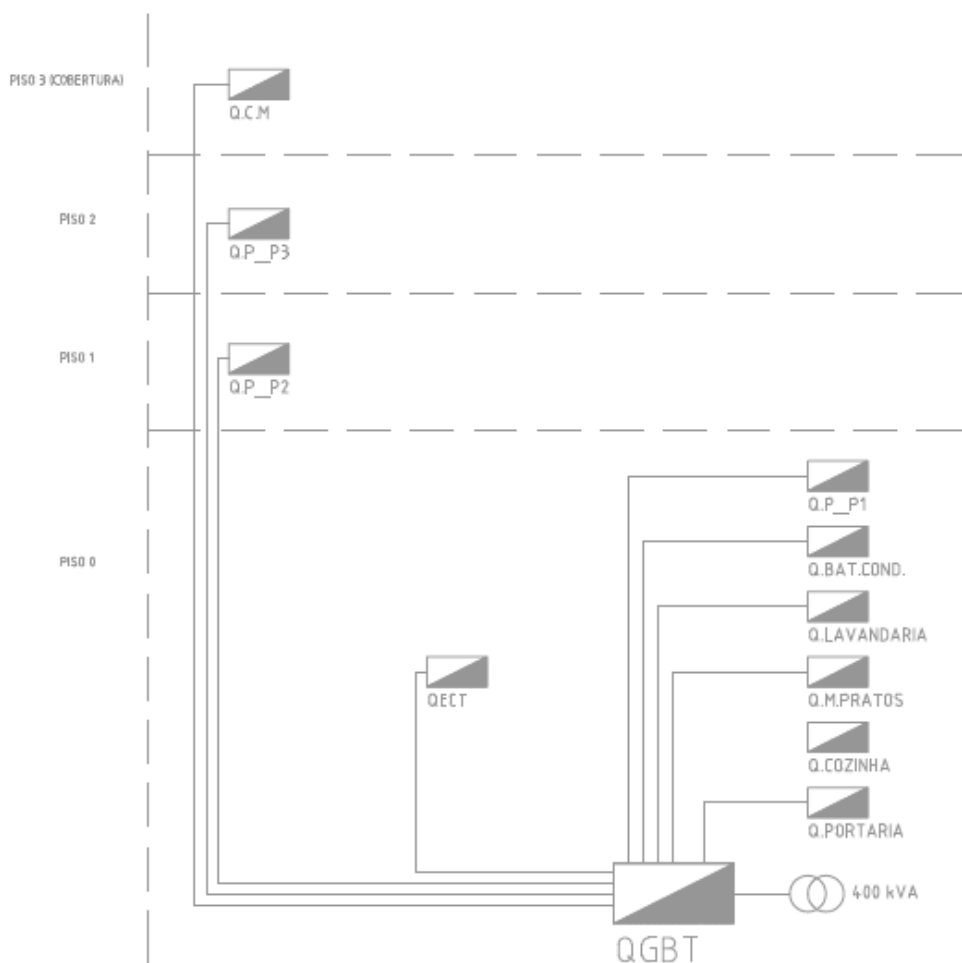


Figura 7.9 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar “A”.

Os circuitos dos quadros elétricos encontram-se, regra geral, identificados com etiquetas. Existem casos em que são colocadas etiquetas de modo a manter desligado um determinado disjuntor, tal como se apresenta na Figura 7.10. Este tipo de ações pode ser corrigido colocando, por exemplo, um interruptor horário no quadro elétrico.

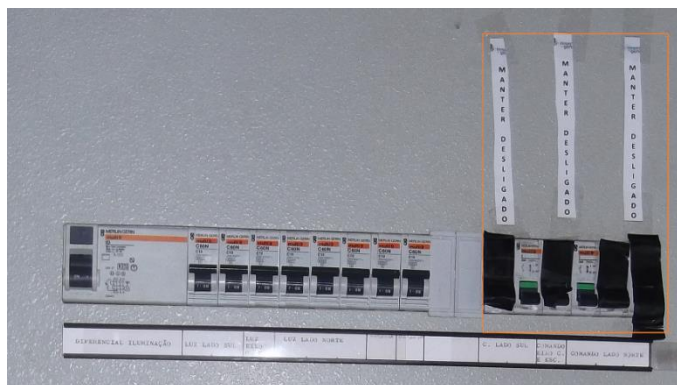


Figura 7.10 – Bloqueio de disjuntores e etiquetas de aviso.

### 7.3.2.2. Sistemas de iluminação

Ao fazer uma análise detalhada da iluminação presente no edifício verificou-se que existem cerca de 566 lâmpadas, perfazendo uma potência total de 30488 W. O Piso 0 é o que tem um maior número de lâmpadas e por sua vez o piso 3 (cobertura) é o que tem um menor número, de acordo com a Tabela 7.4.

Tabela 7.4 - Quantidade de lâmpadas por potência e piso – Lar “A”.

	<b>Qtd.</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>Piso 0</b>	<b>255</b>	<b>45,1</b>	<b>8976</b>
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>252</b>	<b>44,5</b>	<b>8856</b>
18 W	12	2,1	216
36 W	240	42,4	8640
<b>Incandescente</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>120</b>
40 W	3	0,5	120
<b>Piso 1</b>	<b>221</b>	<b>39,0</b>	<b>11230</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>49</b>	<b>8,7</b>	<b>1644</b>
18 W	48	8,5	1620
24 W	1	0,2	24
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>161</b>	<b>28,4</b>	<b>6102</b>
18 W	17	3,0	594
36 W	144	25,4	5508
<b>Incandescente</b>	<b>11</b>	<b>1,9</b>	<b>3484</b>
40 W	1	0,2	40
42 W	10	1,8	3444
<b>Piso 2</b>	<b>84</b>	<b>14,8</b>	<b>10066</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>11</b>	<b>1,9</b>	<b>780</b>
18 W	7	1,2	684
24 W	4	0,7	96
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>56</b>	<b>9,9</b>	<b>3042</b>
18 W	6	1,1	810
36 W	50	8,8	2232
<b>Incandescente</b>	<b>17</b>	<b>3,0</b>	<b>6244</b>
42 W	16	2,8	5544
70 W	1	0,2	700
<b>Piso 3</b>	<b>6</b>	<b>1,1</b>	<b>216</b>
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>6</b>	<b>1,1</b>	<b>216</b>
36 W	6	1,1	216
<b>Total</b>	<b>566</b>	<b>100</b>	<b>30488</b>

O piso 0 representa 45,1% das lâmpadas presentes no edifício, enquanto o piso 1, 2 e 3 representam 39%, 14,8% e 1,1% respectivamente, de acordo com a Figura 7.11.

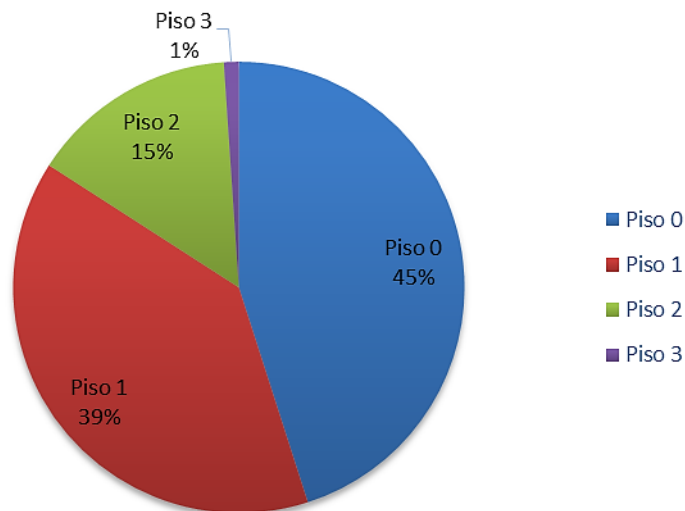


Figura 7.11 - Percentagem de lâmpadas por piso.

As lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W são as mais utilizadas no edifício, representado 77,7%. As lâmpadas de 18 W são responsáveis por 15,9% enquanto as lâmpadas incandescentes são responsáveis por 5,5%. Em relação às lâmpadas de 18 W estas podem ser lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas. No caso do edifício em estudo existem mais lâmpadas compactas (55) em relação às tubulares (35). Na Figura 7.12 apresenta-se a repartição de lâmpadas de acordo com a sua potência.

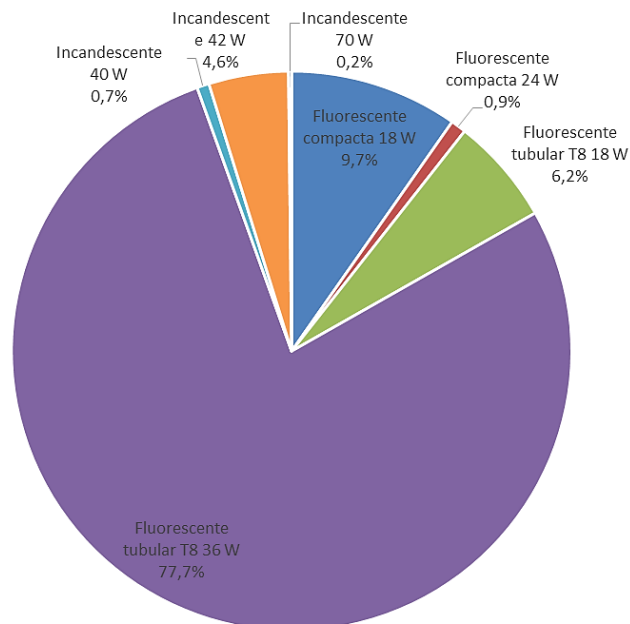


Figura 7.12 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência – Lar “A”.

As lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W encontram-se em armaduras de encastrar, tal com é possível visualizar na Figura 7.13. Além disso, estas armaduras dispõem de balastros ferromagnéticos.



Figura 7.13 – Luminárias de encastrar para lâmpadas fluorescentes utilizadas.

Existem alguns locais em que a iluminação é assegurada por lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W, tal como é possível verificar na Figura 7.14.



Figura 7.14 – Lâmpada fluorescente compacta utilizada em sala de estar.

De seguida apresenta-se uma análise aos equipamentos de iluminação de alguns compartimentos. Não é feita uma análise de todos devido à sua extensão. O critério para análise foi a potência total instalada ser superior a 500 W.

### **B. Iluminação “Sala de Jantar”**

A iluminação artificial da “sala de jantar” é alimentada pelo quadro parcial QS3\_P2, através de dois circuitos comandados por dois disjuntores no presente quadro. São utilizadas armaduras de encastrar com lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W, como se pode visualizar na Figura 7.15.



Figura 7.15 – Iluminação utilizada na sala de jantar – Piso 1.

### C. Iluminação Quartos

A iluminação nos quartos é constituída maioritariamente por lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W no teto e lâmpadas incandescentes de 42 W junto às camas. É de salientar que o mecanismo de acionamento das lâmpadas junto às camas é através de interruptores do tipo “pêra”.

### D. Iluminação Corredor Quartos

A iluminação destes corredores é assegurada por armaduras do tipo régua, com duas lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 36W, tal como é possível verificar na Figura 7.16. Nesta área de circulação a iluminação é comandada através de dois disjuntores presentes no QP\_P2.



Figura 7.16 – Iluminação utilizada nos corredores dos quartos – Piso 1.

Pela observação da imagem anterior, verifica-se que a disposição da luminária no teto transversalmente ao alinhamento do corredor não é a mais correta. A concentração de luz é maior nos pontos onde as luminárias estão instaladas, sendo que se estivessem instaladas no sentido longitudinal, a luz dispersar-se-ia ao longo do corredor de forma mais homogênea, atingindo maior superfície e ficaria mais próxima da unidade seguinte.

#### **E. Iluminação Sala de Lazer/Entretenimento**

A iluminação artificial da sala de lazer é alimentada pelo quadro parcial QS1\_P2, através de circuitos comandados por disjuntores no presente quadro. São utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W, como se pode visualizar na Figura 7.15.



Figura 7.17 – Iluminação utilizada na sala de lazer – Piso 1.

Além disso, numa outra parte que não é possível verificar na figura, são utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 36 W.

## F. Iluminação Elevadores

A iluminação dos elevadores é garantida através de 4 lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W (elevador 1) e 2 lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W (elevador 2). É de salientar que estas se apresentam sempre ligadas, não existindo um mecanismo que garanta a sua utilização apenas na presença de utilizadores. Na Figura 7.18 apresenta-se a disposição da iluminação nos elevadores.



Figura 7.18 – Iluminação do elevador 1 (esquerda) e do elevador 2 (direita).

### 7.3.2.3. Sistemas de AVAC e AQS

#### A. Instalação de Potência e Controlo

Existe um quadro elétrico geral de AVAC (QECT) a partir do qual se desenrola toda a instalação de potência e controlo de AVAC, bem como o sistema de incêndios. Neste quadro elétrico é possível visualizar valores da tensão simples e composta, bem como a intensidade de corrente absorvida por fase, através de um voltímetro e amperímetro digitais. Na Figura 7.19 apresenta-se um diagrama das ligações entre o quadro geral de AVAC e os restantes quadros do sistema de aquecimento e ventilação.

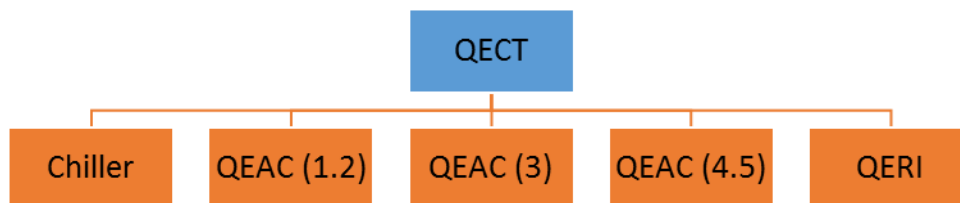


Figura 7.19 – Diagrama de blocos das ligações elétricas de potência – Piso 1.

No QEAC (1.2) apresentado na Figura 7.20 encontram-se as UTA 1 e UTA 2 com as respetivas unidades de ventilação (UV1 e UV2) e humidificação, apresentadas na Figura 7.21



Figura 7.20 – Quadro elétrico QEAC (1.2).



Figura 7.21 – Sala com as UTA's nº1 e 2.

Em todos os quadros elétricos existe sinalização de tensão presente. Cada equipamento tem a possibilidade de funcionar em modo automático ou manual. Na posição de automático todo o sistema se desenrola a partir de um horário pré-definido.

### **B. Chiller**

O *chiller* utilizado é equipado com dois compressores e comandado através de um relógio, na posição de automático. Em manual o seu funcionamento sobrepõe-se ao relógio. Este equipamento é utilizado para produção de frio e situa-se no exterior do edifício, tal como é possível visualizar na Figura 7.22.



Figura 7.22 – *Chiller* utilizado no Lar “A”.

O *chiller* apresentado acima apresenta um consumo máximo de 102,8 kW, tal como é possível visualizar na Tabela 7.5.

Tabela 7.5 – Características do *chiller* para produção de água fria.

<b>Local</b>	Exterior – Fachada Sul
<b>Consumo</b>	102,8 kW
<b>Potência de Arrefecimento</b>	272 kW
<b>Comando</b>	QECT

### **C. Caldeiras a gás natural**

O sistema de AQS bem como o sistema de aquecimento são fornecidos através de duas caldeiras a gás natural apresentadas na Figura 7.23.



Figura 7.23 – Caldeiras a gás natural utilizadas no Lar “A”.

As caldeiras 1 e 2 têm uma potência nominal de aquecimento de 231 kW e 286 kW, o que perfaz uma potência total de aquecimento de 517 kW instalada, tal como se apresenta na Tabela 7.6.

Tabela 7.6 – Características das caldeiras do Lar “A”.

	Caldeira 1	Caldeira 2
<b>Local</b>	Central Térmica	
<b>Potência útil</b>	231 kW	286 kW
<b>Rendimento</b>	90%	
<b>Queimador</b>	Lamborghini EM 40/2	
<b>Comando</b>	QECT	

Para armazenar as AQS existem dois depósitos de 445 L cada. Associado a este sistema existem bombas circuladores, que têm como função a circulação das AQS entre as caldeiras e os depósitos, de modo a haver uma temperatura constante no interior dos depósitos garantindo assim uma temperatura pré-definida. Na Figura 7.24 apresentam-se os depósitos para armazenamento de AQS.



Figura 7.24 – Reservatórios de AQS.

#### D. Sistema de Aquecimento

O aquecimento do edifício é assegurado, regra geral, por ventiloconvectores fixos no teto ou no chão. Na Figura 7.25 apresenta-se um ventiloconvetor fixo no teto.



Figura 7.25 – Ventiloconvetor fixo no teto.

Estes equipamentos efetuam aquecimento e arrefecimento de forma uniforme. Funcionam com água a menor temperatura que os radiadores, pelo que têm um custo de funcionamento inferior. Os ventiloconvectores são alimentados por água proveniente do sistema central de aquecimento. A alimentação elétrica destes é feita através dos quadros elétricos parciais. Este tipo de equipamento apenas tem um termóstato que regula a temperatura dissipada pelo aparelho, no entanto não regula a temperatura da divisão. Na Figura 7.26 apresenta-se o tipo de termóstato para regulação de temperatura do equipamento.



Figura 7.26 – Termóstato para regulação da temperatura.

Estes equipamentos (ventiloconvectores) estão distribuídos por diversos locais, sendo que no piso 1 foram contabilizados 39. O número de dispositivos por piso apresenta-se na Figura 7.27.

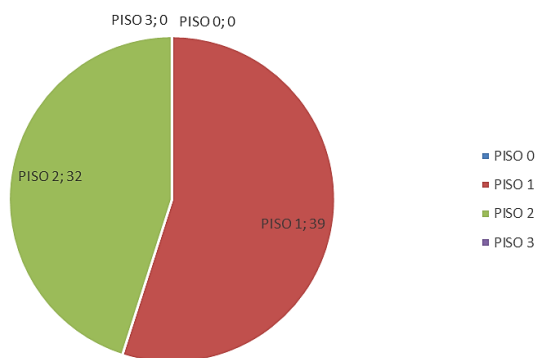


Figura 7.27 – Número de ventiloconvectores por piso – Lar “A”.

Dos 71 ventiloconvectores presentes no edifício, cerca de 50 (70,4%) possuem uma capacidade elétrica de aquecimento de 1,5 kW. Na Figura 7.28 apresenta-se a quantidade de equipamentos em função da potência.

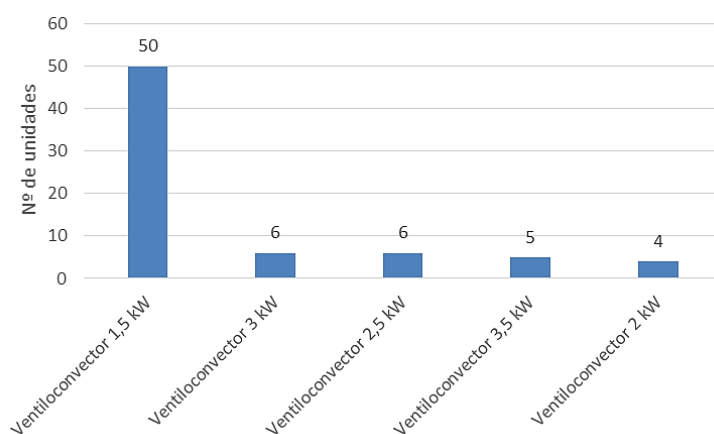


Figura 7.28 – Potência dos ventiloconvectores e respetiva quantidade – Lar “A”.

Dos 50 ventiloconvectores mencionados cerca de 20 encontram-se no piso 1 (17 são para os quartos) e 30 no piso 2 (18 são para os quartos), tal como se visualiza na Tabela 7.7.

Tabela 7.7 - Divisão dos ventiloconvectores por piso e potência – Lar “A”.

PISO	Equipamento	Total Eq.
<b>PISO 1</b>		<b>39</b>
	Ventiloconvector 1,5 kW	20
	Ventiloconvector 2 kW	4
	Ventiloconvector 2,5 kW	4
	Ventiloconvector 3 kW	6
	Ventiloconvector 3,5 kW	5
<b>PISO 2</b>		<b>32</b>
	Ventiloconvector 1,5 kW	30
	Ventiloconvector 2,5 kW	2
<b>Total</b>		<b>71</b>

### 7.3.3. Auditoria Energética

O edifício utiliza como fontes de energia, o gás natural e a energia elétrica. O gás natural é utilizado maioritariamente para aquecimento de águas sanitárias. A energia elétrica é fornecida em média tensão a um posto de transformação, onde é convertida para baixa tensão para depois ser encaminhada para o QGBT da instalação.

#### 7.3.3.1. Consumo de Energia Elétrica

De acordo com a análise da faturação de energia do edifício no ano de 2014, o consumo global de energia elétrica foi de 228872 kWh. A Tabela 7.8 apresenta a repartição dos consumos mensais para o ano de 2014.

Tabela 7.8 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o edifício A.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
19/dez/13	18/jan/14	21 452,00	2 945,60 €
19/jan/14	18/fev/14	22 455,00	3 114,00 €
19/fev/14	18/mar/14	17 035,00	2 415,02 €
19/mar/14	18/abr/14	15 840,00	2 294,21 €
19/abr/14	18/mai/14	14 030,00	2 050,69 €
19/mai/14	18/jun/14	20 018,00	2 891,56 €
19/jun/14	18/jul/14	19 475,00	2 818,97 €
19/jul/14	18/ago/14	20 915,00	2 974,32 €
18/ago/14	18/set/14	20 997,00	3 046,30 €
19/set/14	18/out/14	18 792,00	2 717,32 €
19/out/14	18/nov/14	19 494,00	2 790,09 €
19/nov/14	18/dez/14	18 369,00	2 586,30 €

Pela análise da tabela anterior, verifica-se que o consumo de energia elétrica atinge o máximo em Janeiro/Fevereiro e o mínimo em Abril/Maio. O maior consumo de energia é realizado nas horas de cheias, seguido de algum consumo nas horas de vazio e nas horas de ponta. Na Figura 7.29 é possível observar, no ano de 2014, a distribuição dos consumos pelos diferentes períodos horários (ponta, cheia, vazio e super vazio) e o respetivo peso na fatura.

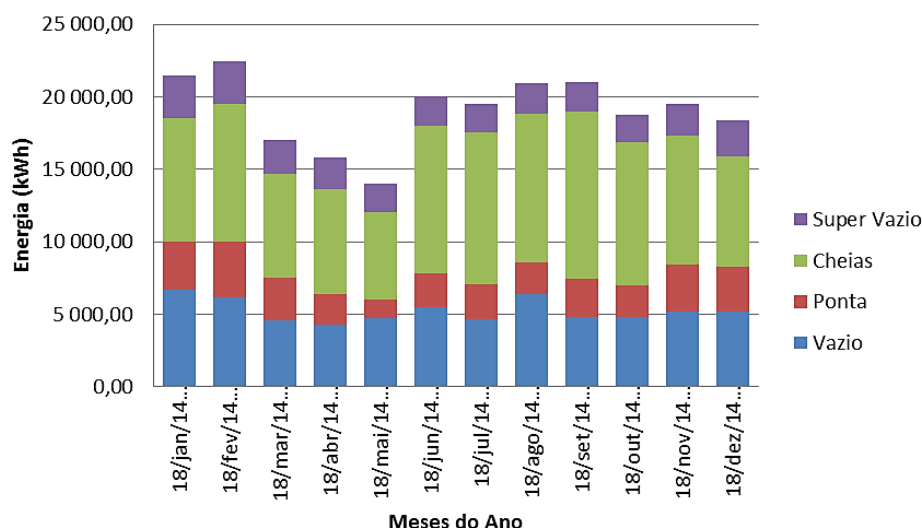


Figura 7.29 – Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários para o Lar “A”.

### 7.3.3.2. Desagregação dos consumos e análise da qualidade da energia

A desagregação total dos consumos do edifício permite identificar quais os setores onde a intervenção é mais eficaz e propor soluções que melhor se adaptam a cada realidade. Este tipo de desagregação, que permite determinar quais os fins em que é utilizada a energia, é de difícil obtenção, pois exigiria medições em todos os quadros elétricos de forma a obter informação precisa. De forma a demonstrar a capacidade deste tipo de medições, foram efetuadas medições em dois locais: um quadro parcial de piso e no quadro da casa das máquinas.

#### A. Medição quadro parcial de piso – QPP2

Utilizando o analisador de energia mencionado em 7.2.1.1, foi efetuada uma análise ao QPP2 desde as 15:21:00 do dia 21/05/2015 até às 13:57:00 do dia 25/05/2015. O quadro QPP2 alimenta os quadros parciais: QS1\_P2, QS2\_P2 e QS3\_P2. Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi de 345,2 kWh, 240,1 kvarh e 428,8 kVAh, respetivamente.

De modo a efetuar uma verificação de consumos durante o tempo de medição, apresenta-se na Figura 7.30 a evolução do consumo ao longo do tempo. É de salientar que a potência máxima medida foi de 7,4 kW (dia 24/05/2015 às 18:44:00) e a potência mínima de 2,2 kW (dia 23/05/2015 às 07:29:00).

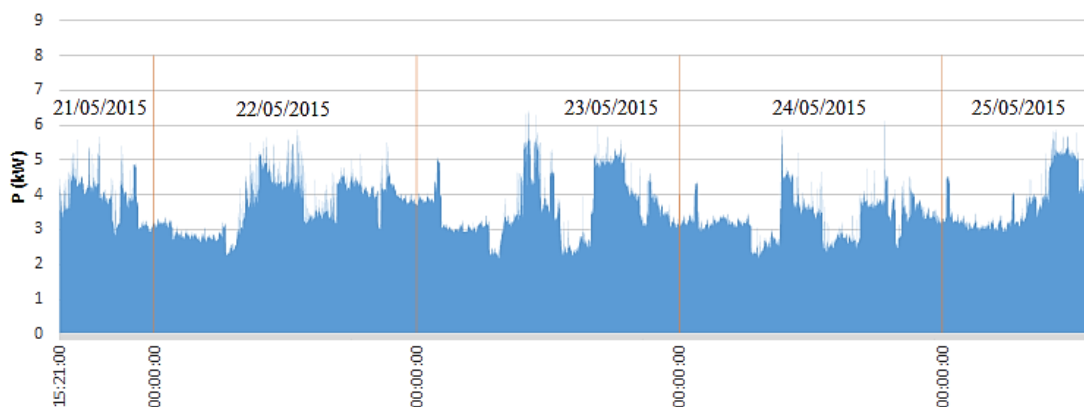


Figura 7.30 – Diagrama de carga do QPP2 de 21/05 a 25/05.

Além da distribuição de consumos ao longo dos dias apresentada acima, detalha-se melhor o comportamento do consumo, apresentando os diagramas de carga ao longo do dia, num dia típico de consumo durante a semana e procedimento análogo para um dia durante o fim-de-semana. Na Figura 7.31 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 22/05/2015 (Sexta-Feira).

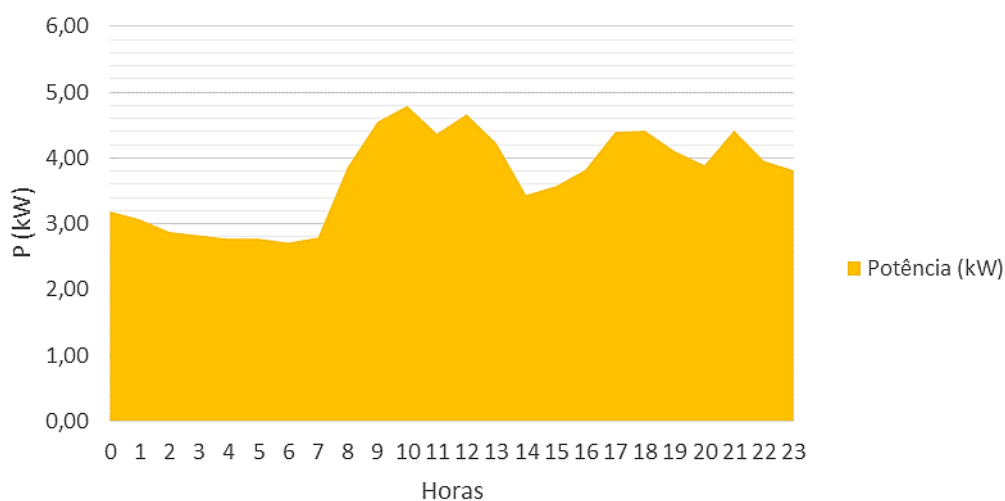


Figura 7.31 – Diagrama de carga do QPP2 para o dia 22/05/2015.

A figura acima demonstra ao longo de 24 horas um consumo base que varia de 2,7 a 3,2 KW no período compreendido entre as 00:00h e as 07:00h, com um aumento gradual a partir das 07:00h e um período de maior consumo entre as 10:00h e as 12:00h. Relativamente ao diagrama de carga durante o fim-de-semana, na Figura 7.32 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 24/05/2015 (Domingo).

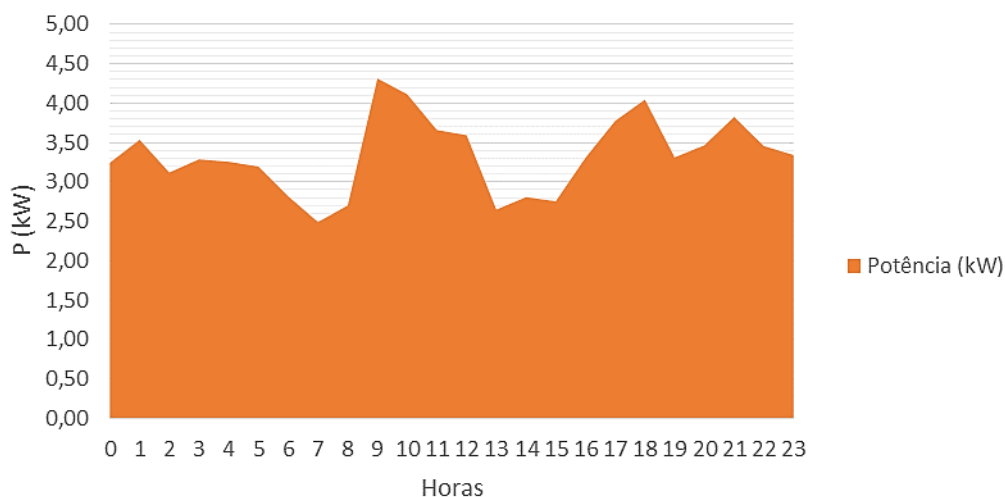


Figura 7.32 – Diagrama de carga do QPP2 para o dia 24/05/2015.

O diagrama de carga de consumo típico num dia de fim-de-semana, apresenta decréscimo nas cargas principalmente a partir das 07:00h, tal como é possível visualizar na Figura 7.33 onde se apresenta uma comparação entre os 3 dias para os quais se obteve uma medição completa.

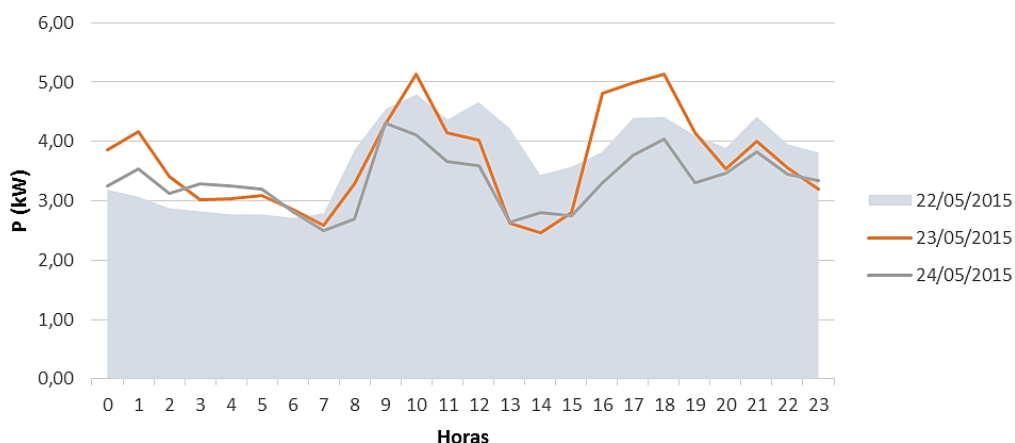


Figura 7.33 – Comparação dos diagramas de carga do QPP2 dos dias 22/05 a 24/05.

Analisando a Figura 7.33, que apresenta o diagrama de carga de três dias do mês de Maio, rapidamente se percebe a distribuição do consumo ao longo do dia. Verifica-se que a atividade no lar se inicia por volta das 07:00 da manhã aumentando a cada hora, até atingir o seu pico por volta das 10:00. Este pico representa não só o período de maior atividade na zona, como o período correspondente à hora do almoço, período em que alguns equipamentos elétricos estão todos a funcionar (apesar de a comida não ser feita no lar a sua temperatura é mantida em estufas térmicas, Figura 7.34).



Figura 7.34 – Equipamento utilizado para manter a comida quente.

Ao longo da tarde o consumo vai decrescendo, no entanto, a partir das 16:00 existe um novo aumento. É ainda possível observar um consumo base de cerca de 3 kW. Este consumo representa todos os equipamentos que pelas mais diversas razões ficam ligados durante o período da noite, tal como iluminação das zonas de circulação.

A diminuição de consumo durante o fim-de-semana justifica-se uma vez que alguns dos utentes não se encontram no lar, uma vez que vão para casa de familiares.

### **B. Análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 – QPP2**

A Norma EN 50160 tem uma tradução Portuguesa, designada por NP EN 50160 e foi editada pelo Instituto Português da Qualidade em 1996. A norma NP EN 50160 descreve o produto eletricidade e as características que deve possuir a tensão fornecida aos consumidores por uma rede de distribuição pública em Média Tensão ou Baixa Tensão, em condições normais de operação do sistema elétrico. Esta norma tem por objetivo definir e descrever os valores que caracterizam a tensão de alimentação, nomeadamente, a frequência, a amplitude, a forma de onda e a simetria das tensões trifásicas. Deve notar-se que estas características podem sofrer variações, devido a alterações da carga, perturbações provocadas por determinados equipamentos e a defeitos devidos, em grande parte, a causas externas. As características referidas sofrem alterações de forma aleatória quer em relação ao ponto de entrega, para um dado instante, quer no tempo, para o mesmo ponto analisado [73].

## Análise da frequência

Pela norma NP EN 50160, a frequência deve ser igual a 50 Hz. Em condições normais o valor médio medido em intervalos de 10 minutos deve estar entre 49,5 e 50,5 Hz durante 95 % do tempo de uma semana; e entre 47 e 52 Hz durante o tempo de 100 % de uma semana. Na Figura 7.35 pode verificar-se que os valores da frequência estão compreendidos entre os 49,5 e os 50,5 Hz.

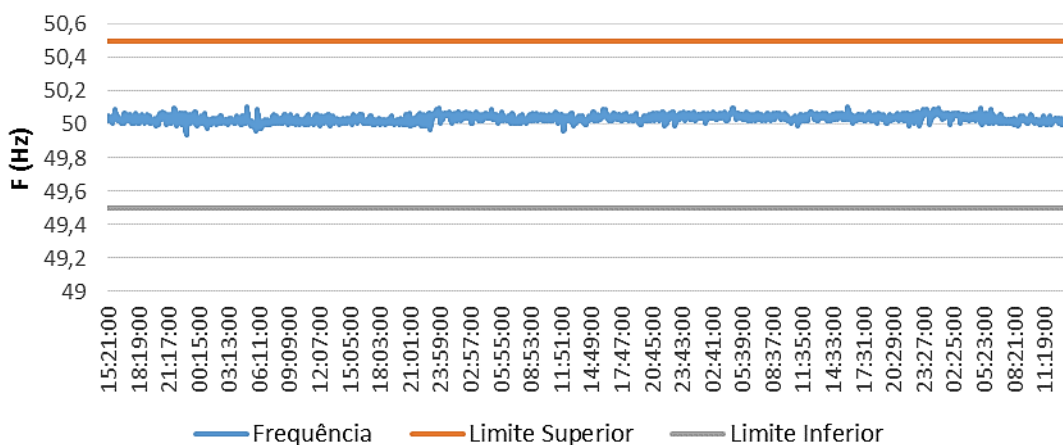


Figura 7.35 – Monitorização da frequência durante 5 dias, num total de 97,3 horas.

## Análise da tensão de alimentação

A tensão de alimentação, pela norma já referenciada, deverá ter 95 % dos valores médios de 10 min para cada período de uma semana situados na gama  $U_n \pm 10\%$ , sem considerar as interrupções. Através da análise da Figura 7.36 observa-se que os valores da tensão de alimentação das três fases encontram-se compreendidos entre os 360 V e os 440 V, cumprindo a norma.

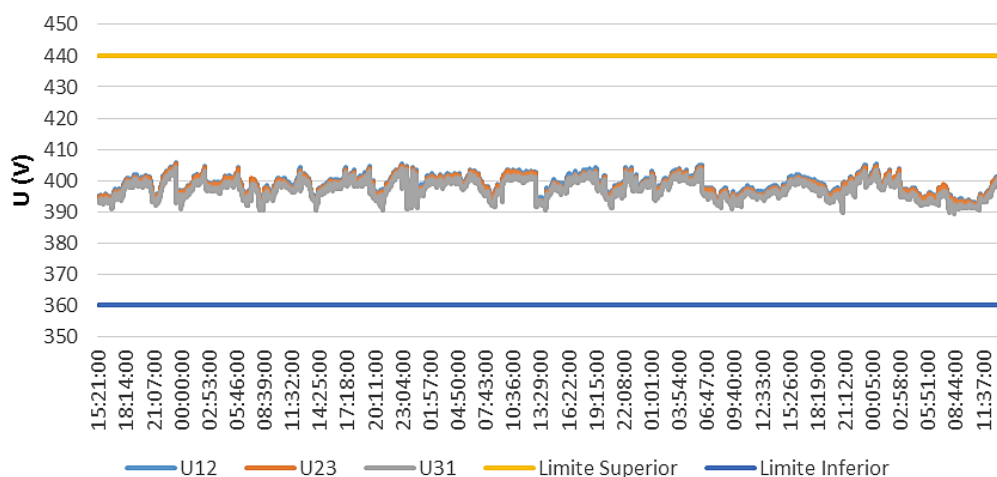


Figura 7.36 – Monitorização da tensão de alimentação durante 5 dias, num total de 97,3 horas.

## Análise da taxa de distorção harmónica (THD)

A norma citada anteriormente indica que a taxa de distorção harmónica (THD) não deve ultrapassar o valor de 8% em 95% dos períodos de 10 minutos de uma semana. Através da Figura 7.37 pode-se verificar que os valores do THD estão abaixo do limite fixado pela norma.

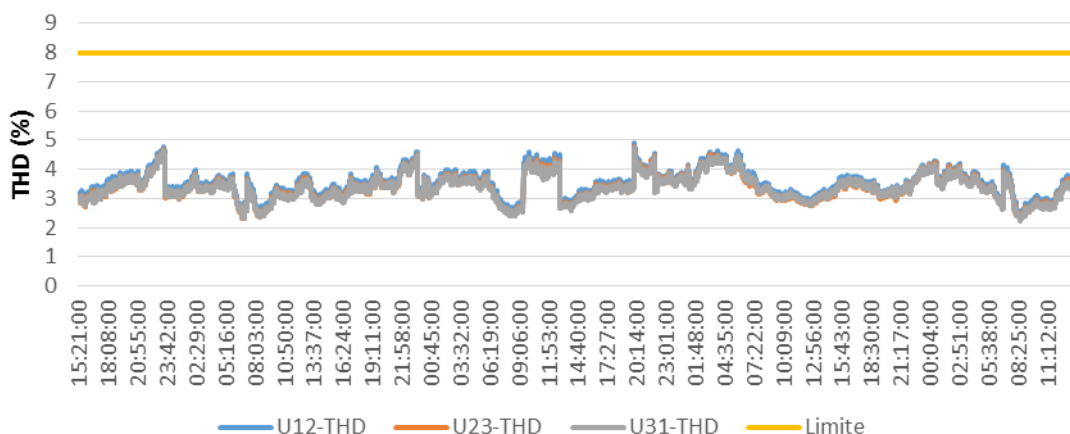


Figura 7.37 – Monitorização da taxa de distorção harmónica durante 5 dias, num total de 97,3 horas.

### C. Medição sistemas eletromecânicos – QCM

No lar existem 2 elevadores, com capacidades diferentes, tal como é possível visualizar na Tabela 7.9.

Tabela 7.9 – Características dos elevadores do Lar “A”.

Nº do Elevador	Tipo	Acesso a pisos	Marca	Capacidade (pessoas)
1	Elétrico	0-2	Pinto & Cruz	21
2	Elétrico	0-2	Pinto & Cruz	10

Utilizando o analisador de energia mencionado em 7.2.1.1, foi efetuada uma análise ao QCM desde as 14:09:00 do dia 25/05/2015 até às 14:08:00 do dia 27/05/2015. Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi de 13,78 kWh, 30,86 kvarh e 90,62 kVAh, respetivamente.

De modo a efetuar uma verificação de consumos durante o tempo de medição, apresenta-se na Figura 7.38 a evolução do consumo ao longo do tempo.

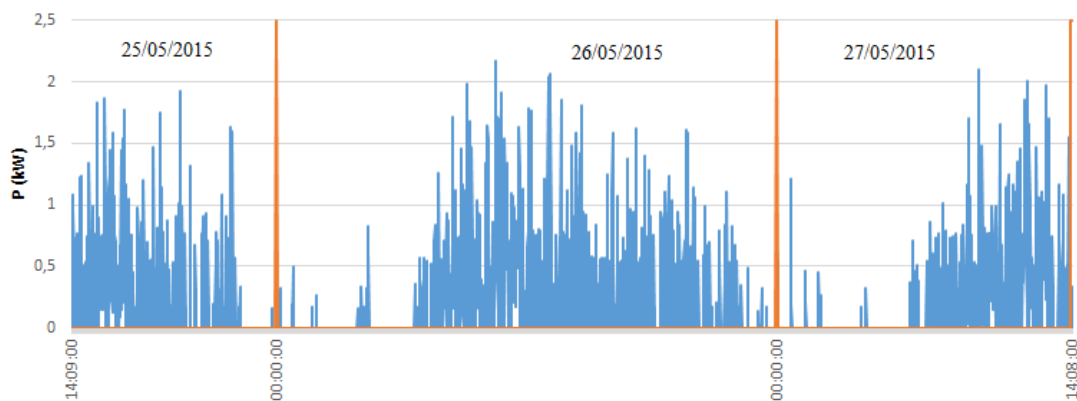


Figura 7.38 – Diagrama de carga do QCM de 25/05 a 27/05.

Além da distribuição de consumos ao longo dos dias apresentada acima, detalha-se melhor o comportamento do consumo, apresentando os diagramas de carga num dia típico de consumo durante a semana. Na Figura 7.39 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 26/05/2015 (Terça-Feira).

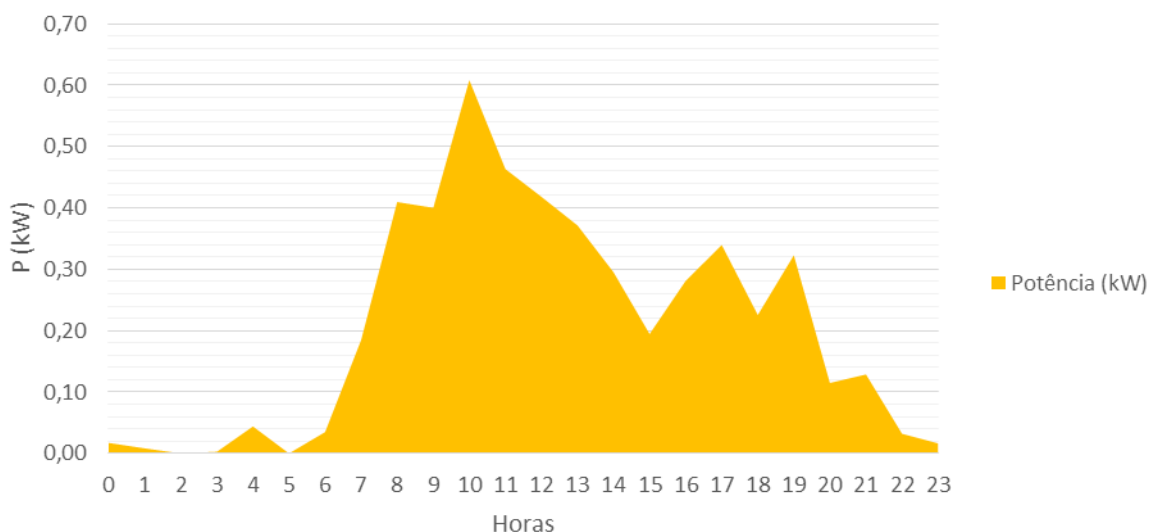


Figura 7.39 – Diagrama de carga do QCM para o dia 26/05/2015.

A figura acima demonstra o consumo dos elevadores ao longo de 24 horas. Os elevadores começam por ser utilizados com maior frequência entre as 07:00h e as 10:00 h. A partir dessa hora a potência começa a diminuir até às 15:00h, aumentando novamente. Esse facto pode ser justificado pela hora do lanche, em que os utentes se deslocam dos pisos superiores para o piso 1 de modo a efetuarem essa refeição.

#### D. Análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 – QCM

A análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 apresenta-se no Anexo IV – Qualidade da Energia do QCM no Lar “A”. Essa análise é análoga à efetuada anteriormente para o QPP2, sendo que não se verificou qualquer irregularidade na mesma.

##### 7.3.3.3. Consumo de Gás Natural

O gás natural é consumido em duas caldeiras que auxiliam simultaneamente o sistema de preparação de águas quentes e o sistema de climatização. A Tabela 7.10 revela os consumos bem como os custos registados no ano transato.

Tabela 7.10 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “A”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
10/dez/13	08/jan/14	6 532,87	5 210,62 €
09/jan/14	07/fev/14	6 569,00	5 318,38 €
08/fev/14	05/mar/14	7 459,00	5 922,25 €
06/mar/14	02/abr/14	5 381,00	4 347,34 €
03/abr/14	05/mai/14	5 546,00	4 530,61 €
06/mai/14	03/jun/14	4 739,00	3 898,40 €
04/jun/14	02/jul/14	2 635,00	2 316,57 €
03/jul/14	04/ago/14	2 012,00	1 923,86 €
05/ago/14	02/set/14	1 710,00	1 468,15 €
03/set/14	02/out/14	1 738,00	1 745,09 €
03/out/14	04/nov/14	2 064,00	2 039,84 €

Verifica-se que os maiores consumos energéticos se realizam nos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, meses correspondentes à estação fria com maiores necessidades de aquecimento. Por sua vez os menores consumos realizam-se em Agosto e Setembro.

#### 7.3.3.4. Consumo de Água

A água é um recurso valioso, contudo é cada vez mais escasso e nesse sentido, deve ser usado com moderação. Na Tabela 7.11 apresenta-se o seu consumo e a sua evolução ao longo do ano de 2014, verificando-se que o maior consumo ocorreu nos meses de Agosto/Setembro. A água que abastece o lar é fornecida pela Águas do Porto, E.M.

Tabela 7.11 – Consumo de água no ano de 2014 para o Lar “A”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
4/dez/13	1/jan/14	395,85	593,90 €
2/jan/14	3/fev/14	706,00	741,19 €
4/fev/14	3/mar/14	177,19	532,73 €
4/mar/14	17/abr/14	846,00	975,33 €
18/abr/14	19/mai/14	497,00	735,25 €
20/mai/14	18/jun/14	410,00	615,37 €
19/jun/14	16/jul/14	401,00	607,35 €
17/jul/14	22/ago/14	532,00	784,15 €
23/ago/14	17/set/14	949,00	623,45 €
18/set/14	20/out/14	417,00	623,47 €
21/out/14	19/nov/14	345,00	522,86 €
20/nov/14	17/dez/14	340,00	515,86 €

#### 7.3.3.5. Influência da temperatura exterior nos consumos

No sentido de perceber se a variação no consumo elétrico/gás natural está diretamente relacionada com a temperatura que se verificou no respetivo ano, são apresentadas na Figura 7.40 as variações da temperatura ao longo dos meses, para o Porto<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Os dados foram recolhidos da estação meteorológica do ISEP. Acessível em: <http://meteo.isep.ipp.pt/weather/index.html>

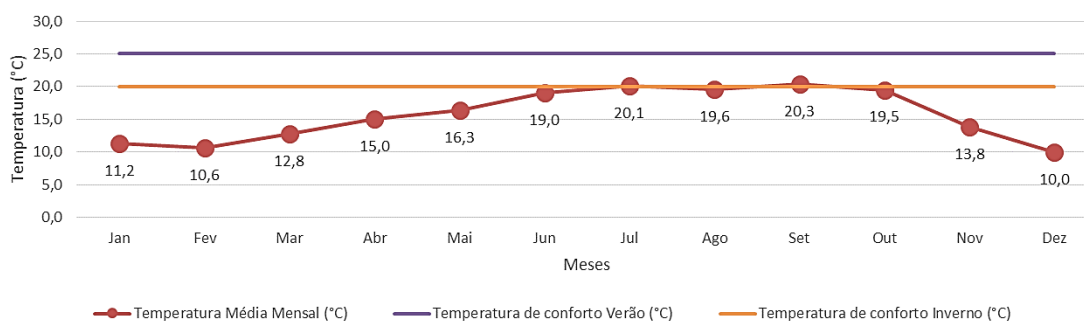


Figura 7.40 – Temperatura média mensal no ano de 2014 para o Porto.

Na estação designada fria, verifica-se que as temperaturas registadas foram no geral muito baixas, nomeadamente nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, como é possível observar na figura acima, o que provoca nestes meses a necessidade de utilizar equipamentos de aquecimento, levando ao aumento de consumos. Nos meses com temperaturas mais inferiores foi onde se registou o maior consumo de gás natural, tal como se apresenta na Figura 7.41.

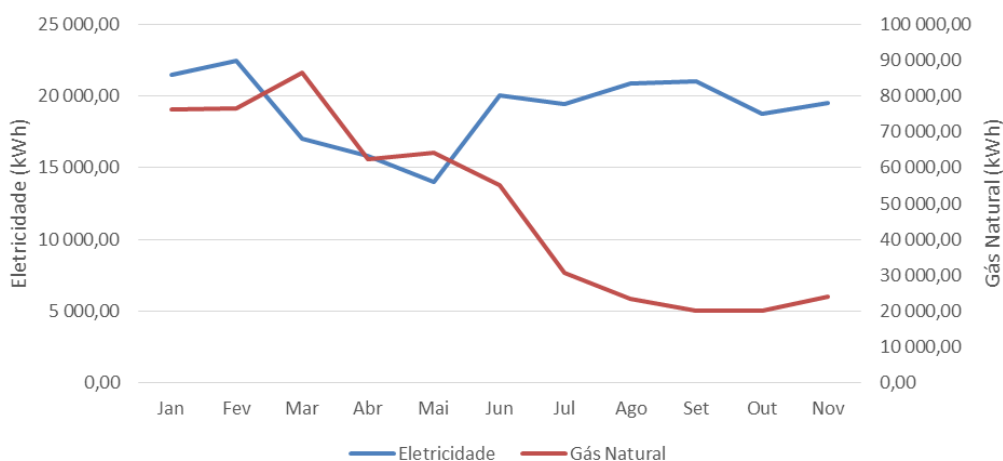


Figura 7.41 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para o Lar “A”.

Na estação designada quente, e a partir do mês de Junho, as temperaturas aumentam refletindo-se no consumo de eletricidade (utilização do *chiller*) devido à necessidade em utilizar equipamentos de arrefecimento. A partir de Setembro as temperaturas voltam a baixar voltando a aumentar os consumos de gás natural devido à necessidade de aquecimento dos espaços.

### 7.3.3.6. Síntese dos consumos

A maior “fatia” da despesa ocorre para o gás natural, tal como é possível visualizar na Figura 7.42.

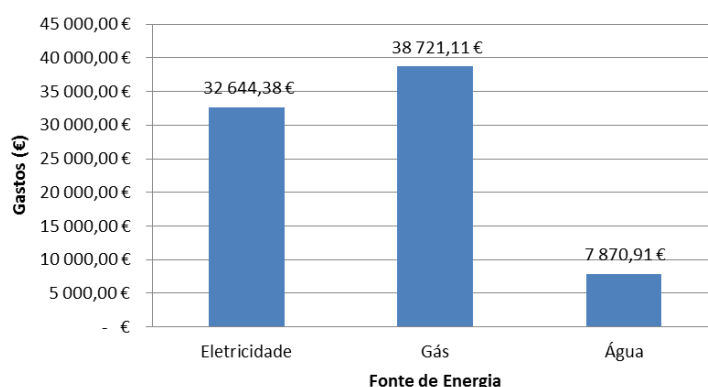


Figura 7.42 – Síntese dos custos com eletricidade, gás e água para o Lar “A”.

Considerando os consumos de energia elétrica e gás natural no ano de 2014 verifica-se que este edifício consumiu globalmente cerca de 100 tep, considerando 1 kWh de energia elétrica igual a  $215 \times 10^{-6}$  tep e para o gás natural 1,077 tep/t (despacho nº 17313/2008).

### 7.3.4. Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação

Com a substituição de tecnologias de iluminação menos eficientes por tecnologias mais eficientes, é possível obter poupanças energéticas significativas, traduzindo-se em vantagens económicas e uma consequente redução dos impactos ecológicos através da diminuição das emissões de CO<sup>2</sup>.

Atualmente existem diversas tecnologias de iluminação no mercado bastante eficientes. Além da tecnologia, outro fator muito importante na determinação do consumo relativo à iluminação, é a utilização que se faz desse serviço de energia. Observou-se no decorrer da auditoria que os sistemas de iluminação do tipo de tecnologia fluorescentes tubulares eram na sua totalidade compostos por luminárias com lâmpadas fluorescentes do tipo T8 convencionais e o seu período de funcionamento diário era, em alguns casos, de períodos longos. Serão apresentadas propostas de substituição que incluem lâmpadas LED ou lâmpadas fluorescentes tubulares T5. Relativamente a estas, o guia da empresa *EcoTreeCity* [74] estabelece uma correlação entre as potências nominais das lâmpadas T8 existentes no mercado e as potências nominais das lâmpadas T5 que a empresa propõe para a substituição destes equipamentos.

De acordo com a mesma fonte os conjuntos T5 emitem 2750 lm enquanto que as lâmpadas T8 do mesmo comprimento emitem entre 3700 e 5000 lm. Contudo os equipamentos T8 possuem um LOR (*Light Output Ratio*) de 70% o que significa que apenas 70% do fluxo gerado na lâmpada chega ao plano a iluminar (entre 2590 e 3500 lm). O conjunto T5 possui um refletor integrado que direciona e concentra o fluxo luminoso no plano a iluminar. Conclui-se que apesar de haver uma redução no nível de iluminação esta não será significativa. Recomendam-se medições para averiguar a redução efetiva do nível de iluminação após instalação de um destes conjuntos T5.

Os conjuntos Retrofit T5 consistem em lâmpadas T5 montadas em tubos T8 externos, podendo por isso ser instalados nas luminárias T8 existentes, permitindo uma substituição rápida dos equipamentos atualmente instalados. Este processo inclui a remoção do arrancador e o shunt aos balastros magnéticos, visto que as lâmpadas propostas incluem balastros eletrônicos, o que permitiria eliminar o consumo de energia adicional associado aos balastros magnéticos. Na Figura 7.43 apresenta-se a configuração das lâmpadas T5 propostas.

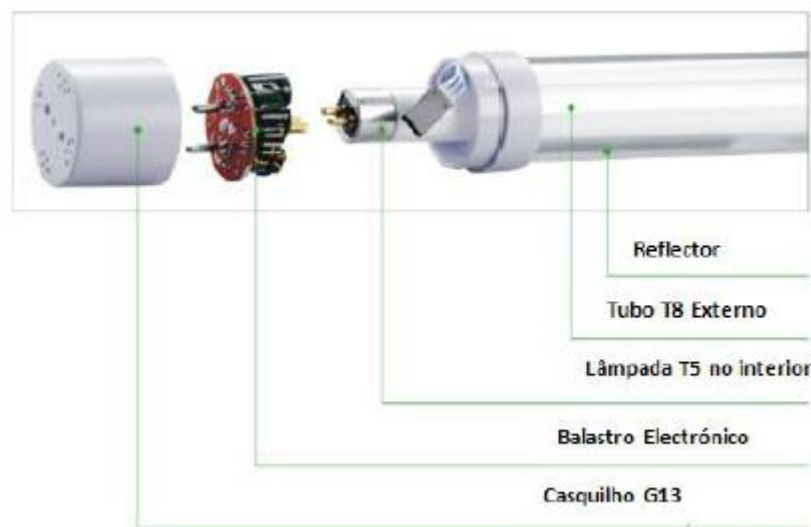


Figura 7.43 - Configuração das lâmpadas retrofit T5 propostas [74].

De seguida serão apresentadas as soluções propostas para os sistemas de iluminação para o Piso 1, uma vez que os restantes pisos do edifício têm uma disposição semelhante, este piso servirá de “amostra”.

### 7.3.4.1. Instalação de sensores de presença nos elevadores

No decorrer da auditoria reparou-se que as cabines dos elevadores tinham luminárias em funcionamento permanente, compostas por conjuntos de uma lâmpada fluorescente do tipo T8 tradicional. Visto que os elevadores são pouco utilizados durante a noite, a constante iluminação é desnecessária, estimando-se que poderia estar desligada 19/20 horas por dia. Portanto, pela Tabela 7.12, pode-se analisar um estudo resumo, sobre a viabilidade da instalação de um sensor de presença colocado no interior do elevador.

Tabela 7.12 – Resumo do estudo para os elevadores.

DADOS DE ENTRADA		SÍNTESE DE POUPANÇAS	
Preço do kWh	0,13 €	Consumo anual anterior (kWh)	946,08
Número de dias	365	Consumo anual atual (kWh)	183,96
Horas de funcionamento por dia	24	Custo anual antes (€)	123 €
Horas de funcionamento com DM - E1	5	Custo anual depois (€)	23,9
Horas de funcionamento com DM - E2	4	Rácio de poupança de energia (%)	81%
Investimento (€)	41,2	Poupança monetária (€)	99,5

Verifica-se que através desta medida poderá haver uma poupança anual de 91,5 €, sendo que o retorno do investimento é inferior a 1 ano.

### 7.3.4.2. Substituição da iluminação dos corredores interiores

Com base nas medições relativas à iluminação nos espaços consideraram-se algumas alternativas à iluminação nas zonas comuns, nomeadamente nos corredores interiores. Para esta questão, existem dois tipos de metodologias que podem ser adotadas<sup>21</sup>:

- **Solução A:** “Substituição da luminária atual por outra parecida mas em LED de raiz. Trata-se de equipamentos profissionais com dissipadores térmicos, que farão com que os equipamentos durem o que é suposto. Um dos problemas do LED é a própria carga térmica que atingem, já que os LED’s atuais de alto rendimento, aquecem para além da sua capacidade. É por isso que se usam dissipadores térmicos em todo o tipo de equipamentos”.

Na Figura 7.44 apresenta-se uma luminária alternativa, no entanto, seria necessário uma intervenção no teto ou arranjar uma armadura que permita a substituição direta, usando o mesmo orifício.

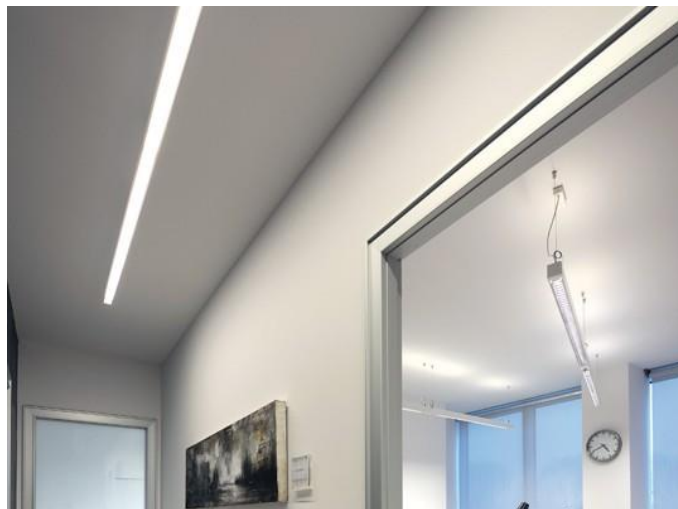


Figura 7.44 – Exemplo de luminária a colocar nos corredores interiores.

- **Solução B:** “Trocar as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED com o mesmo comprimento e suporte. Trata-se de um produto que já existe há alguns anos no mercado e que é relativamente barato.”

A solução A é mais profissional, no entanto, o custo de implementação é significativamente maior. Uma outra medida adicional para os corredores interiores seria a instalação de interruptores horários nos quadros elétricos.

---

<sup>21</sup> Proposta efetuada pela Lights On. Acessível em: <http://www.lightson.pt/>

### 7.3.4.3. Substituição da iluminação do piso 1

As propostas apresentadas abaixo utilizam os seguintes pressupostos: 15 horas de funcionamento diário das lâmpadas e preço da energia de 0,13 €/kWh.

#### A. Proposta 1 - T8 LED retrofit

A Aura T8 LED retrofit é uma fonte de luz LED eficiente para substituir lâmpadas fluorescentes T8 que fornece uma que pode ser utilizada como uma solução rápida para substituição de tubos fluorescentes T8 em luminárias existentes com balastros magnéticos. Na Tabela 7.13 apresenta-se uma síntese das poupanças obtidas para um piso, sendo que o retorno do investimento é cerca de 4 anos.

Tabela 7.13 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 1 – Lar “A”.

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	13242	40,99 %
Poupança da fatura energética anual	1721,47 €	40,99 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	-94,5 €	-14,79 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	6274,07 €	3,9

Na Tabela 7.14 apresentam-se as lâmpadas a utilizar e quais as que substituem, respetivamente.

Tabela 7.14 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 1 – Lar “A”.

	<b>Qtd</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Retrofit LED Aura Normal 12W Dim</b>	<b>49</b>	<b>1837,01</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	48	1799,52
Fluorescente compacta E27 de 24W	1	37,49
<b>Retrofit LED Aura Normal 6,6W Dim</b>	<b>11</b>	<b>264,55</b>
Incandescentes E27 de 40W	11	264,55
<b>Retrofit LED Aura T8 10W</b>	<b>17</b>	<b>337,79</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	17	337,79
<b>Retrofit LED Aura T8 18W</b>	<b>144</b>	<b>3834,72</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	144	3834,72
<b>Total</b>	<b>221</b>	<b>6274,07</b>

## B. Proposta 2 – Easy T8 long life

A Aura EasyT8 Long Life é uma fonte de luz LED retrofit de elevado fluxo luminoso que oferece uma excelente eficiência energética, elevada qualidade da luz, e que tem um tempo de vida de pelo menos 50.000 horas. Foi desenvolvida para ser uma solução de poupança rápida, através da substituição de lâmpadas fluorescentes T8 em luminárias com balastro magnético já instaladas. Na Tabela 7.15 apresenta-se uma síntese das poupanças obtidas, sendo que o retorno do investimento é cerca de 7 anos.

Tabela 7.15 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 2 – Lar “A”.

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	14993	46,41 %
Poupança da fatura energética anual	1949,11 €	46,41 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	-316,61	-49,55 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	10 695,10	6,6

Na Tabela 7.16 apresentam-se as lâmpadas a utilizar e quais as que substituem, respetivamente.

Tabela 7.16 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 2 – Lar “A”.

	<b>Qtd.</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Retrofit LED Aura Normal 12W Dim</b>	<b>49</b>	<b>1837,01</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	49	1837,01
<b>Retrofit LED Aura Normal 6,6W Dim</b>	<b>11</b>	<b>264,55</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	11	264,55
<b>Retrofit LED Easy T8 Long Life 15W</b>	<b>144</b>	<b>7993,44</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	144	7993,44
<b>Retrofit LED Easy T8 Long Life 9W</b>	<b>17</b>	<b>600,1</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	17	600,1
<b>Total</b>	<b>221</b>	<b>10695,1</b>

Este tipo de iluminação permite uma troca simples e rápida da iluminação anterior, tal como se apresenta na Figura 7.45.



Figura 7.45 – Metodologia de implementação da lâmpada LED.

A diferença principal entre as propostas 1 e 2 está na durabilidade dos tubos e na diferença de fluxo luminoso.

### C. Proposta 3 – Philips

De modo a efetuar mais uma comparação de investimento inicial e retorno de investimento, apresenta-se na Tabela 7.17 uma síntese das poupanças, sendo que o retorno do investimento<sup>22</sup> é de 2,5 anos.

Tabela 7.17 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 3 – Lar “A”.

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	26848	83,10
Poupança da fatura energética anual	3490,19	83,10
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	8797,73	2,5

Na Tabela 7.18 apresentam-se as lâmpadas a utilizar e quais as que substituem, respetivamente.

<sup>22</sup> Os tempos de retorno são calculados com base num horário de funcionamento (15 horas diárias). Contudo, o modelo poderá ser afinado de acordo com dados mais concretos de funcionamento. Por exemplo, se os cálculos fossem efetuados para 10 ou 5 horas de funcionamento diárias, os retornos seriam de 3,8 e 7,6 anos.

Tabela 7.18 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 3 – Lar<sup>2</sup>A<sup>2</sup>.

	Qtd	Investimento total (€)
<b>PERF 1200mm ROT</b>	<b>144</b>	<b>7038,72</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	144	7038,72
<b>D 6-40W E27 2700K*</b>	<b>48</b>	<b>959,52</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	48	959,52
<b>6-40W E27 2700K</b>	<b>11</b>	<b>122,1</b>
Incandescentes E27 de 40W	11	122,1
<b>PERF 600mm ROT</b>	<b>17</b>	<b>660,96</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	17	660,96
<b>D 3.5-25W E27 2700K 230V P48 CL</b>	<b>1</b>	<b>16,43</b>
Fluorescente compacta E27 de 24W	1	16,43
<b>Total</b>	<b>221</b>	<b>8797,73</b>

No Anexo V – Características das lâmpadas Philips apresentam-se as características das lâmpadas apresentadas.

#### D. Proposta 4 – Fluorescentes tubulares T5

A lâmpada *Retrofit T5* possui balastro eletrónico integrado, obtendo com isso os benefícios inerentes à substituição do balastro ferromagnético pelo eletrónico, neste caso, um elevado fator de potência. A instalação da lâmpada *Retrofit T5* é muito simples, sendo a mesma semelhante ao processo de substituição uma lâmpada tubular convencional T8. Acrescenta-se ao processo de instalação a remoção do arrancador já que o mesmo deixa de ser necessário devido ao balastro eletrónico incorporado. Na Figura 7.46 apresentam-se os passos para colocação/substituição das lâmpadas T8 por T5.



Figura 7.46 - Passos para colocação das lâmpadas retrofit T5.

Na Tabela 7.19 apresenta-se uma síntese das poupanças obtidas, sendo que o retorno do investimento é cerca de 1,3 anos.

Tabela 7.19 – Síntese das poupanças obtidas para a proposta 4 – Lar “A”.

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	13911	51,66
Poupança da fatura energética anual	1808,47	51,66
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	2368,5	1,3

Na Tabela 7.20 apresentam-se as lâmpadas a utilizar e quais as que substituem, respetivamente.

Tabela 7.20 – Lâmpadas a utilizar e respetiva substituição – proposta 4 – Lar”A”.

	<b>Qtd</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Tubo T5 22W</b>	<b>144</b>	<b>2161,44</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	144	2161,44
<b>Tubo T5 10W</b>	<b>17</b>	<b>207,06</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	17	207,06
<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>2368,5</b>

### **E. Análise das propostas**

Através da análise efetuada às lâmpadas fluorescente T5 com balastro eletrónico e às lâmpadas LED verificou-se que estas se aproximavam dos requisitos pretendidos. Apresentam um baixo consumo de energia quando comparadas com o atual sistema de iluminação implementado no edifício. Na Tabela 7.21 apresenta-se uma síntese das propostas efetuadas.

Tabela 7.21 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar<sup>23</sup>A<sup>23</sup>.

<b>Proposta</b>	<b>Investimento Inicial (€)</b>	<b>Retorno investimento (Anos)</b>	<b>Nº de lâmpadas substituídas</b>
1	6274,07	3,9	221
2	10695	6,6	221
3	8797,73	2,5	221
4	2368,8	1,3	161 (Só fluorescentes tubulares T8)

Se a análise da tabela for efetuada tendo em conta apenas o retorno do investimento, a proposta 4 seria a mais benéfica. No entanto, esta apenas contempla a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares T8. Como tal, a proposta mais interessante é a 3<sup>23</sup>, uma vez que utiliza lâmpadas Philips de longa duração (até 50000 horas no caso das LED tubulares).

#### **7.3.4.4. Instalação de sensores de movimento nas casas de banho do piso 1**

Observou-se que as casas de banho do piso 1 (zona comum) têm pouca iluminação natural, o que leva os utilizadores a recorrer continuamente ao uso de iluminação artificial, acontecendo que por desleixo ficam as lâmpadas acesas desnecessariamente várias horas por dia. Através dos hábitos comportamentais observados durante a auditoria deambulatória, estima-se uma redução do consumo em cerca de 50%, através da instalação de sensores de movimento. O resumo das poupanças energéticas é indicado na Tabela 7.22. Através do estudo apresentado na Tabela 7.22, verifica-se que os tempos de retorno do investimento na aquisição de um sensor de presença (20,6 €) por cada casa de banho são aceitáveis [75]. Caso fossem instalados os sensores de presença em todas as casas de banho, resultaria numa redução da energia ativa anual de 319,4 kWh, que originaria numa poupança anual de 38,325 € face a um investimento inicial de 144,2 €.

<sup>23</sup> Poderá também ser efetuada uma substituição incluindo lâmpadas LED e fluorescentes tubulares T5 em simultâneo, para os 3 lares.

O *payback* simples global desta medida é de 3,8 anos (se fossem consideradas menos horas de funcionamento, por exemplo, 5 horas, o *payback* aumentaria para o dobro: aproximadamente, 7,5 anos).

Tabela 7.22 – Resumo do estudo para as casas de banho.

	Tipo de divisão	Nº Div.	Tipo de Lâmpada	Qtd.	P (W)	Total (W)	(h)	(kWh)	(€/dia)	(€/ano)
Inicial	WC zona secretaria	7	Fluorescente tubular T8	1	25	175	10	1,750	0,210	76,650
Com DM	WC zona secretaria	7	Fluorescente tubular T8	1	25	175	5	0,875	0,105	38,325
Custo do detetor										20,6 €
Tempo de retorno do investimento										≈3,8 anos

É de salientar a necessidade do temporizador incorporado no sensor de presença estar regulado para o mínimo de tempo indispensável para que a poupança real se aproxime o melhor possível dos valores previstos.

### 7.3.5. Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento e arrefecimento

Em virtude do tipo de atividade que se exerce no interior do edifício, esta obriga a que as condições de conforto, principalmente relacionadas com a temperatura ambiente e iluminação, sejam as mais adequadas. Utilizando a “ferramenta” mencionada em 7.2.1.3, efetuou-se a monitorização da temperatura de uma sala de estar durante um dia. Os resultados da monitorização efetuada apresentam-se na Figura 7.47.

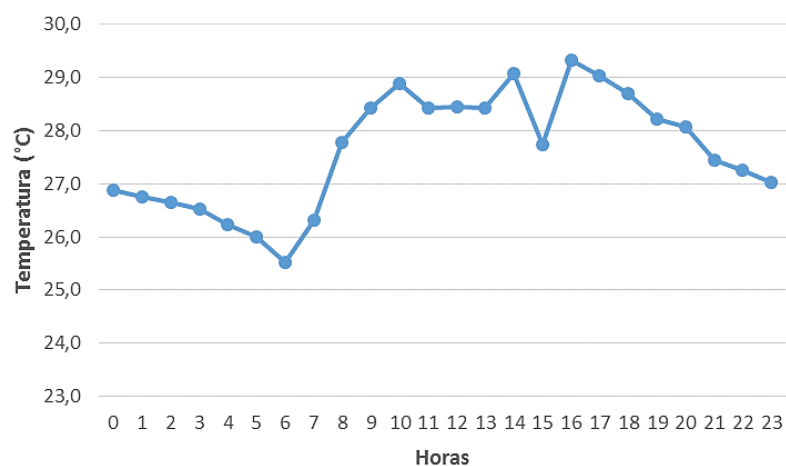


Figura 7.47 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia.

Através da análise da figura anterior verifica-se que a partir das 07:00 h a temperatura começa a subir. As temperaturas máximas (29,3 °C) e mínimas (25,5 °C) ocorrem às 16:00 h e às 06:00 h, respetivamente. A redução da temperatura interior é problemática para os residentes.

### 7.3.5.1. Substituição da caldeira a gás natural por uma a biomassa

Uma das alternativas à utilização de gás natural é a substituição das caldeiras de gás natural por biomassa (caldeira totalmente automática), sendo que esta substituição requer a aquisição de novos equipamentos. O principal objetivo desta medida de melhoria, 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. O combustível utilizado neste tipo de caldeiras é o pellet, com um PCI na ordem dos 4,667 kWh [76] (ou seja, cada kg de pellets produz 4,667 kWh de energia térmica), tornando-se assim bastante atrativo no que toca a rendimentos de transferência de calor. O preço do kg de pellets foi estimado de acordo com a informação cedida em [77]. A Tabela 7.23 compara os custos relacionados com o consumo de gás natural com os de pellets, do qual se pode ver que com os pellets a poupança financeira é de, 8.814,9 € por ano, para os consumos considerados.

Tabela 7.23 – Necessidades de gás e *pellets* e respetiva economia financeira – Lar “A”.

Início	Fim	Gás Natural		Pellets			Dif. (€)
		Consumo (kWh)	Custo (€)	Qtd. Pellets (ton)	Quantidade Pellets com 90 % <sup>24</sup> (ton)	Custo (€)	
10/dez/13	8/jan/14	76 127,0	5 210,6	16 311,8	18 124,2	4 222,9	987,7
9/jan/14	7/fev/14	76 548,0	5 318,4	16 402,0	18 224,4	4 246,3	1 072,1
8/fev/14	5/mar/14	86 532,0	5 922,3	18 541,2	20 601,4	4 800,1	1 122,1
6/mar/14	2/abr/14	62 442,0	4 347,3	13 379,5	14 866,1	3 463,8	883,5
3/abr/14	5/mai/14	64 235,0	4 530,6	13 763,7	15 293,0	3 563,3	967,4
6/mai/14	3/jun/14	55 007,0	3 898,4	11 786,4	13 096,0	3 051,4	847,0
4/jun/14	2/jul/14	30 559,0	2 316,6	6 547,9	7 275,4	1 695,2	621,4
3/jul/14	4/ago/14	23 355,0	1 923,9	5 004,3	5 560,3	1 295,6	628,3
5/ago/14	2/set/14	20 030,0	1 468,2	4 291,8	4 768,7	1 111,1	357,0
3/set/14	2/out/14	20 224,0	1 745,1	4 333,4	4 814,9	1 121,9	623,2
3/out/14	4/nov/14	24 061,0	2 039,8	5 155,6	5 728,4	1 334,7	705,1
<b>Total</b>		<b>539 120,0</b>	<b>38 721,1</b>	<b>115 517,5</b>	<b>128 352,7</b>	<b>29 906,2</b>	<b>8 814,9</b>

Para fazer o armazenamento do combustível sólido é necessária a aquisição de um silo, que estará interligado às caldeiras através de um alimentador automático. Estes sistemas serão contabilizados no investimento total uma vez que também foram orçamentados. Na Tabela 7.24 apresenta-se uma síntese do investimento inicial a efetuar, excluindo a mão-de-obra.

Tabela 7.24 – Custo total do investimento inicial para a caldeira a *pellets* do Lar “A”.

	Custo	Potência máxima (kW)	Capacidade (ton)	Referência <sup>25</sup>
<b>Caldeira</b>	33 446,60 €	130	-	0103.0502
<b>Recolha automática de cinzas</b>	2 534,40 €			2199.1105
<b>Silo Flexível</b>	4 058,12 €	-	4,4	2701.0205
<b>Transporte do silo à caldeira Primeiros 6 metros</b>	2 505,36 €	-	-	2199.1101
<b>Módulo Gestão interativa</b>	2 059,20 €	-	-	2199.1103
<b>Total</b>	<b>42 544,48 €</b>			

<sup>24</sup> O rendimento da caldeira considerada é de 90%.

<sup>25</sup> Referências de : <http://www.zantia.com/>

Tendo em conta o custo total do investimento (42.544,48 €) e o valor poupado anualmente utilizando *pellets*, verifica-se que o tempo de retorno do investimento anda na ordem dos 5 anos (podendo aumentar devido à mão-de-obra). Tendo em conta a atual escalada dos preços dos combustíveis fósseis, esta medida de melhoria é de considerar, uma vez que se consegue recuperar o investimento num prazo de 5 anos, e a nível ecológico é uma medida com vantagens para o meio ambiente.

### 7.3.5.2. Substituição do *chiller*

O *chiller* em funcionamento no lar possui cerca de 17 anos, sendo que atualmente já é possível encontrar no mercado equipamentos com melhores rendimentos. Como tal, propõe-se a ponderação da substituição do mesmo por um dos apresentados na Tabela 7.25.

Tabela 7.25 – Características dos *chiller's* propostos.

	<b>A - Chiller Ar/Água – Eficiência normal</b>	<b>B - Chiller Ar/Água – Alta Eficiência</b>
<b>Marca</b>	<i>Johnson Controls</i>	
<b>Modelo</b>	YLAA 286 SE	YLAA 300 HE
<b>Consumo (kW)</b>	104,6	100,6
<b>Potência de Arrefecimento (kW)</b>	272	310
<b>Refrigerante</b>	R410A	
<b>Preço do <i>chiller</i> (€)</b>	29,656.00	33,836.00
<b>Preço apoios antivibráticos (€)</b>	150	

### 7.3.5.3. Implementação de um sistema solar térmico

Na perspectiva de se obter uma redução dos consumos de gás natural foi dimensionado um sistema solar térmico apenas para o aquecimento das AQS.

Inicialmente, é necessário ter uma estimativa da energia necessária para aquecer as AQS do lar. Os passos a seguir são determinar os seguintes parâmetros:

#### 1) Consumo médio diário de referência<sup>26</sup>;

O consumo médio de referência é calculado através da equação 1.

$$M_{AQS} = N^{\circ} \text{ de ocupantes} \times \text{Consumo diário de referência} \quad (1)$$

Para calcular o consumo médio diário de referência utilizaram-se os seguintes valores:

- N° de ocupantes = 78 pessoas (lotação do lar em Abril de 2015);
- Consumo diário de referência = 55 L/dia.

Obtendo-se:  $M_{AQS} = 4290 \text{ L/dia}$

#### 2) Energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS

A energia despendida com sistemas convencionais utilizados na preparação de AQS durante um ano é dada pela equação 2.

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times nd}{3600000} \text{ [kWh/ano]} \quad (2)$$

Onde:

- $\Delta T$  é o aumento de temperatura necessária para preparar as AQS (°C);
- $nd$  é o número anual de dias de consumo de AQS.

O valor de  $\Delta T$  considera que a água da rede pública de abastecimento é disponibilizada a uma temperatura média anual de 15 °C e que deve ser aquecida até à temperatura de 60°C. Como o lar funciona 365 dias por ano, esse foi o valor assumido para a variável  $nd$ . Como tal, obteve-se:

$$Q_a = \frac{4290 \times 4187 \times (60 - 15) \times 365}{3600000} = 81952,7 \text{ [kWh/ano]}$$

---

<sup>26</sup> Cálculo efetuado de acordo com o antigo regulamento, RCCTE.

### c) Necessidade de energia para preparação das AQS

As necessidades anuais de energia útil para preparação de AQS são calculadas pela equação (3).

$$N_{ac} = \frac{Q_a}{\eta_a} [kWh/ano] \quad (3)$$

Onde:

- $\eta_a$  é a eficiência de conversão dos de preparação de AQS.

A eficiência de conversão de sistemas de preparação de AQS do edifício é de 90% (considerando o rendimento da caldeira apresentado em 7.3.2.3). Para o edifício em questão tem-se um consumo efetivo de:

$$N_{ac} = \frac{81952,7}{0,9} = 91058,5 [kWh/ano]$$

Para o cálculo da eficiência energética do edifício é obtido o valor de 91,06 *MWh/ano* de necessidades de energia para produção de AQS.

De acordo com estas necessidades, localização do edifício e espaço para instalação dos painéis solares procedeu-se ao dimensionamento do sistema solar térmico. Serão usados coletores solares térmicos selectivos THK 215, com um rendimento ( $\eta$ ) de 70,5 % e uma área de absorção de 1,865 m<sup>2</sup>. Numa fase inicial foi necessário saber qual o valor da irradiação média mensal para o local onde se encontra o lar. Através da Tabela 7.26 é possível visualizar a irradiação mensal para a rua onde se situa o lar, retirada do Software PVGIS<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Acessível em: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>

Tabela 7.26 – Irradiação mensal para a rua onde se situa o Lar “A”.

Mês	Dias	H (Irradiação média mensal) Wh/m <sup>2</sup> /day
Janeiro	31	3210
Fevereiro	29	4490
Março	31	5520
Abril	30	5660
Maio	31	6190
Junho	30	6440
Julho	31	6720
Agosto	31	6760
Setembro	30	6280
Outubro	31	4860
Novembro	30	3610
Dezembro	31	3040

Sabendo que a necessidade de água diária é de 4290 L, sendo traduzido em 91058,5 kWh/ano, dimensionou-se um sistema de coletores solares que produzirá 67955,3 kWh/ano, tal como é possível observar na Tabela 7.27.

Tabela 7.27 – Dimensionamento do sistema solar térmico com 27 coletores solares para o Lar “A”.

Mês	Energia Produzida 27 coletores (kWh)
Janeiro	3530,8
Fevereiro	4620,1
Março	6071,7
Abril	6024,8
Maio	6808,6
Junho	6855,1
Julho	7391,6
Agosto	7435,6
Setembro	6684,8
Outubro	5345,7
Novembro	3842,7
Dezembro	3343,8
<b>Total Anual</b>	<b>67955,3</b>

A energia produzida nos meses de Julho e Agosto aproxima-se das necessidades totais para aquecimento de água, como é possível visualizar na Figura 7.48. Nestes meses o apoio prestado pelas caldeiras a gás natural será bastante reduzido.

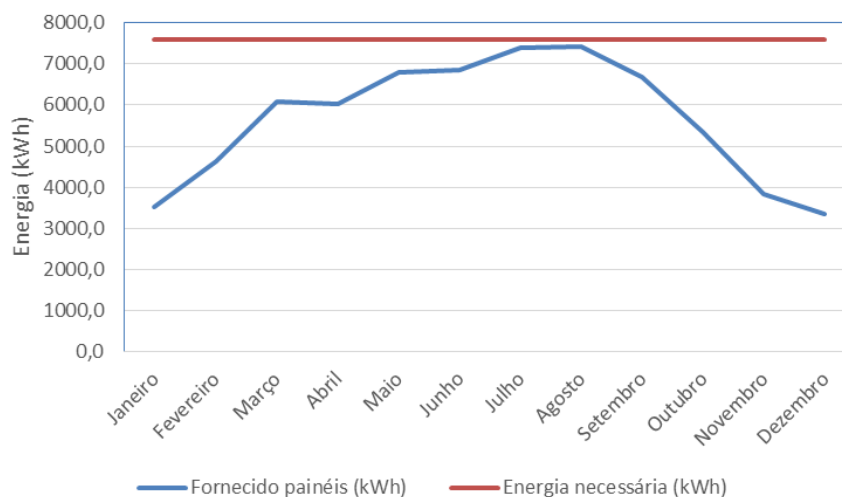


Figura 7.48 - Energia fornecida pelos painéis e energia necessária ao longo do ano – Lar “A”.

Relativamente à instalação dos coletores esta será feita na cobertura do edifício, tal como se apresenta na Figura 7.49.



Figura 7.49 – Área considerada para possível colocação das coletores solares – Lar “A”.

Na Tabela 7.28 é possível verificar a redução dos consumos com a implementação do sistema solar térmico.

Tabela 7.28 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores térmicos – Lar “A”.

<b>Consumo anual de Energia (AQS)</b>	91,06 MWh/ano
<b>Energia reduzida pelo Sistema solar</b>	67,96 MWh/ano
<b>Consumo de gás natural para AQS com coletores</b>	23,10 MWh/ano

A implementação desta medida permite uma redução anual de 67,96 MWh em energia gasta nas AQS. O custo associado a esta medida (27 coletores + 27 estruturas de suporte + 4 termoacumulares de 1000 L + equipamento diversos) é na ordem dos 41.964 €. A estimativa de poupança anual associada a esta melhoria é de 4756,87 €, havendo um retorno do investimento em aproximadamente 9 anos. Tendo em conta os resultados obtidos pode-se concluir que a aplicação da medida poderá vir a ser rentável.

#### 7.3.5.4. Isolamento das Condutas

Um adequado isolamento térmico aumenta os ganhos de eficiência energética. O investimento no isolamento tem um retorno muito rápido. O *payback* pode ser atingido em menos de um ano, caso as tubagens e/ou os equipamentos não estejam isolados ou estejam danificados, segundo [78].

Geralmente é utilizada espuma elastomérica como material isolante. Atua na conservação de energia das instalações, evita a acumulação de humidade, controla a temperatura superficial evitando a condensação e também apresenta boa redução acústica, sendo a sua faixa de aplicação de -40 °C a 105 °C.

Durante as visitas de campo foram detetadas várias deficiências a nível de isolamento, principalmente nas tubagens, Figura 7.50.



Figura 7.50 – Registos fotográficos de deficiências detetadas no isolamento térmico.

### 7.3.5.5. Inspeção Termográfica

#### A. Inspeção de tubagens e sistema de aquecimento

Através de termografia, utilizando a câmara termográfica mencionada em 7.2.1.2 fez-se uma análise à situação atual, de modo a verificar as perdas térmicas existentes nalguns pontos da instalação e situações anómalas. Através da análise da Figura 7.51 verifica-se que existe uma diferença de cerca de 20,7 °C entre o elemento com e sem isolamento.

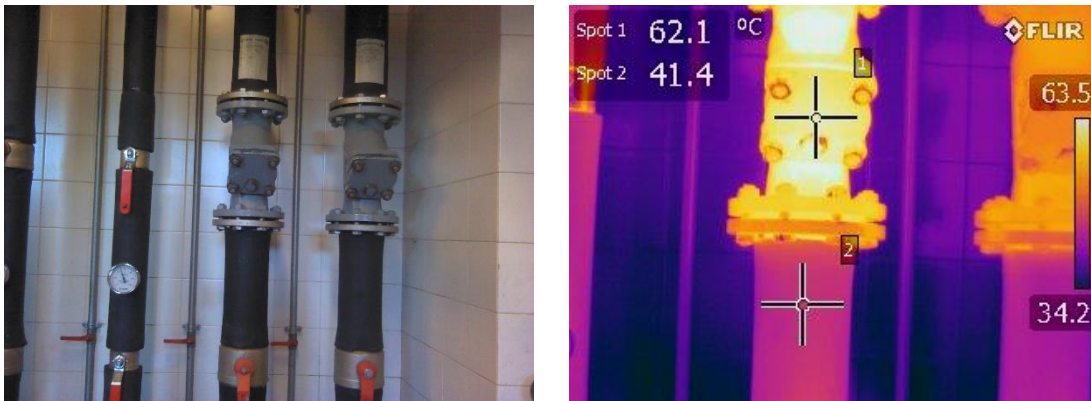


Figura 7.51 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de união entre tubagens.

O isolamento de tubagens também é essencial. Na Figura 7.52 apresenta-se uma tubagem com isolamento danificado, o que origina uma perda de energia considerável.

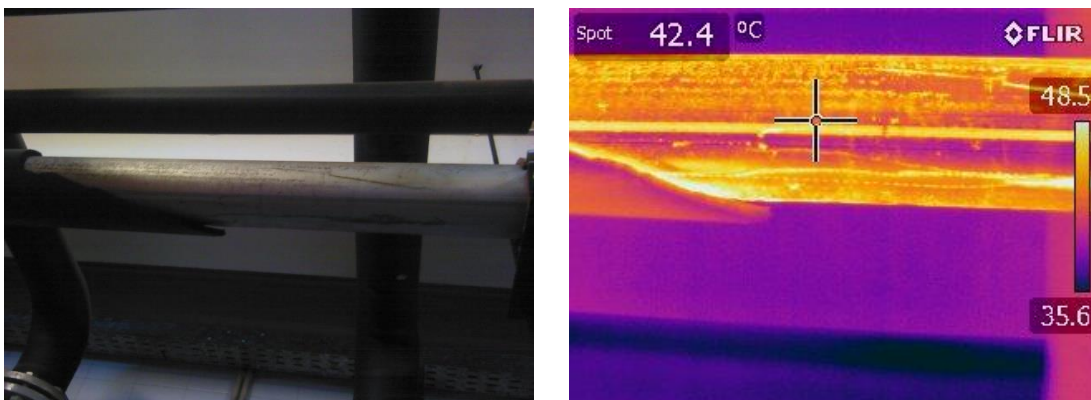


Figura 7.52 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de tubagem não isolada.

#### B. Isolamento

Durante a inspeção termográfica e tendo em conta os locais analisados não foram detetadas zonas com isolamento deficiente. Na Figura 7.53 apresenta-se a verificação da não existência de ponte térmica.

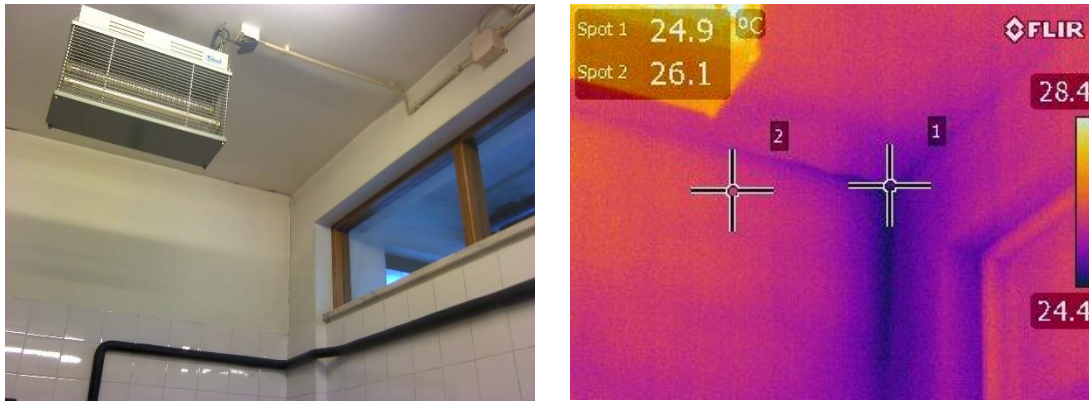


Figura 7.53 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de verificação de isolamento/ponte térmica.

### C. Ligações elétricas

A corrosão da ligação aumenta a resistência elétrica, resultando no aquecimento desta. As imagens térmicas podem detetar a falha em desenvolvimento, antes que esta ocorra. Para o edifício analisado as ligações analisadas estavam em correto funcionamento, tal como se pode visualizar na Figura 7.54.

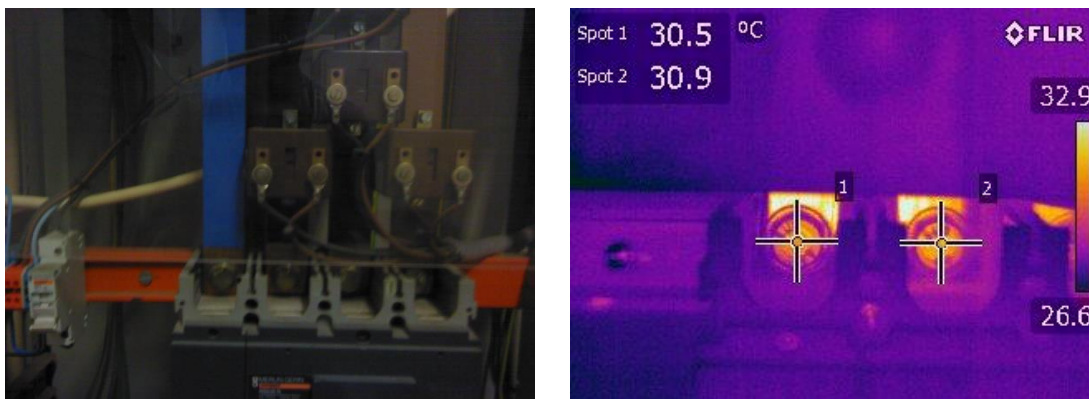


Figura 7.54 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de ligação de interruptor tetrapolar.

### D. Quadros Elétricos

Nos quadros elétricos foram identificados alguns pontos com temperatura superior, no entanto, aceitável. Na Figura 7.55 apresenta-se a análise termográfica de um quadro elétrico.

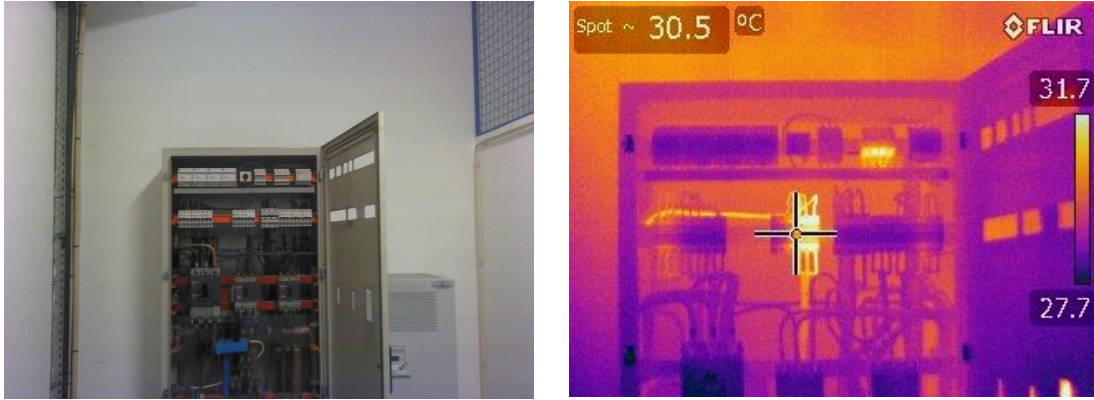


Figura 7.55 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de um quadro elétrico.

### 7.3.6. Metodologia de intervenção para a água

Uma vez que não foram recolhidos dados precisos acerca do número de torneiras e chuveiros e respetivos caudais, demonstra-se o potencial para a redução dos consumos de água com base em estimativas. Por exemplo, utilizando uma anilha redutora de duche de 9 l/min e um economizador de torneira de 6 l/min, apresentados na Figura 7.56, existe um potencial de redução de 30 % dos consumos associados e um tempo de retorno de investimento inferior a um ano.



Figura 7.56 – Anilha redutora de duche (à esquerda) e economizador de torneira (à direita).

Este tipo de soluções pode ser instalado nos equipamentos existentes, permitindo fazer a mistura da água com oxigénio mantendo as mesmas condições e o mesmo conforto.

A substituição das torneiras atuais por soluções tecnológicas mais eficientes (abordadas em 4.5.1.1) poderá traduzir-se também numa diminuição de consumos. No entanto, o tempo de retorno do investimento poderá vir a ser mais elevado uma vez que os preços de aquisição dos equipamentos são mais elevados, face aos redutores mencionados acima.

A utilização de um sistema de rega eficiente e a reutilização de água pluvial para rega também poderá ser uma medida a adotar, uma vez que o lar possui jardim. Uma outra medida adicional poderá ser a colocação de controlo de fluxo nos chuveiros.

Os urinóis com sistema de descarga automática e se possível com controlo temporizado de descarga (automático ou manual) também permitem uma redução significativa do consumo de água. Esta metodologia poderá ser replicada para os lares “A” e “B”, com tal, é apresentada apenas nesta secção.

### **7.3.7. Solução de monitorização de consumos**

Atendendo à utilidade da monitorização dos consumos demonstrada em 7.3.3.2, sugere-se a implementação de um sistema de monitorização de consumos no lar. Sugere-se a utilização de contadores de energia comunicantes em Modbus, TI's quando não é possível a leitura direta e a Gateway EGX300. Esta recebe os dados em modbus até ao máximo de 31 contadores de energia e permite aceder por IP ao registo de consumos hora datados, que poderão ser exportados para uma folha de cálculo. Na Tabela 7.29 apresentam-se as soluções para monitorização de consumo assim como o respetivo preço.

Tabela 7.29 - Solução A para monitorização de consumos - Lar "A".

	<b>Equipamento</b>	<b>Referência<sup>28</sup></b>	<b>Qtd</b>	<b>Preço unit. (€)</b>	<b>Preço total</b>
<b>GERAL</b>	INTERFACE ETHERNET, SÉRIE	EGX300	1	1036	1 036,00 €
<b>GERAL</b>	Fontes de alimentação comutada	ABL8MEM24012	1	83,26	83,26 €
<b>QCM</b>	Medidor de Energia	A9MEM3335	1	314,1	314,10 €
<b>QMPRATOS</b>	Medidor de Energia	A9MEM3155	1	330,1	330,10 €
<b>QP_P3</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 100/5 CABO	METSECT5CC010	3	27,7	83,10 €
<b>QP_P2</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 125/5 CABO	METSECT5CC013	3	27,7	83,10 €
<b>QP_P1</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 100/5 CABO	METSECT5CC010	3	27,7	83,10 €
<b>Q.C. TÉRMICA</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 200/5 CABO	METSECT5CC020	3	28,2	84,60 €
<b>Q.LAV</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 125/5 CABO	METSECT5CC013	3	27,7	83,10 €
<b>Q.COZ</b>	Medidor de Energia	A9MEM3255	1	332,5	332,50 €
	TI 100/5 CABO	METSECT5CC010	3	27,7	83,10 €
<b>Q.C.BOMB</b>	Medidor de Energia	A9MEM3335	1	314,1	314,10 €
<b>Q.PORTARIA</b>	Medidor de Energia	A9MEM3335	1	314,1	314,10 €
<b>Total</b>					<b>4 886,76 €</b>

### 7.3.8. Síntese da auditoria ao Lar "A"

No decorrer da auditoria foram identificadas algumas práticas que se apresentam como exemplos a seguir (aspetos positivos) e foram identificados alguns aspetos que poderiam ser corrigidos (aspetos a melhorar). A síntese dessa informação apresenta-se na Tabela 7.30.

<sup>28</sup> Referências da *Schneider Electric*.

Tabela 7.30 - Aspetos positivos e a melhorar - Lar "A".

Aspetos positivos	Aspetos a melhorar
Sistema de videovigilância.	Iluminação dos corredores.
Preocupação com a quantidade de iluminação ligada.	Sistema de controlo da iluminação.
	Ações de manutenção (utilização de manutenção preventiva).
Existência de sistema de aquecimento e arrefecimento.	Ações de formação acerca de eficiência energética (direção e funcionários).
	Isolamento de tubagens da central térmica.

Ao longo desta secção (7.3) foram apresentadas algumas soluções e investimentos a efetuar no sentido de obter uma redução dos consumos energéticos e respetivo custo para os lares. É de salientar que, por exemplo, as soluções de substituição de iluminação foram efetuadas apenas para um piso, no entanto, poderão ser replicadas para outros. Na Tabela 7.31 apresenta-se uma síntese das possíveis poupanças mediante os respetivos investimentos e poupança anual.

Tabela 7.31 – Síntese das poupanças para o Lar "A".

<b>Medida</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Poupança Anual (€)</b>	<b>Retorno (Anos)</b>
1 - Instalação de sensores de presença nos elevadores	41,2	99,1	0,4
2 - Substituição iluminação Piso 1 – Proposta 3	8797,73	3490,19	2,5
3 - Instalação de sensores de movimento nas casas de banho do piso 1	144,2	38,3	3,8
4 - Substituição da caldeira a gás natural por biomassa	42544,5	8814,9	4,8
5 - Substituição do chiller - A	29,656.00	-	-
6 - Substituição do chiller - B	33,836.00	-	-
7 - Implementação de um sistema solar térmico	41964	4756,9	8,8
8 - Isolamento das condutas	-	-	-
<b>Total</b>	93 491,63	17 199,39	

Para a substituição do *chiller* não foi possível obter uma estimativa da poupança anual, assim como para o isolamento das condutas. Estas medidas apresentam-se apenas como medidas que poderão ser realizadas a curto/médio prazo, mediante a análise da direção da respetiva instituição.

## 7.4. Lar “B”

### 7.4.1. Caraterização geral do edifício

O Lar “B” é uma estrutura de apoio social a pessoas idosas que foi reconvertido e passou a ter a designação com que se apresenta nos dias de hoje em 1993. Na Figura 7.57 apresenta-se o aspeto exterior do mesmo.



Figura 7.57 – Aspeto exterior do Lar “B”.

Trata-se de uma construção que foi sendo aumentada ao longo dos anos, sendo construídos edifícios novos. Existem alguns edifícios com paredes muito grossas em granito. Na Tabela 7.32 apresentam-se alguns dados importantes acerca do edifício.

Tabela 7.32 – Descrição do Edifício B.

Nº de utentes (Abril de 2015)	Área aproximada (m <sup>2</sup> )	“Data de Fundação”	Nº de pisos
92	9550	1993	5

O edifício é constituído por 5 pisos. Relativamente ao horário é de salientar que, devido ao tipo de instituição, funciona durante 24 horas por dia, 365 dias por ano.

Para uma melhor compreensão da disposição das divisões pelo edifício, é apresentada na Tabela 7.33 uma síntese das divisões para o piso 0 a título de exemplo.

Tabela 7.33 – Distribuição das divisões para o piso 0 do Lar “B”.

<b>Piso</b>	<b>Divisões</b>	<b>Qtd.</b>
0	Limpeza/Despejos	1
	WC direção	1
	Caixa Forte	1
	Sala de reuniões	1
	Gabinete direção	1
	Gabinete médico	1
	Gabinete Técnico	1
	Arrumos	1
	Corredor	1
	WC 1	1
	WC 2	1
	Sala de Pensos	1
	Gabinete	1
	Sala de atividades	1
	Secretaria	1
	Sala de espera	1
	Hall perto elevador des.	1
	Vestiários	2
	WC's	5
	Arrecadação	1
	Hall perto QGBT	1
	Espaço perto do segurança	1
	Arrumos	1
	Separação Roupa	1
	Secagem	1
	Vestíbulo	1
	Lavandaria	1
	Garagem	1
	Corredor perto garagem	1
	Sacristia	1
WC sacristia	1	
Hall sacristia	1	
Capela	1	

#### **7.4.2. Caracterização geral da instalação elétrica**

Os consumos energéticos do edifício derivam principalmente do aquecimento/arrefecimento e da iluminação. As necessidades energéticas do edifício são satisfeitas por recurso à energia elétrica e ao gás natural. Presume-se que o fornecimento de energia elétrica seja garantido através de uma alimentação de BTE (GALP).

No início do trabalho foram fornecidas faturas referentes a 3 contratos (2 em BTN e 1 em BTE). Como a instalação não possui limitador de potência assumiu-se que o contrato é de BTE, tal como mencionado anteriormente. Esta questão foi equacionada durante a auditoria no entanto não foi obtida uma resposta conclusiva. Na Figura 7.58 apresenta-se o contador de energia digital e o QGBT.



Figura 7.58 – Contador digital e QGBT do Lar “B”.

Relativamente à situação contratual do edifício e admitindo os pressupostos mencionados acima esta apresenta-se na Tabela 7.34.

Tabela 7.34 – Situação contratual do Lar “B”.

Fornecedor	Tarifa Contratada	Ciclo Horário	Potência contratada (kVA)
Galp Power, S.A.	BTE - Energia + Acessos	Diário	54

Este edifício, à semelhança do Lar “A” também não possui produção própria. Além disso, para assegurar a continuidade dos sistemas eletrónicos, o edifício não dispõe de qualquer UPS.

Para a compensação do fator de potência, o edifício dispõe de uma bateria de condensadores localizada no Piso 0. Esta bateria de condensadores de 31 kVAr, está montada num quadro elétrico construído para o efeito e ligada ao QGBT tal como se apresenta na Figura 7.59.



Figura 7.59 – Bateria de Condensadores do edifício B.

#### **7.4.2.1. Rede de distribuição e quadros elétricos**

A alimentação de energia elétrica é feita a partir do Quadro Geral de Entrada (QGE) existente na garagem, tal como se apresenta na Figura 7.60. O QGE possui um interruptor de corte omipolar de 250 A, que funciona como aparelho de corte geral. Este interruptor faz o corte total das instalações.

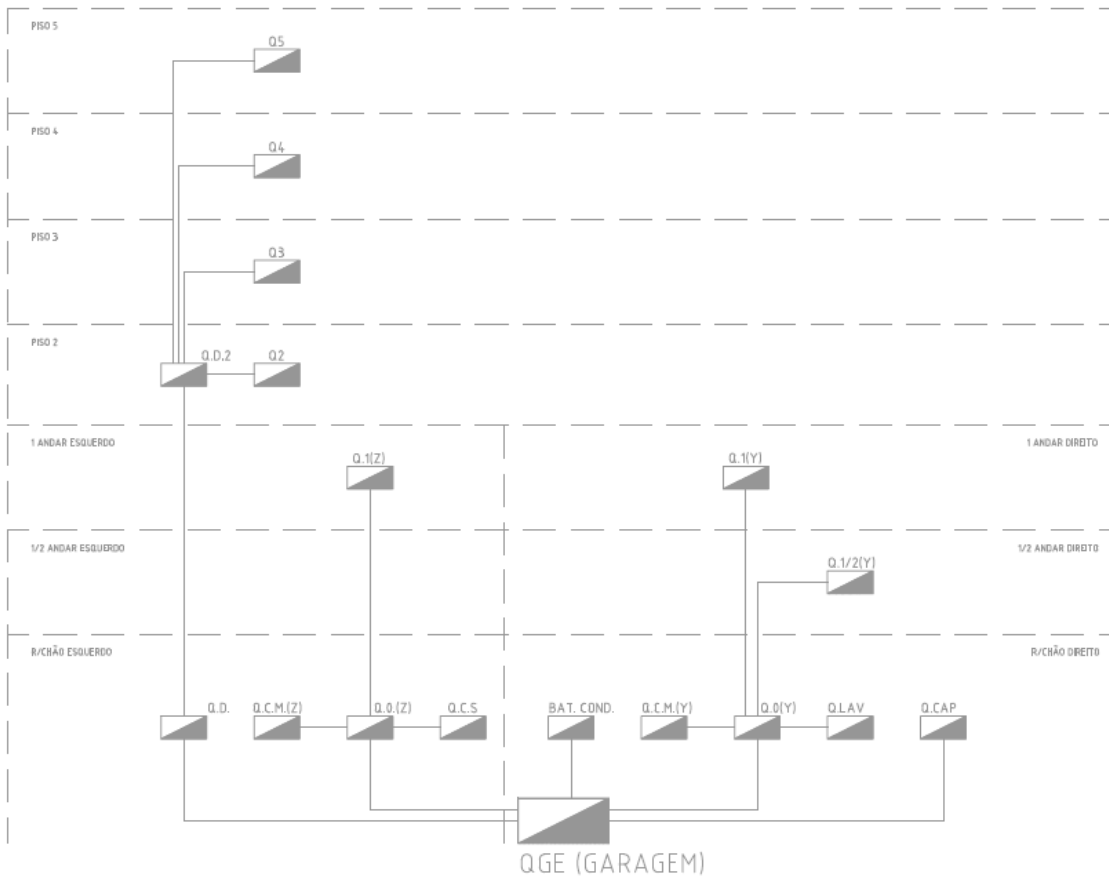


Figura 7.60 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar “B”.

#### 7.4.2.2. Sistemas de iluminação

Ao fazer uma análise mais detalhada acerca da iluminação presente no edifício verifica-se que existem 833 lâmpadas no edifício perfazendo uma potência total de 34214 W. O Piso 0 é o que tem um maior número de lâmpadas e por sua vez o piso 5 é o que tem um menor número, de acordo com a Tabela 7.35.

Tabela 7.35 - Quantidade de lâmpadas por tipo e por piso – Lar “B”.

	<b>Qtd.</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>PISO 0</b>	<b>210</b>	<b>25,2%</b>	<b>8030</b>
Fluorescente compacta	44	5,3%	792
Fluorescente tubular T8	153	18,4%	6524
Halogéneo	6	0,7%	54
Incandescente	7	0,8%	660
<b>PISO 1 - A</b>	<b>115</b>	<b>13,8%</b>	<b>4392</b>
Fluorescente compacta	30	3,6%	540
Fluorescente tubular T8	66	7,9%	1946
Incandescente	19	2,3%	1906
<b>PISO 1 - B</b>	<b>46</b>	<b>5,5%</b>	<b>2604</b>
Fluorescente tubular T5	2	0,2%	72
Fluorescente tubular T8	41	4,9%	1620
Incandescente	3	0,4%	912
<b>PISO 1/2</b>	<b>76</b>	<b>9,1%</b>	<b>2876</b>
Fluorescente compacta	41	4,9%	744
Fluorescente tubular T8	32	3,8%	1472
Incandescente	3	0,4%	660
<b>PISO 2</b>	<b>124</b>	<b>14,9%</b>	<b>5284</b>
Fluorescente compacta	11	1,3%	170
Fluorescente tubular T8	104	12,5%	3320
Incandescente	9	1,1%	1794
<b>PISO 3</b>	<b>117</b>	<b>14,0%</b>	<b>6056</b>
Fluorescente tubular T8	95	11,4%	1962
Incandescente	22	2,6%	4094
<b>PISO 4</b>	<b>111</b>	<b>13,3%</b>	<b>4108</b>
Fluorescente tubular T8	97	11,6%	2412
Incandescente	14	1,7%	1696
<b>PISO 5</b>	<b>34</b>	<b>4,1%</b>	<b>864</b>
Fluorescente tubular T8	30	3,6%	648
Incandescente	4	0,5%	216
<b>Total Geral</b>	<b>833</b>	<b>100%</b>	<b>34214</b>

No Anexo VI – Quantidade de lâmpadas Lar “B” apresenta-se a quantidade de cada tipo de lâmpada utilizada por piso.

O piso 0 representa 25,2% da quantidade de lâmpadas presentes no edifício, enquanto os pisos 1-A, 1-B, 2, 3, 4 e 5 representam 13,8%, 5,5%, 9,1%, 14,9%, 14%, 13,3% e 4,1% respectivamente de acordo com a Figura 7.61.

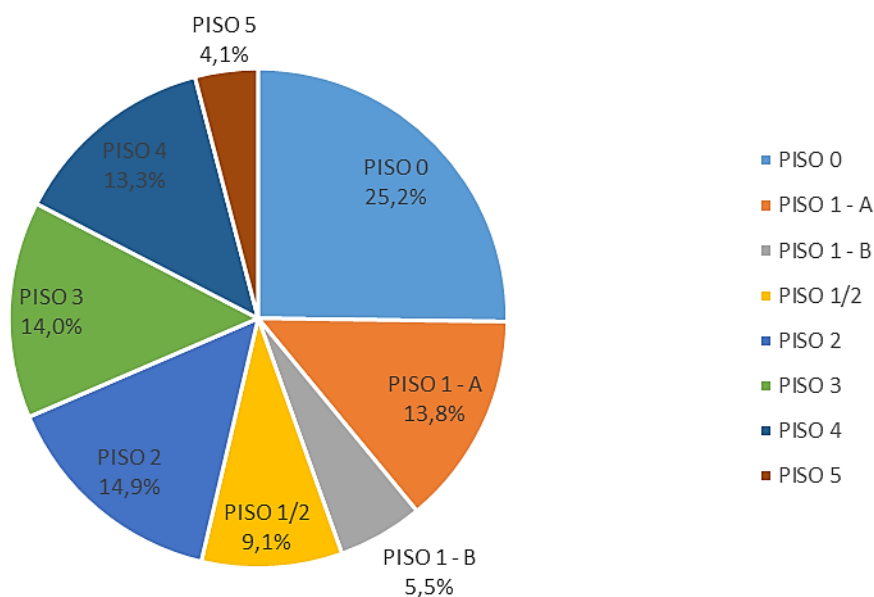


Figura 7.61 - Percentagem de lâmpadas por piso – Lar “B”.

As lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W são as mais presentes no edifício, representando 40 %. As lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 36 W são responsáveis por 25,9% enquanto que as lâmpadas incandescentes são responsáveis por 9,7% (repartidos por lâmpadas de 25, 46 e 60 W). Na Figura 7.62 apresenta-se a repartição de lâmpadas de acordo com a sua potência.

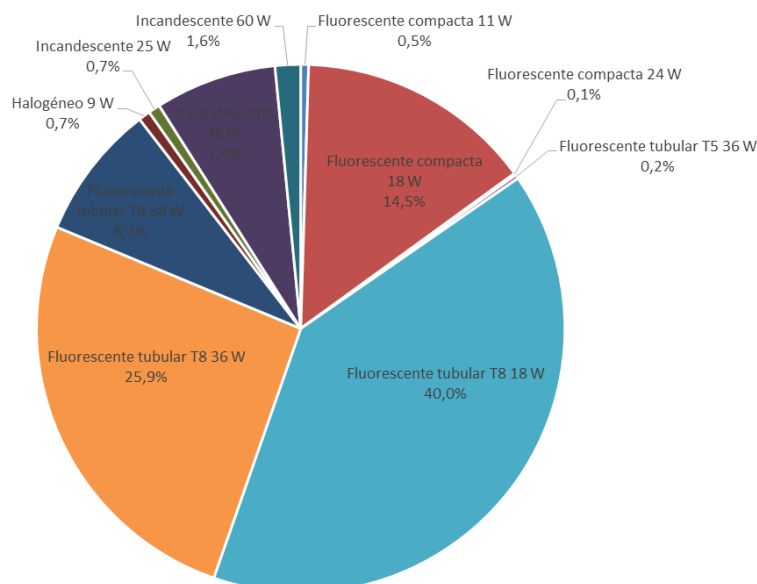


Figura 7.62 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência.

A iluminação dos espaços interiores, tal como mencionado anteriormente, é realizada fundamentalmente por aparelhos dotados de lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas, exceto os localizados sobre as camas ou nas casas de banho, que utilizam lâmpadas incandescentes. Nas casas de banho e outras pequenas divisões, afetas ou não a uso de utentes, o comando da iluminação é local. Os quartos dos idosos estão dotados de uma iluminação geral fixa ao teto e também pontual. A primeira é comandada não só da porta, como também, próximo de cada cama. A segunda referida anteriormente e afeta a cada cama, tem comando individual, embora possa ser globalmente inibida através do interruptor junto da porta de acesso ao aposento.

De seguida, apresentam-se alguns exemplos de soluções utilizadas em alguns pisos.

#### A. Iluminação do corredor do Piso 0

Este corredor é equipado com aparelhos de iluminação para montagem encastrada com corpo em chapa lacada a branco e refletor em alumínio. São utilizadas duas lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W em cada ponto apresentado na Figura 7.63 e são comandadas através do quadro elétrico.

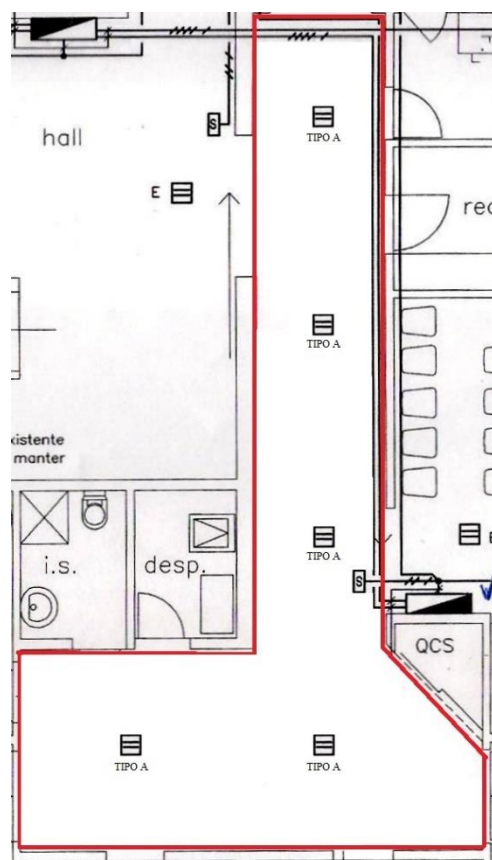


Figura 7.63 – Iluminação utilizada num corredor do piso 0.

## B. Iluminação da sala de atividades do Piso 0

Esta sala é equipada com aparelhos de iluminação para montagem encastrada com corpo em chapa lacada a branco e refletor em alumínio. São utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares (2 X 58 W) T8 apresentadas na Figura 7.64 e comandadas por interruptor manual.

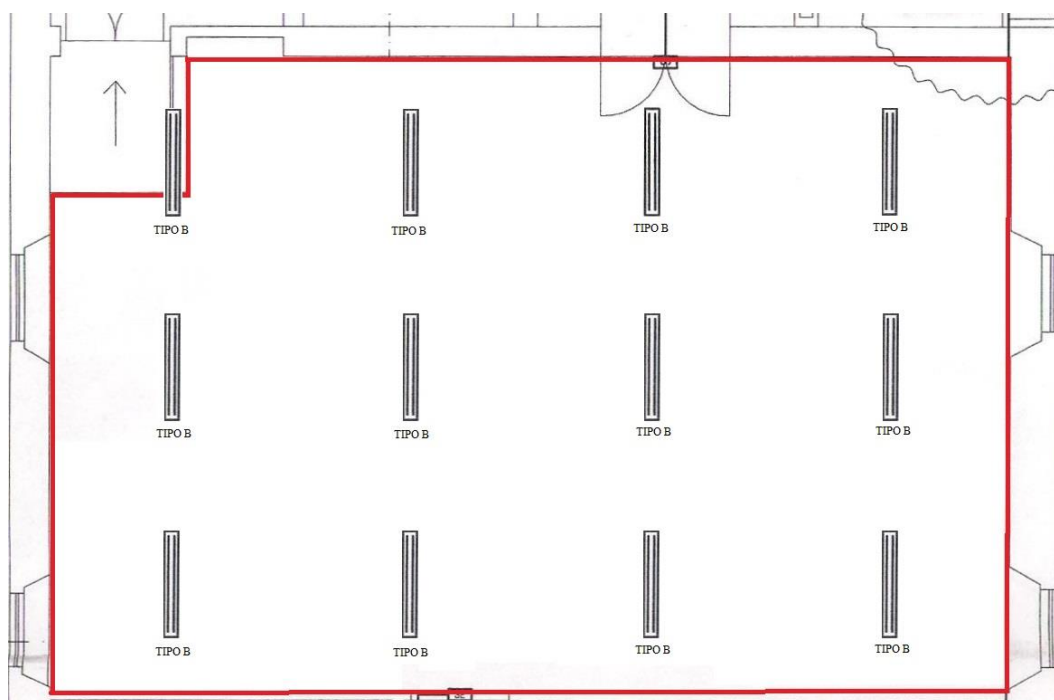


Figura 7.64 – Iluminação utilizada na sala de atividades do piso 0.

## C. Iluminação da sala de jantar do Piso 1

Esta sala é equipada com dois tipos de equipamento:

- Equipamento TIPO C para montagem encastrada com corpo em chapa lacada a branco e refletor em alumínio. Possuem no seu interior quatro lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18W comandadas por interruptor manual.
- Equipamento TIPO D que é do tipo spot destinado a montagem integrada no teto falso, dotado de refletor em alumínio e aro de remate na cor branca e com duas lâmpadas fluorescente compactas de 13 W, realizando também neste caso o comando por interruptor manual. Na Figura 7.65 apresenta-se a disposição da iluminação pela sala.



Figura 7.65 – Iluminação utilizada na sala de jantar do piso 1.

#### **D. Iluminação Elevadores**

A iluminação dos elevadores é garantida através de:

- Elevador 1: Oito lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W onde quatro delas estão sempre ligadas;
- Elevador 2: Seis lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W sempre ligadas;
- Elevador 3: Três lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W sempre ligadas;
- Elevador 4: Uma lâmpada fluorescente tubular T8 de 18 W sempre ligada.

É de salientar que para este lar também não existe nenhum mecanismo que garanta a utilização da iluminação apenas na presença de utilizadores.

### **7.4.2.3. Sistemas de AVAC e AQS**

#### **A. Descrição geral**

O aquecimento ambiente e das águas sanitárias são feitos através de caldeiras a gás natural localizadas na central térmica. A instalação de aquecimento é do tipo circulação forçada de água quente através de radiadores que constituem os elementos de aquecimento.

## B. Central térmica

Na central térmica existem quatro caldeiras a gás natural<sup>29</sup>, conforme se apresenta na Figura 7.66. Estas “produzem” água quente para os radiadores existentes no interior do edifício. Não existe qualquer contribuição de sistemas solares para este aquecimento.



Figura 7.66 – Caldeiras a gás natural do Lar “B”.

Existe um quadro elétrico a partir do qual se desenrola a instalação de potência e controlo de AVAC, tal como é possível visualizar na Figura 7.67.



Figura 7.67 – Quadro elétrico do sistema de AVAC do Lar “B”.

---

<sup>29</sup> Estima-se que a potência térmica de cada caldeira seja próxima de 105 kW.

### C. Sistema de Aquecimento

Tal como mencionado anteriormente, o sistema de aquecimento é constituído por radiadores a água, na sua grande maioria em alumínio injetado, constituídos por elementos interligáveis. Na Figura 7.68 apresenta-se um radiador fixo na parede.



Figura 7.68 – Exemplo de radiador utilizado no Lar “B”.

Estes equipamentos estão distribuídos por diversos locais, sendo que o piso com maior quantidade é o 3, com 29 radiadores. O número de dispositivos por piso apresenta-se na Figura 7.69.

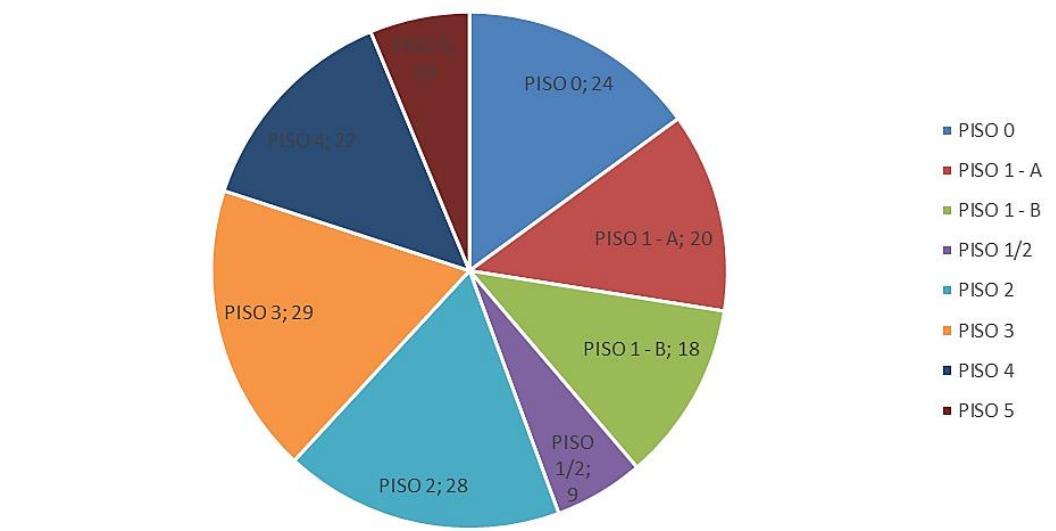


Figura 7.69 – Número de radiadores por piso – Lar “B”.

Dos 160 equipamentos presentes no edifício, cerca de 39 radiadores (24%) possuem 11 elementos. Na Figura 7.70 apresenta-se a quantidade de equipamentos em função do número de elementos. É de salientar que neste lar existem também 4 ventiloconvectores de 2,5 kW, instalados numa das capelas.

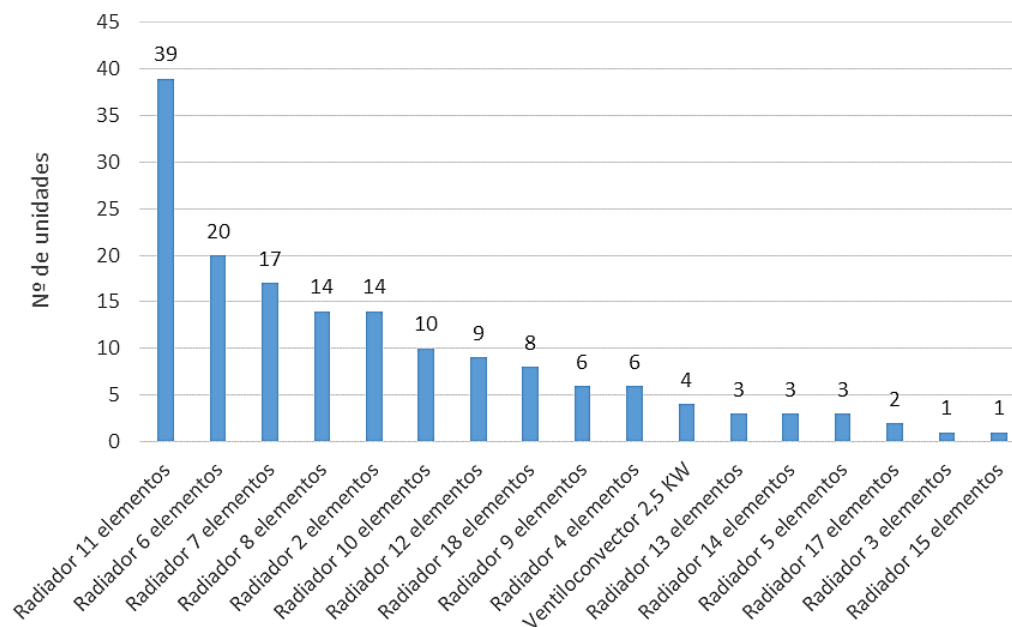


Figura 7.70 – Número de elementos dos radiadores e respetiva quantidade – Lar “B”.

No Anexo VII – Tipo de aquecimento por piso Lar “B” apresenta-se a quantidade de cada tipo de equipamento por piso.

#### 7.4.2.4. Equipamentos de Elevação

O edifício possui 5 elevadores, no entanto, apenas 4 estão operacionais, conforme se apresenta na Tabela 7.36.

Tabela 7.36 – Características dos elevadores do Lar “B”.

Nº do Elevador	Tipo	Acesso a pisos	Marca	Capacidade (pessoas)
1	Hidráulico	0-2	Pinto & Cruz	21
2	Elétrico	0-4	Schindler	18
3	Elétrico	0-4	Schindler	18
4	Elétrico	4-5	Schindler	16

### 7.4.3. Auditoria Energética

O edifício utiliza como fontes de energia, o gás natural e a energia elétrica. O gás natural é utilizado maioritariamente para aquecimento de águas sanitárias e aquecimento ambiente.

#### 7.4.3.1. Consumo de Energia Elétrica

De acordo com a análise da faturação de energia do edifício no ano de 2014, o consumo global de energia elétrica foi de 205330 kWh.

A Tabela 7.37 apresenta a repartição dos consumos mensais para o ano de 2014.

Tabela 7.37 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o Lar “B”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
10/dez/13	09/jan/14	19 468	3 250,48 €
10/jan/14	09/fev/14	18 710	3 257,05 €
10/fev/14	09/mar/14	16 532	2 894,63 €
10/mar/14	09/abr/14	17 500	3 035,46 €
10/abr/14	09/mai/14	16 383	2 836,44 €
10/mai/14	09/jun/14	16 626	2 884,55 €
10/jun/14	09/jul/14	15 917	2 735,80 €
10/jul/14	09/ago/14	16 302	2 808,05 €
10/ago/14	09/set/14	16 267	2 790,71 €
10/set/14	09/out/14	15 983	2 763,96 €
10/out/14	09/nov/14	17 577	3 063,02 €
10/nov/14	09/dez/14	18 065	3 137,62 €

Através da análise da tabela anterior verifica-se que o maior consumo ocorreu entre Dezembro e Janeiro.

### 7.4.3.2. Desagregação dos consumos e análise da qualidade da energia

#### A. Medição quadro zona da secretaria – QCS

Utilizando o analisador de energia mencionado em 7.2.1.1, foi efetuada uma análise ao QCS (zona da secretaria) desde as 15:37:00 do dia 02/06/2015 até às 09:47:00 do dia 05/06/2015. Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi de 46,77 kWh, 50,53 kvarh e 75,09 kVAh, respetivamente. De modo a efetuar uma verificação de consumos durante o tempo de medição, apresenta-se na Figura 7.71 a evolução do consumo ao longo do tempo.

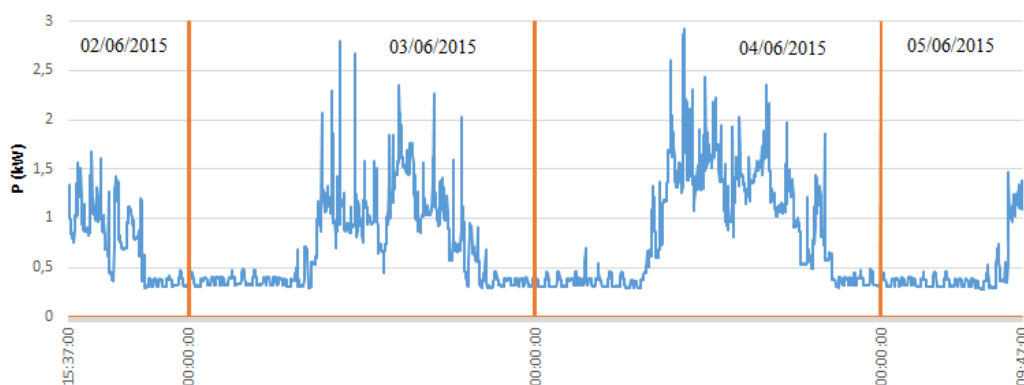


Figura 7.71 – Diagrama de carga do QCS de 02/05 a 05/06.

Além da distribuição de consumos ao longo dos dias apresentada acima, detalha-se melhor o comportamento do consumo, apresentando os diagramas de carga num dia típico de consumo durante a semana. Na Figura 7.72 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 03/06/2015 (Quarta-Feira).

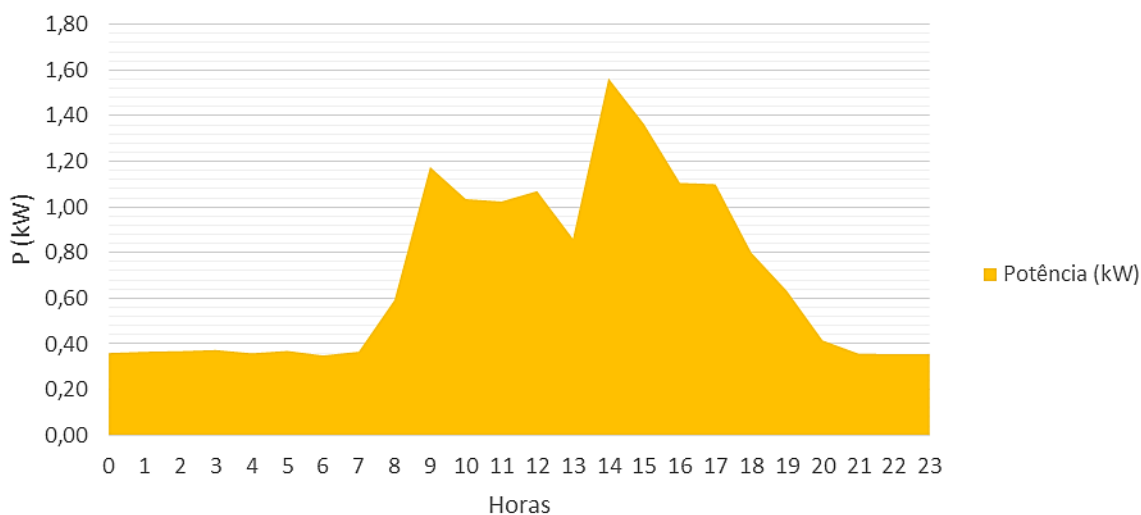


Figura 7.72 – Diagrama de carga do QCS para o dia 03/06/2015.

A figura acima demonstra ao longo de 24 horas um consumo base de cerca de 0,36 kW no período compreendido entre as 00:00h e as 07:00h, com um aumento gradual a partir das 07:00h e um período em que o consumo aumenta até atingir o máximo às 14h. Na Figura 7.73 apresenta-se a comparação dos consumos entre o dia mencionado anteriormente (03/06/2015) e o dia seguinte (04/06/2015).

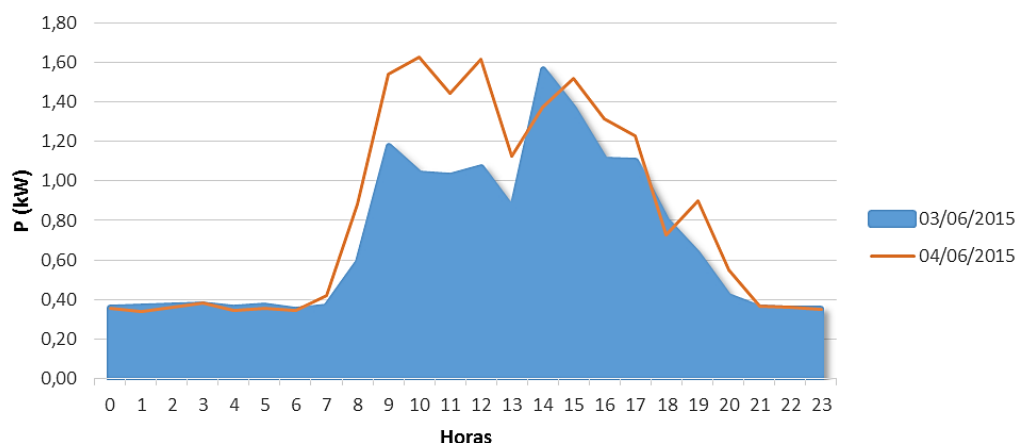


Figura 7.73 – Comparação dos diagramas de carga do QCS dos dias 03/06 a 04/06.

Analisando a Figura 7.73, verifica-se que o diagrama de carga é semelhante na maior parte do tempo, apresentando diferenças significativas entre as 08:00 e as 13:00.

### **B. Análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 – QCS**

A análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 apresenta-se no Anexo VIII – Qualidade da Energia do QCS no Lar “B”. Essa análise é análoga à efetuada anteriormente em 7.3.3.2, sendo que não se verificou qualquer irregularidade na mesma.

### **C. Medição do quadro na zona dos quartos – Q1(Z)**

Utilizando o analisador de energia mencionado em 7.2.1.1, foi efetuada uma análise ao Q1(Z) desde as 10:41:00 do dia 05/06/2015 até às 14:13:00 do dia 08/06/2015. Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi de 159,3 kWh, 233,5 kvarh e 283,7 kVAh, respetivamente.

De modo a efetuar uma verificação de consumos durante o tempo de medição, apresenta-se na Figura 7.73 a evolução do consumo ao longo do tempo.

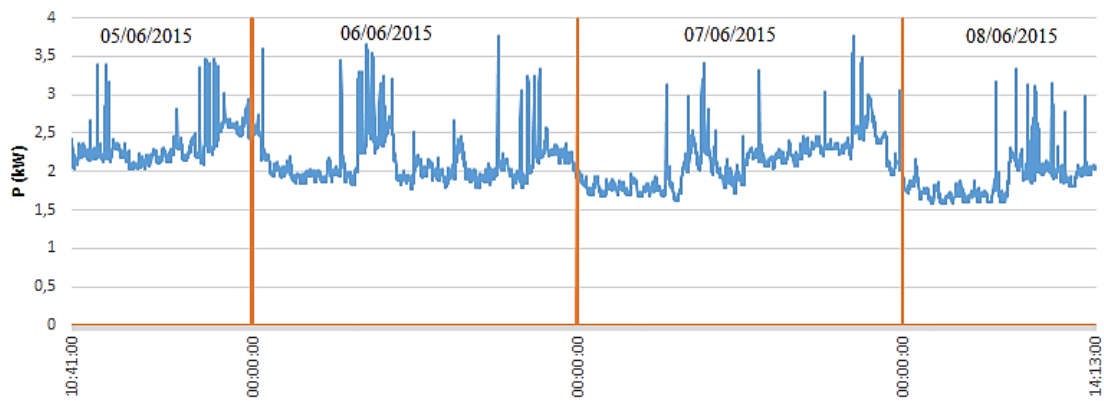


Figura 7.74 – Diagrama de carga do Q1(Z) de 05/06 a 08/06.

Além da distribuição de consumos ao longo dos dias apresentada acima, detalha-se melhor o comportamento do consumo, apresentando os diagramas de carga ao longo de um Sábado e de um Domingo. Na Figura 7.75 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 06/06/2015 (Sábado).

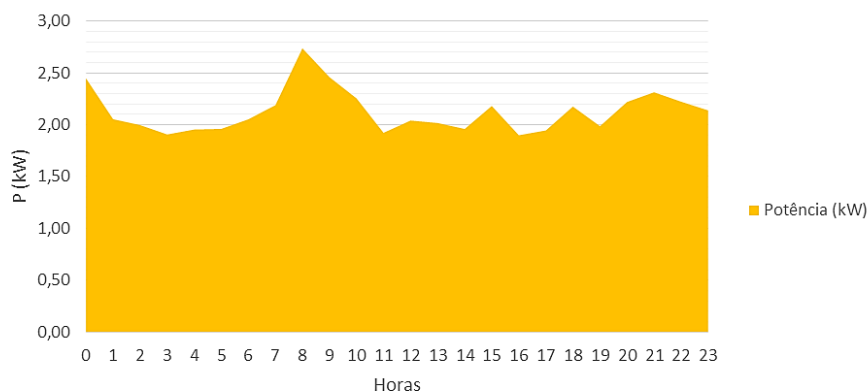


Figura 7.75 – Diagrama de carga do Q1(Z) para o dia 06/06/2015.

Relativamente ao diagrama de carga durante o Domingo este é apresentado na Figura 7.76.

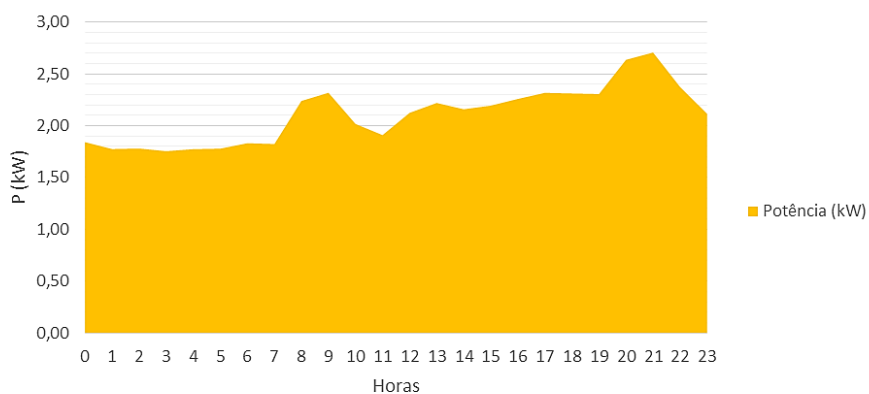


Figura 7.76 – Diagrama de carga do Q1(Z) para o dia 07/06/2015.

Na Figura 7.77 apresenta-se a comparação dos consumos relativos aos dois dias apresentados anteriormente.

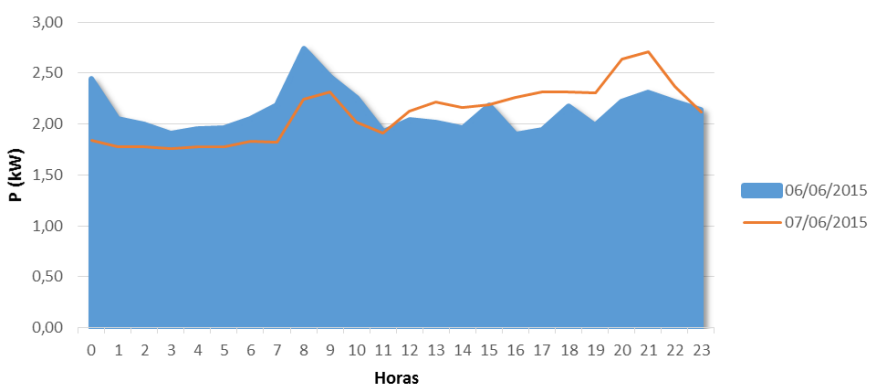


Figura 7.77 – Comparação dos diagramas de carga do Q1(Z) dos dias 06/06 a 07/06.

#### D. Análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 – Q1(Z)

A análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 apresenta-se no Anexo IX – Qualidade da Energia do Q1(Z) no Lar “B”. Essa análise é análoga à efetuada anteriormente em 7.3.3.2, sendo que não se verificou qualquer irregularidade na mesma.

### 7.4.3.3. Consumo de Gás Natural

O gás natural é consumido em quatro caldeiras para aquecimento de água e ambiente. A Tabela 7.10 revela os consumos bem como o custo registados no ano transato.

Tabela 7.38 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “B”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
10/dez/13	08/jan/14	14 207,08	10 947,59 €
09/jan/14	07/fev/14	14 862,00	11 600,86 €
08/fev/14	05/mar/14	13 473,00	10 462,60 €
06/mar/14	02/abr/14	11 175,00	8 684,66 €
03/abr/14	05/mai/14	7 895,00	6 257,28 €
06/mai/14	03/jun/14	5 222,00	4 240,82 €
04/jun/14	02/jul/14	3 534,00	3 011,62 €
03/jul/14	04/ago/14	2 339,00	2 171,42 €
05/ago/14	02/set/14	1 468,00	1 310,12 €
03/set/14	02/out/14	1 758,00	1 760,92 €
03/out/14	04/nov/14	3 340,00	3 053,52 €

Pela observação da tabela referente ao consumo de gás natural é possível verificar um aumento acentuado nos meses de Inverno. Este aumento é explicado pelo aumento das necessidades de aquecimento bem como as temperaturas de AQS.

### 7.4.3.4. Consumo de Água

À semelhança do Lar “A”, também não foram recolhidos dados precisos acerca do número de torneiras e chuveiros e respetivos caudais. No entanto, de acordo com algumas estimativas estima-se que, através da utilização de soluções tecnológicas que promovam a redução de consumos, exista um potencial de redução de 40 % dos consumos associados e um tempo de retorno de investimento inferior a um ano.

No Anexo X – Consumo de água Lar “B”, apresenta-se o consumo de água ao longo do ano de 2014. Os consumos apresentados têm dados de 2015 uma vez que inicialmente não foram entregues todas as faturas, sendo que no lar apenas foi possível ter acesso a estes dados. A água que abastece o lar é fornecida pela Águas do Porto, E.M.

#### 7.4.3.5. Influência da temperatura exterior nos consumos

No sentido de perceber se a variação no consumo elétrico/gás natural está diretamente relacionada com a temperatura que se verificou no respetivo ano (à semelhança do efetuado em 7.3.3.5), apresenta-se na Figura 7.78 a variação dos consumos ao longo do ano.

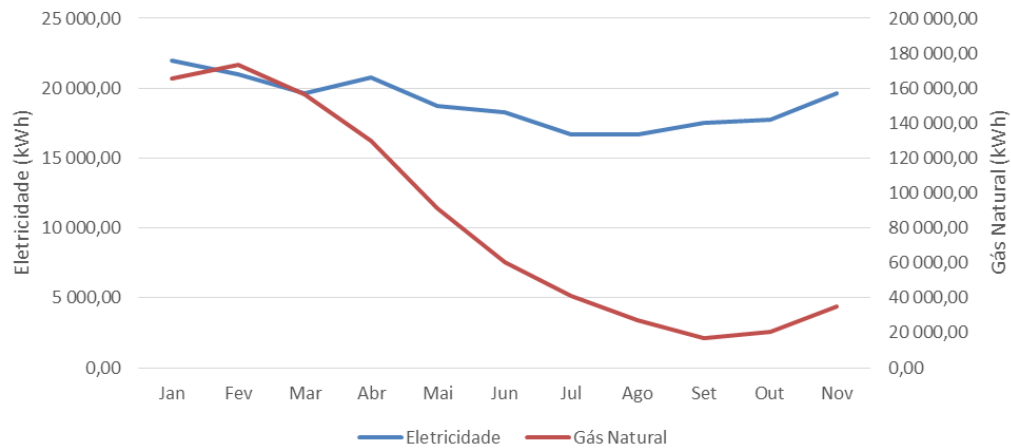


Figura 7.78 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para Lar “B”.

Na estação designada fria, verificou-se a necessidade de utilizar equipamentos de aquecimento, levando ao aumento de consumos de gás natural. O consumo de eletricidade é relativamente constante uma vez que o aquecimento é feito na sua grande maioria através de radiadores (podendo num ou outro caso pontual ser utilizado um ar condicionado portátil, termoventilador, entre outros). Nos meses com temperaturas mais baixas foi onde se registou o maior consumo de gás natural.

#### 7.4.3.6. Síntese dos consumos

No Lar “B”, em 2014, a verba gasta em energia e água foi de 121.009,411 €. O consumo reparte-se em: eletricidade (42 435,68 €), gás natural (63 501,41 €) e água (15 072,32 €), tal como indicado na Figura 7.79.

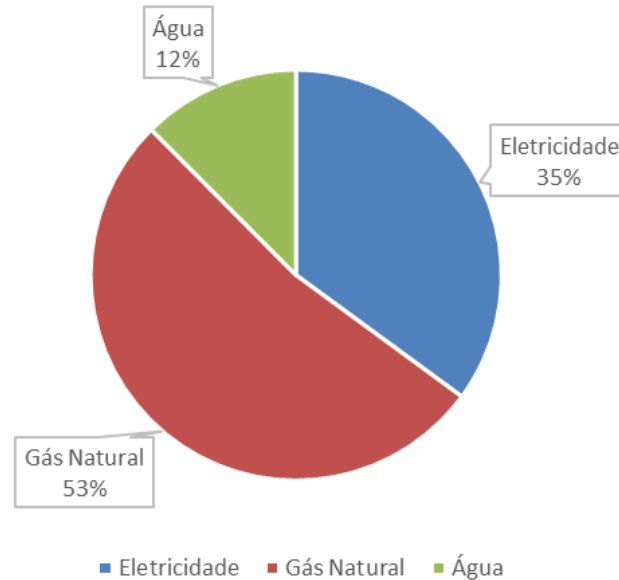


Figura 7.79 – Desagregação do consumo total no Lar “B” no ano de 2014.

Considerando os consumos de energia elétrica e gás natural no ano de 2014 verifica-se que este edifício consumiu globalmente cerca de 135 tep.

#### 7.4.4. Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação

##### 7.4.4.1. Instalação de sensores de presença nos elevadores

No decorrer da auditoria deambulatória, reparou-se que as cabines dos elevadores tinham luminárias em funcionamento permanente, compostas por conjuntos de uma lâmpada fluorescente do tipo T8 tradicional. Visto que os elevadores são pouco utilizados durante a noite, a constante iluminação é desnecessária, estimando-se que poderia estar desligada 20 horas por dia. Portanto, pela Tabela 7.39, pode-se analisar um estudo resumo, sobre a viabilidade da instalação de um sensor de presença colocado no interior do elevador.

Tabela 7.39 – Resumo do estudo para os elevadores.

DADOS DE ENTRADA		SÍNTESE DE POUPANÇAS	
Preço do kWh	0,13 €	Consumo anual anterior (kWh)	2207,52
Número de dias	365	Consumo anual atual (kWh)	459,9
Horas de funcionamento por dia	24	Custo anual antes (€)	287
Horas de funcionamento com DM - E1/E2/E3/E4	5	Custo anual depois (€)	59,8
Investimento (€)	82,4	Rácio de poupança de energia (%)	79%
		Poupança monetária (€)	227,2

Verifica-se que através desta medida poderá haver uma poupança anual de 209,7 €, sendo que o retorno do investimento é inferior a meio ano.

#### 7.4.4.2. Substituição da iluminação do piso 0

À semelhança do efetuada para o Lar “A”, foi efetuada uma análise para a substituição da iluminação do piso 0 deste lar. Se a análise da Tabela 7.40 for efetuada tendo em conta apenas o retorno do investimento, a proposta 4 seria a mais benéfica. No entanto, esta apenas contempla a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares T8. Como tal, a proposta mais interessante é a 3, uma vez que utiliza lâmpadas Philips de longa duração (até 50000 horas no caso das LED tubulares). As lâmpadas da proposta 1 (com tempo de retorno mais rápido) possuem um tempo de vida e uma qualidade inferior, daí não ser a considerada.

Tabela 7.40 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar”A”.

Proposta	Investimento Inicial (€)	Retorno investimento (Anos)	Nº de lâmpadas substituídas
1	4528,45	2,1	187
2	9343,29	5	187
3	8632,62	3,6	187
4	2590	1,3	153 (Só fluorescentes tubulares T8)

A análise económica mais detalhada apresenta-se no Anexo XI – Substituição da iluminação do piso 0 do Lar “B”.

#### 7.4.5. Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento

Durante a auditoria verificou-se que o estado dos equipamentos do sistema de climatização (abordado em 7.3.2.3) não se encontrava nas melhores condições de funcionamento, uma vez que não havia preocupação de desligar o aquecimento mesmo em dias quentes. Como tal, utilizando a ferramenta mencionada em 7.2.1.3, efetuou-se a monitorização da temperatura de uma sala de estar durante um dia. Os resultados da monitorização efetuada apresentam-se na Figura 7.80.

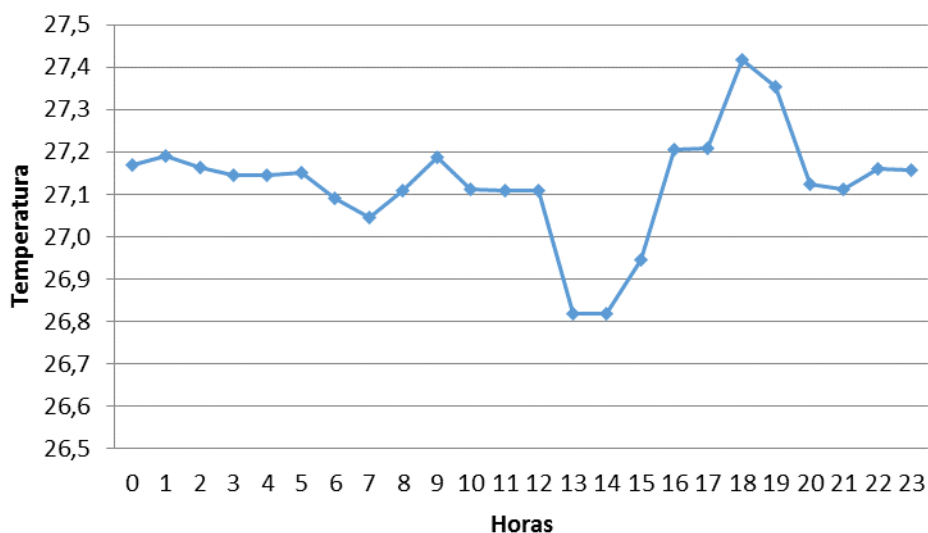


Figura 7.80 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia – Lar “B”.

Através da análise da figura anterior verifica-se que existe uma diminuição abrupta da temperatura entre as 12 e as 13 horas, no entanto, a partir das 14 horas volta a existir um aumento.

#### 7.4.5.1. Substituição da caldeira a gás natural por uma a biomassa

À semelhança do efetuado para o Lar “A” foi efetuar uma análise da viabilidade da substituição das caldeiras de gás natural por biomassa. A Tabela 7.41 compara os custos relacionados com o consumo de gás natural com os de *pellets*, do qual se pode ver que com os *pellets* a poupança financeira é de, 12.605,9 € por ano, para os consumos considerados.

Tabela 7.41 – Necessidades de gás e *pellets* e respetiva economia financeira – Lar “B”.

Início	Fim	Gás Natural		Pellets			Dif. (€)
		Consumo (kWh)	Custo (€)	Qtd. Pellets (ton)	Quantidade Pellets com 90 % <sup>30</sup> (ton)	Custo (€)	
10/dez/13	8/jan/14	165 554,0	10 947,6	35 473,3	39 414,8	9 183,6	1 763,9
9/jan/14	7/fev/14	173 186,0	11 600,9	37 108,6	41 231,8	9 607,0	1 993,8
8/fev/14	5/mar/14	156 301,0	10 462,6	33 490,7	37 211,9	8 670,4	1 792,2
6/mar/14	2/abr/14	129 677,0	8 684,7	27 785,9	30 873,3	7 193,5	1 491,2
3/abr/14	5/mai/14	91 442,0	6 257,3	19 593,3	21 770,3	5 072,5	1 184,8
6/mai/14	3/jun/14	60 613,0	4 240,8	12 987,6	14 430,6	3 362,3	878,5
4/jun/14	2/jul/14	40 986,0	3 011,6	8 782,1	9 757,9	2 273,6	738,0
3/jul/14	4/ago/14	27 150,0	2 171,4	5 817,4	6 463,8	1 506,1	665,3
5/ago/14	2/set/14	17 195,0	1 310,1	3 684,4	4 093,8	953,8	356,3
3/set/14	2/out/14	20 456,0	1 760,9	4 383,1	4 870,1	1 134,7	626,2
3/out/14	4/nov/14	34 936,0	3 053,5	7 485,8	8 317,5	1 938,0	1 115,5
<b>Total</b>		917 496,0	63 501,4	196 592,2	218 435,8	50 895,5	12 605,9

Para fazer o armazenamento do combustível sólido é necessária a aquisição de um silo, que estará interligado às caldeiras através de um alimentador automático.

Estes sistemas serão contabilizados no investimento total uma vez que também foram orçamentados. Na Tabela 7.42 apresenta-se uma síntese do investimento inicial a efetuar, excluindo a mão-de-obra.

<sup>30</sup> O rendimento da caldeira considerada é de 90%.

Tabela 7.42 – Custo total do investimento inicial para a caldeira a *pellets* do Lar “B”.

	<b>Custo</b>	<b>Potência máxima (kW)</b>	<b>Capacidade (ton)</b>	<b>Referência</b>
<b>Caldeira</b>	49 942,20 €	250	-	0103.0504
<b>Recolha automática de cinzas</b>	2 956,80 €	-	-	
<b>Silo Flexível</b>	4 958,80 €	-	5,3	2701.0206
<b>Transporte do silo à caldeira Primeiros 6 metros</b>	2 505,36 €	-	-	2199.1101
<b>Módulo Gestão interativa</b>	2 059,20 €	-	-	2199.1103
<b>Total</b>	60 363,16 €			

Tendo em conta o custo total do investimento (60.363,16 €) e o valor poupado anualmente utilizando *pellets*, verifica-se que o tempo de retorno do investimento anda na ordem dos 5 anos (podendo aumentar devido à mão-de-obra).

#### 7.4.5.2. Implementação de um sistema solar térmico

Na perspectiva de se obter uma redução dos consumos de gás natural foi dimensionado um sistema solar térmico apenas para o aquecimento das AQS, à semelhança do efetuado para o Lar “A” (o método de dimensionamento é o mesmo).

Na Tabela 7.43 apresentam-se alguns dos dados utilizados para o dimensionamento.

Tabela 7.43 – Dados de entrada utilizados para o dimensionamento

<b>Consumo médio diário de referência</b>	5060 L/dia
<b>Energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS</b>	96662,1 kWh/ano
<b>Necessidade de energia para preparação das AQS</b>	107402,4 kWh/ano

De acordo com estas necessidades, localização do edifício e espaço para instalação dos painéis solares procedeu-se ao dimensionamento do sistema solar térmico. Serão usados coletores solares térmicos selectivos THK 215, com um rendimento ( $\eta$ ) de 70,5 % e uma área de absorção de 1,865 m<sup>2</sup>. A energia produzida nos meses de Julho e Agosto pelos 32 coletores aproxima-se das necessidades totais para aquecimento de água, como é possível visualizar na Figura 7.81.

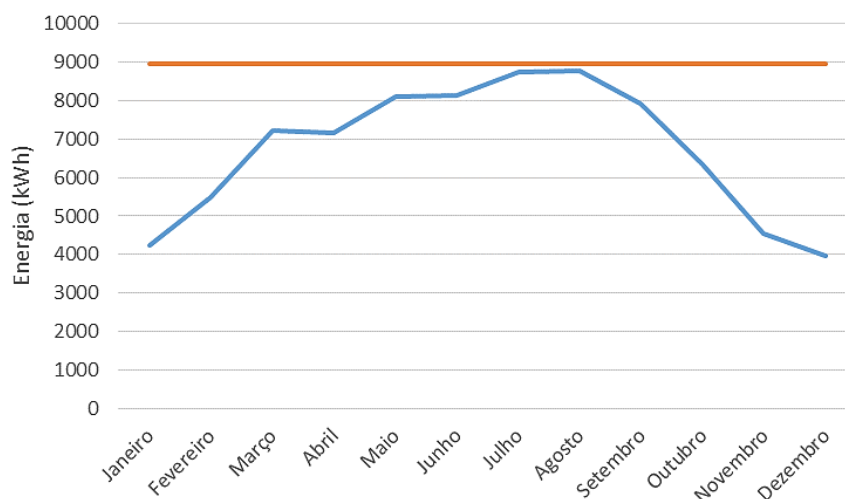


Figura 7.81 - Energia fornecida pelos painéis e energia necessária ao longo do ano.

Relativamente à instalação dos coletores esta será feita na cobertura do edifício uma vez que este apresenta área suficiente para tal.

Na Tabela 7.44 é possível verificar a redução dos consumos com a implementação do sistema solar térmico.

Tabela 7.44 – Redução dos consumos com a utilização dos coletores térmicos.

<b>Consumo anual de Energia (AQS)</b>	107,4 MWh/ano
<b>Energia reduzida pelo Sistema solar</b>	80,59 MWh/ano
<b>Consumo de gás natural para AQS com coletores</b>	26,81 MWh/ano

A implementação desta medida permite uma redução anual de 80,59 MWh em energia gasta nas AQS. Desta forma, com o custo médio do gás natural de 0,07 €/kWh, e considerando que não há aumento no custo do gás natural durante uma vida útil do projeto de 20 anos, tem-se uma poupança acumulada de 112826,7 €.

O custo associado a esta medida (32 coletores + 32 estruturas de suporte + 5 termoacumulares de 1000 L + equipamento diversos) é na ordem dos 48.744 €. A estimativa de poupança anual associada a esta melhoria é de 5641,3 €, havendo um retorno do investimento em aproximadamente 9 anos (à semelhança do sucedido para o Lar “A”). Tendo em conta os resultados obtidos pode-se concluir que a aplicação da medida poderá vir a ser rentável.

### 7.4.5.3. Inspeção Termográfica

À semelhança do efetuado para o Lar “A” também foi efetuada uma inspeção termográfica neste lar. Foram detetados problemas no isolamento das tubagens tal como no Lar “A”. Neste lar também foi detetada humidade num rodapé, tal como é possível visualizar na

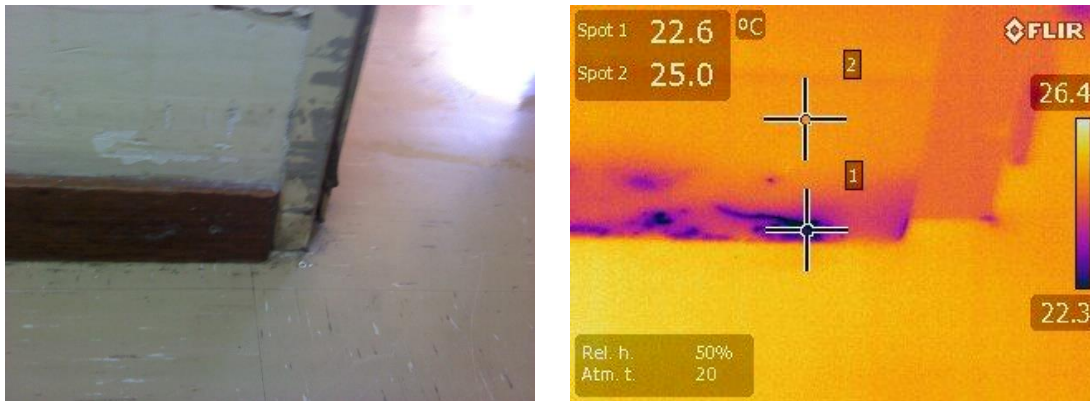


Figura 7.82 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) da humidade num rodapé.

As restantes imagens relativas a esta inspeção apresentam-se no Anexo XII – Inspeção termográfica no Lar “B”.

### 7.4.6. Síntese da auditoria ao Lar “B”

À semelhança do efetuado para o Lar “A”, no decorrer da auditoria do Lar “B” também foram identificadas algumas práticas que se apresentam como exemplos a seguir (aspectos positivos) e foram identificados alguns aspetos que poderiam ser corrigidos (aspetos a melhorar). A síntese dessa informação apresenta-se na Tabela 7.45.

Tabela 7.45 - Aspetos positivos e a melhorar - Lar "B".

Aspetos positivos	Aspetos a melhorar
Preocupação com a quantidade de iluminação ligada.	Falta de verificação dos radiadores (estes possuem válvulas de regulação e purga que devem ser verificadas. Ao longo dos anos vão se acumulando impurezas nos equipamentos, situação esta provocada pela circulação da água, que baixam a sua eficiência, assim é importante realizar uma limpeza interior aos mesmos).
	Cabeças termostáticas nos radiadores (este tipo de solução apenas corta a circulação da água no radiador, a caldeira permanece em funcionamento mesmo que todos os dispositivos fechem. Deve instalar-se como complemento um termóstato ambiente com programação horária).
Conforto térmico dos utentes.	Sistema de videovigilância.
	Iluminação dos corredores.
	Sistema de controlo da iluminação.
	Ações de manutenção (utilização de manutenção preventiva).
	Ações de formação acerca de eficiência energética (direção e funcionários) .
	Apenas existe sistema de aquecimento (não há arrefecimento)
	Isolamento de tubagens da central térmica.

Ao longo desta secção foram apresentadas algumas soluções e investimentos a efetuar no sentido de obter uma redução dos consumos energéticos e respetivo custo para os lares. Na Tabela 7.46 apresenta-se uma síntese das possíveis poupanças mediante os respetivos investimentos e poupança anual.

Tabela 7.46 – Síntese das poupanças para o Lar "B".

<b>Medida</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Poupança Anual (€)</b>	<b>Retorno (Anos)</b>
1 - Instalação de sensores de presença nos elevadores	82,4	209,7	0,4
2 - Substituição iluminação Piso 0 – Proposta 3	8632,62	2386,65	3,6
3 - Substituição da caldeira a gás natural por biomassa	60363,16	12605,9	4,8
4 - Implementação de um sistema solar térmico	48744	5641,3	8,6
<b>Total</b>	117 822,18	20 843,55	

Estas medidas apresentam-se apenas como medidas que poderão ser realizadas a curto/médio prazo, mediante a análise da direção da respetiva instituição.

## 7.5. Lar “C”

### 7.5.1. Caracterização geral do edifício

O último lar analisado, inicialmente foi fundado com o intuito de ser um asilo de cegos adultos e de ambos os sexos. Manteve-se naquelas funções iniciais desde a inauguração (1938) até Fevereiro de 1975, ano em que passou a acolher, para além de invisuais (admissão prioritária), idosos carenciados de internamento.

Antes de sofrer obras de reabilitação recentes, as **construções** existentes em Fevereiro de 2009 eram:

- Edifício Principal, constituído por 3 pisos – Piso 1, Piso 2 e Piso;
- Edifício anexo, constituído por 2 pisos – Piso 1 e Piso 2;
- Pequenos anexos de um só piso.

Este lar possui centro de dia durante a semana. Na Figura 7.83 apresenta-se o aspeto exterior do lar.



Figura 7.83 – Aspeto exterior do Lar “C”.

Trata-se de uma construção que foi sendo aumentada ao longo dos anos, sendo construídos edifícios novos. Na Tabela 7.47 apresentam-se alguns dados importantes acerca do edifício.

Tabela 7.47 – Descrição do Edifício B.

Nº de utentes (Abril de 2015)	Área aproximada (m <sup>2</sup> )	“Data de Fundação”	Nº de pisos
22	1830	1975	3

O edifício é constituído por 3 pisos. Relativamente ao horário é de salientar que, devido ao tipo de instituição, funciona durante 24 horas por dia, 365 dias por ano.

Para uma melhor compreensão da disposição das divisões pelo edifício, é apresentada na Tabela 7.33 uma síntese das divisões para o piso 1.

Tabela 7.48 – Distribuição das divisões por piso para o Edifício B.

<b>Piso</b>	<b>Divisões</b>	<b>Qtd.</b>
1	Secretaria	1
	Gabinete Médico	1
	Gabinete de Enfermagem	1
	Quarto a    b    c	3
	Enfermaria	1
	Quarto de banho	1
	WC funcionárias	1
	WC funcionários	1
	Gabinete da direção	1
	Quarto/enfermaria	1
	Instalações Sanitárias	1
	Instalações Sanitárias PMC	1
	Circulação	1
	Acesso ao centro de convívio	1
	Sala de convívio	1
	Copa limpa	1
	Arrecadação	2
	Gabinete	1
	Instalações Sanitárias PMC	2
	Sanitários Femininos	1
Sanitários Masculinos	1	
Central Térmica	1	
Caldeira	1	
Habitação anexa	1	

### 7.5.2. Caracterização geral da instalação elétrica

Os consumos energéticos do edifício derivam principalmente do aquecimento/arrefecimento e da iluminação. As necessidades energéticas do edifício são satisfeitas por recurso à energia elétrica e ao gás natural.

O fornecimento de energia elétrica é garantido através de uma alimentação de BTN (EDP). Na Figura 7.84 apresenta-se o QGBT da instalação.



Figura 7.84 – QGBT do edifício C.

Relativamente à situação contratual do edifício esta encontra-se apresentada na Tabela 7.49.

Tabela 7.49 – Situação contratual do edifício C.

<b>Fornecedor</b>	<b>Tarifa Contratada</b>	<b>Ciclo Horário</b>	<b>Potência contratada (kVA)</b>
EDP	BTN	Ciclo Diário	41,4

### 7.5.2.1. Rede de distribuição e quadros elétricos

A alimentação de energia elétrica é feita a partir do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) existente na recepção. Na Figura 7.85 é possível verificar a distribuição dos quadros pelos respectivos pisos.

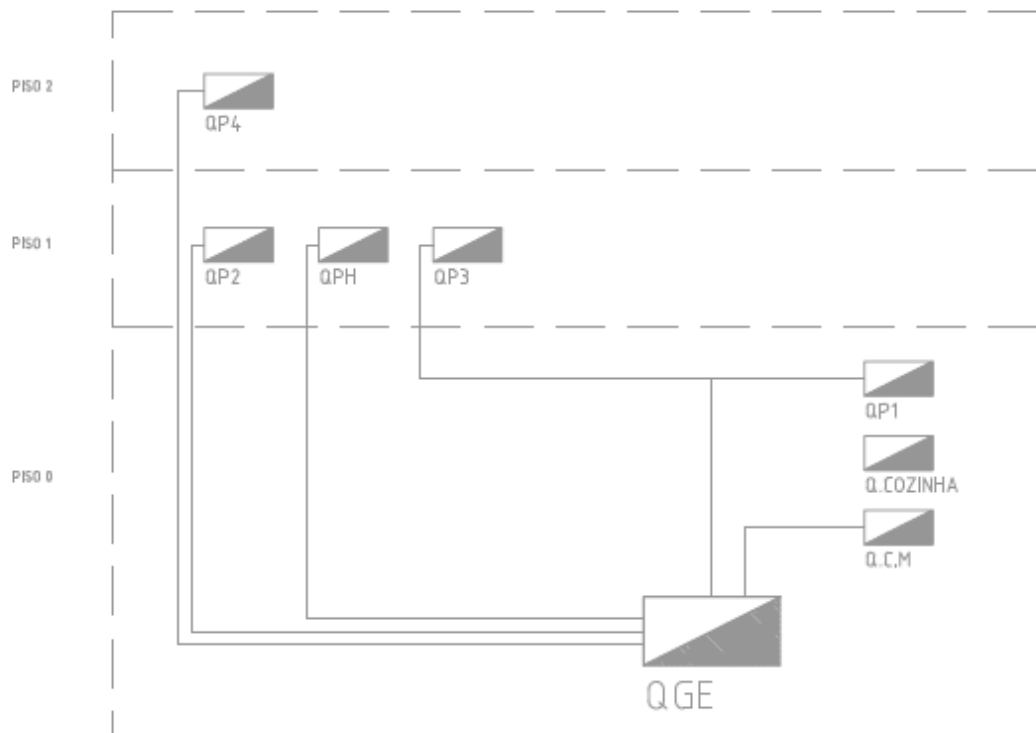


Figura 7.85 – Infraestrutura de alimentação elétrica do Lar "C".

### 7.5.2.2. Sistemas de iluminação

Ao fazer uma análise mais detalhada da iluminação presente no edifício verificou-se que existem 340 lâmpadas no edifício perfazendo uma potência total de 9793 W. O Piso 1 é o que tem um maior número de lâmpadas e por sua vez o piso 2 é o que tem um menor número, de acordo com a Tabela 7.50.

Tabela 7.50 - Quantidade de lâmpadas por tipo e por piso – Lar “C”.

	Qtd.	Percentagem (%)	P. Total (W)
<b>PISO 0</b>	<b>131</b>	<b>38,5%</b>	<b>2995</b>
Fluorescente compacta	88	25,9%	1317
Fluorescente tubular T8	33	9,7%	1222
Lâmpada tubular B1	6	1,8%	360
Fluorescente tubular T5	4	1,2%	96
<b>PISO 1</b>	<b>154</b>	<b>45,3%</b>	<b>4585</b>
Fluorescente compacta	51	15,0%	777
Fluorescente tubular T8	71	20,9%	1782
Lâmpada tubular B1	5	1,5%	360
Fluorescente tubular T5	16	4,7%	784
Halogéneo	4	1,2%	462
Incandescente	7	2,1%	420
<b>PISO 2</b>	<b>55</b>	<b>16,2%</b>	<b>2213</b>
Fluorescente compacta	17	5,0%	205
Fluorescente tubular T8	17	5,0%	432
Lâmpada tubular B1	2	0,6%	120
Halogéneo	18	5,3%	1386
Incandescente	1	0,3%	70
<b>Total Geral</b>	<b>340</b>	<b>100,0%</b>	<b>9793</b>

O piso 0 representa 38,5% da quantidade de lâmpadas presentes no edifício, enquanto os pisos 1 e 2 representam 45,3% e 16,2% respectivamente, de acordo com a Figura 7.86. No Anexo XIII – Quantidade de lâmpadas Lar “C” apresenta-se a quantidade de cada tipo de lâmpada utilizada por piso.

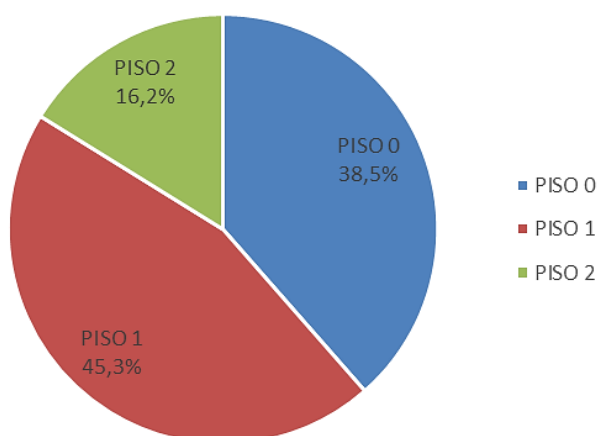


Figura 7.86 - Percentagem de lâmpadas por piso – Lar “C”.

As lâmpadas fluorescentes compactas são as mais presentes no edifício, representando 21,2 %. As lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18 W são responsáveis por 20,6% e as fluorescentes tubulares T8 de 36 W por 13,8 %. Na Figura 7.87 apresenta-se a repartição de lâmpadas de acordo com a sua potência.

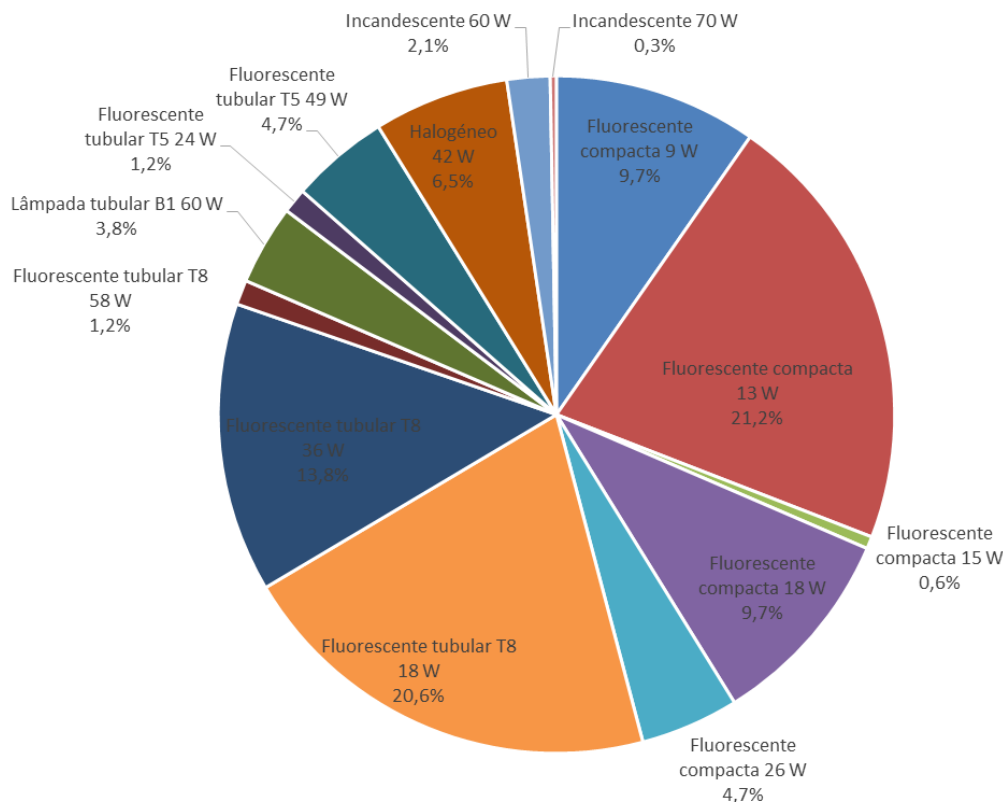


Figura 7.87 - Percentagem de lâmpadas no total do edifício de acordo com a sua potência – Lar “C”.

Relativamente ao tipo de controlo da iluminação nos corredores deste lar, existe uma solução utilizada apenas por este lar: associação de relés de impulso (em QP4, QP2 e QGE) para garantir o comando centralizado da iluminação dos locais de circulação. Assim, cada piso e local estratégico possuem uma caixa de botões de pressão destinados ao comando dos ditos relés de comando, tal como apresentado na Figura 7.88.



Figura 7.88 – Relés de impulso (à esquerda) e respetivos botões de pressão (à direita).

### 7.5.2.3. Sistemas de AVAC e AQS

#### A. Descrição geral

A água para aquecimento ambiente é aquecida na central térmica, localizada em 2 compartimentos distintos (caldeira e depósitos acumuladores + coletores), e constituída por uma caldeira de 129 kW que assegura o abastecimento do edifício. Na Figura 7.89 apresenta-se a central térmica onde é possível visualizar os dois depósitos para acumulação de AQS e a caldeira a gás natural.



Figura 7.89 - Aspeto do interior da central térmica - Lar "C".

A caldeira é responsável pela produção de água quente para aquecimento ambiente e apoio para produção de AQS (parte desta é aquecida pelo sistema solar térmico).

#### B. Águas quentes sanitárias

A produção de água quente é efetuada por painéis solares térmicos instalados na cobertura e apoiada pela caldeira a gás natural. Os dez painéis solares instalados estão localizados na cobertura do piso 1 tal como é possível verificar na Figura 7.90.



Figura 7.90 - Painéis solares instalados no Lar "C".

A energia térmica captada por estes painéis é transmitida à AQS através de permuta na serpentina do termoacumulador, circulando num circuito fechado, não havendo um contacto direto da água que circula nos painéis solares e a AQS consumida no edifício. Na Figura 7.91 apresenta-se a instalação de AQS utilizando os painéis solares.

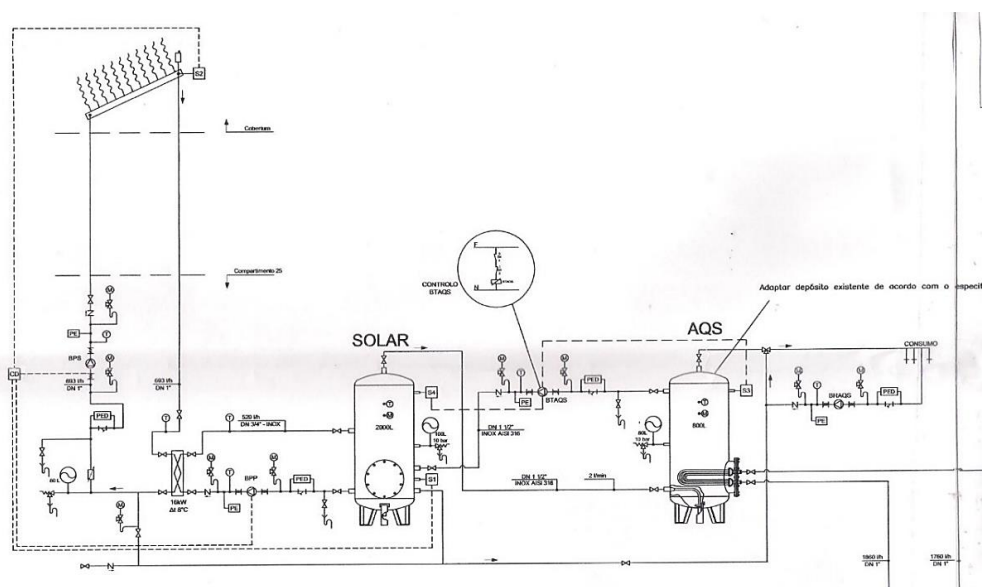


Figura 7.91 – Diagrama da instalação de AQS.

As características dos coletores solares utilizados apresentam-se na Tabela 7.51.

Tabela 7.51 – Características dos coletores solares do Lar “C”.

<b>Peso (kg)</b>	48
<b>Superfície total (m<sup>2</sup>)</b>	2,51
<b>Área de abertura (m<sup>2</sup>)</b>	2,37
<b>Área de absorção (m<sup>2</sup>)</b>	2,35
<b>Capacidade (l)</b>	2,9
<b>Pressão máxima (bar)</b>	10

Relativamente à acumulação de AQS existem dois depósitos com uma capacidade de 2.000 e 800 litros, serão do tipo cilíndrico vertical. O depósito termoacumulador de AQS de 800 litros possui 1 permutador de calor tipo tubular em “U”. O depósito Acumulador de AQS de 2.000 litros é construído em chapa aço inoxidável e está preparado para uma pressão máxima de serviço de 8 bar.

### C. Sistema de climatização e ventilação

O aquecimento ambiente no edifício é efetuado com recurso a radiadores na sua maioria, sendo no piso 2, apoiado por uma unidade de ventilação (insuflação/extração) com recuperação de ar e no piso 0 pela UTAN (Unidade de tratamento de ar novo) comum à ampliação (efetuada no piso 0 e 1 em 2012). Na ampliação mencionada, o aquecimento é assegurado através de UTAN.

Nesta ampliação, assim como no restante Piso 0, a UTAN assegura a renovação de ar necessária, em função da tipologia e ocupação dos espaços. A extração dos diferentes espaços, (exceto sanitários), é feita através da UTAN, que dispõe de um módulo de recuperação de calor.

No piso 2 do edifício, a renovação de ar novo necessária, é assegurada, em função da tipologia e ocupação dos espaços, exceto sanitários, através de uma unidade de ventilação com recuperação de ar.

#### A. Sistema de Aquecimento

À semelhança do que acontece para o Lar “B” o sistema de aquecimento deste lar é constituído por radiadores a água constituídos por elementos interligáveis.

Estes equipamentos estão distribuídos por diversos locais, sendo que o piso com maior quantidade é o 1, com 18 radiadores. O número de dispositivos por piso apresenta-se na Figura 7.92.

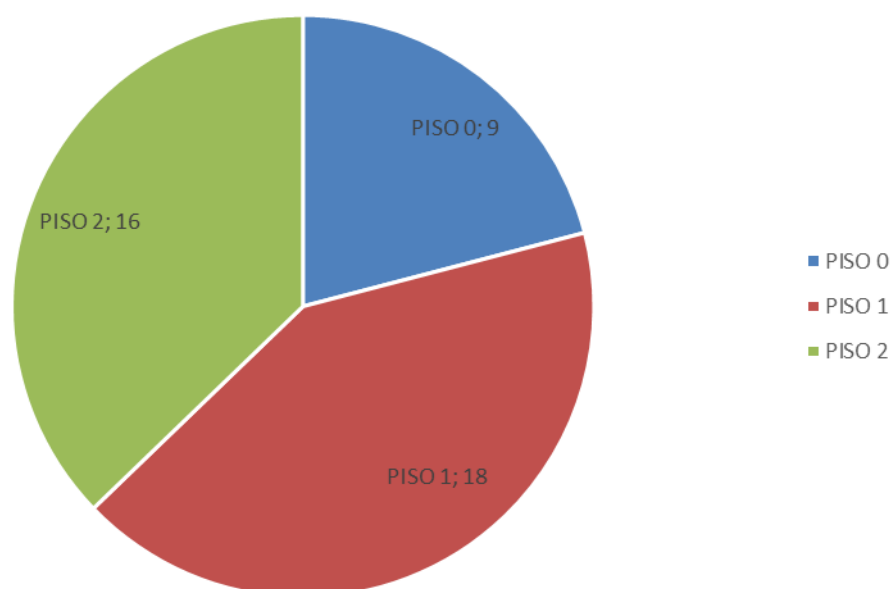


Figura 7.92 – Número de radiadores por piso – Lar “C”.

Dos 43 equipamentos presentes no edifício, cerca de 27 radiadores (43%) possuem treze ou mais elementos. Na Figura 7.93 apresenta-se a quantidade de equipamentos em função do número de elementos.

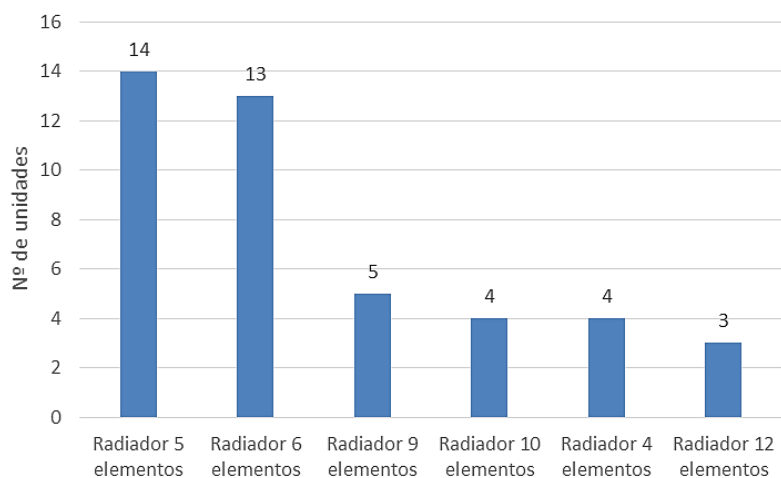


Figura 7.93 – Número de elementos dos radiadores e respetiva quantidade – Lar “C”.

Na Tabela 7.52 apresenta-se a quantidade de cada tipo de equipamento por piso.

Tabela 7.52 - Quantidade e tipo de radiadores por piso - Lar "C".

PISO	Equipamento	Total Eq.
<b>PISO 0</b>		<b>9</b>
	Radiador 4 elementos	2
	Radiador 5 elementos	5
	Radiador 6 elementos	2
<b>PISO 1</b>		<b>18</b>
	Radiador 10 elementos	4
	Radiador 4 elementos	2
	Radiador 5 elementos	4
	Radiador 6 elementos	3
	Radiador 9 elementos	5
<b>PISO 2</b>		<b>16</b>
	Radiador 12 elementos	3
	Radiador 5 elementos	5
	Radiador 6 elementos	8
<b>Total Geral</b>		<b>43</b>

#### 7.5.2.4. Equipamentos de Elevação

O edifício possui 1 elevador, conforme se apresenta na Tabela 7.53.

Tabela 7.53 – Características dos elevadores do Lar “C”.

Nº do Elevador	Tipo	Acesso a pisos	Marca	Capacidade (pessoas)
1	Hidráulico	0-2	EFACEC	8

#### 7.5.3. Auditoria Energética

O edifício utiliza como fontes de energia, o gás natural e a energia elétrica. O gás natural é utilizado maioritariamente para aquecimento de águas sanitárias e aquecimento ambiente.

##### 7.5.3.1. Consumo de Energia Elétrica

De acordo com a análise da faturação de energia do edifício no ano de 2014, o consumo global de energia elétrica foi de 67721 kWh.

A Tabela 7.54 apresenta a repartição dos consumos mensais para o ano de 2014.

Tabela 7.54 – Energia elétrica faturada no ano de 2014 para o Lar “C”.

Faturação: Início	Faturação: Fim	Consumo (kWh)	Valor da fatura (€)
06/nov/13	06/jan/14	11774	2 561,52 €
07/jan/14	06/mar/14	11316	2 455,32 €
07/mar/14	17/mar/14	3287	773,26 €
18/mar/14	16/mai/14	9822	1 878,74 €
17/mai/14	15/jul/14	2398	796,13 €
16/jul/14	16/ago/14	872	232,21 €
16/jul/14	16/ago/14	5557	1 114,65 €
17/ago/14	16/set/14	8866	1 785,06 €
17/set/14	16/out/14	5081	1 025,80 €
17/out/14	16/nov/14	5419	1 097,43 €
17/nov/14	16/dez/14	3329	851,11 €

### 7.5.3.2. Desagregação dos consumos e análise da qualidade da energia

#### A. Medição quadro de piso – QP4

Utilizando o analisador de energia mencionado em 7.2.1.1, foi efetuada uma análise ao QP4 desde as 17:30:00 do dia 27/05/2015 até às 10:33:00 do dia 29/05/2015.

Durante o período de tempo mencionado, o consumo de energia ativa, reativa e aparente foi de 6,69 kWh, 24,16 kvarh e 31,94 kVAh, respetivamente.

De modo a efetuar uma verificação de consumos durante o tempo de medição, apresenta-se na Figura 7.94 a evolução do consumo ao longo do tempo.

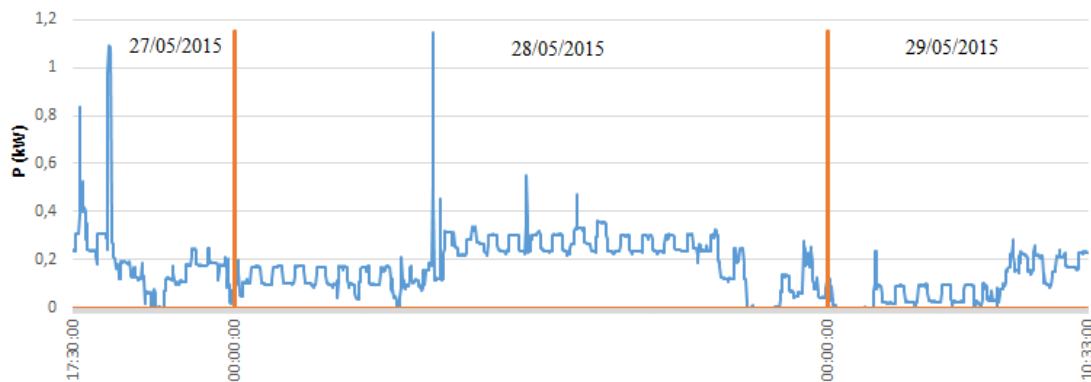


Figura 7.94 – Diagrama de carga do QP4 de 27/05 a 29/05.

Além da distribuição de consumos ao longo dos dias apresentada acima, detalha-se melhor o comportamento do consumo, apresentando os diagramas de carga ao longo do dia num dia típico de consumo durante a semana. Na Figura 7.72 apresenta-se o diagrama de carga durante o dia 28/05/2015 (Quinta-Feira).

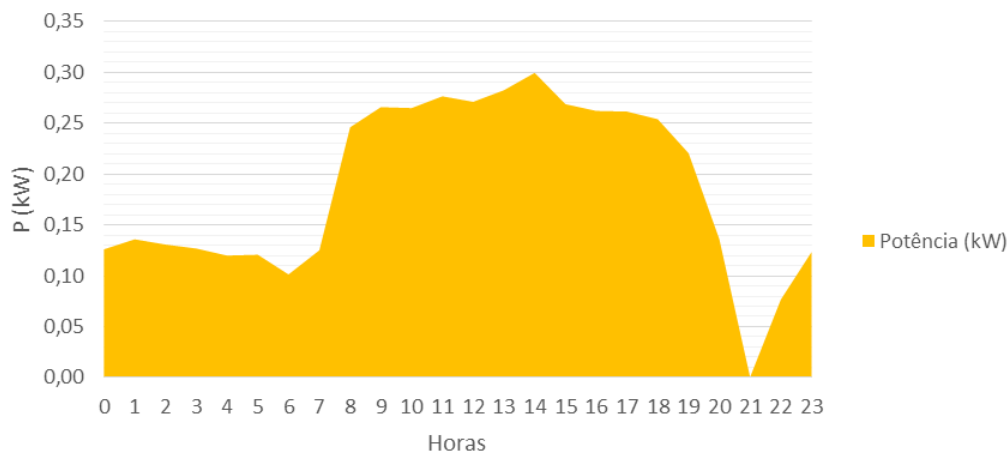


Figura 7.95 – Diagrama de carga do QP4 para o dia 28/05/2015.

#### A. Análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 – QP4

A análise da qualidade da energia pela NP EN 50160 apresenta-se no Anexo XIV – Qualidade da Energia do QP4 no Lar “C”. Essa análise é análoga à efetuada anteriormente em 7.3.3.2, sendo que não se verificou qualquer irregularidade na mesma.

#### 7.5.3.3. Consumo de Gás Natural

O gás natural é consumido numa caldeira para aquecimento de água e ambiente. A Tabela 7.55 revela os consumos bem como o custo registados no ano transato.

Tabela 7.55 – Gás Natural faturado no ano de 2014 para o Lar “C”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
11/dez/13	10/jan/14	963,62	918,27 €
10/jan/14	12/fev/14	1 060,00	1 025,59 €
12/fev/14	13/mar/14	12 047,00	11 543,83 €
14/mar/14	01/abr/14	1 222,00	1 126,02 €
02/abr/14	01/mai/14	3 599,00	3 012,95 €
02/mai/14	02/jun/14	834,00	1 010,81 €
03/jun/14	01/jul/14	488,00	690,92 €
02/jul/14	01/ago/14	434,00	702,01 €
02/ago/14	02/set/14	414,00	649,82 €
03/set/14	01/out/14	329,00	605,78 €
02/out/14	01/nov/14	489,00	756,27 €

Através da observação da Tabela 7.55 verifica-se que o consumo entre 12/fev/14 e 13/mar/14 apresenta um valor excessivo face aos valores verificados nos outros períodos. Tal facto justifica-se por ter havido nos meses anteriores estimativas, sendo que neste mês foram feitas medições e o respetivo acerto.

#### 7.5.3.4. Consumo de Água

Os consumos de água não são uniformes ao longo do ano uma vez que para diversos meses o respetivo consumo é estimado. Na Tabela 7.56 apresenta-se o consumo e a sua evolução ao longo do ano de 2014. A água que abastece o lar é fornecida pela Águas e Parque Biológico de Gaia.

Tabela 7.56 – Consumo de água no ano de 2014 para o Lar “C”.

<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
7/dez/13	9/jan/14	589,00	358,77 €
10/jan/14	6/fev/14	277,00 <sup>31</sup>	344,66 €
7/fev/14	10/mar/14	569,00	362,26 €
11/mar/14	4/abr/14	235,00 <sup>31</sup>	295,45 €
5/abr/14	8/mai/14	597,00	451,28 €
9/mai/14	4/jun/14	265,00 <sup>31</sup>	330,62 €
5/jun/14	7/jul/14	582,00	391,52 €
8/jul/14	6/ago/14	297,00 <sup>31</sup>	381,95 €
7/ago/14	8/set/14	634,00	414,97 €
9/set/14	7/out/14	287,00 <sup>31</sup>	356,39 €
8/out/14	6/nov/14	681,00	481,79 €
7/nov/14	5/dez/14	313,00 <sup>31</sup>	386,85 €

Para este lar existe ainda um acréscimo de 127,24 € anuais referentes a outro contrato de fornecimento de água. O valor pago reflete apenas o pagamento de “taxas”, uma vez que não existe consumo em nenhum dos meses. Esta situação deverá ser verificada pela respetiva entidade-

#### 7.5.3.5. Influência da temperatura exterior nos consumos

No sentido de perceber se a variação no consumo elétrico/gás natural está diretamente relacionada com a temperatura que se verificou no respetivo ano (à semelhança do efetuado em 7.3.3.5 e 7.4.3.5), apresenta-se na Figura 7.96 a variação dos consumos ao longo do ano.

<sup>31</sup> Consumo estimado.

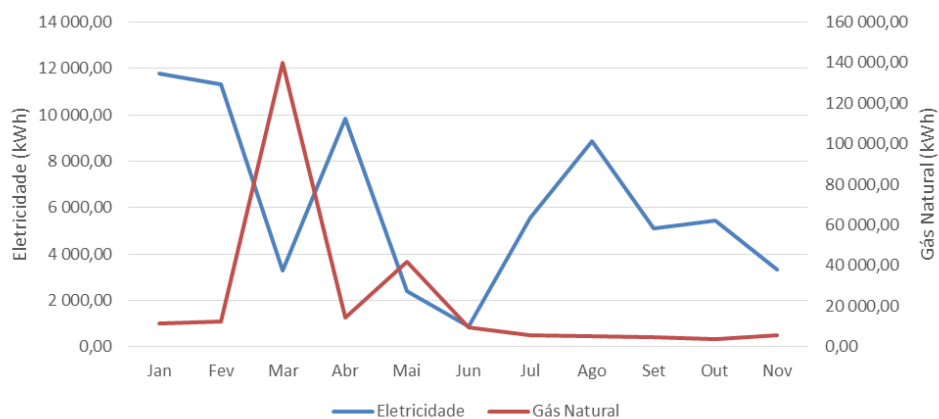


Figura 7.96 – Evolução dos consumos de eletricidade e gás natural para Lar “C”.

### 7.5.3.6. Síntese dos consumos

No Lar “C”, em 2014, a verba gasta em energia e água foi de 41 170,01 €. O consumo reparte-se em: eletricidade (14571,23 €), gás natural (22042,27 €) e água (4556,21 €), tal como indicado na Figura 7.97

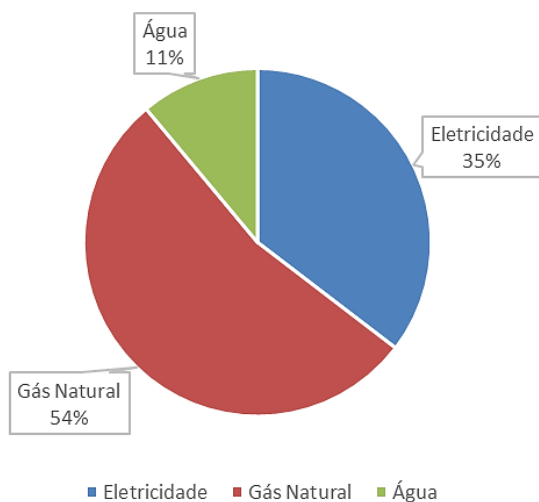


Figura 7.97 – Desagregação do consumo total no Lar “C” no ano de 2014.

Considerando os consumos de energia elétrica e gás natural no ano de 2014 verifica-se que este edifício consumiu globalmente cerca de 38 tep.

## 7.5.4. Metodologia de intervenção para os sistemas de iluminação

### 7.5.4.1. Substituição da iluminação do piso 1

À semelhança do efetuada para os Lares “A” e “B”, foi efetuada uma análise para a substituição da iluminação do piso 1 deste lar.

Se a análise da Tabela 7.57 for efetuada tendo em conta apenas o retorno do investimento, a proposta 4 seria a mais benéfica. No entanto, esta apenas contempla a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares T8. Como tal, a proposta mais interessante é a 3, uma vez que utiliza lâmpadas Philips de longa duração (até 50000 horas no caso das LED tubulares).

Tabela 7.57 – Síntese das propostas de substituição da iluminação para o piso 1 do Lar “A”.

Proposta	Investimento Inicial (€)	Retorno investimento (Anos)	Nº de lâmpadas substituídas
1	2198,3	6,4	87
2	3559,5	10,1	87
3	3224,76	4,1	87
4	878,32	1,5	67 (Só fluorescentes tubulares T8)

A análise económica mais detalhada apresenta-se no Anexo XV – Substituição da iluminação do piso 1 do Lar “C”

## 7.5.5. Metodologia de intervenção para os sistemas de aquecimento

Durante a auditoria verificou-se que o estado dos equipamentos do sistema de climatização (abordado em 7.3.2.3) não se encontrava nas melhores condições de funcionamento, uma vez que não havia preocupação de desligar o aquecimento mesmo em dias quentes. Como tal, utilizando a ferramenta mencionada em 7.2.1.3, efetuou-se a monitorização da temperatura de uma sala de estar durante um dia. Os resultados da monitorização efetuada apresentam-se na Figura 7.98.

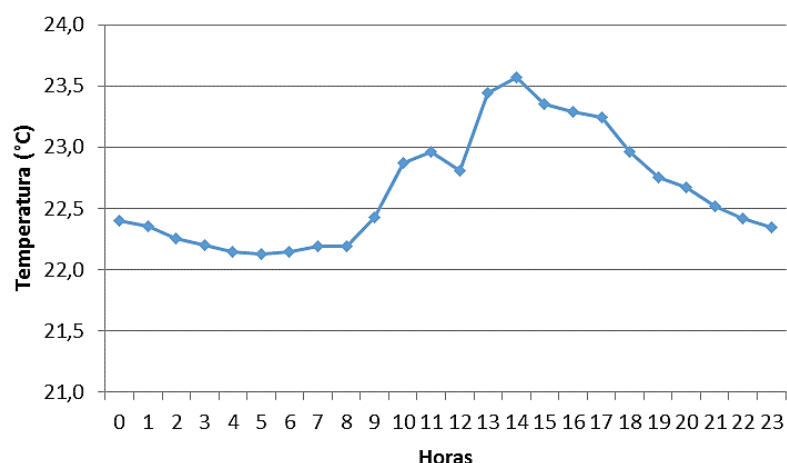


Figura 7.98 – Temperatura numa sala de estar ao longo do dia – Lar “C”.

Através da análise da figura anterior verifica-se que a partir das 07:00 h a temperatura começa a subir (à semelhança do verificado no Lar “A”). A temperatura máxima (23,6 °C) e mínima (22,1 °C) ocorre às 14:00 h e às 05:00 h, respetivamente.

#### 7.5.5.1. Substituição da caldeira a gás natural por uma a biomassa

Utilizando um sistema igual ao dimensionado para o Lar “A” (em 7.3.5.1) o retorno do investimento é de cerca de 5,4 anos, com um investimento inicial de 42544,5 € e uma poupança anual de 7954,3 €.

#### 7.5.5.2. Inspeção Termográfica

À semelhança do efetuado para os Lares A e B também foi efetuada uma inspeção termográfica neste lar. Foram detetados problemas no isolamento das tubagens tal como nos outros lares. Neste lar também foi detetada uma bomba circuladora com temperatura acima das restantes. Na Figura 7.99 apresenta-se uma imagem termográfica da respetiva bomba.



Figura 7.99 – Registo digital (à esquerda) e térmico (à direita) de uma bomba circuladora.

A temperatura do ponto mais quente do enrolamento (não foi possível medir porque este se encontra no interior da bomba) deve ser mantida abaixo do limite da classe. A temperatura total é a soma da temperatura ambiente com a elevação de temperatura  $\Delta t$  mais a diferença que existe entre a temperatura média do enrolamento e a do ponto mais quente. As normas de motores (nomeadamente a IEC 60034-1), estabelecem um máximo para a temperatura ambiente e especificam uma elevação de temperatura máxima para cada classe de isolamento [79]. Deste modo, fica indiretamente limitada a temperatura do ponto mais quente do motor. Os valores numéricos e a composição da temperatura admissível do ponto mais quente são apresentados na Tabela 7.58.

Tabela 7.58 - Composição da temperatura em função da classe de isolamento.

Classe de isolamento		A	E	B	F	H
Temperatura ambiente	°C	40	40	40	40	40
$\Delta t$ = elevação de temperatura (método da resistência)	°C	60	75	80	105	125
Diferença entre o ponto mais quente e a temperatura média	°C	5	5	10	10	15
Total: temperatura do ponto mais quente	°C	105	120	130	155	180

Uma vez que a bomba apresenta classe de isolamento H, pela análise termográfica, a temperatura de 76,2 °C poderá ser considerada aceitável face ao limite máximo imposto pela norma. No entanto, este valor trata-se de uma medição exterior e não num enrolamento, onde a temperatura poderá ser superior a este valor. Deve verificar-se se a bomba está a funcionar em sobrecarga ou se está danificada para proceder à respetiva substituição ou reparação.

As restantes imagens relativas a esta inspeção apresentam-se no Anexo XVI – Inspeção termográfica no Lar “C”.

### 7.5.6. Síntese da auditoria ao Lar “C”

À semelhança do efetuado para os Lares “A” e “B” no decorrer da auditoria do Lar “C” também foram identificadas algumas práticas que se apresentam como exemplos a seguir (aspectos positivos) e foram identificados alguns aspetos que poderiam ser corrigidos (aspectos a melhorar). A síntese dessa informação apresenta-se na Tabela 7.59.

Tabela 7.59 - Aspetos positivos e a melhorar - Lar "C".

<b>Aspetos positivos</b>	<b>Aspetos a melhorar</b>
Pouca iluminação ligada (muitos cuidados).	Temperatura da sala de estar abaixo de 25 °C (segunda a medição em 7.5.5).
Aproveitamento da iluminação natural.	Sistema de videovigilância.
Coletores solares instalados.	Ações de manutenção (utilização de manutenção preventiva).
	Apenas existe sistema de aquecimento (não há arrefecimento).

Ao longo desta secção foram apresentadas algumas soluções e investimentos a efetuar no sentido de obter uma redução dos consumos energéticos e respetivo custo para os lares. Na Tabela 7.60 apresenta-se uma síntese das possíveis poupanças mediante os respetivos investimentos e poupança anual. É de salientar que as medidas para este lar são inferiores em quantidade relativamente aos outros lares uma vez que sofreu uma remodelação recentemente, sendo que algumas das soluções tecnológicas utilizadas ainda são as mais adequadas.

Tabela 7.60 – Síntese das poupanças para o Lar "C".

<b>Medida</b>	<b>Investimento (€)</b>	<b>Poupança Anual (€)</b>	<b>Retorno (Anos)</b>
1 - Substituição iluminação Piso 1 – Proposta 3	3224,76	788,64	4,1
2 - Substituição da caldeira a gás natural por biomassa	42544,5	7954,3	5,4
<b>Total</b>	45 769,26	8 742,94	

## 7.6. Análise Comparativa dos 3 lares

### 7.6.1. Sistemas e equipamentos

Devido à diversidade de equipamentos e soluções apresentadas ao longo do trabalho, apresenta-se na Tabela 7.61 uma síntese dos sistemas e equipamentos utilizados pelos três lares.

Tabela 7.61 - Sistemas e Equipamentos utilizados pelos três lares.

	Lar "A"	Lar "B"	Lar "C"
<b>Sistema integrado de Videovigilância</b>	X		
<b>Solar Térmico</b>			X
<b>Sistema de arrefecimento com <i>Chiller</i></b>	X		
<b>Caldeiras a gás natural</b>	X	X	X
<b>Radiadores para aquecimento</b>		X	X
<b>Ventiloconvectores</b>	X		

### 7.6.2. Sistema de iluminação

Relativamente ao tipo de iluminação utilizada nos três lares, verifica-se através da Tabela 7.62 que é dada preferência às lâmpadas fluorescentes tubulares T8, nomeadamente de 36 W (Em alguns casos encontram-se em luminárias que não focam suficientemente a luz, ou pior ainda, nas luminárias sem refletores). Estas são lâmpadas com maior diâmetro e menor rendimento, recomendando-se que estas sejam alteradas gradualmente visto que existem 1214, por lâmpadas T5, pois estas apresentam um maior rendimento o que se pode traduzir numa poupança energética considerável.

Tabela 7.62 - Síntese do tipo de iluminação utilizada nos três lares e respetiva potência.

	<b>Qtd.</b>	<b>Percentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>342</b>	<b>19,7%</b>	<b>6969</b>
9	33	1,9%	297
13	72	4,1%	962
15	2	0,1%	30
18	209	12,0%	5076
24	6	0,3%	144
26	16	0,9%	416
11	4	0,2%	44
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>1214</b>	<b>69,8%</b>	<b>41610</b>
18	438	25,2%	9900
36	703	40,4%	26316
58	73	4,2%	5394
<b>Lâmpada tubular B1</b>	<b>13</b>	<b>0,7%</b>	<b>840</b>
60	13	0,7%	840
<b>Fluorescente tubular T5</b>	<b>22</b>	<b>1,3%</b>	<b>952</b>
24	4	0,2%	96
36	2	0,1%	72
49	16	0,9%	784
<b>Halogéneo</b>	<b>28</b>	<b>1,6%</b>	<b>1902</b>
9	6	0,3%	54
42	22	1,3%	1848
<b>Incandescente</b>	<b>120</b>	<b>6,9%</b>	<b>23338</b>
42	26	1,5%	8988
60	20	1,2%	2580
70	2	0,1%	770
40	4	0,2%	160
46	62	3,6%	9890
25	6	0,3%	950
<b>Total Geral</b>	<b>1739</b>	<b>100,0%</b>	<b>75611</b>

Os balastros presentes no edifício são ferromagnéticos e devem ser substituídos por balastros eletrónicos. Contudo esta substituição também deve ser gradual devido ao custo económico. Abordando a questão por lar, verifica-se na Tabela 7.63 que os lares “A” e “B” utilizam em maior quantidade as lâmpadas fluorescentes tubulares T8, enquanto no caso do Lar “C” se utilizam mais as fluorescentes compactas.

Tabela 7.63 - Síntese do tipo de iluminação utilizada por lar.

	Qtd.	Percentagem (%)	P. Total (W)
<b>LAR A</b>	<b>566</b>	<b>32,5%</b>	<b>2724</b>
Fluorescente compacta	60	3,5%	192
Fluorescente tubular T8	475	27,3%	2088
Incandescente	31	1,8%	444
<b>LAR B</b>	<b>833</b>	<b>47,9%</b>	<b>5953</b>
Fluorescente compacta	126	7,2%	215
Fluorescente tubular T5	2	0,1%	36
Fluorescente tubular T8	618	35,5%	3458
Halógeno	6	0,3%	9
Incandescente	81	4,7%	2235
<b>Lar C</b>	<b>340</b>	<b>19,6%</b>	<b>2912</b>
Fluorescente compacta	156	9,0%	499
Fluorescente tubular T5	20	1,2%	73
Fluorescente tubular T8	121	7,0%	998
Halógeno	22	1,3%	252
Incandescente	8	0,5%	430
Lâmpada tubular B1	13	0,7%	660
<b>Total Geral</b>	<b>1739</b>	<b>100,0%</b>	<b>11589</b>

Uma vez que o tipo de iluminação comum aos três lares são as lâmpadas fluorescentes compactas, as tubulares T8 e as incandescentes será feita uma comparação destes modelos de modo a verificar a percentagem utilizada em cada lar. Na Figura 7.100 apresenta-se a percentagem de lâmpadas de cada tipo para cada lar.

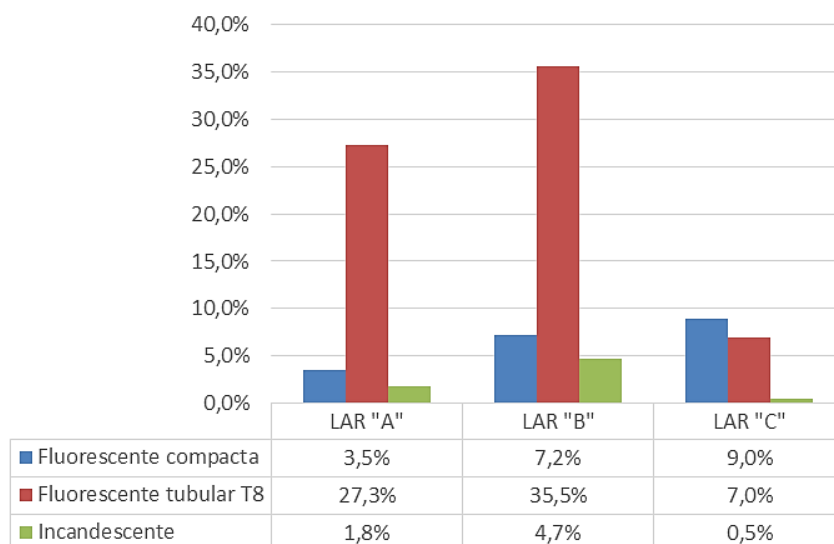


Figura 7.100 – Percentagem de lâmpadas fluorescente compactas, tubulares T8 e incandescentes para cada lar.

Em questões de eficiência energética não basta ter equipamento eficiente num sistema de iluminação. Os circuitos de comando dos sistemas de iluminação são um elemento tão ou mais importante que a fonte. Na Figura 7.101 apresenta-se o tipo de comando utilizado nos lares.

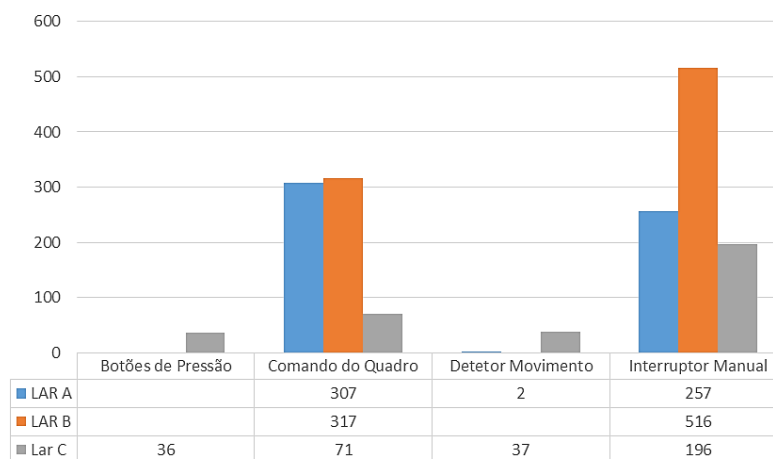


Figura 7.101 – Tipo de comando da iluminação utilizado por lar.

Em termos de controlo automático<sup>32</sup> da iluminação interior apenas se utilizam os detetores de movimento e os botões de pressão (com relés de impulso).

### 7.6.2.1. Controlo automático da iluminação

Com a utilização de sistemas de controlo automático da iluminação a utilização das instalações de iluminação pode ser otimizada, resultando em economias de energia significativas, sem prejuízo dos níveis de conforto visual necessários em cada local. Poderá ser considerada a utilização dos equipamentos/soluções apresentados de seguida.

#### A. Interruptor horário

Os interruptores horários permitem comandar circuitos de iluminação num horário pré-determinado. Existem dois tipos de interruptores horários, os digitais e os analógicos. Embora os interruptores digitais sejam mais caros que os analógicos, estes permitem guardar o programa em memória, com um ou mais canais permitindo comandar mais do que um circuito. Na Figura 7.102 apresenta-se um interruptor horário programável (IHP+ 2c) para um controlo centralizado e telerruptores TL com botões de pressão para o controlo local da iluminação de um determinado espaço [80].

<sup>32</sup> Também existem interruptores horários para a iluminação exterior em 2 lares.

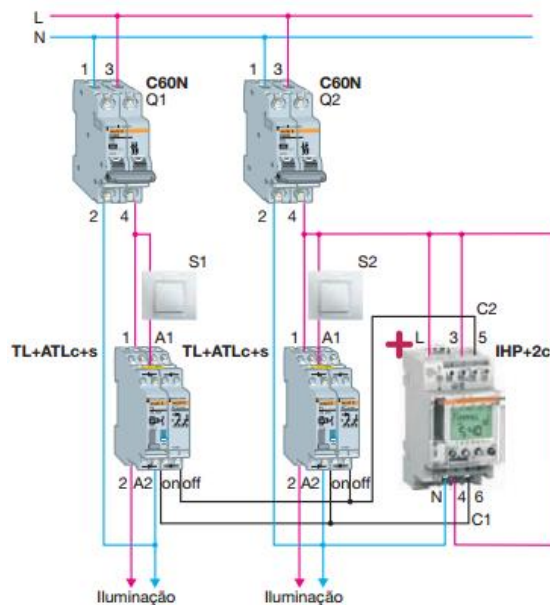


Figura 7.102 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor horário da *Schneider Electric* [80].

### B. Interruptor crepuscular

Estes interruptores reagem em função do nível de iluminação, necessitam de uma célula fotoelétrica para medição da intensidade luminosa. Comandam a abertura ou fecho de um contacto em função do nível medido. Na Figura 7.103 apresenta-se um interruptor crepuscular (IC100) que uma vez instalado e regulada a sensibilidade luminosa pretendida, a iluminação é automaticamente ligada e desligada. Uma temporização interna, previne o ligar e desligar da iluminação, em condições intempestivas de alteração de luminosidade [80].

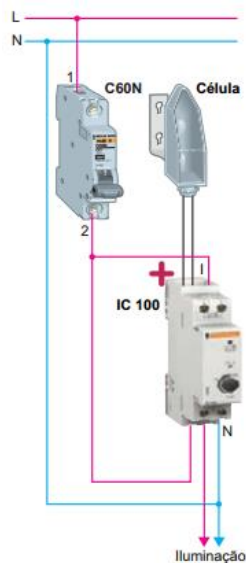


Figura 7.103 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor crepuscular da *Schneider Electric* [80].

### C. Interruptor astronómico

O princípio de funcionamento deste equipamento é muito semelhante ao interruptor crepuscular, mas este têm a vantagem de não necessitar de célula fotoelétrica, pois é programado em função da Longitude e Latitude, permitindo ligar e desligar automaticamente a iluminação de acordo com o horário do nascer e do pôr-do-sol do local. Na Figura 7.106 apresenta-se a arquitetura de uma solução com um interruptor crepuscular astronómico.

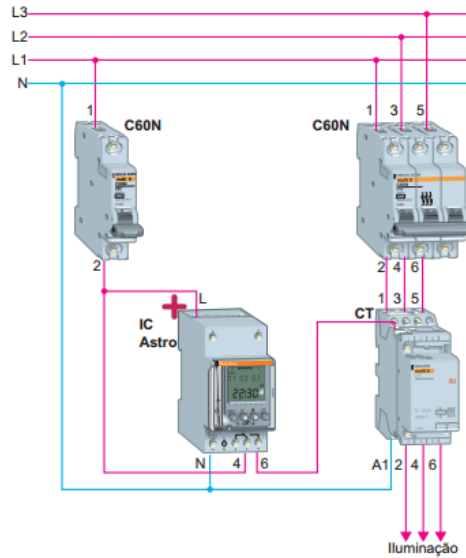


Figura 7.104 - Exemplo da arquitetura de solução com interruptor crepuscular astronómico da *Schneider Electric* [80].

### D. Controlo por deslastre

O controlo por deslastre não depende do tipo de iluminação, sendo essa uma grande vantagem face a outros sistemas. Na Figura 7.105 apresenta-se um exemplo deste tipo de controlo.

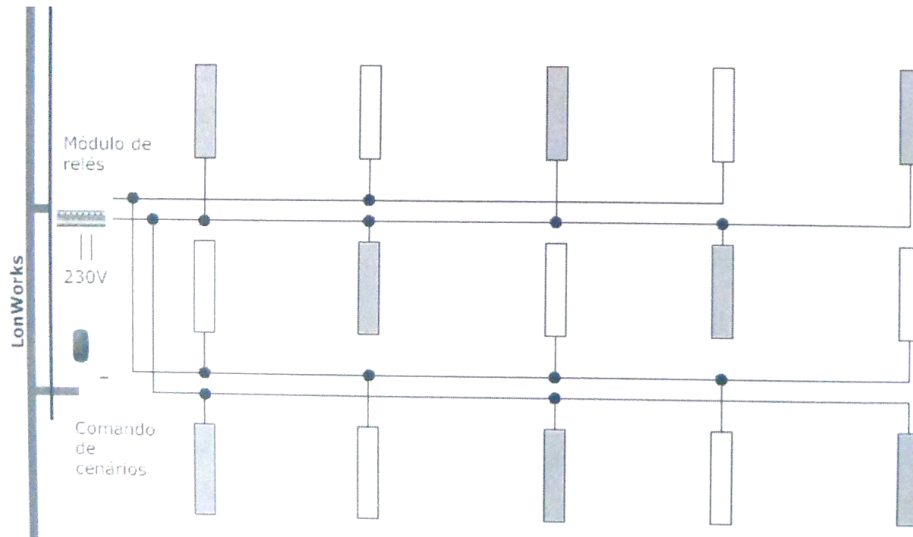


Figura 7.105 - Exemplo de controle de iluminação por deslastre de circuitos.

### E. Controle por *diming*

O controle por regulação contínua (“*diming*”) permite adequar o nível de iluminação, no entanto, depende do tipo de iluminação. Na Figura 7.106 apresenta-se um exemplo deste tipo de controle.

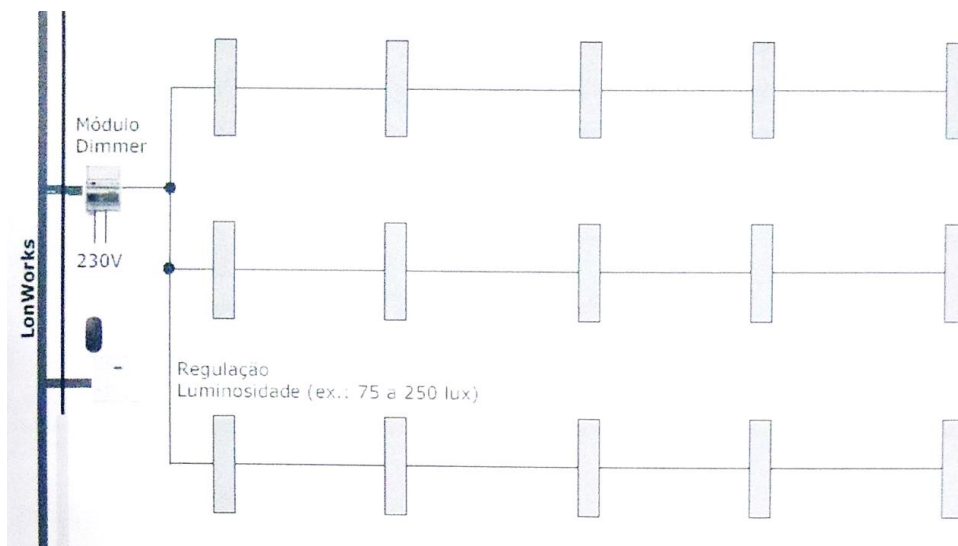


Figura 7.106 - Exemplo de controle de iluminação por modificação da luminosidade.

## F. Controlo por DALI

O controlo DALI (*Digital Adressable Lighting Interface* – protocolo de comunicação para sistemas de iluminação) permite adequar o nível de iluminação e também não depende do tipo de iluminação. Na Figura 7.107 apresenta-se um exemplo deste tipo de controlo.

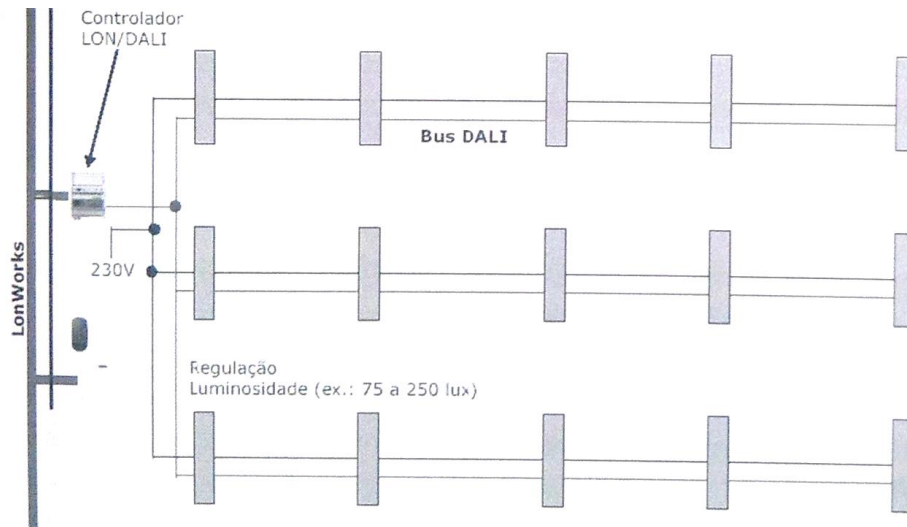


Figura 7.107 - Exemplo de controlo de iluminação através de DALI.

### 7.6.3. Sistema de aquecimento

Os sistemas de aquecimento tal como foi possível verificar ao longo do trabalho, são convencionais, sem automatização. Por isso, a temperatura de aquecimento é estabelecida para todas as áreas dos lares, não havendo termóstatos de controlo do set-point. Por exemplo, há válvulas nos radiadores que possibilitam o controlo individual, mas que não são desligadas nos espaços vazios. Na Tabela 7.64 apresenta-se a quantidade de equipamentos por lar e respetivo piso.

Tabela 7.64 - Quantidade de equipamentos de aquecimento para os três lares.

	<b>Total Eq.</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>LAR A</b>	<b>71</b>	<b>25,9%</b>
PISO 0	0	0,0%
PISO 1	39	14,2%
PISO 2	32	11,7%
PISO 3	0	0,0%
<b>LAR B</b>	<b>160</b>	<b>58,4%</b>
PISO 0	24	8,8%
PISO 1 - A	20	7,3%
PISO 1 - B	18	6,6%
PISO 1/2	9	3,3%
PISO 2	28	10,2%
PISO 3	29	10,6%
PISO 4	22	8,0%
PISO 5	10	3,6%
<b>LAR C</b>	<b>43</b>	<b>15,7%</b>
PISO 0	9	3,3%
PISO 1	18	6,6%
PISO 2	16	5,8%
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>100,0%</b>

Como era expectável, o Lar "B" é o que possui mais equipamentos, uma vez que é a instituição com maior área e maior número de pisos. No Anexo XVII – Tipo de aquecimento e quantidade para os três lares, apresenta-se o tipo de aquecimento utilizado para cada piso e respetiva quantidade.

#### 7.6.4. Custos e consumos de energia

Antes de iniciar uma análise aos consumos e custos de energia dos três lares, é de salientar que os contratos de fornecimento de energia são revistos todos os anos. Pode-se verificar através da Figura 7.108 que o gás natural corresponde a grande parte da energia consumida pelo edifício em termos de energia final, representando cerca de 53% da faturação. Este valor justifica-se essencialmente porque os sistemas de climatização e de preparação de águas quentes sanitárias utilizam esta forma de energia final.

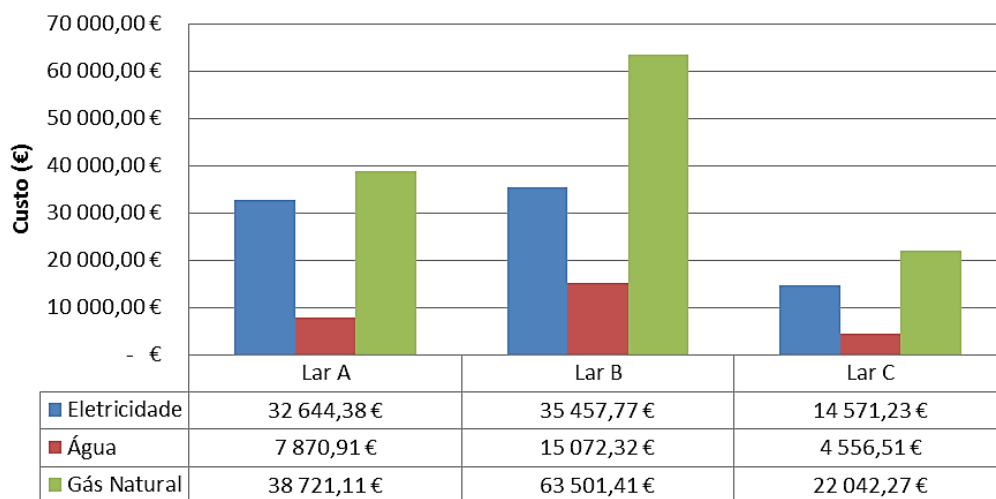


Figura 7.108 – Comparação de faturas de eletricidade, água e gás natural pagas pelos 3 lares.

De modo a visualizar a evolução do consumo de gás natural ao longo de um ano, apresenta-se a Figura 7.109.

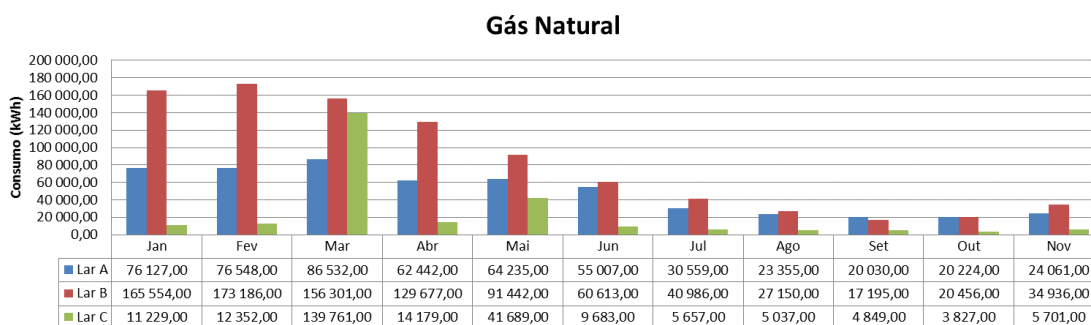


Figura 7.109 – Consumo de gás natural por lar.

Relativamente ao gás natural e através da análise do gráfico da figura acima, verificam-se, em especial, consumos no início do ano, resultantes da maior necessidade do uso de aquecimentos, próprios da época do ano. Pela análise da Figura 7.110 verifica-se que o consumo de eletricidade é mais constante do que o gás natural.

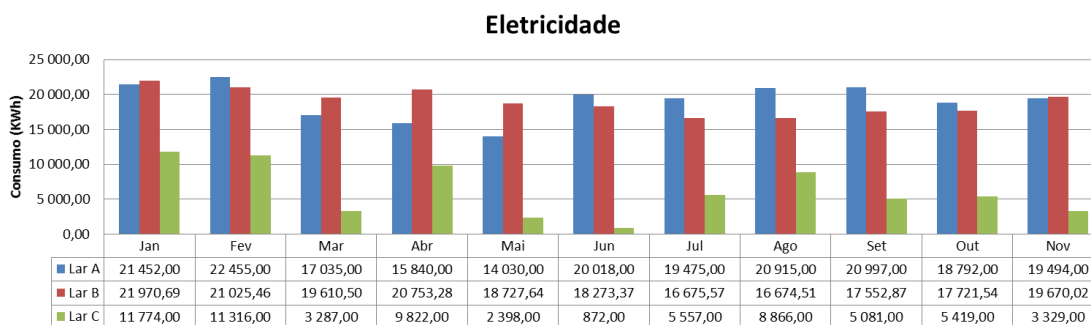


Figura 7.110 - Consumo de eletricidade por lar.

### 7.6.5. Monitorização de temperatura

Segundo o estudo apresentado em [81], a temperatura de conforto para a população idosa sedentária encontra-se acima dos 25 °C. De acordo com este valor, a temperatura no Lar C está um pouco abaixo desse valor. Nos Lares A e B esse valor é ultrapassado, tal como é possível visualizar na Figura 7.111.

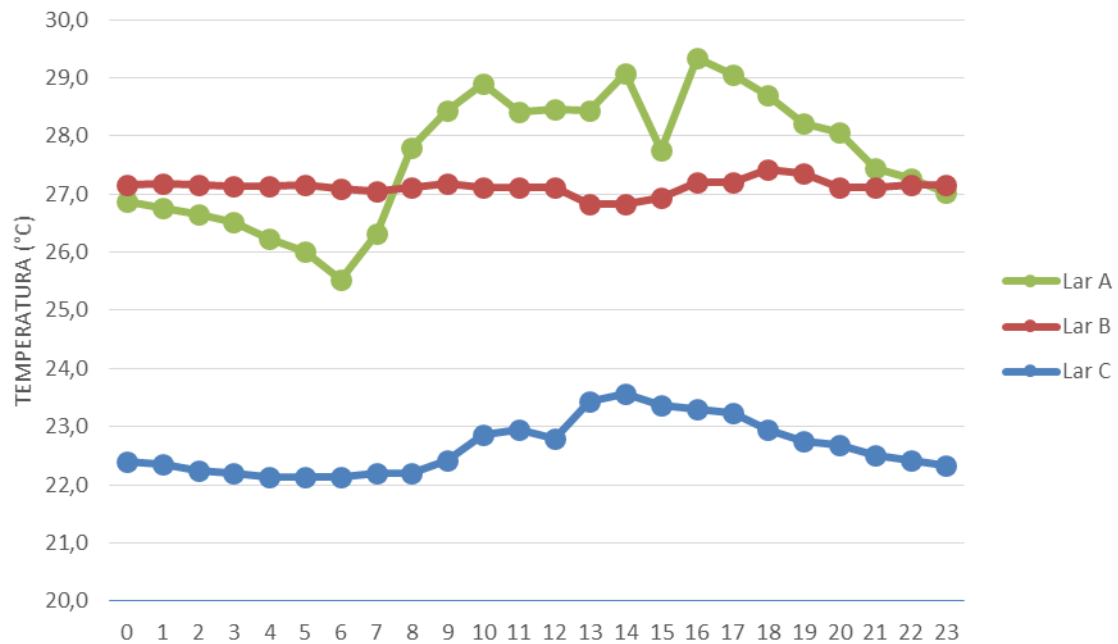


Figura 7.111 - Evolução da temperatura ao longo de um dia nos três lares.

## 7.7. Análise Comparativa dos 3 lares com o Projeto SAVE AGE

Foi definido um indicador de eficiência energética que permite comparar o desempenho energético dos 3 lares com o projeto Europeu SAVE AGE, mencionado em 4.6.2. Na Tabela 7.65 são apresentados os resultados obtidos de acordo com o consumo e o custo elétrico anual por utente e por área útil do edifício.

Tabela 7.65 – Índice de eficiência energética para os 3 lares.

Edifício	SAVE AGE <sup>33</sup>	Lar A	Lar B	Lar C
Número de idosos por ano	-	78	92	22
Área Útil Aproximada (m <sup>2</sup> )	-	4800	9550	1830
Consumo Anual (kWh/ano)	-	767992	1147727	321685
Custo Anual (€/ano)	-	71365,49	105937,09	36613,5
Consumo por idoso (kWh/idoso/ano)	8008	9846,1	12475,3	14622,0
Consumo por Área Útil (kWh/m <sup>2</sup> /ano)	236	160,0	120,2	175,8

Foram considerados apenas os idosos residentes (excluindo-se os funcionários e respetivas visitas). Assim, o consumo elétrico por idoso poderá não refletir a realidade. Verifica-se que o consumo por área útil é superior no projeto SAVE AGE face aos 3 lares, tal como é possível visualizar na Figura 7.112.

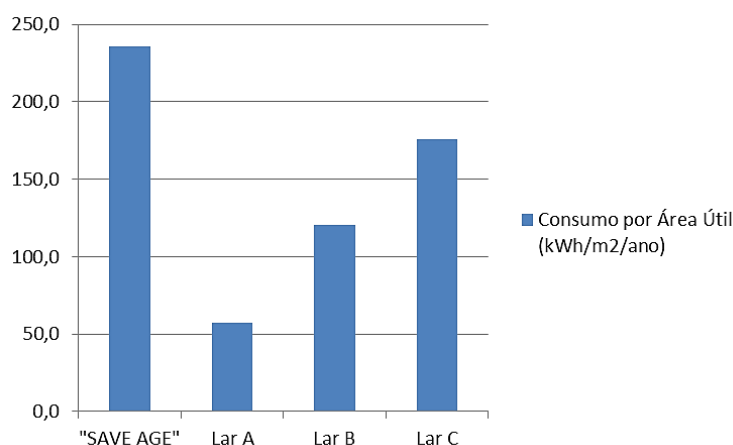


Figura 7.112 - Comparação do consumo por área útil entre o projeto SAVE AGE e os três lares.

<sup>33</sup> Resultado do projeto para Portugal baseados no estudo de 10 lares.

**A. Análise da Figura 7.112:** o lar C apresenta o maior consumo por metro quadrado dos três lares. Uma vez que é o lar que sofreu a remodelação mais recente não seria esperado este resultado.

Relativamente ao consumo por idoso a situação já se altera, verificando-se que apenas o Lar A possui um consumo inferior ao projeto SAVE AGE, tal como é possível verificar em Figura 7.113.

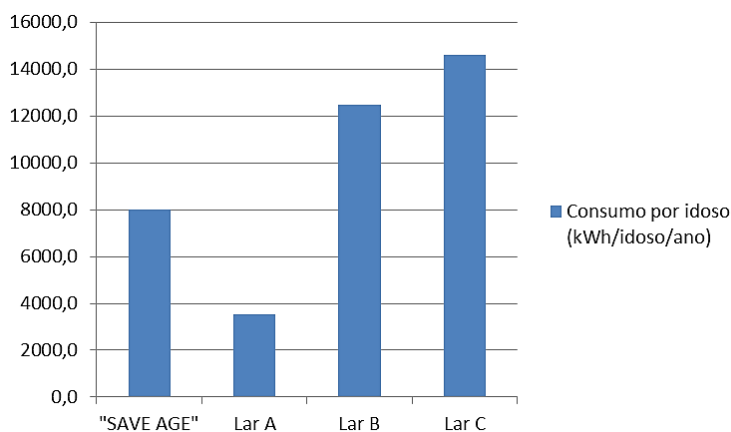


Figura 7.113 - Comparação do consumo por idoso entre o projeto SAVE AGE e os três lares.

**B. Análise da Figura 7.113:** o lar C também apresenta o maior consumo por idoso dos três lares, à semelhança do que acontece para o consumo por área útil. Poderá ser um indicador de conforto visto de uma perspetiva ou desperdício de energia.

Fazendo uma comparação entre o projeto e a média dos três lares para consumo por área útil e por idoso mencionados anteriormente, para o primeiro caso o consumo no projeto SAVE AGE continua a ser superior, tal como se verifica na Figura 7.114.

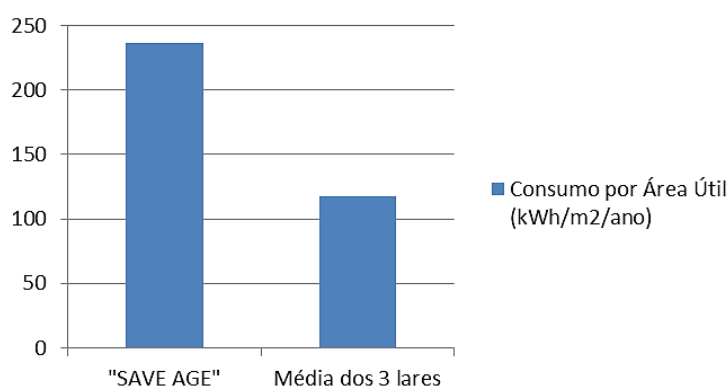


Figura 7.114 - Comparação do consumo por área útil entre o projeto SAVE AGE e a média dos três lares.

Quando a questão é o consumo por idoso, utilizando o valor médio dos três lares obtém-se consumos inferiores para o projeto tal como se apresenta na Figura 7.115.

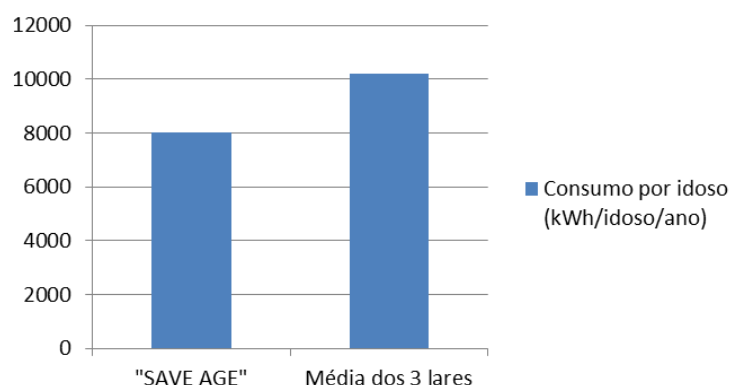


Figura 7.115 - Comparação do consumo por idoso entre o projeto SAVE AGE e a média dos três lares.

O modelo de cálculo efetuado pode ser afinado obtendo-se informação mais precisa das áreas dos lares e o número exato de idosos num determinado momento.

## 7.8. Propostas de melhoria

### 7.8.1. Medidas comportamentais

A alteração do comportamento dos utilizadores também é fundamental para uma redução dos consumos energéticos, assim recomenda-se que haja uma campanha de formação (apesar de já existir alguma sensibilização par a poupança energética) para todos os utilizadores, com o objetivo de alertar para a necessidade de quando os equipamentos e iluminação não são utilizados serem desligados e qual o impacto positivo que este comportamento possui tanto a nível económico como a nível ambiental.

### 7.8.2. Serviços de manutenção

Para uma máxima eficácia, é necessário que todo o equipamento existente nos lares funcione tão eficazmente quanto possível. Isto pode alcançar-se desde que se realize a manutenção do equipamento, minimizando, assim, estragos, baixos rendimentos, etc. Nos três lares analisados à manutenção da parte térmica e dos elevadores é executada por uma entidade externa que faz uma manutenção periódica e também responde às “urgências”.

Por outro lado, na parte elétrica é utilizada a manutenção corretiva o que significa que não há um programa de manutenção periódica para verificar instalações e equipamento a fim de evitar que se estraguem ou que sejam verificados só quando não funcionam. É de salientar que os lares não possuem nenhum profissional a tempo inteiro no lar, por exemplo, um electricista.

### **7.8.3. Sistema de monitorização de consumos**

A instalação de sistemas de monitorização também permitiria ajudar na implementação de medidas orientadas para a redução dos consumos elétricos, nomeadamente:

- Quantificar desvios de consumo face a valores objetivo;
- Identificar consumos não desejáveis, associados a desperdício de energia;
- Quantificar o potencial de deslocação de cargas em consideração com os diferentes custos horários da fatura elétrica;
- Imputar com precisão custos elétricos às várias secções produtivas e/ou equipamentos;
- Estabelecer uma correta relação entre a produção e o consumo elétrico;
- Controlar a potência contratada;
- Identificar a degradação do rendimento de certos equipamentos.

### **7.8.4. Sistemas de aquecimento**

Conforme já foi mencionado no presente trabalho, os sistemas de aquecimento predominantes nos lares analisados são através de radiadores e ventiloconvectores. A temperatura de aquecimento é estabelecida para todas as áreas dos lares, não havendo termóstatos de controlo do set-point. Deste modo, torna-se urgente que o sistema de climatização seja remodelado para um sistema mais eficiente, que optimize o conforto do edifício.

Um sistema que permite obter o máximo conforto com um custo mais reduzido de energia são os acumuladores de calor. Os acumuladores de calor são equipamentos capazes de armazenar energia calorífica durante um período de tempo, para libertá-la, mais tarde, lentamente e com fluxo controlável. São elementos adequados para o aquecimento do ambiente, dado que são concebidos para manterem um espaço a uma determinada temperatura constante, durante 24 horas, estando em carga apenas durante as horas de vazio (período noturno) [82].

### **7.8.5. Evitar perdas de calor**

Logo que o calor sai da caldeira começa imediatamente a ceder calor. O primeiro cuidado a ter é, portanto, evitar as perdas inúteis através de fugas, válvulas, purgadores, ligações defeituosas, etc. Devem ser tomadas as seguintes medidas [8]:

- A maioria dos equipamentos deve ser isolada;
- 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.

### **7.8.6. Utilização de UPS**

Apesar de não ser essencial para o funcionamento dos lares, a instalação de UPS permitiria fornecer alimentação aos computadores o tempo suficiente para guardar os dados que estão a ser processados, e de forma segura, encerrar o computador, evitando assim posteriores falhas nos equipamentos que podem ocorrer na sequência de perda súbita de alimentação. As UPS existentes no mercado são geralmente classificadas em três tipos diferentes: *Standby/Off-line*, *Line-Interactive* e *On-line* ou Dupla conversão. Para o tipo de instalações apresentadas, o sistema mais básico de UPS é suficiente: a UPS *Standby/Off-line*. Neste tipo de UPS é utilizado um comutador que na presença de energia elétrica da rede, escolhe a entrada de corrente alternada como alimentação primária. Quando ocorre uma falha de rede, uma queda de energia ou uma sobretensão, o comutador redireciona a saída de energia para a fonte de alimentação de reserva, garantindo assim o fornecimento de energia aos equipamentos associados [83]. Relativamente ao funcionamento, apresenta-se na Figura 7.116 o modo de operação da UPS na presença de energia da rede e na ausência.

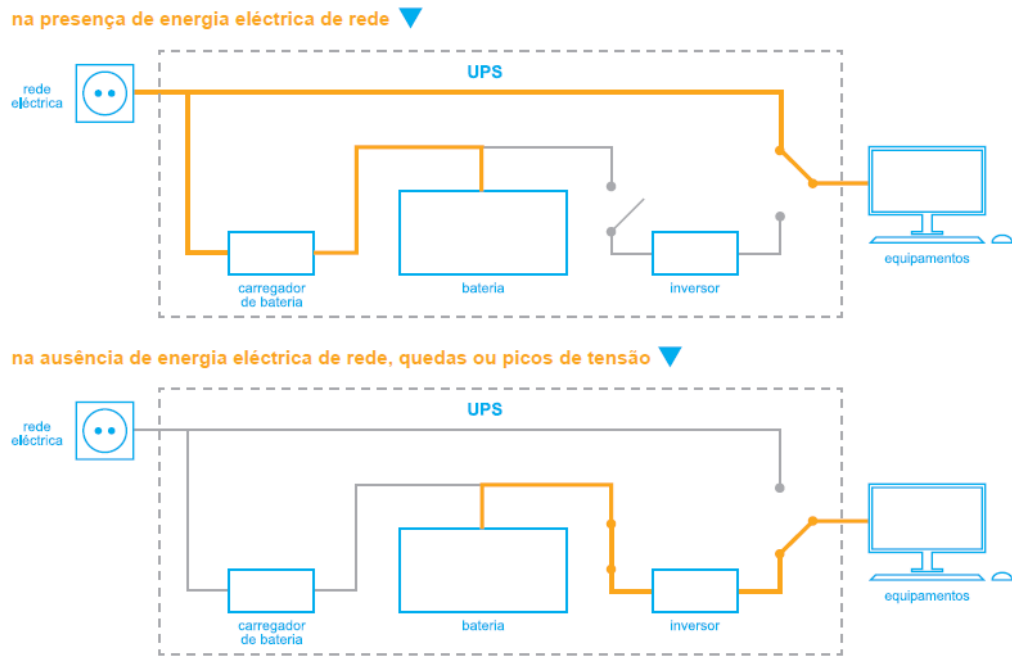


Figura 7.116 - Funcionamento de uma UPS do tipo *Standby/Off-line* [83].

# 8. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

## 8.1. Conclusões gerais

O setor dos edifícios é responsável por cerca de 40% do consumo de energia final na Europa, como tal, verifica-se que o estudo destes é do ponto de vista energético fundamental para tomar medidas que visem a redução da fatura energética. A realização de uma auditoria a um edifício é um processo importante na caracterização dos consumos, tendo em vista a identificação de medidas de racionalização de energia.

Estando preocupados em fornecer os melhores cuidados aos residentes, os lares descuidam os aspetos relacionados com a eficiência energética, pelo que existe um potencial de redução significativo. O presente estudo pode, no futuro, representar uma mais-valia para os lares caso sejam implementadas as medidas de melhoria aqui estudadas (os consumos diminuirão e conseqüentemente os custos com a faturação energética serão menores).

Os lares estudados foram construídos em épocas distintas e possuem dimensões diferentes, no entanto, os serviços prestados são semelhantes: alojamento, cuidados de higiene e conforto pessoal, refeições, cuidados médicos e de enfermagem, atividades de animação sociocultural, entre outros.

Como foi possível constatar ao longo da presente dissertação, os objetivos propostos inicialmente foram efetivados, nomeadamente a caracterização e análise dos consumos energéticos dos três lares de idosos bem como o conhecimento dos principais equipamentos consumidores de energia, assim como o seu estado de funcionamento. Além disso, também foi efetuada uma comparação das soluções tecnológicas adotadas pelos três lares e respetivos indicadores de eficiência energética. A comparação dos indicadores obtidos nos três lares com o projeto SAVE AGE permitiu concluir que o consumo por área útil ( $\text{kWh/m}^2/\text{ano}$ ) dos três lares é inferior aos resultados do projeto referido. Relativamente ao consumo por idoso a situação já se altera, verificando-se que apenas o Lar A possui um consumo inferior ao projeto SAVE AGE.

Foram também recolhidos, analisados e tratados os dados obtidos na monitorização dos consumos permitindo verificar a evolução dos mesmos ao longo do tempo e respetiva comparação entre dias da semana e fins-de-semana, por exemplo.

Numa primeira análise dos lares verificou-se que as faturas de gás natural eram superiores às de energia elétrica, devido ao aquecimento ambiente e à preparação das AQS utilizarem caldeiras a gás natural associadas a radiadores de elevada temperatura (em dois dos três lares analisados) e sistemas de controlo pouco eficientes.

Relativamente à iluminação, por vezes, verifica-se o uso inadequado da mesma dado não serem utilizados detetores de presença (na grande maioria dos casos) ou outro tipo de equipamento de controlo. Das medidas de melhoria abordadas verificou-se que a alteração da iluminação (utilização de soluções tecnológicas de menor potência e consumo) é por si só uma solução que poderá trazer grandes benefícios económicos. Também a instalação de coletores solares ou caldeiras a biomassa (*pellets*) possuem tempos de retorno aceitáveis e motivadores (4,8 anos para os lares A e B e 5,4 anos para o lar C).

Através das medidas propostas as poupanças poderão ser de aproximadamente 17200 €, 20844 € e 8743 €, para os lares A, B e C, respetivamente. Analisando a Tabela 8.1 verifica-se que a relação custo-benefício para os três lares é semelhante, sendo que se obtém poupanças anuais na ordem dos 18/19 %.

Tabela 8.1 – Análise custo-benefício para os três lares.

Lar	Investimento (€)	Poupança Anual (€)	Relação Custo-Benefício (%)
A	93 491,63	17 199,39	18,40
B	117 822,18	20 843,55	17,69
C	45 769,26	8 742,94	19,10

Além das medidas que exigem um investimento inicial, existem ações de eficiência energética de baixo custo que podem ser facilmente implementadas. Ações tais como sistemas de gestão energética, manutenção dos sistemas de aquecimento (o ganho advém do melhor funcionamento dos equipamentos, ora com a manutenção preventiva a ser efetuada, para além da eficiência aumenta-se o tempo de vida dos equipamentos e o conforto dos utilizadores nos espaços), formação dos funcionários, entre outras, poderão fazer a diferença nos valores das faturas energéticas. É de salientar que nos lares há falta de informação e conhecimento sobre eficiência energética entre o pessoal (incluindo direção e funcionários) e residentes. Também poderão ser tomadas medidas relativamente à diminuição do consumo de água, através de soluções tecnológicas para redução de consumo em torneiras e chuveiros, por exemplo.

Considera-se que a metodologia utilizada neste trabalho pode ser reproduzida e utilizada para avaliar outros lares de idosos tendo em vista a melhoria e conhecimento do comportamento e consumo energético.

## **8.2. Componente académica**

A interação entre os conceitos essenciais abordados nesta dissertação mostrou ser uma tarefa desafiadora, ambiciosa e dinâmica. No entanto, o conhecimento e o contacto com as instalações dos três lares de idosos permitiu fomentar os conhecimentos adquiridos durante a formação académica.

## **8.3. Perspetivas de trabalho futuro**

Após a realização desta dissertação verificou-se que existem oportunidades de continuação e desenvolvimento deste estudo, tais como:

- Possibilidade da criação de uma unidade especializada para a gestão de energia e manutenção dos vários lares;
- Pedido de propostas comerciais para fornecimento de energia a empresas comercializadoras (pedido de cotação negado pelos lares assim como o respetivo acesso aos atuais contratos de fornecimento de energia);
- Verificação do rendimento real das caldeiras a gás natural;
- Pode ser analisada a transferência de cargas das horas de ponta e cheias para o vazio, sendo que não são reduzidos os consumos mas os custos;
- Poderá ser efetuado o cálculo das perdas de calor nas tubagens não isoladas de modo a ter uma estimativa das perdas de calor nas superfícies não isoladas;
- Deverá ser efetuado um estudo da densidade da iluminação ( $W/m^2$ ) nas zonas com iluminação artificial, de modo a adaptar as soluções tecnológicas às necessidades;
- Deverá ser feita uma caracterização mais detalhada dos consumos de água e respetivos equipamentos;
- Estudo de melhoria da eficiência energética de um sistema de climatização (AVAC) ao nível da ventilação e distribuição de energia térmica;
- Estudo da viabilidade de instalação de painéis fotovoltaicos nos lares.



## 9. REFERÊNCIAS

- [1] S. R. Connors, “Issues in Energy and Sustainable Development,” Cambridge, Massachusetts, 1998.
- [2] BCSD Portugal, “Manual de boas práticas de eficiência energética,” *ISR – Dep. de Eng. Electrotécnica e de Computadores Universidade de Coimbra*, 2005. [Online]. Available: [http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/manual\\_boas\\_praticas\\_EE.pdf](http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/manual_boas_praticas_EE.pdf). [Accessed: 13-Feb-2015].
- [3] Instituto Nacional de Estatística, “Estatísticas do Ambiente 2013,” 2014. [Online]. Available: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOEspub\\_boui=210756708&PUBLICACOEsmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEspub_boui=210756708&PUBLICACOEsmodo=2). [Accessed: 13-Feb-2015].
- [4] Agência Portuguesa do Ambiente, “Relatório do Estado do Ambiente 2014,” 2014. [Online]. Available: <http://sniamb.apambiente.pt/infos/geoportaldocs/REA/rea2014.pdf>. [Accessed: 13-Feb-2015].
- [5] European Commission, “Buildings,” 2015. [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>. [Accessed: 13-Feb-2015].
- [6] Instituto Nacional de Estatística, “Censos 2011,” Lisboa, 2011.
- [7] Direção Geral de Energia e Geologia, “National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal,” 2013.
- [8] A. F. R. de Sá, *Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética*, Publindúst. Porto, 2010.
- [9] T. e C. Ministério das Obras Públicas, *Decreto-Lei nº40/90 de 6 de Fevereiro do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações*. Portugal: Diário da República Eletrónico, 1990, p. 15.
- [10] R. Fragoso, “Princípios orientadores da revisão da legislação na área dos edifícios.” ADENE - Agência para a Energia, Lisboa, p. 17, 2012.
- [11] DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia, “Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).” European Commission, p. 8, 2013.
- [12] DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia, “National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal,” Lisboa, 2013.

- [13] ADENE - Agência para a Energia, “Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos,” *SEEP*, 2013. [Online]. Available: <http://www.seep.pt/pt-PT/seep/Paginas/default.aspx>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [14] ADENE - Agência para a Energia, “SEEP Janelas,” *SEEP*, 2013. [Online]. Available: <http://www.seep.pt/pt-PT/Produtos/Paginas/SEEP-Janelas.aspx>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [15] King Abdulaziz City for Science and Technology, “LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE,” 2009.
- [16] LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, “Edifícios de Balanço Energético Zero.” [Online]. Available: <http://www.lneg.pt/iedt/areas/3/temas/16>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [17] European Union, “Official Journal of the European Union - POSITION (EU) No 10/2010 OF THE COUNCIL AT FIRST READING,” 2010.
- [18] California Energy Commission, “New Residential Zero Net Energy Action Plan 2014-2020,” 2013.
- [19] Guia Casa Eficiente, “Edifícios Energia Zero,” 2014. [Online]. Available: <http://www.guiacasaeficiente.com/EEZ/EEZPrincipal.html>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [20] Edifícios e Energia, “Nearly zero energy buildings - O que vai mudar com os NZEB?” [Online]. Available: <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/tema-de-capa-1>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [21] Passipedia - The Passive House Resource, “What is a Passive House?,” 2014. [Online]. Available: [http://passipedia.passiv.de/passipedia\\_en/basics/what\\_is\\_a\\_passive\\_house](http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/basics/what_is_a_passive_house). [Accessed: 17-Mar-2015].
- [22] PHI - Passive House Institute, “Passive House requirements,” 2012. [Online]. Available: [http://passiv.de/en/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](http://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm). [Accessed: 17-Mar-2015].
- [23] ANFAJE – Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes, “Eficiência Energética dos edifícios,” 2014. [Online]. Available: <http://www.anfaje.pt/pt/eficiencia-energetica>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [24] ADENE - Agência para a Energia, “PNAEE 2016 – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2016,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/programa/pnaee-2016-plano-nacional-de-acao-para-eficiencia-energetica-2016>. [Accessed: 17-Mar-2015].

- [25] DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia, “O PNAEE 2016 e PNAER 2013-2020: Estratégias para a Eficiência Energética e Energias Renováveis.” APE - Associação Portuguesa da Energia, p. 42, 2013.
- [26] ADENE - Agência para a Energia, “PNAER 2020 - Plano Nacional de Ação para as Energias,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/programa/pnaer-2020-plano-nacional-de-acao-para-energias>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [27] ADENE - Agência para a Energia, “Programa de eficiência Energética para a Administração Pública – ECO.AP,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/programa/programa-de-eficiencia-energetica-para-administracao-publica-ecoap>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [28] ADENE - Agência para a Energia, “Auditoria Energética,” 2015. [Online]. Available: <http://www.adene.pt/textofaqs/auditoria-energetica>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [29] Iberdrola, “Manual de Boas Práticas Energéticas,” *Iberdrola*. [Online]. Available: [http://www.iberdrola.pt/02sicb/gc/prod/pt\\_PT/aboutus/docs/MANUAL\\_BOAS\\_PRACTICAS.pdf](http://www.iberdrola.pt/02sicb/gc/prod/pt_PT/aboutus/docs/MANUAL_BOAS_PRACTICAS.pdf). [Accessed: 13-Feb-2015].
- [30] Geodetect, “Inspeção termográfica por infravermelhos,” Aveiro, 2015.
- [31] Eva Sofia Botelho Machado Barreira, “Aplicação da Termografia ao Estudo do Comportamento Higrotérmico dos Edifícios,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2004.
- [32] Flir, “Infrared Guidebook For Building Applications.” p. 36, 2009.
- [33] Fluke, “Thermography - Education Series,” 2005.
- [34] T. M. D. Oliveira, “Análise de Sistemas de Energia e Máquinas Elétricas com recurso a termografia,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [35] ISR – Universidade de Coimbra, “Manual Técnico de Gestão de Energia,” 2007.
- [36] SAVE AGE Project, “Eficiência Energética: Sugestões baseadas nas melhores práticas encontradas.” [Online]. Available: <http://www.saveage.eu/index.php/pt/component/content/article/109>. [Accessed: 07-Jul-2015].
- [37] S. M. M. C. Ferreira, “Uso eficiente da água em instalações coletivas e similares,” Universidade Nova de Lisboa, 2009.
- [38] Ecocasa, “Redução do consumo de água nas torneiras.” [Online]. Available: [http://www.ecocasa.pt/agua\\_content.php?id=38](http://www.ecocasa.pt/agua_content.php?id=38). [Accessed: 07-Jul-2015].
- [39] GROHE, “Torneiras especiais e sistemas sanitários.” Porto, p. 152, 2008.

- [40] Ecocasa, “Redução do consumo de água nos chuveiros.” [Online]. Available: [http://www.ecocasa.pt/agua\\_content.php?id=39](http://www.ecocasa.pt/agua_content.php?id=39). [Accessed: 07-Jul-2015].
- [41] GROHE, “Autoclismos encastráveis de dupla descarga,” 2015. [Online]. Available: <http://www.grohe.com/pt/14412/banho/produtos-economizadores/sistemas-de-descarga-economizadores/>. [Accessed: 07-Jul-2015].
- [42] U. N. Pedro Esteves, Paula Fonseca, Aníbal Almeida, “Documento sobre eficiência energética em Lares de Terceira Idade na UE.” ISR-UC - Portugal, Coimbra, p. 45, 2011.
- [43] R. E. C. J. Farinha Mendes, Andreia Salgueiro, João Cardoso, “Portugal 2020 e a integração de energias renováveis em edifícios,” Lisboa, 2012.
- [44] IST - Instituto Superior Técnico, “Cogeneration.” Lisboa, p. 66.
- [45] V. D. R. da Costa, “Modelos de Caracterização e Desagregação de Consumos para Utilização em Processos de Certificação de Edifícios,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [46] E. e S. S. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, *Portaria n.º 349-D/2013 de 2 de dezembro dos Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social*. Portugal: Diário da República Eletrónico, 2013, p. 34.
- [47] H. A. de A. Lourenço, “Monitorização dos consumos de energia elétrica,” Universidade de Aveiro, 2013.
- [48] P3 International, “P3 - Kill A Watt Edge,” 2014. [Online]. Available: <http://www.p3international.com/products/p4490.html>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [49] Steplight, “Steplight Plug-in Power Meter,” *Steplight*, 2015. [Online]. Available: <http://steplight.com.au/products/steplight-plug-in-power-meter>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [50] Parce, “Parce – the easiest way to set up a smart home.” [Online]. Available: <http://www.parce.de/>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [51] D. Kyoto, “Wattson Classic energy monitor,” 2015. [Online]. Available: <http://www.diykyoto.com/uk/aboutus/wattson-classic/#moreinfo>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [52] Infocontrol, “Contadores de energia SAIA - Comunicação Modbus,” 2015. [Online]. Available: <http://www.infocontrol.pt/508/contadores-de-energia-saia---comunicacao-modbus.htm>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [53] OWL, “Energy Monitors | OWL Micro+.” [Online]. Available: <http://www.theowl.com/index.php?cID=185>. [Accessed: 17-Mar-2015].

- [54] QEnergia, “Software de gestão de energia.” [Online]. Available: <http://www.qenergia.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=129>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [55] Enerdis, “Monitoring and allocating energy consumption.” .
- [56] ISA – Intelligent Sensing Anywhere, “Soluções | Cloogy,” 2015. [Online]. Available: <http://www.isasensing.com/pt/pagina/126/o-meu-cloggy/>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [57] Cloogy, “Cloogy - Informação Técnica,” 2015. [Online]. Available: <http://cloogy.pt/pt/apresenta%C3%A7%C3%A3o/>. [Accessed: 16-Mar-2015].
- [58] ISA – Intelligent Sensing Anywhere, “ISA - Solução | Kisense,” 2013. [Online]. Available: <http://www.isasensing.com/pt/pagina/98>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [59] ISA – Intelligent Sensing Anywhere, “Monitorização Avançada: uma ferramenta valiosa para a manutenção de equipamentos e otimização dos recursos energéticos,” 2014. [Online]. Available: <http://www.isasensing.com/pt/noticia/570/>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [60] Electrex, “YOCTO NET.” [Online]. Available: <http://www.electrex.it/en/documentation/category/19-yocto-net.html>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [61] QEnergia, “Energy Brain - software de contagem de energia.” [Online]. Available: <http://www.qenergia.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=298>. [Accessed: 17-Mar-2015].
- [62] CapTemp, “HWg-PWR: Medidor de Energia M-Bus Ethernet.” [Online]. Available: <http://www.capttemp.com/hwg-pwr.htm>. [Accessed: 08-Jun-2015].
- [63] X. Yuan, X. Wang, and J. Zuo, “Renewable energy in buildings in China — A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 24, pp. 1–8, 2013.
- [64] Engenharia Civil na NET, “Bahrain World Trade Center,” 2009. [Online]. Available: <http://engenhariacivilnanet.blogspot.pt/2009/08/bahrain-world-trade-center.html>. [Accessed: 23-Mar-2015].
- [65] PortalEnergia, “Funcionamento paineis solares térmicos para aquecimento.” [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/funcionamento-paineis-solares-termicos-para-aquecimento/>. [Accessed: 23-Mar-2015].
- [66] R. Castro, *Uma Introdução às Energias Renováveis*, IST - Inst. Lisboa, 2011.
- [67] Renewable Energy Focus, “Building Integrated Photovoltaics (BIPV): innovation puts spotlight on solar,” 2008. [Online]. Available: <http://www.renewableenergyfocus.com/view/3352/building-integrated-photovoltaics-bipv-innovation-puts-spotlight-on-solar/>. [Accessed: 23-Mar-2015].

- [68] O. do T. e E. Ministérios do Ambiente, *Decreto-Lei n.º 153/2014*. Portugal, 2014, pp. 5298–5311.
- [69] sunenergy, “Autoconsumo,” 2014. [Online]. Available: <http://www.sunenergy.pt/particulares/auto-consumo/>. [Accessed: 16-Jun-2015].
- [70] Direcção-Geral de Energia e Geologia, *Despacho n.º 17449/2008*. Portugal, 2008, p. 2.
- [71] Chauvin Arnoux, “PEL103 POWER-ENERGY LOGGER | Chauvin Arnoux Metrix.” [Online]. Available: <http://www.chauvin-arnoux.com/en/produit/pel103-power-energy-logger.html>. [Accessed: 02-Jun-2015].
- [72] T. Instruments, “LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors.” Dallas, p. 31, 2015.
- [73] F. M. Dias, “Unidade Curricular de Qualidade de Serviço em Sistemas Eléctricos de Energia - Qualidade da Tensão.” ISEP, Porto, p. 65, 2014.
- [74] L. EcoTreeCity, Eficiência Energética, “Lâmpadas Retrofit T5,” Lisboa, 2014.
- [75] DuarteNeves, “Detetor Movimento e1 180° IP44 Saliente,” 2015. [Online]. Available: [http://www.duarteneves.pt/dnl\\_pt/material-electrico/comunicacao-e-seguranca/detectores-diversos/detectores-movimento/006-015-000.html](http://www.duarteneves.pt/dnl_pt/material-electrico/comunicacao-e-seguranca/detectores-diversos/detectores-movimento/006-015-000.html). [Accessed: 12-Jun-2015].
- [76] Ministério da Economia e da Inovação, *Decreto-Lei n.º 319/2009*. Portugal, 2009, p. 10.
- [77] Loja dos Pellets, “Big Bag Pellets 1000kg,” 2015. [Online]. Available: <http://lojadospellets.com/big-bag-pellets-1000kg>. [Accessed: 04-Jun-2015].
- [78] European Industrial Insulation Foundation, “Climate protection with rapid payback,” Switzerland, 2012.
- [79] WEG, “Motores Eléctricos - Guia de Especificação,” Jaraguá do Sul, 2014.
- [80] Schneider Electric Portugal, “Guia de soluções de Eficiência Energética,” 2009.
- [81] P. N. Ana Mendes, Livia Aguiar, Cristiana Pereira and J. P. T. Susana Silva, “Qualidade do ar interior em lares de idosos em Portugal, projeto GERIA,” 2014.
- [82] L. Ramos & Costa e Silva, “Acumuladores de Calor tipo EDP.” [Online]. Available: <http://www.rcs.pt/Acumuladores/acumuladores.htm>. [Accessed: 07-Jul-2015].
- [83] Indusmelec, “Unidades de Alimentação Ininterrupta,” 2014.

## **10. ANEXOS**



## 10.1. Anexo I – Períodos Horários em Portugal Continental

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. No ciclo diário os períodos horários são iguais em todos os dias do ano. No ciclo semanal os períodos horários diferem entre dias úteis e fim-de-semana.

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta:	09.00/10.30 h 18.00/20.30 h	Ponta:	10.30/13.00 h 19.30/21.00 h
Cheias:	08.00/09.00 h 10.30/18.00 h 20.30/22.00 h	Cheias:	08.00/10.30 h 13.00/19.30 h 21.00/22.00 h
Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h	Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
<b>Sábado</b>		<b>Sábado</b>	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
<b>Domingo</b>		<b>Domingo</b>	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

## 10.2. Anexo II – Especificações do Analisador de Energia

Alguns pontos importantes do equipamento:

- Para instalações monofásicas, bifásicas ou trifásicas;
- Instalação rápida e fácil sem necessidade de desligar a alimentação da rede;
- Análise de harmónicas até á 50;
- Registo de todas as medidas em cartão de memória SD;
- Possibilidade de comunicação em tempo real com um PC.

MODELS	PEL 102 & PEL 103		
<b>GENERAL</b>			
Sampling Frequency	128 samples per cycle; 50/60Hz (16 samples/cycle 400Hz)		
Data Storage Rate	1 per second		
Demand Period Storage Rate	User selectable (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 and 60 minutes)		
Recorded Parameters (Single- and Poly-Phase)	V, I, W, VA, var, PF, Tan, Wh, VAh, VARh, THD (V and I), Individual harmonics (from 1 through 50 per phase); Crest Factor (CF), Cos $\phi$ / DPF		
Event Log	Tracks and records status changes and error messages along with recorded data		
Front Panel Indicator LEDs	Bluetooth active, recording in progress, phase connection reversal, overload, battery charging and SD Card status		
Storage Capacity	2GB SD card (included) is used for storage. SD cards (up to 2GB); SDHC cards (4 to 32GB) formatted FAT32 are supported		
<b>INPUTS</b>	<b>Voltage</b>	3 voltage input channels via 4mm safety banana jacks	
	<b>Current</b>	3 current input channels via custom 4 pin jacks that accept AEMC* probes and sensors	
<b>ELECTRICAL</b>			
<b>VOLTAGE MEASUREMENT</b>	<b>RANGE</b>	<b>RESOLUTION</b>	<b>* ACCURACY (% of Reading)</b>
	50/60Hz	42.5 to 69Hz	–
Single-Phase RMS Voltages		10 to 1000Vrms	0.1V
Phase-to-Phase RMS Voltages		17 to 1700Vrms	0.1 to 1V
	400Hz	340 to 460Hz	–
Single-Phase RMS Voltages		10 to 600Vrms	0.1V
Phase-to-Phase RMS Voltages		17 to 1200Vrms	0.1 to 1V
	DC	100 to 1000V	0.1V
PT Ratios	Programmable from 50V to 65,0000V	0.01V to 0.1V	–
<b>CURRENT MEASUREMENT</b>			
Current Probe: MiniFlex* Sensor MA193***	200mA to 100Arms	1 to 100mA	$\pm 1.2\% \pm 50\text{mA}$
	0.8A to 400Arms	10 to 100mA	$\pm 1.2\% \pm 0.2\text{A}$
	4A to 2000Arms	0.1 to 1A	$\pm 1.2\% \pm 1\text{A}$
	20A to 10,000Arms	0.1 to 10A	$\pm 1.2\%$
CT Ratios	Programmable from 1:1 to 25,000:1 (probe dependent)		
<b>POWER MEASUREMENTS</b>			
Active Power (P)*	-2 to 26W	0.001W	$\pm 0.5\% \text{ Rdg} \pm 0.005\% \text{ From}$
Reactive Power (Q)*	-2 to 26var	0.001var	$\pm 1\% \text{ Rdg} \pm 0.01\% \text{ Norm}$
Apparent Power (S)*	0 to 26VA	0.001VA	$\pm 0.5\% \text{ Rdg} \pm 0.005\% \text{ Norm}$
Power Factor	-1 to +1	0.001	$\pm 0.05$
Tangent $\phi$ (active/reactive power ratio)	-3.2 to +3.2	0.001	$\pm 0.02$
<b>ENERGY MEASUREMENTS</b>			
Active Energy (EP)	0 to 4 x 10 <sup>+</sup>	1Wh	$\pm 0.5\% \text{ Rdg}$
Reactive Energy (EQ)	0 to 4 x 10 <sup>+</sup>	1varh	$\pm 2\% \text{ Rdg}$
Apparent Energy (ES)	0 to 4 x 10 <sup>+</sup>	1Vah	$\pm 0.5\% \text{ Rdg}$
THD		$\pm 65\%$	
Individual Harmonics	1 to 50 displayed in percentage; 1 to 7 at 400Hz		
External Supply	110V/250V (10%) @ 50/60Hz; 400Hz		
Back-Up Power Source/Charge Time	Rechargeable 8.4V NiMH battery pack / Approximately 5 hours		
Battery Life	30 minutes minimum, 60 minutes typical		
<b>MECHANICAL</b>			
Communication Ports	USB 2.0, Ethernet (RJ45), Wireless Bluetooth Class 1 **		
Dimension/Weight	10.08 x 4.92 x 1.48" (256 x 125 x 37mm) / <1kg		
Case/Index of Protection	Double insulated, rubber over-molded, polycarbonate UL94 V1 rated / IP54 non operating		
Mounting/Security	Embedded magnets on back side, keyhole slot on back side / Kensington anti-theft system		
<b>DISPLAY</b>			
Display Type for Model PEL 103	2.83 x 2.16" (67 x 55mm), four line, monochrome, backlit LCD with adjustable brightness and contrast		
<b>ENVIRONMENTAL / SAFETY</b>			
Operating Temperature/Relative Humidity	50° to 122°F (10° to 50°C) / up to 85%		
Storage Temperature	-4° to 122°F (-20° to 50°C) with batteries; -4° to 158°F (-20° to 70°C without batteries)		
Safety Rating/CE Rating	Complies with IEC 61010-1:Ed3, and IEC 61010-2-030:Ed1 for 1000V CAT III / 600V CAT IV, Pollution Degree 2 / Yes		

# 10.3. Anexo III – Especificações da câmara termográfica

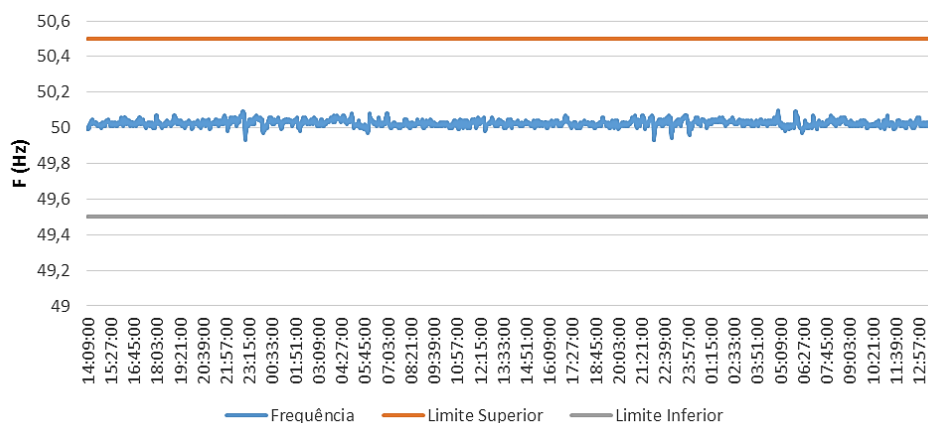


## Imaging Specifications

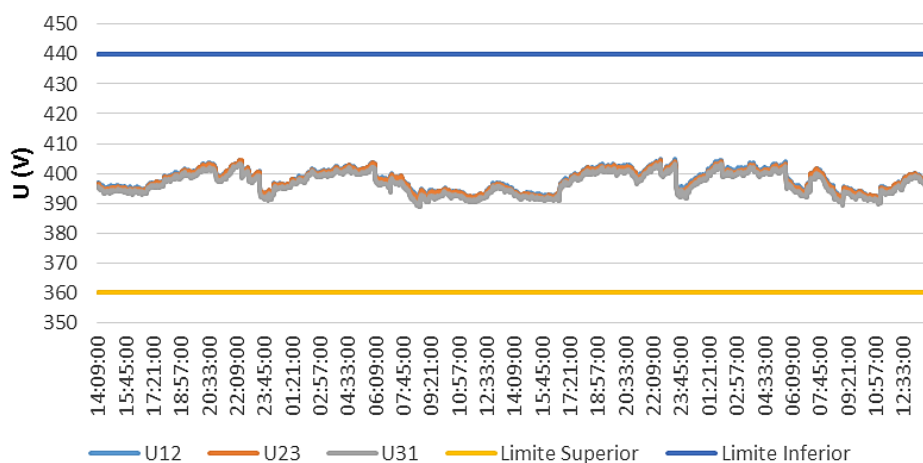
Model Number	E30	E40	E50	E60
<b>Imaging</b>				
Resolution	160 x 120	160 x 120	240 x 160	320 x 240
Total Pixels	19,200	19,200	43,200	76,800
Thermal Sensitivity	<0.10°C	<0.07°C	<0.05°C	<0.05°C
Accuracy	+/-2% or 2°C			
Temperature Range	-4°F to 662°F (-20°C to 350°C)	-4°F to 1,202°F (-20°C to 650°C)		
Lens Options	Standard: 25°; Optional: 15° Tele, 45° Wide			
Zoom		2x Continuous Digital	4x Continuous Digital	4x Continuous Digital
Focus	Manual			
Uncooled Microbolometer	x	x	x	x
Color LCD Touch Screen	3.5" (320 x 240 )			
Video Camera w/Lamp	2.0 MP	3.1 MP	3.1 MP	3.1 MP
Picture-in-Picture		Fixed	Scalable	Scalable
Fusion			x	x
Laser Spot	x	x	x	x
Video Out	Composite			
Frame Rate	60 Hz			
<b>Analysis</b>				
Movable Spots	1	3	3	3
Box Areas	1	3	3	3
Delta T		x	x	x
<b>Annotation</b>				
Voice		x	x	x
Text		x	x	x
<b>File Storage</b>				
Radiometric JPG to SD Card	x	x	x	x
MPEG4 Video Recording		x	x	x
<b>Other</b>				
WiFi to Apple & Android Mobile Devices		x	x	x
MeterLink		x	x	x
InstantReport				x
FLIR Tools	x	x	x	x
Battery Type/Op & Charge Time	Li-Ion batteries/4 hours			
Dual-bay Charger & Spare Battery	Optional			Included
Weight	1.82 lbs (0.825 kg) including lens			
Warranty	10 Year Detector/5 Year Battery/2 Year Parts & Labor			
Optional Accessories	15° and 45° lenses, sunshield, tripod adapter, cigarette lighter adapter kit, Bluetooth headset, and more			

## 10.4. Anexo IV – Qualidade da Energia do QCM no Lar “A”

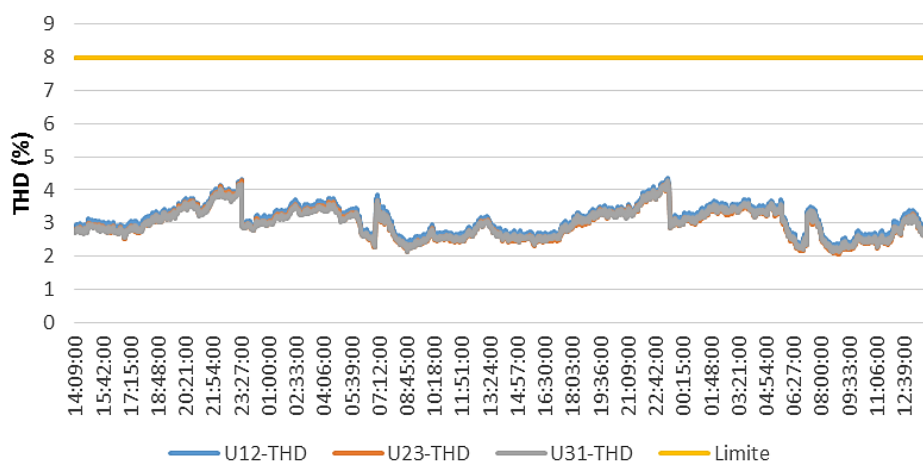
### Análise da frequência



### Análise da tensão de alimentação



### Análise da taxa de distorção harmônica (THD)





## 10.5. Anexo V – Características das lâmpadas Philips

### PERF 1200mm ROT

“Com os tubos LED beneficiar-se-á de uma poupança de energia de até 70% e reduzir-se-á a manutenção graças à longa duração de vida - até 50.000 horas.”

**Performance**






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 Performance	W	W	lm		°		K	8718291	8718291	€
PERF 600mm ROT	10,5	18	950	EM e 230 V	140	85	3000	n.a.	68143400	38,88
PERF 600mm ROT	10,5	18	1050	EM e 230 V	140	85	4000	n.a.	66229700	38,88
PERF 1200mm ROT	21	36	1900	EM e 230 V	140	85	3000	n.a.	68149600	48,88
PERF 1200mm ROT	21	36	2100	EM e 230 V	140	85	4000	n.a.	66231000	48,88
PERF 1500mm	31	58	3100	EM e 230 V	140	85	4000	69369700	n.a.	61,10
PERF 1500mm	31	58	3100	EM e 230 V	140	85	6500	69006100	n.a.	61,10
PERF 1500mm ROT	31	58	2800	EM e 230 V	140	85	4000	n.a.	69008500	62,21


### D 6-40W E27 2700K\*

“A gama *MASTER LEDbulb* proporciona um efeito de luz quente regulável para criar uma atmosfera acolhedora, ideal para aplicações de iluminação geral.”

\* Baixo consumo de energia



**6-40 W**



Descrição do produto	LED	Tradicional	Fluxo luminoso	Eficiência	Forma da lâmpada	Ângulo de abertura	IRC	Temperatura de cor	EOC	PVR
MASTER LEDbulb	W	W	lm	lm/W		°		K	8718291	€
D 6-40W E27 2700K*	6	40	470	67	A60	>300	>80	2700	76244700	19,99

\* Disponível a partir de setembro 2014

### 6-40W E27 2700K

“As lâmpadas *CorePro LEDbulb* são adequadas para uma substituição direta das lâmpadas incandescentes e compatíveis com luminárias existentes de casquilhos E27 (Substituição simples, longa duração de vida, baixo consumo energia e baixa emissão calor).”

**NOVO**  **6-40 W**











Descrição do produto	LED	Tradicional	Fluxo luminoso	Eficiência	Forma da lâmpada	Ângulo de abertura	IRC	Temperatura de cor	EOC	PVR
CorePro LEDbulb	W	W	lm	lm/W		°		K	8718291	€
6-40W E27 2700K	6	40	470	78	A60	150	>80	2700	76395600	11,10

## PERF 600mm ROT

**Performance**












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 Performance	W	W	lm		°		K	8718291	8718291	€
PERF 600mm ROT	10.5	18	950	EM e 230V	140	85	3000	n.a.	68143400	38,88
PERF 600mm ROT	10.5	18	1050	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	66229700	38,88
PERF 1200mm ROT	21	36	1900	EM e 230V	140	85	3000	n.a.	68149600	48,88
PERF 1200mm ROT	21	36	2100	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	66231000	48,88
PERF 1500mm	31	58	3100	EM e 230V	140	85	4000	69369700	n.a.	61,10
PERF 1500mm	31	58	3100	EM e 230V	140	85	6500	69006100	n.a.	61,10
PERF 1500mm ROT	31	58	2800	EM e 230V	140	85	4000	n.a.	69008500	62,21

## D 3.5-25W E27 2700K 230V P48 CL

“Com o novo modelo de lente, estas lâmpadas emitem uma luz mais cintilante. O seu design em cor de marfim conjuga-se perfeitamente com uma vasta gama de luminárias.”

**NOVO**  **3.5-25 W**










Descrição do produto	LED	Tradicional	Fluxo luminoso	Eficiência	Forma da lâmpada	IRC	Temperatura de cor	EOC	PVR
MASTER LEDesférica	W	W	lm	lm/W			K	8718291	€
D 3.5-25W E27 2700K 230V P48 CL	3.5	25	250	71	P48	>80	2700	74327900	16,43

## 10.6. Anexo VI – Quantidade de lâmpadas Lar “B”

	<b>Qtd.</b>	<b>Percentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>PISO 0</b>	<b>210</b>	<b>25,2%</b>	<b>8030</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>44</b>	<b>5,3%</b>	<b>792</b>
18	44	5,3%	792
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>153</b>	<b>18,4%</b>	<b>6524</b>
18	21	2,5%	468
36	76	9,1%	2808
58	56	6,7%	3248
<b>Halogéneo</b>	<b>6</b>	<b>0,7%</b>	<b>54</b>
9	6	0,7%	54
<b>Incandescente</b>	<b>7</b>	<b>0,8%</b>	<b>660</b>
60	7	0,8%	660
<b>PISO 1 - A</b>	<b>115</b>	<b>13,8%</b>	<b>4392</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>30</b>	<b>3,6%</b>	<b>540</b>
18	30	3,6%	540
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>66</b>	<b>7,9%</b>	<b>1946</b>
18	52	6,2%	1188
36	9	1,1%	468
58	5	0,6%	290
<b>Incandescente</b>	<b>19</b>	<b>2,3%</b>	<b>1906</b>
46	17	2,0%	1426
60	2	0,2%	480
<b>PISO 1 - B</b>	<b>46</b>	<b>5,5%</b>	<b>2604</b>
<b>Fluorescente tubular T5</b>	<b>2</b>	<b>0,2%</b>	<b>72</b>
36	2	0,2%	72
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>41</b>	<b>4,9%</b>	<b>1620</b>
18	2	0,2%	216
36	39	4,7%	1404
<b>Incandescente</b>	<b>3</b>	<b>0,4%</b>	<b>912</b>
46	2	0,2%	552
60	1	0,1%	360
<b>PISO 1/2</b>	<b>76</b>	<b>9,1%</b>	<b>2876</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>41</b>	<b>4,9%</b>	<b>744</b>
18	40	4,8%	720
24	1	0,1%	24
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>32</b>	<b>3,8%</b>	<b>1472</b>
36	28	3,4%	1008
58	4	0,5%	464
<b>Incandescente</b>	<b>3</b>	<b>0,4%</b>	<b>660</b>
60	3	0,4%	660

	<b>Qtd.</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>PISO 2</b>	<b>124</b>	<b>14,9%</b>	<b>5284</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>11</b>	<b>1,3%</b>	<b>170</b>
11	4	0,5%	44
18	7	0,8%	126
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>104</b>	<b>12,5%</b>	<b>3320</b>
18	80	9,6%	1440
36	20	2,4%	720
58	4	0,5%	1160
<b>Incandescente</b>	<b>9</b>	<b>1,1%</b>	<b>1794</b>
46	9	1,1%	1794
<b>PISO 3</b>	<b>117</b>	<b>14,0%</b>	<b>6056</b>
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>95</b>	<b>11,4%</b>	<b>1962</b>
18	81	9,7%	1458
36	14	1,7%	504
<b>Incandescente</b>	<b>22</b>	<b>2,6%</b>	<b>4094</b>
46	22	2,6%	4094
<b>PISO 4</b>	<b>111</b>	<b>13,3%</b>	<b>4108</b>
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>97</b>	<b>11,6%</b>	<b>2412</b>
18	68	8,2%	1368
36	29	3,5%	1044
<b>Incandescente</b>	<b>14</b>	<b>1,7%</b>	<b>1696</b>
25	4	0,5%	500
46	10	1,2%	1196
<b>PISO 5</b>	<b>34</b>	<b>4,1%</b>	<b>864</b>
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>30</b>	<b>3,6%</b>	<b>648</b>
18	29	3,5%	540
36	1	0,1%	108
<b>Incandescente</b>	<b>4</b>	<b>0,5%</b>	<b>216</b>
25	2	0,2%	108
46	2	0,2%	108
<b>Total</b>	<b>833</b>	<b>100%</b>	<b>34214</b>

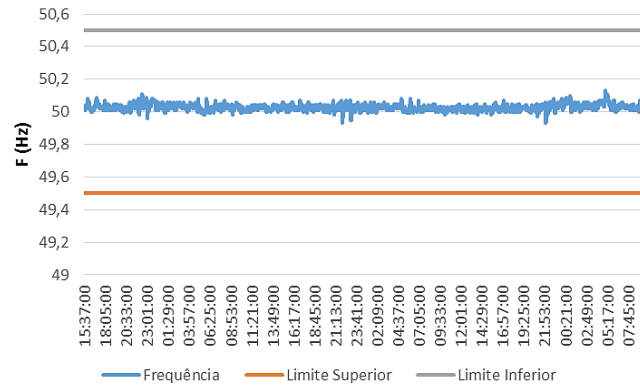
## 10.7. Anexo VII – Tipo de aquecimento por piso Lar “B”

	Total Equipamentos
<b>PISO 0</b>	<b>24</b>
Radiador 18 elementos	4
Radiador 5 elementos	1
Radiador 6 elementos	1
Radiador 7 elementos	9
Radiador 8 elementos	5
Ventiloconvector 2,5 KW	4
<b>PISO 1 - A</b>	<b>20</b>
Radiador 11 elementos	11
Radiador 6 elementos	2
Radiador 8 elementos	5
Radiador 9 elementos	2
<b>PISO 1 - B</b>	<b>18</b>
Radiador 11 elementos	6
Radiador 14 elementos	1
Radiador 17 elementos	2
Radiador 3 elementos	1
Radiador 4 elementos	6
Radiador 6 elementos	2
<b>PISO 1/2</b>	<b>9</b>
Radiador 10 elementos	1
Radiador 6 elementos	1
Radiador 7 elementos	5
Radiador 9 elementos	2
<b>PISO 2</b>	<b>28</b>
Radiador 10 elementos	2
Radiador 11 elementos	1
Radiador 12 elementos	6
Radiador 13 elementos	2
Radiador 15 elementos	1
Radiador 2 elementos	7
Radiador 6 elementos	7
Radiador 8 elementos	1
Radiador 9 elementos	1

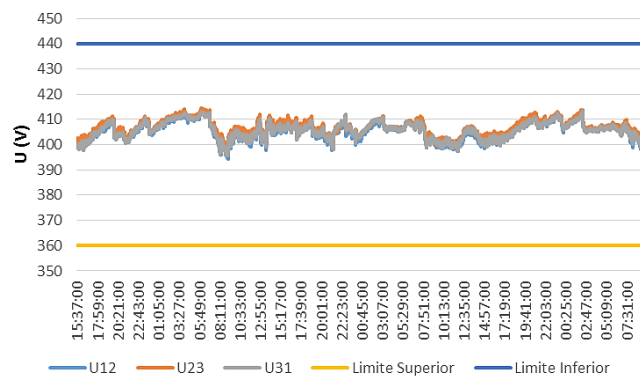
<b>PISO 3</b>	<b>29</b>
Radiador 10 elementos	7
Radiador 12 elementos	2
Radiador 2 elementos	7
Radiador 5 elementos	2
Radiador 6 elementos	7
Radiador 8 elementos	3
Radiador 9 elementos	1
<b>PISO 4</b>	<b>22</b>
Radiador 11 elementos	12
Radiador 13 elementos	1
Radiador 14 elementos	2
Radiador 18 elementos	4
Radiador 7 elementos	3
<b>PISO 5</b>	<b>10</b>
Radiador 11 elementos	9
Radiador 12 elementos	1
<b>Total</b>	<b>160</b>

## 10.8. Anexo VIII – Qualidade da Energia do QCS no Lar “B”

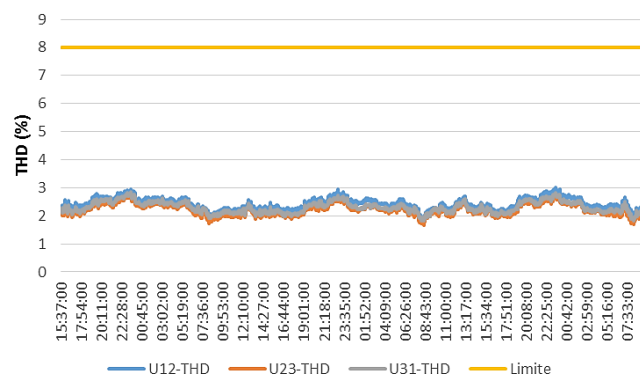
### Análise da frequência



### Análise da tensão de alimentação

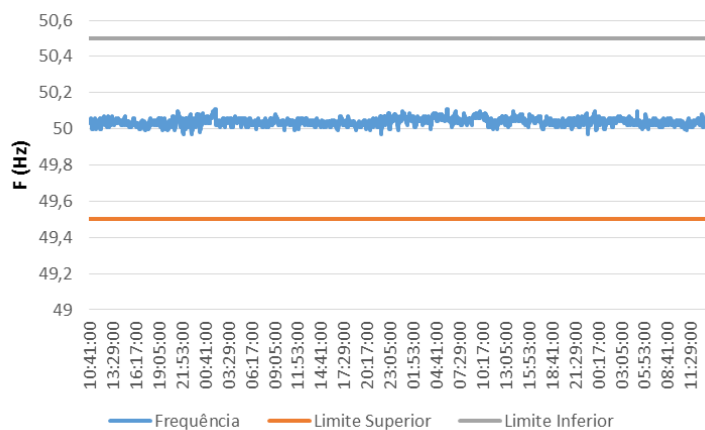


### Análise da taxa de distorção harmónica (THD)

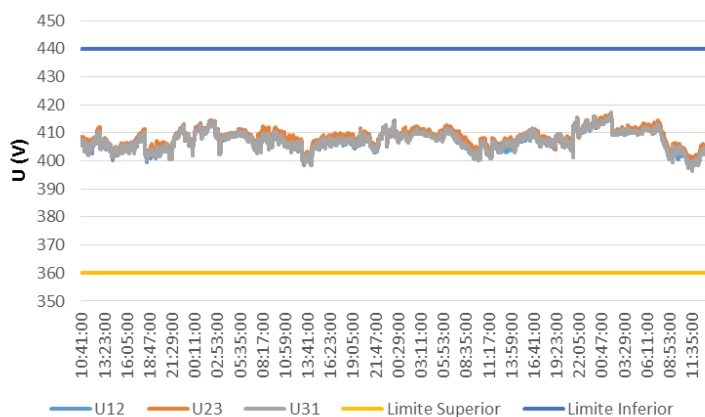


## 10.9. Anexo IX – Qualidade da Energia do Q1(Z) no Lar “B”

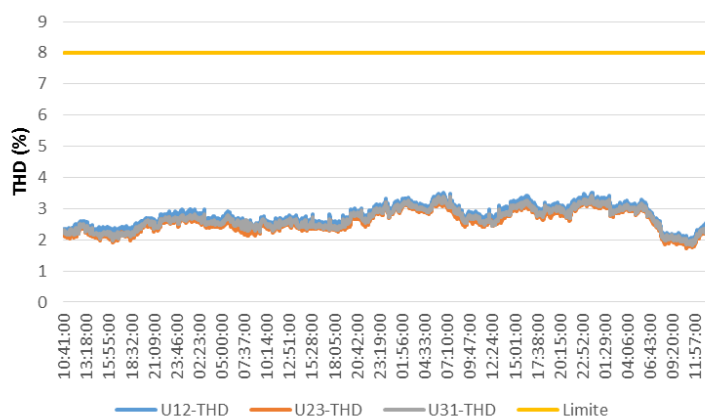
### Análise da frequência



### Análise da tensão de alimentação



### Análise da taxa de distorção harmônica (THD)



## 10.10. Anexo X – Consumo de água Lar “B”

Morada	Faturação: Início	Faturação: Fim	Consumo (m <sup>3</sup> )	Valor da fatura (€)
1	7/fev/14	5/mar/14	49,95	92,32 €
	6/mar/14	3/abr/14	179,00	125,31 €
	4/abr/14	6/mai/14	66,00	114,76 €
	7/mai/14	5/jun/14	133,00	116,77 €
	6/jun/14	3/jul/14	58,00	103,56 €
	4/jul/14	5/ago/14	68,00	117,75 €
	6/ago/14	3/set/14	60,00	106,35 €
	4/set/14	6/out/14	331,00	225,15 €
	7/out/14	6/nov/14	77,00	130,11 €
	7/nov/14	4/dez/14	147,00	120,35 €
	8/jan/14	5/fev/14	207,00	195,82 €
	6/fev/15	5/mar/15	81,00	135,74 €
	6/mar/15	7/abr/15	265,00	279,44 €
	2	5/mar/14	2/abr/14	892,00
3/abr/14		2/mai/14	506,00	733,47 €
3/mai/14		3/jun/14	436,00	634,39 €
4/jun/14		2/jul/14	433,00	627,58 €
3/jul/14		4/ago/14	493,00	716,79 €
5/ago/14		2/set/14	841,00	508,81 €
3/set/14		1/out/14	376,00	547,94 €
2/out/14		5/nov/14	495,00	714,24 €
6/nov/14		2/dez/14	377,00	549,33 €
3/dez/14		7/jan/15	513,00	739,38 €
8/jan/15		4/fev/15	430,00	623,39 €
8/jan/15		5/fev/15	207,00	195,82 €
5/fev/15		3/mar/15	429,00	622,00 €
4/mar/15		2/abr/15	542,00	779,66 €

<b>Morada</b>	<b>Faturação: Início</b>	<b>Faturação: Fim</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da fatura (€)</b>
3	7/fev/14	5/mar/14	0,27	22,89 €
	6/mar/14	3/abr/14	0,00	21,73 €
	4/abr/14	6/mai/14	0,00	22,52 €
	7/mai/14	5/jun/14	0,00	22,52 €
	6/jun/14	3/jul/14	0,00	22,52 €
	4/jul/14	5/ago/14	0,00	22,52 €
	6/ago/14	3/set/14	0,00	22,52 €
	4/set/14	6/out/14	0,00	22,52 €
	7/out/14	6/nov/14	0,00	22,52 €
	7/nov/14	4/dez/14	0,00	22,52 €
	5/dez/14	7/jan/15	0,00	22,52 €
	5/dez/14	7/jan/15	83,00	138,48 €
	8/jan/15	5/fev/15	0,00	22,52 €
	6/fev/15	5/mar/15	0,00	26,27 €
	6/mar/15	7/abr/15	1,00	23,92 €
4	7/fev/14	6/mar/14	49,00	177,54 €
	7/mar/14	4/abr/14	122,00	-67,65 €
	5/abr/14	7/mai/14	43,00	157,98 €
	8/mai/14	4/jun/14	333,00	993,69 €
	5/jun/14	4/jul/14	161,00	557,27 €
	5/jul/14	6/ago/14	177,00	611,26 €
	7/ago/14	4/set/14	155,00	537,43 €
	5/set/14	7/out/14	0,00	23,79 €
	6/dez/14	8/jan/15	49,00	176,70 €
	9/jan/15	6/fev/15	255,00	708,90 €
	7/fev/15	6/mar/15	111,00	388,37 €

## 10.11. Anexo XI – Substituição da iluminação do piso 0 do Lar “B”

### A. Proposta 1 - T8 LED retrofit

	Poupança – Valor Absoluto	Poupança – Valores Percentuais
Poupança de consumo anual (kW)	16758	50,69 %
Poupança da fatura energética anual	2178,48 €	50,69 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	22,76 €	5,37 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	4528,45 €	2,1

	Qtd.	Investimento total (€)
<b>Fluorescente compacta E27 de 18W</b>	<b>34</b>	<b>1274,66</b>
Retrofit LED Aura Normal 12W Dim	34	1274,66
<b>Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>21</b>	<b>402,57</b>
Retrofit LED Aura T8 10W	21	402,57
<b>Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>76</b>	<b>1643,42</b>
Retrofit LED Aura T8 18W	76	1643,42
<b>Fluorescente tubular T8 de 58W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>56</b>	<b>1207,8</b>
Retrofit LED Aura T8 18W	56	1207,8
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>4528,45</b>

### B. Proposta 2 – Easy T8 long life

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	17558	53,11 %
Poupança da fatura energética anual	2282,51 €	53,11 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	-404,46 €	-95,45%
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	9343,29 €	5

	<b>Qtd.</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Fluorescente compacta E27 de 18W</b>	<b>34</b>	<b>1274,66</b>
Retrofit LED Aura Normal 12W Dim	34	1274,66
<b>Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>21</b>	<b>741,3</b>
Retrofit LED Easy T8 Long Life 9W	21	741,3
<b>Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>76</b>	<b>4218,76</b>
Retrofit LED Easy T8 Long Life 15W	76	4218,76
<b>Fluorescente tubular T8 de 58W, funcionamento com balastro ferromagnético</b>	<b>56</b>	<b>3108,56</b>
Retrofit LED Easy T8 Long Life 15W	56	3108,56
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>9343,28</b>

### C. Proposta 3 – Philips

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	18359	55,53 %
Poupança da fatura energética anual	2386,65	55,53 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	8632,62	3,6

	<b>Qtd</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>PERF 1500mm</b>	<b>56</b>	<b>3421,6</b>
Fluorescente tubular T8 de 58W, funcionamento com balastro ferromagnético	56	3421,6
<b>PERF 1200mm ROT</b>	<b>76</b>	<b>3714,88</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	76	3714,88
<b>PERF 600mm ROT</b>	<b>21</b>	<b>816,48</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	21	816,48
<b>D 6-40W E27 2700K*</b>	<b>34</b>	<b>679,66</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	34	679,66
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>8632,62</b>

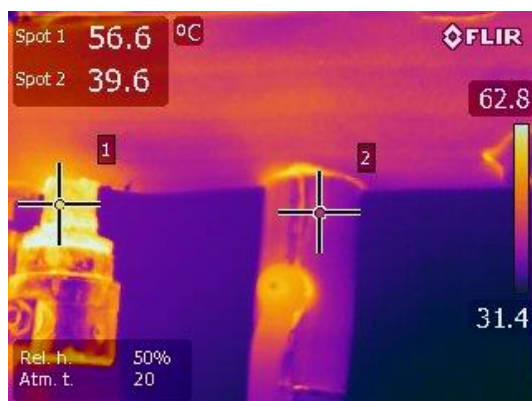
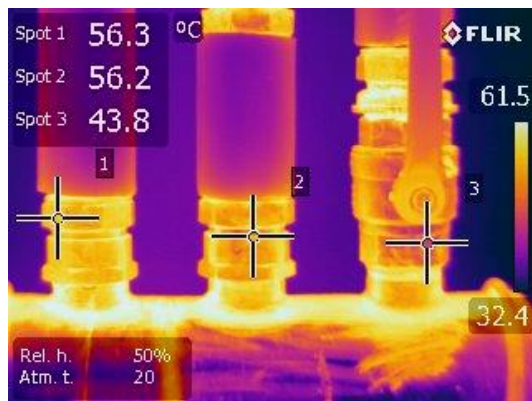
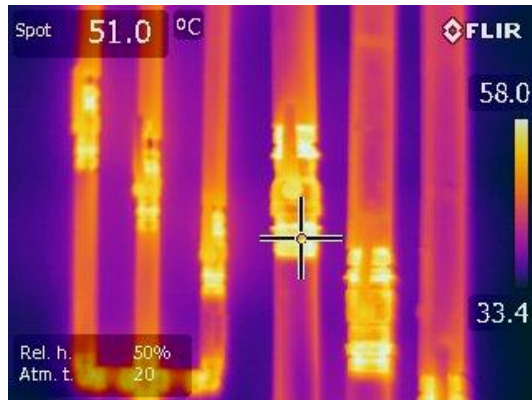
#### D. Proposta 4 – Fluorescentes tubulares T5

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	15690	51,15
Poupança da fatura energética anual	2039,66	51,15
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	2590,46	1,3

	<b>Qtd.</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Tubo T5 35W</b>	<b>56</b>	<b>1193,92</b>
Fluorescente tubular T8 de 58W, funcionamento com balastro ferromagnético	56	1193,92
<b>Tubo T5 22W</b>	<b>76</b>	<b>1140,76</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	76	1140,76
<b>Tubo T5 10W</b>	<b>21</b>	<b>255,78</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	21	255,78
<b>Total</b>	<b>153</b>	<b>2590,46</b>

## 10.12. Anexo XII – Inspeção termográfica no Lar “B”

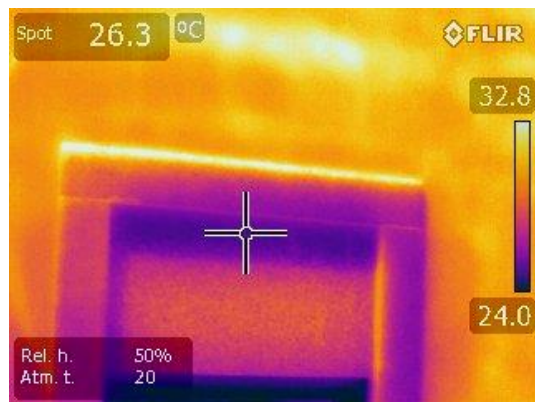
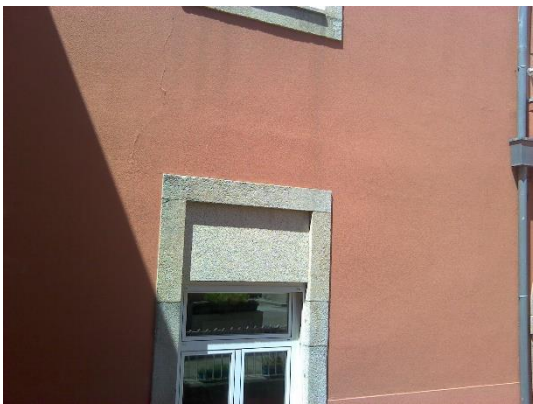
### A. Inspeção de tubagens e sistema de aquecimento



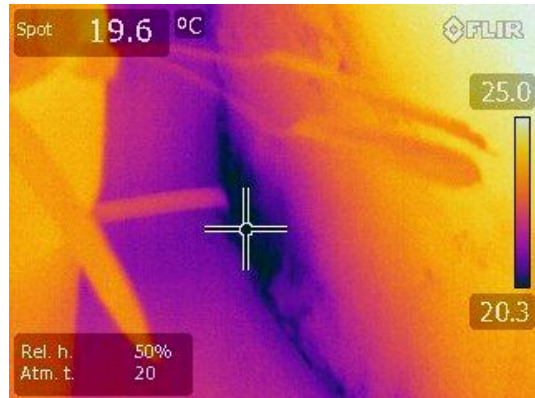
## B. Isolamento



## C. Detecção de fugas de ar



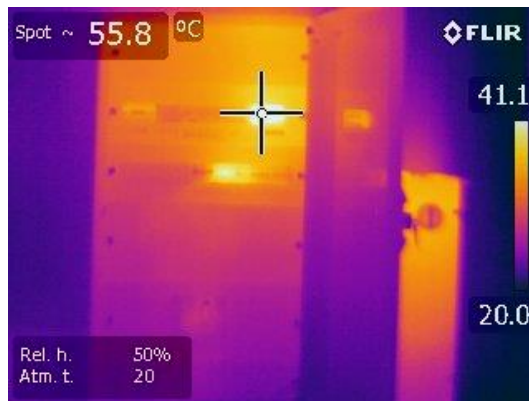
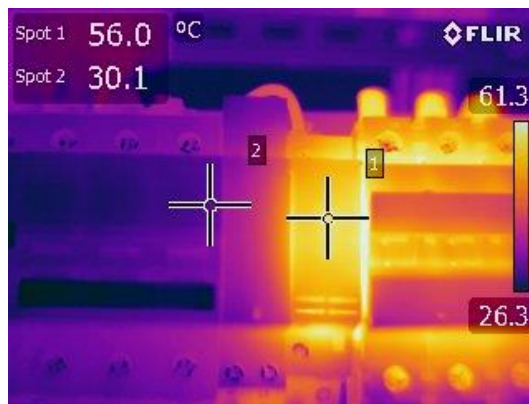
## D. Detecção de humidade



### E. Ligações elétricas



### F. Quadros Elétricos



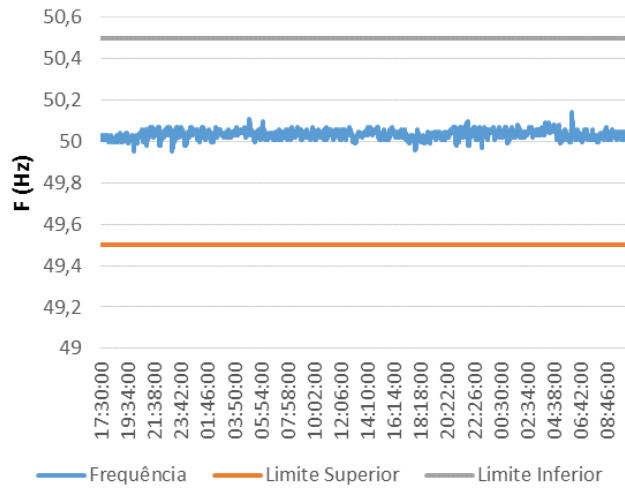
## 10.13. Anexo XIII – Quantidade de lâmpadas Lar “C”

	<b>Qtd.</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>P. Total (W)</b>
<b>PISO 0</b>	<b>131</b>	<b>38,5%</b>	<b>2995</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>88</b>	<b>25,9%</b>	<b>1317</b>
9	23	6,8%	207
13	30	8,8%	390
15	2	0,6%	30
18	21	6,2%	378
26	12	3,5%	312
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>33</b>	<b>9,7%</b>	<b>1222</b>
18	3	0,9%	54
36	26	7,6%	936
58	4	1,2%	232
<b>Lâmpada tubular B1</b>	<b>6</b>	<b>1,8%</b>	<b>360</b>
60	6	1,8%	360
<b>Fluorescente tubular T5</b>	<b>4</b>	<b>1,2%</b>	<b>96</b>
24	4	1,2%	96
<b>PISO 1</b>	<b>154</b>	<b>45,3%</b>	<b>4585</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>51</b>	<b>15,0%</b>	<b>777</b>
9	6	1,8%	54
13	29	8,5%	403
18	12	3,5%	216
26	4	1,2%	104
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>71</b>	<b>20,9%</b>	<b>1782</b>
18	50	14,7%	990
36	21	6,2%	792
<b>Lâmpada tubular B1</b>	<b>5</b>	<b>1,5%</b>	<b>360</b>
60	5	1,5%	360
<b>Fluorescente tubular T5</b>	<b>16</b>	<b>4,7%</b>	<b>784</b>
49	16	4,7%	784
<b>Halogéneo</b>	<b>4</b>	<b>1,2%</b>	<b>462</b>
42	4	1,2%	462
<b>Incandescente</b>	<b>7</b>	<b>2,1%</b>	<b>420</b>
60	7	2,1%	420

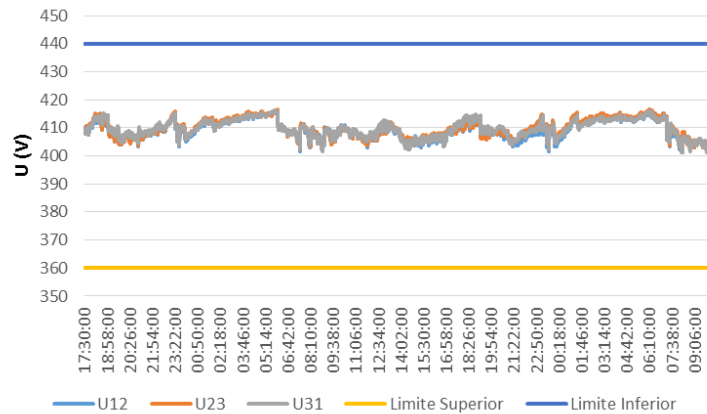
<b>PISO 2</b>	<b>55</b>	<b>16,2%</b>	<b>2213</b>
<b>Fluorescente compacta</b>	<b>17</b>	<b>5,0%</b>	<b>205</b>
9	4	1,2%	36
13	13	3,8%	169
<b>Fluorescente tubular T8</b>	<b>17</b>	<b>5,0%</b>	<b>432</b>
18	17	5,0%	432
<b>Lâmpada tubular B1</b>	<b>2</b>	<b>0,6%</b>	<b>120</b>
60	2	0,6%	120
<b>Halogéneo</b>	<b>18</b>	<b>5,3%</b>	<b>1386</b>
42	18	5,3%	1386
<b>Incandescente</b>	<b>1</b>	<b>0,3%</b>	<b>70</b>
70	1	0,3%	70
<b>Total Geral</b>	<b>340</b>	<b>100,0%</b>	<b>9793</b>

## 10.14. Anexo XIV – Qualidade da Energia do QP4 no Lar “C”

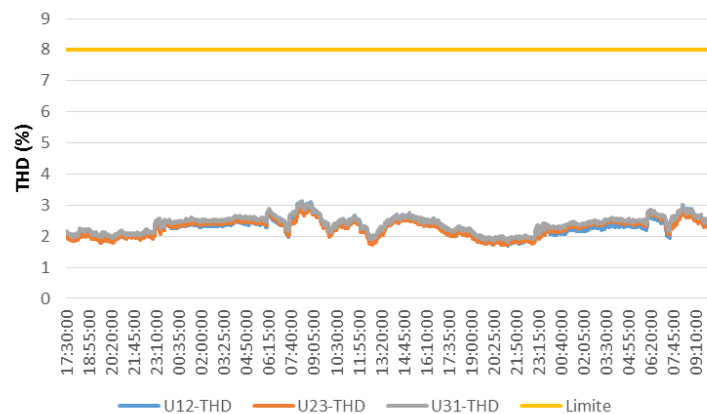
### Análise da frequência



### Análise da tensão de alimentação



### Análise da taxa de distorção harmônica (THD)



## 10.15. Anexo XV – Substituição da iluminação do piso 1 do Lar “C”

### A. Proposta 1 - T8 LED retrofit

	Poupança – Valor Absoluto	Poupança – Valores Percentuais
Poupança de consumo anual (kW)	3416	33,6 %
Poupança da fatura energética anual	444,13	33,6 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	-101,15	-64,41 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	2198,3	6,4

	Qtd	Investimento total (€)
<b>Retrofit LED Aura Normal 12W Dim</b>	<b>20</b>	<b>749,8</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	20	749,8
<b>Retrofit LED Aura T8 10W</b>	<b>45</b>	<b>862,65</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	45	862,65
<b>Retrofit LED Aura T8 18W</b>	<b>22</b>	<b>585,86</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	22	585,86
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>2198,31</b>

### B. Proposta 2 – Easy T8 long life

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	3849	37,82 %
Poupança da fatura energética anual	500,41	37,82 %
Poupança de custos de substituição de lâmpada	-148,70	-94,69
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	3559,52	10,1

	<b>Qtd</b>	<b>Investimento total (€)</b>
<b>Retrofit LED Aura Normal 12W Dim</b>	<b>20</b>	<b>749,8</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	20	749,8
<b>Retrofit LED Easy T8 Long Life 15W</b>	<b>22</b>	<b>1221,22</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	22	1221,22
<b>Retrofit LED Easy T8 Long Life 9W</b>	<b>45</b>	<b>1588,5</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	45	1588,5
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>3559,52</b>

### C. Proposta 3 – Philips

	<b>Poupança – Valor Absoluto</b>	<b>Poupança – Valores Percentuais</b>
Poupança de consumo anual (kW)	6066	59,6 %
Poupança da fatura energética anual	788,64	59,6 %
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos)	3224,76	4,1

	Qtd	Investimento total (€)
<b>PERF 1200mm ROT</b>	<b>22</b>	<b>1075,36</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	22	1075,36
<b>PERF 600mm ROT</b>	<b>45</b>	<b>1749,6</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	45	1749,6
<b>D 6-40W E27 2700K*</b>	<b>20</b>	<b>399,8</b>
Fluorescente compacta E27 de 18W	20	399,8
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>3224,76</b>

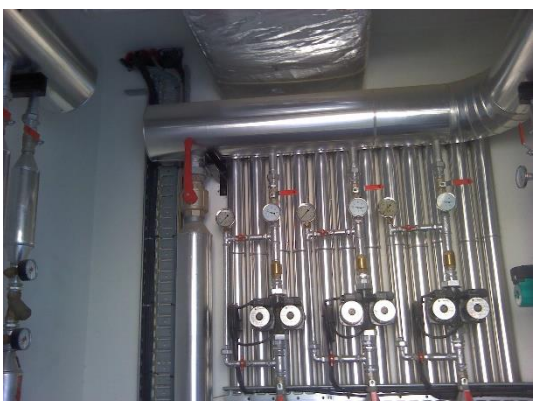
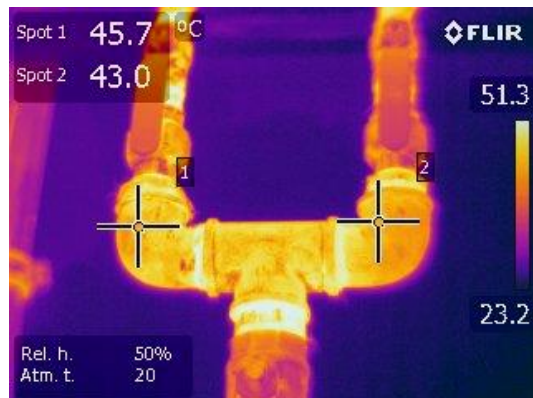
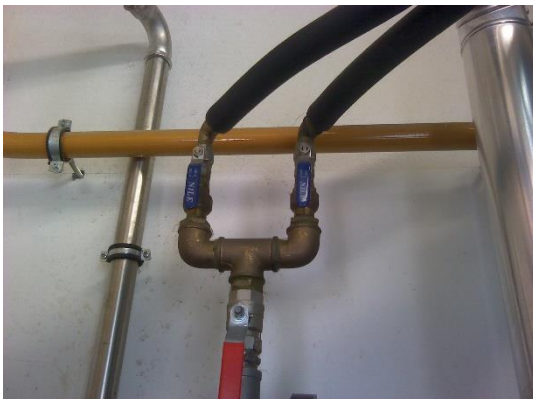
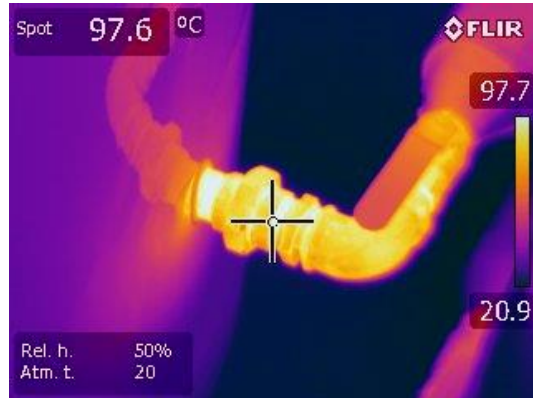
#### D. Proposta 4 – Fluorescentes tubulares T5

	Poupança – Valor Absoluto	Poupança – Valores Percentuais
Poupança de consumo anual (kW)	4604	55,82
Poupança da fatura energética anual	598,51	55,82
Investimento Inicial (€) / Retorno investimento (Anos) com substituição de lâmpada	878,32	1,5

	Qtd	Investimento total (€)
<b>Tubo T5 22W</b>	<b>22</b>	<b>330,22</b>
Fluorescente tubular T8 de 36W, funcionamento com balastro ferromagnético	22	330,22
<b>Tubo T5 10W</b>	<b>45</b>	<b>548,1</b>
Fluorescente tubular T8 de 18W, funcionamento com balastro ferromagnético	45	548,1
<b>Total Geral</b>	<b>67</b>	<b>878,32</b>

## 10.16. Anexo XVI – Inspeção termográfica no Lar “C”

### A. Inspeção de tubagens e sistema de aquecimento



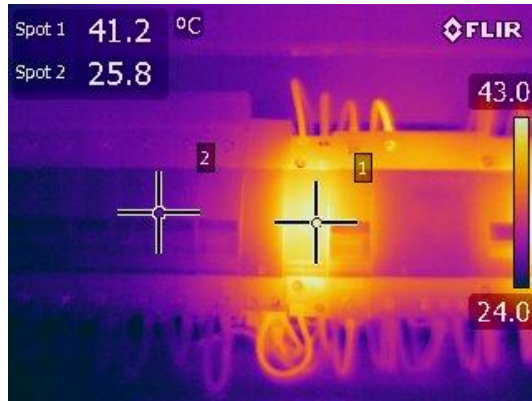
## B. Isolamento



## C. Detecção de fugas de ar



## D. Quadros Elétricos



## 10.17. Anexo XVII – Tipo de aquecimento e quantidade para os três lares

	Total Eq.	Percentagem (%)
<b>Ventiloconvector 1,5 kW</b>	<b>50</b>	<b>18,2%</b>
1	3	1,1%
2	2	0,7%
7	7	2,6%
8	8	2,9%
10	30	10,9%
<b>Radiador 11 elementos</b>	<b>39</b>	<b>14,2%</b>
1	1	0,4%
3	6	2,2%
5	5	1,8%
6	18	6,6%
9	9	3,3%
<b>Radiador 6 elementos</b>	<b>33</b>	<b>12,0%</b>
1	15	5,5%
2	4	1,5%
7	14	5,1%
<b>Radiador 7 elementos</b>	<b>17</b>	<b>6,2%</b>
1	15	5,5%
2	2	0,7%
<b>Radiador 5 elementos</b>	<b>17</b>	<b>6,2%</b>
1	17	6,2%
<b>Radiador 8 elementos</b>	<b>14</b>	<b>5,1%</b>
1	14	5,1%
<b>Radiador 10 elementos</b>	<b>14</b>	<b>5,1%</b>
1	5	1,8%
3	3	1,1%
6	6	2,2%
<b>Radiador 2 elementos</b>	<b>14</b>	<b>5,1%</b>
7	14	5,1%
<b>Radiador 12 elementos</b>	<b>12</b>	<b>4,4%</b>
1	3	1,1%
2	4	1,5%
5	5	1,8%
<b>Radiador 9 elementos</b>	<b>11</b>	<b>4,0%</b>
1	11	4,0%
<b>Ventiloconvector 2,5 kW</b>	<b>10</b>	<b>3,6%</b>
1	10	3,6%

<b>Radiador 4 elementos</b>	<b>10</b>	<b>3,6%</b>
1	4	1,5%
6	6	2,2%
<b>Radiador 18 elementos</b>	<b>8</b>	<b>2,9%</b>
1	8	2,9%
<b>Ventiloconvector 3 kW</b>	<b>6</b>	<b>2,2%</b>
1	6	2,2%
<b>Ventiloconvector 3,5 kW</b>	<b>5</b>	<b>1,8%</b>
1	5	1,8%
<b>Ventiloconvector 2 kW</b>	<b>4</b>	<b>1,5%</b>
1	4	1,5%
<b>Radiador 13 elementos</b>	<b>3</b>	<b>1,1%</b>
1	3	1,1%
<b>Radiador 14 elementos</b>	<b>3</b>	<b>1,1%</b>
1	3	1,1%
<b>Radiador 17 elementos</b>	<b>2</b>	<b>0,7%</b>
1	2	0,7%
<b>Radiador 3 elementos</b>	<b>1</b>	<b>0,4%</b>
1	1	0,4%
<b>Radiador 15 elementos</b>	<b>1</b>	<b>0,4%</b>
1	1	0,4%
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>100,0%</b>