



**Nuno Luís Taveira Ponces de Carvalho**

Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Avaliação do Potencial de Poupança de  
Energia Elétrica em Residências através de  
Monitorização Inteligente**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do  
Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira,  
Professor Auxiliar da FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas  
Arguente: Mestre Ana Rita António Gomes Antunes  
Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira



**Nuno Luís Taveira Ponces de Carvalho**

Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

## **Avaliação do Potencial de Poupança de Energia Elétrica em Residências através de Monitorização Inteligente**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira,  
Professor Auxiliar da FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas  
Arguente: Mestre Ana Rita António Gomes Antunes  
Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Dezembro 2013**





Copyright © Nuno Luís Taveira Ponces de Carvalho, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## **Agradecimentos**

Aos meus pais agradeço por todo o apoio incondicional que sempre me deram ao longo da vida, e às suas orientações e transmissão de valores que fazem de mim a pessoa que sou hoje.

Ao Prof. Doutor Francisco Ferreira, pelo valioso apoio que me foi dado na orientação da dissertação e pela sua disponibilidade para o esclarecimento de todas as questões, dúvidas e problemas que surgiram ao longo destes meses de trabalho. Agradeço-lhe também ter-se disponibilizado para estabelecer os contactos com a empresa ISA, fornecedora dos equipamentos de medida.

Ao Eng<sup>o</sup>. Nuno Martins da ISA Portugal pela disponibilização dos equipamentos de registo de consumo energético utilizados neste trabalho.

Às famílias que colaboraram no trabalho de campo, facultando-me o acesso às suas habitações para a realização das auditorias energéticas.

Ao Dr. Nuno Ponces de Carvalho e à Dra. Maria do Rosário Bernardo pela orientação dada na estruturação da presente dissertação.

À Eng<sup>a</sup>. Laura Carvalho pela ajuda no estabelecimento dos objetivos propostos para este trabalho

À minha amiga Patrícia pelo apoio contínuo que me deu ao longo de todo o trabalho e pela sua amizade.





## Resumo

O atual paradigma energético traduzido por um aumento constante da procura de energia elétrica e também por um constante aumento da fatura energética levaram a que se torne premente a necessidade de adotar medidas eficazes de redução destes custos.

A introdução de mecanismos inteligentes de medição (*smart meters*), como o Cloogy® no interior das habitações, surge como uma possibilidade de gestão dos consumos energéticos, potenciadora de reduções de custos.

O setor doméstico, ainda que não seja o principal consumidor de energia elétrica, é aquele em que cada pessoa, não apenas por conveniência pessoal mas também por dever de cidadania, pode contribuir para o aumento da poupança e eficiência energética.

Esta dissertação focou-se na análise do consumo de energia elétrica no setor doméstico e na avaliação do seu potencial de poupança. Recorrendo a um equipamento de monitorização inteligente, Cloogy®, foram realizadas 30 auditorias energéticas em habitações dos concelhos de Sintra, Amadora, Oeiras e Cascais. As auditorias consistiram na realização de um questionário e na instalação dos equipamentos de medição. Os consumos energéticos foram analisados em duas perspetivas: consumo global e consumo dos grandes eletrodomésticos e equipamentos de entretenimento. Ao nível do consumo global, foram analisadas as relações entre as características das famílias, como a dimensão do agregado familiar, e também das habitações, como o número de assoalhadas, com os respetivos consumos. Quanto à análise mais detalhada, esta focou-se nos consumos dos equipamentos de frio, máquinas de lavar loiça e roupa, televisões e alguns equipamentos de entretenimento como as *powerbox*, consolas de jogos, ou leitores de DVD. Por fim foram estimados os potenciais de poupança energética e económica das famílias em questão, associados à substituição dos seus equipamentos, por outros energeticamente mais eficientes, e da eliminação do consumo no modo *standby* da televisão e dos equipamentos de entretenimento.

Os principais resultados obtidos mostraram que os equipamentos de frio são os que têm maior peso no consumo global de uma habitação. A média de consumo pelos frigoríficos foi de 22,0% e das arcas de 26,2%. Quanto aos equipamentos de lavagem, a máquina de lavar roupa representou em média 3,9% do consumo global e a de lavar loiça 5,5%. Por fim a televisão e os equipamentos de entretenimento monitorizados representaram, respetivamente, 12,5% e 10,5%. De um modo geral, foi verificado que tanto as características das famílias como da habitação influenciam a quantidade de energia elétrica consumida. De todas, a dimensão do agregado, nível de rendimento, número de assoalhadas e tipologia da habitação, foram as que apresentaram uma relação mais direta.

Relativamente ao potencial de poupança estimado, os equipamentos de frio foram os que apresentaram poupanças mais significativas, entre os 6,9% e os 81% semanais para os frigoríficos e entre os 29% e os 85% para as arcas, pela sua substituição por um equipamento de classe energética superior. As máquinas de lavar apresentaram poupanças inferiores a rondar entre os 6% e os 69% para as máquinas de lavar roupa e entre os 17% e os 51% para as máquinas de lavar loiça. A substituição das televisões verificou-se inviável face ao elevado período de retorno. No potencial de poupança, associado à mudança de comportamentos, foi estimado através da anulação do consumo em modo *standby* da televisão e dos equipamentos de entretenimento, com o valor máximo verificado de 32% e 7,2% respetivamente.

A utilização do *smart meter* Cloogy® revelou-se bastante útil na obtenção dos dados de consumo dos equipamentos, que permitiram posteriormente a sua análise para fins de caracterização e estimativa dos seus potenciais de poupança.

**Palavras-chave:** Eficiência energética; setor doméstico; *smart meter*; consumo de eletricidade; Cloogy



## Abstract

The current energy paradigm translated by a steady increase in demand for electricity and also by a steady increase in energy costs led it to become an urgent need to adopt effective measures for reducing these costs.

The introduction of smart meters in the smart grid electricity or inside houses, such as Cloogy©, appears as a measure with great potential in the management of energy consumption and, consequently, a reduction in the electricity bill thus enabling reduction of energy costs in several economic sectors.

The domestic sector, although it is not the main consumer of electricity, is the one in which each person, not only for personal but also civic duty can contribute to increased efficiency.

This dissertation focused on the analysis of electricity consumption in the domestic sector and the potential savings assessment. Using a smart monitoring equipment, Cloogy ©, were conducted 30 energy audits in homes in the municipalities of Sintra, Amadora, Oeiras and Cascais. The audit consisted in conducting a survey and the installation of metering equipment. The energy consumption was analyzed in two perspectives: global consumption and consumption of major appliances and entertainment equipment. At the level of global consumption, we analyzed the relationships between household characteristics such as household size, and also housing, such as the number of rooms, with their respective consumption. The more detailed analysis, focused on consumption of refrigeration equipment, dishwashers and clothes, televisions and some entertainment equipment such as powerbox, game consoles or DVD players. Finally it was estimated the economic and energy potential savings of this families, associated with the replacement of their equipment, by another more energy efficient, and by eliminating the consumption in standby mode of television and entertainment equipment.

The main results showed that the refrigeration equipment are the ones with greater weight in the overall household energy consumption. The average representation of fridges was 22% and 26.2% for the freezers. As for washing equipment, the washing machine was on average 3.9% of global consumption and dishwasher 5.5%. Finally the television and entertainment equipment monitored represented, respectively, 12.5% and 10.5%. In general, it was found that both families and house characteristics influence the amount of electric power consumed. Of all the household size, income level, number of rooms and house type, showed a more direct relationship.

The estimated savings potential of the refrigeration equipment presented the most significant savings, between 6.9% and 81 % weekly for refrigerators and between 29 % and 85% for the freezers, with their replacement by an equipment with higher energy class. The washing machines had lower savings of around between 6 % and 69 % for washing machines and between 17 % and 51 % for dishwashers. The replacement of TV revealed to be unfeasible given the high return period. The potential savings associated with behavior change, was estimated by the annulment of consumption in standby mode of television and entertainment equipment, with the maximum value observed in 32% and 7.2% respectively.

The use of the smart meter Cloogy © proved to be useful obtaining equipment consumption data, allowing to subsequent analyze for the purpose of description and estimation of potential savings.

**Keywords:** Energy efficiency; domestic sector; *smart meter*; electricity consumption; Cloogy



## Índice de Matérias

Agradecimentos.....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Índice de Matérias .....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas .....	xv
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos .....	xvii
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos e âmbito .....	2
1.3. Organização da dissertação .....	2
2. Revisão da Literatura .....	3
2.1. Abordagem à revisão de literatura .....	3
2.2. Consumo de energia global.....	3
2.3. Consumo em Portugal.....	7
2.3.1 Consumo de energia elétrica.....	11
2.3.2 Consumo de energia no sector doméstico.....	12
2.4. Equipamentos domésticos .....	14
2.5. Consumos em <i>standby</i> e <i>off-mode</i> .....	18
2.6. Tarifas de energia e potência contratada.....	19
2.7. Uso eficiente de energia e eficiência energética nas habitações .....	20
2.7.1 Influência dos comportamentos no consumo energético eficiente .....	20
2.7.2 Utilização racional de energia .....	22
2.7.3 Eficiência dos equipamentos.....	23
2.7.4 Eliminação dos consumos em <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i> .....	25
2.8. Legislação nacional de eficiência energética na habitação .....	27
2.8.1 Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) .....	27
2.8.2 Revisão das metas do PNAEE.....	27
2.9. <i>Smart Grids</i> e <i>Smart Meters</i> .....	31
2.9.1 Prós e contras da utilização de <i>smart meters</i> .....	31
2.9.2 Cenário Nacional .....	33
2.9.3 Cenário Internacional .....	34
3. Metodologia.....	35
3.1. Auditorias energéticas nas habitações.....	36
3.2. Equipamentos de recolha.....	37
3.3. Questionário .....	38
3.4. Eletrodomésticos analisados.....	38
3.5. Recolha dos dados.....	38
3.6. Dificuldades encontradas no trabalho de campo .....	39
3.7. Tratamento dos dados recolhidos .....	39
4. Análise e discussão de resultados .....	41

4.1.	Enquadramento da análise e discussão de resultados.....	41
4.2.	Caracterização das famílias .....	42
4.3.	Caracterização do consumo global .....	43
4.4.	Caracterização dos equipamentos.....	52
4.4.1.	Equipamentos de frio.....	53
4.4.2.	Máquinas de lavar roupa .....	64
4.4.3.	Máquinas de lavar loiça.....	70
4.4.4.	Televisão .....	74
4.4.5.	Multimédia .....	79
4.5.	Utilização do Cloogy©.....	82
5.	Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....	85
	Referências Bibliográficas .....	89
	Anexo I.....	94
	Anexo II.....	102
	Anexo III.....	107

## Índice de Figuras

Figura 2.1 - Consumo global de energia primária, de acordo com o tipo de combustível, em milhões de toneladas equivalentes de petróleo (BP, 2012). .....	3
Figura 2.2 – Consumo de energia final, por regiões, em 1973 e 2010 (IEA, 2012). .....	4
Figura 2.3 – Consumo global de energia (EIA, 2011) .....	5
Figura 2.4 – Produção líquida de eletricidade por combustível (EIA, 2011). .....	6
Figura 2.5 – Produção global de energia elétrica (Enerdata, 2011). .....	6
Figura 2.6 – Distribuição da produção de energia elétrica global (Enerdata, 2011). .....	7
Figura 2.7– Consumo de energia primária por fonte em Portugal (EDP, 2012). .....	8
Figura 2.8 – Dependência energética de Portugal e média da EU-15 (Amador, 2010). .....	9
Figura 2.9 – Intensidade energética de Portugal e da média da UE27 (Eurostat, 2012). .....	10
Figura 2.10 – Distribuição do consumo de energia final por sector de actividade (INE, 2013) .....	10
Figura 2.11 – Consumo total de energia elétrica (kWh) (INE, 2012). .....	11
Figura 2.12 – Consumo de energia elétrica por sector em 2011 (PORDATA, 2012) .....	11
Figura 2.13 – Consumo de energia no sector doméstico por tipo de fonte (INE/DGEG, 2011). .....	12
Figura 2.14 – Distribuição da despesa com energia nas habitações por tipo de fonte (INE/DGEG, 2011). .....	13
Figura 2.15 - Agregados privados com os principais equipamentos domésticos (%) (PORDATA, 2011). .....	14
Figura 2.16 – Repartição dos consumos de eletricidade pelos diferentes usos finais (ADENE, 2012) .....	15
Figura 2.17 – Perfil de funcionamento de um combinado (DGGE, 2004). .....	15
Figura 2.18 – Ciclos de lavagem a altas e baixas temperatura; Consumo médio dos ciclos de lavagem a diferentes temperaturas (DGGE, 2004). .....	16
Figura 2.19 – Ciclo típico da máquina de secar roupa (DGGE, 2004). .....	16
Figura 2.20 – Ciclo típico da máquina de lavar loiça (DGGE, 2004). .....	17
Figura 2.21 - Repartição do consumo de eletricidade entre os equipamentos domésticos (Bertoldi & Atanasiu, 2007). .....	18
Figura 2.22 – Etiqueta energética antiga (à esquerda) e nova (à direita) do frigorífico. ....	24
Figura 2.23 – Exemplos de tomadas com botão de corte de corrente. ....	25
Figura 2.28 - Número de medidas de eficiência energética identificado por sector (INESCPORTO, 2012). .....	29
Figura 2.29 - Poupanças previstas de acordo com as 3 vertentes accionadas (ktep) (INESCPORTO, 2012). .....	29
Figura 2.30 - Benchmarking da utilização de indicadores top-down na Espanha, França e Alemanha (INESCPORTO, 2012). .....	30
Figura 2.31 – Estrutura de uma <i>Smart Grid</i> e suas potencialidades. (Toque da Ciência, 2012) .....	32
Figura 3.1 - Esquema da metodologia utilizada na realização da presente dissertação. ....	35
Figura 3.2 – Distribuição geográfica das auditorias .....	36
Figura 3.3 – Funcionamento do Cloogy <sup>®</sup> . .....	37
Figura 4.1 – Dimensão do agregado familiar .....	42
Figura 4.2 – Níveis de escolaridade da amostra .....	42
Figura 4.3 – Tipologia das habitações auditadas. ....	43
Figura 4.4 – Relação do consumo <i>per capita</i> por hora com o tamanho do agregado familiar. ....	43
Figura 4.5 – Distribuição do tipo de rendimento. ....	44
Figura 4.6 – Variação do consumo global com o rendimento mensal líquido do agregado. ....	45
Figura 4.7 – Relação do consumo global com a potência contratada. ....	46
Figura 4.8 – Variação do consumo global com o nível de escolaridade. ....	47
Figura 4.9 – Variação do consumo global de eletricidade com a tipologia da habitação. ....	47
Figura 4.10 – Variação do consumo de energia com o número de assoalhadas. ....	48
Figura 4.11 – Consumo anual das famílias. ....	49
Figura 4.12 – Comparação entre o valor do maior pico de consumo registado e o valor da potência contratada respetiva. ....	51
Figura 4.13 – Taxa de presença e ausência dos equipamentos nas habitações .....	53
Figura 4.14 – Consumo dos frigoríficos de acordo com a idade. ....	54
Figura 4.15 – Peso de cada frigorífico no consumo global da habitação e média da amostra. ....	55
Figura 4.16 – Comparação entre os consumos de um frigorífico antigo (em baixo) e um recente (em cima). .....	56
Figura 4.17 – Peso das arcas congeladoras no consumo total (%) e sua média. ....	59

Figura 4.18 – Comparação entre os consumos de uma arca congeladora com mais de 15 anos (em baixo) e uma do ano 2000 (em cima).....	61
Figura 4.19 – Consumo total da máquina de lavar roupa por agregado familiar.....	64
Figura 4.20 – Peso do consumo das máquinas de lavar no consumo global da habitação.....	66
Figura 4.21 – Classes das máquinas de lavar roupa da amostra.....	66
Figura 4.22 – Temperaturas utilizadas na lavagem da roupa.....	67
Figura 4.23 – Utilização do programador na lavagem da roupa.....	67
Figura 4.24 – Comparação entre os consumos das máquinas de lavar roupa a diferentes temperaturas (de cima para baixo, da esquerda para a direita, 30°C, 40°C e 60°C) .....	68
Figura 4.25 – Consumo das máquinas de lavar relativamente ao agregado.....	70
Figura 4.26 – Peso de cada máquina de lavar loiça no consumo global da habitação.....	71
Figura 4.27 – Temperaturas usadas pelas famílias na lavagem de loiça.....	71
Figura 4.28 – Utilização do temporizador na máquina de lavar loiça (à esquerda) e roupa (à direita). 72	
Figura 4.29 – Comparação entre os consumos das máquinas de lavar loiça a 30°C (à esquerda) e a 65°C (à direita).....	72
Figura 4.30 – Consumo das televisões consoante o agregado.....	74
Figura 4.31 - Peso das televisões no consumo global da habitação e média respetiva.....	75
Figura 4.32 – Distribuição do tipo de televisão na amostra.....	75
Figura 4.33 – Consumo por hora por tipo de televisão.....	76
Figura 4.34 – Consumo das televisões em modo <i>standby</i> .....	77
Figura 4.35 – Média do consumo em modo <i>standby</i> por tipo de televisão.....	78
Figura 4.36 – Consumo semanal dos equipamentos multimédia de duas famílias.....	80



## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Preço da energia (EDP Serviço Universal, 2013) em €/KWh .....	20
Tabela 2.2 – Produtos incluídos na proposta de regulamentação de consumos em stand-by e off-mode (adaptado de CE, 2008) .....	26
Tabela 3.1 - Número de famílias visitadas por freguesia .....	36
Tabela 4.1 – Identificação do rendimento mensal líquido do agregado. ....	44
Tabela 4.2 – Diferença entre os consumos diários obtidos pelas faturas energéticas e pelo registo das auditorias .....	50
Tabela 4.3 – Número de equipamentos presentes e ausentes nas habitações e de equipamentos monitorizados e não monitorizados .....	52
Tabela 4.4 – Diferença entre as taxas de presença dos equipamentos do IDEF e das auditorias realizadas. ....	53
Tabela 4.5 – Características dos frigoríficos para substituição .....	57
Tabela 4.6 – Poupança associada à substituição do frigorífico .....	58
Tabela 4.7 – Representatividade dos equipamentos de frio nas famílias com frigorífico e arca .....	60
Tabela 4.8 – Características das arcas congeladoras horizontais alternativas .....	62
Tabela 4.9 – Poupança associada à substituição da arca horizontal .....	62
Tabela 4.10 - Características das arcas congeladoras verticais alternativas .....	62
Tabela 4.11 - Poupança associada à substituição da arca vertical .....	63
Tabela 4.12 – Características das máquinas de lavar roupa alternativas .....	69
Tabela 4.13 – Poupança associada à substituição da máquina de lavar roupa .....	69
Tabela 4.14 - Características das máquinas de lavar loiça alternativas .....	73
Tabela 4.15 – Poupança associada à substituição das máquinas de lavar loiça .....	73
Tabela 4.16 – Cinco consumos em modo <i>standby</i> mais elevados das televisões da amostra .....	77
Tabela 4.17 – Consumo e peso no consumo global dos equipamentos multimédia .....	79
Tabela 4.18 – Poupança associada à eliminação do <i>standby</i> .....	81
Tabela 4.19 – Média e desvio padrão das diferenças entre os valores do sensor e do contador, por <i>kit</i> . .....	82
Tabela A 1 - Características registadas das famílias .....	94
Tabela A 2 - Características dos consumos registados e tempo de monitorização .....	95
Tabela A 3 - Consumos e características registadas dos frigoríficos .....	96
Tabela A 4 - Consumos e características registadas das arcas congeladoras .....	97
Tabela A 5 - Consumos e características registadas das máquinas de lavar roupa .....	98
Tabela A 6 - Consumos e características registadas das máquinas de lavar loiça .....	99
Tabela A 7 - Consumos e características registadas das televisões .....	100
Tabela A 8 - Consumos e características registadas dos equipamentos de multimédia e powerbox .....	101



## Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

ADENE	Agência para a Energia
AGEFE	Associação Empresarial dos Sectores Elétrico, Eletrodoméstico, Fotográfico e Eletrónico
AQS	Águas quentes sanitárias
BDJUR	Base de Dados Jurídica
BTN	Baixa Tensão Normal
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
EDP	Energias de Portugal
EEA	Agência Europeia do Ambiente
ENE	Estratégia Nacional para a Energia
EPBD	Directiva Desempenho Energético dos Edifícios
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
ESMA	<i>European Smart Metering Alliance</i>
FCT	Faculdade de Ciências e Tecnologias
FER	Fontes de Energia Renováveis
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GEOTA	Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
ICESD	Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico
IDEF	Inquérito às Despesas das Famílias
IEA	Agência Internacional do Ambiente
IEE	<i>Intelligent Energy Europe</i>
IEO	<i>International Energy Outlook</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISA	<i>Intelligence Sensing Anywhere</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PLC	<i>Power Line Communications</i>
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
REMODECE	<i>Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe</i>
REN	Rede Elétrica Nacional
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema de Certificação Energética
Tep	Tonelada equivalente de petróleo
UNL	Universidade Nova de Lisboa
URE	Utilização Racional de Energia



# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

O efeito de estufa, causado maioritariamente pelas atividades antropogénicas, é hoje em dia um fenómeno inequivocamente reconhecido pelos cientistas. As emissões de gases com efeito de estufa (GEE), resultantes da queima de combustíveis fósseis provocam o aquecimento gradual do planeta que poderá refletir-se em consequências sérias na preservação da vida tal qual como a conhecemos. A crescente procura de energia para satisfazer as necessidades das civilizações, potencia o aumento da concentração dos GEE, que por sua vez, originam processos de alterações climáticas (Barker, et al., 2005). Desta forma, torna-se necessário uma nova revolução energética, com soluções sustentáveis que integrem as dimensões económica, social e ambiental. Estas soluções passam pela produção de energia por fontes de energia renováveis (FER), redução de consumos e aumento da eficiência energética (Gillingham, et al., 2009).

A eficiência energética não só torna o país mais competitivo na diminuição da sua dependência energética, como também ajuda as empresas e as famílias na redução dos seus consumos e custos energéticos. A “Estratégia Europa 2020” surge assim como uma estratégia de desenvolvimento económico sustentável a longo prazo, que traça para Portugal as metas de -1% de emissões de GEE relativamente aos níveis de 2005, 31% de quota de energia proveniente de FER no consumo final bruto e 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projeção do consumo para 2020, mediante um aumento da eficiência energética (Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013).

O consumo *per capita* de energia elétrica no sector doméstico em Portugal tem vindo a aumentar desde 1990 (PORDATA, 2013), obrigando a um aumento da produção de energia através de investimentos no sistema electroprodutor. No entanto, direcionar os investimentos mais na área da poupança de energia do que na sua produção é, do ponto de vista ambiental e económico, o caminho mais certo a percorrer. Dos mais de três milhões de alojamentos que fizeram parte dos Censos 2011 e que representaram 30% do consumo de energia final em Portugal, 18% dizem respeito ao sector doméstico (INE/DGEG, 2011).

O sector doméstico em Portugal representa hoje em dia cerca de 28% do consumo nacional de energia elétrica (PORDATA, 2012). Este aumento do consumo deve-se principalmente ao aumento verificado do número de eletrodomésticos nas habitações, consequência do aumento das exigências do nível de conforto. Apesar do desenvolvimento da tecnologia associada à produção destes equipamentos, o seu aumento generalizado acaba por suprimir esta redução do consumo. De facto, o peso da energia elétrica no consumo total de energia no sector doméstico aumentou de 28% em 1996 para 43% em 2010 (INE/DGEG, 2011). Desta forma, a par do aumento da eficiência energética, a utilização racional de energia (URE) surge como outra estratégia que consiste em usar menos energia, satisfazendo de igual modo as necessidades básicas permitindo também a redução dos consumos deste sector.

Com os *media* a terem uma grande influência na distribuição da informação, as soluções de URE são fáceis de chegar ao conhecimento dos consumidores, de forma a alertá-los acerca das potenciais fontes de poupança energética existentes nas suas habitações e de sensibilizá-los para um uso mais eficiente da sua energia, bem como das vantagens económicas associadas.

A presente crise económica que se vive no país, deveria ser utilizada como uma oportunidade não de perda de conforto mas se mudança para melhores hábitos de consumo energético.

## **1.2. Objetivos e âmbito**

O objetivo desta dissertação consiste na análise do consumo de energia elétrica no sector doméstico, por parte dos grandes eletrodomésticos e equipamentos de multimédia, com base numa amostra de trinta habitações.

As questões tratadas neste estudo são:

1. Qual a representatividade dos grandes eletrodomésticos e do entretenimento no consumo global de uma habitação?
2. Qual a relação dos consumos dos equipamentos com as suas características e hábitos de consumo das famílias?
3. Qual o potencial de poupança associado à substituição de equipamentos e alteração de hábitos de consumo?
4. A utilização do Cloogy<sup>®</sup>, um equipamento de medição inteligente com registos contínuos, auxilia a responder às questões acima referidas?

Pretende-se assim fazer uma caracterização do consumo de energia elétrica no sector doméstico, avaliando também os consumos desnecessários e indicando, sempre que possível, como eliminá-los.

Os grandes eletrodomésticos consumidores de energia, os equipamentos tradicionais de entretenimento como televisão e acesso à internet, bem como os hábitos de utilização dos mesmos, fazem parte do âmbito desta dissertação, pois são dois aspetos fundamentais do consumo de energia elétrica e de quanto se pode poupar.

Do âmbito deste trabalho estão excluídos os consumos energéticos associados à iluminação, pequenos eletrodomésticos e aspetos construtivos das habitações.

## **1.3. Organização da dissertação**

A dissertação está organizada em seis capítulos. O primeiro capítulo, a introdução, define o enquadramento da temática central do trabalho que é a redução de consumos e a eficiência energética, e define o âmbito estabelecendo os objetivos a serem alcançados.

No capítulo 2, revisão de literatura, é feita uma breve revisão acerca do atual paradigma de consumo energético quer a nível mundial quer nacional, bem como a sua evolução ao longo do tempo. Os tópicos abordados posteriormente dizem respeito ao consumo energético nas habitações onde são mencionados os consumos dos grandes eletrodomésticos, televisões, equipamentos de entretenimento e medidas eficientes para a sua redução. É feito também um pequeno enquadramento da legislação aplicada à promoção da eficiência energética e dos resultados da sua aplicação.

O capítulo 3, metodologia, descreve o processo utilizado que serviu de base à análise dos dados para levar ao cumprimento dos objetivos propostos.

No capítulo 4, caracterização das auditorias, é mostrada a distribuição geográfica das auditorias energéticas efetuadas ao longo do período de recolha de dados, descrito o material utilizado para a sua realização e também as dificuldades encontradas no trabalho de campo.

No capítulo 5, são analisados e discutidos os resultados dos dados recolhidos e tratados do trabalho de campo para a fundamentação de conclusões que vão de encontro aos objetivos da dissertação.

No capítulo 6, conclusões e desenvolvimentos futuros, mencionam-se as principais conclusões resultantes do estudo realizado e propõem-se desenvolvimentos futuros.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1. Abordagem à revisão de literatura

Neste capítulo foi recolhida a informação necessária, para serem compreendidos alguns dos aspetos relacionados com a área energética e a sua eficiência.

De forma a enquadrar o objetivo deste estudo, foi feita uma caracterização do consumo de energia, a nível global, europeu e nacional, recorrendo a vários indicadores como a intensidade energética, a produção de energia por fontes renováveis, o consumo de energia primária e final e a dependência energética.

Dos diferentes sectores consumidores de energia, foi analisado e caracterizado o consumo do sector doméstico.

É feita também uma revisão de literatura acerca de medidas que promovem a poupança de energia, sejam de natureza legal ou a nível da sua utilização racional e também de eficiência energética, bem como os benefícios da sua aplicação na redução do consumo de energia.

### 2.2. Consumo de energia global

A energia primária é toda aquela que se encontra disponível na natureza, antes de ser transformada pelo homem, seja ela renovável (vento, sol ou mar) ou não renovável (carvão ou petróleo) (Müller, et al., 2011).

Após a transformação em gasolina, gasóleo, carvão vegetal ou eletricidade estas já são consideradas fontes de energia secundárias. O consumo de energia primária sofreu uma grande mudança com o início da Revolução Industrial no século XVIII. As máquinas a vapor proporcionaram um grande aumento na produção industrial e, dado que eram alimentadas a carvão, o aumento da utilização destas máquinas veio aumentar radicalmente o consumo de energia primária nos países mais industrializados. (Madureira, 2005 citado por Grilo, 2012:3).

Na figura seguinte é possível visualizar a evolução do consumo global de energia primária, para os diferentes tipos de energia, entre 1986 e 2011.

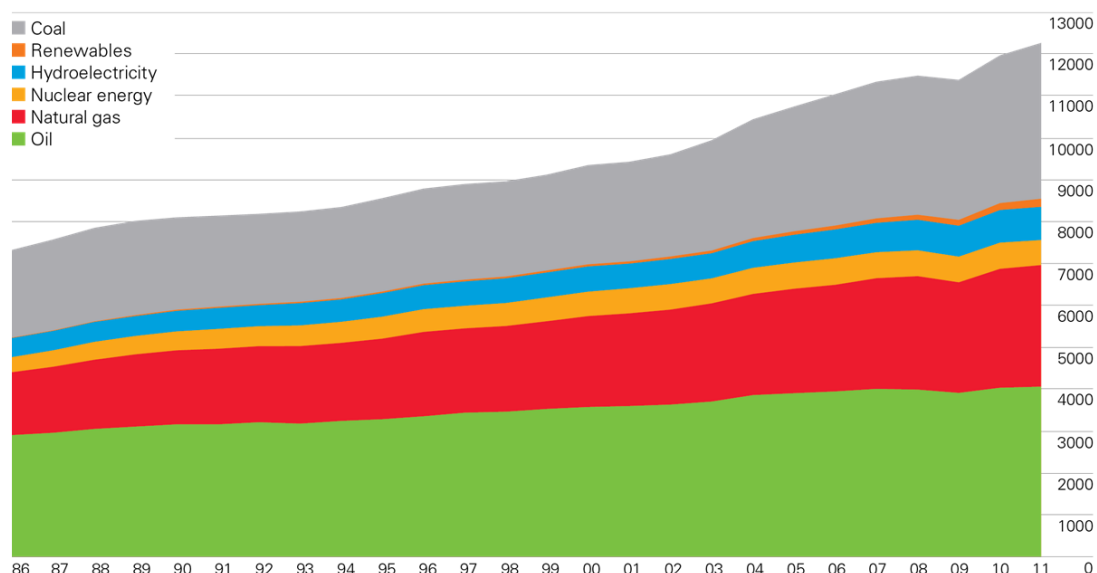


Figura 2.1 - Consumo global de energia primária, de acordo com o tipo de combustível, em milhões de toneladas equivalentes de petróleo (BP, 2012).

A Figura 2.1 mostra que, desde 1986 até 2011, o petróleo foi sempre o combustível mais utilizado, sem uma grande variação ao longo deste período. O carvão e o gás natural aparecem em segundo lugar, sendo que o carvão foi o que registou um maior aumento no seu consumo. De uma forma

geral, todos os combustíveis apresentam um crescimento do seu consumo a nível mundial ao longo das últimas décadas.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o consumo total de energia primária irá crescer cerca de 0,3% por ano desde 2010 até 2035, atingindo o valor de 16700 Mtoe no último ano (IEA, 2012).

A energia final é aquela que é disponibilizada ao utilizador final após a transformação da energia primária (por exemplo, gasolina, gás natural, eletricidade).

O consumo de energia final pode também ser desagregado pelas várias regiões do globo, como demonstrado na Figura 2.2.

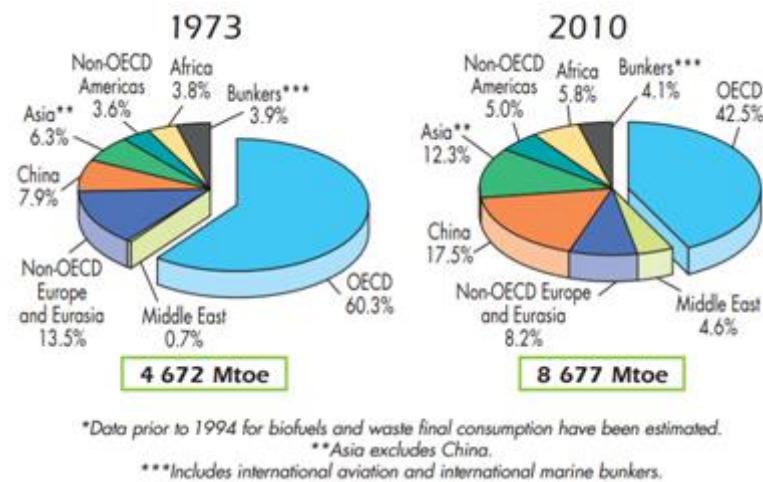


Figura 2.2 – Consumo de energia final, por regiões, em 1973 e 2010 (IEA, 2012).

Relativamente ao consumo mundial de energia final, mais de metade deste pertencia, em 1973, aos países membros da OCDE (24 países membros) com 60,3% do consumo total. Logo a seguir, e com uma grande diferença de valores, encontravam-se os países da Europa e Eurásia, que não eram na altura membros da OCDE, com 13,5%.

Passadas quase quatro décadas, em 2010, este padrão sofreu alterações significativas com os países membros da OCDE a reduzirem o seu consumo em 17,8% e com a China a aumentar 9,6%, bem como os restantes países da Ásia, África e países americanos não membros da OCDE que também aumentaram os seus consumos, ainda que de forma menos significativa.

Durante este período, o valor total de energia final consumida mundialmente quase que duplicou, passando de 4674 Mtep para 8677 Mtep durante o período considerado.



Na Figura 2.3 é possível avaliar a evolução do consumo global de energia, verificado e previsto, dividido entre os países membros da OCDE e os países não membros.

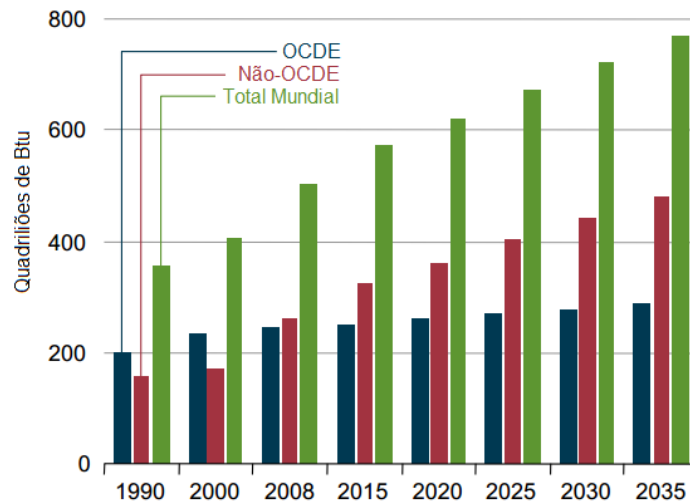


Figura 2.3 – Consumo global de energia para o cenário de políticas energéticas atuais (EIA, 2011)

O consumo mundial de energia prevê-se irá aumentar 53% entre o período de 2008 até 2035 num cenário com as políticas energéticas atuais. A crise financeira que se iniciou em 2008 provocou uma ligeira queda na procura no entanto, à medida que os países vão recuperando, a procura mundial de energia irá aumentar consideravelmente, como resultado do crescimento económico e da expansão da população nos países em desenvolvimento. Nas economias da OCDE, a procura irá crescer de forma lenta com uma taxa média anual de 0,6%, enquanto nas economias emergentes não membros da OCDE, haverá uma expansão média de 2,3% ao ano (EIA, 2011).

O ritmo da recuperação económica é variável consoante o país em questão. Enquanto nos EUA a recessão terminou oficialmente em Junho de 2009, a sua recuperação tem sido mais fraca relativamente às recessões anteriores. Na Europa verifica-se atualmente uma recuperação ainda mais fraca bem como no Japão que, após o terramoto de 11 de Março de 2011, vê a recuperação da sua economia ainda mais incerta. Em contraste com estes países, encontram-se as economias asiáticas não membros da OCDE. Prevê-se que em 2015 a maioria dos países terá recuperado as suas taxas de crescimento a longo prazo. Com o PIB mundial a crescer em média 3,4% ao ano, entre 2008 e 2035, as economias dos países não membros da OCDE terão uma taxa média de crescimento de 4,6% enquanto as economias da OCDE 2,1% ao ano (EIA, 2011).

O consumo de energia em 2008 dos países não membros da OCDE foi 7% superior ao dos países membros e, se esta tendência se mantiver, em 2020 essa percentagem irá aumentar para 38% e para 67% em 2035. Ou seja, nas próximas décadas, o futuro do consumo global de energia será conduzido pelos países em desenvolvimento não membros da OCDE (EIA, 2011).

A eletricidade é de todas as formas de consumo final de energia, a que mais rapidamente tem crescido ao longo das últimas décadas. Segundo a Agência de Investigação Ambiental (EIA), a sua produção líquida global irá aumentar a uma taxa de 2,3% ao ano, para o período de 2008 até 2035, enquanto a procura crescerá 1,6% ao ano.

A maior parte da produção nos próximos anos irá verificar-se nos países não membros da OCDE, com uma taxa média anual de 3,3%. Já nos países membros a taxa de produção média anual será de 1,2%, para o período considerado, visto que as infraestruturas tendem a ser cada vez mais eficientes e o crescimento populacional tem vindo a abrandar (EIA,2011).

A Figura 2.4 mostra a previsão da produção líquida de eletricidade por tipo de combustível até 2035.

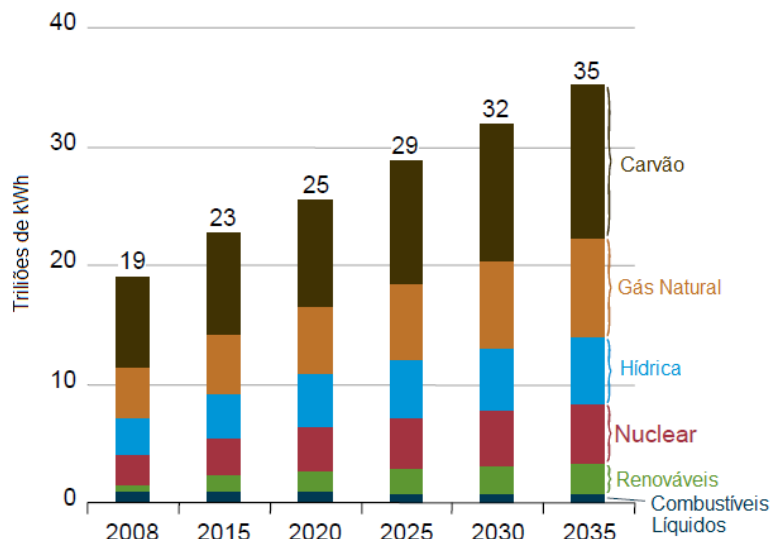


Figura 2.4 – Produção líquida de eletricidade por combustível (EIA, 2011).

Para o período de referência do estudo do International Energy Outlook 2011 (EIA, 2011), o carvão é de todos os combustíveis o que mais contribuirá para a produção de energia elétrica, ainda que o seu contributo vá decrescendo, de 40% em 2008 para 37% em 2035. Tirando os combustíveis líquidos, todas as outras formas de combustível irão aumentar a sua parcela de contribuição na produção de eletricidade.

De todas as fontes de produção de energia elétrica, as renováveis serão aquelas com maior taxa de crescimento anual, no valor de 3,0% ultrapassando as taxas do gás natural (2,6%), nuclear (2,4%) e do carvão (1,9%). Esta evolução é resultado do aumento dos investimentos e incentivos das políticas governamentais em todo o mundo, que vão promovendo a construção de infraestruturas produtoras de energia por fontes renováveis (EIA,2011).

A produção global de energia elétrica tem vindo a aumentar de forma gradual desde 1990, como demonstrado na Figura 2.5.

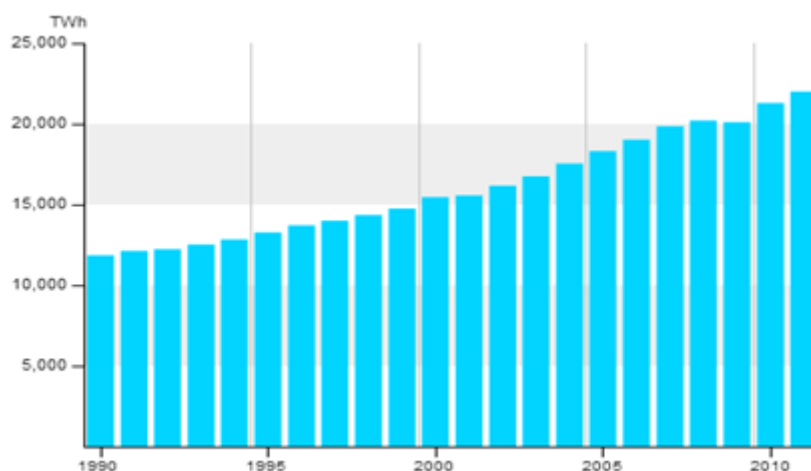


Figura 2.5 – Produção global de energia elétrica (Enerdata, 2011).

Em 2011 foram produzidos 22 006 TWh, valor mais alto dos últimos 21 anos. O crescimento durante esse período foi de 10 159 TWh.

A China é atualmente a maior produtora de energia elétrica, com 21% da produção total, seguida dos EUA com 20%. A Índia tem subido no ranking aproximando-se do Japão, com 5% da produção mundial, que perdeu o seu terceiro lugar para a Rússia após a queda na sua produção, de 4,7%, como consequência do terremoto em Março de 2011.

Devido à crise económica, na Europa verificou-se também uma diminuição em cerca de 1.8% que, a juntar à queda dos EUA (-0,5%) e Japão, fez com que a participação dos países membros da OCDE na produção global de energia elétrica caísse de 51% para 49% (Château, et al., 2011). Na Figura 2.6 está representada a distribuição da produção de energia elétrica global.

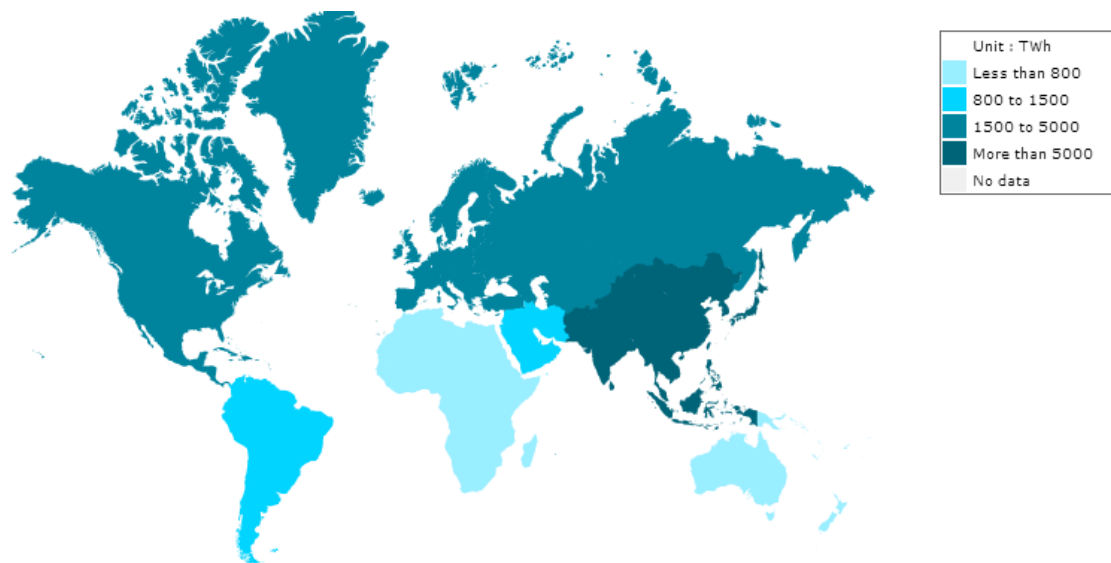


Figura 2.6 – Distribuição da produção de energia elétrica global (Enerdata, 2011).

Atualmente a população mundial ultrapassa os 7 mil milhões de pessoas e, apesar da constante evolução social, económica e tecnológica, cerca de 1300 milhões ainda não têm acesso à energia elétrica. Em apenas 10 países, quatro na Ásia e seis em África, estão representados dois terços da população que não dispõem de eletricidade. Apesar das metas definidas pelas Nações Unidas em 2012, considerado o Ano Internacional da Energia Sustentável para Todos, prevê-se que quase mil milhões de pessoas não terão acesso à energia elétrica em 2030 (IEA, 2012).

### 2.3. Consumo em Portugal

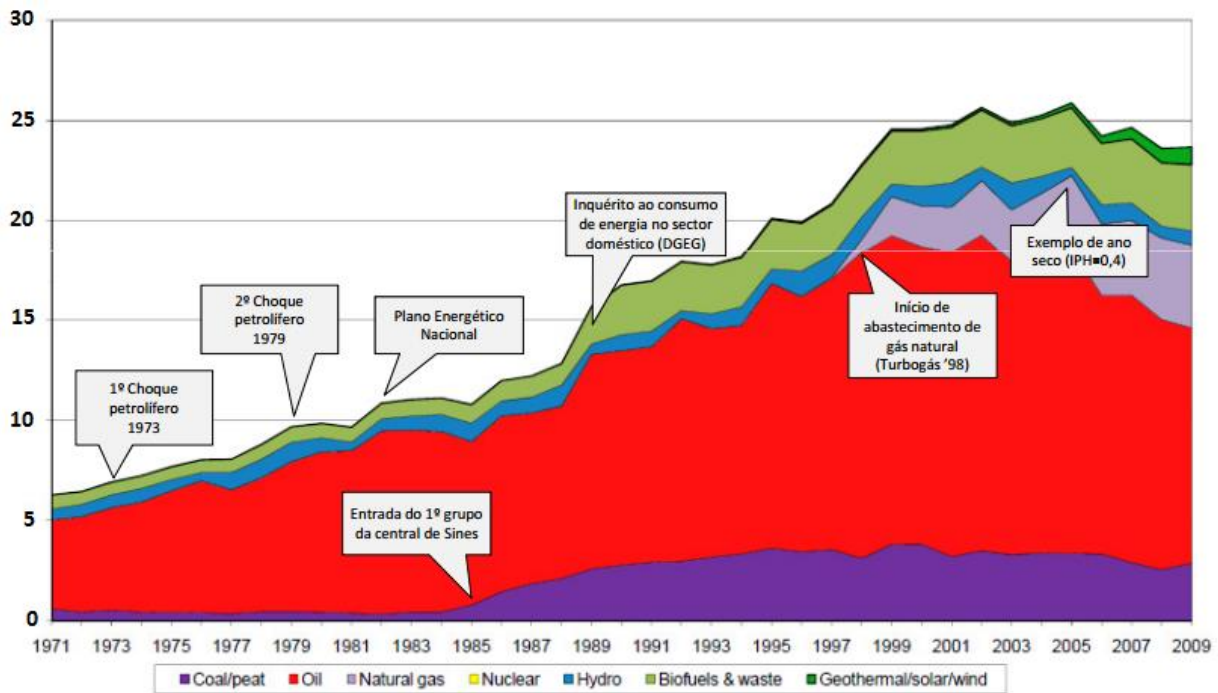
O consumo de energia primária tem vindo igualmente a aumentar em Portugal. Ao longo de mais de trinta anos, no período de 1971 a 2005, o consumo de energia primária aumentou. Em 1971 o consumo total foi de 5,9 Mtep subindo acima dos 25 Mtep em 2005 (DGEG, 2011).

De todas as formas de energia, o petróleo foi sempre a mais consumida. Com quase 5 Mtep em 1971, o seu consumo atingiu o valor máximo de 15 Mtep em 1999 e 2002.

Em 1985, com a entrada do primeiro grupo gerador da central de Sines, o consumo de carvão aumentou desde menos de 1 Mtep até aos 3 Mtep em 1999 e 2000. A partir de meados dos anos 90, começou-se a investir na importação de gás natural por forma a diminuir a dependência do petróleo.

Em relação aos valores de 1990, em 2007 o consumo total de energia primária aumentou 44% (Vilão, et al., 2010).

Mtep, 1971-2009



Entre 2005 e 2007 verificou-se um decréscimo do consumo de todas as formas de energia. Em 2007 esta tendência alterou-se verificando-se um acréscimo de cerca de 10%, tanto no consumo como nas importações de energia primária (Vilão, et al., 2010).

Em 2010, o petróleo representava cerca de 50% do consumo total. Relativamente às outras formas de energia, para o mesmo ano, as energias renováveis pesavam 22,8%, o gás natural 19,7% e o carvão 7,2% de todo o consumo de energia primária (DGEG, 2011).

Apesar da parcela de energias renováveis ter aumentado consideravelmente a partir dos anos 90, verificamos que ainda não representa uma parte muito significativa, do consumo total de energia, que é ocupada pelos derivados do petróleo.

Portugal é um país escasso em recursos de origem fóssil o que conduz a uma forte dependência energética. Desde 1964 até 2008 os valores de importação de energia primária nunca baixaram dos 80%, valores muito acima da média europeia (53,9 %, em 2009). No entanto, o país tem um elevado potencial de energias renováveis, o que torna imperativo aumentar os investimentos nestas áreas com o objetivo de diminuir as importações energéticas (Vilão, et al., 2010). A taxa de dependência tem vindo a diminuir desde 2005, apesar de uma pequena subida em 2008 relativamente ao ano anterior sendo que, em 2010, atingiu a percentagem mais baixa (76,7%) (DGEG, 2012). A evolução da dependência energética de Portugal e da média da EU-15 está representada na Figura 2.8.

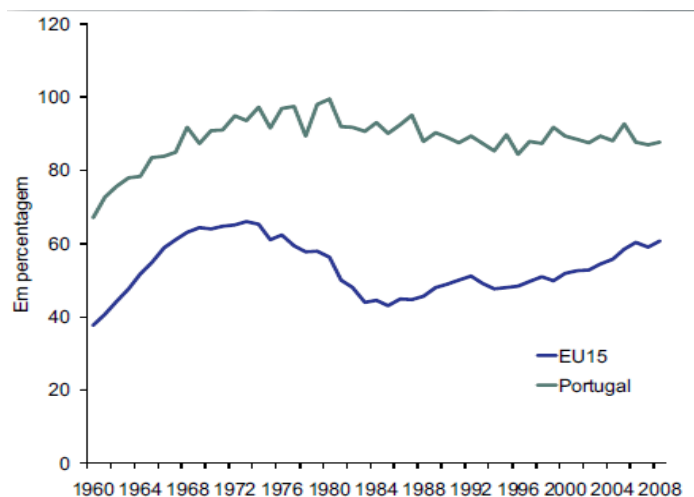


Figura 2.8 – Dependência energética de Portugal e média da EU-15 (Amador, 2010).

O crescimento económico está relacionado com o aumento do consumo energético. As crescentes preocupações associadas ao desenvolvimento sustentável e às alterações climáticas tornaram necessária a implementação de medidas que promovam a dissociação entre estas duas variáveis. A intensidade energética é um indicador obtido pelo rácio entre o consumo de energia numa economia e o seu PIB. Quanto menor for a intensidade energética, maior será a eficiência energética dessa economia (Eco EDP, 2013).

Em Portugal foi registada uma tendência crescente, desde 1960 até meados dos anos 90, da sua intensidade energética seguida de um período de alguma estabilização (Amador, 2010).

A partir de 2005 começa a verificar-se uma descida da intensidade energética que se mantém até aos dias de hoje.

Como referido anteriormente, a crise económica que se iniciou em 2008 deu origem a uma quebra no consumo de energia, pelo que não podemos associar ao decréscimo da intensidade energética do país o aumento da sua eficiência. No entanto, a diminuição ocorrida antes desse período é de facto resultado do aumento da eficiência na economia. Infelizmente esta descida ainda não chega para alcançar o mesmo nível de intensidade que a média dos países da união europeia (UE-27) de 60%. Desde 1998 que Portugal se encontra acima da maioria dos países europeus levando a concluir que o país possui uma economia menos eficiente em termos energéticos que a média europeia.

O consumo total de energia primária na UE-27 cresceu a uma taxa média anual de 0,3% entre 1990 e 2010, enquanto o PIB cresceu com uma taxa 1,8% ao ano. Desta forma, a intensidade energética europeia diminuiu, durante este período, a uma taxa anual de 1,5% (EEA, 2012).

Em 2010, a intensidade total de energia primária da EU-27 foi 26% menos do que o valor registado em 1990. Esta redução tem maior incidência no período entre 1996 e 2000, caracterizado por um forte crescimento económico em vez de uma redução no consumo de energia (EEA, 2012).

A Figura 2.9 apresenta a evolução comparativa da intensidade energética em Portugal e na UE-27 entre 1995 e 2010.

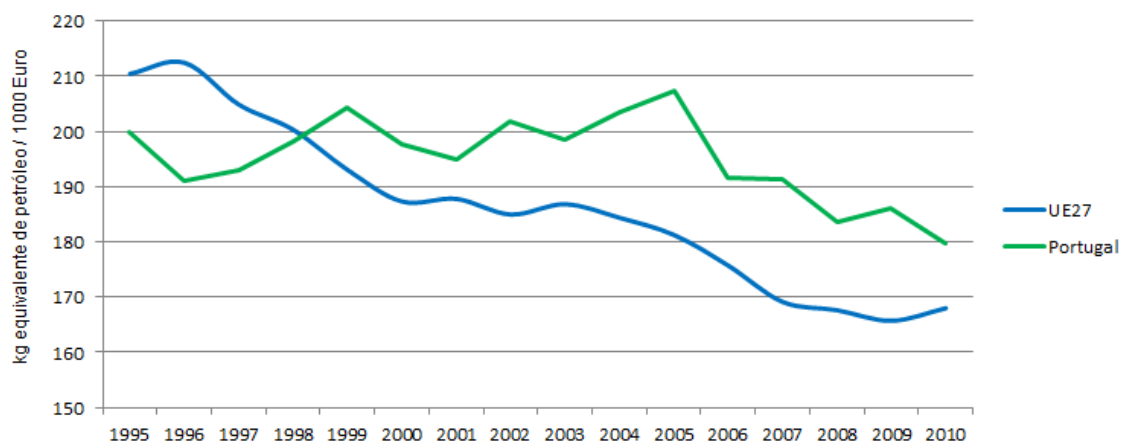


Figura 2.9 – Intensidade energética de Portugal e da média da UE27 (Eurostat, 2012).

A energia total final consumida por uma economia é distribuída pelos diversos sectores que a utilizam. A determinação dessa distribuição permite-nos ter uma perspetiva geral da quantidade de energia que é exigida por cada sector.

A Figura 2.10 mostra a distribuição, por cada sector económico, da energia consumida em 2011.

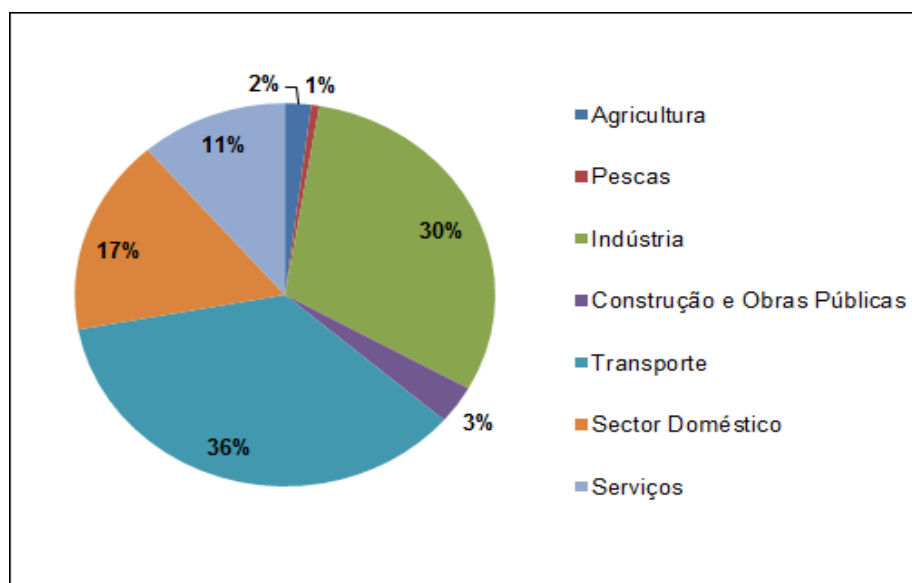


Figura 2.10 – Distribuição do consumo de energia final por sector de actividade (INE, 2013)

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2011 Portugal consumiu 16 912 ktep de energia final. A maior parte foi consumida pelos sectores do transporte (36%) e da indústria (30%) com o sector doméstico a ser o terceiro com maior consumo (17%). A agricultura, pescas, construção, transporte e serviços representam os restantes 17%.

No capítulo 2.3.2 será analisado com mais detalhe o consumo no sector doméstico, por fazer parte do âmbito desta dissertação.

### 2.3.1 Consumo de energia elétrica

Em Portugal, à semelhança do que se verifica no resto do mundo, o consumo de energia elétrica tem aumentado ao longo dos anos. Atualmente, existem mais de 6,1 milhões de consumidores, a maioria em Baixa Tensão (REN, 2012). O valor mais alto registado foi, em 2010, de 50 612 GWh. Com uma diferença de 21 924 GWh em relação a 1994, o aumento do consumo de eletricidade tornou-se mais irregular a partir de 2007, com quebras e aumentos de consumo até 2011.

Na Figura 2.11 está representada graficamente a evolução do consumo total de energia elétrica ao longo de quase duas décadas.

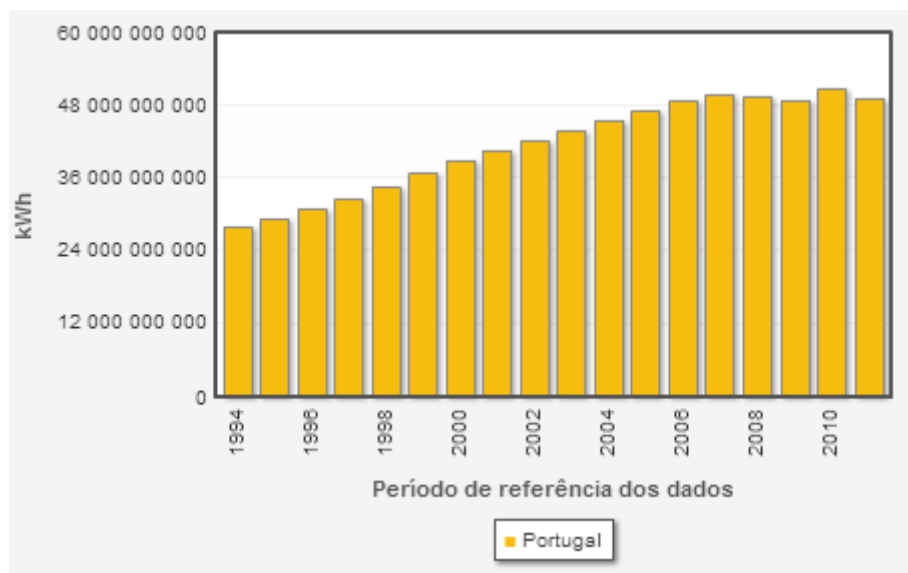


Figura 2.11 – Consumo total de energia elétrica (kWh) (INE, 2012).

O consumo de eletricidade nos diferentes sectores da atividade económica em Portugal encontra-se representado no gráfico abaixo.

A agricultura, a indústria e o sector doméstico são alguns exemplos onde a energia elétrica é consumida numa economia e em quantidades distintas.

A Figura 2.12 mostra que a fatia mais importante do consumo é da responsabilidade do sector industrial (36%) seguido dos sectores doméstico (28%) e do não-doméstico (24%). Apenas estes três sectores representam 88% do consumo total de energia elétrica do país.

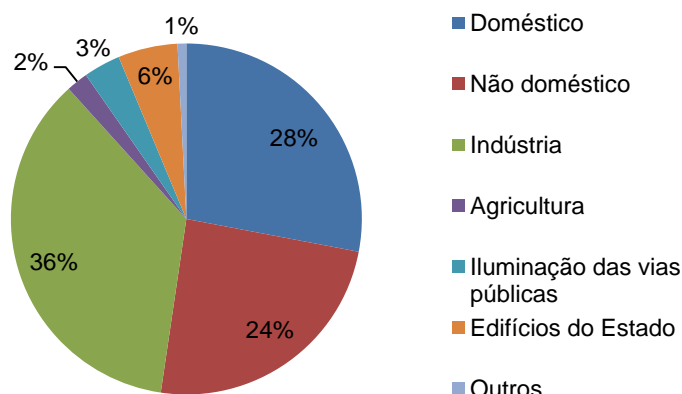


Figura 2.12 – Consumo de energia elétrica por sector em 2011 (PORDATA, 2012)

Em 2008 verificou-se uma quebra na tendência crescente do consumo total de energia elétrica dos últimos dez anos (-1,0%), ainda que o número total de consumidores tenha aumentado 0,7%. Em



2009, além do decréscimo de 0,8% no consumo de eletricidade, este foi acompanhado, pela primeira vez, por um decréscimo no número de consumidores de 0,02%. (INE, 2011).

O sector industrial foi dos que mais sofreu com a crise económica. Em 2009 viu o seu número de consumidores a diminuir 14,1% relativamente ao ano anterior, representando 16 965 consumidores a menos, bem como uma queda de 2,4% no consumo de energia elétrica.

O sector doméstico foi o único que registou um acréscimo em 2009 do número de consumidores (0,8%) ao mesmo tempo que o consumo de eletricidade também aumentou (1,8%). Apesar de não ter o maior consumo, é o que tem a maior percentagem de consumidores (84,8% do total) (INE, 2011).

### 2.3.2 Consumo de energia no sector doméstico

Com o sector doméstico a ser o enfoque principal nesta dissertação, serão analisados os vários tipos de consumo energético deste sector, bem como as principais medidas sustentáveis que visam a poupança económica e de energia das famílias portuguesas.

Nas habitações portuguesas a energia consumida provém de várias fontes. Segundo o Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico (ICESD), a eletricidade é, desde 2003, a principal forma de energia consumida representando 43% do consumo total em 2010. Até 2002 a lenha representava a fonte de energia mais consumida, tendo sofrido a maior queda no fim dos anos 80 e início dos anos 90 no período entre 1989 e 2009. Atualmente representa 24% do consumo total (INE/DGEG, 2011).

O carvão é, de todas as formas de energia, a que tem menos representatividade ao nível do seu consumo no sector doméstico (0,2%) sendo que a maior parte (94%) corresponde a carvão vegetal.

A energia solar térmica contribui ainda de forma muito pouco significativa com apenas 1% do consumo total de energia nas habitações.

Desta forma, as fontes de energia renovável representam  $\frac{1}{4}$  do consumo de energia no sector doméstico com a lenha a ser o maior representante desse consumo (INE/DGEG, 2011).

A terceira maior fonte de energia consumida nas habitações é o GPL, em garrafa ou canalizado. O GPL garrafa propano foi o que teve maior representatividade, com o valor de 87.738 tep consumidos, em 2010 (INE, 2011).

O consumo de GPL representou 19% do consumo total de energia nas habitações em 2010 (INE/DGEG, 2011).

Na Figura 2.13 está representada a contribuição de cada fonte de energia para o consumo total no sector doméstico.

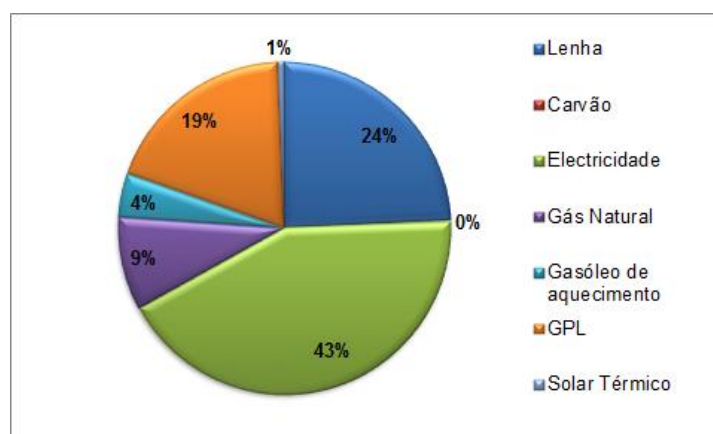


Figura 2.13 – Consumo de energia no sector doméstico por tipo de fonte (INE/DGEG, 2011).

No período de referência do ICESD (Outubro de 2009 a Setembro de 2010), o consumo total de eletricidade atingiu os 14 442 kWh correspondendo a uma despesa de mais de 2 mil milhões de euros, uma vez que a energia elétrica é consumida em 99,9% dos alojamentos (INE/DGEG, 2011).



Na Figura 2.14 é possível visualizar a distribuição da despesa de cada tipo de fonte de energia nos alojamentos.

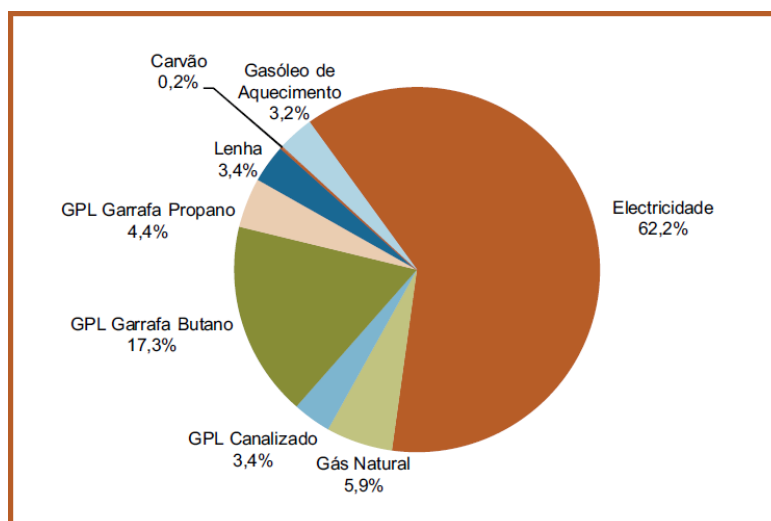


Figura 2.14 – Distribuição da despesa com energia nas habitações por tipo de fonte (INE/DGEG, 2011).

Pela análise da figura acima observa-se que a eletricidade é o tipo de energia que mais pesa na fatura energética, representando 62,2% da despesa total nas habitações em Portugal.

Apesar de a lenha ser consumida em maior quantidade que o GPL, no que à despesa diz respeito esta fica atrás com uma despesa total de 114 milhões de euros relativamente aos 571 milhões de euros só de GPL garrafa butano. A lenha é portanto a fonte de energia com menor custo unitário dado que a relação entre o consumo e a despesa é a mais pequena de todas as fontes de energia utilizada (24% de consumo para 3,4% de despesa total).

Todas as outras formas de energia têm uma representatividade ainda menor na despesa total, com o gás natural a representar 5,9%, o GPL garrafa propano e o GPL canalizado com 4,4% e 3,4 % respetivamente, o gasóleo de aquecimento 3,2% e finalmente o carvão a representar apenas 0,2%.

Em Portugal, o sector doméstico, constituído por 3,9 milhões de alojamentos, é responsável por 30% do consumo total de eletricidade. Por representar uma parte considerável, é importante que o seu consumo seja racional e moderado, alcançando assim uma maior eficiência energética e contribuindo, de forma indireta, para a diminuição das emissões dos GEE para a atmosfera (ADENE, 2012).

Dentro dos principais fatores responsáveis pelo crescimento no consumo da eletricidade nas habitações estão (JRC, 2007):

- Maior aquisição de equipamentos (máquinas de lavar e de secar, computadores, equipamentos de frio e equipamentos de ar condicionado) e de tecnologias de informação e comunicação (leitores de DVD, descodificadores de televisão, equipamentos de banda larga, telefones sem fios etc.), muitos deles com consumos consideráveis em modo *standby*.
- Aumento do período de utilização dos equipamentos eletrónicos, quer seja no número de horas a ver televisão ou no computador (derivado do aumento do teletrabalho, diversidade de programas televisivos ou utilização da internet) como também no uso mais frequente das máquinas de lavar e secar.
- Duplicação ou triplicação de alguns equipamentos nomeadamente, televisões, frigoríficos e computadores.
- Aumento do número de habitações mais espaçosas que requerem mais e melhores meios de climatização, principalmente para a população idosa que passa mais tempo dentro de casa e são mais sensíveis às variações de temperaturas, necessitando portanto, de um maior aquecimento no Inverno e arrefecimento no Verão.

## 2.4. Equipamentos domésticos

Os eletrodomésticos são, desde há muitos anos, uma presença quase obrigatória nas habitações. As funções desempenhadas por estes equipamentos visam facilitar a vida das pessoas, proporcionando melhores condições de conforto e qualidade de vida.

O aumento da taxa de presença de cada um dos equipamentos deveu-se maioritariamente ao aumento do rendimento das famílias, acompanhado da crescente diversidade de modelos no mercado com eficiências muito diferentes. Estes aspetos proporcionaram o aumento desnecessário do consumo de energia elétrica (DGGE, 2004).

Na Figura 2.15 está representada a evolução da taxa de presença dos principais eletrodomésticos nas habitações em Portugal.

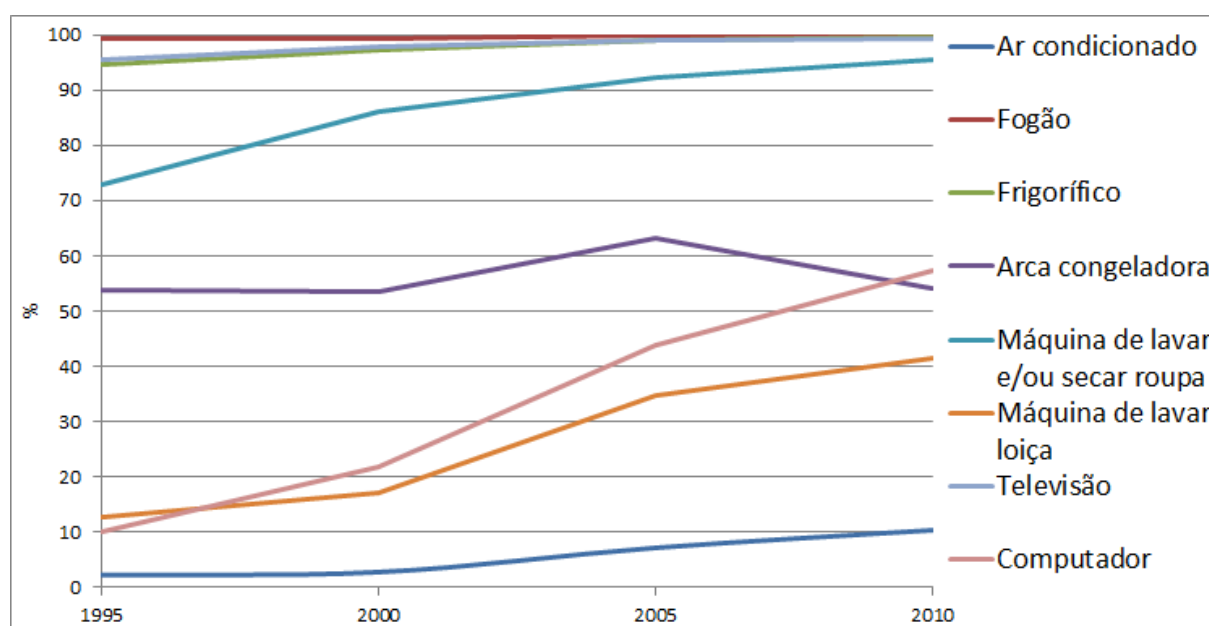


Figura 2.15 - Agregados privados com os principais equipamentos domésticos (%) (PORDATA, 2011).

O fogão é de todos os equipamentos domésticos o que tem maior presença desde, pelo menos, os anos 90 até aos dias de hoje. Segundo o Inquérito às Despesas das Famílias (IDEF) realizado pelo INE, a proporção de alojamentos com fogão atingiu os 99,7% em 2011. Nesta categoria estão incluídos os fogões com forno, os elétricos, placas, fogareiros e fornos independentes. Logo a seguir encontra-se o frigorífico com uma taxa de presença de 99,5% nas habitações, a televisão com 99,3% e a máquina de lavar roupa com 92,8%. O frigorífico é de facto um eletrodoméstico indispensável hoje em dia, proporcionando assim um maior conforto na vida das pessoas. A máquina de lavar e/ou secar roupa nos últimos 15 anos, a contar desde 2010, tem vindo a aumentar a sua proporção atingindo no último ano do inquérito uma taxa de 92,8%. Estes valores demonstram que estes equipamentos são de facto uma mais-valia no apoio ao trabalho doméstico (INE, 2012).

Com menos representatividade mas com o segundo maior crescimento, dos equipamentos considerados, a máquina de lavar loiça aumentou, de forma mais acentuada, a sua presença nas habitações domésticas entre 2000 e 2005, atingindo o valor máximo de 41,4% em 2010. Ainda que dê um grande apoio no trabalho doméstico, a sua presença não é indispensável pelo que se justifica a grande discrepância em relação aos equipamentos anteriores (INE, 2012).

De todos os equipamentos considerados, o computador foi o que mais rapidamente cresceu nos últimos anos. Em 1995 estava presente em apenas 10% dos alojamentos enquanto em 2010 atingira uma taxa de presença de quase 60%. A evolução tecnológica que tem decorrido durante este século fez com que o computador participasse não só na vertente laboral, mas também no lazer, justificando este crescimento. Em contrapartida, o ar condicionado é de todos os equipamentos domésticos o que teve sempre a menor representatividade e crescimentos nas habitações em Portugal. Com a proporção máxima atingida em 2010 de apenas 10,4% (PORDATA, 2012), é um eletrodoméstico que a maioria dos portugueses considera ainda dispensável.

Além do aumento da aquisição dos aparelhos, o aumento do consumo de eletricidade advém da ineficiência dos próprios equipamentos, bem como dos hábitos de utilização dos mesmos (ADENE, 2012).

Na Figura 2.16 está representada a utilização desagregada da energia elétrica nas habitações em Portugal.

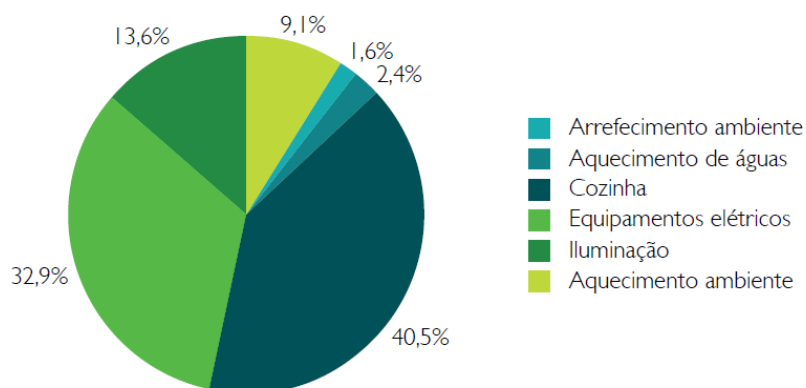


Figura 2.16 – Repartição dos consumos de eletricidade pelos diferentes usos finais (ADENE, 2012)

De acordo com o ICESD e pela análise da figura, é na cozinha onde se consome mais energia, por ser nessa zona onde estão instalados a maior parte dos grandes eletrodomésticos.

Os equipamentos de frio (frigoríficos, combinados, congeladores e arcas) são responsáveis por 32% do consumo de eletricidade (DGGE, 2004), não porque tenham uma potência muito elevada (200W comparativamente a um secador que chega a ter 2000W), ou baixa eficiência, mas porque funcionam continuamente durante todo o ano e têm uma elevada taxa de penetração (100% para os frigoríficos e cerca de 50% para os congeladores) (Ecosave, 2012).

Na Figura 2.17 está representado o perfil de funcionamento típico de um frigorífico combinado durante um dia.

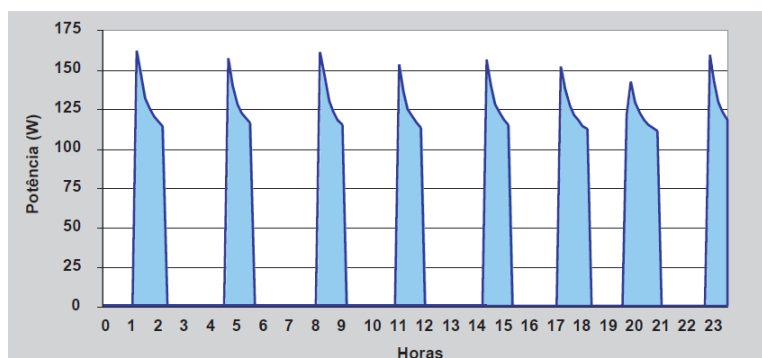


Figura 2.17 – Perfil de funcionamento de um combinado (DGGE, 2004).

O funcionamento dos equipamentos de frio é feito por ciclos. A primeira parte corresponde à potência nominal do equipamento e a segunda à paragem do compressor. O consumo deste tipo de equipamentos varia consoante a regulação da temperatura, da capacidade de isolamento e do desempenho do compressor (DGGE, 2004).

A máquina de lavar roupa é responsável por 5% do consumo de energia elétrica de uma habitação. A maior parte do seu consumo provém do aquecimento da água (entre 40% e 90% por ciclo de lavagem) pelo que a temperatura de lavagem é um fator importante na adoção de comportamentos mais sustentáveis (Ecosave, 2012).

A Figura 2.18 indica-nos as diferenças de consumo, por ciclo, para cada valor de temperatura.

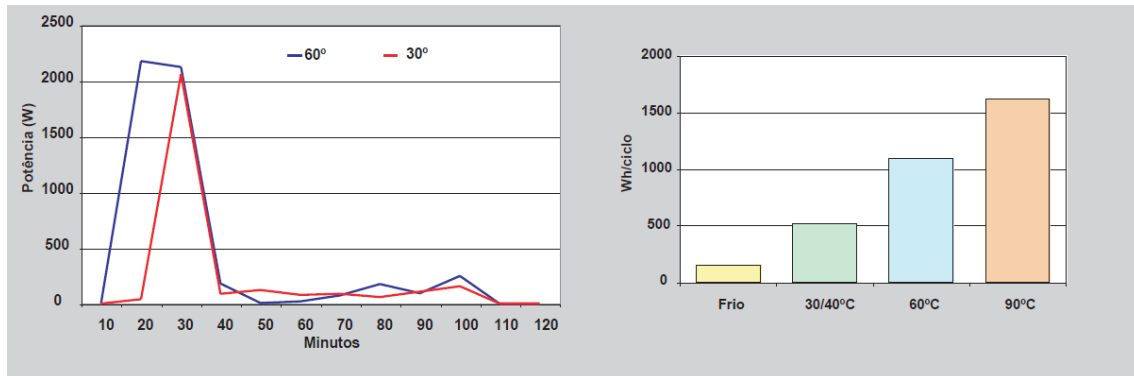


Figura 2.18 – Ciclos de lavagem a altas e baixas temperaturas; Consumo médio dos ciclos de lavagem a diferentes temperaturas (DGGE, 2004).

Os picos de consumo de cada ciclo estão associados ao aquecimento da água, enquanto os níveis mais baixos estão associados à rotação do tambor na centrifugação final da roupa. Os diferentes programas de temperatura foram feitos para adaptar as lavagens aos diferentes tipos de roupa. No entanto, a produção dos detergentes tem evoluído para que seja possível obter uma boa qualidade de lavagem mesmo a baixas temperaturas (30°C) e ao mesmo tempo, reduzir o consumo energético (DGGE, 2004).

As máquinas de secar representam apenas 2% do consumo energético, por terem uma taxa de penetração reduzida (13%) nas habitações portuguesas. No entanto, são importantes consumidores de energia dadas as suas potências elevadas e longos períodos de funcionamento, que fazem parte de cada ciclo de secagem. A maior parte do consumo acontece no processo de aquecimento do ar através de resistência elétrica, processo esse que é pouco eficiente em termos energéticos (Ecosave, 2012).

Na Figura 2.19 está representado o diagrama de carga típico de uma máquina de secar roupa.

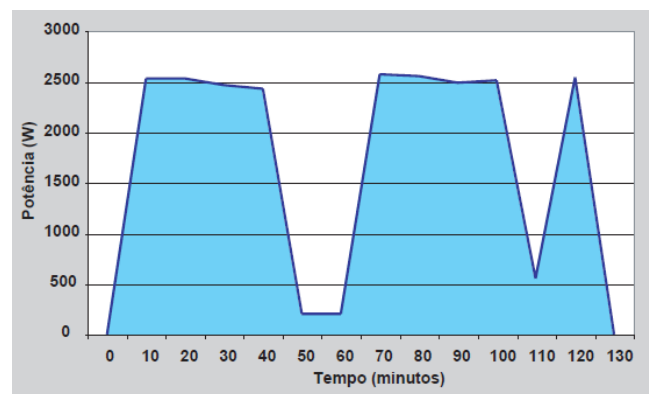


Figura 2.19 – Ciclo típico da máquina de secar roupa (DGGE, 2004).

Como demonstrado na figura, as máquinas de secar consomem uma grande quantidade de energia durante a maior parte do tempo a que corresponde o ciclo. Com o aumento da sua taxa de penetração nas habitações, estes equipamentos acabarão por aumentar o seu contributo no consumo total de eletricidade (DGGE, 2004).

O número de máquinas de lavar loiça tem vindo a crescer nas habitações. Segundo a DGGE em 2004, este equipamento já se encontrava em 30% das residências domésticas. Apesar do seu funcionamento consumir apenas 3% da energia elétrica total de uma habitação, apresentam potências relativamente elevadas. Entre 80 a 96% da energia consumida é utilizada para o aquecimento da água de lavagem e do ar para a secagem da loiça, sendo este último, tal como nas máquinas de secar, um processo pouco eficiente (Ecosave, 2012).

Na Figura 2.20 está representado o diagrama de carga típico de uma máquina de lavar loiça.

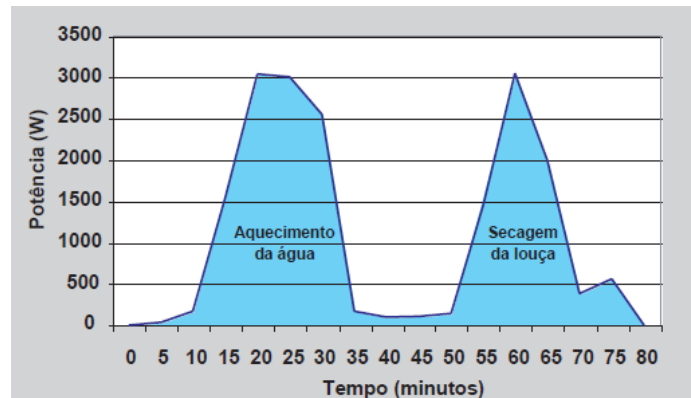


Figura 2.20 – Ciclo típico da máquina de lavar loiça (DGGE, 2004).

Os ciclos das máquinas de lavar loiça são menores que os das máquinas de secar roupa; no entanto, o consumo de energia é maior, o que faz destes aparelhos maiores consumidores de eletricidade.

Os restantes equipamentos elétricos (sem contar com a iluminação) são responsáveis por 32,9% do consumo de eletricidade. Dentro destes equipamentos, encontram-se os audiovisuais, informática e ar condicionado, entre outros.

A evolução dos modelos de televisões tem permitido a redução do consumo de energia. Segundo Adam Vaughan, os avanços tecnológicos permitiram que as televisões LCD hoje em dia consumam menos 60% de energia comparativamente com os modelos LCD de 2006 (Flat-screen TV electricity consumption falls by 60%, 2011). Os antigos modelos CRT são os menos eficientes, devido ao facto de a sua antiga tecnologia de que são feitos, ser energeticamente pouco eficiente. Ainda que a dimensão do ecrã seja um fator importante, Alan Hedge afirma que mesmo comparando uma televisão CRT com uma LCD de dimensões semelhantes, o modelo LCD consome em média menos 55W durante o funcionamento (Hedge, 2003). Dentro das tecnologias mais recentes, os plasmas são os que consomem mais energia seguidos dos LCD e as LED são o modelo mais eficiente. Mesmo uma televisão LED de 55 polegadas gasta menos energia que uma televisão plasma de 40 polegadas (RTINGS, 2013). Dependendo do tamanho e tipo de tecnologia com que foi produzida, as televisões consomem anualmente entre os 100 kWh e os 600 kWh.

O ar condicionado consome, em média, 370 kWh/ano, considerando que é utilizado 3 meses por ano nas habitações. No entanto, a sua taxa de penetração é ainda reduzida.

Relativamente ao computador, a sua presença nas residências domésticas tem vindo a aumentar de forma contínua, existindo já vários casos em que existe mais do que um na mesma habitação. Um computador pessoal consome, dependendo da marca e da tecnologia com que é produzido, cerca 276 kWh/ano enquanto os portáteis consomem apenas 60 kWh/ano. Esta diferença provém também do diferente tipo de tecnologia associada à construção destes equipamentos, bem como do facto de os portáteis serem otimizados para baixos consumos, por serem por vezes alimentados apenas pela bateria durante algumas horas (Grinden, et al., 2008).

A Figura 2.21 mostra a repartição do consumo de eletricidade entre os equipamentos nas residências da UE-15. A diferença relativamente à Figura 2.16 é o consumo representado pelo aquecimento ambiente que tem uma representatividade de apenas 9,1%, enquanto na Figura 2.21 contribui com 22% do consumo de eletricidade. Esta diferença deve-se sobretudo ao facto de em Portugal não se gastar tanta energia elétrica no aquecimento, por não ter Invernos tão rigorosos como a maioria dos restantes países da Europa, principalmente os países nórdicos. Outras diferenças poderão ser justificadas pelos diferentes padrões de consumo dos portugueses em relação aos restantes países da UE-15, seja pelos hábitos sociais ou pela maior ou menor sensibilidade na adoção de comportamentos sustentáveis.

Outro aspeto a ter em conta é o desfasamento temporal das figuras, dado que a primeira data de 2010 e a segunda de 2004.

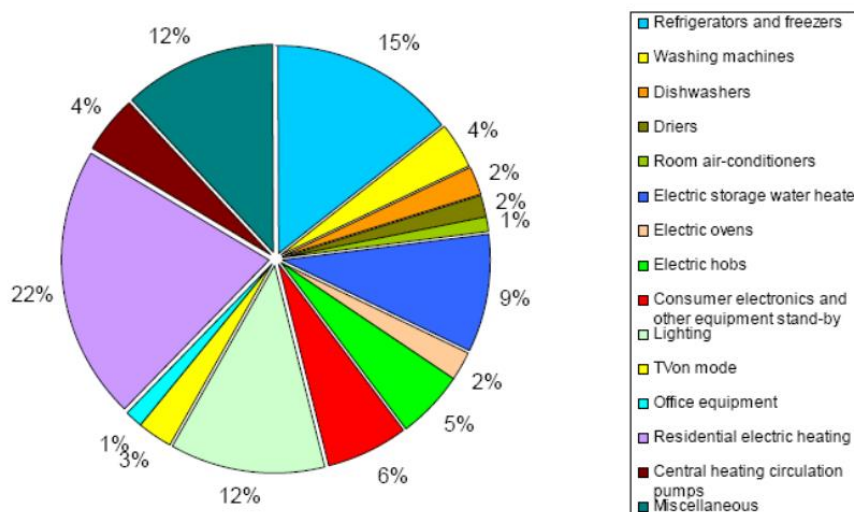


Figura 2.21 - Repartição do consumo de eletricidade entre os equipamentos domésticos (Bertoldi, et al., 2007).

## 2.5. Consumos em *standby* e *off-mode*

Os consumos de energia dos aparelhos eletrónicos não se verificam apenas quando estes estão a funcionar. Sempre que são desligados, os equipamentos entram em modo *standby* ou *off-mode* e continuam a consumir eletricidade.

O modo *standby* é considerado “o estado de funcionamento em que o aparelho está a consumir energia, sem estar a desempenhar a sua função e tendo indicação de consumo (por exemplo, mantendo uma luz de presença acesa).” (Ecocasa, 2013).

Relativamente aos consumos em *off-mode*, também designados por consumos fantasma, estes “dizem respeito ao consumo de energia do equipamento, sem este estar a desempenhar a sua função e sem haver a indicação de estar a consumir.” (Ecocasa, 2013).

Os primeiros consumos em modo *standby* surgiram com o aparecimento dos primeiros eletrodomésticos audiovisuais. As televisões, os leitores de cassetes e as aparelhagens já vinham com serviços relacionados com o modo *standby* como por exemplo, o controlo remoto. Mais tarde apareceram novos tipos de serviços, associados a este tipo de consumo, como o relógio digital nos microondas, controlo remoto para os portões das garagens, ar condicionado ou ventoinhas que requerem um consumo contínuo de energia (OECD, 2001).

O crescente número de eletrodomésticos nas habitações contribuiu para que os consumos de *standby* e *off-mode* deixassem de ser residuais, representando hoje em dia, nos países membros da OCDE, entre 3 e 13% do consumo de eletricidade (OECD, 2001).

Em Portugal estima-se que o consumo médio anual em *standby* e *off-mode* seja de 193kWh/ano, representando 4,8% na fatura energética dos alojamentos (Ecocasa, 2013).

No entanto, no estudo realizado pelo *Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration*, com o título “*Standby and Off-mode Losses*”, o consumo de energia no modo *standby* não é considerado um

desperdício, mas sim um serviço prestado ao utilizador que deverá ser fornecido de forma mais eficiente possível. Por outro lado, as perdas registadas em *off-mode* são consideradas desperdício de energia, por existir consumo sem que haja a prestação de um serviço, por parte do equipamento, em retorno.

O estudo considera que os eletrodomésticos possuem, na totalidade, seis modos de consumo de energia (Fraunhofer, 2007):

- **Desligado** – situação em que o aparelho não se encontra ligado à corrente.
- **Zero Watt *off-mode*** – neste modo o aparelho encontra-se ligado à corrente, mas não existe consumo de energia.
- ***Off-mode* com perdas** – modo em que os aparelhos estão ligados à corrente elétrica, consumindo energia, mas não prestam qualquer tipo de serviço ao utilizador.
- ***Standby*** – modo que define a condição em que o aparelho está ligado à corrente, consome energia e oferece um ou mais serviços como:
  - Reativação através do interruptor, controlo remoto ou temporizador.
  - Função de continuidade: mostrador eletrónico com informação (horas ou estado).
  - Função de continuidade: armazenamento de dados (memória volátil).
  - Função de continuidade: sensores com função de segurança.
- **Transição para *standby* ou *off-mode*** – modo em que o aparelho foi previamente ativado e depois reduziu, manualmente ou automaticamente, as suas funções para posteriormente ser reativado ou reduzir o consumo de energia durante um determinado período de tempo.
- **Ativo** – modo em que o aparelho se encontra ligado executando as funções para as quais foi concebido.

Segundo o site da Ecocasa, “193 kWh/ano é o consumo anual médio em *standby* e *off-mode* estimado para cada lar português, o que corresponde a um peso de cerca de 4,8 % na fatura energética anual.” (Ecocasa, 2013).

## 2.6. Tarifas de energia e potência contratada

A utilização da eletricidade, ainda que siga um padrão geral, difere de residência para residência. Desde o tipo e quantidade de eletrodomésticos existentes até aos hábitos de consumo, cada família exhibe um perfil de consumo que se adequa melhor a uma das três tarifas de Baixa Tensão Normal (BTN). As tarifas existentes são a simples, a bi-horária e a tri-horária com diferentes preços de eletricidade que variam também, consoante a existência de ciclos semanais ou diários e com a potência contratada.

“A tarifa bi-horária caracteriza-se por preços diferenciados do kWh, consoante a utilização em horas de vazio ou fora de vazio.

As horas de vazio são, fundamentalmente, as horas do período noturno e fins-de-semana, em que é mais frequente a utilização de grandes eletrodomésticos, como máquinas de lavar roupa e louça, forno ou aquecimento.” (EDP, 2009).

Nas horas de vazio o preço da eletricidade é menor. Ainda dentro desta tarifa pode-se escolher qual o ciclo desejado, se semanal ou diário.

- **Ciclo semanal** – possui 76 horas de vazio durante a semana com 7 horas por dia de Segunda a Sexta. Aos Sábados são 17 horas e os Domingos têm 24 horas de vazio. Este ciclo é ideal para quem utiliza mais a eletricidade aos fins-de-semana.

- **Ciclo diário** – tem 70 horas de vazio durante a semana, com 10 horas por dia, não havendo diferença entre os dias de semana e os fins-de-semana. Este ciclo é mais apropriado para quem usa a energia elétrica de forma mais ou menos homogênea ao longo da semana.

“A tarifa tri-horária diferencia o preço da energia por kWh de acordo com três períodos horários: horas de vazio, horas cheias e horas de ponta. As horas de vazio são, fundamentalmente, as horas do período noturno e fins-de-semana, em que é mais frequente a utilização de eletrodomésticos com um peso elevado no consumo como máquinas de lavar roupa e loiça, forno ou aquecimento. As horas fora de vazio dividem-se em cheias e ponta.” (EDP, 2009).

A diferença é que nas horas cheias, o preço por kWh é ligeiramente inferior do que nas tarifas simples e bi-horária, enquanto nas horas de ponta é superior. Esta tarifa é mais indicada para as famílias que registem consumos muito baixos no horário de ponta. Nesta tarifa também é possível escolher entre os ciclos semanal e diário, que apresentam a mesma distribuição de horas de vazio que a tarifa bi-horária.

O período de horas de vazio, cheias e de ponta varia ligeiramente consoante o horário que se encontra em vigor, ou seja, de verão ou de inverno.

Na tarifa simples o preço por kWh é igual em todas as horas do dia durante toda da semana.

Na Tabela 2.1 encontram-se os diferentes preços da eletricidade sem IVA, consoante o tipo de tarifário em vigor desde Janeiro 2013, Diretiva ERSE n.º 16/2012 e o período horário.

Tabela 2.1 – Preço da energia (EDP Serviço Universal, 2013) em €/KWh

Tarifa	Preço da energia ativa (€/kWh) até 6,90 kVA	Período horário
<b>Simple</b> ( $\leq 2,3$ kVA)	0,1210	-
<b>Simple</b> ( $> 2,3$ kVA)	0,1405	-
<b>Bi-horária</b>	0,0870	Horas de vazio
	0,1641	Horas fora de vazio
<b>Tri-horária</b>	0,0870	Horas de vazio
	0,1483	Horas cheias
	0,1865	Horas de ponta

A oportunidade de escolha da tarifa mais adequada às necessidades de consumo e da consulta dos seus horários relativamente às horas de vazio, cheias e de ponta, possibilita uma gestão mais eficiente do consumo de energia nas habitações.

Outro fator que influencia o preço a pagar pela eletricidade consumida é a potência contratada.

É definida pela potência de eletricidade disponível em cada casa. Nas tarifas BTN pode ir até 41,4 kVA (quilovolt-ampere). A escolha da potência mais indicada é influenciada não só pela quantidade de equipamentos existentes na habitação e das suas potências mas também pela forma como são utilizados. Quanto mais equipamentos se usar em simultâneo, maior terá de ser a potência contratada que por sua vez acarreta custos acrescidos.

Sempre que numa habitação estiverem vários equipamentos ligados e a soma das suas potências for maior do que a potência contratada, o disjuntor interrompe automaticamente a corrente elétrica (o termo mais utilizado é “o quadro dispara”). Isto significa que a potência contratada não é suficiente para as necessidades energéticas dessa habitação.

## 2.7. Uso eficiente de energia e eficiência energética nas habitações

### 2.7.1 Influência dos comportamentos no consumo energético eficiente

O consumo de eletricidade nas habitações não depende só da eficiência dos equipamentos. Outros fatores como o rendimento, número de eletrodomésticos e nível de conforto influenciam fortemente esse valor (Apolinário, et al., 2009).



Para um determinado equipamento, o seu consumo energético depende também da intensidade de utilização, ou seja, a quantidade de vezes que é utilizado num determinado período. Esta intensidade será tanto maior quanto mais útil for o aparelho para o seu consumidor (Apolinário, et al., 2009).

Estatísticas da Dinamarca revelaram que o aumento da eficiência dos equipamentos desde 1980 até 2004 sofreu um aumento considerável, associado à diminuição do consumo de eletricidade graças ao desenvolvimento tecnológico, que foi contrabalançado pelo aumento do número de eletrodomésticos nas casas (Gram-Hanssen, 2011).

Muitos esforços têm sido feitos no sentido de melhorar a eficiência energética dos equipamentos, relativamente à vertente tecnológica. No entanto, apesar de esse ser um fator importante, o comportamento dos utilizadores é considerado também um fator chave na quantidade de energia consumida em casa (Gram-Hanssen, 2011), sendo que afeta na sua poupança em alguns casos mais do que outros.

Quando o potencial de poupança de energia numa habitação depende mais dos aspetos comportamentais dos consumidores do que das características tecnológicas dos equipamentos, a redução no consumo de energia é menos propícia a ser verificada (Apolinário, et al., 2009).

Por existir uma enorme variabilidade de hábitos de consumo, é difícil determinar um padrão comum de utilização dos eletrodomésticos e consequentemente quantificar um valor exato de poupança de energia associada (Fraunhofer, 2007).

Segundo (Fischer, 2004), o comportamento associado ao consumo energético de uma pessoa provém, ou dos hábitos de rotina ou de ações baseadas numa decisão consciente. Infelizmente, a maioria trata-se de comportamentos rotineiros, pois encontram-se já automatizados sem que haja uma perceção do consumo associado, levando, na maior parte das vezes, a uma quantidade de energia utilizada maior do que a necessária. Para Fischer, será bastante eficiente se se estabelecer os hábitos de poupança de energia como rotinas. No entanto, é preciso criar uma crescente motivação e sensibilização nas pessoas para que comecem a exercer práticas de poupança de energia no seu dia-a-dia. Se os hábitos energéticos de um indivíduo são de desperdício, estes deverão ser substituídos por ações conscientes de consumo ou novas rotinas. Para que seja possível eliminar os velhos comportamentos, há que criar um interesse no indivíduo pelas medidas de poupança energética ou então, criar condições no seu espaço habitacional que proporcionem a realização dessas medidas. A maneira mais eficaz será incutir as boas práticas de consumo energético desde a infância.

Relativamente às boas práticas de consumo eficiente de energia, efetuadas de forma consciente, são vários os fatores de natureza interna que estão por detrás destas ações, como por exemplo a consciência ambiental. Esta é constituída por diferentes componentes tais como (Fischer, 2004):

- **Conhecimento** ligado às questões e problemáticas ambientais e dos efeitos causados pelo uso (in) eficiente da energia bem como à poupança de energia.
- **Emocional** relativamente ao uso da energia e dos seus efeitos no ambiente. Sem que haja a sensibilidade para as problemáticas ambientais, o conhecimento por si só não induz as boas práticas de consumo de energia.
- **Intenção/Vontade** de agir de forma energeticamente eficiente.

No entanto, a correlação entre a consciência ambiental e as boas práticas de consumo energético é apenas moderada. Existem também algumas variáveis que determinam a atitude de um indivíduo perante as boas práticas ambientais. Uma delas é o controlo comportamental percebido ou seja, o grau com que uma pessoa acredita que, uma determinada ação eficiente pode ter um efeito sobre o seu ambiente. Quando uma pessoa não acredita que a adoção de um comportamento energeticamente eficiente vá fazer a diferença, então essa mudança comportamental não se irá verificar apesar da consciência ambiental. Outras variáveis são também o altruísmo ou a responsabilidade social (Fischer, 2004).

Ainda que todos os fatores internos de uma pessoa se direcionem para a adoção de boas práticas de eficiência energética, essa pessoa tem de ter a oportunidade de as exercer. Existem outros fatores, agora de natureza externa, que podem impedir esta mudança de comportamentos. Um baixo rendimento, por exemplo, pode impedir uma pessoa de comprar equipamentos mais eficientes por

serem normalmente mais caros. Outro fator como viver num apartamento alugado impossibilita a instalação de um sistema de aquecimento novo e mais eficiente.

Os fatores externos implicam sempre uma situação de custo benefício que é balanceada pela pessoa para auxiliar na sua tomada de decisão. Sempre que o custo supera os benefícios, os comportamentos de eficiência energética nunca são adotados. Mesmo nas medidas trazem benefícios a longo prazo muitas vezes, por essa razão, não são implementadas pelo que, a percepção dos custos, está muito presente nas pessoas aquando uma adoção de medidas energeticamente mais sustentáveis (Fischer, 2004).

No entanto, muitas vezes, após a aquisição de equipamentos mais eficientes, a tendência do comportamento dos utilizadores é a de aumentar no consumo de energia. Isto acontece porque os desenvolvimentos associados à eficiência energética tornam os serviços de energia mais baratos, incentivando assim o aumento do consumo (Gram-Hanssen, 2011).

Um exemplo, é a aquisição de um ar condicionado mais eficiente, que permite a redução do consumo de eletricidade e do montante a pagar, no entanto, o consumidor opta por definir as opções do aparelho para manter o mesmo montante que costuma pagar mas estar a uma temperatura mais confortável. A este fenómeno dá-se o nome de *rebound effect*, responsável por diminuir as reduções previstas na procura de energia elétrica em 10% a 40% (Gottron, 2001).

Segundo (Gottron, 2001) é possível medir este *rebound effect* através da diferença entre a poupança prevista e a poupança verificada. Para o autor existem três tipos de efeitos associados:

- **Efeitos diretos** – o utilizador opta por utilizar mais o recurso em vez de aproveitar a poupança associada à eficiência do equipamento. Por exemplo uma pessoa que compre um carro eficiente vai acabar por conduzir ainda mais.
- **Efeitos indiretos** – o consumidor opta por gastar o dinheiro economizado, na compra de outros produtos que usam o mesmo recurso.
- **Efeitos dinâmicos ou de mercado** – sempre que ocorre a diminuição da procura de um bem ou recurso, o preço desse bem diminui tornando-se economicamente mais viável. Como consequência aumenta o número de produtos que utilizam esse recurso que se tornaram economicamente mais viáveis. Por exemplo, no início, a eletricidade era usada nas residências apenas para iluminação mas, assim que os preços começaram a baixar, os eletrodomésticos começaram a ser cada vez mais comuns.

Dado que os hábitos de consumo e os consumos energéticos estão intimamente ligados, a adoção de comportamentos energeticamente mais eficientes revela uma grande importância na conservação da energia (Wood, et al., 2003).

### 2.7.2 Utilização racional de energia

O aumento contínuo do consumo de eletricidade, tanto a nível nacional como global, faz aumentar consequentemente os custos económicos e as pressões exercidas no ambiente. Desta forma, torna-se cada vez mais necessária a sua utilização de forma racional, proporcionando a redução no consumo, bem como dos custos associados e também a importação e queima de combustíveis fósseis que, por sua vez, reduzem as emissões de poluente para a atmosfera.

A Utilização Racional de Energia (URE) é entendida como “o conjunto de ações e medidas, que têm como objetivo a melhor utilização da energia.” (GEOTA, 2005).

Entre as medidas, para o sector industrial, encontram-se a menor utilização de energia para a mesma produção e/ou maior produção com a mesma energia utilizada. No entanto, a URE também se aplica ao sector doméstico revelando-se cada vez mais um importante fator na economia energética e redução de custos. Como referido anteriormente, as habitações residenciais representam uma fatia considerável no consumo de energia em Portugal, pelo que a URE apresenta-se como uma estratégia de poupança muito importante que visa reduzir os custos resultantes do consumo de energia. As medidas para o sector doméstico cobrem todos os tipos de consumo, desde a preparação das águas quentes sanitárias, melhorias na envolvente exterior, iluminação e também os eletrodomésticos (DGE, 2002).

Na construção de edifícios em Portugal, desde 1991, que está em vigor o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) constituindo hoje uma excelente base de trabalho. Ainda que no início da década de 90 as questões relativas às perdas térmicas dos edifícios não era praticamente tida em conta, é hoje um aspeto considerado durante todo o processo de construção tendo-se registado, ao longo dos anos, melhorias no desempenho térmico dos edifícios portugueses (DGE, 2002).

No norte da Europa, a aplicação de taxas e subsídios com o propósito de reduzir o consumo de energia para aquecimento, aumentaram o desempenho térmico dos edifícios. A grande evolução deste desempenho inicia-se no início dos anos 90, com a implementação de medidas restritas de eficiência energética por parte de vários países membros da União Europeia. Em 2002 já os edifícios consumiam menos 24% de energia do que em 1990 (Balaras, et al., 2005).

Ao nível dos equipamentos, a compra de eletrodomésticos energeticamente eficientes (acima da classe A) é uma das medidas mais eficazes na redução do consumo de eletricidade, a par com a prática de bons hábitos de utilização destes equipamentos.

Na iluminação deve-se principalmente substituir as lâmpadas incandescentes, que apresentam uma eficiência de apenas 5%, e as de halogénio pelas lâmpadas fluorescentes que apresentam um consumo 5 vezes inferior e um tempo médio de vida 15 vezes superior. Durante o dia a iluminação natural deverá ser a única utilizada (GEOTA, 2005).

### **2.7.3 Eficiência dos equipamentos**

Com o aumento do número de aparelhos nas habitações nos últimos anos, como referido no capítulo 2.3.2, a sua utilização de forma eficiente torna-se uma mais-valia na redução do consumo de eletricidade que, por sua vez, reduz também o valor na fatura energética e ainda contribui de forma significativa, no conjunto total das boas práticas, para a preservação do meio ambiente.

No entanto, antes da utilização vem a aquisição dos equipamentos e é logo nesta fase que se inicia o processo de uso eficiente de energia. Sempre que se pensa em comprar um eletrodoméstico, deve-se ter em conta o seu grau de eficiência, pois um equipamento eficiente, ainda que seja um pouco mais dispendioso em termos de custo inicial relativamente a um menos eficiente, irá compensar a nível económico por não consumir energia excessiva na realização das suas funções.

#### **Etiqueta Energética**

Uma maneira de saber se um equipamento é mais ou menos eficiente do que outro, para o mesmo tipo de equipamentos, é recorrendo à leitura das suas etiquetas energéticas.

Estabelecida pela primeira vez em 1995 para os equipamentos de frio, a etiqueta energética tem o objetivo de informar os consumidores no momento da compra acerca de algumas das características relacionadas com o consumo de energia, desempenho e outras características essenciais para cada tipo de produto (AGEFE, 2013).

A característica que mais sobressai nas etiquetas são as diferentes classes estabelecidas pela União Europeia que determinam o nível de eficiência energética de cada aparelho. Inicialmente as etiquetas classificavam os produtos numa escala de A a G, sendo a classe A a mais eficiente e a classe G a menos eficiente. No entanto, com a evolução tecnológica sofrida nos últimos 20 anos, os eletrodomésticos têm vindo a aumentar a sua eficiência relativamente ao consumo de energia e ao seu desempenho, o que levou a que as etiquetas energéticas sofressem alterações ao nível das suas classes, por forma a acompanharem também esta evolução. Desta forma os fabricantes são incentivados a serem mais competitivos, desenvolvendo equipamentos cada vez mais eficientes, permitindo também continuarem a transmitir a informação correta e adequada aos consumidores para que estes possam continuar a tomar decisões energeticamente eficientes (ADENE, 2012).

A acompanhar as letras estão umas setas coloridas que distinguem também os produtos mais eficientes dos menos eficientes a nível energético (o verde escuro indica um produto com elevado nível de eficiência e o vermelho um produto com baixo nível de eficiência) (ADENE, 2012).

A Legislação Europeia para a etiquetagem energética tem por base uma Diretiva-Quadro que estabelece princípios e obrigações gerais. É a Diretiva 2010/30/UE, que foi transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei nº 63/2011, de 9 de Maio, que constitui o diploma Quadro sobre etiquetagem energética em vigor em Portugal.

As novas etiquetas entraram em vigor a 19 de Julho de 2010, apresentando mudanças significativas mas mantendo no entanto as características simples do design. Dentro das novas mudanças encontram-se (AGEFE, 2013):

- À antiga escala de classificação (de A a G) foram adicionadas até mais três classes: A<sup>+</sup>, A<sup>++</sup> e A<sup>+++</sup>;
- A nova etiqueta é uniforme em todos os Estados-Membros da UE27;
- O texto que apresentava algumas das características e desempenho dos equipamentos foi substituído por pictogramas que passaram a exercer essas funções;
- A declaração de ruído é obrigatória para os produtos onde o ruído é considerado relevante.

Na Figura 2.22 é possível observar as diferenças de etiquetas dos frigoríficos.

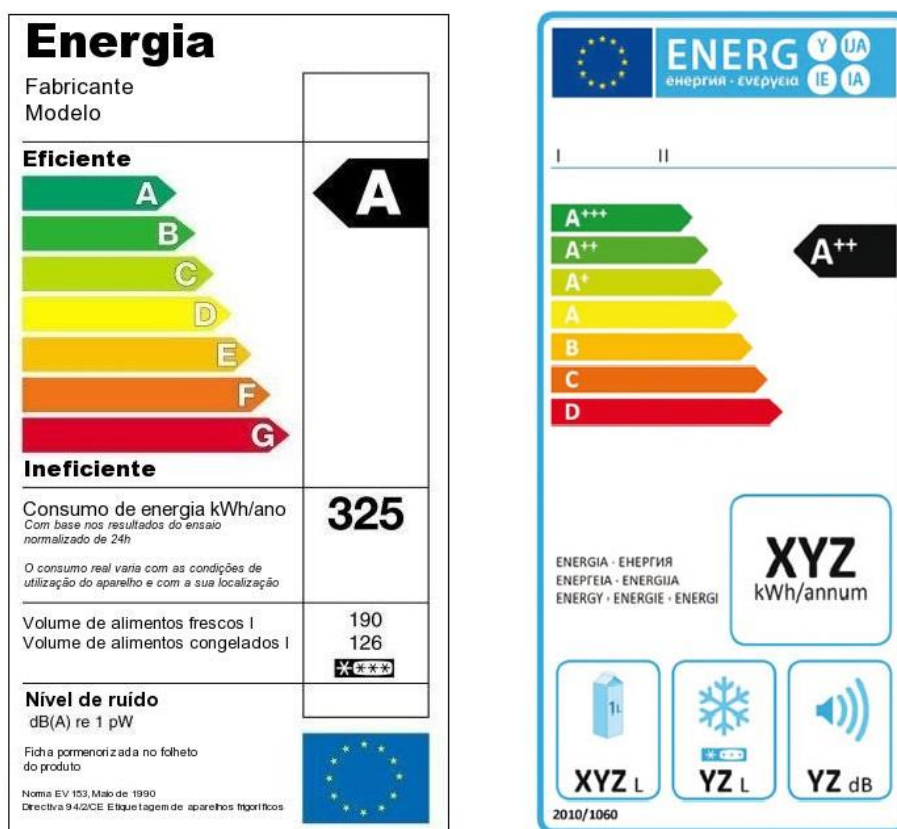


Figura 2.22 – Etiqueta energética antiga (à esquerda) e nova (à direita) do frigorífico.

As novas etiquetas abrangem os frigoríficos, congeladores, garrafeiras frigoríficas, combinados, máquinas de lavar e secar roupa, máquinas de lavar loiça e, pela primeira vez, as televisões.

No entanto, os produtos que ainda não são abrangidos pela nova etiqueta energética mas que possuem a etiqueta antiga, continuam a usá-la até que seja feita a sua substituição.

As etiquetas energéticas já provaram serem um dos mecanismos mais eficientes de eficiência energética (Come on Labels, 2010).

Assim, sempre que for feita a compra de um eletrodoméstico, há que ter em conta alguns critérios genéricos que ajudarão depois na tomada de decisão do consumidor tais como (Ecosave, 2011):

- **Fazer uma primeira pesquisa em casa** – evita uma compra mais demorada na loja se o consumidor já souber à partida qual o equipamento que quer comprar. Uma das melhores maneiras de pesquisar pelos equipamentos mais eficientes no mercado português é através

da consulta do sítio Topten na internet. Disponibiliza informação detalhada não só acerca da eficiência dos aparelhos mas também das suas características.

- **Analisar a etiqueta energética** – fornece a informação acerca da eficiência energética do equipamento em questão bem como de outras características relevantes do seu funcionamento, que poderão ser também fatores chave na tomada de decisão. Um aspeto importante é o facto de apenas se poder comparar as etiquetas entre dois equipamentos idênticos. Desta forma não se pode comparar, por exemplo, um frigorífico normal com um combinado nem dois frigoríficos do mesmo tipo mas com áreas de frio diferentes pois, ainda que tenham todos classe A, terão consumos de energia diferentes.
- **Escolher equipamentos adequados às necessidades reais** – uma família pequena e que faça poucas refeições em casa, não irá precisar de um frigorífico com um grande volume, pois estaria a consumir mais do que necessitam, não tirando portanto o proveito total do equipamento.

#### 2.7.4 Eliminação dos consumos em *stand-by* e *off-mode*

Uma das estratégias, que pode ser realizada por qualquer pessoa, para a redução de consumo de energia em casa, é a eliminação dos consumos dos aparelhos em *stand-by* e *off-mode*. Por representarem uma porção ainda significativa nas faturas energéticas das habitações em Portugal e na Europa, a eliminação destes consumos é mais uma via para uma boa gestão da energia doméstica.

A maneira mais eficaz é de facto desligar os equipamentos da tomada quando não estão a ser utilizados. Acontece que por vários motivos tais como o difícil acesso à tomada, o facto de estar escondida atrás do aparelho, ou até mesmo por esquecimento, falta de hábito e comodismo, é a medida menos praticada nas habitações (Carbon Reduction Industries, 2010).

No entanto, de modo a evitar estes consumos dispensáveis, pode-se sempre adquirir uma tomada ou extensão elétrica com corte de corrente que, após a utilização dos equipamentos, basta desligá-la no interruptor que, além de eliminar os consumos associados ao modo *stand-by*, evita eventuais sobrecargas de corrente (Ecocasa, 2013).



Figura 2.23 – Exemplos de tomadas com botão de corte de corrente.

Outra solução, talvez a mais eficaz para eliminar este tipo de consumos, passa pelas inovações tecnológica dos produtos, onde o conceito de Ecodesign encaixa na perfeição na estratégia de poupança da energia consumida (Bertoldi, et al., 2009). Em Dezembro de 2008 a Comissão Europeia adotou o Regulamento (CE) nº 1275/2008 para a implementação da Diretiva Ecodesign relativamente aos requisitos para os consumos de *stand-by* e *off-mode* dos eletrodomésticos e equipamentos de escritório. O regulamento define que a partir de 2013 deverão ser cumpridas as seguintes condições para estes equipamentos em todo o mercado da EU-27 (Regulamento (CE), 2008):

- O consumo de energia dos equipamentos em *stand-by* e *off-mode* não deverá exceder os 0,5 W.
- O consumo de energia dos equipamentos em condições de fornecer informação e/ou exibição do estado e/ou função de reativação, não deverá exceder 1 W.
- Os equipamentos deverão, a menos que não seja apropriado para o uso pretendido, incluir o modo de *stand-by* e/ou *off-mode* e/ou outro modo, que não excedam o consumo referido anteriormente para estes modos, quando estiverem ligados à corrente elétrica.

- Os equipamentos deverão ter incorporados, a menos que não seja apropriado para o uso pretendido, um modo de gestão de energia que, após um determinado período de tempo, que deverá ser o mais pequeno possível e apropriado à utilização do equipamento, mude automaticamente o seu estado para:
  - Stand-by* ou
  - Off-mode* ou
  - Qualquer outro estado que não exceda os mesmos consumos que os requisitados para os estados de *Stand-by* e *Off-mode* sempre que o equipamento esteja ligado à corrente. Este modo de gestão de energia deverá estar ativo antes de ser posto à venda.

Na Tabela 2.2 encontram-se os equipamentos que estão abrangidos pelo regulamento.

Tabela 2.2 – Produtos incluídos na proposta de regulamentação de consumos em stand-by e off-mode (adaptado de CE, 2008)

Equipamento doméstico	Secadores de roupa
	Máquinas de lavar loiça
	Equipamento de cozedura
	Fornos elétricos
	Placas de fogão elétricas
	Fornos de microondas
	Torradeiras
	Fritadeiras
	Moinhos, máquinas de café e aparelhos para abrir ou fechar recipientes ou embalagens
	Facas elétricas
	Outro equipamento de cozedura e de tratamento de géneros alimentícios, limpeza e manutenção de roupa
	Aparelhos para cortar o cabelo, secadores de cabelo, escovas de dentes elétricas, máquinas de barbear, aparelhos de massagem e outros aparelhos para o cuidado do corpo
	Balanças
Equipamento de tecnologias da informação para utilização principal no ambiente doméstico	-
Equipamento de consumo	Recetores de rádio
	Recetores de televisão
	Câmaras de vídeo
	Gravadores de vídeo
	Gravadores de alta-fidelidade
	Amplificadores áudio
	Sistemas de cinema-em-casa
	Instrumentos musicais
Outro equipamento para gravar ou reproduzir som ou imagem, incluindo sinais ou outras tecnologias de distribuição do som e da imagem por outra via que não a telecomunicação	
Brinquedos e equipamento de desporto e lazer	Conjuntos de comboios elétricos ou de pistas de carros de corrida
	Consolas de mão para jogos vídeo
	Equipamento desportivo com componentes elétricos ou eletrónicos
	Outros brinquedos e equipamentos de desporto e lazer

Eliminando os consumos de *stand-by* e *off-mode* dos equipamentos, está-se a dar mais um passo na diminuição do consumo de energia e no aumento da gestão eficiente do consumo energético nas habitações. A maioria das pessoas, ainda que tenham consciência de que estes modos consomem energia, não está ciente de que é ainda uma quantidade significativa. É por isso importante, para além da adoção de comportamentos energeticamente mais responsáveis, garantir que os paradigmas

e estratégias de poupança de energia se tornem uma consideração fundamental em todos os processos de produção dos equipamentos (IEE, 2010).

## **2.8. Legislação nacional de eficiência energética na habitação**

### **2.8.1 Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)**

Em 2005 o cenário energético nacional era caracterizado por uma forte dependência do exterior, principalmente de combustíveis fósseis, elevada intensidade carbónica, um baixo índice de eficiência energética e uma baixa concorrência. Estas situações provocam no país o aumento da fatura externa, perda de competitividade e valor das empresas, redução do poder de compra dos consumidores e o aumento do risco de incumprimento das metas estabelecidas pelo Protocolo de Quioto. Desta forma tornou-se necessário adotar estratégias que promovam a eficiência energética no sentido de aumentar a qualidade dos serviços energéticos, reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e promover a concorrência. Foi com base nestes objetivos que o Governo, na Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, definiu a Estratégia Nacional para a Energia (ENE) (Ministério da Economia e da Inovação, 2005).

Com a implementação de medidas e instrumentos legislativos por parte do Governo, o cumprimento dos objetivos propostos pela ENE é efetuado através de oito linhas de orientação principais (Barreto, 2008):

- 1ª. Liberalizar os mercados domésticos do gás natural, da eletricidade e dos combustíveis;
- 2ª. Definir o enquadramento estrutural da concorrência, nos sectores da eletricidade e do gás natural;
- 3ª. Reforçar as energias renováveis;
- 4ª. Promover a eficiência energética;
- 5ª. Aprovisionamento público energeticamente eficiente e ambientalmente responsável;
- 6ª. Reorganizar a fiscalidade e os sistemas de incentivos do sistema energético;
- 7ª. Inovar energeticamente;
- 8ª. Assegurar a comunicação, sensibilização e avaliação da ENE.

Dentro da promoção da eficiência energética foi estabelecida, para o uso final de energia, a Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, que obriga os Estados membros a publicarem um plano de ação para a eficiência energética. Desta Diretiva europeia nasce o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética — Portugal Eficiência 2015 (PNAEE) aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 80/2008, recentemente alterado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2013. O principal objetivo é o estabelecimento de metas que visam a redução em 20% das emissões de GEE relativamente aos níveis de 1990, uma quota de energia de 20% proveniente de FER no consumo final bruto e 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projeção do consumo para 2020 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013). A poupança estimada com a aplicação do PNAEE até 2016 é de 1501ktep, correspondente a uma redução do consumo energético de aproximadamente 8,2% relativamente à média do consumo verificada no período entre 2001 e 2005, o que se aproxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016.

### **2.8.2 Revisão das metas do PNAEE**

Apesar da taxa de execução de 37% do PNAEE ter permitido uma poupança de 350 milhões de euros até 2010, muitas das medidas e programas demonstraram um atraso significativo no cumprimento dos objetivos para a redução do consumo energético nacional (Cardoso, 2011). Assim foi necessária uma revisão do objetivo do PNAEE, aprovado na RCM n.º. 20/2013, de 28 de Fevereiro. O objetivo, agora definido para o período 2013-2016, são os 24 Mtep de consumo máximo de energia primária em 2020 em vez da redução de 2,2 Mtep no consumo de energia final. Esta redefinição faz com que seja mais fácil para Portugal atingir a meta de redução de 20% do seu consumo energético.

Contudo, a recessão macroeconómica que se tem sentido no país, levou a que o consumo nacional sofresse uma redução significativa o que fez o Governo ambicionar por aumentar o objetivo de redução do consumo em 25%, ou seja 22,5 Mtep de consumo máximo de energia primária (INESCPORTO, 2012).

A maioria das medidas do PNAEE original continuarão a fazer parte da Estratégia para a Eficiência Energética - PNAEE 2016 se bem que, algumas poderão apresentar modificações relativamente às metas a atingir, outras poderão ser extintas devido ao seu insucesso e novas medidas poderão ser adicionadas.

A revisão do plano atua em dois eixos (INESCPORTO, 2012):

#### **Ação – Reforço das medidas atuais e lançamento do novo pacote de medidas:**

- “Reforço da ação sobre o pacote de medidas existente, i.e., sobre medidas que ainda não tenham sido operacionalizadas ou cujo impacto não foi monitorizado;”
- “Introdução de medidas adicionais resultantes de Diretivas Europeias. Trata-se da operacionalização de medidas que constam em Diretivas Europeias recém-lançadas (e.g., *Ecodesign Directive*, *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*, *Smart grids and meters Directives*) que trazem poupanças até 2020;”
- “Introdução de medidas resultantes de um *benchmark* Europeu, de onde é possível retirar medidas com potencial de implementação de investimento reduzido ou nulo e medidas com potencial de implementação mas que necessitem de investimento para o efeito.”

A Diretiva Ecodesign obriga a utilização de rótulos de eficiência energética, nos produtos abrangidos por essa Diretiva, de modo a aumentar a informação disponível para o consumidor no ato de compra acerca dos produtos que tenham menores consumos e impactos diretos da sua utilização.

A Diretiva EPBD estabelece requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios novos durante a sua construção e também dos velhos sempre que se encontrem em renovação. A grande diferença relativamente ao que já se encontra implementado é a obrigação de um consumo quase nulo (definido por cada Estado-membro) para os edifícios ocupados pelo Estado a partir de 2019 e para os construídos a partir de 2021 (INESCPORTO, 2012).

O *benchmark* visa comparar Portugal com os melhores exemplos da Europa, em termos de práticas de eficiência energética nos diferentes sectores abrangidos pelo PNAEE, aumentando assim a competitividade entre os países na luta pela sustentabilidade energética. Os planos da Alemanha, Espanha, França e Holanda foram reconhecidos como os melhores da Europa pela Comissão Europeia.



Na Figura 2.24 estão identificados o número de medidas por sector para cada país. Verifica-se que, a nível geral, Portugal está dentro das melhores políticas de eficiência energética da Europa relativamente ao conteúdo do plano.






Sector					
Edifícios e equipamentos	12	7	34	28	14
Estado	15	4	14	12	5
Indústria	4	3	12	7	2
Transportes	16	15	16	33	8
Agricultura e pesca	--	6	1	5	3
Transformação de energia	--	6	--	--	--
Transversal	8	14	8	20	6
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>85</b>	<b>105</b>	<b>38</b>

Figura 2.24 - Número de medidas de eficiência energética identificado por sector (INESCPORTO, 2012).

Estas três vertentes em que incide o eixo Ação da revisão do plano permite atingirem uma poupança de 385 ktep em energia primária em 2020 (91% das economias adicionais necessárias). Estas poupanças podem ser visualizadas pelas diferentes vertentes na Figura 2.25.

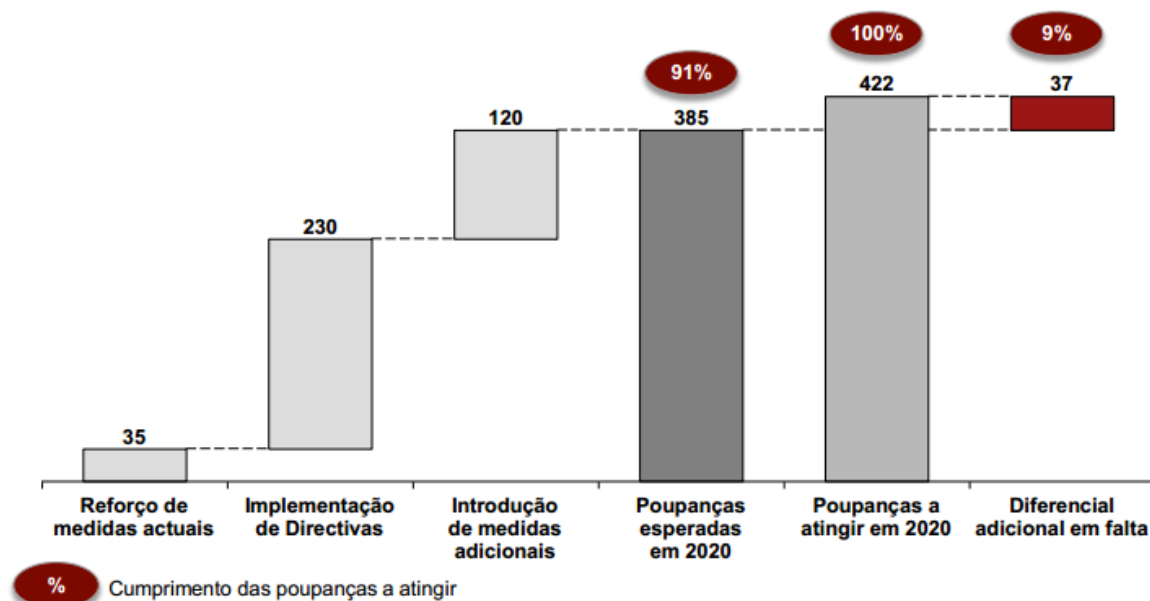


Figura 2.25 - Poupanças previstas de acordo com as 3 vertentes accionadas (ktep) (INESCPORTO, 2012).

### **Monitorização - Revisão dos métodos de monitorização de resultados**

Por forma a avaliar o grau de desempenho e de conclusão do PNAEE, a monitorização das suas medidas e programas é fundamental, dando também informação acerca da realidade e do esforço do pacote de medidas relativamente às necessidades observadas. Existem dois métodos de monitorização para o PNAEE (INESCPORTO, 2012):

**Método *bottom-up*** – “utiliza metodologias específicas por cada medida (quando possível) tendo por base uma série de critérios e pressupostos que permitem estimar os impactos em energia final e primária resultantes da implementação da medida. Tem ainda a grande vantagem de, uma vez que mostra casualidade entre medidas e impactos, permitir uma análise custo-benefício em função do investimento realizado para efeitos de promoção da medida. Desta forma é possível desenvolver e atualizar periodicamente uma lista de mérito das medidas que se encontram em promoção”.

No entanto, com este método, é impossível fazer a monitorização de todo o universo de medidas e traçar um perfil de evolução dos seus impactos causados. Estas falhas são colmatadas pelo método *top-down*.

**Método *top-down*** – “monitorização do plano através de um conjunto de indicadores de eficiência energética que permitem monitorizar, de uma forma subsetorial, as economias que se estão a verificar face a um ano de referência. Os indicadores exigem, para isso, informação agregada dos consumos energéticos subsetoriais assim como indicadores de atividade aos quais os consumos estão associados expurgando, tanto quanto possível, efeitos que não se devem a eficiência energética”.

Aplicando apenas o método *bottom-up* para a monitorização do PNAEE, cerca de 24% das medidas constantes do plano ficam por monitorizar, devido às suas limitações. Desta forma foi definido pela Comissão Europeia uma estrutura de monitorização *top-down*, onde são definidos uma série de indicadores de eficiência energética por sector de atividade, que permitem a monitorização de todas as medidas do plano. É no entanto necessário que seja disponibilizada informação que permita desenvolver esses indicadores, informação essa que é inexistente em dez indicadores do plano para o sector da indústria e transportes. A Figura 2.26 compara a utilização de indicadores *top-down* entre Portugal e outros países da EU.

Sector	Indicadores						
Indústria	P	P14	Consumo de energia de cada subsector sobre o respectivo índice de produção industrial	✗	✓	✓	✗
	A	M8	Consumo de energia de cada subsector sobre o respectivo valor acrescentado	✓	✗	✗	(1)
Transportes	P/A	P8/A1	Consumo de energia dos carros por p.km transportado ou em litros/100km	✓	✓	✓	✗
	P/A	P9/A2	Consumo de energia de carrinhas/camiões por ton.km ou por veículo	✓	✓	✓	✗
	P	P10	Consumo de energia dos comboios por p.km transportado	✓	✓	✓	✗
	P	P11	Consumo de energia da ferrovia por ton.km transportada	✓	✓	✓	✗
	P	P12	Quota do transporte público (passageiros)	✓	✓	✓	(2)
	P	P13	Quota do transporte de mercadorias (ferrovia e barco)	✓	✓	✓	(2)
	M	M5	Consumo de energia do sector rodoviário por carro equivalente	✗	✓	✗	✗
	M	M6	Consumo de energia do sector ferroviário por ton.km equivalente	✗	✓	✗	✗
	M	M7	Consumo de energia do transporte marítimo por ton.km	✓	✓	✗	✗

Indicador utilizado  
 Indicador utilizado com algumas modificações  
 Indicador não utilizado  
 P: Preferencial A: Alternativo M: Mínimo

(1) É monitorizado o valor agregado da indústria; (2) Apesar de estar definido, não é monitorizado

Figura 2.26 - Benchmarking da utilização de indicadores top-down na Espanha, França e Alemanha (INESPORTO, 2012).

Torna-se assim necessário monitorizar e proceder ao tratamento das variáveis necessárias para o desenvolvimento dos respetivos indicadores, de modo a que seja possível ter-se uma melhor perceção da evolução e do impacto da aplicação do PNAEE.

## 2.9. Smart Grids e Smart Meters

Com a crescente necessidade de se aproveitar ao máximo a energia elétrica produzida, as *smart grids* representam uma das soluções mais eficazes da gestão de produção e consumo de eletricidade. Trata-se de redes elétricas que usam tecnologia de informação e comunicação para a recolha de dados, que permitem a caracterização do comportamento dos consumidores e fornecedores de forma automatizada. Na rede de distribuição, de média e baixa tensão, encontram-se instalados vários sensores que, fornecendo informação em tempo real da procura energética, permitem intervenções sempre que se verifique uma anomalia, quer na frequência ou tensão da corrente, minimizando o número de consumidores afetados. Desta forma é possível melhorar a economia, confiabilidade, eficiência e sustentabilidade da produção, distribuição e consumo de eletricidade (Albert Molderink, 2010).

Dentro destas redes podem ser integradas, na produção de energia, a fontes de energia renováveis (FER) ainda que contribuam para uma produção irregular dada a sua dependência dos fenómenos atmosféricos. Desta forma as *smart grids* promovem também a produção descentralizada de energia, através da microprodução que, no entanto, levanta a questão, relativamente aos fluxos bidirecionais de energia, de como é que um microprodutor injeta e consome energia da rede sem que a destabilize e ainda é recompensado pela energia produzida. A resposta encontra-se num constituinte das *smart grids* que permite a contagem da quantidade de energia produzida e consumida em tempo real, o *smart meter* (Albert Molderink, 2010).

Os *smart meters* são contadores eletrónicos que comunicam entre o fornecedor do serviço e o cliente. Informam em tempo real os dados de consumo dos clientes e também permitem definir determinados parâmetros como por exemplo a potência máxima que o cliente pode dispor. As características destes aparelhos estão definidas pela Diretiva europeia 2004/22/CE. Realizam medições em determinados intervalos de tempo (de segundos a horas), podem, ou não, apresentar um monitor que mostre em tempo real os consumos e outros parâmetros já referenciados (no caso de não possuírem um monitor os dados podem ser consultados num portal web).

Relativamente à transmissão dos dados recolhidos, existem duas tecnologias que permitem fazê-lo com elevado grau de fiabilidade sem que haja perda de informação. São elas a Power Line Communications (PLC) e a General Packet Radio Service (GPRS). A PLC assegura a transmissão dos dados entre o *smart meter* e o concentrador (aparelho que recebe os dados do *smart meter* e os envia para os fornecedores) enquanto a GPRS é responsável pela transmissão dos dados entre o concentrador e as distribuidoras onde se processa o tratamento dos dados (Vasconcelos, 2008).

### 2.9.1 Prós e contras da utilização de *smart meters*

A utilização deste tipo de equipamentos traz, potencialmente inúmeras vantagens entre as quais as seguintes (Vasconcelos, 2008):

- **Consciencialização do consumidor** – os *smart meters* registam a quantidade de eletricidade consumida ao longo do dia e também permitem visualizar o consumo instantâneo, quer da habitação quer de um eletrodoméstico específico. Desta forma os consumidores conseguem perceber qual o impacto individual dos aparelhos nas suas faturas energéticas. Quanto mais fidedigna e constante for a informação relativamente ao consumo real dos aparelhos, maior será a predisposição para a mudança de comportamentos. Alguns *smart meters* possuem ainda um *software* que mostra o consumo em valores monetários, físicos (kWh) e a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido associado ao consumo de energia.
- **Maior variedade e flexibilidade de tarifários** – os *smart meters* irão permitir uma mudança de tarifários, quase instantânea, facilitando a decisão do consumidor na deslocação dos grandes consumos para períodos horários em que o custo de energia é menor. Também será possível para os consumidores aderirem a tarifários pré-pagos, onde adquirem um pacote de energia e posteriormente, à medida que vão consumindo energia, consultam no visor do *smart meter* o saldo que ainda lhes resta.
- **Aumento da competitividade entre os fornecedores** – à medida que os fornecedores disponibilizam contractos personalizados e serviços de valor acrescentado, como os pacotes de energia, os preços tendem a ser mais competitivos traduzindo num serviço de melhor qualidade.

- **Comunicação com os eletrodomésticos** – com os *smart meters* é possível estabelecer uma comunicação com os eletrodomésticos, para que se possa definir a altura do dia em que estes se encontrem desligados ou a funcionarem, consoante o preço da eletricidade, reduzindo assim o valor na fatura da eletricidade.
- **Microprodução** – a tecnologia dos *smart meters* não inviabiliza os consumidores de produzirem energia, pelo contrário, pois estes aparelhos conseguem contabilizar ao mesmo tempo a quantidade de energia que está a ser consumida e produzida pelo cliente.

Relativamente às desvantagens, a que mais se destaca é a privacidade dos consumidores. Através dos *smart meters* pode-se determinar um padrão médio de consumo de energia e, através dele, torna-se possível determinar o horário típico da presença das pessoas em casa.

A utilização imprópria dos dados poderá propiciar eventualmente uma maior facilidade para a ocorrência de roubos ou, no caso das empresas de telemarketing, saberem quando será a melhor altura para abordarem as famílias com as suas campanhas de publicidade.

Desta forma as *smart grids* deverão ser alvo de legislação adequada e de um sistema de encriptação de dados certificado, de modo a estarem protegidas de ataques informáticos garantindo a privacidade dos clientes (Vasconcelos, 2008).

Segundo a *European Smart Metering Alliance* (ESMA), é evidente que a informação disponibilizada aos consumidores pode ser utilizada para reduzir o seu consumo de energia e gerir a nível remoto a automatização dos equipamentos domésticos, gerindo assim os seus consumos. A grande maioria dos consumidores dispõe de pouca informação acerca da utilização da sua energia e dessa forma, inviabiliza a execução de um plano de poupança energética. A única fonte de informação é praticamente o valor que vem na fatura da eletricidade mensal ou de dois em dois meses e, nalguns casos, como têm os accertos anuais nem esse valor vem discriminado na fatura, apenas o valor a pagar (BEAMA, 2010).

Na Figura 2.27 está representado um exemplo de uma *smart grid*.

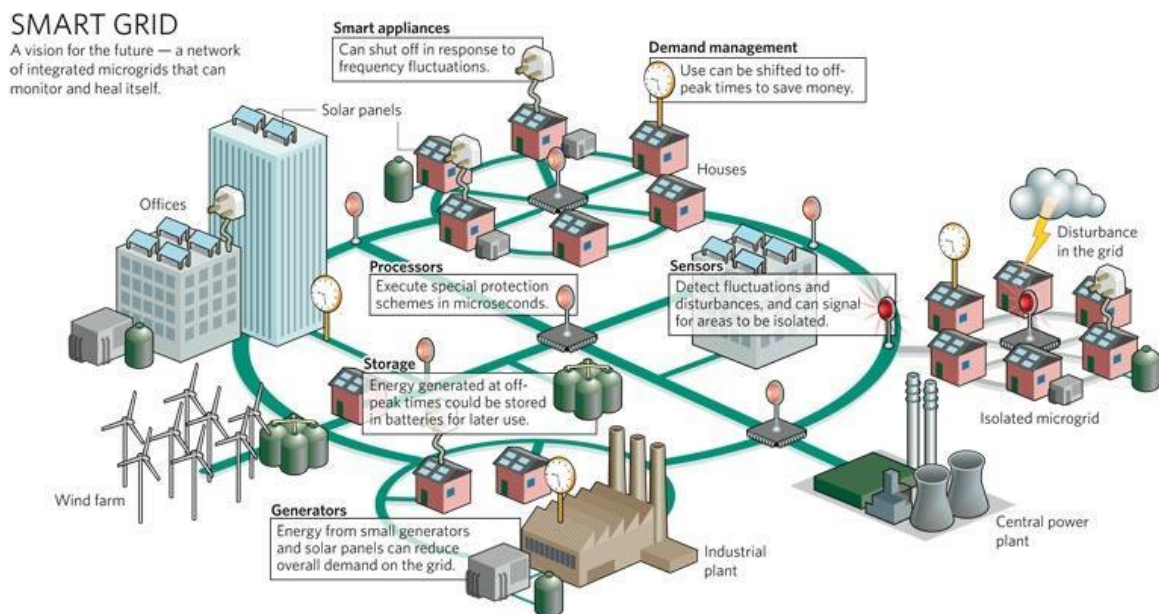


Figura 2.27 – Estrutura de uma *Smart Grid* e suas potencialidades. (Agência Toque da Ciência, 2012)

## 2.9.2 Quadro Nacional

Portugal já possui alguns sistemas comercializados de monitorização de energia junto de consumidores domésticos, bem como projetos que promovem a eficiência energética no sector doméstico:

### Caça Watts

É um projeto desenvolvido pela Agência Municipal Cascais Energia que realiza auditorias energéticas nas habitações dos munícipes de Cascais com o objetivo de reduzir o consumo de energia. Nas auditorias são medidos os padrões de consumo da habitação, identificam-se os pontos de consumo excessivos, as soluções construtivas e é comparada a eficiência dos eletrodomésticos.

Quando a auditoria é terminada, é realizado um relatório personalizado com o diagnóstico final do consumo habitacional, e que inclui também recomendações de boas práticas (Cascais, 2013).

### iMeter - Monitorização dos Consumos para Gestão de Energia em Edifícios

“O iMeter é uma linha completa de produtos dedicada à eficiência energética que ajuda cada um de nós a reduzir as suas faturas de eletricidade, gás e água sem perda de conforto.” (ISA, 2009)

A linha de produtos é constituída por sensores de eletricidade, água e gás, um concentrador que envia os dados recolhidos para os servidores centrais e um mostrador digital que indica o consumo em tempo real.

Quanto ao modo de funcionamento, os sensores comunicam com o concentrador por rádio frequência para a transmissão dos dados registados. De seguida o concentrador, que se encontra ligado à internet, envia os dados para os servidores centrais onde são processados e disponibilizados num portal web, para serem consultados pelos utilizadores. Nesse portal a apresentação dos consumos é feita através de gráficos, para uma melhor análise do consumo diário e da sua evolução ao longo do tempo, bem como identificar variações bruscas de consumo. Depois de analisados os dados, cada família poderá traçar um plano de ação que irá reduzir o consumo energético da casa (ISA, 2009).

### InovCity

É um projeto inovador, desenvolvido pela EDP Distribuição, que pretende promover a utilização das *smart grids* em Portugal, incentivando os consumidores domésticos à prática da gestão dos seus consumos e da microprodução. Lançado em 2009, este projeto incluiu a instalação de 50 000 contadores inteligentes nas habitações da cidade de Évora. A InovCity usufrui de todos os benefícios de uma *smart grid*, como um sistema inteligente de gestão e controlo da qualidade dos serviços de distribuição, diminuição de custos de operação e segurança no abastecimento que permitem melhorar a eficiência energética do país e aumentar a sustentabilidade ambiental (EDP, 2010).

### Projeto Ecofamílias II

Desenvolvido pela Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza e promovido pela EDP Distribuição, entre 2009 e 2010, o projeto Ecofamílias II pretendeu que as famílias participantes reduzissem o seu consumo energético mantendo o mesmo nível de conforto. Com recurso a pequenos aparelhos que permitem contabilizar a energia elétrica junto de cada tomada, foram registados os consumos de eletricidade dos eletrodomésticos e com termo-higrómetros foi medida a temperatura e humidade das habitações. De modo a calcular o potencial de poupança e reduzir o consumo de eletricidade, promoveu-se a alteração de comportamentos, melhoria da utilização de equipamentos, a troca dos mesmos por outros mais eficientes e soluções de melhoria do desempenho térmico da habitação (Quercus e EDP, 2011).

A redução do consumo de energia elétrica foi contabilizada em 10% para a eliminação de *standby* e *off-mode*, troca de lâmpadas existentes por outras mais eficientes e substituição dos equipamentos de frio e máquinas de lavar. Outros 10% foram contabilizados para a vertente construtiva das habitações. Atuando em 1000 habitações de Portugal Continental, a meta de redução do projeto foi estabelecida em 20% (Quercus e EDP, 2011).

### 2.9.3 Quadro Internacional

A nível internacional existem também muitos projetos que permitiram não só aos consumidores uma poupança energética nas suas habitações como também, adquirir dados de consumo para uma melhor perceção e caracterização do consumo de energia no setor doméstico. Destes projetos são de seguida referidos alguns exemplos:

#### **REMODECE**

O projeto “*Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe*” teve como objetivo principal melhorar a perceção do consumo de energia no setor doméstico na União Europeia, tendo em conta vários tipos de equipamentos consumidores de energia, nível de conforto, comportamento dos consumidores e avaliar o potencial de poupança associado à eliminação do modo standby e substituição de equipamentos (IEE, 2008).

As campanhas foram realizadas em 100 habitações por cada país participante, num total de 12 países, com recurso a *smart meters* em vários eletrodomésticos num período de duas semanas.

#### **EnergiKollen**

A empresa de energia Växjö Energy Ltd (VEAB) desenvolveu uma ferramenta que permite aos consumidores terem uma melhor perceção da quantidade de energia elétrica e aquecimento que utilizam. O *EnergiKollen* é uma ferramenta *online*, que apresenta os consumos na forma de gráficos de fácil leitura e que descreve as mudanças do consumo de energia. Os utilizadores podem consultar os seus registos no portal de forma gratuita e ainda, comparar o seu consumo energético com o de outras famílias, de forma a incentivá-las à sua redução.

O *EnergiKollen* foi vencedor do prémio *European Utility Award* em 2007 e encontra-se disponível em mais de 20 mil habitações que se encontram equipadas com *smart meters* apenas na cidade de Växjö, sul da Suécia. (VEAB, 2013)

#### **Energy Check for Low Income Households (EC-LINC)**

O projeto EC-LINC, financiado pelo programa *Intelligent Energy* e coordenado pela empresa de serviços energéticos alemã *Berliner Energieagentur GmbH* (BEA), visa ajudar as famílias com baixos rendimentos a reduzir o consumo de água e energia através de medidas de baixo ou mesmo nenhum custo. Para este tipo de famílias, a falta de rendimentos não lhes permite investir em tecnologias de baixo consumo de energia e água, como por exemplo a compra de eletrodomésticos mais eficientes, pelo que a implementação de medidas de baixo custo torna-se a solução ideal na redução do consumo nestas habitações.

Os serviços prestados às famílias incluem a instalação sem custos de aparelhos de baixo consumo, como as lâmpadas fluorescentes e a sensibilização para a mudança dos comportamentos energéticos que permitem a redução do consumo de energia sem custos associados (EC-LINC, 2011).



### 3. Metodologia

A metodologia seguida nesta dissertação encontra-se esquematizada no diagrama abaixo, onde se encontra representado a componente prática desta dissertação. Foi feita a seleção dos equipamentos a monitorizar e a utilização de um *smart meter* para a recolha dos dados de consumo. Após o tratamento dos dados foi obtido como resultado final o estudo da representatividade dos equipamentos no consumo e o respetivo potencial de poupança e a elaboração dos relatórios a serem enviados às famílias que se disponibilizaram a colaborar nas auditorias.

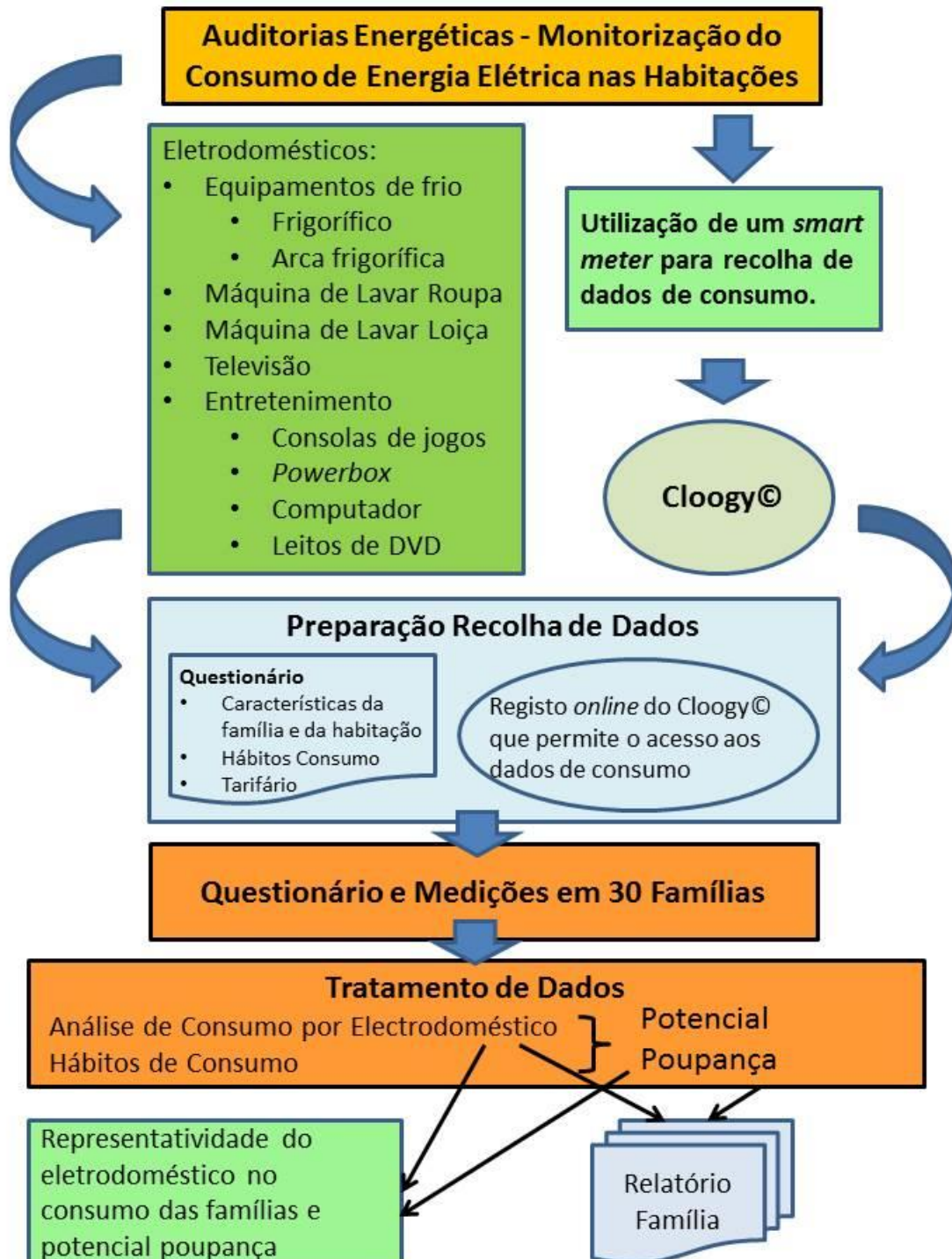


Figura 3.1 - Esquema da metodologia utilizada na realização da presente dissertação.

### 3.1. Auditorias energéticas nas habitações

Para a obtenção dos dados de consumo de energia elétrica nas habitações, foram realizadas 30 auditorias energéticas em diferentes tipos de habitações e agregados familiares. Dada a complexidade da instalação dos equipamentos e o requisito de terem de ficar uma semana a registar os consumos, as famílias foram seccionadas através de contactos pessoais que levou a uma distribuição das famílias pelos concelhos da Amadora, Sintra, Oeiras e Cascais.

As auditorias realizaram-se de Maio a Julho de 2013, tendo sido realizadas em duas fases: na primeira fase, procedeu-se à realização de uma curta entrevista, com base num questionário, para caracterização da família, hábitos de consumo energético e natureza dos eletrodomésticos existentes. A segunda fase consistiu na instalação dos equipamentos para a recolha dos dados de consumo e posterior remoção. Após instalado o equipamento, este ficou a registar os consumos dos respetivos eletrodomésticos e o consumo total da habitação durante uma semana. Os locais onde foram realizadas as auditorias encontram-se identificados na Figura 3.2 e na Tabela 3.1.

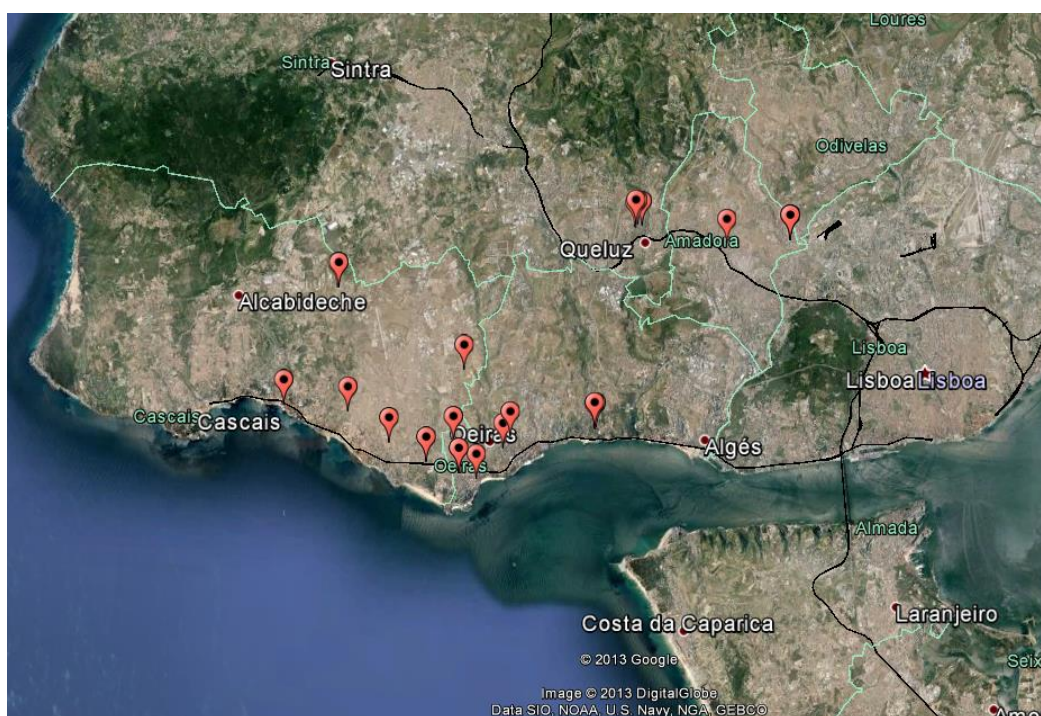


Figura 3.2 – Distribuição geográfica das auditorias

Tabela 3.1 - Número de famílias visitadas por freguesia.

Localidade	#
Alfornelos	5
Amadora	1
Queluz	5
Caxias	7
Oeiras	6
Carcavelos	1
S. Pedro do Estoril	1
S. João do Estoril	1
Parede	1
Manique	2
Total	30



### 3.2. Equipamentos de recolha

O equipamento utilizado para a recolha dos dados de consumo foi o Cloogy® Home, um equipamento de monitorização de energia e uma solução de gestão energética em casa, que é indicado no respetivo *site* promocional como permitindo uma redução na fatura da eletricidade até 25%, possibilitando ainda o controlo remoto dos equipamentos elétricos. Produzido pela ISA Portugal, o Cloogy® é constituído por um sensor (pinça amperimétrica) que se instala no quadro elétrico para recolher os dados de consumo globais da casa e por tomadas inteligentes que registam o consumo dos equipamentos que lhes estão ligados. Os dados recolhidos pelo sensor e pelas tomadas são enviados para um concentrador, que se encontra ligado a um servidor *online*, e os encaminha para uma interface *web* onde podem ser analisados pelo utilizador. Dentro da sua conta, o utilizador pode ver quais os equipamentos que mais contribuem para o consumo de eletricidade, o perfil de consumo de energia e de utilização de cada equipamento, controlar a nível remoto os aparelhos ligados às tomadas inteligentes, entre outras funcionalidades (ISA, 2012).

Na figura seguinte está representado o esquema de funcionamento do equipamento.

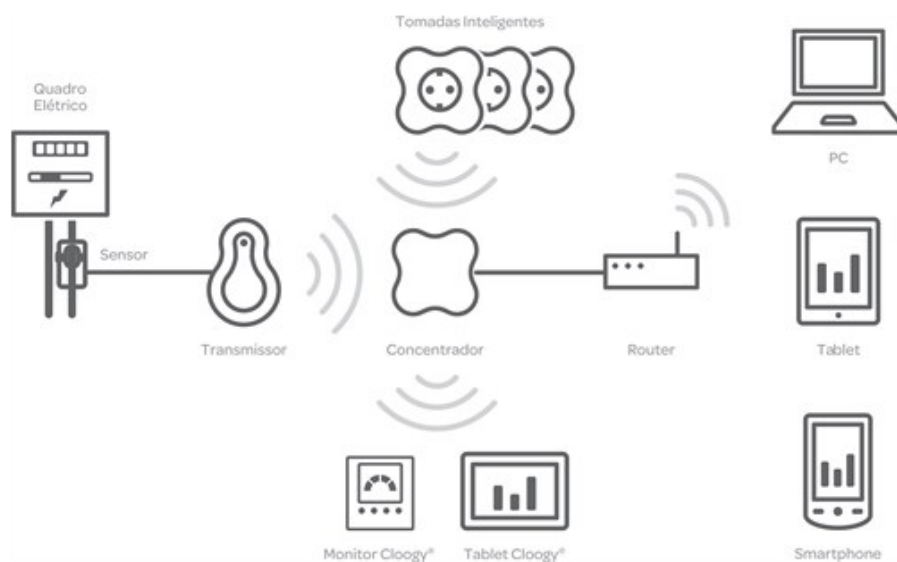


Figura 3.3 – Funcionamento do Cloogy®.

Para cada família foi utilizado um *kit* Cloogy® constituído por:



- Um sensor instalado no quadro elétrico e ligado a um transmissor que regista a quantidade de energia elétrica consumida pela casa, a nível global. Os dados recolhidos são enviados para o concentrador.



- Cinco tomadas inteligentes que registam o consumo dos equipamentos que lhes estão ligados. Os dados recolhidos são posteriormente enviados para o concentrador.



- Um concentrador, ligado a um servidor *online*, que recolhe os dados enviados pelo transmissor e pelas tomadas inteligentes e os remete para o portal.



- Um mostrador que permite ao utilizador saber quanto está a consumir em tempo real, quer por cada equipamento quer a nível global. O mostrador permite ainda saber quanto é que o utilizador está a pagar pela energia que está a usar, bem como a quantidade de kg de CO2 emitidos indiretamente pela utilização dessa energia.

### 3.3. Questionário

Com o objetivo de caracterização da família, hábitos de consumo energético e natureza dos eletrodomésticos existentes, foi elaborado um questionário que era efetuado no início da auditoria. A metodologia seguida para a elaboração do questionário foi baseada no trabalho realizado pela EDP Distribuição, em parceria com a Quercus, no âmbito do Plano de Promoção de Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, aprovado pela ERSE, intitulado “Projeto Ecofamílias II”, (Quercus e EDP, 2011). Na primeira parte, o questionário identifica os principais dados da família: agregado familiar, rendimento e nível de escolaridade, bem como a caracterização da habitação (tipologia e assoalhadas) e do consumo energético, eletricidade e gás. Após a caracterização, segue-se um conjunto de perguntas que visam a compreensão do perfil de consumo da família e do seu conhecimento das etiquetas energéticas. Com os dados adquiridos foi possível relacionar os consumos com as características de cada família, com o tipo de equipamentos que dispõem e com os hábitos de consumo.

### 3.4. Eletrodomésticos analisados

Os equipamentos escolhidos para a recolha dos dados de consumo foram, com base nos estudos efetuados pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGGE, 2004) aqueles que apresentam maior consumo de eletricidade por tempo de utilização que, como referido no capítulo 2.4, são os equipamentos de frio: frigoríficos e arca congeladoras, as máquinas de lavar roupa e loiça e os equipamentos de multimédia: televisões, *powerbox* e computadores.

Sempre que foi possível, para cada família, eram monitorizados cinco equipamentos, dando prioridade aos equipamentos de frio, máquinas de lavar e televisão. Quando se verificava a ausência de um determinado equipamento, como a arca congeladora, tentou-se registar os consumos de outro(s) aparelho(s) também considerados grandes consumidores de energia, como a máquina de secar roupa, computadores, *powerbox*, fogão elétrico, ferro de engomar ou até uma segunda televisão.

No entanto, dado que a quantidade dos equipamentos acima referidos que foram analisados era muito reduzida, excetuando-se a *powerbox*, não foram analisados com detalhe os seus consumos, servindo apenas para dar às famílias em questão uma caracterização mais detalhada da sua representatividade no consumo total.

### 3.5. Recolha dos dados

No final de cada auditoria, os dados de consumo eram adquiridos através de *download* do site da ISA Cloogy© que permite uma visualização mais detalhada do que o site oficial do Cloogy©, por ter a possibilidade de fornecer todos os dados registados a cada 15 minutos enquanto o site oficial do Cloogy© mostra apenas o consumo de hora a hora.

Após a aquisição de todos os dados por família o seu tratamento foi efetuado pela utilização do *software* Microsoft© Excel© e IBM© SPSS©.

### 3.6. Dificuldades encontradas no trabalho de campo

A realização do trabalho de campo deparou-se com algumas dificuldades de natureza técnica e de logística.

A primeira dificuldade começou na disponibilização dos equipamentos. A aquisição de alguns equipamentos pela FCT/UNL e o empréstimo de outros pela ISA Cloogy© demorou cerca de dois meses, impossibilitando o início das auditorias energéticas no início do mês de Março, como estava previsto, tendo as instalações começado a ser feitas apenas no início de Maio.

Após a receção dos cinco kits, foi necessário registá-los no portal web, associados a uma conta de *e-mail*, para que fosse possível analisar os dados de consumo registados. Dado que o Cloogy© é um produto muito recente no mercado, o site de consulta dos consumos apresentava muitas vezes problemas no registo das tomadas inteligentes, tendo sido necessária a ligação ao serviço de apoio ao cliente por variadíssimas vezes, a fim de se poder solucionar estes problemas.

De modo a que o *kit* Cloogy© pudesse ser instalado de forma correta, eram necessários dois requisitos essenciais por parte das habitações: Ligação fixa à internet e um *router wireless* (o sistema não suporta internet por banda móvel) e um fácil acesso às tomadas dos eletrodomésticos, para a instalação das tomadas inteligentes, bem como do quadro elétrico para a instalação do sensor. Estes dois requisitos limitaram o número de famílias disponíveis dado que, em alguns contactos efetuados, as famílias ou possuíam eletrodomésticos encastrados ou não tinham ligação à internet.

Durante a realização das auditorias, a principal dificuldade encontrada foi na instalação das tomadas inteligentes. Por serem tomadas que, dada a sua morfologia, ocupam muito espaço, foi quase sempre necessário a utilização de extensões e tomadas triplas extra. A instalação do sensor no quadro elétrico foi um processo que, dependendo da acessibilidade do fio neutro, se tornava ou o mais simples da instalação ou o mais complicado.

Após a instalação dos equipamentos nas habitações, foi necessária uma vigilância contínua (através do site) do estado de funcionamento dos equipamentos, isto porque, com alguma frequência, o concentrador ligado ao *router* inexplicavelmente perdia a sua ligação ao servidor, não enviando assim os dados registados para o website. Nestas situações, houve a necessidade de se ligar à família em questão pedindo que desligasse o concentrador da corrente, apenas por uns breves segundos, e que o voltasse a ligar, o que automaticamente solucionava o problema. O mesmo procedimento também teve de ser efetuado para algumas tomadas inteligentes que, em casos pontuais, deixavam de detetar o concentrador impedindo o envio dos dados de consumo para o mesmo. O procedimento para a resolução do problema era semelhante ao do concentrador.

Outra dificuldade encontrada foi a disponibilidade das famílias. Inicialmente foi determinado que grande parte das auditorias seria realizada num prédio com cerca de 40 apartamentos localizado em Alfovelos. Com a indisponibilidade e desinteresse por parte de muitos dos moradores foi necessário recorrer a habitações de outros conhecidos e familiares, dispersando a área do trabalho de campo. A realização das auditorias só foi possível aos fins de semana, a partir das 14h/15h, por ser a altura em que as pessoas se encontravam disponíveis, limitando o processo apenas à parte da tarde.

### 3.7. Tratamento dos dados recolhidos

O tratamento dos dados de consumo foi efetuado com recurso a ferramentas de estatística descritiva (valor máximo, mínimo, média, desvio padrão, mediana). Foi também utilizado um conjunto de imagens, gráficos e tabelas, para facilitarem a leitura dos dados de cada habitação auditada. As caixas de bigodes foram elaboradas com o programa de *software* SPSS© e as restantes figuras em Excel©.

Foram analisados os dados de consumo individuais de cada eletrodoméstico e, sempre que possível, relacionados com o seu perfil de utilização.

Do tratamento dos dados recolhidos resultou uma caracterização dos consumos energéticos das famílias auditadas e a relação entre a utilização de alguns dos equipamentos com os seus consumos que permitiram responder às questões da presente dissertação.

A representatividade de cada equipamento monitorizado foi calculada com base no consumo registado pelo equipamento Cloogy© e o valor de consumo global verificado no contador da eletricidade de cada habitação.

O potencial de poupança com eficiência energética foi calculado dentro da amostra em unidades de energia (quantidade de kWh poupados) e em unidades monetárias (euros poupados por ano).

A substituição dos equipamentos pelos seus equivalentes mais eficientes teve em conta três fatores:

1. Os novos equipamentos deverão apresentar baixo consumo anual, associado a uma classe de eficiência energética A ou superior, com base na classificação do sistema de etiquetagem energética certificado e reconhecido a nível europeu;
2. Terem uma relação custo-eficácia que viabiliza o retorno do investimento abaixo dos cinco anos, por se considerar ser um período em que é razoável ter a expectativa de que não irão ocorrer custos adicionais de manutenção;
3. Serem equipamentos identificados como grandes consumidores de energia em estudos anteriores (Quercus e EDP, 2011) (ADENE, 2012).

O potencial de poupança energético anual, associado à substituição dos equipamentos, foi calculado com base na diferença entre o consumo semanal de cada equipamento monitorizado e o(s) equipamento(s) escolhido(s) para substituição, extrapolados depois para um ano. A quantidade de energia poupada anualmente foi multiplicada pelo valor de custo do kWh, consultado na Tarifa Social / Transitórias de Venda a Clientes Finais em Portugal Continental (EDP Serviço Universal, 2013), de forma a quantificar a poupança a nível monetário. Para tal foram consideradas ainda, para cada família, a tarifa em vigor e a potência contratada respetiva de modo a adaptar o custo por kWh consumidos com a poupança energética verificada, determinando assim o custo de energia poupada, em euros/ano.

O período de retorno do investimento foi posteriormente calculado através do rácio entre o investimento e o custo de energia poupada.

O potencial de poupança associado à eliminação do consumo em modo standby foi calculado da mesma maneira, ou seja, foi determinado o consumo dos equipamentos de multimédia e especificamente as televisões associados a esse modo de funcionamento, e multiplicados pelo valor do kWh consoante o tarifário que cada família dispunha.

De maneira a mostrar o agradecimento às famílias que tiveram a amabilidade de se disponibilizarem para o presente estudo, foi elaborado um relatório (Anexo III) que as informa acerca dos consumos dos seus equipamentos, o peso que têm no consumo total, o potencial de poupança energético e monetária, e o consumo anual de eletricidade. Desta forma cada família ficará com uma melhor perceção acerca dos seus gastos energéticos e onde poderá adquirir uma maior poupança.

## 4. Análise e discussão de resultados

### 4.1. Enquadramento da análise e discussão de resultados

A análise dos dados obtidos visou responder a três questões desta dissertação:

1. Qual a representatividade dos grandes eletrodomésticos e do entretenimento no consumo global de uma habitação?
2. Qual a relação dos consumos dos equipamentos com as suas características e hábitos de consumo das famílias?
3. Qual o potencial de poupança associado à substituição de equipamentos e alteração de hábitos de consumo?

Em primeiro lugar, apresenta-se as características das famílias auditadas relativamente à tipologia da habitação, dimensão do agregado família e nível de escolaridade. Posteriormente, são analisados os consumos de cada eletrodoméstico, consoante o agregado, a relação entre o consumo dos equipamentos e o seu ano de compra, bem como a representatividade que cada um tem no consumo global da habitação.

De acordo com os dados que foram recolhidos, para determinados equipamentos, foram analisadas algumas características próprias:

- No caso da máquina de lavar roupa, foi possível fazer uma caracterização das classes energéticas destes equipamentos, das temperaturas mais frequentemente usadas nas lavagens e também da utilização, ou não, do programador.
- Para as máquinas de lavar loiça, foram analisadas as temperaturas frequentes de lavagem e a utilização do programador.
- Relativamente à televisão, foi determinado o consumo de *standby*, a relação entre os consumos e o tipo de televisão, a variação do consumo com a utilização deste equipamento e também a utilização de tomadas de corte de corrente.

Foram ainda analisados e relacionados os consumos globais das famílias com as suas características: número do agregado, o rendimento das famílias e a tipologia da habitação.

Dentro da amostra, o consumo total de uma das famílias foi muito superior relativamente às restantes: o seu valor representa mais do dobro relativamente à segunda família que mais consumiu da amostra (166kWh e 82kWh respetivamente). Com um agregado familiar de quatro elementos, o seu consumo *per capita* foi também o mais elevado da amostra, (0,252kWh) mesmo face à segunda família com apenas dois elementos e com o segundo consumo *per capita* mais elevado de 0,249kWh. Assim, neste caso, o peso de cada eletrodoméstico no consumo global, a relação dos consumos dos equipamentos com as características da família e dos seus equipamentos ficará influenciado. No entanto, apesar da família em questão representar um *outlier* da amostra, a mesma não foi excluída da análise. As possíveis razões que poderão estar na origem desta discrepância são apresentadas na página 49.

## 4.2. Caracterização das famílias

Os dados recolhidos relativamente a cada família foram obtidos através do questionário efetuado durante as visitas. Relativamente à dimensão do agregado, o tipo de família mais encontrado foi entre os 2 e 3 elementos (71%) sendo que 60% da amostra é constituída por casais com um ou dois filhos. A representatividade dos agregados com 1 e 5 elementos é bastante reduzida (3%). A distribuição das várias dimensões do agregado das famílias está representada na Figura 4.1.

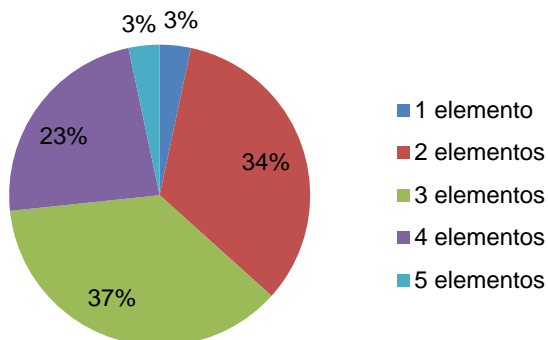


Figura 4.1 – Dimensão do agregado familiar

Outra característica determinada em cada família foi o seu nível de escolaridade, pelo que foi questionada qual era a habilitação académica mais elevada do agregado familiar. Os níveis de escolaridade mais baixos representam 23% do total da amostra, que inclui o ensino básico (3%) e o ensino secundário (20%). Em quase metade da amostra o nível de escolaridade mais elevado das famílias é a Licenciatura (47%) sendo que 77% das famílias apresenta pelo menos um elemento com o ensino superior concluído.

A Figura 4.2 mostra a distribuição do nível de escolaridade da amostra.

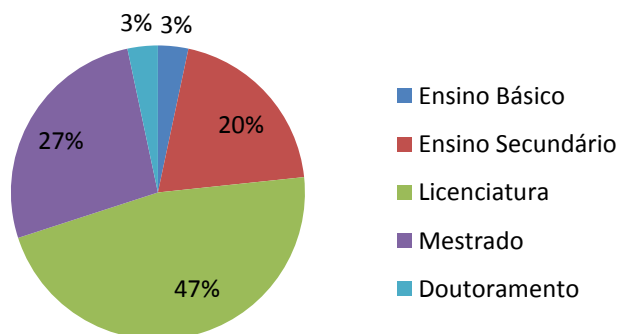


Figura 4.2 – Níveis de escolaridade da amostra

A maior parte das habitações auditadas foram apartamentos (73%) por oposição às vivendas (27%). A tipologia mais comum foi o T2 (50%) seguido do T3 (30%). Os restantes 20% pertencem às habitações T4 (7%) e T5 (13%) como demonstrado na Figura 4.3.

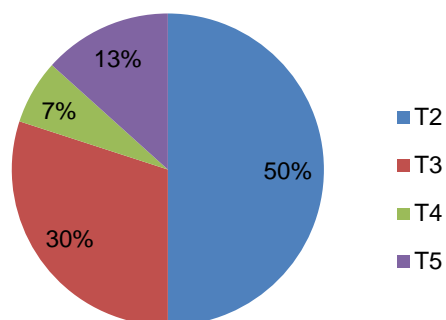


Figura 4.3 – Tipologia das habitações auditadas.

A fim de calcular com maior precisão os potenciais de poupança de cada família, foi também registado o tarifário energético e potência contratada de cada uma. Dentro do tarifário 73% das famílias têm tarifa simples e as restantes bi-horário. Quanto à potência contratada metade das famílias usam a de 3,45kVA, 34% usam 6,9kVA e 10% 10,35kVA. Apenas dois casos foram verificados com potências contratadas de 5,75kVA e 13,8kVA.

#### 4.3. Caracterização do consumo global

Através da leitura do contador foi registado o total de eletricidade consumida durante o período de registos. O objetivo é o de relacionar algumas características das famílias e das suas habitações com o seu consumo global.

De maneira a analisar de forma mais detalhada o consumo dos residentes, foi determinado o valor do consumo *per capita* e dividido pelo número de horas de monitorização respetiva. Em seguida foram relacionadas as médias de consumo com o respetivo agregado familiar como pode ser visto na Figura 4.4.

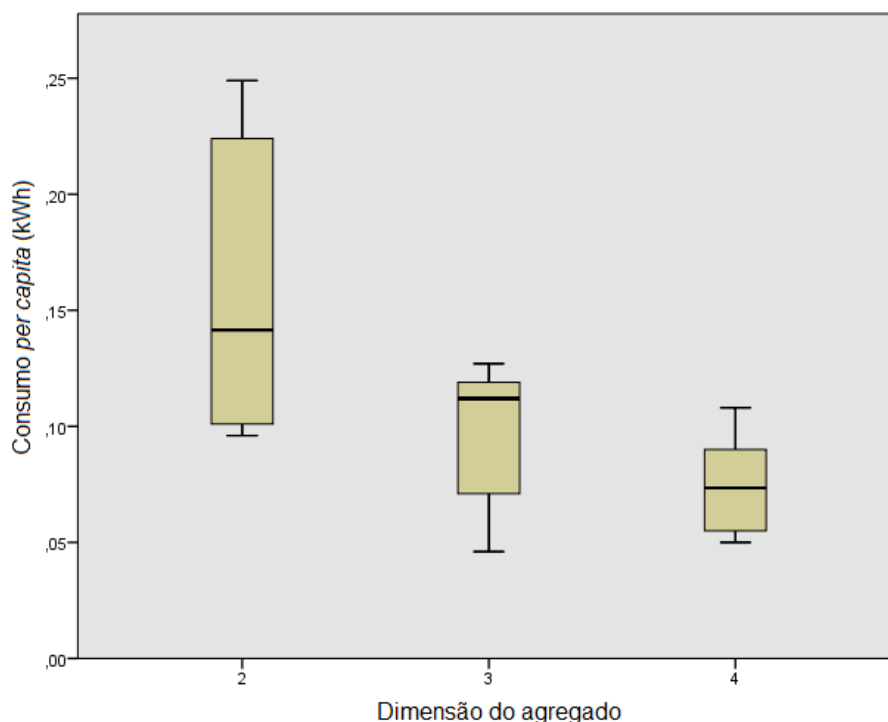


Figura 4.4 – Relação do consumo *per capita* por hora com o tamanho do agregado familiar.

Como as famílias com agregado de um e cinco elementos são casos únicos na amostra, foram retiradas na análise da relação entre estas variáveis. Como pode ser visto na figura, existe uma tendência da diminuição do consumo de energia *per capita* com o aumento do agregado familiar. Esta relação era espectável pois o consumo de energia é dividido por mais pessoas em agregados maiores, mesmo que haja mais energia consumida nas famílias com mais elementos.

No entanto, dentro da amostra foram encontradas famílias que, tendo mais elementos no agregado, tinham também um maior consumo *per capita*. O valor máximo registado numa família com três elementos (0,124kWh) foi superior a quatro famílias com dois elementos. A nível dos eletrodomésticos monitorizados, a família em questão não foi das que apresentou consumos elevados a não ser na sua arca congeladora. Quanto ao seu consumo global registado, o seu valor foi o sétimo mais elevado da amostra o que faz aumentar o seu consumo *per capita*. O mesmo acontece com famílias de quatro elementos que apresentaram consumos mais elevados do que famílias com três. O caso especial da família que consumiu mais eletricidade, apresentou o maior consumo *per capita* (0,252kWh) de toda a amostra. Em contrapartida, o valor mais baixo registado do consumo *per capita* por hora (0,046kWh) foi em duas famílias com três elementos. Este valor, que até é mais baixo do que o consumo *per capita* da família com cinco elementos, justifica-se porque o consumo global respetivo foi o menor de toda a amostra (23kWh em cada família). Numa das famílias não foi registada qualquer lavagem de roupa ou loiça durante a semana o que faz diminuir o consumo de eletricidade global. No outro caso, um dos elementos do agregado encontrava-se ausente por se encontrar de férias. Ainda assim, numa análise geral, verificou-se a diminuição do consumo *per capita* com o aumento do agregado.

Outra característica das famílias que foi relacionada com o consumo global foi o rendimento mensal líquido de cada agregado. O nível de rendimento foi identificado dentro de intervalos no valor de 1000€ e identificado com outra nomenclatura como pode ser observado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Identificação do rendimento mensal líquido do agregado.

Rendimento mensal líquido do agregado (€)	Nomenclatura
<1000€	Nível 1
1000€ - 2000€	Nível 2
2000€ - 3000€	Nível 3
>3000€	Nível 4

Dentro da amostra, o nível de rendimento mais comum foi o número dois com 44% seguido do nível três com 30%. Estes níveis de rendimento são os típicos de uma família de classe média. Com menos expressão estão os rendimentos de nível um e quatro. Relativamente ao nível mais alto, das quatro famílias em questão, três moram numa vivenda e uma num apartamento com seis assoalhadas. A distribuição dos diferentes níveis de rendimento da amostra encontra-se representada na Figura 4.5.

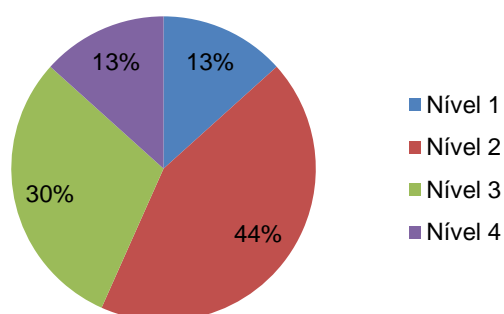


Figura 4.5 – Distribuição do tipo de rendimento



A relação expectável é a de que com um nível de rendimento maior, maior será a predisposição em se gastar mais eletricidade. Na Figura 4.6 está representada a variação do consumo global das habitações de acordo com o rendimento mensal líquido do agregado.

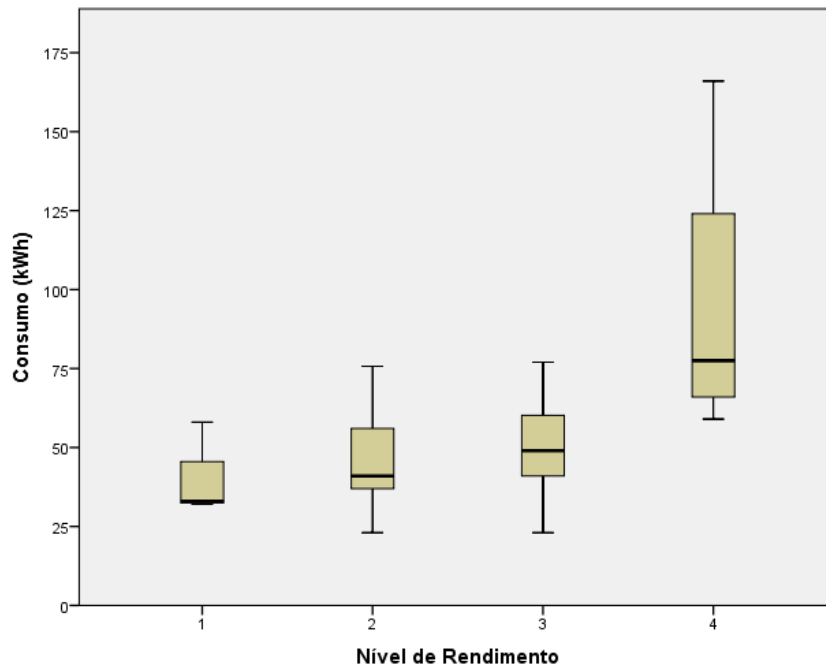


Figura 4.6 – Variação do consumo global com o rendimento mensal líquido do agregado.

Pela análise da figura, verifica-se que existe uma tendência crescente do consumo de eletricidade com o aumento do nível de rendimento. A mediana dos consumos tem uma tendência crescente bem como o valor máximo registado para cada nível de rendimento. Relativamente aos valores mínimos, os dois consumos mais baixos da amostra pertencem a duas famílias com o nível de rendimento 2 e 3. Dado que estes dois níveis foram os mais verificados dentro da amostra, existe uma maior dispersão dos valores de consumo associados, o que poderá justificar esta tendência. De um modo geral, o consumo de energia aumenta com valor do rendimento familiar.

A potência contratada foi outra característica registada das famílias, com o objetivo de a relacionar com o consumo global das habitações.

Na maioria dos casos (46%), quando era perguntado à família a razão pela qual tinham optado por uma potência contratada superior a 3,45kVA, foi simplesmente porque era a potência que já se encontrava instalada, quando foram habitar a casa, e nunca se preocuparam em mudar ou então por ter sido estabelecido pela EDP, em função dos eletrodomésticos presentes na habitação. Ainda dentro deste grupo, foram encontrados dois casos em que a potência contratada se encontrava completamente desajustada para a família (potência de 10,35kVA para agregados de duas pessoas). A segunda razão mais frequente, com 20% dos casos, foi por opção própria das famílias, por utilizarem com alguma frequência as máquinas de lavar ao mesmo tempo, o que requer uma maior potência por parte do quadro elétrico. As restantes 33% das razões prendem-se mais com características próprias de cada família, como o facto de possuírem dois frigoríficos, ou terem uma bomba de piscina.

Metade das habitações auditadas possui uma potência de 3,45kVA. Em alguns casos, com o propósito de poupar, as famílias optaram deliberadamente por uma potência inferior, por não ter de pagar mais pelo aluguer. Assim optam por usar os grandes equipamentos consumidores de energia, como as máquinas de lavar, de forma alternada. Foram encontrados quatro casos em que na cozinha se encontrava uma tomada feita para permitir o funcionamento das máquinas de lavar de forma alternada. Destes quatro casos apenas um tinha uma potência de 3,45kVA.

Uma potência contratada mais elevada viabiliza o maior uso de eletricidade por unidade de tempo, o que faz prever a relação entre o consumo global de uma habitação e a sua potência contratada demonstrada na Figura 4.7.

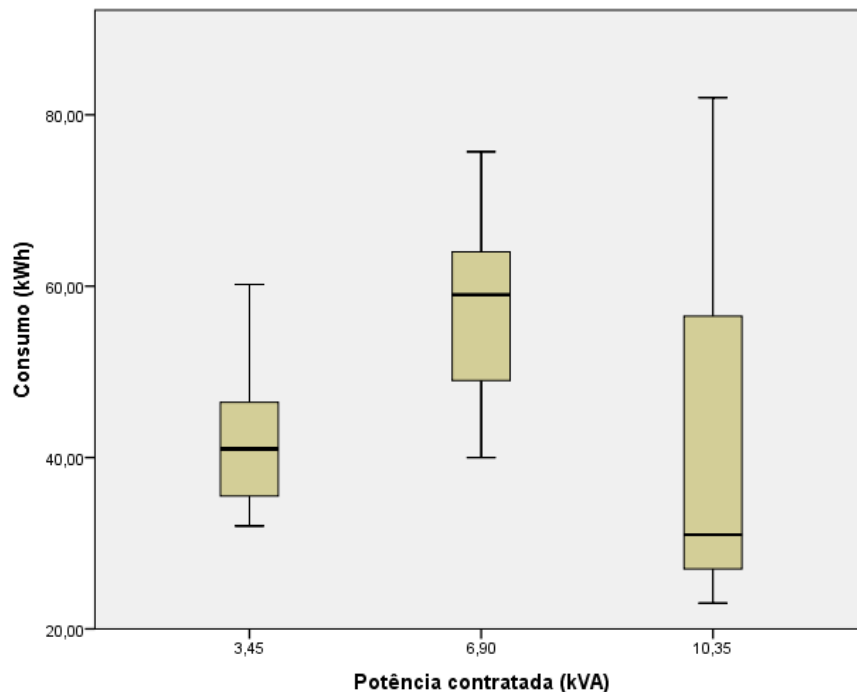


Figura 4.7 – Relação do consumo global com a potência contratada.

A análise da figura sugere que para uma maior potência contratada maior o consumo global de uma habitação. De facto o valor máximo do consumo cresce com o aumento da potência. No entanto, a mediana do consumo é a mais baixa, bem como o valor mínimo registado, na potência de 10,35kVA. A justificação para este comportamento é a de que, das três habitações com esta potência, uma tem apenas dois elementos no agregado familiar e o menor consumo global registado (23kWh), o que se conclui que esta potência se encontra desajustada às necessidades da família. Outra, por não ter usado nenhuma máquina de lavar durante o período de monitorização, registou um baixo consumo global de 31kWh (o terceiro mais baixo da amostra). Por último, a família com o segundo maior consumo global (82kWh) também tem uma potência contratada de 10,35kVA, o que é razoável no entanto, esta família é constituída por apenas dois elementos, o que faz dela uma das mais consumidoras de eletricidade (a segunda com o maior consumo per capita).

Na análise da relação entre estas variáveis, foram excluídas as potências de 5,75kVA e 13,8kVA por serem apenas um caso isolado. Ainda assim a família com 5,75kVA de potência contratada foi a terceira da amostra com o maior consumo global (maior que o valor máximo para a potência de 6,9kVA). Apesar de ser apenas formada por dois elementos e de não ter grandes valores de consumo ao nível dos grandes eletrodomésticos, este consumo pode ser justificado pelo facto de a família em questão não usar qualquer tipo de gás para climatização, AQS ou para cozinhar. A presença de um termoacumulador e fogão elétrico que faz aumentar de forma significativa o consumo de eletricidade.

A família com a potência de 13,8kVA foi a que de longe mais consumiu energia elétrica durante o período de monitorização com quatro elementos no agregado.

O nível de escolaridade mais alto do agregado também foi registado, com o objetivo de se perceber se a um maior nível de instrução está associado um consumo de energia menor, que pode ser observado na Figura 4.8.

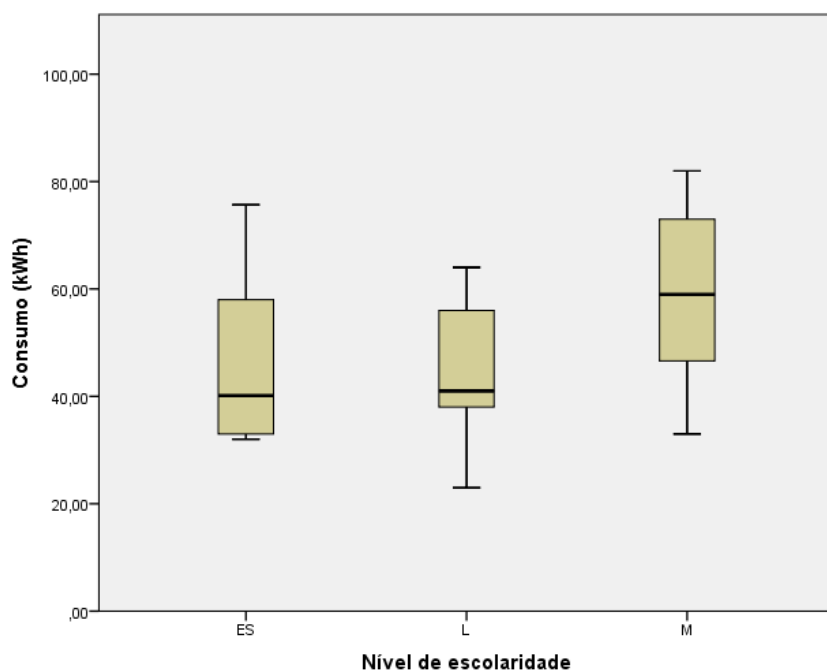


Figura 4.8 – Variação do consumo global com o nível de escolaridade.

Embora se tenha verificado dispersões semelhantes entre os diferentes níveis de escolaridade, e um ligeiro aumento do consumo das famílias com Licenciatura para as famílias com Mestrado, não foi possível fundamentar uma conclusão da relação desta característica com o consumo global da habitação devido à reduzida dimensão da amostra.

Das trinta auditorias realizadas, 8 foram em vivendas e 22 em apartamentos. Apesar de a distribuição das auditorias não ser uniforme, foi possível verificar uma relação entre as tipologias das habitações e o consumo global de energia elétrica que pode ser observado na Figura 4.9.

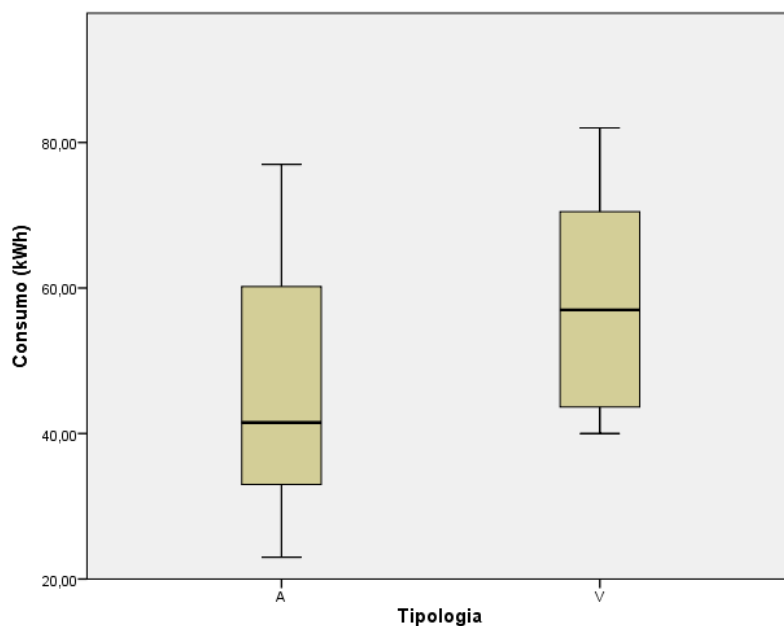


Figura 4.9 – Variação do consumo global de eletricidade com a tipologia da habitação.

Analisando a figura, verifica-se que existe uma tendência do aumento do consumo de uma habitação, quando passamos de um apartamento para uma vivenda. O valor máximo registado nas vivendas (166kWh) é maior que o valor máximo nos apartamentos (77kWh). Quanto ao valor mínimo das vivendas (40kWh), não só é mais elevado que o valor mínimo dos apartamentos (23kWh) como muito próximo também da sua mediana (42kWh).

Ainda dentro das características das habitações, foi também registado o respetivo número de assoalhadas. Das trinta habitações visitadas, metade tinham três assoalhadas, 30% eram T3 e com menor representatividade foram encontrados T4 e T5 (7% e 13% respetivamente). Na Figura 4.10 está relacionada a variação do consumo de energia com o número de assoalhadas das habitações auditadas.

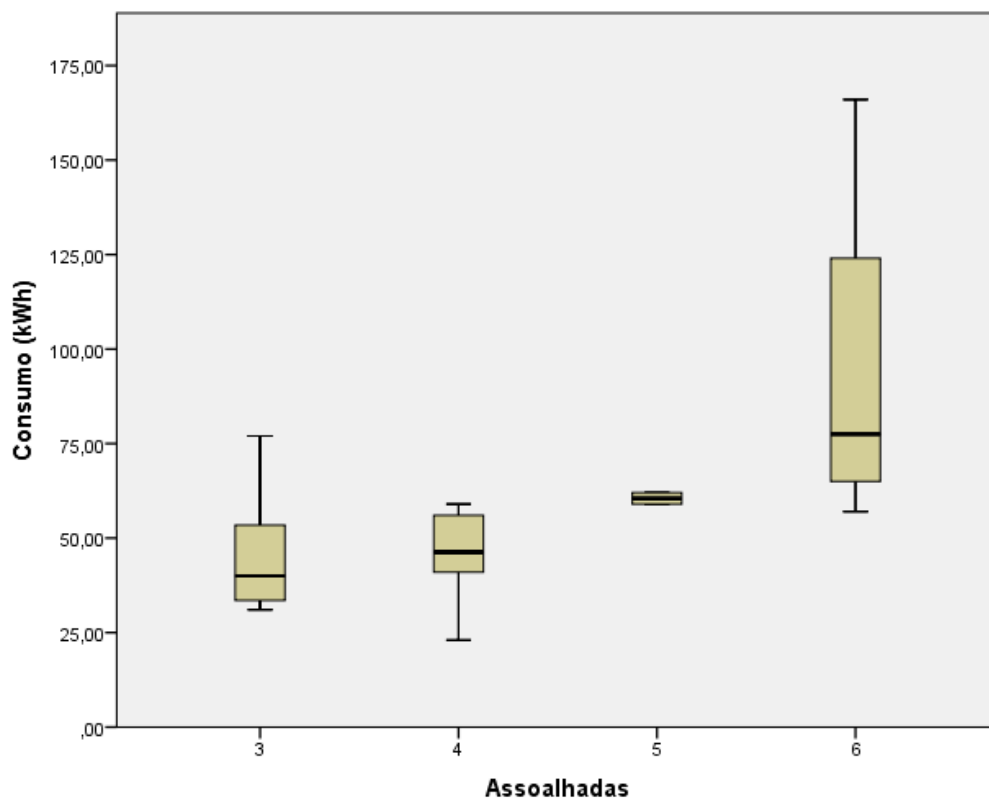


Figura 4.10 – Variação do consumo de energia com o número de assoalhadas.

A figura sugere que, de um modo geral, o consumo de energia elétrica numa habitação aumenta com o número de assoalhadas. No entanto foi verificada uma maior dispersão de resultados nas habitações com três assoalhadas, o que era de esperar dado que representam metade das habitações visitadas. O seu valor máximo registado (77kWh) é superior ao valor máximo das habitações com quatro e cinco assoalhadas (59kWh e 62kWh respetivamente) e igual à mediana dos consumos das habitações com seis assoalhadas. Este valor pertence à família que apenas usa a eletricidade como fonte de energia para a realização das suas tarefas domésticas o que justifica esta discrepância do consumo. O valor mínimo registado das habitações com seis assoalhadas (57kWh) é menor que o das habitações com cinco (59kWh) que pode ser justificado pela pouquíssima dispersão deste último que apenas é constituído por duas habitações.

De uma forma geral, pode-se concluir que as habitações com mais assoalhadas consomem mais energia elétrica.

## Consumo anual

Durante as auditorias, foram registados os valores de consumo anual de cada família com recurso ao empréstimo das faturas da eletricidade que abrangessem um ano civil. No entanto, das trinta famílias, só foi possível registar o consumo anual a 24 isto porque, em dois casos, as famílias em questão só moravam na habitação há menos de cinco meses, noutra a família tinha o sistema de faturas conta certa e em três famílias não foi possível a disponibilização das faturas.

Em Portugal, cada habitação consome em média 3700kWh por ano de eletricidade (ADENE, 2012).

Na Figura 4.11 estão representados os consumos de eletricidade anuais para cada família da amostra e o valor médio de consumo anual de 3700kWh.

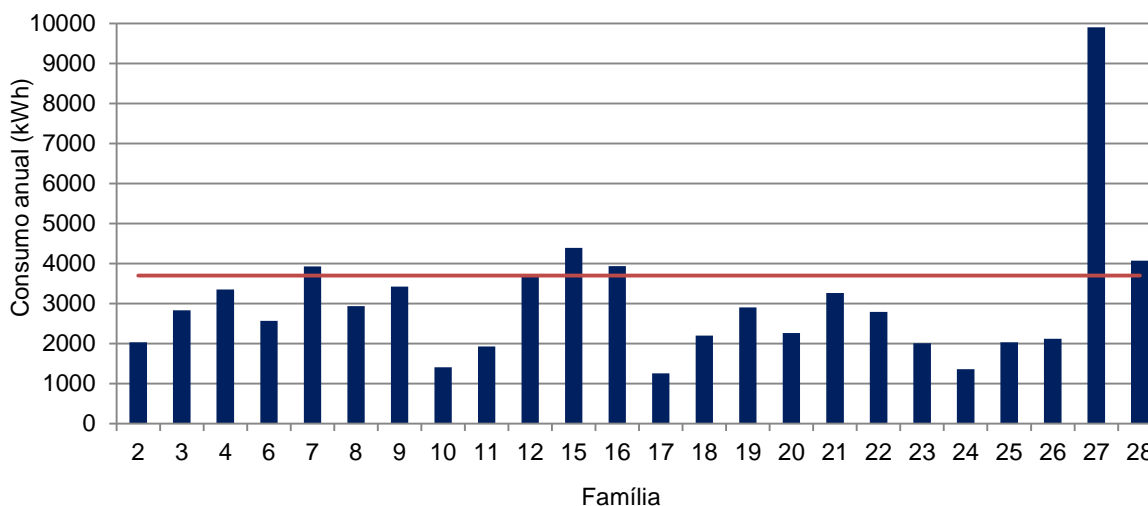


Figura 4.11 – Consumo anual das famílias.

Pela análise da figura verifica-se que 6 das 24 famílias apresentam um consumo anual de energia elétrica acima da média referida pela ADENE. Um dos casos apresenta valores muito elevados (9902kWh/ano) relativamente às restantes famílias e à média nacional. A nível dos eletrodomésticos, a família em questão não foi das que apresentou consumos elevados exceto na máquina de lavar loiça, o que não justifica a grande discrepância dos consumos anuais. Na verdade, os eletrodomésticos monitorizados representaram na totalidade 20,8% do consumo global. Por ser uma vivenda com seis assoalhadas e um agregado de quatro elementos, a iluminação poderá ter um peso considerável no consumo global, bem como, neste caso em particular, a bomba da piscina. No entanto, como não foram registados os consumos destes equipamentos, não foi possível aferir onde se localizam os grandes gastos energéticos da habitação.

Das restantes famílias com o consumo acima do nível médio de referência (entre os 3772kWh/ano e os 4395kWh/ano), três vivem numa vivenda com cinco ou seis assoalhadas e as restantes em apartamento. Das famílias que vivem em apartamentos, uma não utiliza gás em casa pelo que o consumo de eletricidade tende a ser maior, mesmo com um agregado familiar de apenas dois elementos.

Os três consumos anuais mais baixos verificados dizem respeito a famílias que vivem em apartamentos de três ou quatro assoalhadas, com duas delas a possuírem um rendimento abaixo dos 1000€.

### Desvio dos dados de consumo

Os consumos diários de energia numa habitação variam, principalmente, com a sazonalidade dado que no Inverno a utilização de equipamentos de climatização faz aumentar o consumo. Assim, de maneira a verificar até que ponto os dados de consumo registados estão de acordo com a média de consumo diário ao longo do ano, foram comparados os valores de consumo médio diário obtidos através das faturas energéticas com os valores de consumo total do período de monitorização.

A diferença entre os valores pode ser observada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Diferença entre os consumos diários obtidos pelas faturas energéticas e pelo registo das auditorias.

Família	Consumo diário a partir do consumo anual (kWh)	Consumo diário a partir do consumo semanal (kWh)	Diferença (%)
1	6	6	0,0
2	8	9	12,5
3	9	11	22,2
5	7	7	0,0
6	11	11	0,0
7	8	7	-12,5
8	9	9	0,0
9	4	5	25,0
10	5	6	20,0
11	10	8	-20,0
14	12	10	-16,7
15	11	9	-18,2
16	3	5	66,7
18	6	5	-16,7
19	8	8	0,0
20	6	4	-33,3
21	9	7	-22,2
22	8	8	0,0
23	6	5	-16,7
24	4	3	-25,0
25	6	3	-50,0
26	6	8	33,3
27	27	24	-11,1
28	11	12	9,1
Média	8,3	7,9	-2,2
Desvio padrão	4,7	4,2	24,5

A média verificada dos desvios de consumo foi de -2,2% o que significa que, em média, as famílias consumiram menos energia elétrica por dia, durante o período de registos, do que em relação ao ano inteiro. Esta situação pode ser justificada pelo facto de o período de monitorização ter sido realizado entre a Primavera e o Verão, altura em que não são utilizados os aparelhos de climatização. No entanto o desvio padrão calculado revelou-se bastante elevado (24,5%) o que revela que dentro da amostra existem casos em que a variação foi muito mais elevada relativamente à média. De facto a família com maior variação registou um consumo diário 66,7% acima do consumo diário calculado para um ano inteiro. Em contrapartida a variação mais negativa registada foi de -50% que pode ser

justificado pelo facto de, a família em questão, não ter usado nenhuma vez as máquinas de lavar loiça e roupa durante o período de registo o que influencia muito o valor total de eletricidade consumida. Ainda assim em seis famílias foi registada uma diferença de 0% (valor arredondado).

### **Alteração da potência contratada**

Na análise da relação entre o consumo global de energia de uma habitação e a potência contratada, verificou-se que existem famílias cujas necessidades energéticas se encontram abaixo da potência de que dispõem. Desta forma, para cada família, foi identificado o pico máximo de consumo de eletricidade durante o período de monitorização, e verificado se esse valor excedeu a potência respetiva.

Para a construção do gráfico da Figura 4.12 foi feita a conversão da unidade kVA em kWh (1kVA = 0,8kWh) e analisada a diferença de valores entre potência contratada e consumo.

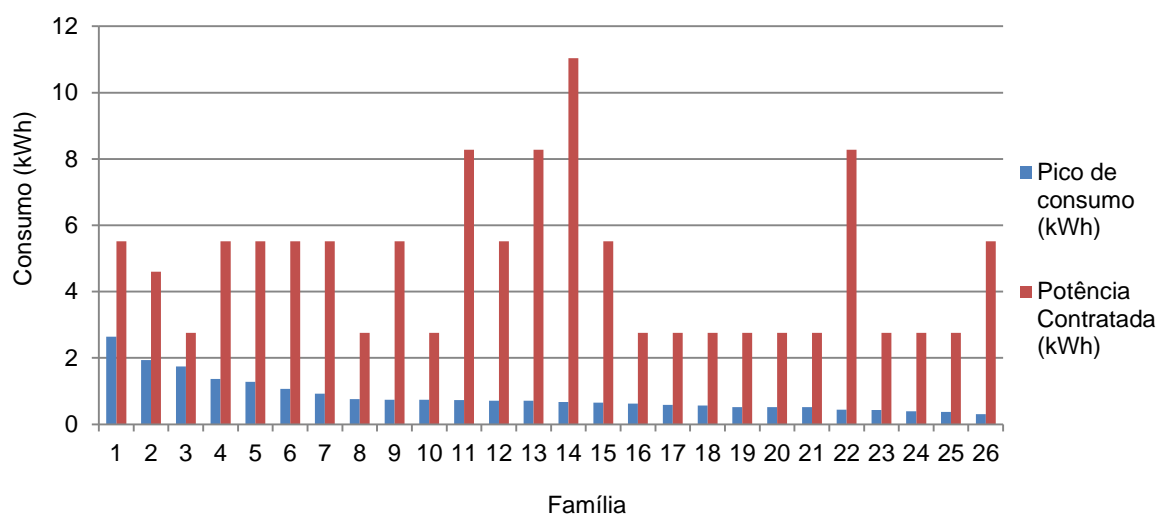


Figura 4.12 – Comparação entre o valor do maior pico de consumo registado e o valor da potência contratada respetiva.

Nesta análise foram retiradas quatro famílias, pelo facto de o sensor utilizado na medição do consumo global, subestimar em demasia (70%) estes valores em relação ao contador. Esta anomalia poderá advir de algum defeito do equipamento.

Pela análise da figura, verificou-se que em nenhum caso o consumo máximo excedeu o valor da potência contratada. Na verdade, o pico de consumo de cada família não atinge nem metade da potência de que dispõem, o que sugere um reajuste do valor da potência contratada face às suas necessidades energéticas. No entanto, pelo facto de o período de monitorização ter sido efetuado entre o fim da Primavera e o início de Verão, as famílias não utilizaram os seus equipamentos de climatização em casa, o que provocaria uma subida do pico de consumo, até porque o maior pico de consumo verificado corresponde à única família que declarou ter usado ar condicionado no período de monitorização.

A família com a maior potência contratada possui uma bomba para a piscina, é constituída por quatro elementos e vive numa vivenda com 6 assoalhadas o que faz aumentar as suas necessidades energéticas relativamente às restantes famílias. No entanto, o valor mais alto do pico de consumo registado no período de 15 minutos, não passou dos 0,676kWh, que se encontra muito abaixo do valor da potência contratada sendo também o 14º valor de pico de consumo registado. Este facto poderá justificar-se por a família em questão não ter utilizado a bomba da piscina durante o período de monitorização o que faria subir o pico de consumo.

Desta forma, e contando com a possível utilização de equipamentos de climatização durante o Inverno (que por norma não excedem os 2500W de potência), pode-se concluir que a maioria das famílias possui uma potência contratada acima das suas necessidades energéticas, mesmo sem se ter tido em conta os valores de potência de arranque dos equipamentos, por não ter sido possível conhecer estes dados. Essas necessidades poderiam ser igualmente satisfeitas com potências entre os 3,45kVA e os 5,75kVA.

No entanto, foram encontrados casos em que as famílias com potências elevadas, de 10,35kVA por exemplo, afirmaram que por vezes o quadro vai abaixo quando têm alguns dos grandes eletrodomésticos consumidores de energia ligados em simultâneo. Nestes casos em particular sugere-se que seja feita uma revisão do quadro elétrico, a fim de se perceber se a potência pela qual as famílias se encontram a pagar é de facto a que dispõem.

#### 4.4. Caracterização dos equipamentos

Verificou-se para cada habitação a presença ou não de grandes eletrodomésticos em termos e contributo para o consumo de energia elétrica.

Relativamente ao frigorífico, este eletrodoméstico foi encontrado em todas as habitações sendo que, numa delas, foram encontrados dois destes equipamentos. Assim a sua taxa de presença ascende aos 100% relativamente à amostra considerada. O segundo eletrodoméstico predominante é a máquina de lavar roupa com presença em 96,7% das habitações, seguida da máquina de lavar loiça com uma taxa de presença de 76,7%. Os equipamentos que registaram uma taxa de presença menor foram a arca congeladora (26,7%) e a máquina de secar roupa (10%).

No caso das máquinas de lavar roupa, duas ficaram por monitorizar: uma delas por ter uma zona de difícil acesso para a instalação da tomada inteligente e outra cuja tomada inteligente sofreu uma avaria durante o período de registo.

As máquinas da loiça foram as que tiveram maiores ausências no registo automático de consumos (quatro máquinas). Foram encontradas duas máquinas que estavam, na altura, avariadas, uma encontrava-se num sítio de difícil acesso para a instalação da tomada inteligente e a outra como era utilizada uma vez por mês (referido pela própria família durante a realização do questionário), optou-se por registar os consumos de outro equipamento que fosse mais utilizado.

Por fim, ficaram duas máquinas de secar roupa sem registos, isto porque foi dito pelas respetivas famílias que só a usam durante o Inverno.

Na Tabela 4.3 estão registadas as presenças de cada um destes eletrodomésticos, a quantidade que foi possível monitorizar e a razão pela qual não foi possível registar o consumo de determinado equipamento.

Tabela 4.3 – Número de equipamentos presentes e ausentes nas habitações e de equipamentos monitorizados e não monitorizados.

Equipamento	Presença	Monitorizados	Justificação
Frigorífico	31	31	Uma das famílias possui dois frigoríficos em casa;
Máquina de lavar roupa	29	27	A tomada inteligente avariou-se durante o período de registo; A máquina estava numa zona de difícil acesso para a instalação da tomada;
Máquina de lavar loiça	23	19	Sete famílias não possuem máquina de lavar loiça; Em dois casos foram encontradas máquinas de lavar loiça mas que se encontravam avariadas;
Arca congeladora	8	8	-
Máquina de secar roupa	3	1	As duas famílias em que não foram registados os consumos das máquinas de secar, deve-se ao facto de só as usarem no Inverno;

A *powerbox*, apesar de não ter o mesmo peso no consumo que os considerados grandes eletrodomésticos, apresenta uma grande taxa de presença é (86,7%). Com o aparecimento dos canais digitais em 2005 tornou-se necessário a utilização da *powerbox* para a descodificação dos canais sendo hoje em dia um equipamento comum.



A Figura 4.13 mostra as taxas de presença dos equipamentos referidos da amostra considerada.

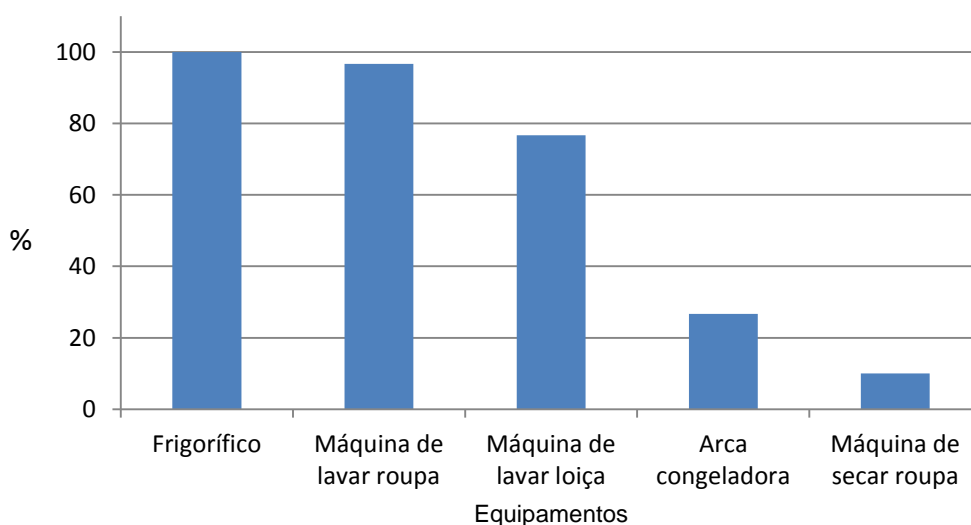


Figura 4.13 – Taxa de presença e ausência dos equipamentos nas habitações

A televisão é outro equipamento que, apesar de não se ter avaliado o número de existências por habitação, tem uma presença muito marcante nas famílias portuguesas. Em todas as auditorias realizadas havia pelo menos uma televisão sendo que na maior parte das habitações (66,7%) existem pelo menos duas televisões. No relatório Ecofamílias II é referido que o número médio de televisões por família chega aos 2,2 fazendo deste equipamento um dos que tem maior taxa de presença.

Em alguns casos, a taxa de presença dos equipamentos monitorizados difere das taxas obtidas pelo IDEF. Na Tabela 4.4 estão evidenciadas as diferenças para alguns dos equipamentos.

Tabela 4.4 – Diferença entre as taxas de presença dos equipamentos do IDEF e das auditorias realizadas.

Taxa de presença (%)		
Equipamento	IDEF	Auditorias
Frigorífico	99,5	103,3
Máquina de lavar roupa	92,8	96,7
Máquina de secar roupa	22,5	10,0
Máquina de lavar loiça	41,4	76,7

Pela análise da tabela, verifica-se que as percentagens relativamente ao frigorífico e à máquina de lavar roupa são bastante semelhantes. As maiores diferenças estão na máquina de secar roupa, que apresenta uma taxa de presença maior no IDEF e uma muito menor na máquina da loiça relativamente aos resultados das auditorias efetuadas para o estudo. Estas diferenças podem ser explicadas pelo facto de o número de entrevistas válidas do IDEF ser muito superior ao das auditorias efetuadas (9489 entrevistas).

#### 4.4.1. Equipamentos de frio

##### Frigorífico

Dentro da amostra considerada para os frigoríficos, o tipo predominante é o combinado (87%) seguido do normal com uma ou duas portas (10%) e finalmente o americano (7%). Todas as famílias auditadas que possuíam um frigorífico normal, de uma ou duas portas, têm também uma arca congeladora. Em alguns casos, verificaram-se famílias que, tendo um combinado ou um americano, tinham também arca congeladora (19% da totalidade dos casos).

Além do consumo energético destes equipamentos, durante as auditorias foram registadas algumas características dos equipamentos de frio: o ano de compra, marca, tipo e classe energética.

### **Relação do consumo com a idade do equipamento**

Como a maior parte dos frigoríficos não apresentava nenhuma informação acerca da sua classe energética, em vez de ser feita uma caracterização das classes de eficiência dos equipamentos de frio, foi feita uma comparação dos consumos, antes da existência da etiqueta e ao longo dos anos até 2012 (em períodos de cinco anos). Esta comparação é feita através das caixas de bigodes, ou *boxplot*, demonstradas na Figura 4.14.

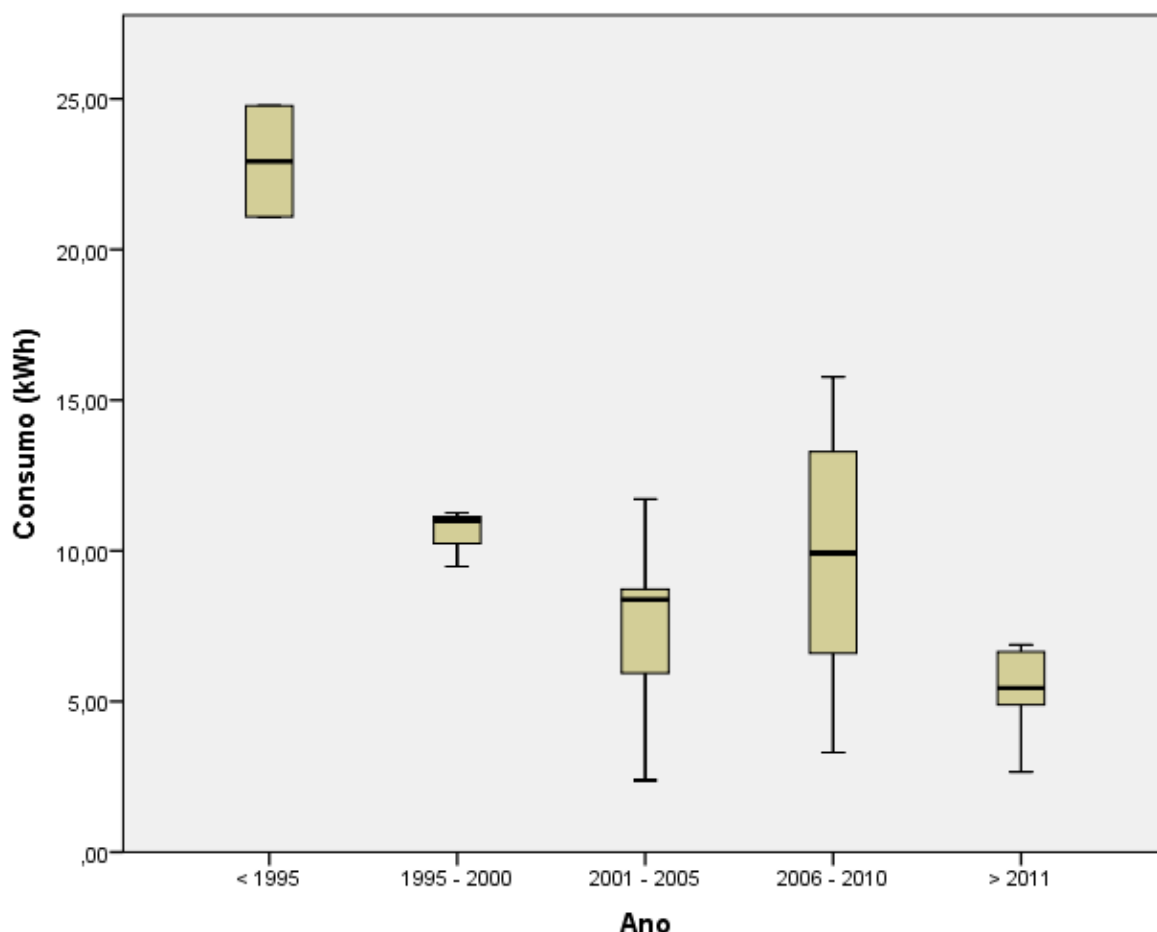


Figura 4.14 – Consumo dos frigoríficos de acordo com a idade.

Na figura anterior está representado o quartil superior e inferior (entre os quais se encontram 50% dos dados) para cada período, bem como as respetivas medianas e dispersão dos resultados mais extremos.

Pela análise da Figura 4.14 pode verificar-se que os consumos associados aos frigoríficos têm vindo a diminuir ao longo dos anos. Tal facto pode dever-se à evolução tecnológica destes equipamentos que lhes permite não só reduzirem o consumo de energia, como também utilizarem-na de forma mais eficiente.

Como seria de esperar, o período antes da implementação da etiqueta energética (< 1995) é o que apresenta os níveis de consumo mais elevados, dado que a tecnologia destes equipamentos é já antiga. No entanto, são apenas duas as máquinas deste período que fazem parte da amostra, o que não é representativo inviabilizando assim fundamentar aquela conclusão.

Com a implementação da etiqueta energética em 1995, a competitividade entre as empresas aumentou e com ela os esforços para aumentar a eficiência dos equipamentos. Os períodos seguintes registaram reduções de consumo significativas até 2012. A única exceção é o período entre 2006 e 2010, em que se registou um aumento da mediana dos consumos dos frigoríficos, que pode

ser explicado pelo facto de este ser o conjunto com mais frigoríficos (11 equipamentos) o que faz com que haja uma maior dispersão de resultados.

O período que registou os valores mais baixos foi o mais atual (posterior a 2011), evidenciando assim a relevância da evolução tecnológica, incentivada por apoios à eficiência energética e legislação específica, na diminuição do consumo.

Efetuada a análise dos dados, pode-se concluir que, de uma maneira geral, o consumo destes equipamentos aumenta com a idade do equipamento.

### **Peso no consumo global da habitação**

Os equipamentos de frio, frigoríficos e arcas contribuem, em média, 32% para o consumo total da habitação (DGGE, 2004). O projeto europeu “*Analysis of Monitoring Campaign in Europe*” aponta para um contributo, em Portugal, mais baixo de 20% (REMODECE, 2010).

O valor mínimo registado na amostra, em percentagem, foi de 4% e o máximo 57%.

A Figura 4.15 mostra os diferentes pesos dos consumos dos frigoríficos da amostra e o seu valor médio.

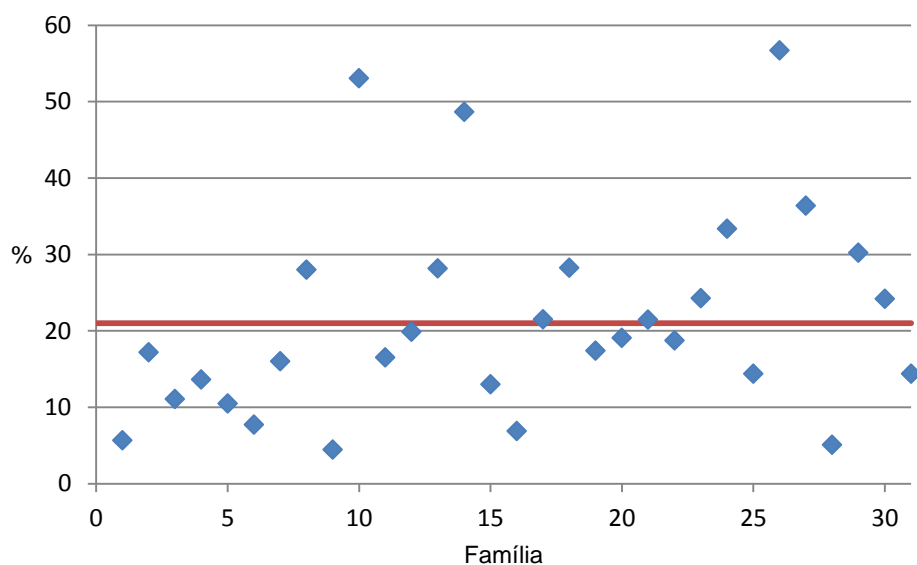


Figura 4.15 – Peso de cada frigorífico no consumo global da habitação e média da amostra.

Na figura evidenciam-se três consumos que contribuem de forma bastante significativa relativamente à maioria.

O frigorífico que mais peso teve na fatura da energia elétrica (57%) foi porém o que menos consumiu (13 kWh); a respetiva habitação foi, na amostra, a que menos consumiu eletricidade durante o período de monitorização.

Em contrapartida o frigorífico que menos peso teve (49%), dos três com maior consumo, foi o que requereu mais energia (18,5 kWh) que pertence à habitação com o maior consumo global.

O segundo maior valor registado (53%) pertence a um dos frigoríficos que maior consumo registou (17,51 kWh), facto que pode ser justificado, principalmente, devido à avançada idade que o equipamento tem (13 anos). Importa também referir que, no caso da família com dois frigoríficos, a soma dos contributos de cada um ascende aos 44%.

A maior parte dos dados situa-se entre os 10% e os 30%, abaixo do valor de referência de 32% apresentado pela DGGE. Quanto ao valor referido pelo estudo europeu de 20%, quase metade da amostra (43%) apresenta valores superiores no entanto, a média da amostra situa-se muito perto desse valor (22%).

Não foi possível concluir que o consumo dos equipamentos de frio fosse influenciado pelo tamanho do agregado, por estarem continuamente ligados.

## **Funcionamento**

Com a utilização do Cloogy© como recurso para monitorização dos consumos de energia dos eletrodomésticos, é possível verificar o modo como o consumo associado ao seu funcionamento é distribuído ao longo do tempo. Na Figura 4.16 estão representados dois esquemas de funcionamento associados a dois frigoríficos, um antigo com mais de 15 anos em um consumo elevado e um frigorífico mais recente de 2011 com um consumo mais baixo, durante um período de 12 horas.

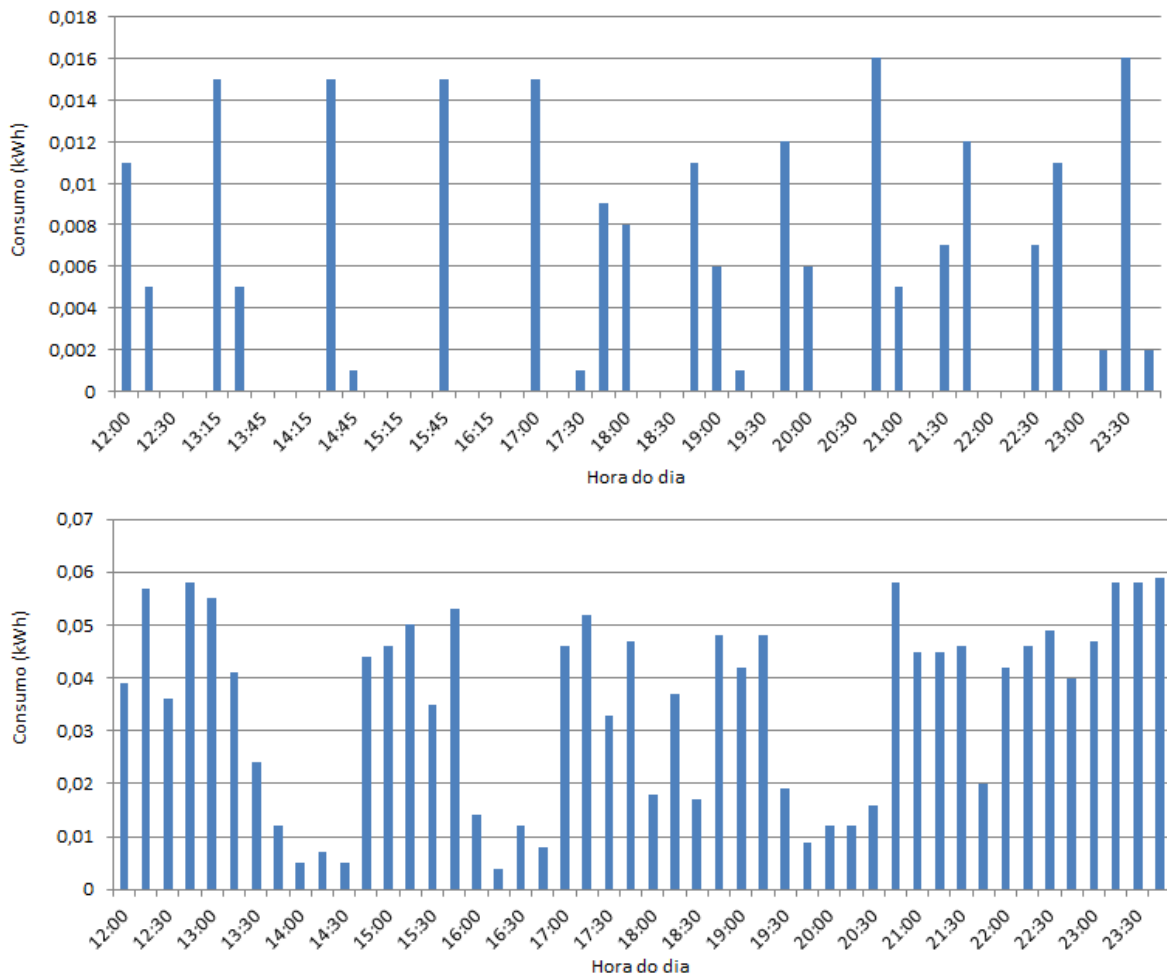


Figura 4.16 – Comparação entre os consumos de um frigorífico antigo (em baixo) e um recente (em cima).

Analisando a figura verifica-se que o modo como estes dois equipamentos operam é bastante diferente. No frigorífico mais recente os picos de consumo são distribuídos de forma regular, enquanto no outro essa regularidade não se verifica. Esta irregularidade poderá ser justificada pela tecnologia antiga de que o frigorífico é feito que, sendo energeticamente menos eficiente, necessita de mais energia para funcionar. O facto de o frigorífico ser antigo leva a que o funcionamento do compressor não seja tão eficiente levando a picos de consumo mais irregulares.

Em ambos os casos verifica-se durante o dia aumentos e reduções bruscas do consumo de energia que estão associados respetivamente ao ligar e desligar do compressor. No entanto, para o frigorífico mais antigo, mesmo quando o compressor é desligado, a determinada altura continua a consumir energia (cerca de 6 W) enquanto no frigorífico mais recente sempre que o compressor é desligado não há qualquer consumo. Esta diferença pode ser justificada pela grande disparidade de idades dos equipamentos. Relativamente ao consumo, claramente se verifica que o frigorífico antigo tem picos de consumo mais elevados (entre os 0,05 kWh e os 0,06 kWh) do que o mais recente (entre os 0,009 kWh e os 0,017 kWh).

### **Potencial de poupança dos frigoríficos**

A substituição do frigorífico por outro mais eficiente começou pela escolha dos equipamentos que foram considerados como potenciais alternativas.

A seleção foi feita segundo dois critérios: o valor do investimento e o consumo anual associado a uma classe energética elevada (A+ ou superior). Tanto a marca como o modelo não foram tidos em conta na escolha do frigorífico.

Quanto à classe energética, os consumos dos frigoríficos da amostra foram comparados com os consumos de frigoríficos de classe energética A+, A++ e A+++, de modo a se perceber até que ponto é economicamente vantajoso para uma família substituir o seu frigorífico, por outro que seja eficiente mas não o mais eficiente atualmente no mercado.

O consumo anual foi tido em conta para quantificar o potencial de poupança de eletricidade que a família tem ao adquirir o novo equipamento.

O valor do investimento é um dos principais aspetos que um consumidor tem em conta quando pretende adquirir um novo equipamento. Desta forma, o valor de compra do equipamento escolhido para cada classe energética foi o mais barato que se encontra atualmente numa loja de venda de eletrodomésticos (Worten) e através do *site* Topten.pt.

“O Topten é uma ferramenta de pesquisa *on-line* que pretende orientar o consumidor na escolha de diversos equipamentos consumidores de energia, que utilizamos diariamente...” (Quercus e ADENE, 2013).

Os frigoríficos escolhidos para a sugestão da substituição, bem como algumas das suas características estão indicados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Características dos frigoríficos para substituição.

<b>Marca</b>	<b>Whirlpool</b>	<b>AEG</b>	<b>Balay</b>
Modelo	WBE3411 A+W	S53600CSW0	3KSL-5655
Preço (€)	349 €	499 €	699 €
Classe energética	A+	A++	A+++
Consumo anual (kWh)	295	235	150
Consumo semanal (kWh)	5,67	4,52	2,88
Consumo diário (kWh)	0,810	0,646	0,412

Como era de esperar, a maior eficiência do equipamento requer um maior investimento por parte do consumidor pelo que serão elaborados três cenários de poupança com o objetivo de ver qual o mais viável. O consumo semanal está inserido na tabela pelo facto de as auditorias terem a duração de uma semana, facilitando assim a comparação dos consumos obtidos com os dos frigoríficos eficientes. Assim, a substituição de um frigorífico só será justificável se o seu consumo semanal obtido na auditoria for superior ao consumo semanal do novo equipamento.

As características dos frigoríficos encontrados nas auditorias são muito diversificadas. O consumo de cada um varia entre os 2,38kWh e os 24,77kWh fazendo com que a substituição seja viável apenas para algumas famílias. Desta forma, as únicas famílias escolhidas para a substituição do equipamento foram aquelas cujo período de retorno do investimento não excedesse os quatro ou cinco anos, não se tendo entrado em consideração com os custos de financiamento (juros de aplicação alternativa do capital) por se tratar de investimentos de baixo valor, e considerando as baixas taxas de juro que atualmente remuneram os depósitos a prazo.

Outro aspeto tido em conta foi o tarifário de cada família, pois a poupança económica varia consoante a tarifa simples ou bi-horária. Dentro da bi-horária existem ainda os ciclos diários e semanais que influenciam a duração das horas de vazio e fora de vazio.

Os frigoríficos apresentam um padrão de consumo que varia consoante a marca e o modelo, ou seja, existem determinados frigoríficos que consomem energia durante o dia, ainda que em quantidades diferentes, enquanto outros têm certos períodos do dia em que o consumo é nulo pelo facto de o compressor se encontrar desligado. Dado ser impossível saber o padrão de consumo dos três frigoríficos sugeridos para a substituição, foi estimado o seu consumo diário, que foi posteriormente

dividido pelas 24 horas do dia, permitindo desta forma saber o consumo por hora e assim, o custo associado para os períodos com horas de vazio e fora de vazio. O padrão de funcionamento dos três frigoríficos foi considerado como sendo igual entre eles.

As famílias com tarifa simples representam 76,7% da amostra (23 famílias) sendo que deste conjunto, apenas quatro apresentaram consumos que justificam a substituição do seu frigorífico por um de classe energética A. Em relação às famílias com tarifa bi-horária, que constituem 26,7% do total, apenas uma teve um consumo que justifique a substituição do seu frigorífico.

Dentro deste conjunto de famílias os seus consumos variam entre os 15,77kWh e os 24,77kWh e as potências são de 3,45kVA exceto numa que tem 10,35kVA.

As poupanças das cinco famílias associadas à substituição do seu frigorífico encontram-se representadas na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Poupança associada à substituição do frigorífico.

	Família	Consumo atual (kWh/semana)	Poupança com novo frigorífico (kWh/ano)	Poupança (%)	Poupança com novo frigorífico (€/ano)	Período de retorno (anos)
Frigorífico A+	7	24,77	993	77	140	2,5
	13	18,49	666	69	93	3,7
	15	15,77	525	64	73	4,7
	12	17,51	615	68	86	4
	26	21,09	801	73	105	3,3
Frigorífico A++	7	24,77	1053	82	149	3,3
	13	18,49	726	76	102	4,9
	15	15,77	585	71	82	6,1
	12	17,51	675	74	94	5,3
	26	21,09	861	79	113	3,9
Frigorífico A+++	7	24,77	1138	88	161	4,3
	13	18,49	811	84	114	6,1
	15	15,77	670	82	94	7,4
	12	17,51	760	84	106	6,5
	26	21,09	946	86	124	5,6

Relativamente ao frigorífico de classe A+, a poupança anual mínima verificada foi de 525,25kWh, uma poupança de 64% que corresponde, face ao preço por kWh para tarifas simples com potência de 3,45kVA, a 73,8€. O período de retorno do investimento é estimado em quatro anos e oito meses. A substituição mais rentável da amostra foi para a família com o maior consumo registado no frigorífico. A poupança energética estimada ascende aos 993,2kWh (77% de poupança de energia) correspondendo a 140,8€ poupados anualmente com um período de retorno de dois anos e meio.

Para o frigorífico de classe A++ sugerido para substituição, o potencial de poupança energético aumenta, dado que o frigorífico em questão consome menos, aumentando também a poupança económica. No entanto, como o investimento é maior para este frigorífico, o período de retorno também aumenta. Para as famílias consideradas, o aumento da classe energética do equipamento inviabiliza a substituição para as duas famílias, devido à excedência do período de retorno face ao intervalo considerado. Estes valores (6,1 e 5,3 anos) correspondem às famílias com o menor consumo das consideradas para a substituição.

Quanto à substituição pelo frigorífico A+++, estas variações são ainda mais acentuadas. O aumento do período de retorno, associado ao aumento do investimento, inviabiliza a substituição a quatro famílias sendo que apenas para a família que registou o maior consumo ainda é viável a troca do equipamento.

As poupanças energéticas ascendem todas a valores acima dos 80%, com uma poupança económica associada que varia entre os 94€ e os 161€, evidenciando assim a relevância da eficiência energética dos equipamentos nos consumos dos eletrodomésticos.

A poupança média verificada neste conjunto de famílias para os frigoríficos A+, A++, e A+++ foram, respetivamente, 70%, 76% e 85%.

Das restantes famílias, sete apresentaram um consumo semanal inferior ao frigorífico A+, três relativamente ao frigorífico A++ e apenas duas famílias apresentaram um consumo do seu frigorífico inferior a um A+++ não sendo por isso justificável a sua substituição.

Quatro equipamentos deste conjunto de famílias datam de 2010 e anos seguintes, ou seja, são ainda recentes, justificando assim os baixos consumos associados. Dos outros três, um é de 2007 e os outros dois de 2000 e 2003 (este último foi o que com o registo de consumo mais baixo da amostra).

Estes dois últimos frigoríficos apresentam já uma idade avançada pelo que os seus baixos consumos são inexplicáveis do ponto de vista tecnológico.

Relativamente à amostra, excluindo as famílias com consumos inferiores, a média do potencial de poupança foi de 44% relativamente à alternativa do frigorífico A+, 50% para o frigorífico A++ e 65% para o A+++.

O aumento dos períodos de retorno com o aumento da classe energética dos equipamentos alternativos sugere que, a substituição dos eletrodomésticos ineficientes, não tem necessariamente de ser pelos mais eficientes disponíveis no mercado. A troca do frigorífico por um de classe A+ já permite níveis de poupança significativos, não sendo preciso portanto investimentos muito consideráveis e abrange, considerando um determinado período de retorno, um maior número de famílias com capacidade de poupar energia pela substituição do equipamento.

### **Arcas congeladoras**

As arcas congeladoras, apesar de estarem muito ausentes nas habitações, são também grandes consumidoras de energia contribuindo de forma significativa para o consumo total da casa.

Tal como nos frigoríficos, a relação entre o consumo destes equipamentos e o tamanho do agregado familiar não é relevante pelo que não foi efetuada essa comparação.

Dentro da amostra apenas se registaram oito habitações que usam arca pelo que a análise dos seus consumos relacionado com o ano dos equipamentos também não foi efetuada.

Quanto à representatividade das arcas no consumo global, na maioria dos casos foram verificados valores significativos. Na Figura 4.17 é possível visualizar o peso que representa cada arca na totalidade do consumo e o seu valor médio.

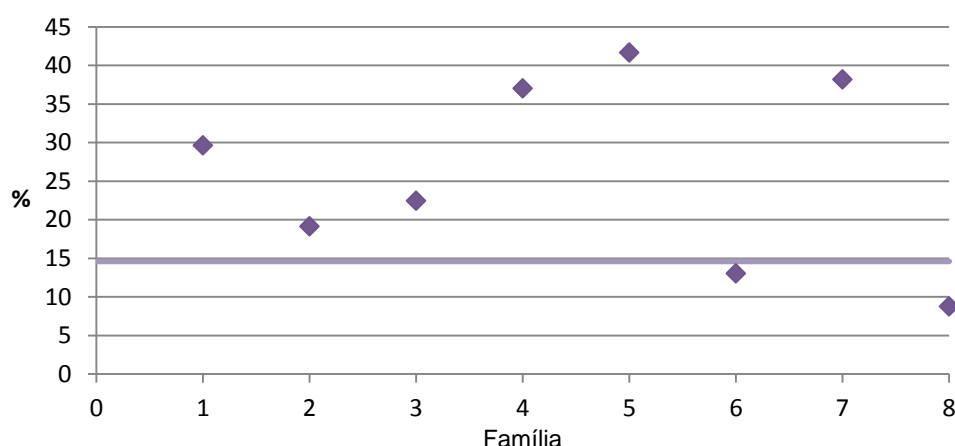


Figura 4.17 – Peso das arcas congeladoras no consumo total (%) e sua média.

Pela análise da figura, verificam-se vários valores para o peso deste equipamento no consumo global de uma habitação.

Os três primeiros valores têm associados um consumo de 12,4kWh, 14,5kWh e 13,5kWh respetivamente, mostrando que não é pelo facto de uma arca consumir mais do que outra que vai ter maior peso na fatura energética. O valor mais alto registado (41,6%) tem associado um consumo de 16,7kWh enquanto a segunda maior percentagem (38,1%) tem associado um consumo de 17,8kWh. As percentagens mais baixas obtidas foram de 13% e 8,7%, as únicas abaixo do valor médio (14,6%), com um consumo respetivo de 4,8kWh e 14,5kWh. A percentagem mais baixa registada é a que tem também o maior desfasamento com o consumo, isto porque pertence à família com o maior consumo da amostra.

O máximo e mínimo registado para os consumos foram respetivamente, 22,9kWh e 4,8kWh.

No entanto a relação entre as duas variáveis não é nula dado que os três maiores consumos registados são de facto os que têm maior representatividade.

Os consumos elevados podem ser justificados, além de serem equipamentos de frio, pela idade que superava os 15 anos, exceto uma das arcas que é do ano de 2000 e outra que não foi possível determinar a idade.

No entanto, a arca que apresentou o menor valor de consumo também tem idade superior a 15 anos. A maioria das arcas da amostra apresenta alturas do dia (intervalos de 15 minutos) em que não consomem nenhuma energia que corresponde à paragem do compressor. A arca em questão no entanto foi a única a apresentar períodos de 2h, cerca de sete vezes por dia, em que não foi registado qualquer consumo por parte do equipamento. Este comportamento poderá ser justificado por uma possível avaria no equipamento (talvez ao nível do compressor), dada a avançada idade que apresenta.

As famílias que possuem frigorífico e arca congeladora têm naturalmente uma maior fatia do seu consumo total associada aos equipamentos de frio. Na Tabela 4.7 estão identificadas as representatividades individuais dos equipamentos de frio e o seu somatório.

Tabela 4.7 – Representatividade dos equipamentos de frio nas famílias com frigorífico e arca.

<b>% Frigorífico</b>	<b>% Arca</b>	<b>Total (%)</b>
5,7	29,6	35,3
11,1	19,1	30,2
4,4	22,4	26,8
6,9	37,0	43,8
28,2	41,6	69,9
17,4	13,0	30,4
18,7	38,1	56,8
5,1	8,7	13,8

Como se pode ver na tabela a representatividade destes dois equipamentos de frio, no seu conjunto, é bastante significativa. A família com a menor percentagem é, da amostra, a que consumiu mais eletricidade durante o período de monitorização, baixando assim o valor do contributo dos equipamentos nos gastos totais de energia.

A excessiva representatividade de 69,9% deve-se ao facto de a família em questão não ter nem máquina de lavar loiça nem de roupa que, sendo equipamentos de grande consumo, alteram completamente a representatividade de cada equipamento.

A maioria das restantes famílias apresentou valores entre os 27% e 57% que estão acima do valor referido pelo projeto REMODECE (REMODECE, 2010) apenas uma família registou um valor abaixo do referido pelo estudo (14%).



## **Funcionamento**

O funcionamento das arcas congeladoras assemelha-se muito ao dos frigoríficos na medida em que também têm os picos de consumo associados ao funcionamento do compressor e as quebras do consumo quando este se encontra desligado. Na Figura 4.18 estão representados dois esquemas de funcionamento, um de uma arca com mais de 15 anos e outro de uma arca do ano 2000:

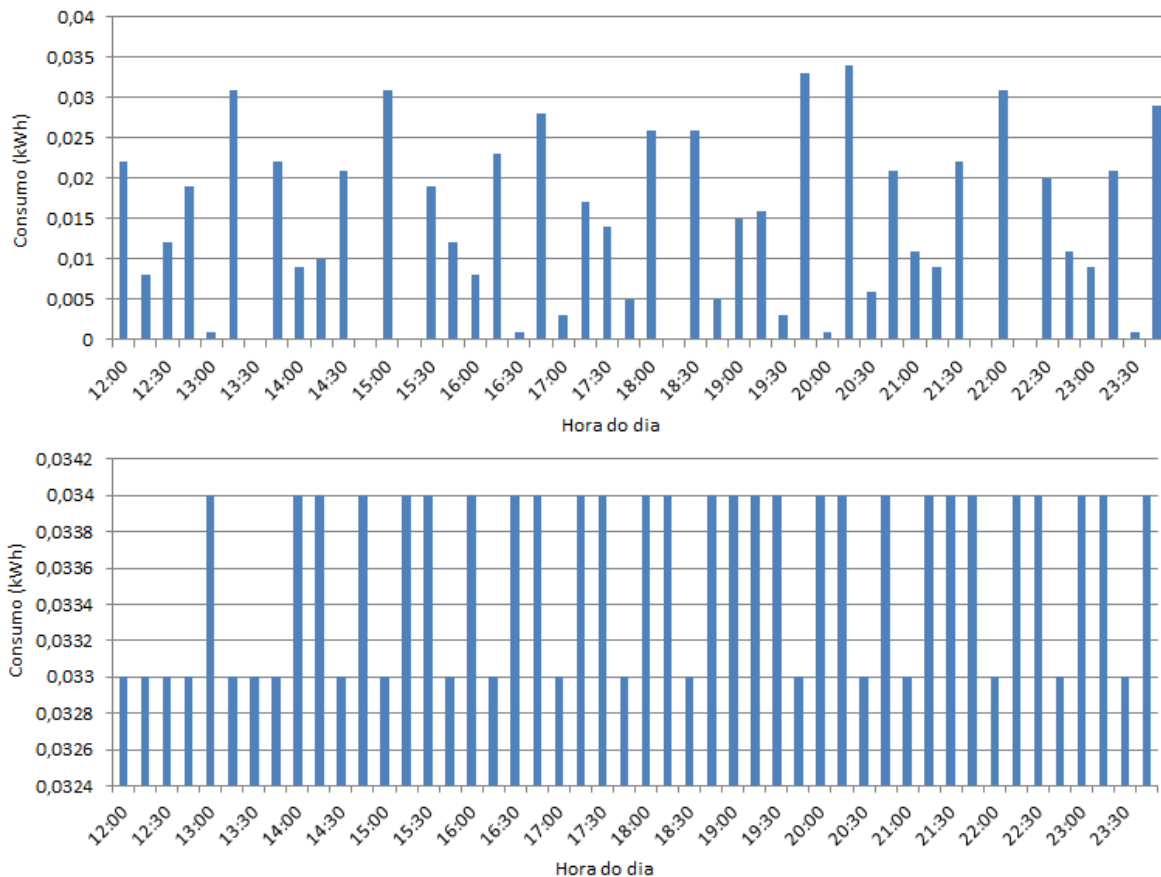


Figura 4.18 – Comparação entre os consumos de uma arca congeladora com mais de 15 anos (em baixo) e uma do ano 2000 (em cima).

Relativamente às duas arcas em questão, as diferenças no seu funcionamento são bastante evidentes. Enquanto na primeira se verificam várias quebras do consumo ao longo do dia, que chegam a atingir os 0W, a arca mais antiga está constantemente a consumir energia entre os 32W e os 34W, em que a maior parte das quebras de consumo se situam nos 33W. De facto esta última foi de todas as arcas monitorizadas a que mais consumiu energia durante o período de registos.

## **Potencial de poupança**

Das oito arcas encontradas, apenas uma era do tipo horizontal pelo que a escolha das arcas congeladoras alternativas teve em conta, além do consumo total anual, classe energética e investimento a sua tipologia.

Para a família que tinha a arca horizontal foram selecionadas três arcas congeladoras horizontais de classes A+, A++ e A+++ cujas características estão identificadas na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Características das arcas congeladoras horizontais alternativas.

Tipo	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Marca	Whirlpool	Tensai	Miele
Modelo	WH 2010A+E	TCHEU240 SI	GT 5196
Preço (€)	329	299	649
Classe energética	A+	A++	A+++
Capacidade (l)	204	232	200
Consumo anual (kWh)	234	166	116
Consumo semanal (kWh)	4,5	3,2	2,2

Na família em questão foi registado um consumo de 13,5kWh valor este que se encontra muito acima do consumo semanal de qualquer uma das arcas alternativas. Apesar de ser o terceiro consumo mais baixo registado, o facto de a arca apresentar uma idade já bastante avançada (> 15 anos) poderá justificar o elevado valor de consumo face às arcas atuais. Desta forma os valores de poupança associados à sua substituição foram bastante consideráveis como pode ser observado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Poupança associada à substituição da arca horizontal.

	Consumo actual (kWh/semana)	Poupança com a nova arca (kWh/ano)	Poupança (%)	Poupança com a nova arca (€/ano)	Período de retorno (anos)
Arca A+	13,5	467,9	66,7	65,7	5,0
Arca A++	13,5	535,9	76,3	75,3	4,0
Arca A+++	13,5	587,5	83,7	82,5	7,9

A poupança energética varia entre os 66,7% e os 83,7% correspondendo a uma poupança económica entre os 66€ e os 83€ por ano.

Considerando o mesmo intervalo de tempo para o período de retorno que os frigoríficos, só é viável a substituição da arca pelas que possuem as classes de eficiência A+ e A++. Neste caso em particular, A substituição pela classe A++ é mais vantajosa quer ao nível da poupança energética anual, poupança económica e também período de retorno. O facto de a arca de classe A+ ser mais cara, diminui logo o seu potencial de poupança pois além do preço, consome mais energia por ano aumentando também o período de retorno do investimento. Neste caso em particular a troca feita pela arca A++ permite ainda armazenar mais alimentos por ter maior capacidade.

Relativamente às arcas verticais, as alternativas foram selecionadas com base nos mesmos parâmetros cujas características estão apresentadas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Características das arcas congeladoras verticais alternativas.

Tipo	Vertical	Vertical	Vertical
Marca	Kunft	Liebher	Liebher
Modelo	100A+	GP 1376	GP 1486
Preço (€)	199	449	524
Classe energética	A+	A++	A+++
Capacidade (l)	85	104	104
Consumo anual (kWh)	179	151	101
Consumo semanal (kWh)	3,44	2,90	1,94

Os consumos das arcas verticais encontradas variam entre os 4,8kWh e os 22,9kWh. Apesar de terem todas um consumo semanal superior às alternativas, a substituição da arca com o menor consumo é inviável dado o elevado período de retorno associado.

Na Tabela 4.11 estão apresentados os valores de poupança associados à substituição das arcas verticais.

Tabela 4.11 - Poupança associada à substituição da arca vertical.

	Família	Consumo actual (kWh/semana)	Poupança com a nova arca (kWh/ano)	Poupança (%)	Poupança com a nova arca (€/ano)	Período de retorno (anos)
Arca A+	1	12,4	468	72	61	3,2
	6	22,9	1013	85	133	1,5
	15	14,5	576	76	75	2,6
	17	14,5	574	76	80	2,5
	18	16,7	687	79	96	2,1
	21	4,8	71	28	10	19,7
	27	17,8	745	80	104	1,9
Arca A++	1	12,4	496	76	65	7,6
	6	22,9	1041	87	137	3,6
	15	14,5	604	80	79	6,3
	17	14,5	602	79	84	5,9
	18	16,7	715	82	100	5
	21	4,8	99	39	14	35,6
	27	17,8	773	83	108	4,6
Arca A+++	1	12,4	546	84	70	9,9
	6	22,9	1091	91	140	5
	15	14,5	654	86	85	8,2
	17	14,5	652	86	91	7,6
	18	16,7	765	88	107	6,5
	21	4,8	149	59	21	33,2
	27	17,8	823	89	115	6

Na substituição da arca por uma de classe A+, o potencial de poupança varia entre os 28,6% e os 85,0%. Apenas para a família com o menor valor de consumo registado (4,8kWh) é que a substituição do seu equipamento foi considerada como inviável dado o grande período de retorno necessário para abater o valor do investimento (19,7 anos).

Relativamente às restantes famílias, o potencial de poupança mais alto verificado foi de 1013kWh/ano (85,0%) que pertence à arca que mais consumiu da amostra, tendo também associada a maior poupança económica de 133,7€/ano. A família em questão possui a tarifa bi-horária, fazendo com que a poupança económica seja mais baixa, relativamente a quem tenha um consumo semelhante e uma tarifa simples, devido ao baixo valor pago por kWh nas horas de vazio. O período de retorno também foi o mais baixo, de apenas 1,5 ano.

A família com o potencial de poupança mais baixo, pela substituição da sua arca por uma de classe A+, foi de 468kWh (72,3%) associado a uma poupança económica de 61,8€/ano e um período de retorno de 3,2 anos. O elevado potencial de poupança associado às arcas congeladoras deve-se ao facto de sete das oito arcas terem uma idade superior a 15 anos, tendo por isso um consumo de energia menos eficiente.

A substituição das arcas da amostra por uma de classe A++ aumenta a quantidade de energia e dinheiro poupados, no entanto, três das famílias excedem o seu período de retorno relativamente ao valor máximo estabelecido de cinco anos (7,6 anos, 6,3 anos e 5,9 anos).

As restantes famílias apresentam um potencial de poupança energético de 715,3kWh/ano, 773,1kWh/ano e 1041,1kWh/ano com uma poupança financeira respetiva de 100,5€/ano, 108,6€/ano e 137,4€/ano e um período de retorno de 5,0 anos, 4,6 anos e 3,6 anos.

A substituição por uma arca de classe A+++ é a que, naturalmente, permite uma maior poupança energética e financeira no entanto, o seu elevado valor monetário torna esta substituição viável (do ponto de vista da recuperação do investimento) apenas para uma família que, mesmo assim, atinge o

limite máximo de 5 anos. A poupança energética verificada foi de 1091,2kWh/ano traduzindo-se numa considerável poupança financeira de 140,6€/ano.

A poupança média verificada para as famílias com arcas congeladoras foram de 70,6% pela substituição por uma de classe A+, 75,8% por uma de classe A++ e 83,7% por uma de classe A+++.

### **Conclusões**

Efetuada a análise dos dados dos equipamentos de frio das famílias, foi possível responder a algumas das questões colocadas inicialmente. A média da representatividade dos frigoríficos no consumo global foi de 22,0% e para as arcas 26,2%.

O potencial de poupança, dos casos em que se justifica a substituição dos equipamentos, situou-se entre os 6,9% e os 81,8% para os frigoríficos. Esta dispersão de resultados justifica-se por a amostra conter frigoríficos recentes com baixo consumo e modelos mais antigos e ineficientes do ponto de vista energético. Nas arcas o potencial de poupança situou-se entre os 72,3% e os 85,0%. A dispersão de valores para estes equipamentos é menor pois a maioria das arcas encontradas possuem mais de 15 anos, apresentando por isso consumos elevados. Os valores de poupança referem-se à substituição do equipamento atual por um de classe A+ isto porque, ainda que não permita poupanças tão elevadas com os de classe A++ e A+++, é a alternativa que apresenta os melhores valores de período de retorno. Outro aspeto tido em conta foi o investimento pois, dada a atual situação financeira em que se encontra o país, pensa-se que será difícil para muitas famílias efetuarem investimentos mais consideráveis.

Relativamente à relação dos consumos destes equipamentos com a dimensão do agregado, não foi possível formular qualquer conclusão devido ao reduzido número de equipamentos monitorizados.

#### **4.4.2. Máquinas de lavar roupa**

As máquinas de lavar são também grandes responsáveis pelo consumo energético da casa. Os dados recolhidos para estes equipamentos, além do consumo de energia, abrangeram a componente dos hábitos de utilização, nomeadamente a temperatura de lavagem habitual, a utilização ou não da função de temporizador e a frequência com que a máquina é usada.

O consumo derivado das máquinas de lavar roupa da amostra deverá ser tanto maior, quanto maior for o agregado familiar a que pertence. No entanto existem hoje em dia vários fatores como a classe energética da máquina, a temperatura com que se lava a roupa ou até os detergentes usados nas lavagens, que podem criar resultados ou consumos não expectáveis para determinada família.

Na Figura 4.19 está relacionado o consumo das máquinas de lavar durante o período de amostragem com o respetivo agregado familiar.

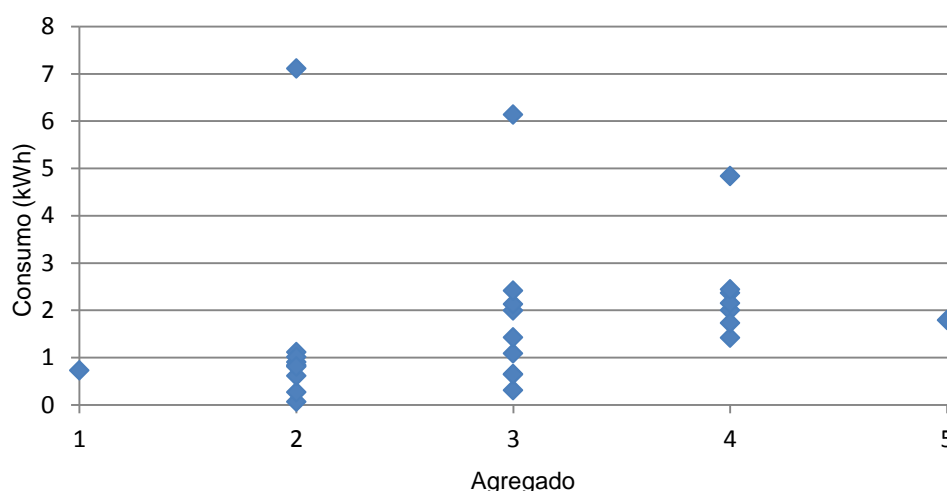


Figura 4.19 – Consumo total da máquina de lavar roupa por agregado familiar.

Pela análise da figura, facilmente se conclui que, na generalidade da amostra, ao aumento do agregado familiar está associado o aumento do consumo por parte das máquinas de lavar roupa. A

primeira justificação será naturalmente que para um maior número de pessoas por família, maior terá de ser a quantidade de roupa a lavar. No entanto, dentro da amostra considerada, apresentam-se determinados resultados que saem fora do padrão normal de consumo. A família que consumiu mais energia com a sua máquina de lavar roupa (7,1kWh) tem apenas dois elementos no seu agregado. Ainda assim foi também uma das que mais a utilizou durante o período de monitorização (cinco vezes) devido ao facto de, neste caso em particular, a máquina de lavar ser usada na prestação de serviços de lavagem e engomaria para o exterior. Dado que a máquina de lavar desta família é recente (2012) e de classe energética A++, o grande consumo associado dever-se-á certamente às elevadas temperaturas a que a roupa é lavada. No questionário realizado à família as temperaturas com que é costume lavar-se a roupa situam-se entre os 40°C e os 60°C.

O segundo maior consumo registado (6,1kWh) pertence a uma família com três elementos que também utilizou a máquina de lavar roupa, de 2011 e de classe energética A, cinco vezes durante o período de monitorização. Com a máquina a registar em média 1,1kWh por lavagem, é de esperar que a família utilize com mais frequência programas com temperaturas elevadas. No questionário efetuado à família a temperatura frequente de lavagem é de 50°C.

O terceiro maior valor de consumo registado (4,8kWh) pertence a uma família de quatro elementos que utilizou a sua máquina de lavar, de 2005, quatro vezes durante o período de monitorização. Os três valores mais elevados registados diminuem com o aumento do agregado, com o aumento do ano da máquina e com a diminuição do número de lavagens o que leva a concluir que, são vários os fatores que influenciam a quantidade de energia consumida pelas máquinas de lavar roupa.

De referir ainda que a família que mais usou a máquina de lavar durante a semana, (sete vezes) obteve um consumo de apenas 2,4kWh comparado com os valores mais elevados. Tal facto dever-se-á às baixas temperaturas em que a roupa é lavada, tendo em conta que a família referiu usar com mais frequência a lavagem a 30°C. O consumo por ciclo de lavagem desta família variou entre 0,2kWh e os 0,4kWh.

Relativamente aos restantes resultados, a tendência seguiu mais ou menos como o esperado, ou seja, o consumo aumenta com o aumento do agregado familiar. O único caso em que tal não se verificou foi na família com 5 elementos com apenas duas lavagens registadas com uma máquina de classe A de 2009. A classe energética elevada da máquina bem como a pouca utilização semanal permite que os consumos sejam mais baixos.

Dado que o fator que influencia mais o consumo por ciclo de lavagem é a temperatura e não tanto a idade do equipamento, não foram relacionadas estas duas variáveis como nos equipamentos de frio.

As máquinas de lavar roupa foram as que apresentaram uma representatividade mais uniforme no consumo global das habitações.

Os três valores mais elevados situam-se entre os 8,2% e os 15,4%, que correspondem às famílias que obtiveram também um maior valor de consumo. O valor mais alto pertence à família que a usa na prestação de serviços de lavagem e engomaria para o exterior, com temperaturas de lavagem entre os 40°C e os 60°C.

Os restantes valores obtidos na amostra situam-se entre os 0,6% e os 6,6%, sendo que a média de todos os valores obtidos é de 3,9% valor este que se encontra abaixo do valor de referência definido pelo projeto Ecosave, 2011 de 5%.

Na Figura 4.20 estão apresentadas as representatividades das máquinas de lavar roupa da amostra e a sua média.

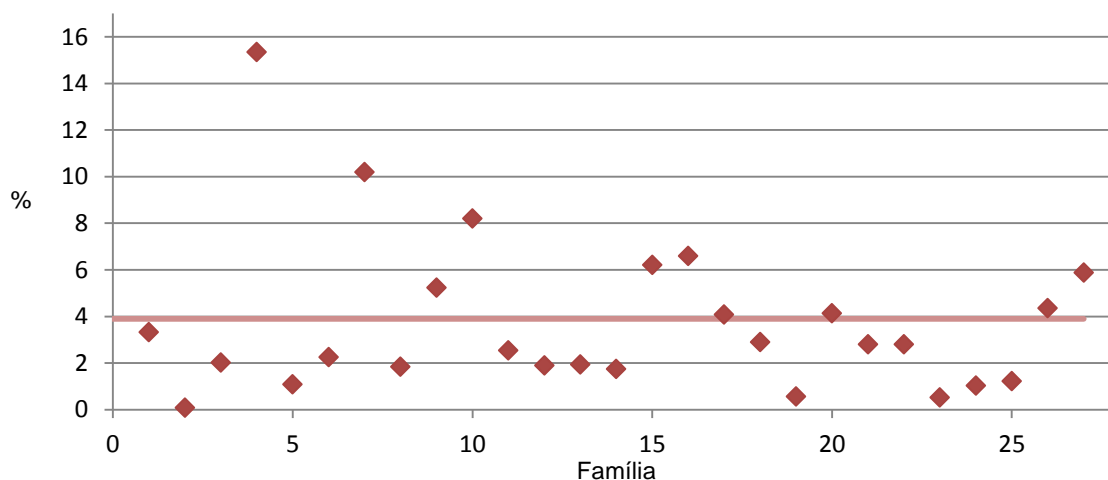


Figura 4.20 – Peso do consumo das máquinas de lavar no consumo global da habitação.

De todos os equipamentos, as máquinas de lavar roupa foram as que apresentaram mais informação acerca da classe energética a que pertencem no entanto, apenas foi possível recolher essa informação em apenas 15 máquinas. A Figura 4.21 mostra as diferentes classes encontradas para as máquinas de lavar roupa.

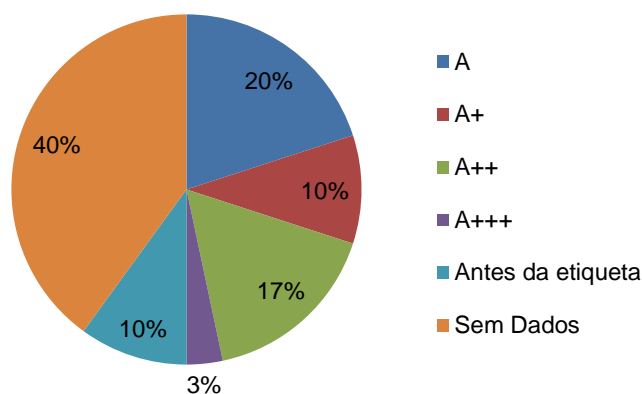


Figura 4.21 – Classes das máquinas de lavar roupa da amostra.

Metade das máquinas da amostra têm classe A ou superior, 10% são máquinas que foram compradas ainda antes da existência da etiqueta energética, e em 40% dos restantes equipamentos não foi possível determinar a sua classe energética, por não estar visível na própria máquina nem através de pesquisa *online*.

A quantidade de máquinas de lavar de classe A da amostra é um bom indicador de que cada vez mais se encontram este tipo de equipamentos nas habitações. A grande quantidade de máquinas que não foi possível determinar a classe energética a que pertencem, poderá eventualmente conter máquinas de lavar de classe A, o que aumentaria ainda mais a sua taxa de presença nas habitações.

A grande quantidade de elevados níveis de escolaridade das famílias, poderá também influenciar a grande representatividade destas máquinas, pelo facto de quanto maior o grau de instrução de um indivíduo, maior o seu conhecimento e sensibilidade relativamente a questões de eficiência energética.

Como referido no capítulo 2.4, a maior parte do consumo das máquinas de lavar diz respeito ao aquecimento da água (entre 40% e 90% no caso da roupa) pelo que a temperatura de lavagem é um fator importante na quantidade de energia consumida por ciclo de lavagem (Ecosave, 2012).

Do questionário efetuado relativamente às temperaturas utilizadas na lavagem da roupa, a maior parte das famílias (61%) usa uma temperatura de lavagem entre os 30°C e os 40°C. As elevadas temperaturas não só têm uma representatividade muito menor como a frequência com que são usadas também é muito reduzida. A lavagem a frio também é pouco representativa e raramente utilizada pelas famílias.

Na Figura 4.22 estão representadas todas as temperaturas típicas utilizadas na lavagem da roupa sem contar com a frequência com que são usadas.

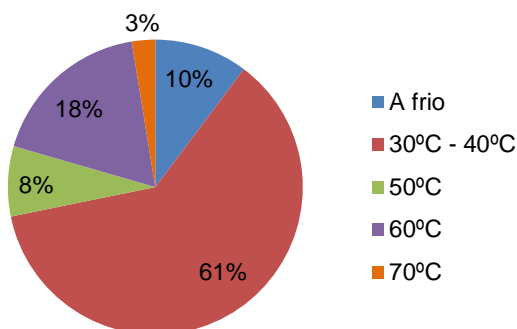


Figura 4.22 – Temperaturas utilizadas na lavagem da roupa.

Algumas das máquinas de lavar mais recentes têm incorporadas um temporizador, que permite ao utilizador programar as lavagens para uma determinada hora. É especialmente útil para quem usa a tarifa bi-horária.

No entanto, apenas três famílias afirmaram utilizar esta funcionalidade sendo que duas têm a tarifa bi-horária e uma tem a tarifa simples. Dentro da amostra são ainda muitas as famílias que dispõem desta funcionalidade e que não a usufruem e mais de metade das máquinas não dispõem desta função como pode ser visto na Figura 4.23.

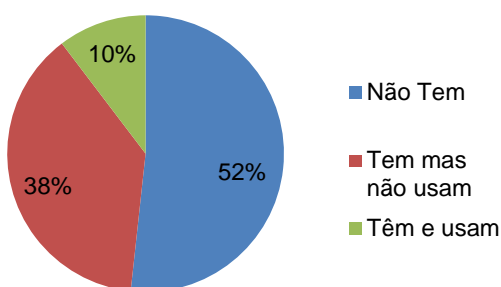


Figura 4.23 – Utilização do programador na lavagem da roupa.

## **Funcionamento**

Numa das famílias auditadas, foi referido que as temperaturas de lavagem da roupa eram de 30°C, 40°C e 60°C. Nos dados de consumo obtidos, em três lavagens foram registados três consumos diferentes. Embora não seja possível, através dos dados de consumo registados pelo Cloogy®, determinar para um dado consumo a temperatura respetiva de lavagem, sabe-se que para temperaturas mais elevadas, maior será o consumo.

Desta forma estão representados na Figura 4.24 os três perfis de consumos identificados, prováveis para as três temperaturas de lavagem.

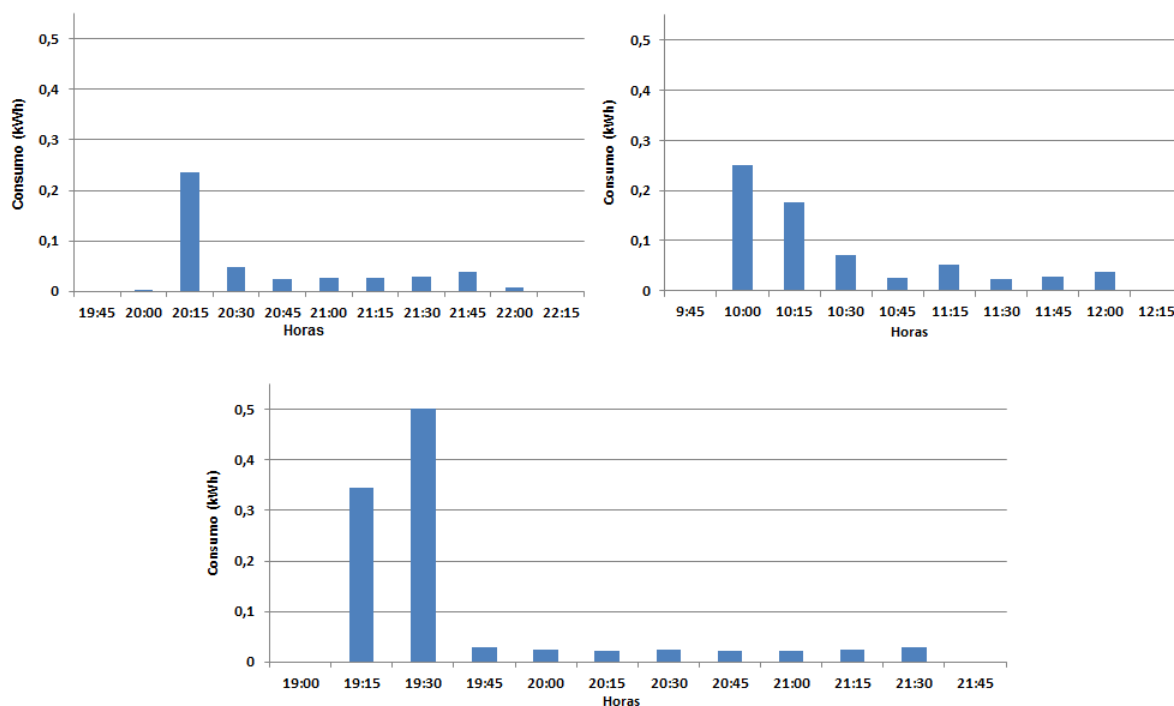


Figura 4.24 – Comparação entre os consumos das máquinas de lavar roupa a diferentes temperaturas (de cima para baixo, da esquerda para a direita, 30°C, 40°C e 60°C)

A primeira característica que é logo visível entre as três lavagens é a semelhança dos seus perfis de consumo. Como referido no capítulo 2, os picos de consumo de cada ciclo estão associados ao aquecimento da água, enquanto os níveis mais baixos estão associados à rotação do tambor na centrifugação final da roupa. A grande diferença entre os perfis é o valor de eletricidade consumida nos picos que aumenta com o aumento da temperatura de lavagem. A diferença do valor de consumo nos picos entre as lavagens a 30°C e 40°C foi de 0,015kWh e entre as lavagens a 40°C e 60°C foi de 0,252kWh. Apesar da diferença nos picos de consumo a fase seguinte de lavagem, que está associada à rotação do tambor, apresenta sensivelmente o mesmo consumo para as três lavagens (na ordem dos 0,025kWh) o que sugere que as três lavagens representadas tenham sido efetuadas a temperaturas diferentes, mesmo que a diferença entre as temperaturas de 30°C e 40°C não seja muito significativa.

## **Potencial de poupança**

As características que tiveram na base da escolha das máquinas de lavar roupa alternativas foram: o preço, a capacidade em kg, classe energética e consumo anual.

O consumo anual apresentado nas etiquetas energéticas é estimado em 220 ciclos de lavagem (programa de algodão com carga total e parcial a 60°C e programa de algodão em carga parcial a 40°C) mais o consumo associado ao *standby* e *off-mode* (AGEFE, 2013).

Atendendo que a maior parte das famílias (61%) afirmou usar uma temperatura de lavagem entre os 30°C e os 40°C, o valor do consumo anual da máquina foi estimado para as lavagens a essas temperaturas, de forma a aproximar o valor do potencial de poupança o mais próximo possível do valor real.



Segundo a informação disponível no site do projeto Ecosave, a “diferença entre lavar a frio (30°C) e lavar a 60°C implica um aumento do consumo de energia entre 200% e 400%.” (ADENE, 2011). Desta forma foi calculado o valor do consumo anual para 220 ciclos de lavagem a 40°C, admitindo o valor de 200% de diferença relativamente à lavagem a 60°C.

Metade das máquinas da amostra possuem classe energética A ou superior pelo que, para estes casos, não se justificou determinar o potencial de poupança associado à sua substituição. No entanto, como 40% das máquinas não apresentaram informação acerca da sua classe energética, existe a possibilidade de, nesse conjunto, também haver máquinas de classe A ou superior. Dado que não foi possível determinar as suas classes energéticas, foram também consideradas no cálculo do potencial de poupança.

As características das máquinas escolhidas como alternativas estão indicadas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Características das máquinas de lavar roupa alternativas.

Marca	Whirlpool	Hotpoint-Ariston	Whirlpool
Modelo	AWOC 7200	WMG722B	AWOC 8283
Preço (€)	299	359	399
Capacidade (kg)	8	8	8
Classe energética	A+	A++	A+++
Consumo anual 60°C (kWh)	231	187	193
Consumo semanal 60°C (kWh)	4,4	3,6	3,7
Consumo anual 40°C (kWh)	115,5	62,3	64,3
Consumo semanal 40°C (kWh)	2,2	1,2	1,2

Das máquinas de classe inferior a A, apenas duas apresentaram valores de poupança com a substituição por uma máquina A+. No entanto, em ambas o período de retorno excede os cinco anos não sendo por isso viável a sua substituição. Na Tabela 4.13 estão representados os potenciais de poupança associados à substituição das máquinas de lavar.

Tabela 4.13 – Poupança associada à substituição da máquina de lavar roupa.

Família	Consumo actual (kWh/semana)	Poupança com máquina A+ (kWh/ano)	Poupança (%)	Poupança com máquina A+ (€/ano)	Período de retorno (anos)
22	2,363	7,376	6,0	1,0	288,5
11	4,838	136,076	54,1	11,8	25,3

Como é possível observar na tabela, o tempo de retorno é muito superior a cinco anos e a poupança económica praticamente irrelevante.

Na amostra não foi possível quantificar o potencial de poupança de duas máquinas por não terem sido utilizadas durante o período de monitorização.

## **Conclusões**

Efetuada a análise dos dados das máquinas de lavar roupa das famílias, foi possível responder a algumas das questões colocadas inicialmente.

A média da representatividade das máquinas de lavar da amostra foi de 3,9%.

Dado o elevado período de retorno estimado para as duas únicas máquinas de lavar com potencial de poupança energético e sem dados quanto às classes energéticas, verificou-se que não se justifica a sua substituição.

Relativamente à relação dos consumos destes equipamentos com as suas características e das famílias, verificou-se que o consumo é, entre outros fatores, influenciado pelo tamanho do agregado.

Quanto à relação do consumo das máquinas com o seu ano de compra não foi possível estabelecer qualquer tipo de relação pelo facto de os valores se apresentarem muito irregulares.

#### 4.4.3. Máquinas de lavar loiça

No caso das máquinas de lavar loiça, a relação entre o agregado e o consumo não é tão proporcional. Duas famílias com dois elementos tiveram um consumo maior do que algumas com três, quatro ou cinco elementos. Uma delas por utilizar com muita frequência a sua máquina (sete vezes utilizada durante o período de registo), que tem já uma idade muito avançada (1995) e a uma temperatura elevada de 65°C. De um modo geral, quanto mais elementos tem uma família, maior será a utilização da máquina de lavar loiça. No entanto a única família com 5 elementos da amostra apresentou um consumo menor (1,97kWh) que muitas famílias com menos elementos. Isto deve-se ao facto de a máquina em questão, ter sido utilizada apenas três vezes, ser muito recente (2012) e de classe energética A o que faz com que seja energeticamente eficiente.

O consumo mais elevado que foi registado (11,5kWh) pertence a uma das famílias que mais utilizou o equipamento (sete vezes) que, apesar de ser uma máquina de 2012, gasta em média 1,5kWh por lavagem por ser usada também a 65°C.

O consumo mais baixo para o agregado com quatro elementos deve-se ao facto de a máquina ter sido utilizada apenas duas vezes durante a semana a 40°C.

Os valores mais baixos de consumo, entre os 0,0kWh e os 0,4kWh, pertencem a máquinas que não foram utilizadas durante o período de monitorização. No entanto, dentro da amostra existe uma máquina que apresentava de forma quase constante níveis de consumo muito baixos, associados possivelmente ao consumo de standby, cujo somatório ascendeu aos 1,37kWh sem se registar nenhuma lavagem de loiça.

Na Figura 4.25 estão representados os diferentes consumos das máquinas de lavar loiça de cada família, relacionados com o respetivo agregado.

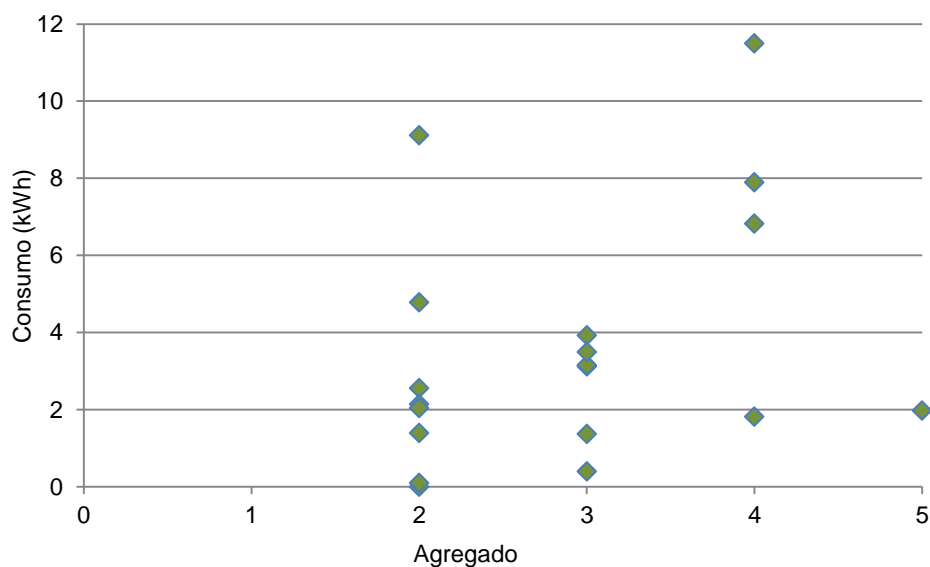


Figura 4.25 – Consumo das máquinas de lavar relativamente ao agregado.

Com os dados de consumo obtidos para as máquinas de lavar loiça, não é possível aferir com certeza se têm alguma relação forte com a dimensão do agregado pelo que não é possível tirar uma conclusão.

Para estes equipamentos, à semelhança das máquinas de lavar roupa, as temperaturas de lavagem são o grande fator que influencia o consumo por ciclo de lavagem pelo que não foi relacionado o ano dos equipamentos com o seu consumo.

As máquinas de lavar loiça, ainda que em menor número que as de lavar roupa, apresentam uma representatividade ligeiramente maior. Dentro da amostra existem três famílias que têm as suas máquinas de lavar a contribuírem de forma muito mais significativa do que as restantes.

O valor mais alto registado foi de 15,7% que pertence à família com o maior consumo registado para a máquina de lavar loiça. Foi também das que mais lavagens efectuaram durante o período de monitorização (sete vezes) a uma temperatura elevada de 65°C.

O segundo maior valor registado (12,6%) pertence também a uma das famílias que mais utilizações teve da sua máquina de lavar (sete vezes), também com temperaturas de lavagem de 65°C e a família logo a seguir com 11,6% também apresentou um comportamento semelhante de utilização.

Por outro lado, três famílias da amostra não utilizaram nenhuma vez as suas máquinas de lavar loiça pelo que a sua representatividade ronda os 0%.

Nas restantes famílias, cujas máquinas foram usadas entre uma e quatro vezes, contribuem para o consumo global da habitação entre 3% e 7% valores estes que se encontram acima do valor referido pelo projeto Ecosave, 2011. Numa destas famílias, a máquina de lavar foi usada sete vezes e representa o terceiro maior consumo registado. O facto de esta máquina representar apenas 4,8% do consumo global, deve-se ao facto de esta família ter tido o maior consumo global da amostra, o que altera a representatividade dos equipamentos relativamente às restantes famílias que têm consumos semelhantes.

Na Figura 4.26 estão distribuídas as representatividades da máquina e loiça das famílias da amostra e a sua média.

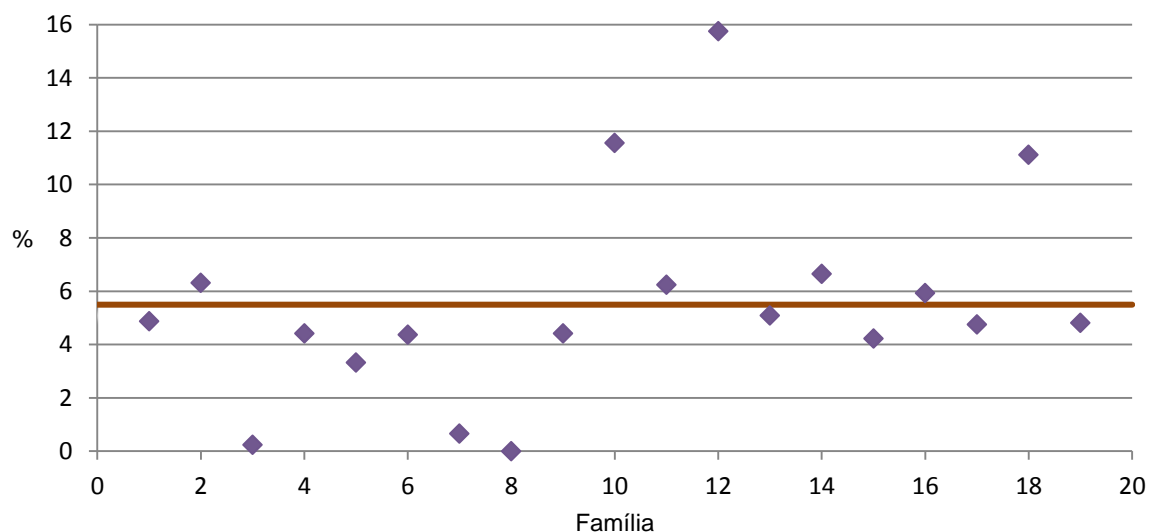


Figura 4.26 – Peso de cada máquina de lavar loiça no consumo global da habitação.

Relativamente a toda a amostra, a média da representatividade da máquina de lavar loiça nas famílias foi de 5,5%, estando a maior parte dos equipamentos (12 máquinas) abaixo desse valor.

Dos resultados do inquérito verificou-se que as famílias usam várias temperaturas nas suas lavagens como demonstrado na Figura 4.27.

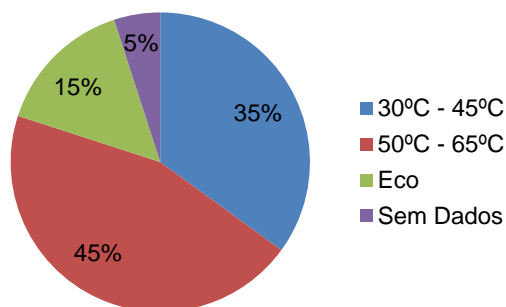


Figura 4.27 – Temperaturas usadas pelas famílias na lavagem de loiça.

A grande maioria das famílias (45%) usa programas com temperaturas entre os 50°C e os 65°C e 35% usam temperaturas entre 30°C e os 45°C. Com o avanço tecnológico destes equipamentos,

começam a ser mais comuns os programas económicos que consomem menos energia. A utilização destes programas ainda é pouco representativo dentro da amostra (15%).

Quanto à utilização do programador, os resultados são muito semelhantes aos da máquina de lavar roupa. Apenas as três famílias que usam o programador nas máquinas de lavar roupa é que também o usam na máquina de lavar loiça.

Na Figura 4.28 está representada a distribuição da utilização ou não do temporizador nas máquinas de lavar roupa.

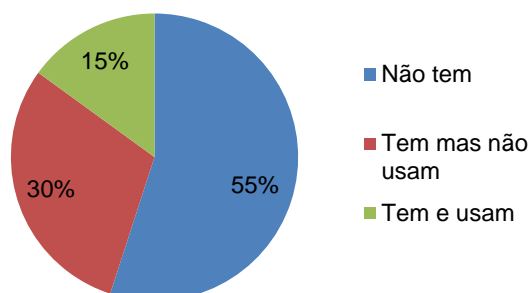


Figura 4.28 – Utilização do temporizador na máquina de lavar loiça (à esquerda) e roupa (à direita).

### Funcionamento

As máquinas da loiça apresentam dois picos de consumo por ciclo de lavagem, um para o aquecimento da água e o outro para a secagem da loiça. No entanto, ao contrário das máquinas de lavar roupa, a diferença de consumo para diferentes temperaturas de lavagem não foi tão evidente. Os diagramas de carga da Figura 4.29 dizem respeito a duas famílias que afirmaram usar o programa de 30°C e 65°C.

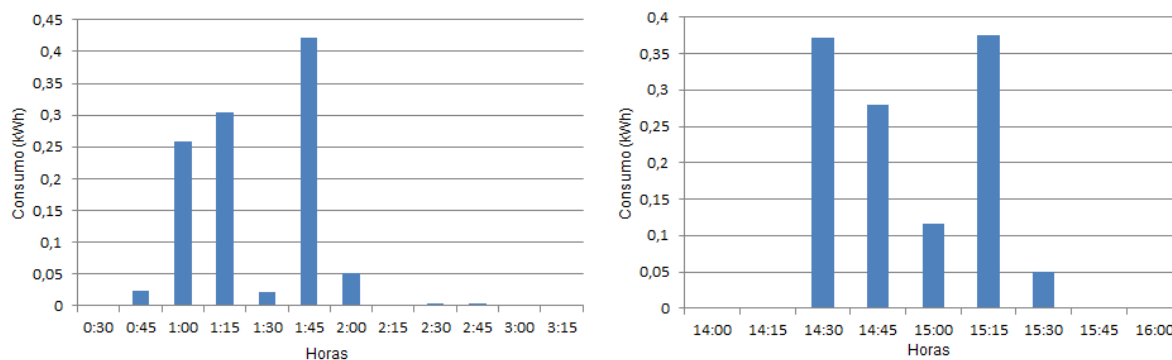


Figura 4.29 – Comparação entre os consumos das máquinas de lavar loiça a 30°C (à esquerda) e a 65°C (à direita).

Analisando a figura identificam-se os dois picos de consumo que, em certos casos, o seu valor pode ser diferente entre eles ou não, consoante a temperatura de lavagem. Num dos casos, o pico de aquecimento da água é menor que o de secagem, isto porque é preciso menos energia para aquecer a água de lavagem a 30°C do que a 65°C. Relativamente ao período de secagem da loiça, em ambas as máquinas o valor foi muito semelhante no entanto a máquina que lavou a 30°C consumiu ligeiramente mais, sendo esta uma A+ de 2004, enquanto a máquina que lavou a 65°C é de 1995 e apresentou um pico do consumo ligeiramente menor.

## **Potencial de poupança**

As características que tiveram na base da escolha das máquinas de lavar loiça alternativas foram: o preço, a capacidade (em talheres), classe energética e consumo anual.

O consumo anual apresentado nas etiquetas energéticas é estimado em 280 ciclos de lavagem.

Para as máquinas da amostra que possuem classe energética A ou superior não se justificou determinar o potencial de poupança associado à sua substituição. No entanto, a maioria das máquinas não apresentaram informação acerca da sua classe energética, existindo a possibilidade de, nesse conjunto, também haver máquinas de classe A ou superior. Dado que não foi possível determinar as suas classes energéticas, foram também consideradas no cálculo do potencial de poupança.

As características das máquinas escolhidas como alternativas estão indicadas na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Características das máquinas de lavar loiça alternativas.

<b>Marca</b>	<b>Whirlpool</b>	<b>Fagor</b>
Modelo	ADP 6342 A+6S WH	LVF13X
Preço (€)	399	499
Capacidade	13 Talheres	12 Talheres
Classe energética	A+	A++
Consumo anual (kWh)	293	256
Consumo semanal (kWh)	5,635	4,923
Consumo diário (kWh)	0,805	0,703

À semelhança das máquinas de lavar roupa, apenas quatro máquinas apresentaram poupança de energia com a substituição do equipamento, e tiveram todas um período de retorno do investimento acima dos cinco anos. Assim, substituição destes equipamentos torna-se inviável do ponto de vista económico para estas famílias como pode ser observado na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Poupança associada à substituição das máquinas de lavar loiça.

<b>Família</b>	<b>Consumo actual (kWh/semana)</b>	<b>Poupança (%)</b>	<b>Poupança com máquina A+ (kWh/ano)</b>	<b>Poupança com máquina A+ (€/ano)</b>	<b>Período de retorno (anos)</b>
14	11,495	50,982	304,740	42,816	9,3
28	9,114	38,176	180,928	25,656	15,6
27	7,889	28,576	117,228	10,293	38,8
11	6,821	17,393	61,692	10,124	39,4

Deste conjunto, uma das máquinas (família 14) data de 2012 pelo que a classe energética deverá ser A ou superior injustificando assim a sua substituição. Mesmo para a máquina mais velha deste conjunto (1995 da família 28) a sua substituição é inviável. De facto como referido anteriormente, não foi possível definir uma relação entre as idades dos equipamentos e o seu consumo. Desta forma, dentro da amostra, não é viável a substituição das máquinas de lavar loiça mesmo para as que apresentam uma idade avançada.

## **Conclusões**

Efetuada a análise dos dados das máquinas de lavar loiça das famílias, foi possível responder a algumas das questões desta dissertação.

A média da representatividade no consumo global das máquinas de lavar da amostra foi de 5,5%.

Dado o elevado período de retorno estimado para as máquinas de lavar com potencial de poupança energético e sem dados quanto às classes energéticas, verificou-se que não se justifica a sua substituição.

Relativamente à relação dos consumos destes equipamentos com as suas características e das famílias, não foi possível formular qualquer conclusão sobre a influência do agregado, nem

fundamentar a conclusão de que a idade dos equipamentos influencia os seus consumos, devido ao reduzido número de equipamentos monitorizados.

#### 4.4.4. Televisão

O levantamento do número médio de equipamentos por família, efetuado pelo projeto Ecofamílias II, revelou que a televisão é de todos o que marca mais presença nas habitações. O consumo deste tipo de equipamentos nas habitações depende de variadíssimos fatores como o agregado, tipo de televisão, utilização diária ou o consumo associado ao standby.

##### Varição do consumo com o agregado

Dentro da amostra foram monitorizadas 36 televisões cuja variação do consumo consoante o agregado está representada na Figura 4.30.

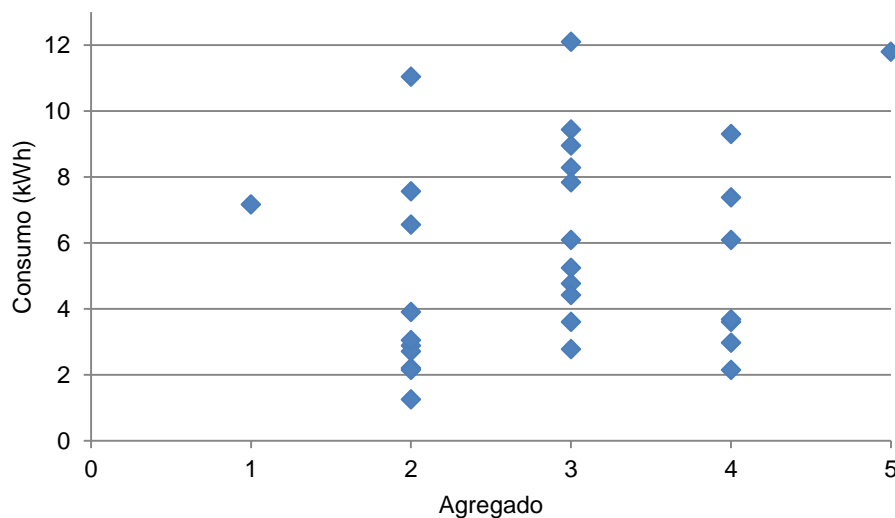


Figura 4.30 – Consumo das televisões consoante o agregado.

Pela análise da figura não é possível chegar a uma conclusão definitiva. A variação do consumo não é muito linear com o aumento do agregado. De facto verifica-se um aumento geral do consumo das televisões na passagem dos dois para os três elementos no entanto, os consumos nas famílias com quatro elementos são ligeiramente menores.

Os três valores mais altos registados pertencem, respetivamente, a uma família com três elementos (12,089kWh), a segunda com cinco elementos (11,79kWh) e a terceira com dois elementos (11,034kWh). A maior dispersão de resultados encontra-se nas famílias com dois elementos em que o valor máximo registado foi de 11,034kWh e o mais baixo, também de toda a amostra, de 1,251kWh.

A relação entre o consumo das televisões e o agregado é difícil de aferir dado que um indivíduo pode assistir televisão o mesmo número de horas que duas ou mais pessoas, ou simplesmente ter o mau hábito de ter a televisão ligada durante o dia mesmo que não esteja a vê-la.

##### Peso no consumo global da habitação

A representatividade que este (s) equipamento (s) tem no consumo final das famílias apresentou-se ainda mais variável. Os valores individuais situam-se entre os 1,1% e os 28,8% em que o intervalo dos 0,0% aos 10,0% inclui mais de metade dos aparelhos da amostra (18 televisões).

O valor mais alto registado numa habitação (29,4%) deve-se ao somatório do peso de duas televisões, em que uma delas foi a segunda televisão que mais contribuiu para o consumo global com 27,1% e um consumo de 8,68kWh. A televisão que apresentou o maior peso (28,8%) foi a segunda que mais consumiu (11,70kWh). O menor valor observado foi apenas 1,1% associado ao terceiro menor consumo registado (0,927kWh).

O segundo intervalo com o maior número de televisões situa-se entre os 11% e os 20% com 10 equipamentos.

A Figura 4.31 mostra a representatividade de cada televisão no consumo global da habitação respetiva.

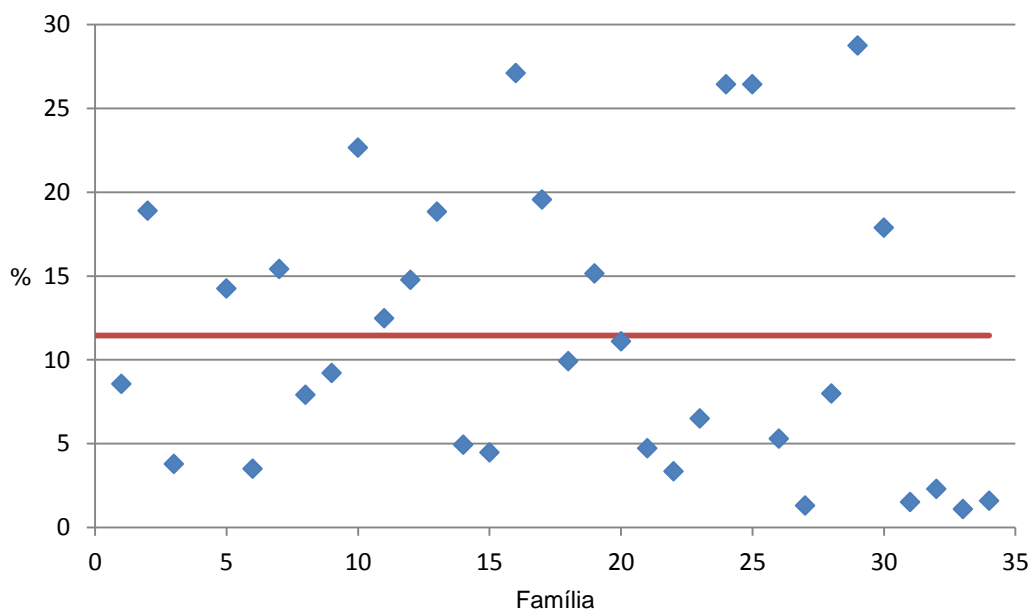


Figura 4.31 - Peso das televisões no consumo global da habitação e média respetiva.

No estudo feito pela DGEE,2004 é referido que o peso dos equipamentos audiovisuais (TV, VCR, Hi-Fi etc) no consumo global é de 9%. Já (Grinden, et al., 2008) afirmam que apenas a televisão é responsável por 9% do consumo total anual de uma habitação típica europeia.

Através da análise da figura verifica-se que esses valores se encontram abaixo da média dos dados recolhidos (11,2% na representatividade individual e 12,6% que englobam as habitações com mais de uma televisão). No entanto, removendo os dados das televisões cuja representatividade se situa acima dos 20% (apenas 5 televisões), a média do peso no consumo global destes equipamentos desce aos 8,8%.

Do parque de televisões monitorizadas foram encontrados os quatro tipos com uma distribuição que pode ser verificada pela análise da Figura 4.32.

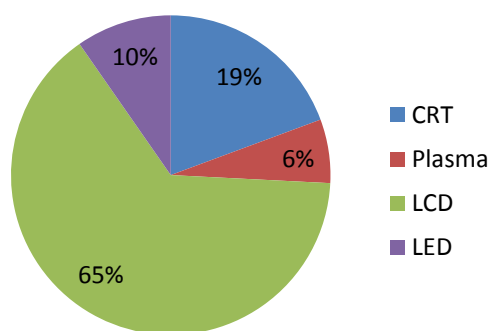


Figura 4.32 – Distribuição do tipo de televisão na amostra.

O tipo de televisor mais predominante nas habitações da amostra é claramente o LCD, seguido do modelo mais antigo (CRT) em que foram ainda encontrados oito destes exemplares. Apenas duas das televisões encontradas eram plasmas e relativamente à tecnologia mais recente (LED), foram encontradas quatro televisões.

A tipologia da televisão tem influência no seu consumo no entanto, as horas que os aparelhos se encontram ligados durante o dia é também um fator determinante.

A Figura 4.33 mostra a média dos consumos por hora das televisões da amostra pela sua tipologia.

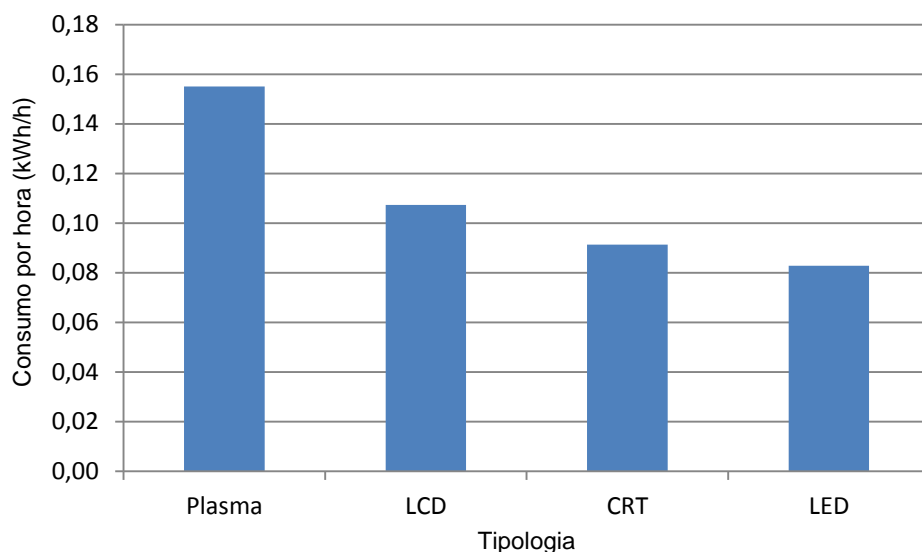


Figura 4.33 – Consumo por hora por tipo de televisão.

Analisando a figura verifica-se que o maior consumo está associado às televisões plasma. Estas televisões consomem mais energia que as LCD, o que associado a longos períodos de utilização, faz aumentar ainda mais esta diferença. O número de horas de utilização mais alto relativamente aos plasmas foi de 73h, associado a um consumo de 8,9kWh representando por hora 0,123kWh. O maior consumo de energia para este tipo de televisões foi de 12,012kWh com um período de utilização de 64h (0,188kWh por hora). No entanto apenas duas televisões plasma fazem parte da amostra o que não é representativo.

As televisões LCD constituem 65% da amostra que equivale a 20 equipamentos com uma média de consumo por hora registado de 0,197kWh, menos 0,048kWh que o consumo por hora dos plasmas e com menos de 20h horas de utilização média. Existe uma grande diferença entre o valor de consumo máximo e mínimo (11,79kWh e 0,749kWh respetivamente) que pode ser justificado pela diferença entre o número de horas utilizadas (43h) e pelo facto de as duas televisões em questão terem tamanhos muito diferentes.

Os registos dos consumos das televisões CRT mostraram-se ambíguos, do ponto de vista tecnológico, pois sendo a tecnologia mais antiga, foi o segundo tipo de televisão que teve o menor valor médio de consumo por hora registado.

A maioria das CRT tem uma dimensão de ecrã inferior às LCD, Plasma e LED necessitando assim de menos energia para funcionar, o que poderá justificar este valor. De facto dentro das oito CRT monitorizadas, três possuíam uma diagonal de ecrã inferior a 32cm.

Como seria de esperar, as televisões LED apresentaram uma média de consumo por hora inferior a todos os outros tipos de televisões, dada a elevada eficiência energética da tecnologia de que são feitas.

### **Consumo em modo *standby***

Uma das questões efetuadas às famílias era saber que equipamentos tinham por hábito deixar em modo *standby* e quais os motivos. O eletrodoméstico típico é a televisão, seguido da *powerbox*, *router*, microondas, aparelhagens, leitor de DVD e consola de jogos. A razão que leva as famílias a utilizarem este modo com muita frequência é sobretudo a comodidade.

Algumas famílias optam por deixar alguns destes equipamentos (sobretudo a televisão) em *off-mode* com o propósito de pouparem no seu consumo.

Com registo dos dados de consumo de 15 em 15 minutos dos aparelhos por parte do Cloogy®, foi possível observar e quantificar o consumo no modo *standby* das televisões das famílias da amostra. Os valores são muito próximos para a grande maioria dos equipamentos com a exceção de quatro televisões. O valor mais alto registado foi de 0,984kWh que pertence a uma televisão CRT de



reduzidas dimensões (diagonal <32cm) e que foi a segunda televisão menos usada com apenas 20h. O consumo em standby deste aparelho representa 51% do consumo total durante o período de monitorização (168h totais das quais 148h a televisão encontrou-se no modo standby).

O segundo e terceiro valor mais elevado (0,679kWh e 0,308kWh) pertencem também a televisões CRT, uma de dimensão reduzida com 39h de utilização e a outra de dimensões maiores com 58h respetivamente. Por fim, a quarta televisão com maior consumo de standby da amostra foi uma LCD (0,270kWh).

As restantes televisões apresentaram valores de standby que oscilaram entre os 0,001kWh e os 0,151kWh.

Qualquer valor de standby registado ultrapassa largamente o valor limite estabelecido pelo Regulamento (CE) N.º 1725/2008 da Comissão, de 17 de Dezembro de 2008, para os equipamentos com modo standby, que entrou em vigor no início do ano presente. O Regulamento limita o consumo dos equipamentos em modo standby a 0,5W, exceto para os aparelhos que tenham alguma função de exibir informação e/ou exibição do estado e/ou função de reativação que não deverão exceder 1W. Os valores dos consumos em modo standby das televisões da amostra estão representados na Figura 4.34.

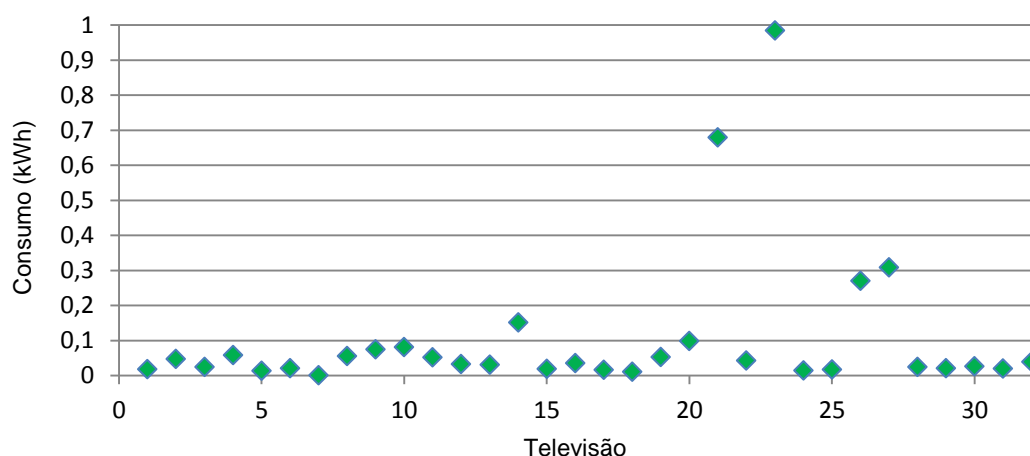


Figura 4.34 – Consumo das televisões em modo *standby*.

Dentro da amostra, os consumos em modo standby apenas da televisão representaram, em média, 0,32% do consumo global da habitação. Das representatividades verificadas, quatro destacam-se relativamente às restantes. O valor mais alto registado foi de 3,16%, associado a um consumo de 0,098kWh que está longe do valor mais alto identificado. As restantes três apresentaram um peso no consumo global da habitação de 1,73%, 1,46% e 1,17% com consumos de 0,984kWh, 0,679kWh e 0,270kWh respetivamente.

Cinco consumos foram identificados como os mais destacados, e como tal apresentam um potencial de poupança mais relevante como pode ser observado na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Cinco consumos em modo *standby* mais elevados das televisões da amostra.

<b>Standby</b>		
Consumo atual (kWh/semana)	Consumo anual (kWh/ano)	Poupança (€/ano)
1,027	53,404	7,50
0,679	35,308	4,96
0,332	17,264	2,28
0,270	14,040	1,99
0,151	7,852	1,04

O consumo associado ao *standby* é o mais fácil de ser eliminado, mesmo para as televisões que não tenho a opção de *off-mode*, visto que apenas necessita de uma tomada com corte de corrente.

A poupança económica mais alta verificada foi de 7,5€ anuais, por apenas se carregar diariamente num botão. Acontece que com a comodidade de se carregar no botão do comando, haver outros equipamentos ligados, ou por receio de desconfigurar algumas funcionalidades, a maioria das famílias deixa as televisões em standby. Das trinta famílias inquiridas, apenas cinco afirmaram desligar a televisão e outros equipamentos diretamente na tomada, sempre com o propósito de poupar no consumo de energia.

Se as televisões CRT apresentaram uma média de consumo por hora mais baixo relativamente aos plasmas e LCD, no que toca ao standby a sua média de consumo representa mais do dobro dos outros três modelos juntos. Neste caso os valores de consumo já podem ser justificados pela antiga tecnologia de que são feitas enquanto os modelos mais recente (LED) são os que consomem menos neste modo. As médias dos consumos no modo standby por tipo de televisão estão evidenciadas na Figura 4.35.

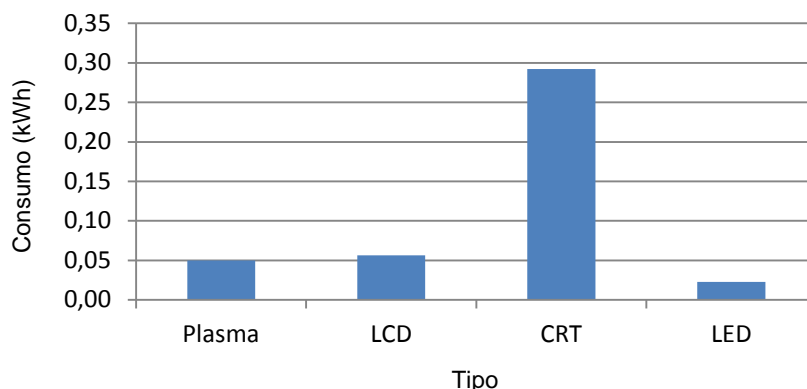


Figura 4.35 – Média do consumo em modo *standby* por tipo de televisão.

Quanto à substituição das televisões por um modelo mais eficiente, 22 das habitações possuem uma televisão de grandes dimensões (acima das 37 polegadas) pelo que a sua substituição por uma de tamanho equivalente necessitaria de um investimento mínimo de 499€ o que inviabiliza o retorno do investimento num período máximo de 5 anos. De facto, a família que apresentou o maior consumo da sua televisão, teve associado um período de retorno de 6,6 anos com um investimento de 499€.

### **Conclusões**

Efetuada a análise dos dados das televisões das famílias, foi possível responder a algumas das questões desta dissertação.

A média da representatividade das televisões da amostra foi de 11,45%.

Dado o elevado período de retorno estimado para as televisões, verificou-se que não se justifica a sua substituição, ainda que apresentem consumos elevados.

Relativamente à relação dos consumos destes equipamentos com as suas características, verificou-se que os plasmas são o tipo de televisões que consomem mais por hora de utilização, seguido das LCD e das CRT. Quanto ao consumo em modo standby verificou-se que as televisões CRT são as que consomem mais mesmo sendo de tamanho muito inferior às televisões plasma, LCD ou LED.

Acerca do potencial de poupança, ainda que haja poupança de energia significativa com a sua substituição, esta é inviabilizada pelo elevado período de retorno do investimento.

#### 4.4.5. Multimédia

Sempre que numa habitação se verificava a ausência de um eletrodoméstico, utilizava-se a tomada sobranante para a monitorização de equipamentos multimédia como computadores, leitores de DVD, *powerbox* ou consolas. Em quinze famílias foi possível monitorizar este tipo de equipamentos pelo que a sua representatividade não é significativa. Na Tabela 4.17 está representado o peso do entretenimento em cada família.

Tabela 4.17 – Consumo e peso no consumo global dos equipamentos multimédia.

Multimédia		
Família	Consumo (kWh)	%
1	3,052	7,3
2	22,258	34,8
4	0,660	1,7
6	7,902	10,3
10	11,125	27,1
12	11,652	20,8
14	6,342	8,7
19	3,122	5,3
21	3,236	6,9
22	9,051	15,9
24	4,281	18,6
25	0,644	2,8
26	1,201	2,1
28	8,098	9,9
30	2,672	7,9

Em alguns casos verificou-se que o peso dos equipamentos multimédia é significativo. O valor de consumo mais alto registado foi de 22,258kWh correspondendo a 34,8% do consumo global da habitação. Neste caso em particular a família dispunha de um leitor de DVD, aparelhagem, *powerbox* e uma consola de jogos. O segundo valor mais alto é referente a um leitor de DVD, aparelhagem, *powerbox* e um portátil com 11,652kWh que representou 20,8% do consumo global. O valor mais baixo verificado foi relativamente a uma *powerbox* com 0,644kWh de consumo que representou apenas 2,8%. O peso do consumo associado aos equipamentos multimédia, além do tipo e quantidade de equipamentos, é muito influenciável pelo tempo de utilização.

Na Figura 4.36 estão representados dois perfis de consumo semanais de equipamentos multimédia de duas famílias diferentes.

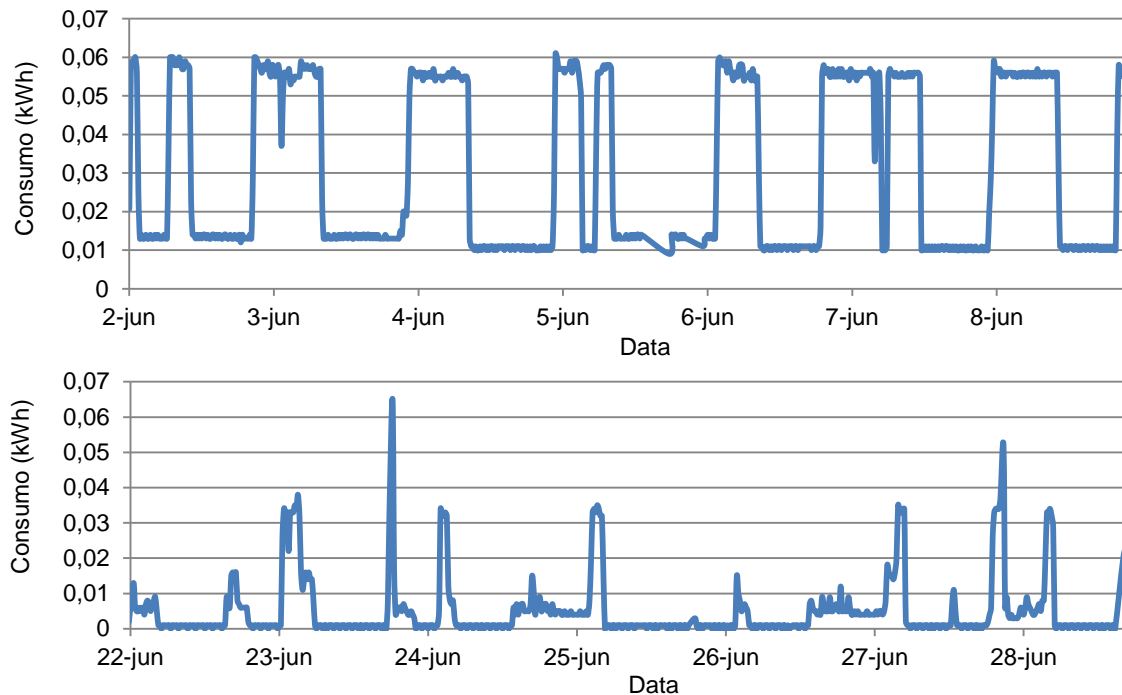


Figura 4.36 – Consumo semanal dos equipamentos multimédia de duas famílias.

O gráfico acima é referente a uma família cujos equipamentos de multimédia são um leitor de DVD, aparelhagem, *powerbox*, e um portátil. A segunda é relativamente a um portátil e uma consola de jogos.

Comparando os dois diagramas de carga verifica-se que o tempo de utilização destes equipamentos é consideravelmente maior no primeiro caso (à volta de 10 horas por dia) o que traduziu num consumo de energia maior. A figura abaixo, além de apresentar menor horas de utilização, também é mais irregular do que a família anterior. Outra grande diferença entre os dois perfis de consumo é o *standby*. Na primeira família quando desligam os equipamentos, continuam a ser consumidos cerca de 13W a cada 15 minutos, o que resultou num consumo total de 4,2kWh. Já na segunda família, mesmo com mais horas de *standby*, o seu valor não foi além dos 0,276kWh.

Os equipamentos multimédia são dos principais responsáveis pelo consumo no modo standby pelo que uma das alterações nos hábitos comportamentais passa pela sua anulação. Na Tabela 4.18 está quantificado o consumo associado ao modo standby dos equipamentos multimédia, o seu peso no consumo global e o potencial de poupança associado à sua anulação.

Tabela 4.18 – Poupança associada à eliminação do *standby*.

<b>Standby</b>			
Família	Consumo semanal (kWh)	Peso no consumo global (%)	Potencial de poupança (€/ano)
2	1,969	3,1	14
6	3,405	4,4	15
10	1,285	3,1	9
12	4,038	7,2	30
14	1,486	2,0	11
19	1,089	1,8	8
21	0,276	0,6	2
22	0,536	0,9	4
24	1,564	6,8	11
25	0,017	0,1	0
26	0,072	0,1	0
28	0,114	0,3	1
30	0,174	0,5	1

A maior poupança verificada foi de 30€/ano com a eliminação de 4kWh semanais da aparelhagem, portátil, leitor de DVD e *powerbox*, que representam 7,2% do consumo global da habitação. Com menos de 1kWh de diferença, a segunda família, por ter bi-horário, tem um menor custo por kWh nas horas de vazio fazendo com que a poupança com a eliminação do seu consumo em standby, seja significativamente menor (15€/ano). A terceira família com maior poupança a nível monetário poupa apenas 1€ a menos do que a anterior mas com um consumo de standby de 2kWh. A família em questão já possui tarifa simples concluindo que este é um fator também importante na redução dos custos energéticos. As poupanças mais baixas verificadas (1€) pertencem a duas famílias cujos aparelhos de multimédia são o computador com consumos de standby muito baixos. Duas famílias deste conjunto não apresentam qualquer poupança com a eliminação deste tipo de consumo por ser residual.

Na realização do questionário, foi perguntado às famílias se possuíam tomadas de corte de corrente e se as utilizavam como medida de poupança. Em 25 das 30 famílias foram encontradas pelo menos uma tomada de corte de corrente sendo que destas, nove afirmaram usar as que têm, 4 usam apenas algumas e 12 famílias afirmaram não cortar a corrente dos equipamentos que se encontram lá ligados. A razão mais frequente para a não utilização destas tomadas, foi simplesmente por falta de hábito ou por ser pouco prático, sendo que nalguns casos, apenas não utilizam por causa do *router* que têm ligado. Dependendo dos equipamentos e do seu consumo no modo standby, a utilização de tomadas de corte de corrente é um meio bastante eficaz na eliminação daquele consumo, podendo em certos casos viabilizar poupanças significativas. De forma a potenciar ainda mais o uso das tomadas de corte de corrente, a ligação em zonas de fácil acesso poderá ser um meio para modificar os hábitos de consumo.

#### 4.5. Utilização do Cloogy©

A utilização do Cloogy©, como material de recolha de dados de consumo em auditorias energéticas, apresentou vantagens que permitiram a análise dos consumos numa perspetiva mais continuada, e algumas desvantagens que dificultaram a realização e o desempenho das auditorias:

##### Vantagens

- Registos de forma continuada (de 15 em 15 minutos) que permitem a visualização do perfil de utilização dos equipamentos e do consumo energético da casa. Com esta característica foi possível analisar de forma mais detalhada o consumo dos equipamentos com a utilização que lhes é dada (por exemplo, número de vezes que uma máquina de lavar foi utilizada durante o período de registo) e elaborar diagramas de carga que identificam o padrão de funcionamento e utilização dos equipamentos.
- Registo dos consumos em modo *standby* dos equipamentos, que permitiu a análise do peso que tem no consumo global de uma habitação e posteriormente quantificar o potencial de poupança associado à sua eliminação.
- Sempre que as tomadas ou o concentrador perdem a ligação ao servidor, estes possuem uma memória interna que lhes permite continuar a registar o consumo dos equipamentos que, após o restabelecimento da ligação, os dados ficam registados. Desta forma não são perdidos dados de consumo permitindo uma análise mais fidedigna.
- O *kit Home* do Cloogy©, por ter incorporado um mostrador que permite visualizar o consumo em tempo real dos eletrodomésticos e o total da habitação, serve também para certificar que a instalação dos equipamentos fica nas condições ideais.
- Visualização dos consumos em tempo real num portal *web*, que permite identificar se os equipamentos de medição estão ligados ao servidor e acompanhar de forma continuada os registos dos consumos de cada habitação.
- Possibilidade de se efetuar o *download* dos dados de consumo para a análise e tratamento mais detalhados.

##### Desvantagens

- Pouca fiabilidade nos valores registados pela pinça amperimétrica. Dos cinco *kits* utilizados, quatro possuíam uma pinça amperimétrica que registou valores do consumo global superiores aos registados no contador, e num deles a pinça dava valores muito abaixo. Na Tabela 4.19 são apresentadas as médias e desvio padrão da diferença entre os consumos globais registados pelo Cloogy© e pelo contador e também a percentagem dessa diferença. As sobrestimações estão assinaladas a vermelho e as subestimações a verde.

Tabela 4.19 – Média e desvio padrão das diferenças entre os valores do sensor e do contador, por *kit*.

Diferença entre os valores do sensor e do contador (kWh)					
# <i>Kit</i>	<i>Kit 1</i>	<i>Kit 2</i>	<i>Kit 3</i>	<i>Kit 4</i>	<i>Kit 5</i>
Média	9,24	11,44	15,14	-33,40	22,98
Desvio padrão	7,49	15,66	7,83	16,13	11,55
% da diferença	13,1%	21,9%	24,8%	-71,4%	27,7%

Analisando os valores da média, verificou-se que existe na generalidade dos casos uma grande discrepância entre os valores registados pelo Cloogy© e pelo contador. A média mais baixa, verificada para o *kit 1*, foi de 9,24kWh sendo este um valor já bastante considerável enquanto a maior discrepância, para a sobrestimação dos valores, foi verificada no *kit 5* com uma média de 22,98kWh. O *kit 4* foi o único que, além de apresentar a maior média de discrepância entre o sensor e o contador, apresentou dados do consumo globais inferiores aos registados no contador.

Para cada *kit* foi ainda verificado, face à média, valores muito elevados do desvio padrão o que revela uma grande irregularidade entre diferenças registadas. Inclusivamente no *kit* 2, o desvio padrão é superior à média fazendo deste o mais irregular no registo dos consumos.

Desta forma, pode-se concluir que as pinças amperimétricas dos equipamentos de medição Cloogy® são muito pouco fiáveis para a determinação exata do consumo global de uma habitação. Esta divergência sugere uma investigação mais profunda, com uma amostra maior, tanto mais que não foi encontrada nos equipamentos nenhuma evidência da sua certificação por uma entidade oficial (no caso Português, o Departamento de Metrologia do IPQ).

Para efeitos de cálculos da representatividade de cada eletrodoméstico no consumo global da habitação, foi considerado o valor registado no contador em vez da pinça amperimétrica do Cloogy®;

- Alguma instabilidade da ligação entre a (s) tomada (s) e o concentrador que, após o seu restabelecimento, apenas são apresentados os valores memorizados acumulados, perdendo-se o padrão de consumo/utilização do equipamento. Um caso desta natureza foi verificado para uma televisão da amostra que inviabilizou o cálculo do seu consumo no modo *standby*;
- Mesmo com a ligação estabelecida entre a tomada e o concentrador, por vezes foram verificadas falhas na apresentação dos registos de 15 em 15 minutos, embora se mantenham os valores totais acumulados não ocorrendo perda de dados;
- O concentrador por vezes perde a ligação ao servidor, ficando a funcionar em modo *offline*, necessitando o utilizador de o desligar da corrente e voltar a ligá-lo. Este fator obrigou a uma vigilância do estado de ligação dos equipamentos, através do *website*, de forma quase constante;
- As tomadas ocupam muito espaço o que faz com que seja necessário a utilização de extensões ou triplas sempre que se quer monitorizar um equipamento que esteja ligado ao pé de outros. Por vezes, dependendo da casa, torna-se mesmo impossível ligar uma tomada devido à falta de espaço, principalmente no caso das máquinas de lavar.





## 5. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

O objetivo do presente trabalho foi responder a um conjunto de questões pertinentes na área da gestão de consumos de energia elétrica no setor doméstico, através da utilização de um *smart meter*. A grande variedade de perfis e hábitos de consumo existentes no setor doméstico torna extremamente difícil, estabelecer relações diretas entre as diferentes variáveis e formular conclusões rigorosas. São inúmeros fatores que influenciam a quantidade e a forma como cada família utiliza a energia em casa. O tratamento dos dados revelou alguma complexidade devido à significativa variedade de situações encontradas. Ainda que o consumo energético no sector doméstico siga um padrão, cada casa é um caso, sendo o correspondente potencial de poupança também bastante variável.

As conclusões desta dissertação são apresentadas como as respostas às quatro perguntas formuladas no início do trabalho:

### 1. Qual a representatividade dos grandes eletrodomésticos no consumo global de uma habitação?

Foi identificado uma contribuição média de 22,0% pelos frigoríficos para o consumo global de uma habitação. A contribuição média verificada para as arcas congeladoras foi de 26,2%. Nas famílias que possuíam estes dois equipamentos, a representatividade média verificada para os equipamentos de frio foi de 38,4%. Nos equipamentos de lavagem, a máquina de lavar roupa representou em média 3,9% do consumo global e a de lavar loiça 5,5%. Tendo-se verificado em algumas habitações a existência de mais do que uma televisão, mediu-se a representatividade da mais utilizada que foi de 12,5%. Os equipamentos de multimédia representaram, em média, 10,5% do consumo total da habitação. Uma vez que não se verificou a existência da totalidade dos eletrodomésticos acima referidos na maior parte das habitações, não é possível estabelecer a sua representatividade global no consumo das famílias. No entanto, tendo-se verificado que todas as famílias dispunham, pelo menos, de frigorífico e televisão, podemos afirmar que a contribuição dos grandes eletrodomésticos no consumo das famílias é, pelo menos, de cerca de 35%, podendo chegar a cerca de 70%, nos casos em que todos os eletrodomésticos acima referidos se encontram disponíveis.

### 2. Qual a relação dos consumos dos equipamentos com as suas características e hábitos de consumo das famílias?

Relativamente a esta questão de investigação, foi possível responder apenas relativamente a determinadas características de alguns equipamentos. No caso dos frigoríficos, concluiu-se que quanto mais antigos são, maior é o seu consumo energético como seria expectável.

Relativamente à dimensão do agregado familiar não foi possível estabelecer qualquer relação com o consumo dos equipamentos de frio. No que respeita à relação dos consumos com as classes energéticas, esta não foi possível determinar por não existir informação disponível relativa aos eletrodomésticos instalados. Os hábitos de consumo das famílias respeitantes aos equipamentos de frio não puderam ser analisados, com base nos valores numéricos monitorizados, pelo que também não foi possível formular nenhuma conclusão da sua relação com o consumo total, tanto mais que outras perguntas de natureza qualitativa que pudessem ter sido formuladas no inquérito às famílias, seriam sempre de resposta e de análise muito subjetiva. Para as arcas congeladoras, não foi possível retirar nenhuma conclusão quanto à relação entre as suas características e o consumo por fazerem parte deste conjunto apenas oito equipamentos, o que não é representativo.

Para as máquinas de lavar roupa, foi possível concluir que, de uma maneira geral, ao aumento da dimensão do agregado está associado um aumento do seu consumo. No entanto, não foi possível formular nenhuma conclusão quanto à relação do consumo destes equipamentos com o seu ano de compra, a sua classe de eficiência energética ou temperaturas de lavagem utilizadas.

Quanto às máquinas de lavar loiça, devido ao reduzido número de equipamentos monitorizados, não foi possível verificar qualquer relação entre o consumo e as características da família, nem com as características dos equipamentos.

Relativamente à televisão, não foi formulada nenhuma conclusão acerca da relação do consumo com a dimensão do agregado, na medida em que são as características dos próprios equipamentos e as horas de utilização que determinam o consumo de energia. O tipo de televisão que mais consome por hora de utilização são os plasmas, seguidos das LCD e CRT e finalmente as LED. Quanto ao

consumo no modo standby as televisões CRT são de longe as que apresentam maiores valores, não havendo grande diferença entre os restantes modelos. Finalmente para os equipamentos multimédia, como foram monitorizados vários tipos de equipamentos em conjunto, não foram feitas quaisquer relações entre as suas características e os consumos verificados.

Dada a reduzida dimensão da amostra, que originou uma grande dispersão de resultados e o facto de ser impossível ver pelos dados recolhidos do Cloogy© a utilização correta ou incorreta dos eletrodomésticos, não foi possível avaliar os comportamentos/hábitos de consumo e o uso eficiente de energia das famílias. Dessa forma o potencial de poupança energética associada à alteração de maus hábitos de consumo também não foi possível de ser estimada.

### 3. Qual o potencial de poupança associado à substituição de equipamentos e alteração de hábitos de consumo?

Para os frigoríficos foi verificado um potencial de poupança energético em 24 equipamentos, que se situou entre os 6,9% e os 77%, por semana, correspondendo a uma redução de custos energéticos entre os 2€ e os 141€ anuais, pela substituição do atual equipamento por um de classe A+ com um investimento de 349€. Considerando um período de retorno máximo de cinco anos, a viabilidade da substituição verifica-se apenas para sete frigoríficos.

Nas arcas congeladoras foi identificado um potencial de poupança energético entre os 29% e os 85% semanais, traduzindo uma redução de custos energéticos entre os 10€ e os 134€ por ano, pela substituição do atual equipamento por um de classe A+ com um investimento de 349€ no caso da arca horizontal, e 199€ para as arcas verticais. Considerando o período de retorno de cinco anos, a viabilidade da substituição só não se verifica num destes equipamentos.

Relativamente às máquinas de lavar roupa e loiça, que têm um peso menor no consumo global das famílias, não foi verificada uma poupança que permitisse a recuperação do investimento em menos de cinco anos. No entanto, a nível energético, o potencial de poupança semanal das máquinas de lavar roupa situou-se entre o 6% e os 69% e, para as máquinas de lavar loiça, entre os 17% e os 51% com a substituição por uma máquina de lavar de classe A+.

Quanto às televisões, a sua substituição por uma de dimensão semelhante é inviabilizada dado o período de retorno considerado, além de que para as televisões de grande dimensão é necessário um investimento mais elevado. No entanto, para estes equipamentos foi determinado o potencial de poupança associado à eliminação do consumo em modo *standby*. O valor máximo de poupança energética verificado foi de 32% por semana e relativamente a uma redução de custos energéticos estimados foi de 7,5€ por ano. Já nos equipamentos de multimédia monitorizados, o valor máximo do potencial de poupança com eliminação do consumo em modo *standby* determinado para uma família foi de 7,2% por semana que corresponde a 30€ por ano.

### 4. A utilização do Cloogy©, um equipamento de medição inteligente com registos contínuos, auxilia a responder às questões acima referidas?

Podemos afirmar que a utilização do equipamento Cloogy©, enquanto equipamento de medição inteligente, permitiu verificar qual a representatividade dos grandes eletrodomésticos no consumo global de uma habitação e o potencial de poupança associado à substituição de equipamentos e alteração de hábitos de consumo. Relativamente à relação entre os consumos dos equipamentos e as suas características e ao perfil das famílias, a reduzida dimensão da amostra foi o principal fator que inviabilizou a fundamentação da maior parte das conclusões. A nível do próprio equipamento, apenas não foram considerados os valores registados pelo sensor (pinça amperimétrica), por se ter verificado que existe uma grande discrepância entre os valores medidos e os valores registados pelo contador, discrepância que é muito variável mesmo entre famílias em que tenham sido utilizadas o mesmo sensor, o que revela uma fraca fiabilidade do equipamento.

Foi ainda possível, com os valores do consumo global registados pela leitura do contador, efetuar a sua relação com o perfil das famílias e das habitações. Relativamente ao consumo *per capita*, concluiu-se que este diminui com o aumento do agregado familiar. Quanto ao rendimento mensal líquido do agregado, potência contratada e número de assoalhadas, o aumento dos valores destas características potencia o aumento da quantidade de energia consumida nas habitações. Para o nível

de escolaridade das famílias, não foi possível fundamentar nenhuma conclusão devido à grande dispersão de resultados apresentada.

Foi também possível concluir que, mesmo considerando a utilização de equipamentos de climatização, as famílias possuem uma potência contratada que excede as suas necessidades de consumo energético.

Durante o tratamento dos dados registados, foram identificadas várias dificuldades na formulação de conclusões devido ao reduzido tamanho da amostra. Desta forma, o estudo dos consumos energéticos das habitações, com uma amostra de dimensão consideravelmente maior, permitirá efetuar uma inferência estatística que torne possível avaliar a relação entre determinadas características dos equipamentos e o seu consumo. Dado que não foi encontrada qualquer tipo de informação acerca da certificação destes equipamentos de registo, seria também interessante realizar, dentro de uma amostra de dimensão significativa, as medições com o equipamento Cloogy® e com outra marca de medidores inteligentes, se possível certificada, de modo a verificar se se encontram discrepâncias de resultados.



## Referências Bibliográficas

- Agência Europeia do Ambiente (EEA). (2012). Obtido em 29 de Março de 2013, de European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/total-primary-energy-intensity-1/assessment>
- Agência para a Energia (ADENE). (2011). *Conselhos para uma utilização Ecosave*. Obtido em 23 de Agosto de 2013, de Ecosave: <http://www.ecosave.org.pt/?cix=395>
- Agência para a Energia (ADENE). (2011). *Eficiência energética Plano nacional de acção para a eficiência energética - Relatório de Execução 2010*.
- Agência para a Energia (ADENE). (2012). *Guia da Eficiência Energética*. Algés.
- Agência Internacional do Ambiente (EIA). (2011). *International Energy Outlook 2011*. Washington, DC.
- Associação Empresarial dos Sectores Elétrico, Eletrodoméstico, Fotográfico e Eletrónico AGEFE. (2013). *Máquinas de Lavar Roupa*. Obtido em 24 de Agosto de 2013, de Nova Etiqueta Energética da UE: <http://www.newenergylabel.com/pt/conteudoetiqueta/washers>
- Associação Empresarial dos Sectores Elétrico, Eletrodoméstico, Fotográfico e Eletrónico AGEFE. (2013). *Nova etiqueta energética da UE*. Obtido em 9 de Maio de 2013, de newenergylabel: <http://www.newenergylabel.com/pt/objectivo>
- Amador, J. (2010). *Produção e Consumo de Energia em Portugal*. p. 75. Boletim Económico, Banco de Portugal.
- Apolinário, Isabel; Barros, Cristina Correia de; Coutinho, Hugo; Ferreira, Liliana; Madeira, Bruno; Oliveira, Paulo; Tavares, Alexandra; Trindade, Artur; Verdelho, Pedro (2009). *Behavioural Factors' Influence on Energy Savings*. Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, Lisboa
- Balaras, C. A., Gaglia, A. G., Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., & Lalas, D. P. (2005). *European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings*. Pentelli
- Barker, T., Ekins, P., & Johnstone, N. (2005). *Global Warming and Energy Demand*. USA: Routledge.
- Barreto, M. (2008). *Estratégia Nacional para a Energia*. Principia. São João do Estoril.
- BDJUR. (2008). *Diário da República nº 97 Série I de 20/05/2008*. Obtido em 24 de Maio de 2013, de Biblioteca Digital Jurídica: [http://bdjur.almedina.net/item.php?field=node\\_id&value=1318264](http://bdjur.almedina.net/item.php?field=node_id&value=1318264)
- Belgian Asset Managers Association. (2010). *European Smart Metering Alliance Final Report*.
- Bertoldi, P., & Atanasiu, B. (2007). *Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union – Status Report 2006*. Institute for Environment and Sustainability, Directorate-General Joint Research Centre, European Commission, Ispra.
- Bertoldi, P., & Atanasiu, B. (2009). *Electricity Consumption and Efficiency Trends in European Union - Status Report 2009*. Institute for Environment and Sustainability, Directorate-General Joint Research Centre, European Commission, Ispra.
- British Petroleum (BP). (2012). *BP Statistical Review of World Energy*.
- Carbon Reduction Industries. (2010). *How to eliminate standby power*. Obtido em 16 de Maio de 2013, de Eco Switch: <http://www.ecoswitch.com.au/2013/01/how-to-eliminate-standby-power/>
- Cardoso, F. (2011). *Medidas do PNAEE em revisão*. Eficiência&Energia, pp.60-62.

- Cascais (2013). *Caça Watts*. Obtido em 21 de Junho de 2013, de Cascais Elevada às Pessoas: <http://www.cm-cascais.pt/projeto/caca-watts>
- Château, B., & Lapillonne, B. (2011). Obtido em 22 de Março de 2013, de Enerdata: <http://yearbook.enerdata.net/world-electricity-production-map-graph-and-data.html>
- Come on Labels. (2010). *Promoting energy labels to consumers*. Obtido em 13 de Maio de 2013, de Come on Labels: <http://www.come-on-labels.eu/promoting-energy-labels/promoting-energy-labels>
- Direção Geral de Energia (DGE). (2002). *Eficiência Energética nos Edifícios*.: Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia. Lisboa.
- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG). (2011). Obtido em 27 de Março de 2013, de DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgeg.pt>
- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG). (2012). *Balanço Energético 2011*. Lisboa
- Direção Geral de Energia e Geologia (DGGE). (2004). *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial*. Lisboa.
- Direção Geral de Energia e Geologia (DGGE). (2008). *Portugal Eficiência 2015 Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética*. Obtido em 22 de Maio de 2013, de Adene: <http://www.adene.pt/pt-pt/PNAEE/Documents/PortugalEfici%C3%A2ncia2015AnexosConsultaP%C3%BAblica.pdf>
- Diesel Servis & Supply. (2010). *Diesel Servis & Supply*. Obtido em 29 de Agosto de 2013, de <http://www.dieselserviceandsupply.com/>
- EC-LINC. (2011). *Energy checks for low income households*. Obtido em 25 de Junho de 2013, de EC-LINC Energy Check for Low Income Households : <http://www.ec-linc.info/2013/02/06/energy-checks-for-low-income-households/>
- Energias de Portugal (EDP). (2013). Obtido em 27 de Março de 2013, de Eco EDP: [http://www.eco.edp.pt/component/option,com\\_glossary/id,36/](http://www.eco.edp.pt/component/option,com_glossary/id,36/)
- Ecocasa. (2013). *EQUIPAMENTOS - STANDBY E OFF-MODE*. Obtido em 17 de Maio de 2013, de Ecocasa: [http://ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=8](http://ecocasa.pt/energia_content.php?id=8)
- Ecocasa. (2013). Obtido em 14 de Abril de 2013, de Ecocasa: [http://ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=8](http://ecocasa.pt/energia_content.php?id=8)
- Ecosave. (2011). Obtido em 13 de Maio de 2013, de Ecosave - sensibilização para a utilização eficiente de electrodomésticos: <http://www.ecosave.org.pt/?cix=429&ixf=seccao&lang=1>
- Ecosave. (Janeiro de 2012). Obtido em 7 de Abril de 2013, de Ecosave: [http://www.ecosave.org.pt/download/Guia\\_LWR.pdf](http://www.ecosave.org.pt/download/Guia_LWR.pdf)
- Energias de Portugal (EDP). (2009). Obtido em 20 de Abril de 2013, de [www.edp.pt](http://www.edp.pt): <https://www.edp.pt/pt/negocios/apoioaocliente/Pages/TarifaTrihoraria.aspx>
- Energias de Portugal (EDP). (2009). Obtido em 20 de Abril de 2013, de [www.edp.pt](http://www.edp.pt): <http://www.edp.pt/pt/negocios/apoioaocliente/Pages/TarifaBiHoraria.aspx>
- Energias de Portugal (EDP). (2010). Obtido em 21 de Junho de 2013, de Évora InovCity Smart Energy Living: <http://www.inovcity.pt/>
- Energias de Portugal (EDP). (2013). *Tarifas Social / Transitórias de Venda a Clientes Finais em Portugal Continental*.

Energias de Portugal (EDP); Quercus. (2011). *Projecto Ecofamílias II*.

Fischer, D. C. (2004). *Efficient use of efficient technologies: strategies to promote sustainable consumer behaviour*.

Fraunhofer. (2007). *EuP Preparatory Study Lot 6 "Standby and Off-mode Losses"*. Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration, IZM, Department Environmental Engineering, Berlin.

Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente (GEOTA). (2005). *Roteiro de Energias Renováveis*. Lisboa: GEOTA - Grupo Estudos Ordenamento Território Ambiental. Lisboa

Gillingham, K., Newell, R. G., & Palmer, K. (2009). *Energy Efficiency Economics and Policy*. (resources for the Future, Washington DC.)

Gottron, F. (2001). *Energy Efficiency and the Rebound Effect: Does Increasing Efficiency Decrease Demand?*

Gram-Hanssen, K. (2011). *Households' energy use – which is the more important: efficient technologies or user practices?* Paper, Danish Building Research Institute, Aalborg University, Aalborg.

Grinden, B., & Feilberg, N. (2008). *Analysis of Monitoring Campaign in Europe*. Intelligent Energy Europe, ISR-University of Coimbra. Coimbra

Hedge, A. (2003). *Ergonomics Considerations of LCD versus CRT Displays*. Cornell University. Nova Iorque

Intelligent Energy Europe (IEE). (2008). *Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe*. Coimbra

Intelligent Energy Europe (IEE). (2010). *Standby and Off-Mode Energy Losses In New Appliances Measured in Shops*. Coimbra.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2011). Obtido em 4 de Abril de 2013, de Instituto Nacional de Estatística:  
[http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0005944&contexto=bd&selTab=tab2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0005944&contexto=bd&selTab=tab2)

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2011). *Indústria e Energia em Portugal 2008-2009*.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2012). *INE*. Obtido em 30 de Março de 2013, de  
[http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_unid\\_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3)

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2012). *Inquérito às Despesas das Famílias 2010/2011*. Lisboa

Instituto Nacional de Estatística / Direção Geral de Energia e Geologia (INE/DGEG). (2011). *Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa

Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC Porto). (2012). *Recomendações para uma estratégia sustentável de eficiência energética e exploração de energia renováveis para Portugal*. Porto.

Intelligence Sensing Anywhere (ISA). (2009). *O que é o iMeter?* Obtido em 28 de Junho de 2013, de EnerBook: <http://www.enerbook.pt/pg/portal/page/63>

- Intelligence Sensing Anywhere (ISA). (2012). *O Cloogy*. Obtido em 12 de Julho de 2013, de Cloogy ISA: <http://www.cloogy.com/pt/apresenta%C3%A7%C3%A3o/>
- Joint Research Centre (JRC). (2007). *Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union*. Ispra
- Ministério da Economia e da Inovação. (2005). *Concorrência e Eficiência Energética - Uma Estratégia Nacional para a Energia*. Obtido em 21 de Maio de 2013, de Coordenador Nacional da Estratégia de Lisboa e do Plano Tecnológico: [http://www.cnel.gov.pt/document/Estrategia\\_Energia29SET05.pdf](http://www.cnel.gov.pt/document/Estrategia_Energia29SET05.pdf)
- Molderink, A., Bakker, V., (2010). Management and Control of Domestic Smart Grid Technology. In Institute of Electronic and Electromechanical Engineer, *Transactions on Smart Grid* (pp. 109-119).
- Müller, C., Maxwell, Y., Townsend, S., Camargo, J. A., Ramos, T. B., Guss, M., . . . Das, S. K. (6 de Outubro de 2011). *The Encyclopedia of the Earth*. Obtido em 15 de Março de 2013, de [http://www.eoearth.org/article/Primary\\_energy](http://www.eoearth.org/article/Primary_energy)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2001). *Things that Go Blip in the Night, Standby Power and How to Limit it*. Paris.
- PORDATA. (2011). Obtido em 9 de Abril de 2013, de PORDATA Base de Dados Portugal Contemporâneo: [http://www.pordata.pt/Portugal/Agregados+privados+com+os+principais+equipamentos+domesticos+\(percentagem\)-191](http://www.pordata.pt/Portugal/Agregados+privados+com+os+principais+equipamentos+domesticos+(percentagem)-191)
- PORDATA. (2012). *PORDATA*. Obtido em 30 de Março de 2013, de <http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+electrica+total+e+por+tipo+de+consumo-1124>
- PORDATA. (2013). *Consumo de energia final e de energia eléctrica per capita na Europa*. Obtido em 5 de Setembro de 2013, de PORDATA Base de Dados Portugal Contemporâneo: <http://www.pordata.pt/Europa/Consumo+de+energia+final+e+de+energia+electrica+per+capita-1732>
- Quercus; Agência para a Energia. (2013). *Topten.pt*. Obtido em 19 de Agosto de 2013, de [Topten.pt](http://www.topten.pt/index.php?page=inicio): <http://www.topten.pt/index.php?page=inicio>
- Regulamento (CE). (2008). *Regulamento (CE) N.º 1725/2008 da Comissão, de 17 de Dezembro de 2008*.
- REMODECE. (2010). *REMODECE - Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe*. Obtido em 13 de Abril de 2013, de ADENE: <http://www.adene.pt/pt-pt/Actividades/Projectos/Paginas/REMODECE---Residential-Monitoring-to-Decrease-Energy-Use-and-Carbon-Emissions-in-Europe.aspx>
- Rede Eléctrica Nacional (REN). (2012). *REN*. Obtido em 30 de Março de 2013, de [http://www.ren.pt/o\\_que\\_fazemos/eletricidade/o\\_setor\\_eletrico/#4](http://www.ren.pt/o_que_fazemos/eletricidade/o_setor_eletrico/#4)
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013. (2013). *Diário da República, 1.ª série — N.º 70 — 10 de abril de 2013*. Lisboa.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008. (2008). *Diário da República, 1.ª série — N.º 97 — 20 de Maio de 2008*. Lisboa
- RTINGS. (2013). *LCD vs LED vs Plasma 2013: Power Consumption and Electricity Cost*. Obtido em 2013 de Outubro de 13, de RTINGS find your tv: <http://www.rtings.com/info/lcd-vs-led-vs-plasma/power-consumption-and-electricity-cost>



- Agência Toque da Ciência. (2012). *Smart Grid: as redes elétricas do futuro*. Obtido em 23 de Junho de 2013, de Agência toque da ciência:  
<http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/lecotec/projetos/agencia/index.php/publicacoes/noticias/8-geral/215-smart-grid-as-redes-eletricas-do-futuro>
- Vasconcelos, J. (2008). *Survey of Regulatory and Technological Developments Concerning Smart Metering in the European Union Electricity Market*. Florence School of Regulation. Florence
- Vaughan, A. (2011). Flat-screen TV electricity consumption falls by 60%. *The Guardian*. Obtido em 13 de Outubro de 2013:  
<http://www.theguardian.com/environment/2011/jul/29/flat-screen-tv-electricity>
- VEAB. (2013). Obtido em 25 de Junho de 2013, de <http://www.veab.se/>
- Vilão, R., Venâncio, C., Liberal, P., & Venâncio, R. (2010). *SIDS Portugal Indicadores-chave 2010*. Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora
- Wood, G., & Newborough, M. (2003). *Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design*. Energy and Buildings Volume 35, Issue 8, Pages 821 - 841

## Anexo I

Tabela A 1 - Características registadas das famílias.

Família	Agregado	Rendimento	Habilitações	Tipologia	Assoalhadas
1	3	3	L	A	3
2	3	2	L	A	3
3	2	2	ES	A	3
4	2	2	L	A	3
5	2	2	EB	V	4
6	2	3	PG	A	3
7	2	3	L	A	4
8	3	3	L	A	3
9	2	1	ES	A	3
10	4	3	L	A	4
11	4	4	M	V	5
12	3	2	L	V	4
13	1	2	L	A	3
14	4	4	D	A	6
15	3	3	M	A	5
16	3	1	ES	A	3
17	3	3	L	V	3
18	4	2	M	A	3
19	3	2	L	A	4
20	2	2	L	A	3
21	2	2	M	A	3
22	4	3	M	A	6
23	2	1	M	A	3
24	3	2	L	A	4
25	3	3	L	A	4
26	3	1	ES	V	4
27	4	4	ES	V	6
28	2	4	M	V	6
29	5	2	L	V	4
30	4	2	ES	A	3

Tabela A 2 - Características dos consumos registados e tempo de monitorização.

Família	Tempo monitorização (h)	Consumo per capita (kWh)	Consumo per capita/h (kWh)	Eletricidade			Totais	
				Tarifário	Potência (kVA)	Ciclo Horário	Quadro (kWh)	Cloogy© (kWh)
1	167,3	14,00	0,084	B	3,45	D	42	61,7
2	168,0	21,33	0,127	S	6,9	NA	64	72,1
3	169,0	37,85	0,224	S	6,9	NA	75,7	19,0
4	167,8	20,00	0,119	S	6,9	NA	40	43,8
5	166,8	23,15	0,139	S	3,45	NA	46,3	58,1
6	166,7	38,50	0,231	B	5,75	D	77	96,6
7	163,7	24,50	0,150	S	6,9	NA	49	55,3
8	164,6	20,07	0,122	S	3,45	NA	60,2	74,9
9	167,4	16,50	0,099	S	3,45	NA	33	3,4
10	165,8	10,25	0,062	S	3,45	NA	41	58,4
11	164,4	14,75	0,090	B	6,9	S	59	76,7
12	166,8	18,67	0,112	S	3,45	NA	56	71,5
13	165,4	38,00	0,230	S	3,45	NA	38	18,5
14	169,8	18,25	0,108	S	6,9	NA	73	101,5
15	166,4	20,67	0,124	B	6,9	D	62	80,6
16	169,0	10,67	0,063	S	3,45	NA	32	37,0
17	168,0	13,33	0,079	S	3,45		40	12,2
18	168,0	9,25	0,055	S	3,45	NA	37	65,5
19	169,3	19,67	0,116	S	6,9	NA	59	94,2
20	161,4	15,50	0,096	B	10,35	D	31	32,3
21	162,2	23,30	0,144	S	3,45	NA	46,6	64,8
22	168,3	14,25	0,085	S	6,9	NA	57	89,1
23	163,8	16,50	0,101	B	3,45	D	33	33,4
24	168,4	7,67	0,046	S	6,9	NA	23	32,6
25	167,0	7,67	0,046	S	10,35	NA	23	32,6
26	168,0	19,33	0,115	B	3,45	D	58	78,9
27	164,9	41,50	0,252	B	13,8	S	166	133,7
28	164,3	41,00	0,249	S	10,35	NA	82	102,7
29	167,5	8,20	0,049	S	3,45		41	52,9
30	168,6	8,5	0,050	S	3,45	NA	34	49,8

Tabela A 3 - Consumos e características registadas dos frigoríficos.

Família	Frigorífico					
	Consumo (kWh)	%	Ano	Classe Energética	Tipo	Marca Modelo
1	2,379	6	2003	SD	N	Bosch
2	11,003	17	1995	SD	C	Philips Whirlpool
3	8,384	11	2002	SD	C	Siemens
4	5,449	14	2012	A+	C	Aristons Hotpoint
5	4,854	10	2000	SD	C	Philips Whirlpool
6	5,942	8	2004	A	C	AEG
7	8,129 / 13,545	44	2008 / 2008	SD	C / C	Ariston / Samsung
8	2,664	4	2011	SD	N	Becken
9	17,510	53	2000	SD	C	Sortec
10	6,763	16	2010	A+	C	Fagor
11	11,713	20	2001	SD	C	Samsung
12	15,771	28	2008	SD	A	Ariston
13	18,493	49	?	SD	C	Philips Whirlpool
14	9,479	13	1999	SD	C	Bauknecht
15	4,256	7	2007	SD	C	AEG
16	6,874	21	2011	A+	C	Indesit
17	11,290	28	2010	A+	A	Bosch
18	6,437	17	2006	SD	C	Balay
19	11,261	19	2000	SD	C	Bauknecht
20	6,649	21	2011	A+	C	Ariston Hotpoint
21	8,720	19	2005	SD	C	LG
22	13,832	24	2007	SD	C	Samsung
23	11,009	33	1998	SD	C	Superser
24	3,307	14	2010	SD	C	Electronia
25	13,040	57	2010	SD	C	AEG
26	21,085	36	> 15 anos	NA	C	Singer
27	8,427	5	?	SD	N	Balay
28	24,770	30	>15	NA	C	Electrolux
29	9,921	24	2009	SD	C	Indesit
30	4,891	14	2012	A+	C	Candy

Tabela A 4 - Consumos e características registadas das arcas congeladoras.

Família	Arca congeladora			
	Consumo	%	Ano	Marca Modelo
1	12,4	29,6	2000	Boch
2	NA	NA	NA	NA
3	14,5	19,1	> 15	Seruca
4	NA	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA	NA
8	13,5	22,4	> 15	Etros
9	NA	NA	NA	NA
10	NA	NA	NA	NA
11	NA	NA	NA	NA
12	NA	NA	NA	NA
13	NA	NA	NA	NA
14	NA	NA	NA	NA
15	22,9	37,0	> 15	Bauknecht
16	NA	NA	NA	NA
17	16,7	41,6	SD	NA
18	4,8	13,0	> 15	Whirlpool
19	NA	NA	NA	NA
20	NA	NA	NA	NA
21	17,8	38,1	> 15	Whirlpool
22	NA	NA	NA	NA
23	NA	NA	NA	NA
24	NA	NA	NA	NA
25	NA	NA	NA	NA
26	NA	NA	NA	NA
27	14,5	8,7	18	ARDO
28	NA	NA	NA	NA
29	NA	NA	NA	NA
30	NA	NA	NA	NA

Tabela A 5 - Consumos e características registadas das máquinas de lavar roupa.

Máquina de lavar roupa								
Família	Consumo (kWh)	%	Ano	Classe Energética	Programa (°C)	Lavagens/semana	Marca Modelo	Temporizador
1	SD	SD	2003	A	30°C / 40°C	NA	SD	TN
2	2,127	3,3	1995	NA	30°C / 40°C / 60°C	4	TELEFAC	NT
3	0,064	0,1	2011	A++	30°C / 40°C	0	Ariston Hotpoint	TN
4	0,809	2,0	2012	A+++	40°C	NA	Teka	TN
5	7,108	15,4	2012	A++	40°C / 60°C	5	LG	TN
6	0,835	1,1	2004	SD	30°C / 40°C	2	LG	TU
7	1,11	2,3	2012	A++	30°C / 40°C	2	Ariston Hotpoint	TN
8	6,135	10,2	2011	A	30°C / 50°C	5	Jocel	TN
9	0,608	1,8	2008	A	30° / 40°	2	Whirlpool	TN
10	2,148	5,2	2005	A+	30°C / 40°C / 60°C	3	Whirlpool	NT
11	4,838	8,2	2005	SD	30°C / 50°C	4	Whirlpool	TU
12	1,424	2,5	2008	A++	40°C	2	Balay	NT
13	0,724	1,9	2000	SD	30°C / 40°C	2	Indesit	NT
14	1,417	1,9	1999	SD	30°C	3	Hoover	NT
15	1,087	1,8	2008	SD	40°C	2	Siemens	TN
16	1,989	6,2	2010	SD	40°C	3	LG	NT
17	SD	SD	SD	SD	SD	NA	SD	SD
18	2,44	6,6	2002	A	0°C / 30°C / 40°C	5	Indesit	NT
19	2,414	4,1	2012	A++	0°C / 30°C / 40°C	7	Electrolux	TN
20	0,901	2,9	2006	SD	30°C / 40°C	1	Electric Co.	NT
21	0,263	0,6	2003	SD	40°C / 50°C	2	Whirlpool	NT
22	2,363	4,1	2005	SD	0°C / 60°C	2	Blue Sky	NT
23	NA	NA	2011	A+	30°C / 40°C	NA	LG	TN
24	0,647	2,8	2011	SD	30°C / 60°C	2	Worten	NT
25	0,647	2,8	2010	A	30°C / 70°C	0	Ariston Hotpoint	NT
26	0,307	0,5	2009	SD	30°C	1	Indesit	NT
27	1,725	1,0	2009	SD	60°C	5	Ariston	NT
28	1,008	1,2	1995	NA	30°C / 40°C	4	Bosch	NT
29	1,788	4,4	2009	A	40°C / 60°C	2	Indesit	TU
30	2	5,9	2012	A+	40°C	2	Samsung	TN

Tabela A 6 - Consumos e características registadas das máquinas de lavar loiça.

Família	Máquina de lavar loiça							
	Consumo (kWh)	%	Ano	Classe Energética	Programa (°C)	Lavagens/semana	Marca Modelo	Temporizador
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	3,116	4,9	1995	SD	45°C	3	TELEFAC	NT
3	4,778	6,3	2006	SD	55°C	4	Hoover	NT
4	0,096	0,2	2012	A	55°C	0	Teka	TN
5	2,043	4,4	2003	SD	50°C	2	Balay	NT
6	2,559	3,3	2004	A+	30°C	2	LG	TU
7	2,143	4,4	2007	SD	Eco 50°C	2	AEG	TN
8	0,4	0,7	> 15	NA	Não é visível	0	Balay	TN
9	0	0,0	2008	A+	45°C	0	Bosch	TN
10	1,813	4,4	2005	AAA	40°C	2	Whirlpool	NT
11	6,821	11,6	2009	SD	50°C / 60°C / 70°C	5	AEG	TU
12	3,493	6,2	2008	SD	35°C	4	Balay	NT
13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
14	11,495	15,7	2012	SD	65°C	7	Zanussi	NT
15	3,154	5,1	2008	AA	Eco 45°C	3	Balay	TN
16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
18	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
19	3,923	6,6	2002	A	Eco 45°C	2	Bauknecht	NT
20	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
21	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
22	NA	NA	1998	SD	NA	NA	Siemens	NT
23	1,393	4,2	2010	SD	45°C / 64°C	1	Siemens	TN
24	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
25	1,365	5,9	2010	SD	65°C	0	Bosch	NT
26	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
27	7,889	4,8	2005	SD	55°C	7	Ariston	NT
28	9,114	11,1	1995	SD	65°C	7	Bosch	NT
29	1,971	4,8	2012	SD	45°C	3	Bosch	TU
30	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabela A 7 - Consumos e características registadas das televisões.

Família	TV								
	Consumo (kWh)	%	Standby (kWh)	% Standby no consumo global	Classe Energética	Tipo	Marca	Tomadas Corte Corrente	Utilização (h/semana)
1	3,598	8,6	0,018	0,04	SD	LCD	Samsung	NT	43h
2	12,089	18,9	0,047	0,07	SD	Plasma	Samsung	NT	64h
3	2,876	3,8	0,024	0,03	SD	CRT	Panasonic	NT	30h
4	1,251	3,1	SD	SD	A	LCD	Samsung	TU	SD
5	6,597	14,2	0,058	0,13	SD	LCD	Samsung	NT	43h
6	2,703	3,5	0,013	0,02	SD	LCD	Philips	TN	41h
7	7,555	15,4	0,021	0,04	NA	CRT	Philips	TN	57h
8	4,76	7,9	0,001	0,00	C	LCD	LG	TU	77h
9	3,039	9,2	0,055	0,17	SD	LCD	Crown Japan	TU	65h
10	9,29	22,7	0,075	0,18	SD	LCD	LG	NT	57h
11	7,368	12,5	0,081	0,14	SD	LCD	Philips	NT	33h
12	8,274	14,8	0,052	0,09	SD	LCD	LG	NT	48h
13	7,157	18,8	0,033	0,09	SD	LCD	Sony	TN	43h
14	3,598	4,9	0,031	0,04	SD	LED	Sharp	NT	60h
15	2,773	4,5	0,151	0,24	SD	LCD	Samsung	NT	40h
16	8,68 / 0,749	27,1 / 2,3	0,019 / 0,035	0,06 / 0,11	SD	LCD / LCD	LG / Samsung	NT / NT	68h / 23h
17	7,826	19,6	0,016	0,04	A	LED	Samsung	TU	58h
18	3,674	9,9	0,011	0,03	SD	CRT	Toshiba	NT	77h
19	8,945	15,2	0,053	0,09	SD	Plasma	Panasonic	TN	73h
20	3,429 / 0,469	11,1 / 1,51	0,098 / SD	0,32 / SD	SD	LCD / CRT	JVC / Samsung	NT / NT	71h / 3h
21	2,199	4,7	0,679	1,46	NA	CRT	Kielsen	NT	39h
22	1,054 / 1,916	1,85 / 3,36	0,043 / 0,984	0,08 / 1,73	SD	LCD / CRT	Philips	TN	27h / 20h
23	2,143	6,5	0,014	0,04	SD	LCD	Samsung	TN	26h
24	6,081	26,4	0,017	0,07	SD	CRT	Thomson	NT	84h
25	4,408	19,2	0,27	1,17	SD	LCD	Philips	NT	53h
26	4,31 / 0,927	5,3 / 1,1	0,308 / 0,024	0,53 / 0,04	SD	CRT / LCD	Watson / LG	TN	58h / 20h
27	2,143	1,3	0,021	0,01	A++	LED	LG	NT	40h
28	6,546	8,0	0,026	0,03	A	LCD	Samsung	TN	51h
29	11,790	28,8	0,02	0,05	SD	LCD	LG	NT	66h
30	6,080	17,9	0,039	0,11	SD	LCD	LG	TN	85h



Tabela A 8 - Consumos e características registadas dos equipamentos de multimédia e powerbox.

Família	Multimédia		Powerbox		Marca Modelo	Tomadas Corte de Corrente
	Consumo	%	Consumo	%		
1	NA	NA	3,052	7,3	Zon	NT
2	NA	NA	22,258	34,8	Meo	NT
3	NA	NA	NA	NA	NA	NT
4	NA	NA	0,66	1,7	Zon	TU
5	NA	NA	4,437	9,6	Zon	NT
6	7,902	10,3	NA	NA	Meo	TN
7	NA	NA	NA	NA	Zon	TN
8	NA	NA	NA	NA	Zon	TU
9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	NA	NA	11,125	27,1	Vodafone	NT
11	NA	NA	1,409	2,4	Meo	NT
12	11,652	20,8	NA	NA	Zon	NT
13	NA	NA	3,271	8,6	Optimus	TN
14	NA	NA	6,342	8,7	Zon	NT
15	NA	NA	NA	NA	Optimus	TN
16	NA	NA	NA	NA	NA	NA
17	NA	NA	NA	NA	NA	NA
18	NA	NA	2,139	5,8	Meo	NT
19	NA	NA	3,122	5,3	Vodafone	TN
20	NA	NA	NA	NA	Zon	NT
21	3,236	6,9	NA	NA	Zon	TU
22	9,051	15,9	NA	NA	Zon	TN
23	NA	NA	0,88	2,7	Zon	TU
24	NA	NA	4,281	18,6	Zon	NT
25	NA	NA	0,644	2,8	Meo	NT
26	1,201	2,1	NA	NA	Zon	TN
27	NA	NA	NA	NA	Zon	NT
28	8,0875	9,9	NA	NA	Zon	TN
29	NA	NA	NA	NA	zon	NT
30	2,672	7,9	NA	NA	Zon	TN

## Anexo II

O anexo II é constituído pelo questionário efetuado às famílias durante as auditorias:

<b>Identificação da Família</b>	
<b>Nome da pessoa de contacto</b>	
<b>Agregado/Idades</b>	
<b>Rendimento mensal líquido do agregado</b>	<input type="checkbox"/> < 1000€ <input type="checkbox"/> 1000€ - 2000€ <input type="checkbox"/> 2000€ - 3000€ <input type="checkbox"/> > 3000€
<b>Habilitações académicas</b>	

<b>Caracterização da Habitação</b>	
<b>Tipologia</b>	
<b>Nº assoalhadas</b>	

<b>Caracterização do Consumo Energético</b>	
<b>Eletricidade</b>	<b>Gás</b>
<b>Tarifário:</b>	<b>Tipo:</b>
<b>Potência contratada:</b>	<b>Forma de abastecimento:</b>
<b>Ciclo Horário:</b>	<b>Utilização:</b>
	<input type="checkbox"/> Fogão
	<input type="checkbox"/> Forno
	<input type="checkbox"/> Esquentador
	<input type="checkbox"/> Caldeira
	<input type="checkbox"/> Aquecimento central
	<input type="checkbox"/> Outros

## Questionário

### 1. Stand-by / Off-mode

Equipamento	Modo (Stand-by ou Off-mode)	Motivo

### 2. Etiqueta energética

- Tem conhecimento?

Não	Já ouvi falar	Sim

- Dá ou alguma vez deu importância à etiqueta energética no acto de compra?

Sim  Não

Grau de importância:

1. Nada	2. Muito Pouco	3. Pouco	4. Alguma	5. Muita

### 3. Climatização

Sala			
Equipamento	Potência (W)	Altura do ano	Utilização (h/d)

<b>Quarto 1</b>			
Tipo	Potência (W)	Altura do ano	Utilização (h/d)

<b>Quarto 2</b>			
Tipo	Potência (W)	Altura do ano	Utilização (h/d)

#### 4. Outras Informações

1. Têm tomadas de corte de corrente? Sim  Não

E usam? Sim  Não  Se não, porquê?

2. (Em caso de a potência contratada ser superior a 3,45kVA) Qual o motivo?

3. Quais os equipamentos que usa em simultâneo?

<b>Equipamento</b>	<b>Máquina de lavar loiça</b>
Ano	
Marca e Modelo	
Classe energética	
Programa (°C e min)	
Nº Lavagens/semana	
<b>Equipamento</b>	<b>Máquina de lavar roupa</b>
Ano	
Programa (°C)	
Marca e Modelo	
Classe energética	
Nº Lavagens/semana	Frio:                      Quente:
Programador	
<b>Equipamento</b>	<b>Frigorífico</b>
Tipo	
Ano	
Marca e Modelo	
Classe energética	
<b>Equipamento</b>	<b>Arca congeladora</b>
Ano	
Tipo	
Marca e Modelo	
Classe energética	
<b>Equipamento</b>	<b>Televisão</b>
Tipo	
Tomadas corte corrente	
Tempo de utilização (h/dia)	
Marca e Modelo	
Classe energética	
<b>Equipamento</b>	<b>Box</b>
Tomadas corte corrente	
Tempo de utilização (h/dia)	
Marca e Modelo	

**Tarifa Simples:**

<b>Quadro inicial (kWh)</b>	<b>Data e Hora</b>	<b>Quadro final (kWh)</b>	<b>Data e Hora</b>

**Tarifa Bi-horária:**

<b>Quadro inicial (kWh)</b>	<b>Data e Hora</b>	<b>Quadro final (kWh)</b>	<b>Data e Hora</b>
Horas de ponta: Horas cheias: Horas de vazio:		Horas de ponta: Horas cheias: Horas de vazio:	

**Notas:**

## Anexo III

O anexo III é constituído pelo relatório final entregue às famílias auditadas:

### Relatório de Auditoria

Identificação da família

Agregado  Tipologia  Início auditoria  Fim auditoria

Contrato Fornecimento			Medição do consumo		
Tarifário	Potência contratada (kVA)	Ciclo horário	Tempo registo (h)	Consumo total (kWh)	Consumo per capita (kWh)

## Análise do consumo dos equipamentos

### Equipamentos de frio

Frigorífico			
Marca / modelo	Tipo	Ano	Classe energética
<b>Consumo registado (kWh)</b>	<b>% do consumo total</b>		
Potencial de poupança com substituição por equipamento classe A+			
Consumo semanal registado (kWh)			
Consumo semanal equipamento classe A+ (kWh)			
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)			
Preço mínimo de referência dum equipamento classe A+			
Poupança estimada com equipamento classe A+ (€ / ano)			
Tempo de recuperação do investimento (anos)			
Recomenda-se a substituição do equipamento?			
<b>Comentários:</b>			
Arcas congeladoras			
Marca / modelo	Tipo	Ano	Classe energética
<b>Consumo registado (kWh)</b>	<b>% do consumo total</b>		
Potencial de poupança com substituição por equipamento classe A+			
Consumo semanal registado (kWh)			
Consumo semanal equipamento classe A+ (kWh)			
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)			
Preço mínimo de referência dum equipamento classe A+			
Poupança estimada com equipamento classe A+ (€ / ano)			
Tempo de recuperação do investimento (anos)			
Recomenda-se a substituição do equipamento?			
<b>Comentários:</b>			



**Máquinas de lavar**

<b>Máquina de lavar roupa</b>			
<b>Marca / modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Classe energética</b>	<b># Lavagens registadas</b>
<b>Consumo registado (kWh)</b>	<b>% do consumo total</b>		
<b>Potencial de poupança com substituição por equipamento classe A+</b>			
Consumo semanal registado (kWh)			
Consumo semanal equipamento classe A+ (kWh)			
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)			
Preço mínimo de referência dum equipamento classe A+			
Poupança estimada com equipamento classe A+ (€ / ano)			
Tempo de recuperação do investimento (anos)			
Recomenda-se a substituição do equipamento?			
<b>Comentários:</b>			
<b>Máquina de lavar loiça</b>			
<b>Marca / modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Classe energética</b>	<b># Lavagens registadas</b>
<b>Consumo registado (kWh)</b>	<b>% do consumo total</b>		
<b>Potencial de poupança com substituição por equipamento classe A+</b>			
Consumo semanal registado (kWh)			
Consumo semanal equipamento classe A+ (kWh)			
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)			
Preço mínimo de referência dum equipamento classe A+			
Poupança estimada com equipamento classe A+ (€ / ano)			
Tempo de recuperação do investimento (anos)			
Recomenda-se a substituição do equipamento?			
<b>Comentários:</b>			

Televisão		
Marca / modelo	Tipo	# Horas ligada
Consumo registado (kWh)	% do consumo total	
Potencial de poupança com eliminação do consumo em modo Standby		
Consumo standby registado (kWh)		
Consumo anual de standby estimado (kWh)		
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)		
Poupança estimada com eliminação do standby (€ / ano)		
Recomenda-se a substituição do equipamento?		Não
<b>Comentários:</b> Não se recomenda a substituição porque a redução de consumo não compensa o investimento necessário		

Multimédia	
Consumo registado (kWh)	% do consumo total
Potencial de poupança com eliminação do consumo em modo Standby	
Consumo standby registado (kWh)	
Consumo anual de standby estimado (kWh)	
Poupança energética por ano estimada (kWh / ano)	
Poupança estimada com eliminação do standby (€ / ano)	
<b>Comentários:</b>	

Outros equipamentos	
Consumo registado (kWh)	% do consumo total
<b>Comentários:</b>	