



Nova abordagem para a criação e transferência de  
Inovação para os mercados, com especial foco nas  
tecnologias de eficiência energética, para uma  
economia mais sustentável

por João Nuno Jorge Nogueira

Tese realizada no âmbito Mestrado Integrado em Engenharia Física com  
Especialização em Instrumentação

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade de Coimbra

10 de Setembro 2013



*"Technology alone is not enough - It's technology married with liberal arts,  
married with the humanities, that yields us the result that makes our heart sing-*  
**Steve Jobs**

*This work has been framed under the Energy and Mobility for Sustainable Regi-  
ons Project CENTRO-07-0224-FEDER-002004*



## Resumo

Os recursos energéticos são actualmente um factor crítico para a sustentabilidade e evolução da sociedade moderna. As fortes necessidades energéticas influenciam todos os sectores socioeconómicos e o meio ambiente a nível global, sendo imprescindível a adopção de políticas que apostem na optimização dos recursos energéticos, a fim de tornarmos a nossa sociedade mais sustentável.

A energia e a economia são dois temas indissociáveis devido aos fortes condicionantes que exercem um sobre o outro. Neste contexto a política Europeia energética está fortemente ligada à competitividade da economia, relação esta que está especialmente evidenciada na resolução do Parlamento Europeu sobre o Livro Verde e nas exigências climáticas e energéticas conhecidas como “Objectivos 20-20-20”. Desta forma constituiu-se uma abordagem integrada para a política energética e reforço da competitividade. Esta relação simbiótica é mais evidente agora que a Europa atravessa uma grave crise social, económica e financeira, havendo uma forte necessidade de impulsionar a sustentabilidade e potenciar a relação custo-benefício através da inovação, desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologia, sobretudo em países periféricos como é o caso de Portugal.

Em 2011, o sector doméstico, responsável por 24,7% do consumo energético total na Europa, foi identificado pela Comissão Europeia como um dos sectores com maior potencial de poupança, tendo adoptado medidas com forte compromisso na implementação de tecnologias e divulgação da eficiência energética.

O presente trabalho consiste no desenvolvimento de um projecto transversal a estes temas, com uma abordagem multidisciplinar, cruzando a transferência de tecnologia, a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Será assim analisada a implementação da metodologia *Living Lab* como principal impulsionador para o desenvolvimento inteligente de projectos, contribuindo assim para a criação de clusters de conhecimento em diversas áreas, analisando em particular a contribuição da eficiência energética no âmbito das *Smart Cities*, em Portugal e na Europa. Esta análise será contextualizada com um estudo do sector energético e de dados reais de consumos domésticos, focado na identificação e quantificação de comportamentos e eventos, análise do perfil de consumo energético e da metodologia utilizada para envolver os utilizadores. Este trabalho deve assim ser destacada como um caso de uso da metodologia de desenvolvimento e da análise dados a qual foi usada como base para a candidatura do projecto *CIP-IEE-2013 – My Energy*.



## Resumo

Nowadays energy resources are critical for the sustainability and evolution of modern society. Energy needs influence every socio-economic sector and the environment at global level, therefore it is necessary to adopt new policies to improve and optimize energy resources, in order to create a more sustainable society.

Energy and economy are two inseparable topics due to the strong constraints that cause to each other. In this particular context the European Energy policy is related with the economy's competitive edge. This relationship is visible in European Parliament resolutions about the *Green Book* and the climate sustainability and energy efficiency objectives, known as *Europe 20-20-20 Goals*. Within this framework, European policies address both energy and economic problems. This relation is more obvious now that Europe is going through a very serious social, economic and financial crisis, where there is a need to improve sustainability, efficiency, cost-benefit relationship and the transfer of technology, mainly in European peripheral countries, such as Portugal.

In 2011 the residential sector was responsible for 24,7% of the total energy consumption in Europe. This sector was also identified by the European Commission as one of the socio-economic sectors with more potential for energy savings. For these reasons, the European Commission has made a strong commitment to promote the implementation and dissemination of energy efficiency in the residential sector.

The project now presented is the development of these themes, with a multidisciplinary approach involving technology transfer, innovation and technological development. Therefore we will analyze the implementation of the Living Lab concept as driver for the intelligent development of projects to create knowledge clusters in several domains, such as Energy Efficiency and Smart Cities, in Portugal and in Europe.

This analysis will be contextualized with a study of the European Energy Sector and an analysis of real energy consumption data from the domestic sector. This analysis will be focused on the identification and quantification of events, analyzing energy consumption patterns and the methodology used to engage users. This thesis is a case study used as basis to develop the project and concept behind the application to Competitiveness and Innovation Framework Program: *CIP-IEE-2013 – My Energy*.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
1.1	Enquadramento . . . . .	2
1.2	ISA . . . . .	4
1.3	O Projecto . . . . .	5
1.4	Estrutura do Projecto . . . . .	7
<b>2</b>	<b>O conceito Living lab</b>	<b>8</b>
2.1	Conceito de Inovação Aberta . . . . .	8
2.2	Living Lab . . . . .	10
2.3	<i>Living Lab</i> e os utilizadores . . . . .	15
2.4	Living Lab e o Mercado das <i>Smart Cities</i> . . . . .	18
2.5	<i>ISaLL - Intelligent Sensing and Smart Services Living Lab</i> . . . . .	20
<b>3</b>	<b>O mercado da Energia</b>	<b>29</b>
3.1	Introdução . . . . .	29
3.2	Análise do mercado da energia em Portugal . . . . .	31
3.3	O mercado da electricidade . . . . .	37
3.4	Smart Grid . . . . .	40
3.5	As tarifas da electricidade . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Tecnologias de gestão energética</b>	<b>56</b>
4.1	Sistema doméstico de gestão energética . . . . .	56
4.2	Soluções de gestão de energia eléctrica . . . . .	59
4.3	Tendências futuras . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Projectos de eficiência energética</b>	<b>66</b>
5.1	Mecanismos de financiamento da União Europeia . . . . .	66
5.2	Projectos Europeus de eficiência energética . . . . .	69
5.3	O projecto E3SoHo . . . . .	76
5.3.1	Descrição da Solução . . . . .	78
5.3.2	Envolvimento dos utilizadores . . . . .	83
<b>6</b>	<b>Análise do comportamento de consumidores de energia baseada em dados reais</b>	<b>88</b>
6.1	Análise dos dados históricos . . . . .	89
6.2	Análise do comportamento dos consumidores do apartamento 5D	92
6.2.1	Consumos totais e parciais de energia eléctrica . . . . .	93
6.2.2	Consumos de energia eléctrica ao longo da semana . . . . .	93

6.2.3	Consumos de energia eléctrica normalizado . . . . .	95
6.2.4	Consumos de energia eléctrica sazonal . . . . .	98
6.2.5	Consumo de energia eléctrica de circuitos específicos . . .	98
6.2.6	Discussão dos resultados obtidos . . . . .	110
6.3	Conclusão sobre metodologias do projecto de eficiência energética	115
<b>7</b>	<b>Conclusões e trabalho futuro</b>	<b>118</b>
	Annexes . . . . .	121
	I    Anexo . . . . .	121
	II   Anexo . . . . .	122
	III  Anexo . . . . .	123
	IV  Anexo . . . . .	124
	V   Anexo . . . . .	125

# Lista de Figuras

2.1	Tipo de utilizadores e as fases em que se inserem processo de inovação segundo a metodologia <i>Living Lab</i> - 2006 [28] . . . . .	17
2.2	Principais interveniente na plataforma de inovação aberta do <i>ISaLL</i> . . . . .	22
2.3	Ciclo de desenvolvimento no <i>ISaLL</i> . . . . .	24
2.4	Processo genérico de Inovação e Desenvolvimento no <i>ISaLL</i> . . . . .	25
3.1	Consumo primário de Energia na Europa por tipo de combustível - 2006 [45] . . . . .	31
3.2	Dependência da importação de energia em Portugal face ao consumo anual [52] . . . . .	32
3.3	Distribuição dos consumos energéticos por diferentes sectores em Portugal - 2010 [53] . . . . .	33
3.4	Défice da Balança Energética Portuguesa nos últimos 12 anos, em milhões de euros. [55] [56] . . . . .	34
3.5	Défice da balança Energética relativo ao primeiro semestre de 2012 e período homologo de 2011, em milhões de euros [54]. . . . .	34
3.6	Evolução da Balança Comercial ao longo dos últimos anos em Portugal, em milhões de euros.[58][59][60][61][62] . . . . .	35
3.7	Evolução do défice da Balança Comercial, com e sem as contribuições do sector da energia, em milhões de euros.[58][59][60][61][62] . . . . .	35
3.8	Evolução do peso do défice energético em percentagem do défice da Balança Comercial.[58][59][60][61][62] . . . . .	36
3.9	Consumo Final de Energia na Europa por fonte - 2008.[67] . . . . .	38
3.10	Percentagem de electricidade consumida em diversos sectores sócio-económicos relativamente ao total da energia consumida - Europa.[68][69][70] . . . . .	38
3.11	Consumo final de electricidade por sector na União Europeia - 2011.[71] . . . . .	39
3.12	Produção de electricidade na Europa por tipo de combustível utilizado - 2011.[79] . . . . .	41
3.13	Principais características da rede de energia eléctrica tradicional. . . . .	43
3.14	Principais características da <i>Smart Grid</i> . . . . .	47
3.15	Preço médio (€) da energia eléctrica por kWh na Europa entre 2009 e 2011, para consumo doméstico anual de cerca de 2500 a 5000 kWh. [90] [91] . . . . .	53
3.16	Preços (€) por kWh para consumo industrial anual entre 500MWh e 2.000MWh, não inclui IVA. [92] . . . . .	53

3.17	Preços (€) da energia eléctrica para o sector residencial e respectivos níveis de taxaço, em toda a Uniào Europeia (2011) [92] . . .	54
4.1	Arquitectura simplificada de um sistema doméstico de gestão de energética . . . . .	57
5.1	Logo do 7º Programa Quadro . . . . .	67
5.2	Logo do CIP . . . . .	68
5.3	Logo do projecto BARENERGY . . . . .	70
5.4	Logo do projecto 3e-Houses . . . . .	71
5.5	Logo do projecto Save Energy . . . . .	72
5.6	Logo do projecto BECA . . . . .	73
5.7	Logo do projecto eSESH . . . . .	73
5.8	Logo do projecto ACHIEVE . . . . .	74
5.9	Logo do projecto E3SoHo . . . . .	77
5.10	Arquitectura geral do sistema de gestão energética instalado nos pilotos do projecto E3SoHo [125] . . . . .	79
5.11	Arquitectura geral do piloto de Saragoça . . . . .	80
5.12	Estrutura de dados Herarquica . . . . .	82
6.1	Perfil de consumo médio horário em todo o complexo de habitação social, ao longo do período de monitorização . . . . .	92
6.2	Comparação do consumo total de energia eléctrica, no apartamento 5D: 03-09-2012 e 03-12-2012 . . . . .	93
6.3	Comparação do consumo médio de energia eléctrica durante os dias de semana e fim-de-semana - Apartamento 5D . . . . .	94
6.4	Comparação do consumo médio de energia eléctrica entre os diversos dias da semana - Apartamento 5D . . . . .	95
6.5	Consumo médio de energia eléctrica por pessoa, nos diversos dias da semana - Apartamento 5D . . . . .	96
6.6	Consumo médio de energia eléctrica por pessoa, nos diversos dias da semana - Prédio . . . . .	96
6.7	Consumo de energia eléctrica por metro quadrado, nos diversos dias da semana - Apartamento 5D . . . . .	97
6.8	Consumo de energia eléctrica por metro quadrado, nos diversos dias da semana - Prédio . . . . .	97
6.9	Comparação do consumo total de energia eléctrica, ao longo dos vários meses, no apartamento 5D . . . . .	98
6.10	Curvas de carga do consumo médio do apartamento 5D . . . . .	99
6.11	Representação da curva de carga média no circuito da cozinha do apartamento 5D, ao longo do período de monitorização . . . . .	100
6.12	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da cozinha por mês, ao longo do período de monitorização. . . . .	101
6.13	Representação da curva de carga média das tomadas do apartamento 5D, ao longo do período de monitorização . . . . .	102
6.14	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito das tomadas por mês, ao longo do período de monitorização. . . . .	102
6.15	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação apartamento 5D, ao longo dos meses de monitorização	103

6.16	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação no apartamento 5D, em Agosto face à iluminação ao longo do dia [127]. . . . .	104
6.17	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação no apartamento 5D, em Dezembro face à iluminação ao longo do dia [127]. . . . .	104
6.18	Representação do consumo de energia eléctrica em iluminação num dia específico do período de monitorização. . . . .	105
6.19	Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina da louça, ao longo do período de monitorização. . . . .	105
6.20	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da máquina da Louça por mês, ao longo do período de monitorização. . . . .	106
6.21	Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina da roupa, ao longo do período de monitorização. . . . .	107
6.22	Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da máquina da Roupa por mês, ao longo do período de monitorização. . . . .	108
6.23	Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina de secar roupa, ao longo do período de monitorização. . . . .	109
6.24	Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina de secar roupa, ao longo do período de monitorização. . . . .	109

# Lista de Tabelas

3.1	Impacto do Défice da Balança Energética no Produto Interno Bruto (PIB) Português. [54] . . . . .	33
4.1	Características e oferta de sistemas de gestão energética. . . . .	61
6.1	Valores históricos comparativos para a <i>baseline</i> do consumo de energia eléctrica, do apartamento 5D e média dos apartamentos de habitação social monitorizados . . . . .	90
6.2	Valores históricos do consumo mensal de energia eléctrica do apartamento 5D - Dezembro de 2010 a Junho de 2011 . . . . .	91
6.3	Medição dos consumos de energia eléctrica por pessoa dos diversos circuitos no apartamento 5D e 8C - Agosto de 2011 a Novembro de 2011 . . . . .	91
6.4	Consumos de energia eléctrica totais e parciais nos dias 3 de Setembro de 2012 e 3 de Dezembro de 2012 . . . . .	93
6.5	Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina de lavar louça, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização . . . . .	106
6.6	Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina da roupa, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização . . . . .	108
6.7	Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina de secar roupa, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização . . . . .	110
7.1	Tabela de empresas com serviços e produtos de gestão energética - Realizada em Junho de 2012 . . . . .	122
7.2	Tabela representativa dos dados históricos dos diversos apartamentos monitorizados, com o consumo por pessoa, por metro quadrado e consumo médio mensal - Dados adquiridos entre Dezembro de 2010 e Junho de 2011 e Agosto e Novembro de 2011 . . . . .	123

# Agradecimentos

Chegando a esta etapa torna-se difícil agradecer a todas as pessoas que de alguma forma influenciaram de forma positiva o nosso percurso.

Obrigado ao Professor Jorge Landeck, ao Professor Miguel Morgado e à Professora Manuela Silva, pelas suas aulas, pela experiência transmitida que serve de base para o meu futuro profissional.

Obrigado a todos os meus colegas da ISA, que ajudaram a completar este e tantos outros desafios. Um especial agradecimento à Luisa Matos e ao Eng<sup>o</sup> António Bento que mais do que dois mentores, foram dois grandes amigos nesta nova etapa da minha vida.

Obrigado aos meus amigos de infância, Tiago Bernardes, João Ribeiro, Fábio Quaresma, Jorge Carvalho, João Seco, José Gama e Mario Marques porque há amizades que ficam para a vida.

Obrigado a todos os amigos que levo do Departamento de Física e da Universidade de Coimbra, especialmente da jeKnowledge que tão importante foi para a minha formação como pessoa. Um obrigado ao João Domingos, João Ferreira, Frederico Borges, Marcos Cordeiro, Bruno Galhardo, Nuno Ferreira, Bruno Agatão, Tiago Cerqueira, Ricardo Gafeira, Pedro Melo e todas as outras pessoas que se tornaram na minha segunda família nesta cidade. Obrigado por terem tornado estes anos numa experiência inesquecível e os meus dias mais alegres.

Um obrigado especial ao Pedro Silva, ao Ricardo Martins e ao Rafael Jé-gundo. Também um agradecimento especial à Inês Ochoa.

Obrigado aos meus pais, pela paciência, apoio, amor incondicional, carinho e conselhos que levo para o resto da minha vida. Obrigado aos meus avós e restante família, que sempre me transmitiram os valores que me moldaram como pessoa.

Um obrigado especial à minha irmã, ao Fábio e à Leonor pela grande amizade e dedicação que ultrapassam a distância.

Para o resto da minha vida levo um pouco de todos vós.



# Capítulo 1

## Introdução

Nesta secção é apresentado o âmbito deste projecto de tese de mestrado e o seu enquadramento no contexto socio-económico actual e na estratégia de inovação da empresa *ISA-Intelligent Sensing Anywhere*, empresa na qual este projecto foi desenvolvido. Desta forma são definidos um conjunto de desafios e, em consequência destes, os objectivos propostos para a execução desta tese de mestrado.

### 1.1 Enquadramento

Com o crescente efeito da globalização que temos vindo a sentir, e a assumir, torna-se também cada vez mais sério o desafio de desenvolver os processos e as infra-estruturas necessárias para alojar, de forma sustentável, os mais de 7 mil milhões de habitantes que actualmente vivem no nosso planeta [1]. Segundo dados do Banco Mundial, actualmente cerca de 52% da população mundial vive em cidades, número este que terá tendência para aumentar [2]. Isto coloca uma grande pressão nas cidades, criando desafios como:

- Criação e manutenção de infra-estruturas de suporte
- Disponibilidade de recursos
- Crescimento económico
- Sustentabilidade ambiental [3].

No entanto muitas das soluções para estes desafios são conceitos difíceis de implementar por entidades isoladas, já que envolvem elevados investimentos, esforço de desenvolvimento e riscos de rejeição ou insucesso. Este facto manifesta-se em diversos sectores, como por exemplo no sector eléctrico, onde as *utilities* necessitam de fazer investimentos de alto risco para implementar mudanças nos sistemas.

Para agravar estes problemas, sobretudo devido ao abrandamento das economias e à redução dos investimentos, o orçamento disponível no espaço Europeu para o acompanhamento destes desafios foi fortemente reduzido.

Todos estes factores têm contribuído activamente para que entidades públicas e empresas tenham uma capacidade de resposta limitada para responder a estas

pressões de forma isolada. Desta forma é certo que terá de haver um contributo generalizado de todos os sectores socio-económicos, para adquirir e potenciar comportamentos mais eficientes, reduzindo os impactos negativos nas infra-estruturas, energia, economia e ambiente.

Torna-se assim crucial criar ferramentas de monitorização, comunicação e controlo em parceria com clientes e utilizadores, de forma a mitigar riscos e potenciar soluções inovadoras, transversalmente a todos os sectores socio-económicos. Uma das respostas a estes desafios encontra-se nas Tecnologias de Informação e Comunicação - *TIC*, que se têm vindo a tornar na base para a criação de serviços e produtos inovadores, contribuindo para o aumento da inteligência dos sistemas, acesso a mais e melhor informação e capacidade de resposta e controlo. É neste contexto que surgiu o conceito de *Smart City*, onde as *TIC* são aplicadas em cinco áreas chave das cidades: redes eléctricas, edifícios, logística, veículos e desmaterialização. Só desta forma será possível criar e implementar soluções que potenciem cidades inteligentes com:

- *Smart Economy*
- *Smart People*
- *Smart Governance*
- *Smart Mobility*
- *Smart Environment*
- *Smart Living* [4].

Para isto é necessária uma abordagem inovadora e cooperação intensiva entre as empresas, organismos públicos e os próprios utilizadores de forma a suprir as necessidades para a sustentabilidade das cidades garantindo o seu futuro. A *Smart City* surge-nos assim como uma solução sustentável de desenvolvimento e de melhoria das condições de vida dos cidadãos, onde a eficiência energética assume um papel extremamente relevante. No entanto, este conceito é o produto de um sistema de inovação tecnológica dinâmico, onde os mecanismos de transferência de inovação para os mercados, contribuem para o crescimento da economia e da sustentabilidade do nosso planeta. Esta relação é muito importante, já que a economia tem sofrido devido a uma ineficiente transferência de inovação para os mercados.

A inovação e a criação de valor são assim factores críticos para o sucesso das empresas e dos seus produtos e serviços no mercado global. Estas actividades não são estáticas, mudando ao longo do tempo estando intimamente ligadas à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico - *I&DT* [5]. O domínio das *Smart Cities* enquadra-se perfeitamente neste contexto, devido às suas características inovadoras, no que toca à integração das tecnologias nos diversos sectores socio-económicos ao serviço do cidadão. Existe um número considerável de factores que contribuem para os actuais paradigmas de inovação numa empresa, como o sector onde estão inseridas, os consumidores alvo, o ambiente envolvente e a competição. A inovação é fundamental em mercados onde a competitividade está intimamente ligada a uma forte dinâmica tecnológica e custos de desenvolvimento elevados que se tornam factores críticos para sustentabilidade das empresas, como acontece na área das *Smart Cities*. Desta forma o mercado actual obriga as empresas a mobilizar e adquirir um rol relevante de capacidades e

competências em cooperação com entidades do sistema científico e tecnológico, empresas parceiras e os próprios clientes de forma a suprir as suas necessidades de inovação tecnológicas [6], dos mercados e do cidadão.

Neste sentido as empresas conseguiram ganhar escala e dimensão nos mercados internacionais alicerçando a sua actividade no reforço de factores dinâmicos de competitividade, contribuindo para a resolução dos problemas que hoje em dia ameaçam a sustentabilidade das cidades e mesmo da população humana. Por outro lado, e devido à crise económica que se faz sentir na Europa, sobretudo nos países periféricos do Sul como Portugal, é necessária mais que nunca esta nova abordagem, de forma a injectar inovação e tecnologia na economia, rentabilizando todos os investimentos feitos em *I&DT* quer por instituições privadas, quer pelo sector público. Desta forma podemos distinguir aqui dois grandes desafios, um de sustentabilidade ambiental e outro de sustentabilidade económico-financeira, ambas em benefício dos cidadãos.

## 1.2 ISA

A *Intelligent Sensing Anywhere - ISA*, empresa na qual esta tese foi desenvolvida, conta com mais de vinte e dois anos de experiência na área das soluções inteligentes de telemetria e gestão remota. As suas soluções estão focadas nas necessidades de informação e optimização de processos, em tempo real, em mercados tão variados como o Petrolífero, Energético, Ambiental, Transportes e Segurança. Desta forma a *ISA* tem um grande foco e preocupação em se manter competitiva no domínio das *Smart Cities*.

Como *spin-off* da Universidade de Coimbra, desde cedo que a *ISA* mantém um forte compromisso em actividades de *I&DT*, tendo construído uma estratégia estruturada de consolidação da inovação, aumentando a sua competitividade nos mercados nacionais e internacionais. Desta forma a sua estratégia está assente em três pilares fundamentais: a Inovação Tecnológica, o Potencial Humano e a Internacionalização. Estes são considerados fundamentais para o crescimento sustentado a longo prazo da *ISA*, reforçando as suas competências internas em áreas chave para o seu crescimento e na criação de valor acrescentado para os seus clientes. Assim a grande base da sua evolução assenta em processos de inovação contínua, com equipas totalmente dedicadas à investigação e desenvolvimento de produtos e soluções pioneiras em cooperação com outras organizações, como empresas e entidades do sistema científico e tecnológico e os próprios clientes.

O envolvimento em diversas redes europeias de inovação, investigação e desenvolvimento de elevado potencial, permitiu à *ISA* cooperar com empresas, escolas de engenharia, instituições públicas e um grande número de *utilities* e utilizadores finais, espalhados por toda a Europa. Desta forma foi possível perceber o grande potencial dos ecossistemas de inovação como meio e ferramenta fundamental para a criação de valor e desenvolvimento sustentável e inteligente quer da empresa, quer das áreas de negócio onde actua. A *ISA* conseguiu assim integrar projectos internacionais inovadores na vanguarda da tecnologia, gerando conhecimento e transferindo-o para os mercados. Só desta forma é possível manter a sua competitividade nos mercados globais no domínio da gestão remota inteligente e das *Smart Cities*, onde a inovação tecnológica é um factor decisivo. Assim desde cedo a *ISA* abraçou o desafio de analisar toda a

cadeia de inovação, desde o conceito até à comercialização do produto/serviço.

A *ISA* tem estado muita activa no sector das *Smart Cities*, onde lançou recentemente o seu novo produto, *Cloogy* [7], uma solução de gestão energética especialmente concebida para o mercado de massas. Todo este enquadramento permitiu adquirir uma grande experiência das dificuldades de criação de soluções tecnologicamente inovadoras, competitivas e de valor acrescentado para o cliente no mercado energético. Este sector tem um grande potencial, dado que todas as habitações e edifícios são potenciais clientes. Por outro lado esta característica torna-o num mercado muito apetecível para empresas de todo o mundo. Actualmente a concorrência é muito forte, havendo uma forte dinâmica de competitividade baseada na inovação tecnológica, estando presentes *players* muito variados desde micro-empresas a grandes multinacionais tecnológicas. A *ISA* tem vindo a aperceber-se da forte necessidade de mudar os paradigmas vigentes de valorização do conhecimento apostando na forte cooperação entre diversas entidades que compõem a cadeia de inovação tecnológica aplicada a produtos e serviços sobretudo na área das *Smart Cities*, de forma a manter os elevados níveis de inovação tecnológica e competitividade que lhe têm permitido atingir um grande sucesso.

Desta forma a *ISA* foi a entidade que reunia as melhores condições para o desenvolvimento desta tese, dado o ecossistema em que está inserida e a forma como compreende os processos de inovação e desenvolvimento tecnológico.

### 1.3 O Projecto

O enquadramento e experiência referidos anteriormente, permitiram à *ISA* criar a sua própria visão de ecossistema de inovação, em linha com as principais tendências Europeias emergentes no conceito de inovação aberta [6], segundo a metodologia de *Living Lab*, aplicada às *Smart Cities*. Desta forma, a *ISA* empenha-se na criação de uma plataforma de Inovação Aberta que agrega empresas, investigadores, organismos públicos, entidades do sistema científico e tecnológico e comunidades de utilizadores. Todos estes intervenientes trabalham em conjunto no processo de desenvolvimento de novas tecnologias, desde a sua concepção até à saída para o mercado cobrindo toda a cadeia de inovação.

Neste sentido, e com um forte apoio da *European Network of Living Labs - ENoLL* [8], a *ISA* criou em 2010, em parceria com outras entidades o *Intelligent Sensing and Smart Services Living Lab - ISaLL*, constituída associação de empresas em 2012. Este apoio da *ENoLL* e da sua rede, que conta com mais de 200 *Living Labs* por toda a Europa, China e Estados Unidos da América, permitiu implementar as principais tendências e metodologias utilizadas nos principais ecossistemas Europeus de Inovação, adaptada à nossa realidade tecnológica e económica. No Anexo 1 temos uma lista completa e actualizada de todos os *Living Labs* associados da *ENoLL*. Esta abordagem potência a transferência de conhecimento e a injeção de inovação para os mercados. O *ISaLL* é assim um *broker* [9] de novas ideias, onde diferentes entidades podem encontrar parceiros, com a especialização que necessitam para a criação de consórcios e implementação de novos projectos inovadores. Temos assim a base para uma plataforma perfeita de discussão de novos projectos, inovação, desenvolvimento tecnológico, trocas de experiências, formação de parcerias e criação de sinergias dentro do conceito das *Smart Cities*. Desta forma o *ISaLL* tem vindo a

ser fortemente impulsionado pela *ISA*, que tem vindo a trabalhar de forma a juntar os mais importantes parceiros no domínio das *Smart Cities*, *Smart Buildings/Homes* [10], *Future Internet* [11] e *Internet of Things* [12], criando um centro de excelência nestas áreas. Esta abordagem permitirá desenvolver projectos que se tornem em referências internacionais de inovação e transferência da mesma para o mercado com vista à criação de um *Portugal Smart Living*.

Temos portanto a base para um projecto muito interessante com dois focos distintos mas interligados. Em primeiro lugar a criação e implementação de dinâmicas de inovação aberta e processos de transferência de inovação para a economia. Em segundo o impacto destas metodologias na análise de dados de monitorização energética, com vista à caracterização e modificação de comportamentos e eventos que permitam a detecção e redução de desperdícios energéticos. Com esta abordagem podemos ter nesta tese um foco mais ligado à gestão e outro mais ligado à engenharia, de forma a conseguir realizar um trabalho que gere novos conhecimentos e sirva de base a novos projectos de inovação no domínio das *Smart Cities*. É importante perceber a multidisciplinaridade deste projecto e a dificuldade de conseguir estabelecer metas concretas a atingir no curto espaço de tempo, nove meses, de desenvolvimento de uma tese de mestrado. Este trabalho é assim de análise e concepção mais do que investigação, dependendo de muitos factores externos ligados aos processos de inovação que condicionam o seu desenvolvimento.

Neste sentido, o trabalho desenvolvido na *ISA* e no *ISaLL* é uma conjugação de actividades de gestão de inovação e engenharia, compreendendo tarefas como:

- Investigação e adaptação de metodologias de inovação e gestão de projectos
- Planeamento e criação da estrutura do *ISaLL* incluindo relação com parceiros
- Fornecimento de serviços a parceiros do *ISaLL*, como por exemplo criação e submissão de projectos de investigação, desenvolvimento tecnológico e internacionalização
- Estudo e análise de dados energéticos, com especial foco para os comportamentos dos utilizadores
- Planeamento de diversos projectos de investigação e desenvolvimento na área da energia, assim como apoio na sua execução.

É especialmente motivante participar no desenvolvimento deste trabalho, já que tudo o que é estruturado ao longo deste período está a ser aplicado em situações e projectos reais. Para além do projecto *My Energy*, com o *Abstract* presente no Anexo 1, este trabalho foi muito importante para idealização e concretização de outros dois projectos, agora submetidos para financiamento, que pretendem desenvolver ferramentas que potenciem a cooperação e desenvolvimento empresarial e a transferência da inovação para a economia e para os mercados. Nestas candidaturas são parceiros a Universidade de Coimbra, Universidade do Porto, Instituto Pedro Nunes, Centro Empresarial de Coimbra, a Associação de Inovação do Minho, entre outras entidades.

## 1.4 Estrutura do Projecto

Como já foi dito anteriormente, esta tese engloba um grande espectro de temas multidisciplinares. Assim, de forma a criar uma visão clara e objectiva do trabalho desenvolvido, teremos diversos capítulos organizados de forma compreensiva. O segundo capítulo apresentará o modelo de inovação aberta, a metodologia de *Living Lab* e a forte dinâmica que é necessária para conseguir construir uma plataforma deste género, apresentando o trabalho desenvolvido ao longo deste ano de projecto e toda a infra-estrutura criada. O terceiro capítulo irá abordar o mercado energético actual, os desafios que existem e a implementação da *Smart Grid* como resposta inteligente aos desafios apresentados. Já no quarto capítulo, será dada especial atenção ao *software* e *hardware* de gestão energética, com um breve estudo do estado da arte, servindo de base para o desenvolvimento do capítulo seguinte. O quinto capítulo, irá assim apresentar diversos projectos de eficiência energética no contexto Europeu e a grande necessidade que existe de integração da informação e sistemas. Neste capítulo é ainda introduzido o projecto *E3SoHo* que serviu de base de estudo para esta tese. No sexto capítulo será feita uma análise exploratória dos dados energéticos recolhidos, face ao comportamentos dos utilizadores, tendo em conta os objectivos e metodologias definidos anteriormente. Este conceito será posteriormente explorado no projecto *MyEnergy*, proposto no âmbito do Programa *Intelligent Energy Europe*, para o desenvolvimento de novos métodos de análise e modificação comportamental dos utilizadores, cujo *abstract* se encontra no Anexo I. Finalmente, o sétimo capítulo irá abordar as conclusões e trabalho futuro.

## Capítulo 2

# O conceito Living lab

O processo de inovação numa empresa, consiste essencialmente na aplicação de ideias ou invenções de forma a criar soluções de valor acrescentado, que satisfaçam as necessidades e expectativas de um futuro ou actual cliente. Neste sentido a inovação tem uma dimensão crítica na evolução socio-económica, já que os processos de inovação e os seus resultados, permitem às empresas ganhar vantagens competitivas perante os seus concorrentes. A inovação tecnológica cria assim monopólios temporários, permitindo que uma empresa aumente os seus lucros, dando ao mesmo tempo às suas concorrentes o incentivo necessário para o desenvolvimento de novas soluções ou processos[13]. A inovação implica assim um factor de novidade, podendo-se dar a nível de produtos, serviços ou processos.

### 2.1 Conceito de Inovação Aberta

Tal como o mercado energético e tecnológico estão a sofrer grandes modificações, também as metodologias de inovação e desenvolvimento devem adaptar-se à nova realidade socio-económica. Desde a revolução tecnológica que o processo de inovação e desenvolvimento tecnológico e industrial foi um problema complexo. Historicamente a indústria evoluiu com base na necessidade das empresas melhorarem os seus sistemas de manutenção e produção [14]. Desta forma e devido à especificidade destes mecanismos os investimentos das empresas em inovação e desenvolvimento tecnológico eram feitos internamente e individualmente. Estas actividades permitiam às empresas gerar conhecimento dentro da sua estrutura, utilizando-a para a criação de novos produtos, serviços ou processos. Esta forma de operar permitia às empresas protegerem o seu mercado da entrada de novos competidores, já que o investimento inicial necessário para estabelecer tal estrutura era bastante avultado [15]. No entanto, com esta abordagem, muitas das actividades de desenvolvimento e inovação tecnológica resultavam na criação de conhecimentos e soluções que não podiam ser aplicados no *core business* destas empresas, ou nos seus processos internos. Assim, estes grandes investimentos realizados traduziam-se em soluções que eram simplesmente ignoradas ou, numa minoria dos casos, licenciadas a outras empresas [15]. Este modelo de inovação era extremamente injusto para as pequenas e médias empresas, que, devido à falta de recursos, não conseguiam realizar os

investimentos necessários para suportar as suas actividades de inovação e desenvolvimento tecnológico, quer a nível de recursos humanos, quer de bens e equipamentos [16].

No mundo actual, cada vez mais globalizado, a tecnologia evolui a um passo muito rápido levando a que as empresas necessitem de modificar o seu paradigma de inovação e desenvolvimento tecnológico. O que outrora era baseado na inovação e desenvolvimento interno, passa neste momento a ser impossível de suportar devido ao investimento necessário, em toda a infra-estrutura, face aos resultados que se obtêm. Hoje em dia vivemos assim um paradigma de mercado com características muito específicas, com uma maior dinâmica e intensidade tecnológica, ciclos de vida de produtos muito curtos, forte integração de diferentes componentes tecnológicos, mobilidade laboral, capital de risco e novos modelos de negócio. Desta forma e para acompanhar esta forte dinâmica, as empresas têm de adoptar novos modelos de inovação e aquisição de conhecimento e tecnologia de forma a mitigar os seus riscos de operação e atingirem um futuro sustentável.

Todos estes factores fazem com que as empresas estejam a mudar a forma como planeiam e gerem as suas actividades de inovação e desenvolvimento tecnológico, surgindo dois novos princípios:

- O conhecimento e capacidade de inovação e desenvolvimento tecnológico para novos projectos nem sempre se encontra dentro da estrutura de uma empresa
- As ideias para novos projectos de inovação e desenvolvimento tecnológico que surgem dentro de uma empresa podem ser desenvolvidos por outras entidades [15].

É nestes dois princípios fundamentais que se baseia a inovação aberta, fomentando a troca de conhecimentos, ideias e projectos entre diferentes organizações, de forma a acelerar os processos internos de inovação e desenvolvimento tecnológico. Neste sistema de inovação as ideias e o progresso tecnológico podem vir de dentro ou de fora da empresa e os resultados dessas actividades podem ser explorados pela própria empresa ou por terceiros, de forma a acrescentar valor para o cliente final. Com este processo de inovação aberta as empresas devem procurar criar valor, como também capturar valor para se tornarem mais competitivas.

Segundo Henry Chesbrough, um dos criadores deste novo processo de inovação, os projectos podem ser lançados por fontes internas ou externas e novas tecnologias podem entrar no processo de inovação em diversas fases, assim como os projectos podem depois chegar ao mercado de diferentes modos visando sempre o equilíbrio entre a captura e a criação de valor [15]. A inovação aberta torna-se fundamental para transferir tecnologia e inovação para os mercados, potenciando a competitividade das empresas. Existem assim dois fluxos de tecnologia e conhecimento no processo de inovação aberta:

- *Technology Exploitation*: as actividades de inovação de uma organização estão focadas em melhorar tecnologias e conhecimento externo à organização, dando-se a saída de conhecimento ou recursos tecnológicos - **criação de valor**;

- *Technology Exploration*: as actividades de inovação são focadas na captura de uma fonte externa de conhecimento ou tecnologia para melhorar um determinado processo ou solução, dando-se a entrada na organização de conhecimento ou recursos tecnológicos - **captura de valor**. [17]

Uma organização deverá manter o equilíbrio entre estes dois fluxos no processo de inovação de forma a progredir em direcção à sustentabilidade e crescimento, quer a nível tecnológico quer a nível económico. Ao longo destas actividades temos diferentes intervenientes com diferentes experiências, conhecimentos e acesso a tecnologia, que interagem durante todo o processo de inovação. Esta forte componente colaborativa entre diversos parceiros de diversos ramos, permitindo identificar e criar novas parcerias e oportunidades de negócio. Face isto, existem pontos fulcrais que diferenciam a inovação aberta de modelos mais fechados e conservadores:

- Conhecimentos externo e interno têm a mesma importância no processo de inovação;
- Maior facilidade no fluxo de conhecimento e tecnologia nas organizações;
- Desenvolvimento e inovação em toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores, passando pelos distribuidores, até ao próprio cliente, de forma a impulsionar novos modelos de negócio.

O processo de inovação torna-se assim muito importante no domínio das *Smart Cities* e da *Smart Grid*, áreas extremamente competitiva e com fortes dinâmicas tecnológicas. Neste contexto já muitas abordagens têm sido estudadas de forma a apoiar e desenvolver os processos de inovação. No entanto é importante referir que a adopção de um modelo de inovação aberta, dependerá sempre do tipo de empresa, do mercado em que se inserem e da sua dimensão, sendo que nos moldes que é aplicada hoje em dia funciona melhor em mercados mais recentes, do que em mercados mais maduros. Muitas pequenas e médias empresas, que actuam em mercados tecnologicamente muito dinâmicos, têm dificuldades em se manter competitivas caso adoptem modelos de inovação completamente fechados. Assim a inovação aberta é uma grande oportunidade para estas entidades que necessitam de cooperar com outras organizações de modo a se tornarem mais competitivas, encontrarem novas oportunidades de parcerias e clientes. Actualmente a inovação aberta está a dar um novo passo, envolvendo clientes e consumidores finais no processo de inovação, envolvendo-os em toda a cadeia de inovação, desde a idealização de uma solução até à sua chegada ao mercado. Existem diversos modelos e metodologias de aplicação desta forma de inovação aberta, de onde destacamos a metodologia *Living Lab*.

## 2.2 Living Lab

Uma empresa, tal como uma solução ou projecto, está sempre associada a um elevado grau de risco, onde há uma linha muito ténue que separa o sucesso do fracasso. Hoje em dia, a grande maioria das empresas trabalha neste tipo de paradigma de incerteza, precisando de ser cada vez mais ágeis e criar cada vez mais valor de forma rápida. A criação de valor para o consumidor é uma característica fundamental nas soluções ou processos que pretendam ter

sucesso nos mercados. No domínio emergente das *Smart Cities* e da *Smart Grid*, as soluções apresentadas devem oferecer claras vantagens para o utilizador, de forma a se tornarem competitivas e ganharem espaço no mercado. É assim fundamental que as empresas e entidades presentes nestes mercados tenham pleno conhecimento do que os utilizadores necessitam e quais as expectativas deles relativamente a uma tecnologia. Neste sentido, é lógico que os utilizadores devam ser incorporados no processo de inovação e desenvolvimento tecnológico, não como *testers*, mas sim como parceiros que proporcionam uma ajuda preciosa para que as empresas consigam criar soluções adequadas às necessidades reais dos consumidores. Este conceito de envolver o utilizador no processo de inovação não é novo. Existem já diversos tipos de processos de inovação aberta que envolvem o utilizador como o *participatory design* [18] e o *interaction design* [19].

Esta necessidade de compreender os utilizadores é já visível em grande empresas que criaram um conjunto de ferramentas que lhes permite desenvolverem e customizarem produtos com os seus clientes:

- eBay
- Amazon
- Nokia
- GE
- P&G [20][21]

No entanto estas aproximações ao processo de inovação aberta pecam essencialmente por três pontos distintos:

- Comunicação: O utilizador é visto como uma fonte de *feedback* e informação do serviço, produto ou processo em desenvolvimento. Neste sentido a comunicação é sobretudo unilateral, dos utilizadores para as entidades que desenvolvem o projecto, não havendo propriamente discussão de ideias
- Contexto: O utilizador testa os produtos e os serviços num ambiente controlado, não em ambiente da vida real, onde o projecto desenvolvido será realmente aplicado
- Temporização: O utilizador é normalmente envolvido numa fase específica do processo de inovação, não tendo desta forma o contexto de desenvolvimento do conceito, ideia ou projecto. A má temporização do envolvimento do utilizador poderá levar a uma avaliação tardia, traduzindo-se na impossibilidade ou inviabilidade técnica ou financeira de proceder a modificações no projecto.

Em suma, todos estes condicionantes criam barreiras de comunicação entre os utilizadores e as entidades que estão a desenvolver um determinado projecto de inovação. Torna-se por isso difícil compreender as necessidades reais dos utilizadores, a experiência que pretendem ter ao interagir com uma determinada tecnologia e as suas expectativas, limitando o potencial do processo de inovação aberta.

No processo de inovação é imprescindível perceber de forma mais integrada e contextualizada, ao longo de todo o processo de inovação, o comportamento dos utilizadores face a diferentes estímulos e às suas necessidades reais. Para responder a este problema específico surgiram os *Living Labs* onde os utilizadores são inseridos nos processos de desenvolvimento e inovação como parceiros. Desta forma integraram no processo de desenvolvimento as suas necessidades, expectativas e desejos num contexto de vida real, desde as primeiras fases do processo de inovação, até à saída para o mercado. A adopção deste tipo de metodologia permite a aproximação dos utilizadores dos processos de inovação, tornando estes últimos mais rápidos e eficazes, potenciando a transferência de inovação para os mercados e para a economia.

A metodologia *Living Lab* surgiu em 2000 no *Massachusetts Institute of Technology - MIT*, quando o Professor William Mitchell decidiu envolver os consumidores no processo de construção de protótipos inovadores, investigando e identificando em ambiente real as suas necessidades e avaliando múltiplas soluções e abordagens à arquitectura de edifícios [22]. Podemos então definir um *Living Lab* como uma metodologia de inovação aberta guiada pelo utilizador. Estes trabalham com outros parceiros, de forma a combinar ideias e conhecimentos para a criação, teste e validação de produtos, serviços e processos. Esta metodologia caracteriza-se por criar um ambiente aberto, colaborativo, multidisciplinar, multicontextual e fiel ao mundo real. Os utilizadores são assim envolvidos no complexo processos de inovação de forma contínua e em todas as fases, não sendo um mero *tester*, participando activamente em todo o processo de inovação. [23] Dos intervenientes tipo num *Living Lab* podemos identificar:

- Utilizadores;
- Empresas Públicas e Privadas;
- Entidades do Sistema Científico e Tecnológico - *SCT*;
- Organismos Públicos.

Esta grande aproximação e estímulo à criação de parcerias que os *Living Labs* promovem, sobretudo com os utilizadores, levou a que a Comissão Europeia os classificasse como *Public-Private-People Partnerships*[24].

A metodologia *Living Lab* incorpora diferentes actividades base ao longo do processo de inovação e desenvolvimento:

- Co-criação
- Investigação
- Experimentação
- Avaliação.

A execução e integração destas actividades, conjugada com a criação de parcerias entre o mundo dos negócios, a investigação, organismos públicos e os cidadãos, permite que todos os intervenientes se tornem parte integrante, com um papel activo, nos processos de inovação tecnológica. Estes intervenientes trabalham juntos na criação, validação e teste de novas soluções, ideias de negócio, conceitos e tecnologias em contexto da vida real, sem que haja um

ambiente controlado de experimentação. No entanto a metodologia *Living Lab* é ainda muito recente, existindo poucos casos de estudos que suportem a implementação deste tipo de plataformas e a sua operacionalização. Desta forma não existe uma análise sistematizada da sua sustentabilidade a longo prazo, havendo ainda um grande caminho a percorrer, que dependerá muito da abordagem e dedicação de todos os intervenientes e claro do mercado em que opera.

No sentido de minimizar estes riscos foi criada em 2006 a *European Network of Living Labs - ENoLL*, como iniciativa de um projecto europeu, CORELabs. Esta rede Europeia tornou-se na principal impulsionadora da metodologia *Living Lab*. A *ENoLL* tem dado um grande apoio à criação e manutenção dos *Living Labs*, já que fornece as directivas e formação necessárias para a sua implementação, dependendo da região ou ao mercado onde se pretendem focar. Este apoio veio facilitar a criação de *Living Labs* em toda a Europa e em diversos sectores, criando assim ambiente perfeito para a criação de ideias e novos projectos, juntando a experiência e a capacidade de trabalho de diferentes participantes. A *ENoLL* é assim uma excelente plataforma para a troca das melhores práticas de inovação aberta guiada pelo utilizador, e para estabelecer importantes parcerias neste domínio. Hoje em dia a *ENoLL* conta com mais de 250 membros espalhados por todo o mundo, sendo uma rede multinacional que estabelece uma plataforma uniforme para a implementação e colaboração entre *Living Labs* [24]. No nosso entender a *ENoLL* oferece um ecossistema onde os utilizadores de diferentes culturas, linguagem e com diferentes necessidades podem participar no co-criação de novas soluções. O acesso a esta vasta diversidade de utilizadores permitirá assim a criação de resultados inovadores e com maior potencial.

Este forte envolvimento dos utilizadores em conjunto com a possibilidade de ter participantes de diferentes países com diferentes perspectivas, são as principais características das quais qualquer *Living Lab* pode tirar grandes vantagens. Assim, os *Living Labs* foram introduzidos no ramo das tecnologias como uma plataforma de inovação aberta para envolver os utilizadores nas actividades de desenvolvimento tecnológico. Com esta abordagem é possível estar à altura das necessidades atuais do mercado das tecnologias com dinâmicas muito fortes que levam à necessidade de criar, validar e lançar para o mercado cada vez mais rápido produtos, serviços e processos. De forma a atingir este objectivo, os utilizadores são envolvidos no processo de inovação tecnológica como parceiros e não como meros *testers*. A metodologia *Living Lab* torna-se assim uma óptima ferramenta para aplicar em desenvolvimento no domínio das *Smart Cities* e na implementação da *Smart Grid*.

Nos últimos anos a implementação da metodologia *Living Lab* foi impulsionada pelo desenvolvimento da *Internet* e das tecnologias da *Web 2.0*, com a criação de amplas comunidades on-line como o *Youtube*, o *Facebook*, o *Twitter* entre outras que têm atingido um crescimento tremendo. É de salientar que em todas estas plataformas o utilizador é um parceiro na criação de conteúdos, desempenhando um papel fundamental na sua partilha. Este envolvimento cria assim uma vertente mais humana aos conteúdos tornando-os não só úteis e adequados à realidade como também permite aumentar a experiência que os utilizadores têm dos mesmos. É neste contexto que as ferramentas da *Web2.0* são fundamentais para a troca de ideias e resolução de problemas de forma dinâmica à distância. Os *Living Labs* baseiam-se neste paradigma, envolvendo os utilizadores como co-criadores e parceiros no processo de inovação tecnológica.

Desta forma é possível criar um ambiente estruturado de desenvolvimento, tirando partido de uma comunidade extensa num ambiente criativo, diversidade sócio-cultural, e a imprevisibilidade criativa dos utilizadores.

Segundo o projecto CORELabs [25] foram definidos cinco princípios chave para o funcionamento de um *Living Lab*:

- Continuidade: de forma a fomentar as relações entre todos os intervenientes
- Abertura: processo de inovação aberta, já que muitas perspectivas permitem enriquecer os projectos e permitem o rápido progresso
- Realismo: resultados adequados à realidade, analisando comportamentos mais próximos daquilo que vamos encontrar no mercado.
- Utilizadores: fundamentais para o processo de inovação, contribuindo com *feedback*, as suas necessidades e expectativas.
- Espontaneidade: detectar, agregar e analisar os comportamentos espontâneos dos utilizadores, as suas reacções e ideias ao longo do tempo. Desta forma é possível também potenciar a geração de novos projectos inovadores e formas de abordar o mercado.

A criação de ferramentas e processos sistemáticos serão essenciais para a criação de conteúdo e envolvimento dos utilizadores em toda a cadeia de inovação.

Os *Living Labs* são assim uma nova forma de gerir os processos de inovação, ideias, necessidades, experiências e conhecimento que se encontra disperso nos diversos sectores socio-económicos e que servem de base para o desenvolvimento de novas soluções e processos. Para além disto permitem construir estruturas dinâmicas com grande potencial de envolver diversos parceiros de diferentes áreas geográficas. No entanto a implementação desta metodologia e a criação de uma plataforma de inovação aberta deste género não é trivial. É importante referir que o *Living Lab* é uma plataforma de inovação aberta, onde as questões de confidencialidade não são triviais. É preciso criar um certo grau de abertura dentro da rede, de modo a criar múltiplas perspectivas que vão enriquecer certamente os processos de inovação, permitindo assim atingir rápido progresso. Devemos assim incluir múltiplos actores nos projectos como entidades pertencentes à academia, empresas, organizações públicas e potenciais utilizadores, dando-lhes as ferramentas para cooperarem de forma segura. Não esquecer que muitas vezes devemos incluir fornecedores e distribuidores pois como já foi dito muitas vezes as vantagens de uma solução está no modelo de negocio ou na integração e no modo como chegam ao cliente final. É preciso também manter uma forte dinâmica dentro do *Living Lab* de forma a não permanecermos na discussão de ideias, fomentando sempre o desenvolvimento e a passagem de uma ideia a projecto de forma rápida e eficaz. Só assim este processo terá sucesso e não entrará no *loop* descendente, com discussões contínuas e nenhuma execução, levando a processos mais demorados e complexos. Um *Living Lab* tem que ser aberto e flexível o suficiente, para permitir diferentes formas de interacção entre os diversos elementos.

O modelo *Living Lab* tem assim 10 *guidelines* essenciais: - Identificar, Informar, Interactuar, Iterar, Envolver, Influenciar, Inspirar, Iluminar, Integrar e

Implementar[26]. Com esta abordagem integrada, é possível fomentar o envolvimento do utilizador nos processos de inovação cooperativos, que levam à criação de soluções e processos cada vez mais adequados às necessidades dos utilizadores, de forma a potenciar a transferência para o mercado e para a economia. Isto torna este modelo adequado à realidade que estamos a viver, permitindo atingir ganhos e melhorias nos processos de inovação de empresas de qualquer dimensão, quer estejam ou não no mercado actualmente.

Esta metodologia está assim desenhada de forma a reduzir dramaticamente o risco associado a criar um novo produto/serviço para o mercado, criando uma empresa ou um projecto desde a fase inicial com rápidas iterações entre o desenvolvimento e a comunidade. Este modelo permite assim menos capital investido e é possível distinguir os projectos lucrativos daqueles destinados a falhar. Para além disso, é possível desta forma quebrar a falsa dependência entre a visão de uma empresa e a criação de valor, valorizando o poder do utilizador para a definição do futuro das soluções.

### 2.3 *Living Lab* e os utilizadores

Como já foi referido inúmeras vezes os utilizadores são parte fundamental na implementação da metodologia *Living Lab*, assim torna-se fundamental discutir o seu envolvimento neste processo. A integração dos utilizadores na metodologia *Living Lab* dá-se de duas formas distintas mas complementares. Por um lado o utilizador será envolvido como parceiro ao longo de todo o processo de inovação, contactando com as soluções ao longo do seu desenvolvimento, contribuindo activamente para este. Por outro lado, os utilizadores irão experimentar as soluções desenvolvidas em ambiente real, no contexto do seu dia a dia. Ambas as interacções trarão um grande potencial e contributo para a evolução e adaptação das soluções e processos à realidade, de forma a atingirem o mercado mais rapidamente e com maior potencial de sucesso. No mercado das *Smart Cities* e da *Smart Grid*, onde as soluções são extremamente competitivas, com tempos de vida útil muito curtos e uma grande dinâmica tecnológica, este tipo de abordagem permite otimizar os processos.

Um *Living Lab* é assim muito mais que uma simples plataforma de experimentação, mas sim um ecossistema dinâmico de participação activa, onde os utilizadores são vistos como parceiros. Este fortalecimento do poder de participação dos utilizadores é fulcral para conseguirem transmitir as suas necessidades e potenciar a sua criatividade. Para um utilizador, ser um parceiro é muito motivante potenciando ainda mais a sua dedicação e contribuição. O facto de termos registo de todas as iterações e desenvolvimentos entre as entidades, é possível aos utilizadores verem o seu contributo.

Para este envolvimento é necessário conhecer o tipo de utilizadores que existem no mercado e as suas características:

- *Lead users*: São aqueles que estão à frente de um mercado e possuem necessidades, que mais tarde vão ser sentidas por muitos outros utilizadores, no mesmo mercado. Geralmente este tipo de utilizadores consegue tirar partido destas tecnologias muito mais cedo e assim inovar dando dicas importantes acerca da utilidade e usabilidade de uma determinada solução

- *End users*: São os que eventualmente irão usar a solução proposta, podendo utilizar o sistema com a configuração actual e para o fim que está determinado ou então utilizar em situações mais genéricas, eventualmente noutra segmento de mercado do que aquele para o qual a solução foi desenhada
- *Customers*: quem paga a solução, mas que não interaje directamente com ela
- *Consumers*: quem irá pagar e usar a solução. [27]

Visto isto, um *Living Lab* precisa de encontrar utilizadores de forma a enquadrar os seus perfis nas funções e nas etapas do processo de inovação mais adequadas, para potenciar este processo de desenvolvimento cooperativo. Desta forma definimos os tipos de utilizador que podemos ter num *Living Lab* e o seu envolvimento:

- *Requesting Customer*: fornece ideias para novas soluções baseando-se nas suas necessidades
- *Lauching Customer*: integra as fases iniciais de desenvolvimento de modo a estimular o design e participar nas actividades de desenvolvimento
- *Reference Customer*: fornece os seus conhecimentos, usando diferentes aplicações, transmitindo depois quais as melhores para a sua experiência e adaptação à realidade em que está inserido
- *First Buyer*: tem um papel mais passivo no desenvolvimento, mas são das primeiras pessoas a comprar a solução assim que chega ao mercado
- *Lead user*: pode ser envolvido em qualquer uma das fases de desenvolvimento ou em qualquer tipo de utilizador do *Living Lab*. Como referido em cima são pessoas que estão à frente de um determinado mercado já que sentem necessidades que um segmento de mercado virá mais tarde a sentir, representando um mercado em potencial. [28]

A figura 3.1 ilustra o envolvimento dos utilizadores em diversas etapas genéricas de um projecto de inovação desenvolvido num *Living Lab*. Com esta abordagem é possível alcançar, em menores intervalos de tempo, melhores resultados, com maiores probabilidades de sucesso no mercado. Assim os utilizadores são envolvidos desde o início do projecto, inspirando e informando as equipas de inovação das outras entidades participantes, estabelecendo as necessidades, participando no em todo o desenvolvimento dos requisitos e da própria solução. Este processo torna-se vantajoso, já que percebe o comportamento dos utilizadores e recolhe dados acerca da sua experiência traz sem dúvida grandes vantagens para o sucesso da solução no mercado. No entanto interpretar os utilizadores e os seus comportamentos é uma tarefa difícil. É preciso ter a noção que os utilizadores têm diferentes *backgrounds*, podendo ter maior ou menor dificuldade em conseguir perceber certos conceitos ou ideias que estejam a ser desenvolvidas. Assim é muito importante envolvê-los desde as fases iniciais do processo de inovação. Só desta forma eles conseguirão dar *feedback* preciso sobre a solução, como melhorá-la atempadamente ou simplesmente não enviarem as equipas de desenvolvimento no "caminho errado".

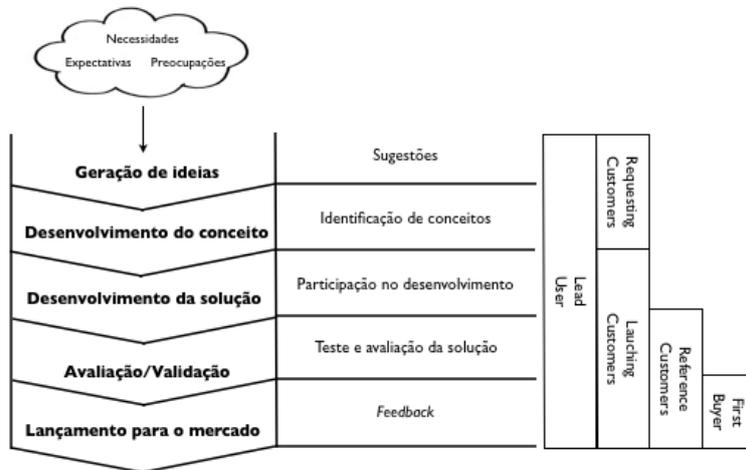


Figura 2.1: Tipo de utilizadores e as fases em que se inserem processo de inovação segundo a metodologia *Living Lab* - 2006 [28]

Uma perspectiva muito interessante acerca da interpretação dos consumidores e das suas necessidades foi feita por *Henry Ford*, criador da marca *Ford* ao afirmar: *"If I'd asked people what they wanted, they would have said 'faster horses.'"*. Este é um exemplo da importância da interpretação do comportamento, necessidades e motivações dos utilizadores, e de ir mais além do que eles imaginam ou idealizam.

Assim no *Living Lab* deve-se ter o cuidado de observar em vez de fazer perguntas explícitas, colocando produtos, soluções, serviços e ideias à discussão. Apesar de os utilizadores terem este papel fundamental, é importante que haja também *feedback* do lado da tecnologia acerca da exequibilidade das sugestões dadas. Este fluxo de informação bidireccional, permitirá potenciar os processos de inovação e desenvolvimento, trazendo novas dinâmicas que mitigam riscos e aceleram a transição da inovação para os mercados.

Outra das vantagens de optarmos por um processo de inovação focado nas necessidades dos utilizadores, em vez de focado na tecnologia e nas suas especificações, é o facto desta dar mais margem de manobra aos *developers*. Se partirmos das necessidades dos utilizadores conseguimos, á partida, ter várias soluções para um mesmo problema e escolher a que melhor se adapta ao mercado e segmento pretendemos. Partindo da tecnologia é muito mais complicado definir um mercado, e adequar a nossa solução às necessidades dos utilizadores. Assim não basta juntar todos os intervenientes, o trabalho do *Living Lab* vai muito mais além, tendo de criar as ferramentas de suporte e gestão que permitam a operacionalização de uma plataforma com estas especificidade.

Existe um conjunto de vantagens da integração dos utilizadores nos processos de inovação:

- Olhar para as necessidades e compreender o consumidor em vez de procurar soluções específicas;
- Design e investigação contínuas;

- Contextualização baseada na realidade e dia a dia do consumidor;
- Olhar para além do problema imediato e directo;
- Integrar o consumidor nos processos;
- Recolher várias formas de informação;
- Conseguir transmitir as descobertas e inovação aos consumidores de forma clara através de imagens, diagramas e vídeos;
- Iterar e melhorar com o utilizador todos os desenvolvimentos realizados. [29]

A metodologia *Living Lab*, com o envolvimento dos utilizadores, diminui os riscos dos processos de inovação, testando e desenvolvendo com foco nos problemas e necessidades dos cidadãos. Apesar dos *Living Labs* estarem actualmente mais focados na inovação tecnológica, é de esperar que surjam no futuro muitos projectos fora deste âmbito e se criem *Living Labs* especializados em outras áreas e necessidades específicas dos utilizadores [30].

## 2.4 Living Lab e o Mercado das *Smart Cities*

Na Europa, o sector das *TIC* representa cerca de 7% do produto interno bruto, sendo crítico para a competitividade, criação de postos de trabalho, inovação tecnológica, modernização e qualidade de vida. Por esta importância económica, os estados Europeus decidiram alocar 9,1 mil milhões de euros para projectos de inovação e desenvolvimento tecnológico ligados às *TIC*, durante o 7º Programa Quadro. Estes fundos são sobretudo direccionados para melhorar a competitividade do sector na Europa, de forma à indústria Europeia liderar os desenvolvimentos nos vários domínios de intervenção das *TIC*, que se interseptom de forma inequívoca com o domínio das *Smart Cities*:

- Smart Economy
- Smart People
- Smart Governance
- Smart Mobility
- Smart Environment
- Smart Living

Hoje em dia, praticamente todos os sectores socio-económicos são afectadas por graves problemas de sustentabilidade e eficiência, quer a nível de processos, quer a nível de recursos. O sector residencial é responsável por 24,7% da energia consumida na Europa e cerca de 31% da energia eléctrica [31] [32]. Devido a este grande impacto o sector residencial foi identificado pela Comissão Europeia como sendo dos sectores com maior potencial de poupança através da modernização e implementação de mecanismos de eficiência energética [33]. Desta forma é também uma área chave para a sustentabilidade, inteligência e eficiência previstas para as *Smart Cities* do futuro. É neste sentido que a *Smart*

*Grid* terá um papel fundamental para a eficiência em todo o sector eléctrico Europeu. Temos vindo a assistir a alterações significativas nos padrões de consumo a nível residencial, com as famílias a consumirem cada vez mais electricidade. Esta tendência tem vindo a verificar-se essencialmente devido ao maior número de equipamento domésticos alimentados a energia eléctrica, estando os consumidores longe de praticarem comportamentos eficientes ou de tirarem partido das vantagens da instalação de equipamentos de eficiência energética. Neste sentido a comunicação com os consumidores é fundamental, de forma a criar novos modelos de negócio, mais adaptados às suas necessidades, novas políticas energéticas ou mesmo novos produtos ou serviços.

Em muitos projectos, sobretudo no âmbito do 7º Programa Quadro, o comportamento dos consumidores tem vindo a ser estudado e fortemente valorizado. Os consumidores Europeus tendem a ver a eficiência energética de duas perspectivas: uma ambiental, onde prevalece a necessidade de proteger o meio ambiente e garantir a sustentabilidade do nosso planeta; e uma económica, onde o grande objectivo é a diminuição das despesas proveniente de consumos energéticos. No entanto existe um *gap* entre a atitude pro-eficiência dos consumidores e os seus comportamentos reais [34]. Isto indica que ainda existe muito trabalho a ser feito sobretudo no domínio das mudanças de comportamentos e o impacto que têm na eficiência energética. Desta forma torna-se fundamental abordar os desafios da eficiência energética em cooperação com os consumidores, desenvolvendo métodos de análise de mudanças comportamentais e detecção de comportamentos ineficientes ou anormais. É neste sentido que a metodologia *Living Lab* se torna perfeita para estudar e implementar mudanças comportamentais nos consumidores, permitindo assim criar não só serviços e produtos mais adequados às suas necessidades, como também implementar medidas de eficiência energética focadas em desperdícios reais.

No entanto, existem dois grandes entraves à implementação destas medidas:

- Falta de incentivos do estado relativamente à eficiência energética no sector residencial
- Falta de informação da população, não só em termos de soluções que estimulem a eficiência energética como também informações dos seus consumos reais.

Na verdade é muito difícil para os utilizadores acederem a este tipo de informação através dos sistemas de medição e facturação tradicionais usados pelas *utilities*. Com esta falha relevante no mercado, tecnologias como os *smart meters* poderão ser a resposta a estes problemas, já que permitem a monitorização dos sistemas eléctricos, como também permitem a comunicação entre o consumidor e outras entidades externas. É ainda de salientar que a implementação deste tipo de equipamentos é vital não só para a informação dos consumidores e adopção de comportamentos mais eficientes, como também para no futuro os fornecedores de energia terem a percepção das necessidades reais dos consumidores. Desta forma o cidadão tem um papel fundamental nos processos de eficiência energética.

Esta visão é comum a todo o domínio das *Smart Cities* e da *Smart Grid*, sendo necessário manter os cidadãos informados e sobretudo envolvê-los nos processos de implementação dos sistemas, já que cada vez mais existe uma maior necessidade de desenhar soluções e processos modulares, integráveis e

adaptáveis que contribuam para tornar as nossas cidades mais *inteligentes* e sustentáveis.

Sendo assim é necessária uma nova abordagem por parte das empresas e das entidades públicas, no que toca à criação e implementação de serviços ligados às *Smart Cities* e à *Smart Grid*, de forma a transferir para os mercados com sucesso os resultados dos processos de inovação.

Só desta forma e com uma estreita colaboração entre os diversas entidades e sectores, conseguiremos criar políticas, modelos de negócios, estimular comportamentos e desenvolver produtos e serviços que contribuam para uma sociedade mais sustentável.

Neste contexto é importante ter em atenção que não deverão apenas ser os parceiros a estarem interligados, mas também os diversos dispositivos que irão contribuir para tornar mais eficiente cada uma das áreas da *Smart City*. Isto permitirá que todos os sectores possam trocar facilmente informação, e consequentemente haja uma melhor integração dos sistemas para facilitar desenvolvimentos futuros e integração de novos dispositivos ou processos. A interoperabilidade de sistemas e organizações torna-se assim fulcral para criar soluções cada vez mais inovadoras.

Assim é necessária a criação de ferramentas e metodologias eficientes que promovam a interação entre organismos públicos, as empresas e os cidadãos, de forma a colocar a inovação ao serviço do cidadão.

A adopção desta nova metodologia é fundamental para a evolução da nossa sociedade, já que assume que o conhecimento é um bem distribuído. Desta forma as empresas só poderão atingir o sucesso e elevados patamares de competitividade caso consigam colocar o conhecimento colectivo no centro dos seus processos de inovação.

Esta mudança de paradigma de inovação fechada dentro das organizações para um paradigma de partilha e inovação aberta e um passo extremamente importante para a criação das *Smart Cities* e implementação da *Smart Grid*.

## ***2.5 ISaLL - Intelligent Sensing and Smart Services Living Lab***

O *Intelligent Sensing and Smart Services Living Lab - ISaLL*, projecto desenvolvido pela ISA em 2010, ganhou em 2012 uma nova dinâmica. Neste ano o *ISaLL* foi constituído Associação Empresarial com o objectivo de desenvolver um *Cluster de Conhecimento e Inovação Tecnológica*. Esta plataforma permitirá potenciar os processos de inovação, internacionalização e criação de novas empresas. O *ISaLL* baseia-se na metodologia de *Living Lab* e co-criação guiada pelo utilizador reunindo intervenientes chave nos domínios tecnológicos das *Smart Cities*, *Smart Buildings/Homes*, *Smart Grid* e *Future Internet* na prossecução de um *Portugal Smart Living*.

Como já foi dito, um *Living Lab* é uma plataforma de Inovação Aberta que junta utilizadores, empresas, entidades do sistema científico e tecnológico e organismos públicos para endereçar problemas da sociedade, contribuindo para a criação de novos serviços, produtos ou processos. Neste contexto, o *ISaLL* para além de *broker* de novas ideias, será também uma plataforma de fornecimento de apoio na elaboração de candidaturas a mecanismos de financiamento, apoio

técnico especializado, programas de formação, eventos de *networking* e apoio à internacionalização. Todas estas valências fazem do *ISaLL* o ecossistema perfeito para a discussão de novos projectos, trocas de experiências, formação de parcerias e criação de sinergias em torno do domínio das *Smart City*. O *ISaLL* pretende usar muita da experiência já adquirida pela *ISA*, bem como toda a sua rede de contactos, para projectar soluções locais a nível internacional, contribuindo assim para um aumento da competitividade da tecnologia nacional e da expansão dos seus associados.

Este ecossistema permitirá não só o desenvolvimento de novos produtos e serviços com grande potencial de sucesso nos mercados como também a criação de novas empresas dentro do domínio das *Smart Cities*.

A participação e empenho da *ISA* nesta plataforma nasce da sua compreensão da inovação tecnológica como base para um crescimento sustentável. Ao longo dos mais de 20 anos de actividade, a *ISA* tem dedicado grande parte dos seus esforços aos processos de inovação. Toda esta experiência, contactos estabelecidos com a participação em cerca de 20 projectos europeus, a forte relação com a *ENoLL* e o crescente número de oportunidades para projectos inovadores, motivaram a *ISA* para o lançamento deste novo *Living Lab*.

Para a criação do *ISaLL*, foi necessário envolver recursos humanos de diferentes áreas, como engenharia, economia, marketing e gestão, de forma a ter uma combinação de experiências e conhecimentos, que nos permitissem adaptar as metodologias de trabalho à realidade actual.

Da actividade destes elementos foi possível criar em 2012 a Associação Empresarial *ISaLL* cuja a missão passa por criar sinergias para processos de inovação conjunta, que gerem oportunidades através da aplicação de tecnologias no domínio das *Smart Cities* usando um ecossistema de inovação aberta guiado pelo utilizador de forma a promover conhecimentos e oportunidades locais a nível global. Assim desenvolvemos a nossa actividade de forma a tornar realidade a nossa visão, criar um *Portugal Smart Living*.

Para além da *ISA* outros projectos empreendedores já aderiram ao *ISaLL* como é o exemplo da *BlueWorks*, *Quantific*, *Intellicare*, *InovRetail*, *Tech4Home*, *Metablue*, *inCharge*, *Take Portugal*, entre outras.

O *ISaLL* pretende assim reunir a massa crítica de conhecimento e investimento necessária para a constituição de consórcios para o desenvolvimento de projectos com potencial para se tornarem referências internacionais. Esta nova abordagem contribuirá significativamente para a sustentabilidade e crescimento inteligente da economia, impulsionando os factores críticos de competitividade das nossas instituições.

Como *Living Lab*, o *ISaLL* pretende fomentar a participação activa dos utilizadores nos processos de inovação e desenvolvimento tecnológico, em contexto da vida real. Desta forma, conseguiremos reduzir os riscos de desenvolvimento de um projecto, assim como fazer chegar mais rapidamente ao mercado soluções inovadoras.

Na Figura 3.2 estão representados todos os intervenientes que pretendemos envolver no *ISaLL*. Estes permitirão dar um contexto e contributos multisectoriais e multidisciplinares, cruzando diversos conhecimentos para a implementação de projectos com sucesso no domínio das *Smart Cities* e da *Smart Grid*. No entanto o contributo base para a actividade do *ISaLL* assentará na actividade dos seguintes membros:



Figura 2.2: Principais interveniente na plataforma de inovação aberta do *ISaLL*

- Empresas (Startups, PMEs, Grandes grupos empresariais): Principais beneficiários do *ISaLL*, através do aumento do seu grau de inovação e competitividade.
- Entidades de Financiamento (bancos, capitais de risco, *business angels*): Serão fundamentais para a criação de novas empresas e projectos.
- Utilizadores: Têm um papel crítico nesta plataforma como parceiros na criação de nova tecnologia, sobretudo no que toca à geração de ideias, avaliação e validação.
- Universidades e Centros de investigação: A capacidade de investigação, potencial humano e técnico é determinante para o desenvolvimento de projectos tecnológicos inovadores. Nestas entidades teremos foco em estimular duas correntes dentro da sua estrutura. Por um lado o *Technology Push* que consiste na criação de projectos de inovação que partam da ciência que é produzida nestas instituições de forma a criar empresas mais inovadoras, adaptando-se ao mercado e às transformações na indústria. Por outro lado o *Demand-pull*, que consiste na identificação de necessidades e características específicas de um determinado mercado, desenvolvendo actividades de forma a potenciar a performance dos processos de inovação [35].
- Entidades Públicas e Utilities: Serão fundamentais no processo de transferência da inovação para os mercados e na definição de políticas sustentáveis que apoiem a implementação das *Smart Cities*.
- Media-Partners: Serão também uma base para a comunidade de utilizadores, e um importante canal de divulgação da rede e dos projectos aqui desenvolvidos.

Neste momento o *ISaLL* está focado em desenvolver dois processos essenciais para o funcionamento da rede. Por um lado estamos a desenvolver o Processo de Inovação e Desenvolvimento, para a criação de projectos inovadores. Por outro estamos também a desenvolver os Processos de Gestão Interna de forma a garantir a operacionalização de toda a rede. Ambos estes processos, apesar de serem linhas orientadoras, são fulcrais para a sustentabilidade e prossecução dos objectivos estabelecidos.

Começando pelo Processo de Inovação e Desenvolvimento este é constituído por diversas etapas iterativas e complementares:

- *Análise dos projectos e ideias*: Nesta fase as necessidades dos utilizadores são trabalhadas e discutidas de modo a criar ideias inovadoras para produtos, serviços ou processos. Após isto é possível proceder à conceptualização, quer a nível de especificações e requisitos, quer a nível de design físico. Esta fase compreende assim trabalho de interacção entre os diferentes participantes
- *Desenvolvimento do projecto e protótipos*: Nesta etapa dá-se o desenvolvimento das principais características inovadoras do projecto e a criação dos primeiros protótipos. Muitos desafios técnicos ocorrem normalmente nesta fase, assim como desafios de contextualização à realidade do utilizador. É muito importante a participação dos utilizadores, sobretudo através das primeiras interacções com os produtos/serviços em ambiente real. É suposto nesta etapa se darem as maiores modificações no produto ou serviço, de modo a adequar o melhor possível às necessidades do utilizador, sobretudo em termos de usabilidade e experiência.
- *Validação do mercado e modelo de negócio*: Esta fase tem como objectivo assegurar que a solução corresponde às necessidades dos utilizadores de forma eficaz. Nesta etapa fazem-se teste à usabilidade e aceitabilidade da solução em diferentes pilotos de maior escala, para assegurar que a solução implementada poderá ter sucesso no mercado. Nesta fase é importante fazer o desenvolvimento do modelo de negócio e estratégias de marketing e de comunicação com o utilizador, de forma a assegurar a sua penetração rápida no mercado.
- *Entrada no mercado*: nesta fase dá-se um acompanhamento pormenorizado da entrada da solução no mercado sobretudo de actividades de marketing e a sua eficácia. É importante criar as infra-estruturas necessárias para a comunicação com o utilizador final e recolher o seu *feedback*. O estabelecimento de serviços de suporte e apoio ao cliente, serão implementados nesta fase.

Todas estas etapas são interactivas entre si e se necessário repetíveis, de forma a melhorar a experiência do utilizador.

Cada uma destas fases envolve um ciclo de inovação com diferentes tarefas, que conforme descrito na Figura 3.3, começa com a introdução de uma variável a discutir, que pode ser um problema, uma possível solução, um protótipo, um modelo de negócio ou um simples conceito. Após este *input* seguem-se diversas etapas complementares:

- Ideias: criação de ideias/soluções relativamente à variável que se pretende analisar
- Desenvolvimento: Discussão e desenvolvimento dos conceitos que surgiram na fase anterior, dando-se a eliminação dos que não são exequíveis ou não têm potencial
- Medição: Os conceitos decorrentes da etapa anterior são sujeitas a um processo de medição e validação, que dependerá do tipo de variável que pretendemos analisar
- Análise: Os dados decorrentes da iteração anterior são analisados e apresentados a toda a equipa de trabalho
- Aprendizagem: A etapa anterior permite um processo de aprendizagem que poderá ser uma solução à variável a analisar, ou poderá criar novas ideias para o ciclo se repetir.

Através desta abordagem sistematizada, mas genérica, conseguimos otimizar recursos, detectar falhas mais rapidamente e com menos investimento, mas também ensina a pôr em prática um processo de desenvolvimento de produto.

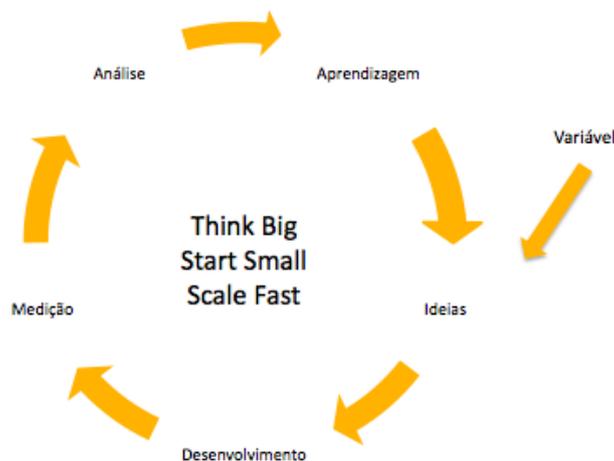


Figura 2.3: Ciclo de desenvolvimento no ISaLL.

Com este processo o objectivo é que a ideia, conceito, protótipo e o próprio projecto seja revisitado em cada ciclo pelos participantes, que procedem assim à criação, experimentação e *feedback* de ideias, dando novo material e trabalho às equipas de desenvolvimento e investigação.

Com esta abordagem os projectos ganham assim:

- Foco no utilizador;
- Desenvolvimento ágil: mais rapidez e tolerância à mudança;
- Iterações e Interação constante com o utilizador;

- *Feedback* mais rápido e em fases mais precoces dos projectos;
- Mais rapidez no impacto e entrada no mercado;
- Avaliação do impacto dos projectos em tempo-real;
- Redução dos riscos;
- Maximizar as lições por euro investido no desenvolvimento de produtos e serviços.

Assim o Processo de Inovação e Desenvolvimento pode ser esquematizado conforme na figura 3.4.



Figura 2.4: Processo genérico de Inovação e Desenvolvimento no ISaLL.

No que toca ao Processo de Gestão Interna este está dividido em diversos espectros como a criação de ferramentas de gestão de projectos, eventos de divulgação que permitam a entrada de novos membros, participação em redes internacionais de inovação, realização de eventos de *brokerage* e *networking*, *workshops*, formações, criação de métricas de qualidade, criação de serviços de suporte ao desenvolvimento de projectos de inovação e desenvolvimento de uma plataforma colaborativa *online*.

Através desta estrutura será possível ao *ISaLL* trabalhar de forma a cumprir os objectivos estabelecidos, e ajudar na criação de um *Portugal Smart Living*.

Os utilizadores são elementos essenciais em todo este processo. Desta forma, a sua selecção terá de ser muito cuidadoso, criando equipas de utilizadores multidisciplinares, divididas em escalões demográficos(educação, idade, género...), formação e interesses. Cada utilizador será depois inserido num dos diferentes grupos teremos no *ISaLL*, consoante as suas características:

- *Requesting Customer*
- *Launching Customer*
- *Reference Customer*
- *First Buyer*
- *Lead user*

Desta forma garantimos um *Living Lab* com uma grande variedade de utilizadores, com diferentes características e especializações, assegurando *feedback*

variado e de qualidade nos projectos. Como reunimos um grande número de parceiros institucionais, conseguimos criar uma boa base de equipas de utilizadores em diferentes áreas.

O *ISaLL*, foi idealizado e está a ser desenvolvido de forma a que todos os seus participantes sejam utilizadores em potencial, como por exemplo os funcionários das empresas, estudantes e professores universitários, investigadores, jornalistas, funcionários públicos, entre outros. Todos eles poderão participar nas comunidades de utilizadores do *ISaLL*. Claro que iremos abrir concursos idealizados para que o cidadão normal, interessado neste tema, possa também aderir à nossa comunidade de utilizadores.

Devido ao forte relacionamento que teremos com universidades, iremos procurar recrutar os seus estudantes e formá-los de forma a serem os nossos principais utilizadores e a base da plataforma do futuro. Nestes, a motivação será muito maior já que estarão envolvidos desde o início da sua carreira académica em processos de inovação, potenciando os seus conhecimentos assim como o papel que desempenham na definição das soluções do futuro. Empresas e entidades públicas serão também uma óptima fonte de utilizadores. Por outro lado as redes sociais serão também uma boa aposta para o recrutamento de utilizadores, assim como *blogs*, sites e jornais de tecnologia. Com uma abordagem integrada e ampla é possível reunir no *ISaLL* uma vasto leque de utilizadores no ramo das *Smart Cities* e da *Smart Grid*. No entanto este processo não será simples, havendo um forte compromisso do *ISaLL*, desde o início da sua actividade, em dar formação a todos os parceiros, de forma a tirar o melhor partido possível da contribuição dos utilizadores.

No conceito das *Smart Cities* e da *Smart Grid* é muito importante que a comunidade quebre fronteiras e não se limite a uma região geográfica. Com o *Living Lab* podem ser estudados diferentes comportamentos e tendências por diferentes regiões, assim como o contributo de parceiros com diferentes realidades potenciará as estratégias de desenvolvimento e comercialização de uma solução.

Para o *ISaLL* esta abordagem também será muito vantajosa, já que permitirá aceder a um vasto conjunto de dados que nos permitirá evoluir e oferecer cada vez melhores serviços e otimizar os nossos processos.

Apesar de todas as vantagens da implementação da metodologia *Living Lab*, temos diversos desafios que teremos certamente superar. Por um lado todo este ambiente aberto de desenvolvimento de projectos, terá de se adaptar ao alto grau de competitividade e rigor nos processos de inovação a que os parceiros industriais e entidades *SCT* estão habituados. Isto só será possível através de formação intensiva e um grande compromisso da nossa parte para tornar este processo mais simples e eficaz. Desta forma, será também fundamental promover encontros entre os diferentes parceiros e os utilizadores, mesmo antes da realização de qualquer projecto. Por outro lado, os projectos serão desenvolvidos segundo um processo de inovação aberta, havendo por isso uma necessidade de partilha de conhecimentos e tecnologias dentro da plataforma. No entanto, no *ISaLL*, pretendemos fornecer aos participantes as ferramentas necessárias de forma a que possam proteger a sua propriedade intelectual e tecnologias, mesmo as que decorram dos processos de inovação. Estamos assim a trabalhar de forma a desenvolver mecanismos que permitam por um lado a cooperação entre diversas entidades, mas por outro a protecção daquilo que é desenvolvido, desde as ideias até ao mercado. Estes mecanismos de protecção serão ágeis e flexíveis, promovendo diferentes graus de abertura e de protecção dependendo

do projecto e da forma como os parceiros discutem questões de propriedade intelectual e futuros direitos de exploração. Todos os intervenientes poderão tirar os devidos proveitos e vantagens do projecto em que estão a participar. A abertura dos projectos para o público e para a rede, e a temporização da mesma, é definida pelos parceiros, não havendo qualquer tipo de intervenção por parte do *ISaLL*.

Desta forma conseguiremos criar um *cluster* de conhecimento e inovação que terá todo o potencial para se tornar numa referência nacional e internacional de projectos inovadores.

É de salientar que em muitos campos estamos ainda a desenvolver metodologias que precisam de ser aperfeiçoadas, mas isto apenas acontecerá quando a plataforma estiver em funcionamento, de forma a trabalharmos a partir do *feedback* fornecido pelos participantes. O *ISaLL* será assim uma entidade que irá evoluir ao longo do tempo, tal como os processos de inovação e os mercados onde actua, adaptando-se às necessidades, objectivos e expectativas dos seus participantes e parceiros. Um dos exemplos desta abordagem é o modelo de negócio da plataforma. Queremos criar um ecossistema de inovação aberta sustentável a longo prazo, assim o nosso modelo de negócio basear-se-á nos serviços que fornecemos aos nossos associados. No entanto, estamos abertos a evoluir e a definir um modelo de negócio diferente caso beneficie a sustentabilidade da Associação.

Esperamos que no futuro o *ISaLL* impulse a implementação de tecnologia de ponta no ramo das *Smart Cities* e da *Smart Grid* em Portugal, com a realização de pilotos e projectos não só por organizações portuguesas mas também por estrangeiras que vêm a Portugal validar os seus conceitos no *ISaLL*, atraindo e importando também, massa crítica de investimento, conhecimento e tecnologia. O facto de ser uma entidade reconhecida e associada da *ENoLL* poderá potenciar todas estas actividades aqui descritas, sobretudo internacionalização e cooperação com entidades externas. O *ISaLL* será uma rede de negócios muito rica em conhecimento, comunidades de utilizadores, parcerias, inovações nas políticas aplicadas, processos, infra-estruturas, tecnologias e o conhecimento integrado de uma extensa comunidade. Isto será especialmente importante agora nesta fase de transição para as *Smart Cities* e para a *Smart Grid*, onde são precisos dados, conhecimentos e base de estudos e negócios para uma expansão económica, sustentabilidade ambiental e novas políticas e definição de estratégias. Assim seremos um meio de catalisar o papel dos organismos públicos na inovação para novas políticas com maior inteligência.

Actualmente o *ISaLL* já providenciou serviços a alguns dos seus associados, nomeadamente propostas de financiamento e de projectos de inovação em parceria. No que toca às propostas de financiamento tivemos uma taxa de sucesso de 100%.

Outra das actividades realizadas pelo *ISaLL*, no passado 31 de Outubro, foi um workshop de elaboração de candidaturas ao 7º Programa Quadro de Investigação e Desenvolvimento. Este curso, na área da Gestão de Inovação, centrou-se nas vantagens em participar em programas europeus de cooperação e financiamento de actividades de *II&D*. Neste curso estiveram entidades como a GALP, a REFER telecom, Turismo de Portugal, REN, entre outras.

Concluindo, o *ISaLL* será a ferramenta e metodologia ideal para desenvolver diversas áreas como:

- Promover, desenvolver e apoiar a execução de projectos de inovação tecnológica, incluindo actividade de Investigação e desenvolvimento tecnológico, de forma a suprirem as necessidades reais dos utilizadores
- Promover o empreendedorismo e fornecer actividades de consultadoria, serviços de gestão de projecto apoio técnico, teste e realização de protótipos.
- Fornecer os parceiros ideias para a criação de projectos inovadores na área das *Smart Cities*
- Promover a cooperação e a divulgação tecnológica e científica dos avanços feitos pelos elementos do *ISaLL* a nível nacional e internacional
- Identificar oportunidade de financiamento de projectos de inovação e desenvolvimento tecnológico
- Promover o registo de patentes e a transferência de inovação para os mercados e para a economia
- Promoção e validação de novos modelos de negócio aplicados às *Smart Cities* e à *Smart Grid*.

Estamos convictos que o principal motor desta plataforma serão os utilizadores, sendo que os outros participantes serão guiados pela motivação, necessidades e ideias dos utilizadores.

No *ISaLL* pretendemos assim contribuir para o desenvolvimento das empresas e da economia Portuguesa, através da transferência de inovação para os mercados das *Smart Cities* e *Smart Grid*, onde a inovação e investigação tecnológicas guiadas pelo utilizador são fundamentais para garantir o sucesso dos investimentos realizados. Isto só será possível contribuindo para a criação de projectos e empresas mais focadas no conhecimento e na inovação, em linha com as prioridades de coesão e competitividade da União Europeia, nomeadamente os objectivos traçados no Manifesto de Helsínquia [36] e no Evento da *ENoLL* em Guimarães [37] que culminou num conjunto de recomendações e objectivos para a inovação guiada pelo utilizador.

## Capítulo 3

# O mercado da Energia

### 3.1 Introdução

A Energia é uma componente fundamental nas economias dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, contribuindo de forma intrínseca para a evolução, sustentabilidade económica e social. No ano 2000, apenas mil milhões de habitantes, 17% da população mundial, eram responsáveis pelo consumo de 50% de toda a oferta energética mundial[38]. Este facto conjugado com a grande importância da energia para o desenvolvimento económico, em especial do chamado grupo BRIC [39], levou a um aumento significativo da procura e do consumo energético em todo o mundo na última década. Em 2008 21% do total da energia consumida mundialmente era atribuído à Índia e à China, devido ao grande crescimento económico que estas duas potências têm vindo a registar. De facto, em 2009, a China ultrapassou pela primeira vez na história os Estados Unidos da América, em termos de consumo total de energia. Segundo dados da Agência Internacional de Energia, estima-se que em 2035 os consumos conjuntos da China e da Índia cheguem aos 30% do total do consumo de energia mundial. [40]

O aumento do consumo e o impacto ambiental associado, criaram um interesse cada vez maior na implementação de fontes de energia renováveis. Contudo, actualmente, 87% da totalidade da energia consumida mundialmente é ainda atribuída a combustíveis fósseis[41].

Estima-se que entre 2010 e 2030 a procura energética aumente cerca de 50%, sendo cerca de metade deste aumento para dar resposta às necessidades da rede eléctrica.[42]

Grande parte deste crescimento dar-se-á em países fora da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico (*OCDE*), onde a procura será motivada pelo grande crescimento económico que é previsto a longo prazo. Entre 2008 e 2035, estima-se que o uso de energia aumente 85% fora da *OCDE* e apenas 18% no conjunto de países da *OCDE* [43].

Perante este contexto, a União Europeia identificou os grandes desafios a nível energético que se irão manifestar ao longo dos próximos anos no seu território, nomeadamente segurança e fiabilidade no abastecimento de energia, impactos ambientais relacionados com consumos excessivos e comportamentos energeticamente ineficientes em diversos sectores e congestionamento da rede

eléctrica. Isto levou os órgãos governamentais a criar políticas de suporte à proliferação de energias renováveis e mecanismos de gestão energética. Todos estes desafios tornaram-se numa prioridade, tendo a Comissão Europeia apresentado o Livro Verde[44], identificando diversos domínios fundamentais de acção, aprovado em Conselho Europeu, que assentam na seguinte agenda:

- Redução da emissão dos Gases de Efeito de Estufa em 20% até 2020
- Melhoramento da eficiência energética em 20% até 2020 através das mais diversas estratégias de sensibilização e desenvolvimentos tecnológicos que aumentem o desempenho energético de edifícios e transportes
- Tornar 20% do consumo de energia proveniente de fontes de energia renovável até 2020
- Concretização do mercado interno de electricidade e do gás, garantindo liberdade de escolha aos utilizadores, através da separação das actividades de produção e distribuição de energia e uma regulação efectiva
- Limitar a vulnerabilidade europeia relativamente às importações e consequentemente a rupturas de abastecimento
- Apresentar um plano estratégico para as tecnologias energéticas que ajude a completar a revolução industrial na UE até 2020.

Alinhadas com esta estratégia, várias directivas têm sido publicadas pela Comissão Europeia no que respeita à penetração das energias renováveis, cogeração, biocombustíveis, promoção da eficiência energética e no que toca ao mercado interno de electricidade e gás natural. O desafio climatérico emergiu assim como uma das principais preocupações da Comissão Europeia, que tenta acelerar a transição para um consumo energético sustentável, ao mesmo tempo que procura uma maior independência energética dos mercados externos. Ao longo dos últimos anos com a aplicação progressiva destas medidas, conseguiu-se uma expansão significativa das fontes renováveis (não hídricas) para a produção de electricidade e da biomassa para o aquecimento.

No entanto os combustíveis fósseis constituem ainda cerca de 80% do total de energia primária consumida na Europa, onde o petróleo e o gás natural tem um lugar de destaque.

Apesar do aumento significativo de 44% [45] no consumo de gás natural na Europa ao longo dos anos noventa e primeiros anos da última década, esta tendência está agora a modificar-se [46]. Por outro lado o consumo de carvão e petróleo diminuiu significativamente, fora do sector dos transportes. De facto, é este sector o maior responsável pela grande dependência da União Europeia em energia externa.

Houve dois grandes factores que levaram ao aumento significativo do consumo de gás natural ao longo da década de 90:

- A maior disponibilidade deste combustível no mercado devido ao desmembramento da União Soviética no início dos anos 90 e consequentemente um aumento das exportações da Rússia,[45] país com maiores reservas de gás natural do mundo [41]

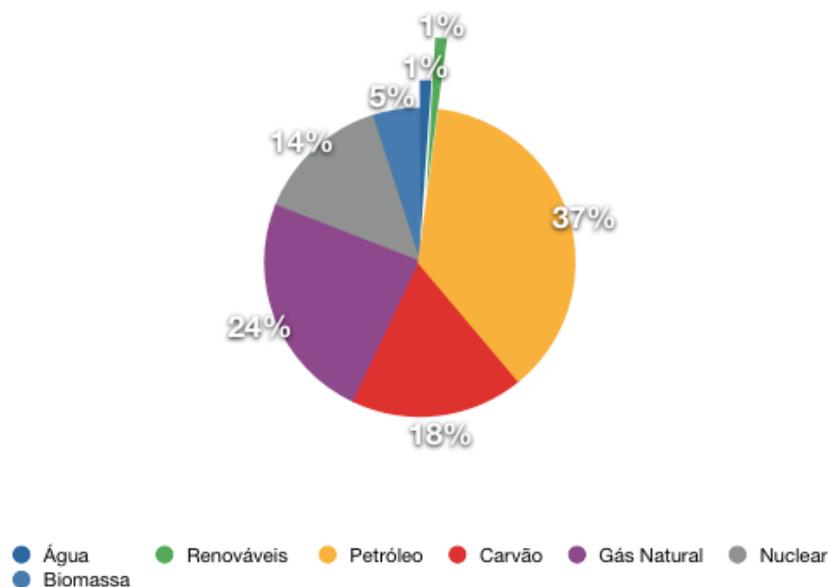


Figura 3.1: Consumo primário de Energia na Europa por tipo de combustível - 2006 [45]

- Abandono do uso do carvão como fonte de energia em favor do uso de gás natural, devido às políticas energéticas implementadas na União Europeia, já que o gás natural produz cerca de metade emissões de gases de efeito de estufa que o carvão para o mesmo valor de energia eléctrica produzida.[47] [48]

Tudo isto leva a que a União Europeia tenha uma forte dependência da importação de energia, sendo que apenas produz 47,3% do total da energia que consome. O petróleo e o gás natural, por serem as principais fontes de energia consumidas, são a grande preocupação, já que as importações são respectivamente de 85,2% e 62,4% em 2010 [49], correspondendo a 87% do total da energia importada [50]. Isto coloca a Europa numa posição muito débil e dependente do fornecimento de energia externo, estando mais exposta à volatilidade dos preços e segurança do abastecimento.

### 3.2 Análise do mercado da energia em Portugal

Atendendo à difícil situação económico-financeira que Portugal está a atravessar, torna-se pertinente fazer uma análise do sector energético Português e no impacto que este tem na nossa economia. Esta análise permitirá uma melhor percepção da dimensão do problema, identificar os principais desafios e os ganhos que se podem atingir adoptando uma postura mais eficiente, a nível energético.

O desafio actual, e para o qual este trabalho pretende contribuir, é promover um crescimento económico, menos dependente do consumo enegético.

Devido ao crescimento económico e aumento das condições médias, que se

registaram em Portugal durante a década de noventa e primeira metade da última década, houve um aumento progressivo das necessidades primárias de energia. Estas atingiram o seu pico em 2005, com um consumo primário de energia de 27,4 milhões toneladas equivalentes de petróleo - *toe*. A partir desse ano, e sobretudo com a crise económica e financeira em que Portugal entrou, as necessidades energéticas voltaram a ter uma tendência decrescente, estando em 201q aproximadamente nos 24 milhões de *toe* [51].

Naturalmente, devido à falta de combustíveis fósseis em Portugal, o aumento das necessidades energéticas tem sido acompanhada por uma forte dependência da importação de combustíveis, de forma a satisfazer as necessidades. Apesar de tudo, nos últimos anos, esta dependência tem diminuído, como podemos ver pela figura 3.2.

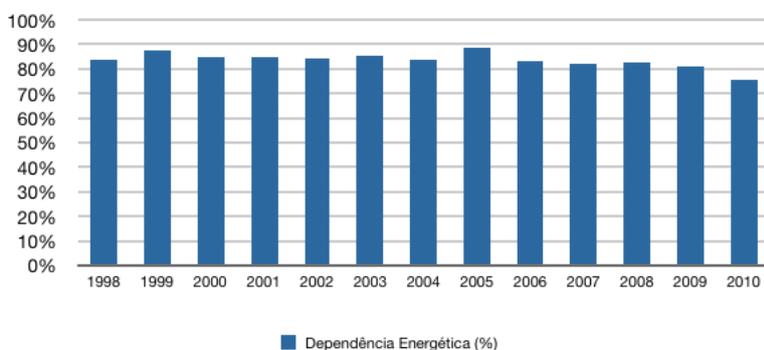


Figura 3.2: Dependência da importação de energia em Portugal face ao consumo anual [52]

Apesar desta evolução positiva, é preciso olhar para o consumo total de energia e ver de que forma ele tem afectado a nossa economia. Em Portugal a procura energética está distribuída pelos diversos sectores conforme descrito na figura 3.3.

Da análise do gráfico percebe-se que há um claro domínio da indústria e dos transportes no consumo de energia em Portugal. No entanto, o sector doméstico e dos serviços têm também um importante impacto na distribuição dos consumos. Desta forma, podemos já dizer, que a eficiência energética nestes quatro sectores é fundamental de forma a reduzir os consumos energéticos totais de Portugal e conseqüentemente a sua dependência energética face ao exterior.

Uma forma de avaliar a dependência energética da economia Portuguesa é analisando o impacto do Déficit da Balança Energética no valor do PIB nacional. Este impacto tem evoluído ao longo dos últimos anos, conforme descrito na tabela 3.1.

Neste período, de 2005 a 2011, o déficit da balança energética foi em média de 6,1 mil milhões de euros, valor que revela a forte influência do saldo energético do país, na grande necessidade de financiamento externo da economia portuguesa. Esta evolução está representada na Figura 3.4.

O déficit da balança energética manteve-se persistente nos últimos anos, devido à grande debilidade Portuguesa no que toca à produção de bens energéticos, revelando uma forte dependência energética face ao exterior, mesmo quando

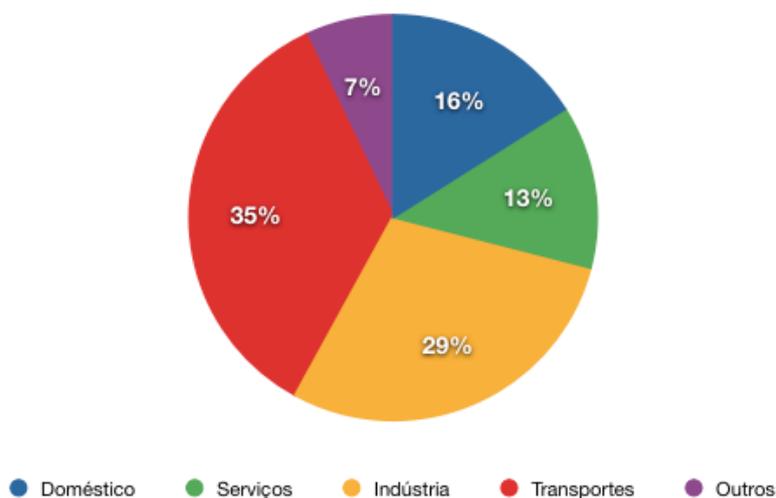


Figura 3.3: Distribuição dos consumos energéticos por diferentes sectores em Portugal - 2010 [53]

Ano	Milhões €	Défice energético(% PIB)
2005	5.923	3,8
2006	6.215	3,8
2007	6.271	3,7
2008	8.073	4,7
2009	4.960	2,9
2010	5.232	3,3
2011	7.218	4,2

Tabela 3.1: Impacto do Déficit da Balança Energética no Produto Interno Bruto (PIB) Português. [54]

comparada com a média da zona Euro. Todos estes fenómenos são factores cruciais na avaliação da fragilidade estrutural da economia Portuguesa.

Para 2012 prevê-se novamente um aumento do défice energético, quando comparado com o período homólogo de 2011. Contudo este problema não está apenas relacionado com volume de combustíveis fósseis que são importados para Portugal, mas também com o aumento generalizado do preço dos combustíveis, a volatilidade dos mercados e uma tendência global de aumento de procura de matérias primas energéticas que impulsionam o seu preço. Se fizermos uma análise ao volume de importações este manteve-se praticamente inalterado, apenas com um aumento ligeiro em 2008 e 2010, aumentos esses que por si só não justificam o impacto destes custos no *PIB* Português [57]. Há ainda a registar que o aumento das exportações portuguesas se deve à aposta na geração de energia, sobretudo eléctrica, a partir de fontes renováveis. Na generalidade do sector energético o cenário é dantesco, já que o défice energético tem um

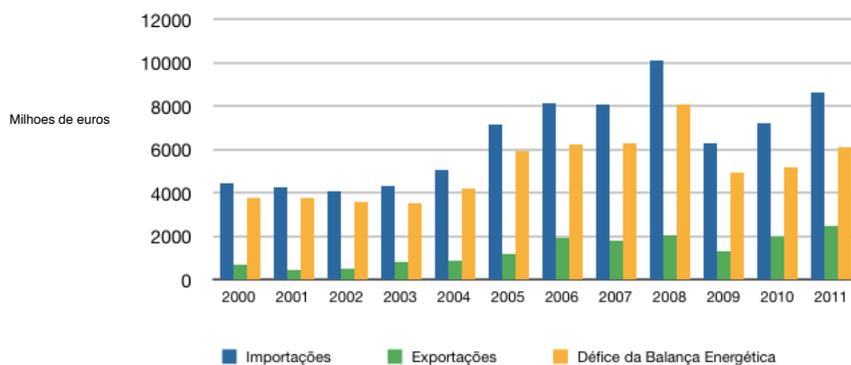


Figura 3.4: Déficit da Balança Energética Portuguesa nos últimos 12 anos, em milhões de euros. [55] [56]

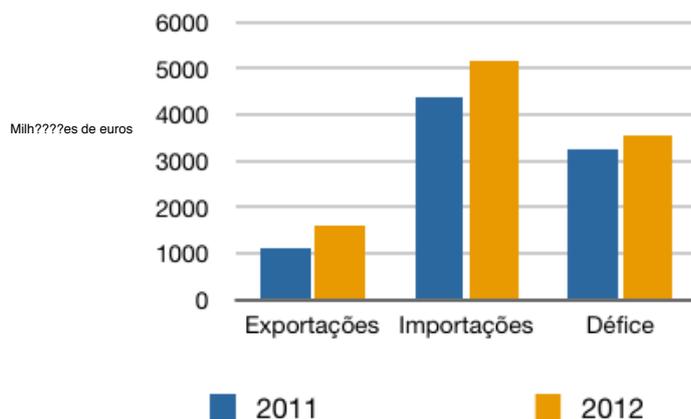


Figura 3.5: Déficit da balança Energética relativo ao primeiro semestre de 2012 e período homólogo de 2011, em milhões de euros [54].

grande peso no déficit global da balança de transacções económicas. Nos primeiros meses de 2012, 22% do valor das mercadorias importadas por Portugal são produtos energéticos, ou seja, cerca de 5,1 mil milhões de euros. No que toca às exportações de energia, estas têm um menor impacto quando comparadas com as exportações totais, já que são de cerca de 1,6 mil milhões de euros ou seja 8% do total das exportações de Portugal. Na figura 3.6 está representada a evolução da balança comercial ao longo dos últimos 6 anos, no entanto os valores de 2012 são apenas uma previsão para o primeiro semestre.

Como podemos ver por este gráfico o valor total das nossas importações aumentou significativamente até 2008. Já em 2009 decresceram, em grande parte devido à crise financeira mundial desacelerando o crescimento que tínhamos vindo a registar nos anos anteriores. Também até 2008 verificamos que o volume de exportações aumento, no entanto neste ano começou a verificar-se uma redução gradual das exportações, tendo em 2011 atingido o mínimo dos últimos

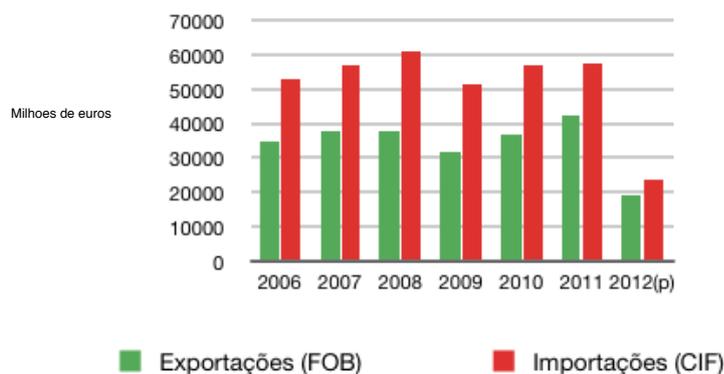


Figura 3.6: Evolução da Balança Comercial ao longo dos últimos anos em Portugal, em milhões de euros.[58][59][60][61][62]

5 anos. Na figura 3.7 analisamos a evolução do défice da Balança Comercial, contabilizando o contributo do sector energético.

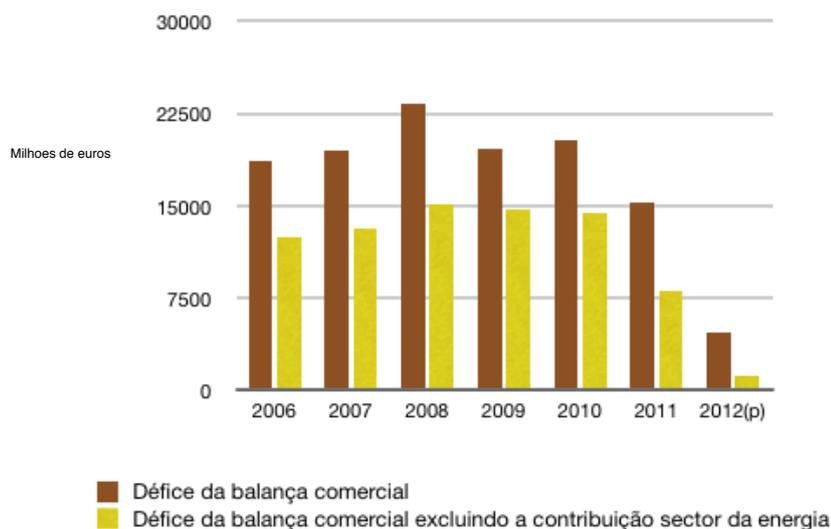


Figura 3.7: Evolução do défice da Balança Comercial, com e sem as contribuições do sector da energia, em milhões de euros.[58][59][60][61][62]

Desta forma conseguimos ver que desde 2008 temos vindo a reduzir o nosso Déficit da Balança Comercial, a não ser em 2010 em que se registou um pequeno aumento. No entanto é impressionante a contribuição da energia para o défice da Balança Comercial Portuguesa. Isto indica sobretudo que temos vindo a reduzir em grande parte das nossas necessidades externas, mas no que toca à energia não conseguimos reduzir as necessidades de importação. Deste modo o

peso do Déficit da Balança Energética relativamente à Balança Comercial tem aumentado significativamente, conforme se vê pela figura 3.8.

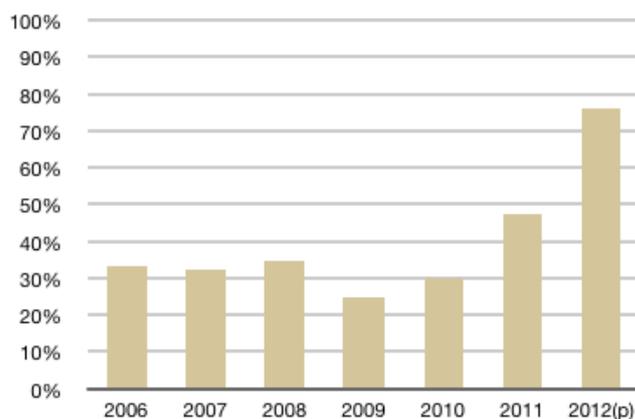


Figura 3.8: Evolução do peso do déficit energético em percentagem do déficit da Balança Comercial.[58][59][60][61][62]

Por este gráfico, presente na figura 3.8, vemos que a resolução do déficit da Balança Comercial Portuguesa deverá passar por uma política energética adequada, permitindo a poupança de milhares de milhões de euros. Apesar do aumento das exportações ter vindo a compensar o aumento das importações e contribuído para a redução do déficit da balança comercial, quando analisamos a contribuição do mercado energético para este valor, vemos que o seu impacto tem aumentado de forma substancial. Neste sentido, caso Portugal diminuísse em 20% as suas necessidades energéticas, como é objectivo da União Europeia, conseguiria imediatamente reduzir o seu déficit da balança comercial em 10%, o que corresponderia a uma redução do déficit em cerca de 2 mil milhões de euros. No entanto a solução para este grave problema estrutural não se encontra apenas na redução das nossas necessidades externas, mas sim no equilíbrio das exportações com as importações. Assim necessitamos conjugar uma política de eficiência energética com mecanismos de apoio e incentivo à criação de produtos, serviços e empresas inovadores e competitivas.

A temática energética torna-se assim fulcral para o desenvolvimento socio-económico sustentável de Portugal e outros países periféricos do Sul da Europa que actualmente também se encontram em dificuldades. Uma política energética adequada é fundamental para equilibrar a balança de transacções levando a uma maior estabilidade financeira. Essa política deve ser racional, procurando as fontes energéticas mais convenientes à nossa realidade, com um impacto ambiental reduzido, bem como garantindo um adequado ordenamento territorial e uma análise adequada do comportamento do mercado e do consumidor. Por outro lado é ainda necessário estimular uma análise criteriosa dos investimentos adequados a uma maior independência e eficiência energética como também competitividade dos sectores tecnológicos ligados a esta área com enorme potencial. Assim é fundamental uma abordagem inteligente, onde a inovação e o desenvolvimento tecnológico desempenham um importante papel de forma a

potenciar a exportação de bens e serviços e trazer equilíbrio à balança comercial.

### 3.3 O mercado da electricidade

Actualmente a energia eléctrica é a fonte energética com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Segundo a *OCDE*, estima-se que a energia eléctrica gerada anualmente irá aumentar cerca de 84% até 2035, passando dos actuais 20200 TWh, para os 35200 TWh.

No entanto este aumento dever-se-á sobretudo a países em desenvolvimento e fora da *OCDE*, onde os mercados da electricidade são neste momento precários, os padrões de consumo ainda muito erróneos, rede de distribuição imatura, dando margem para um aumento de consumo nos próximos anos. Em países como a China e a Índia, o aumento anual poderá chegar aos 4%, enquanto que nos países da *OCDE*, o crescimento será apenas de 1,2% ao ano, até 2035 [43] [63]. Isto dever-se-á sobretudo ao grande crescimento económico se prevê nestes países, o que leva a que as condições de vida dos seus cidadãos também aumentem, expansão de serviços, comércio e indústria, entre outras infra-estruturas que contribuem fortemente para o aumento dos consumos de energia eléctrica. Como muitas destas estruturas já são fixas na União Europeia e nos Estados Unidos da América, é normal que o crescimento nestas regiões não seja tão acentuado. No entanto, face ao impacto ambiental da energia e à crise social, económica e financeira, que se fez sentir nos últimos anos, nos países ditos desenvolvidos, levou a que os seus governos tomassem medidas concretas, de forma a tornar este sector mais eficiente. Os Estados Unidos da América, segundo maior consumidor de energia eléctrica no mundo, responsável por 20% do consumo total, é o país da *OCDE* com maior consumo de energia eléctrica. Em primeiro lugar está a China com 24% do consumo total de electricidade. Nos Estados Unidos da América a principal fonte de energia eléctrica é o carvão, no entanto o governo tem estado a tentar mudar esta tendência sobretudo com a implementação de duas medidas. Em primeiro lugar, cada um dos 50 estados têm quotas de produção de energia eléctrica de fontes renováveis. Por outro lado, em 2005 [64] o governo autorizou o Departamento de Energia a lançar concursos para o financiamento de projectos que explorassem tecnologias inovadoras para evitar, eliminar ou reduzir os gases de efeito de estufa. Para além disto, e já em 2008 [65], foram libertados novos fundos para a criação e modernização de estações nucleares de produção de energia eléctrica.

Desta forma, e a par dos Estados Unidos da América, a Comissão Europeia tem estado preocupada com as questões de sustentabilidade, económica, energética e ambiental, e com muita atenção à evolução dos países em desenvolvimento, em especial para a China e para a Índia, que são mercados em potencial para as tecnologias desenvolvidas na Europa.

A Agenda da União Europeia para 2020 [66] tem uma mensagem muito clara para a Europa: o crescimento económico e social da União Europeia terá de partir da inovação, assegurando a sustentabilidade e eficácia dos recursos energéticos, criando níveis elevados de empregabilidade e progresso social. É por este princípio e orientação que tem de passar todo o desenvolvimento da nossa estrutura energética e consequentemente a componente da electricidade, que tem um impacto substancial no orçamento energético e sustentabilidade de qualquer país, cobrindo mais de 20% do consumo final de energia.

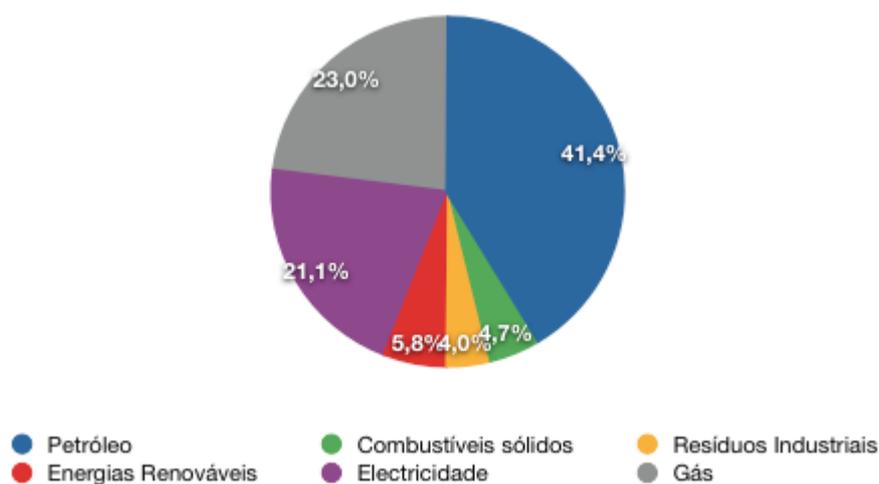


Figura 3.9: Consumo Final de Energia na Europa por fonte - 2008.[67]

A electricidade é deste modo um dos principais eixos de qualquer economia, estando praticamente todos os sectores sócio-económicos dependentes deste recursos para a realização das suas actividades. No gráfico 3.10 temos representadas as dependências de diversos sectores face à energia eléctrica na Europa.

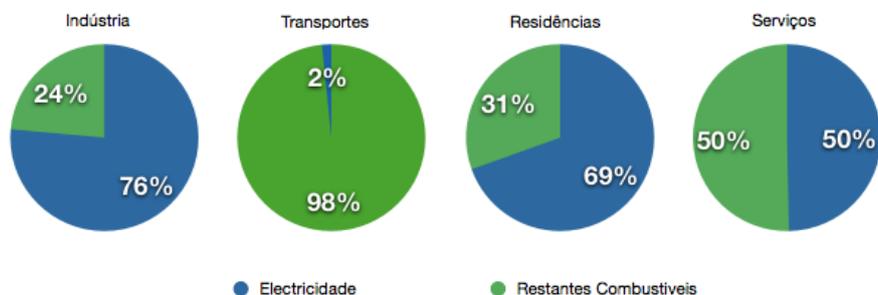


Figura 3.10: Percentagem de electricidade consumida em diversos sectores sócio-económicos relativamente ao total da energia consumida - Europa.[68][69][70]

Vemos assim que a maioria dos nossos sectores sócio-económicos dependem fortemente da energia eléctrica para darem continuidade às suas actividades diárias, excepto nos transportes, ainda muito dependentes de combustíveis fósseis. Neste contexto o desenvolvimento da *Smart City* e da *Smart Grid* são uma prioridade, sobretudo quando a electricidade está a ser discutida como uma alternativa em diversos sectores dominados por outros combustíveis como é o caso dos transportes.

No período de 1990 a 2009 o consumo de energia eléctrica aumentou cerca de 26,4% em toda a União Europeia, com um aumento anual médio de 1,2%

[71]. Prevê-se que este crescimento continue a verificar-se, e que em 2020 atinja 10% do consumo actual [72].

Fora da União Europeia este consumo de energia eléctrica teve um crescimento mais alarmante, onde se registou um aumento de 68,3% relativamente ao mesmo período, com um crescimento anual de cerca de 3%. Na Europa, o grande crescimento do consumo de energia eléctrica deu-se nos sector dos Serviços, onde se registou um aumento de 66,8%, seguido do sector residencial com um aumento de 39,0% e finalmente o sector dos transportes com um aumento de 13,2%. Estes aumentos observaram-se sobretudo devido à atratividade da electricidade como fonte de energia concorrente aos combustíveis fósseis. Contudo, registou-se uma diminuição do consumo de electricidade no sector industrial, onde a queda foi de 0,7%. Na figura 3.11 temos descrita a distribuição actual de consumo de energia eléctrica na Europa, por sector.

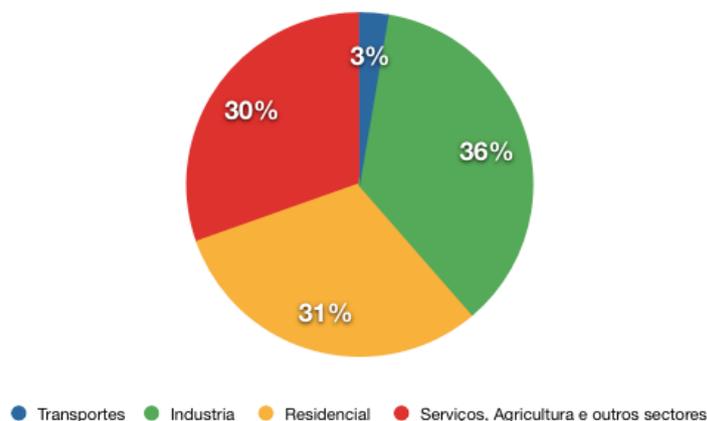


Figura 3.11: Consumo final de electricidade por sector na União Europeia - 2011.[71]

Existem diversas razões para este aumento generalizado do consumo eléctrico. Por exemplo, no sector dos serviços, o seu desenvolvimento provocou um aumento do uso de aplicações que usam energia eléctrica como ar-condicionados, iluminação e outro tipo de novos equipamentos sobretudo na área das *TIC*. No projecto *Save Energy*, cujo objectivo era promover a eficiência energética pela alteração de comportamentos no consumo com o uso das *TIC*, foram implementados pilotos de sistemas de eficiência energética em edifícios públicos de diversas cidades Europeias. Neste projecto, no qual a *ISA* participou como fornecedor de tecnologia, foi possível atingir reduções médias do consumo de energia em cerca de 20% [73]. Em 2007, apenas 30% das Pequenas e Medias Empresas possuíam algum tipo de medidas de eficiência energética ou aparelhos isolados de monitorização, e 4% implementaram algum tipo sistema complexo e integrado para gestão e eficiência energética dos seus edifícios [74].

No sector residencial, com cerca de 200 milhões de habitações em toda a União Europeia, o aumento dos consumos está relacionado com o aumento do nível de vida e um aumento exponencial das aplicações eléctricas a funcionar em simultâneo. Para uma noção mais quantitativa, em 2010 o consumo eléctrico

em ambiente residencial atingiu os 842TWh, o que representa 31% da energia eléctrica total consumida em toda a Europa [68]. No entanto a implementação medidas de eficiência energética entre 1990-2009, permitiu que houvesse um aumento da eficiência em 19% a nível Europeu, através de edifícios mais eficientes, tecnologias de aquecimento de espaços e outras aplicações eléctricas[75]. No entanto estudos demonstram que 20% dos gastos energéticos são devido a processos ineficientes nas nossas actividades diárias [76]. Ora poupanças significativas poderiam ser atingidas através de mecanismos de gestão de energia eléctrica, que permitam ao consumidor ver e analisar os seus padrões comportamentais, dando incentivos para assim os modificar. Existem vários projectos no campo do consumo de energia eléctrica a nível residencial, tendo conseguido atingir níveis de poupanças bastante diferentes. No entanto, em 2011 apenas 10% [77] das residências possuíam algum tipo de *smart meter* ou sistemas de monitorização de energia eléctrica instalados.

No sector dos transportes o aumento que se verificou tem sobretudo a ver com a electrificação dos sistemas de transportes ferroviários na Europa, sobretudo na Europa dos 15, já que os 12 países que recentemente integraram a União Europeia, contrariam esta tendência, tendo redes de transportes menos desenvolvidas e mais dependentes em combustíveis fósseis. No entanto prevê-se que esta evolução se dê em toda a União Europeia, já que a Comissão pretende implementar tecnologias de baixa emissão de gases de efeitos de estufa para os transportes, onde a electricidade tem tido lugar de destaque com a expansão dos transportes híbridos e a electrificação das redes ferroviárias.

Na industria a diminuição do consumo de electricidade esteve relacionada com dois factores. Por um lado tem-se vindo a assistir a uma reestruturação deste sector, através da criação de incentivos e legislação para a implementação de medidas de eficiência energética de larga escala, como uma monitorização dos consumo pormenorizada e co-geração. Por outro lado a recessão económica que se fez sentir nos últimos anos [78], faz com que muitas indústria encerrem e outras diminuam a sua actividade e consequentemente os consumos.

Assim grande parte dos países da União Europeia (EU-27) sofreu um aumento no consumo de electricidade entre 1990 e 2009, excepto a Bulgária, Estónia, Lituânia, Roménia, Eslováquia e a Letónia.

### 3.4 Smart Grid

No ano 2009 registou-se na União Europeia uma diminuição da geração de energia eléctrica total de 5%, contrariando a tendência dos anos anteriores, nos quais se registava um crescimento constante da geração, para acompanhar o crescimento da procura. Em 2010 voltou a haver uma recuperação e um crescimento de 4,5%, tendo em 2011 voltado a regredir cerca de 0,5% [79]. Esta variação na geração de energia eléctrica está intimamente relacionada com a crise económico-financeira em que a Europa mergulhou nos últimos anos, tendo alterado os padrões e necessidades de consumo das famílias, serviços e indústria. Apesar das previsões apontarem todas para aumentos significativos no consumo de energia eléctrica, torna-se muito difícil fazer previsões precisas de como será o consumo energético na Europa ao longo dos próximos anos. No entanto, é notório que o sistema precisa de claras mudanças para se poder adaptar facil-

mente a estas oscilações e criar uma rede de energia eléctrica sustentável quer a nível económico quer a nível ambiental, evitando desperdícios e práticas ineficientes e prejudiciais ao ambiente [80].

Actualmente a geração de energia eléctrica é essencialmente suportada por tecnologias que utilizam combustíveis fósseis e energia nuclear, havendo apenas uma pequena parcela correspondente à geração por fontes de energias renováveis, conforme representado na figura 3.12. Desta forma a nossa rede eléctrica, tem uma arquitectura desenvolvida para a centralização grandes estações de geração de energia eléctrica, afastadas dos locais de consumo.

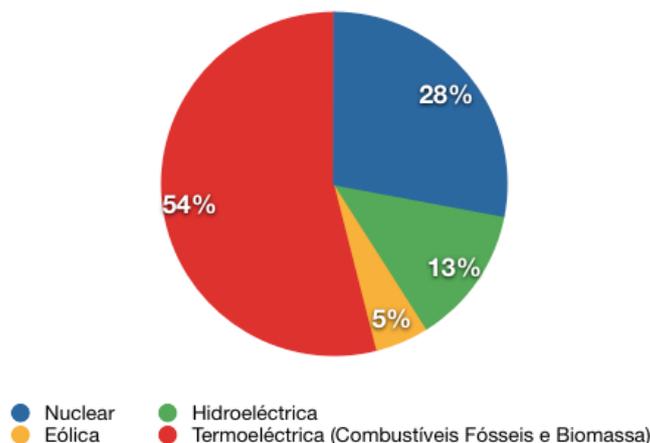


Figura 3.12: Produção de electricidade na Europa por tipo de combustível utilizado - 2011.[79]

Apesar do claro domínio dos combustíveis fósseis e energia nuclear como fontes de geração de energia eléctrica, começam-se a observar modificações lentas na Europa relativamente a este âmbito [81], já que:

- Geração por fontes convencionais termoeléctricas diminuiu 1,5%, para os 54,2% da geração total
- Geração por fonte nuclear, permaneceu estável, com cerca de 27,8%
- Aumento da geração por fontes hidroeléctricas e eólicas;
- A grande evolução verificou-se na geração por energia solar, que aumento quase 60%, apesar de na totalidade ainda não ser expressiva.

A energia nuclear, tem sido uma das alternativas mais ponderadas para a substituição dos combustíveis fósseis, sobretudo devido à baixa emissão de gases de efeito de estufa no processo e cada vez maior evolução tecnológica nos processos. No entanto, com o acidente de *Fukushima Daiichi* no Japão, voltaram a ser levantadas muitas incertezas relativamente ao futuro das centrais nucleares para a produção de energia eléctrica. Estes problemas estão relacionados com a segurança das centrais, lixo radioactivo, proliferação de material nuclear, elevados custos de manutenção e instalação, assim como a falta de mão de obra

especializada. A necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis, aliada a esta crescente preocupação com as centrais nucleares, tem vindo a criar condições para o aumento progressivo de fontes de energias renováveis nas redes eléctricas de todo o mundo. A energia eólica e hidroeléctrica são aquelas que mais contribuem, em valores absolutos, para o aumento global das energias renováveis. No entanto espera-se que o contributo das centrais hidroeléctricas venha a diminuir, devido ao impacto negativo e elevados custos associados. Desta forma o crescimento das fontes de energia renováveis dever-se-á sobretudo ao aumento das fontes de energia fotovoltaicas e eólica, potenciada por incentivos financeiros, políticas e regulamentação favorável.

Apesar desta evolução positiva, a União Europeia permanece ainda muito dependente de combustíveis fósseis, já que as energias renováveis ainda apresentam grandes problemas de adequação à rede apesar da grande evolução que tem havido nos últimos anos.

Desta forma, a geração de energia eléctrica é uma das principais responsáveis pelas emissões de CO<sub>2</sub>, cerca de 31,9% em 2011 [82], estando aqui presente uma grande oportunidade para reduções com a implementação de novas tecnologias na rede eléctrica. Em Fevereiro de 2011 a Comissão Europeia traçou o objectivo de reduzir em 80% as emissões de gases de efeito de estufa até 2050, relativamente aos níveis de 1990. A implementação de tecnologias de geração de energia eléctrica com baixas emissões de CO<sub>2</sub> e eficiência do lado da procura, permitirá criar uma rede interactiva, baseada nas necessidades dos consumidores, tendo um impacto significativo na arquitectura, monitorização e controlo de toda a rede.

No entanto sem a evolução da rede eléctrica actual e da sua infra-estrutura, será difícil cumprir estes objectivos, uma vez que os mecanismos actuais de geração, distribuição e transmissão de energia não está preparados para um novo novo cenário com características tão próprias, como o estímulo à eficiência energética e aos sistemas de baixas emissões de CO<sub>2</sub>.

Desta forma a segurança da rede e do abastecimento estará comprometida face às necessidades futuras, pondo também em risco a sustentabilidade de outros sectores, uma vez que o funcionamento de toda a rede eléctrica de forma eficaz é fundamental para a sustentabilidade e evolução de todos os sectores socio-económicos.

A rede eléctrica actualmente instalada na Europa não consegue garantir a segurança do abastecimento, sustentabilidade a longo prazo, capacidade de explorar todo o potencial das tecnologias actuais de geração e gestão, criação de novos modelos de negócio mais sustentáveis e estar de acordo com as novas políticas implementadas e objectivos estratégicos definidos pelos estados membros da União Europeia.

Desta forma a estrutura actual da rede eléctrica Europeia, tem-se tornado um entrave para a evolução. Esta foi construída para suportar volumes previsíveis de energia proveniente de combustíveis fósseis, e não volumes de energias de fontes renováveis imprevisíveis, voláteis e com flutuações ao longo do dia e do ano. Para agravar este condicionante todo o processo de condução da energia eléctrica, desde a sua geração até ao consumidor final, é extremamente ineficiente, com perdas significativas ao longo de todo o processo [83], chegando na Europa a 7% do total da energia gerada [84].

Podemos dizer que existem três cenários que contribuem para a evolução da rede de energia eléctrica na Europa, que irão afectar o seu desenvolvimento,

## REDE TRADICIONAL



- Ligações Internacionais Limitadas
- Grandes estações de geração baseadas em combustíveis fósseis
- Optimizadas para abastecimento regional
- Diferentes programas comerciais e reguladores de país para país
- Controlo Centralizado
- Aproximação tecnológica desactualizada

Figura 3.13: Principais características da rede de energia eléctrica tradicional.

organização, arquitectura e infra-estrutura:

- Segurança de abastecimento, é um dos grandes objectivos e preocupações de todos os estados membros da União Europeia. Actualmente a nossa sociedade depende de forma crítica da segurança do fornecimento de energia. Isto só será possível garantir através de novas estratégias de desenvolvimento, nomeadamente da capacidade de armazenamento e produção de energia eléctrica, e reduzir os desperdícios através de um sistema fiável, flexível e sustentável. Assim será preciso um grande compromisso para conseguir modernizar a infra-estrutura e processos da rede eléctrica de forma a incorporar soluções inovadoras para os desafios futuros.
- Ambiente é outro dos vectores principais da estratégia energética na Europa. A poluição, mudanças climáticas e conseqüentemente o perigo para a natureza e vida selvagem, são preocupações que a União Europeia tem vindo a assumir. Desta forma existe um forte compromisso em conseguir cumprir os objectivos traçados para 2020, com a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e o aumento das fontes de energia renováveis, em substituição das fontes que libertam poluentes. No entanto é necessária modificação da estrutura actual da rede, que não se encontra preparada para incorporar tecnologias de pequena geração descentralizadas.
- Desenvolvimento e liberalização do mercado da energia eléctrica na Europa, permitindo aos utilizadores aceder a preços mais baixos pela sua energia e serviços mais eficientes. A inovação tecnológica tem um papel especial neste processo, como guia para a competitividade no sector. Isto conjugado com regulamentação e políticas de incentivo irá promover o crescimento económico e assim ter um papel fundamental na recuperação económica e na estratégia de competitividade da União Europeia,

ao mesmo tempo que responde a problemas concretos da rede eléctrica e eficiência do consumo.

Todos estes cenários, dada a sua complexidade e dimensão, contêm desafios à escala Europeia, necessitando de um esforço conjunto, tanto de investigação como de investimento, e dedicação por parte de todos os agentes envolvidos. É neste sentido que a União Europeia tem apostado em políticas e programas de financiamento que por um lado ajudem o desenvolvimento de tecnologias e investigação e por outro lado que fomentem a implementação destas tecnologias.

Segundo o estudo *Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future* existe um conjunto de desafios estratégicas que são considerados imperativos, pela Comissão Europeia, no desenvolvimento de projectos de investigação para o futuro e sustentabilidade da rede de energia eléctrica na União Europeia:

- Foco no consumidor para a definição de novas oportunidades, serviços e produtos de valor acrescentado, procura flexível de energia, preços baixos e oportunidades de microgeração para dar resposta ao aumento da procura
- Renovação e inovação na rede eléctrica de forma a melhorar a qualidade dos serviços, a automatização dos processos e aplicação dos investimentos
- Assegurar o abastecimento de energia eléctrica na Europa, através de mecanismos de armazenamento de energia, práticas mais eficientes e aumento da capacidade de geração
- Desenvolvimento de novos produtos e serviços, maior flexibilidade na procura e tarifas dinâmicas que respondam às necessidades e oportunidades trazidas pela liberalização dos mercados da electricidade
- Interoperabilidade da rede Europeia garantindo a segurança do abastecimento através do melhoramento da já envelhecida infra-estrutura de transporte e geração de energia
- Implementação de fontes de energias renováveis distribuídas, permitindo assim a gestão energética local e integração na rede
- Adequação das infra-estruturas de geração de energia eléctrica actual à integração de novas tecnologias de baixas emissões de carbono, que potenciem a eficiência energética e a penetração de veículos energéticos de forma a combater o aumento do consumo total e os picos de consumo de energia eléctrica
- Atingir os Objectivos 2020, e avaliar o impacto que têm no mercado eléctrico Europeu
- Desenvolvimento de estratégias e mecanismos de *demand response*, através de dispositivos de monitorização e controlo
- Definição de políticas e regulamentação energética comum em toda a União Europeia

Para perceber o grau de dificuldade de todos estes desafios, estima-se a União Europeia necessite de um investimento na ordem dos 500 mil milhões de euros para conseguir modernizar e otimizar toda a sua rede de geração, distribuição e transmissão de energia eléctrica [85]. De forma a fazer face a estes desafios de forma efectiva é necessário criar uma rede de energia eléctrica cada vez mais flexível, adaptável, escalável e inteligente, a chamada *Smart Grid*, integrada na cidade do futuro, a *Smart City*. A *Smart Grid* pode ser descrita como um upgrade da rede eléctrica tradicional, onde são adicionados sistemas de eficiência energética, sistemas de armazenamento, monitorização e controlo de electricidade, fontes de geração de energia renováveis descentralizadas e comunicação digital entre o consumidor e o fornecedor de energia, através da adição de tecnologias da informação e comunicação. É muito importante referir o papel importante que as *TIC* terão nesta transição para a *Smart Grid*, permitindo adaptar a rede à geração distribuída e monitorização em tempo real.

A *Smart Grid* será muito mais que um fluxo unidireccional de energia, mas sim um fluxo bidireccional de energia e informação, entre o utilizador e as *utilities* e outras empresas de serviços energéticos. Esta abordagem permitirá construir uma infra-estrutura que trará inteligência ao processo de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia eléctrica em diferentes dimensões, onde o consumidor terá um papel muito mais activo. O objectivo de toda esta nova estrutura é assim de ajudar a atingir o desenvolvimento sustentável e eficiência na rede eléctrica contribuindo para melhorar a eficiência e as oportunidades de criação de novos produtos, serviços e modelos de negócio. Esta rede integrada irá facilitar a ligação entre diversas regiões, que apesar de terem diferentes fontes de energia renováveis, complementam-se. Desta forma a infra-estrutura da rede eléctrica irá evoluir de forma a criar um conjunto de milhões de pontos de acesso por toda a União Europeia. Esta rede unificada irá fornecer a todos os sectores socio-económicos e aos cidadãos uma maior segurança no abastecimento, assim como preços mais reduzidos, com menor impacto ambiental.

No entanto esta transição não é simples, sendo necessário uma abordagem integrada e uma grande coordenação envolvendo todos os actores de relevo dos estados membros da União Europeia como: governos, consumidores, *utilities*, empresas do sector energético e das *TIC*, centros de investigação e entidades reguladoras. Só assim se pode potenciar o processo de evolução e adaptação das tecnologias às necessidades da rede e dos consumidores, de forma a otimizar o investimento e a aceitação. Para além disso, esta abordagem integradora e unificadora permitirá estabelecer políticas e regulamentação uniformes em toda a Europa, de forma a facilitar a criação de produtos e serviços neste âmbito e estabelecimento de projectos de cooperação multinacionais.

Toda esta complexidade cria a necessidade de estabelecer uma visão partilhada entre os diversos actores e os diversos países da União Europeia, de forma a identificar as áreas prioritárias de intervenção, de investigação e desenvolvimento. Esta visão é completamente compatível com o que foi enunciado anteriormente de forma a reduzir os riscos de investimentos, encorajar o desenvolvimento de protocolos comuns e evitar a criação de tecnologias sem aplicação ou desenquadradas dos desafios reais.

Neste contexto a Comissão Europeia identificou a *Smart Grid* como uma peça fundamental para a rede eléctrica Europeia se tornar sustentável, com baixas emissões de carbono, geração distribuída a partir de fontes renováveis,

veículos eléctricos e que facilite a eficiência do lado da procura. Assim têm vindo a ser lançadas diversas iniciativas e programas de apoio, à escala Europeia, com o objectivo de modernizar a rede eléctrica. Entre 2000 e 2009, cerca de 300 milhões de euros foram gastos nestes projectos, financiados pelos 5º, 6º e 7º Programas Quadro. O financiamento destas actividades de inovação e desenvolvimento tecnológico irão certamente continuar a ocorrer até 2020[86]. Têm também sido promovidos programas nacionais e regionais relacionados com a *Smart Grid*, a ocorrer em todos os estados membros, segundo a mesma estratégia de desenvolvimento e objectivos. É interessante que grande parte destes desenvolvimentos e estratégias definidas pela Comissão Europeia são sempre orientados pela indústria, que contribui essencialmente com a sua experiência comercial e técnica.

De forma a potenciar a evolução da *Smart Grid* e criar uma visão comum para todos os *players* europeus, foi criada em 2005 uma plataforma tecnológica europeia exclusivamente dedicada a este tema, a *European Technology Platform for Electricity Networks of the Future - ETP SmartGrids* [87]. Esta plataforma envolve actores fundamentais nesta área, com especial foco na indústria, centros de investigação, órgãos reguladores e operadores energéticos, envolvendo desta forma os principais intervenientes na criação de objectivos e definição de uma estratégia concreta que potências todos os benefícios e evolução da *Smart Grid* na Europa. A Comissão Europeia comunica directamente com esta plataforma de forma a definir os temas dos projectos que poderão ter acesso a financiamento Europeu, de forma a assegurar o investimento necessário para actividades de investigação e desenvolvimento. O grande objectivo para a Plataforma Tecnológica Europeia para *Smart Grid* é assegurar a cooperação e investimento na investigação coordenada nesta área, identificando desafios económicos tecnológicos e sociais que derivam da evolução da *Smart Grid*. Assim esta plataforma pretende trazer coerência entre todos os actores Europeus, assegurando uma resposta eficaz a todos os desafios e oportunidades.

Em 2010 foi também criada a *European Electricity Grids Initiative - EEGI* [88], de forma a acelerar o desenvolvimento e implementação das tecnologias da *Smart Grid* com vista aos objectivos de 2020. Esta plataforma tem um grande foco na inovação a nível de sistemas, com especial atenção para a integração da tecnologia e implementação de modelos de negócios através de acções de demonstração e estabelecimento de pilotos em ambiente real. Assim a sua actividade evita a duplicação de esforços, criando um plano concreto de implementação e vadição de resultados. Esta iniciativa tem a participação da *ETP Smart Grids*

A Comissão Europeia tem vindo a analisar a criação de outros mecanismos de apoio como Fundos Estruturais, empréstimos e garantias para apoiar a implementação destas tecnologias [84]. Estas iniciativas e incentivos pretendem acelerar o desenvolvimento da *Smart Grid* na Europa. No entanto, até agora, o apoio Governamental na sua implementação tem sido limitado, sobretudo a nível de incentivos financeiros, quando comparado com outros países como a China e os Estados Unidos da América.

A necessidade de renovar a rede eléctrica Europeia, equilibrar a oferta e procura de energia eléctrica, integrar fontes renováveis, intermitentes e distribuídas de energia eléctrica e criar um mercado de energia eléctrica trans-Europeu, torna-se assim em prioridades para projectos de investigação e desenvolvimento da União Europeia. Assim é possível estimular a criação de inovação e tec-

nologia de forma a integrar a tecnologia Europeia. Isto trará vantagens para o desenvolvimento e implementação da *Smart Grid* na União Europeia como também trará vantagens competitivas para as empresas Europeias.



Figura 3.14: Principais características da *Smart Grid*.

Neste sentido a Comissão Europeia tem-se esforçado para que a rede eléctrica Europeia em 2020 tenha características como:

- *Flexibilidade*: Colmatar as necessidades dos utilizadores enquanto que ao mesmo tempo responde às modificações e desafios
- *Acessibilidade*: Garantir o acesso à rede por todos os utilizadores e sistemas de geração energética com baixas emissões de carbono
- *Fiabilidade*: Assegurar e melhorar a segurança e qualidade do abastecimento, consistentes com as novas exigências das populações na era digital
- *Inovação*: Fornecer propostas de valor acrescentado e inovação sobretudo no ramo da gestão e eficiência energética.

Para ser possível levar a cabo todas estas mudanças são precisos investimentos constantes em toda a rede eléctrica, já que este processo é longo e dependerá de outros sectores com forte dependências energéticas. Será assim fundamental preparar a rede e os consumidores para eliminar os processos ineficientes, quer a nível de geração, transmissão e distribuição, quer a nível de consumo, e assim tornar possível o equilíbrio entre a procura e a oferta de energia eléctrica num mercado a transitar para fontes de energia renováveis e intermitentes.

É neste contexto que sistemas de gestão energética, *smart meters*, controlos electrónicos e as tecnologias modernas de comunicação, ganham relevância já que permitirão manter os operadores da rede de energia eléctrica em permanente contacto com os consumidores e com informação em tempo real do estado dos pontos de acesso à rede e sistemas implementados. Há assim um estreitamento da relação entre os consumidores e os fornecedores de energia eléctrica, levando à criação de serviços feitos à medida das necessidades dos consumidores, melhorando a eficiência de toda a cadeia de fornecimento.

Estes sistemas de monitorização permitirão assim fazer uma gestão dos congestionamentos na rede de transmissão de modo a melhorar a sua segurança e fiabilidade. É importante enfatizar o papel das *TIC* em todo este processo, já que permitem a construção de todos estes sistemas. Esta abordagem torna-se particularmente interessante já que permite aos consumidores terem uma atitude mais pró-activa perante a energia e o seu fornecedor, levando a que sejam mais exigentes nos serviços que lhes são fornecidos. Para além disto, a liberalização do mercado permitirá uma competição mais ágil entre as empresas do sector energético, da qual os consumidores irão beneficiar com preços mais baixos e serviços cada vez mais competitivos.

Esta entrada de novas empresas no mercado da energia permitirá reforçar a fiabilidade da rede de energia eléctrica. A *Smart Grid* servirá assim de matriz para a criação de serviços e produtos de valor acrescentado para os consumidores, estimulando desta forma a competitividade das empresas europeias.

Outro factor muito importante para a implementação da *Smart Grid* à escala Europeia, será a normalização da regulamentação, protocolos e mercados, de forma a criar sistemas que possam ser implementadas de forma rápida, com baixo custo, e que assegurem a escalabilidade e modularidade das soluções em toda a Europa, de forma a que não haja discriminação de algum tipo, levantando barreiras de acesso ao mercado.

Existe assim uma forte necessidade de desenvolvimento de *standards* Europeus para promover a interoperabilidade entre os diversos dispositivos de gestão energética, de forma a assegurar a comunicação segura entre diferentes sistemas, para que a informação flua de forma simples, flexível e eficaz. A definição destes *standards* é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias integrada ao nível da União Europeia, potenciando assim a implementação da *Smart Grid*.

A cooperação construtiva dentro da União Europeia permite traçar uma estratégia comum, de forma a construir a base de um Mercado Energético Europeu.

No entanto existem ainda alguns condicionantes que irão afectar a aceitação das tecnologias da *Smart Grid*, como é o caso dos mecanismos, tecnológicos e legais, que assegurem a privacidade dos consumidores e empresas. Neste sentido é necessário criar legislação adequada em toda a Europa, de forma a garantir a segurança e ao mesmo tempo interoperabilidade dos sistemas.

Em todo este desenvolvimento será importante juntar os diferentes actores, sobretudo as empresas energéticas e as empresas no ramo das *TIC*, de forma a avaliar a construção de uma rede de informação e comunicação segura e flexível para o ramo das *Smart Grid*.

Outro exemplo específico da necessidade de criar *standards* prende-se com a criação de carregadores de veículos eléctricos, para que os utilizadores possam ter o mesmo tipo de carregador para diferentes veículos assegurando sempre que podem ser usados em toda a Europa. Os operadores da rede eléctrica são cons-

tantemente confrontados com aumento das dificuldades em equilibrar a procura e a oferta de energia eléctrica, devido ao aumento da procura e à introdução de fontes de energia variáveis que aumentam a incerteza e complexidade ao fornecimento de energia eléctrica. A implementação da *Smart Grid* permitirá a criação de mecanismos de *demand-response*, extremamente importantes para o equilíbrio entre a geração de energia eléctrica e a procura, e redução dos picos de consumo, através de tarifas dinâmicas que contribuem para a alteração dos comportamentos dos utilizadores. Esta regulamentação deve também incentivar as empresas do sector energético a aumentarem as suas receitas não através do aumento de vendas, mas sim através do aumento da eficiência, por exemplo através da redução do pico de consumo de electricidade.

O pico de consumo de electricidade define a capacidade de geração, transmissão e distribuição do sistema eléctrico, servindo por isso de importante métrica para analisar a estrutura actual e futura da rede eléctrica e consequentemente as suas necessidades, sendo o valor máximo de procura de energia eléctrica num determinado intervalo de tempo. O consumo de energia eléctrica varia ao longo do dia e do ano, sendo que todos os sistemas da rede eléctrica (distribuição, transmissão e geração) têm de ter a capacidade de providenciar toda a energia necessária para as necessidades ao longo do ano. Desta forma, toda a infra-estrutura da rede eléctrica é subutilizada fora das horas de pico de consumo. Neste sentido os sistemas de *demand-response*, sensíveis à flutuação dos preços e informação de consumos e geração, permitirão uma melhor gestão energética por parte do utilizadores e das *utilities*. Estes sistemas são também fundamentais para a implementação de fontes de energia renováveis, já que permitirão um controlo alargado da gestão da procura face às flutuações da oferta, assim como influenciarão o modo como os diferentes *stakeholders* negociam a energia num único mercado Europeu. É preciso ter em conta que os mecanismos de *demand response* não irão reduzir a procura de energia eléctrica, mas sim trocar os consumos das horas de pico para as horas fora de pico, reduzindo assim os custos e sobrecarga da rede. Este conceito torna-se bastante interessante já que uma redução na procura pode ser considerada como um aumento virtual da capacidade de geração. Desta forma, abrirão novas oportunidades para empresas de serviços energéticos, que serão responsáveis pela gestão deste tipo de geração indirecta de energia eléctrica. Este tipo de modelo de negócio poderá ter um grande impacto se forem estendidos à indústria, aos serviços e às residências, podendo gerir de forma muito mais integrada os fluxos energéticos, equilibrando a procura e a oferta de energia eléctrica de forma eficiente, não só para reduzir consumos como também custos de operação, quer para os utilizadores quer para a rede.

Como também já foi referido anteriormente a proliferação de veículos eléctricos no mercado, provocará um aumento da procura de energia eléctrica, que terá de ser gerida de forma estratégica minimizando o impacto na rede e no pico de consumo. Ao longo do tempo prevê-se que a *Smart Grid* seja adaptada de forma a permitir que os veículos eléctricos sirvam como dispositivos de armazenamento de energia eléctrica, auxiliando a rede eléctrica nas horas de maior consumo. A gestão dos veículos eléctricos terá que ser muito bem planeada, já que eles podem consumir como abastecer a rede eléctrica. Este potencial de armazenamento dependerá muito da implementação da *Smart Grid* e das tecnologias e mecanismos a ela associadas para a gestão da rede, como é o caso dos mecanismos de *demand response*. Mais uma vez, as tarifas dinâmicas irão

desempenhar aqui um papel fundamental de encorajamento de carga e descarga de e para a rede dos veículos eléctricos de forma a reduzir o pico de consumo e auxiliar a rede, retirando muita pressão da infra-estrutura.

A implementação da *Smart Grid* permitirá assim a penetração de fontes de energia variável, como é o caso da maioria das energias renováveis, através do aumento da flexibilidade do sistema através de mecanismos de gestão da geração, armazenamento e mecanismos de *demand response*.

A regulamentação, políticas de incentivo e definição de *standards* a nível Europeu irá facilitar o desenvolvimento e inovação por parte de empresas mais pequenas mas com um grande potencial. Sem uma base aberta e democratizada, como é a *Smart Grid*, a inovação é limitada pelo *lobby* e pelos grandes *players* de mercado, reduzindo assim o potencial de evolução e competitividade da indústria. Assim a própria implementação da *Smart Grid* trará não só vantagens a nível dos serviços fornecidos aos clientes e sustentabilidade do sistema energético como também permitirá a criação de uma matriz para mais empresas criarem novos produtos e serviços. Desta forma a liberalização do mercado da energia eléctrica terá um impacto extremamente importante, já que afectará o modo de operação das empresas, tanto a nível de desenvolvimento de negócios como até mesmo a nível de prioridades de desenvolvimento. Também para os consumidores esta mudança de paradigma traz grande vantagens, já que por um lado passam a poder escolher livremente o seu fornecedor de energia, e por outro a competição num mercado liberalizado cria condições favoráveis para o aumento da eficiência e qualidade dos serviços. Assim o desenvolvimento da *Smart Grid* num mercado energético competitivo, irá criar as condições necessárias de forma a encorajar os consumidores a modificarem os seus comportamentos, e tomarem um papel activo na gestão energética. Este papel será fundamental para que as estratégias baseadas na eficiência dos consumos se tornem uma realidade no mercado. A implementação da *Smart Grid* e o seu sucesso não se baseia apenas no progresso tecnológico, tendo de haver um desenvolvimento paralelo a nível comercial, político e regulamentar, de forma a garantir coerência entre todos os elementos, e a sua integração.

Existe portanto uma grande necessidade de fazer projectos piloto, não só para validação técnica, mas também para testar a resposta dos utilizadores e começar a integrar no seu dia a dia as tecnologias desenvolvidas, tendo estes projectos uma forte componente educativa. Desta forma é possível recolher conhecimento para melhorar as soluções e adequá-las às necessidades reais dos utilizadores. Este tipo de mecanismos será muito útil também para a validação e definição de modelos de negócio, permitindo às empresas energéticas fazer testes de pequena escala antes de grandes investimentos, de forma a validar os desenvolvimentos efectuados.

Espera-se que a *Smart Grid* não só permitam poupanças energéticas como crie uma nova infra-estrutura para novos serviços e produtos que consequentemente são responsáveis por novos postos de trabalho e um crescimento económico sustentável para a União Europeia, com possibilidade de ser replicado no exterior e em outras áreas da *Smart City*.

Os benefícios da implementação da *Smart Grid* são muitos, abrindo muitas possibilidades para os consumidores gerirem os seus consumos em tempo real. Esta capacidade em coordenação com os fornecedores de energia poderá criar oportunidades e incentivos para uma maior eficiência da rede eléctrica Europeia. Desta forma, com esta gestão quase individual de cada consumidor é possível

a rede tornar-se mais segura e com energia mais barata, já que os custos de operação diminuem. A *Smart Grid* é assim essencial para garantir uma rede de energia eléctrica livre de emissões de carbono prejudiciais ao ambiente, permitindo a integração de diversas fontes de energia renováveis e veículos eléctricos, mantendo também a disponibilidade para as fontes convencionais de geração de energia eléctrica.

Todo este ecossistema dinâmico permitirá aumentar a competição no mercado energético e incentivar reduções nas emissões de gases de efeito de estufa e criar uma oportunidade para o crescimento económico.

A *Smart Grid* dá uma importante contribuição para a estratégia de sustentabilidade e crescimento da União Europeia, quer a nível energético, ambiental e económico. Não existe apenas uma solução para todos estes problemas, mas sim uma aposta integrada na implementação da *Smart Grid* e todas as tecnologias, políticas e regulamentação a ela ligadas.

As *Smart Grids* caracterizar-se-á assim por:

- Facilitar a participação informada dos consumidores
- Acomodar um grande conjunto de soluções distribuídas de geração e armazenamento de energia
- Permite a integração de novos produtos, serviços e mercados
- Aumento da qualidade dos serviços e fornecimento de energia
- Aumentar a eficiência das operações e consumo
- Flexibilidade e robustez para lidar com distúrbios, anomalias e desastres naturais.

### 3.5 As tarifas da electricidade

Os preços da electricidade e níveis de consumo têm particular importância na competitividade de um país no mercado internacional, já que têm um impacto significativo nos custos de operação de uma empresa e no nível de vida dos cidadãos, havendo um espectro amplo nos preços da electricidade praticados pelos diferentes países. Em contraste os combustíveis fósseis são habitualmente transaccionados em mercados globais com preços relativamente uniformes, Os preços da electricidade e a potência eléctrica disponível num determinado país onde o mercado seja regulado, são determinadas pela *utilities* e pelas organizações governamentais que fazem a sua fiscalização. No entanto nos mercados liberalizados, os preços variam consoante os fornecedores de energia e são determinados por factores de mercado como:

- Condições de procura e oferta
- Crescimento e estrutura económica
- Diversificação das fontes de importação
- Custos de manutenção da rede
- Protecção ambiental

- Condições atmosféricas
- Taxas aplicadas pelos governos consoante as suas políticas energéticas individuais.

Neste contexto torna-se fácil compreender a sensibilidade dos preços da energia eléctrica à realidade económica de um país e como esta é considerada uma factor de competitividade internacional. Os preços que as empresas de fornecimento de energia eléctrica cobram aos seus clientes, depende também do tipo de consumidor, contracto. Na generalidade dos países da União Europeia o preço da electricidade no sector residencial aumentou entre 2010 e 2011, tendo apenas diminuído em dois países e manteve-se inalterado em três países. Em média, esta subida de preço esteve na ordem dos 6,9% [89]. Ao longo dos últimos anos tem-se registado um aumento quase constante do preço na energia, tendo sido mais expressivos na Letónia (28%) e no Chipre (19%), enquanto que o Luxemburgo foi o único país onde os preços da electricidade caíram, cerca de 5%. Para os consumidores residenciais, durante o segundo semestre de 2011 a electricidade foi mais cara na Dinamarca, Alemanha e Chipre, enquanto que os preços mais baixos foram registados na Bulgária, Estonia e Roménia. Os preços na Dinamarca é 3 vezes superior ao praticado na Bulgária. O preço médio na União Europeia foi de 0,184 € para residências, com um consumo médio anual de electricidade que varia entre os 2500 e os 5000 kWh. Todos os dados presentes na figura 3.15, para o preço da electricidade no sector doméstico, incluem taxas e impostos. Como podemos ver pela figura 3.16, o preço das energia no sector industrial é substancialmente inferior que no sector doméstico. Na generalidade este facto verifica-se já que é mais caro fornecer energia a clientes domésticos que industriais.

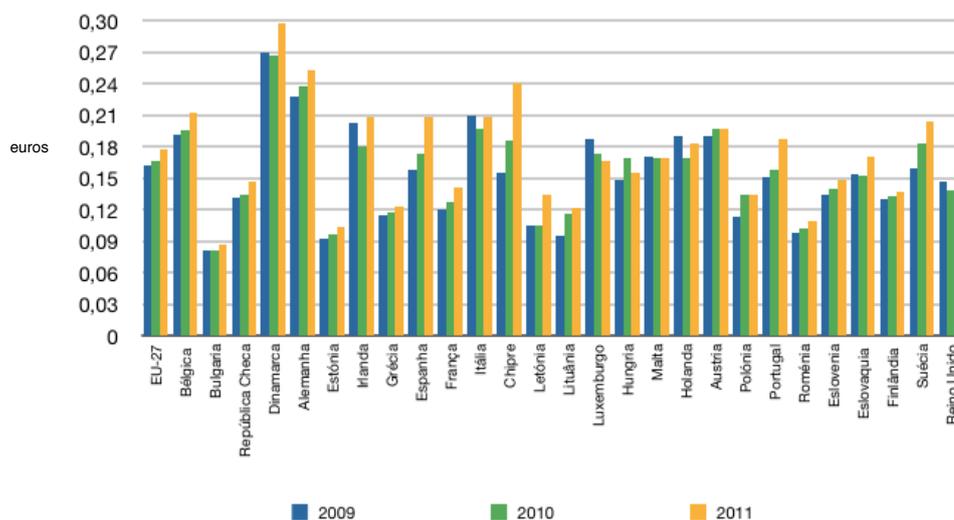


Figura 3.15: Preço médio (€) da energia eléctrica por kWh na Europa entre 2009 e 2011, para consumo doméstico anual de cerca de 2500 a 5000 kWh. [90] [91]

Quando nos referimos a consumidores industriais, falamos de entidades cujos consumos estejam normalmente entre 500 e 2000 MWh. Neste tipo de consumidores os preços foram mais elevados para Chipre, Malta e Itália, apesar das taxas mais elevadas serem na Alemanha, onde atingem 27,3% do preço total, estando o preço média da Europa nos 0,112€/kWh. Na maioria dos países da União Europeia os preços subiram, sendo este aumento mais expressivo no Chipre e na Letónia, enquanto que as descidas mais acentuadas se deram na Holanda (9%), Eslovénia (4%) e Dinamarca (4%). Apesar de um aumento generalizado dos preços, vemos que não é tão acentuado como no sector residencial. Esta tendência pode ser vista na figura 3.16.

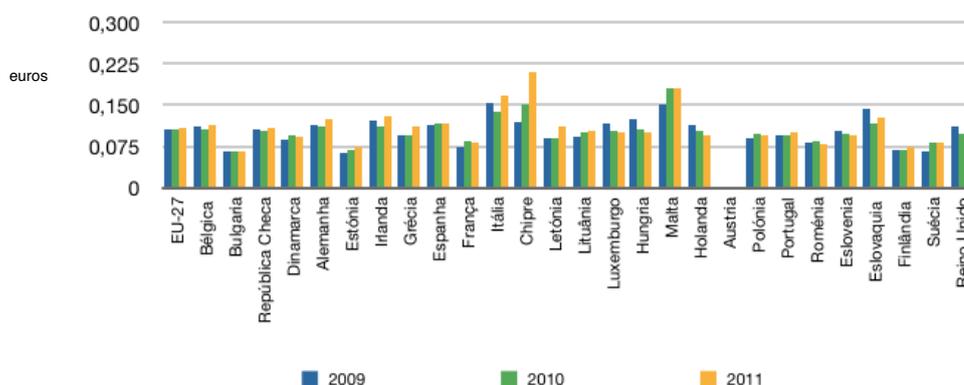


Figura 3.16: Preços (€) por kWh para consumo industrial anual entre 500MWh e 2.000MWh, não inclui IVA. [92]

Na generalidade, a União Europeia tem vindo a actuar de forma a desenvolver uma política energética única e assim cumprir os objectivos estabelecidos na agenda estratégica para a energia. Uma das principais ferramentas para os países atingirem os objectivos delineados no Livro Verde [44] é precisamente a aplicação de taxas ao sector energético. Assim um aumento relativo da taxa de um produto pode encorajar a poupança deste recurso ou a mudança para outro com taxas mais reduzidas. Muitas vezes as taxas aplicadas à energia servem também para garantir um melhor financiamento dos estados em tempo de crise. Para termos noção da magnitude deste tipo de taxas, em média, cerca de 6,41% das entradas em impostos de cada país da União Europeia é devido a taxas relacionadas com a energia [93]. Neste sentido, em 2003 a Comissão Europeia estabeleceu uma taxa mínima para os produtos energéticos e electricidade de modo a:

- Reduzir as distorções que existem hoje em dia na competitividade dos sectores energéticos dos diferentes estados que resultam das taxas divergentes aplicadas;
- Reduzir as distorções entre diferentes tipos de fontes energéticas que não estão sujeitas a taxas;
- Aumentar os incentivos para um uso eficiente da energia, reduzindo as dependências da importação de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>;

- Oferecer às empresas incentivos fiscais de modo a reduzirem as suas emissões de gases de efeito de estufa.

Existem já, em todos os estados membros da União Europeia, impostos sobre a energia, que em certa medida estão harmonizados.

Sem entrar em detalhes no estudo dos regimes de preços aplicados a cada país, devemos ter presente que os preços da energia nem sempre refletem os custos associados, mas sim diferentes ambientes competitivos, políticas de eficiência energética e os diferentes graus de liberalização dos mercados. No futuro esta discussão poderá ser muito pertinente para a aplicação dos sistemas de *Demand Response* [94].

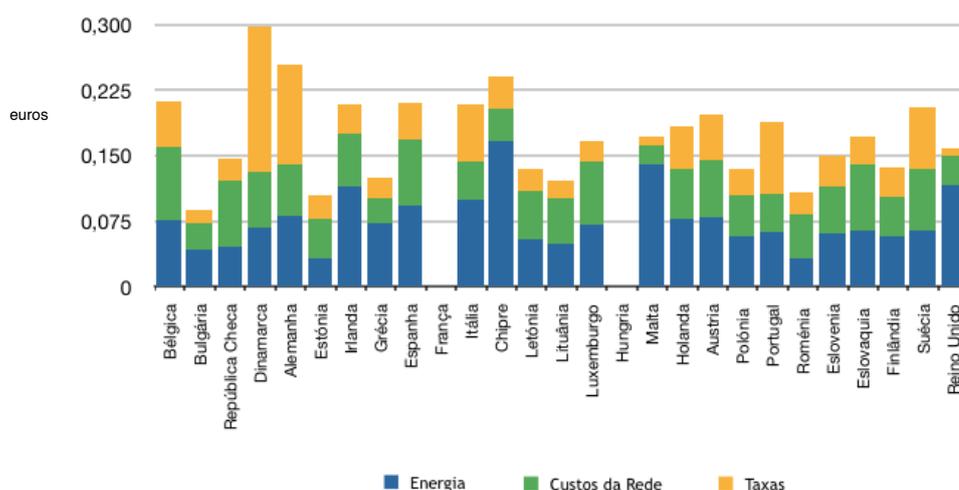


Figura 3.17: Preços (€) da energia eléctrica para o sector residencial e respectivos níveis de taxaço, em toda a União Europeia (2011) [92]

Na figura 3.17 podemos ver a disparidade de preços e taxas relativos à energia eléctrica, que são praticadas em toda a União Europeia, onde cada país aplica as suas taxas e preços consoante as suas políticas energéticas. Cada Estado-Membro é assim livre de decidir que disposições fiscais aplicará para pôr em prática o quadro comunitário de tributação dos produtos energéticos e da electricidade, de forma a contribuir para a reestruturação e modernização do sistema, incentivando comportamentos conducentes a uma maior protecção do ambiente. No Reino Unido é onde se registam as taxas mais baixas, cerca de 4,7%, que é explicado por um imposto de valor acrescentado (*VAT*) baixo. As taxas mais altas são cobradas na Dinamarca, onde cerca de 56% do preço total é relativo a taxas e outros impostos.

Estas diferenças tendem a reflectir as prioridades dos governos e entidades reguladoras. Por exemplo, na Dinamarca, as elevadas taxas estão directamente relacionadas com a implementação e políticas de encorajamento da eficiência energética. Isto deve-se sobretudo a grande parte da energia ser produzida a partir de combustíveis fósseis estando por isso sujeita a taxas ambientais por parte do Governo, sendo uma tentativa de promover comportamentos mais eficientes pelo consumidor. Um dado interessante sobre a Dinamarca, é que neste

momento possui o menor consumo de energia relativamente ao seu Produto Interno Bruto, em grande parte devido às políticas de eficiência energética implementadas pelo seu governo. No extremo oposto temos o Reino Unido, onde as taxas são inexistentes, havendo apenas uma pequena porção do IVA, muito baixo, o que é uma medida para tornar a energia acessível a todos os consumidores, particularmente aqueles com rendimentos mais baixos. Em Portugal, houve um aumento das taxas relativas à energia eléctrica por parte do governo, como medida de combate à crise económica e aos gastos energéticos.

Na Alemanha as taxas aplicadas ao sistema eléctrico sofreram uma grande reestruturação, também a pensar na eficiência energética, onde as principais medidas foram a redução dos benefícios fiscais e da isenção de taxas. Anteriormente todas as empresas produtoras de energia, poderiam ter isenção nas taxas de venda de energia, coisa que actualmente foi eliminada, sendo necessário concorrer a programas estatais para obter este benefício fiscal. O facto de o programa nuclear para fins civis estar a ser desactivado, provoca também uma grande necessidade de proceder a reestruturações no mercado energético alemão e a realização de grandes investimento na rede de distribuição, geração e transmissão de energia eléctrica, provocando aumentos significativos nos preços da energia, sobretudo no sector doméstico.

Esta informação com os preços desagregados permite-nos assim ver os custos de produção de electricidade, e depois todos os encargos adicionais que são mostrados aos utilizadores, como os custos de distribuição e transmissão por um lado, e as contribuições taxativas. Podemos ver que o custo de produção é mais elevado no Reino Unido, Malta e Chipre, muito devido à sua dependência energética do exterior. Enquanto que os custos da rede são relativamente elevados na Roménia e na República Checa, onde as redes de transmissão e distribuição estão subdesenvolvidas.

A liberalização dos principais mercados energéticos Europeus, tem levado a aumentos significativos nas dinâmicas de concorrência entre os diversos operadores, já que o consumidor não procura apenas o melhor preço, como também a melhor maneira de poupar e de monitorizar os seus gastos. Estes factores têm como resultado a diminuição das margens de lucro o que obriga os operadores a encontrar novos modelos de negócio, equipamentos e novas estratégias de diferenciação e eficiência dos processos. Uma das tendências actuais consiste nos operadores energéticos, para além dos serviços tradicionais, providenciam serviços de poupança energética e de redução nas facturas dos consumidores com recurso às *TIC*. Os operadores vendem assim não só energia como também informação e formação. Este novo paradigma para o mercado energético fez disparar a procura de soluções de gestão energética nos últimos anos, de forma a permitir às empresas do sector energético monitorizar os seus processos, e oferecer aos seus clientes serviços e produtos de valor acrescentado.

## Capítulo 4

# Tecnologias de gestão energética

Neste capítulo é feita uma breve análise do mercado dos sistemas de gestão energética em ambiente residencial e as tendências futuras.

A liberalização dos mercados da energia eléctrica na Europa, criou condições para o aparecimento de novas oportunidades, produtos, serviços e modelos de negócio para o sistema de geração, distribuição e transmissão de energia eléctrica.

Esta mudança de paradigma permite a criação de novos produtos e serviços, no domínio da eficiência e gestão energética, por empresas na área das *TIC*. Este mercado encontra-se ainda em fase de crescimento tendo de percorrer um grande caminho até atingir o seu grande potencial de expansão e implementação. No entanto já existe uma oferta variada à disposição do consumidor final.

Os aparelhos de gestão, monitorização e controlo, de consumos e geração de energia permitem aos utilizadores, em ambiente doméstico, comercial ou industrial, terem acesso a informação em tempo real do seu consumo e geração de energia, podendo desta forma actuar em conformidade com esses dados.

Actualmente, as empresas que trabalham nestas áreas estão a ter um papel fundamental no desenvolvimento de projectos de eficiência energética aplicados em ambiente doméstico, indústria, serviços e transportes.

Torna-se importante perceber o tipo de soluções que hoje em dia existem no mercado, o que cada uma oferece, as suas capacidades e potencialidades. No âmbito desta tese iremos dar especial atenção aos sistemas domésticos de gestão de energia eléctrica.

### 4.1 Sistema doméstico de gestão energética

Os sistemas domésticos de gestão energética, baseados nas *TIC*, são instalados de forma a controlar e monitorizar os consumos energéticos.

Estes sistemas são assim desenhados de forma a potenciar a poupança energética e a redução de custos de operação e manutenção das habitações. Para além da gestão da energia, estes sistemas muitas vezes integram a monitorização e controlo de outros parâmetros directamente correlacionados com os consumos energéticos, como a temperatura, humidade, água e qualidade do ar. Hoje em

dia os sistemas de gestão energética têm um objectivo comum, otimizar o uso da energia no local da sua implementação. A arquitectura geral e mais simplificada de um sistema deste tipo pode ser descrita como na figura 4.1.



Figura 4.1: Arquitectura simplificada de um sistema doméstico de gestão de energética

Geralmente as soluções de monitorização energética em ambiente doméstico permitem na monitorizar e controlar cinco variáveis para a análise da performance energética de uma casa:

- Electricidade
- Aquecimento e ar-condicionado
- Abastecimento e aquecimento de água
- Temperatura, qualidade do ar e humidade
- Abastecimento de gás

Esta informação é depois transmitida aos utilizadores a partir de alarmes, medidas numéricas, gráficos ou informações de estado, sendo que o grau de especificação da informação é escolhido pelo próprio utilizador.

Já a implementação destes sistemas na gestão e eficiência dos consumos de energia eléctrica em ambiente doméstico, pretende providenciar informações aos utilizadores tais como:

- Dados pormenorizados de consumo de electricidade
- Recomendações e dicas para comportamentos mais eficientes
- Informação e controlo das fontes de energia utilizada
- Interface com os fornecedores de energia eléctrica.

Actualmente as soluções de gestão doméstica de energia eléctrica possuem três categorias básicas: dispositivos de controlo, interfaces e tecnologias de suporte. Os dispositivos de controlo permitem ao utilizador gerir as aplicações domésticas e consequentemente os consumos de energia eléctrica. Os interfaces fornecem aos consumidores uma plataforma de visualização de informações. Estes interfaces podem ser por exemplo *displays*, aplicações de telemóvel, ou *software* computacional. As tecnologias de suporte consistem essencialmente em

sistemas que permitem a aquisição, tratamento e comunicação da informação, como sensores, hardware e protocolos de comunicação. Hoje em dia estamos a verificar uma grande expansão de sistemas de comunicação baseados em dispositivos e sensores que comunicam por protocolos *wireless*, como é o caso do *Zigbee*.

Assim a integração de todos estes componentes e a sua fiabilidade é fundamental para o bom funcionamento e interacção dos sistemas de gestão de energia eléctrica com o utilizador.

Existem assim um conjunto de características fundamentais, para que as soluções de gestão de energia eléctrica em ambiente doméstico se tornem competitivas e adequadas ao mercado. Segundo *Saima Aman, et al.* [95], existem oito requisitos fundamentais de forma a integrar as soluções de gestão energética nas actividades diárias do utilizador residencial:

- Monitorização: disponibilização em tempo real de dados de consumo energéticos
- Desagregação: disponibilização em tempo real de dados do consumo energético de diferentes aplicações
- Disponibilidade e acessibilidade: acesso fácil à informação através de interfaces intuitivos e multiplataforma
- Integração da informação: Leitura fácil dos dados por parte do consumidor. Os dados de diferentes parâmetros devem ser apresentados de forma normalizada e integrada
- Suporte: os sistemas devem ser fáceis de instalar, com uma configuração e manutenção simples para o utilizador. Deve também consumir pouca energia durante a sua operação
- Controlo: controlo remoto e automático de aplicações é uma das características fundamentais para um eficaz planeamento e gestão remota de energia.
- Segurança e privacidade: por estarmos a falar acerca da transmissão de dados e comandos de controlo em ambiente doméstico, as soluções devem sempre dar grande foco à segurança do sistema de modo a minimizar a hipótese de entradas não autorizadas no sistema
- Inteligência e análise: os sistemas devem ter as ferramentas necessárias de aprendizagem de forma a ajudar o consumidor a tomar decisões informadas num curto intervalo de tempo potenciando práticas mais eficientes.

O mercado da gestão doméstica de energia eléctrica tem vindo a evoluir muito nos últimos anos, indo cada vez mais ao encontro das características anteriormente definidas. Actualmente, cada vez mais empresas apostam em criar soluções para o mercado residencial, não só pelo seu potencial de poupança como também dimensão.

Desta forma torna-se importante fazer um levantamento das soluções que existem actualmente no mercado, e a forma como poderão vir a evoluir ao longo dos próximos anos.

## 4.2 Soluções de gestão de energia eléctrica

### The Energy Detective

Esta empresa possui dois tipos de soluções, a *TED Pro Series*, especialmente desenhada para ambiente comercial e empresarial, e a *TED 5000 Series*, desenhada para ambiente residencial [96]. A solução base para ambiente residencial é constituída pela *MTU - Measuring Transmitting Unit* e pelo *EEC - Energy Control Center* e um *display LCD*. O modelo que eles usam actualmente é *Business to Consumer - B2C*. Esta solução permite a monitorização do consumo e custos de energia eléctrica em tempo real, com uma precisão de 2%. O interface utilizado pode ser o computador, usando um conector, *Gateway Ethernet -ECC*, e o software *TED Footprints*, disponível para Windows, Mac e Linux. Também é possível ligar o *ECC* ao router sem fios e aceder aos dados em tempo real em qualquer computador ou dispositivo móvel com acesso à internet. Apesar deste software dedicado, é possível comprar apenas o equipamento e integrar os dados numa plataforma de um outro fabricante. A comunicação entre a *MTU* e a *EEC* dá-se por *Ethernet* ou *PLC*. Apesar de não possuírem uma solução específica de *submetering* os equipamentos da *TED* permitem a integração de uma grande variedade de dispositivos existentes no mercado.

Segundo um estudo feito em 2011, onde foram comparadas várias soluções de monitorização de energia em ambiente doméstico disponíveis no mercado [97], a *TED 5000 Series* era aquele que tinha um melhor desempenho e maior precisão.

### Current Cost

A inglesa *Current Cost* possui diversas soluções de monitorização energética para ambiente doméstico. A sua segunda geração de sistema de monitorização energética para ambiente doméstico, o *Envi*, permite a monitorização do consumo total de energia eléctrica, assim como monitorização de aplicações individuais. No entanto, a solução *standard* que possui apenas o *display LCD* e o *pinça* com o transmissor, que comunica por radio frequência (433Mhz) permite apenas a monitorização geral dos consumos de energia eléctrica. Para a monitorização remota a partir do acesso à internet, é necessário adquirir ainda o *NetSmart*, £29,95, que permite enviar dados em tempo real para aplicações compatíveis com esta solução. Esta é também a única forma de criar uma base de dados histórica mais extensa que os trinta dias da solução *Standard*. No entanto a *Current Cost* está neste momento a desenvolver software próprio para este fim [98].

### Intelligent Sensing Anywhere

A solução desta empresa portuguesa é o *Cloogy*, que tal como as soluções anteriormente apresentadas, permite a monitorização de energia eléctrica em ambiente residencial ou comercial. Esta solução é *end to end* tal como a solução da *TED*, mas ao contrário desta, o software de visualização vem incluído na solução. Para além da visualização de dados o software do *Cloogy* permite também actuar sobre os equipamentos eléctricos, agendar funcionamentos, criar relatórios com os consumos horários, diários, semanais, mensais e anuais, analisar a potência contratada para perceber se é a adequada e permite ainda estabelecer objectivos de poupança. O pacote mais simples do *Cloogy* é constituído por o *pinça*, transmissor, concentrador, tomada inteligente e dois anos gratuitos de utilização do software de monitorização remota com versões para browser,

tablet e telemóvel. A comunicação entre as tomadas inteligentes, o transmissor e o concentrador dá-se por *Zigbee*, tendo este último um interface *ethernet* para comunicar os dados para a internet. No que toca à integração com outros dispositivos de outros fabricantes este processo não é ainda possível para o cliente final, no entanto no futuro será possível realizar através de *Zigbee*. Uma clara desvantagem desta solução, é o facto de ser necessário o acesso à internet para a visualização dos dados, mesmo no local.

### **Efergy**

A solução para o mercado residencial desta empresa inglesa é o monitor de energia *E2 2.0*. Esta solução é constituída pelo *pinça*, o *display* e o software de gestão energética - *elink*. Para descarregar os dados para o computador é necessário a ligação do *display* por *USB* ao computador. Ao serem descarregados os dados para o computador o software permite criar uma base de dados histórica completa e analisar os dados gráficamente. Caso o utilizador queira visualizar os dados remotamente e em tempo real através da internet, é necessário comprar o *engage hub kit*, que não inclui o *display* e tem um custo de 74,86 €. Esta solução possui um concentrador que liga por *ethernet* ao router doméstico e descarrega automaticamente os dados para a internet, podendo ser visualizados no *elink* ou numa aplicação móvel para iOS e Android.

### **DIY KYOTO**

Esta empresa inglesa possui soluções de monitorização de consumo energético em ambiente residencial e comercial, assim como soluções de monitorização de produção de energia eléctrica a partir de painéis fotovoltaicos. A solução de monitorização energética, *Wattson* inclui um *display*, um transmissor e *pinça*, para ligação ao quadro de energia eléctrica e o seu software de gestão energética *Holmes*. Tal como a solução anterior, de forma a descarregar os dados de consumo energético para o computador é necessário ligar o *display* por *USB*. Existe uma solução que permite a monitorização remota, *Wattson Professional*, no entanto não é desenhada para ambiente doméstico. Nota-se claramente que a grande aposta desta empresa está na gestão de energia produzida em ambiente doméstico por painéis fotovoltaico, quer para a produção de electricidade quer para o aquecimento de água, já que grande parte das suas ferramentas de controlo e monitorização estão apenas direccionadas para este mercado.

### **AlertMe**

A sua solução, *Smart Energy*, permite a visualização dos consumos de electricidade em ambiente doméstico em tempo real. Esta solução inclui um concentrador, *SmartHub*, que permite enviar os dados adquiridos para a internet, um *pinça* e transmissor, *SmartMeter Reader*, que permite a leitura directa do quadro de electricidade, um *display*, *SmartDisplay* e ainda software de gestão energética. Anteriormente o serviço necessitava de uma subscrição anual, no entanto agora tornou-se gratuito. Para além desta solução *standard* é possível comprar tomadas, *SmartPlugs*, que permitem a gestão remota de aplicações individuais, monitorização e controlo, comunicando em tempo real com o sistema através de *Zigbee*.

### **Plugwise**

É uma empresa holandesa que possui um extenso portfolio de soluções de

eficiência energética. A nível doméstico a sua solução *standard*, *Home Basic*, é um pouco diferente das soluções da concorrência, já que utiliza apenas tomadas para monitorização e controlo de aplicações individuais, não possuindo um dispositivo de instalação simples que permita a monitorização do consumo energético de todo o edifício [99]. O *Home Basic* é constituído por 9 tomadas, *Circle*, uma pen USB que estabelece a comunicação entre as tomadas e o computador, por *Zigbee*, e ainda o software de gestão energética, *Plugwise Source*, que permite a monitorização e controlo de aplicações individuais. Possuem ainda diversos aparelhos de monitorização de parâmetros do ar e temperatura, que são também conectados à solução por *Zigbee*. No entanto não é possível integrar componentes de outros fabricantes. A sua oferta está mais focada no sector empresarial e serviços.

Característica	TED	Current Cost	ISA	Efergy	DIY KYOTO	AlertME	Plugwise
Leitura de consumo total	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Leitura de consumo parcial	Sim+	Sim	Sim	Sim	Não	Sim++	Sim
Tecnologia de Leitura	Pinça	Pinça e Power Plug	Pinça e Power Plug	Pinça e Power Plug	Pinça	Pinça e Power Plug	Power Plug
Custo Unitário das tomadas	-	£14,95	49,50€	17,35€	-	£25,00	33,31€
Comunicação (local/remota)	Local++	Local++	Remota	Local++	Local	Remota	Local
Serviços de base de dados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatibilidade com produtos de 3 <sup>os</sup>	Sim: Ethernet, PLC, WiFi, Zigbee, USB e Xbee	Não	Sim, com equipamentos set-top boxes	Não	Não	Não	Não
Interface com o utilizador	Display e Computador	Display	Aplicações móveis, Display e Computador	Aplicações móveis, Display e Computador	Display e Computador	Aplicações móveis, Display e Computador	Computador
Controlo de aplicações individuais	-	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Software Especializado	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Custo típico	\$199,45	£49,95	199,00€	64,39€	111,14€	£49,99	305,00€

Tabela 4.1: Características e oferta de sistemas de gestão energética.

+ Necessidade de adquirir aparelhos de outros fabricantes.

++ Display integrado na power plug, não integrado na solução geral.

+++ Possibilidade de estender para remota na compra de outro aparelho.

Na tabela 4.1 temos um tabela síntese da análise de mercado apresentada anteriormente, com a oferta de cada uma das empresas. Existem muitas outras empresas que trabalham na área da gestão de energia eléctrica em am-

biente doméstico, sendo no Anexo 2 apresentada uma tabela extensa, de onde foram selecionadas as empresas aqui referidas. Neste projecto de tese referenciamos aquelas que pela sua capacidade de inovação, equipamentos ou modelo de negócio são mais relevantes.

De todas as empresas referenciadas nesta tese, vemos que nenhuma cumpre totalmente os requisitos fundamentais discutidos no início desta secção, de modo a otimizar a integração das soluções de gestão energética no dia-a-dia dos utilizadores. As soluções actualmente no mercado focam-se essencialmente em quatro a cinco requisitos que consideram fundamentais, havendo ainda muito espaço para novos desenvolvimentos.

### 4.3 Tendências futuras

Ao longo dos últimos anos, temos vindo a assistir a uma clara e importante evolução no sector da gestão energética, tendo as empresas nesta área vindo a ganhar momento e aumentar a sua oferta, quer em produtos quer em serviços inovadores.

Hoje em dia, o paradigma do mercado energético mudou, e o aparecimento de soluções cada vez mais baratas, sem necessidade de mão de obra especializada para instalação e manutenção dos dispositivos, permite ao consumidor ter um completo controlo e informação acerca dos seus consumos de energia eléctrica, por preços relativamente baixos.

O mercado da gestão doméstica de energia eléctrica continuará a crescer, devido não só ao aumento de tecnologia disponível, e cada vez mais adequada às necessidades, como também devido ao aumento das políticas e campanhas de sensibilização para a adopção de comportamentos eficientes, quer no consumo quer na produção de energia eléctrica.

A diversidade de soluções de gestão energética, sobretudo no ramo da electricidade, transmite o crescimento desta indústria. No entanto, a sua capacidade de penetração no mercado é ainda baixa, devido à desconfiança por parte dos consumidores, e à falta de apoio que existe por parte das *utilities* e instituições estatais.

No entanto existe uma crescente necessidade dos utilizadores, *utilities* e governos de reduzirem os consumos energéticos e usarem a energia de forma inteligente, tomando decisões informadas.

Com a liberalização dos mercados, as *utilities* e outras empresas prestadoras de serviços energéticos terão de procurar aumentar a sua base de clientes e os seus lucros, através da redução de custos e oferta de serviços de maior qualidade, focados no cliente.

Segundo um relatório da CISCO [100] as *utilities* terão não só o interesse, mas também a necessidade em participar activamente na implementação dos sistemas domésticos de gestão energética, já que permitem:

- Implementação de programas de *demand-response* no sector residencial, por exemplo através da criação de programas dinâmicos de tarifas energéticas que variam ao longo do dia, de forma a aliviar os consumos na hora de pico, e motivarem os consumidores a reduzir os consumos em situações críticas. A existência de sistemas de gestão permitirá não só facilitar a implementação deste tipo de mecanismos, como também permite ao uti-

lizador avaliar em tempo real as melhores opções para si, ou automatizar o seu sistema para uma prática mais eficiente.

- Oferta de serviços de valor acrescentado e novos modelos de negócio. Actualmente o teste de conceitos por parte das *utilities* é muito complexo e com altos custos associados, sem garantias de retorno ou implementação. A implementação de sistemas de gestão doméstica permite facilitar estes processos de investigação e desenvolvimento. Assim as empresas de energia poderão diferenciar-se da concorrência e criarem novos modelos de financiamento. Um exemplo é a integração de dados de diferentes *utilities*, permitindo uma gestão integrada e inteligente de todos os recursos energéticos numa residência.

Existe ainda alguma falta de vontade de actuação das *utilities*, quer por interesses de protecção comercial quer pela complexidade que representa ter soluções de oferta de energia mais dinâmicas e complexas. Neste âmbito se justifica bem a importância do projecto *MyEnergy*, que através da simulação dos mercados energéticos pode analisar a resposta dos consumidores. Assim poderemos ter uma rede eléctrica mais inteligente, tomando decisões de forma automática, controlando aplicações doméstica em função dos preços e *feedback* das *utilities*, sem nunca comprometer o conforto do utilizador.

As empresas do sector energético terão um papel fundamental na implementação em massa destes aparelhos, sobretudo através dos seus programas de eficiência energética, podem ajudar estas soluções a escalar, levando a que os custos totais sejam minimizados. Isto actualmente já está a acontecer, no entanto ainda com um carácter muito proteccionista, já que as grandes *utilities* preferem optar por soluções proprietárias, limitando o seu uso, usando políticas que restringem o acesso aos dados dos consumidores. Por outro lado a implementação de sistemas de gestão energética será muito útil na resolução de desafios que são comuns a todo o sector energético, como o envelhecimento da infraestrutura, crescimento constante da procura, aumento das fontes intermitentes de energia, necessidade de melhorar a segurança de fornecimento e claro reduzir a emissão dos gases de efeito de estufa.

Outros fornecedores de serviços energéticos, ESCOs, [101] poderão beneficiar muito com a implementação destes sistemas. Estas empresas necessitam da infraestrutura criada pela implementação destes sistemas e da própria *Smart Grid*, de forma a quebrar importantes barreiras à sua entrada no mercado, tais como os custos elevados do *hardware* de monitorização energética e a dificuldade em criar modelos de negócio viáveis para as ESCOs, podendo desta forma avaliar a performance dos utilizadores, influenciando-os a modificar o seu comportamento e adoptar práticas mais eficientes.

Apesar das grandes vantagens económicas e enorme evolução que se prevê no sector dos sistemas domésticos de gestão energética, existem ainda importantes barreiras a ultrapassar. Em ambiente residencial estas tornam-se ainda mais complexas, sobretudo devido aos investimentos iniciais para a instalação destes sistemas. Esta questão tem sido bastante discutida ao longo de projectos desenvolvidos na *ISA* e no *ISaLL*, já que os consumidores com quem temos vindo a colaborar nos transmitem esta grande preocupação. É extremamente difícil manter um utilizador motivado para aprender a navegar ou instalar os sistemas de gestão de energia e assim realizar poupanças efectivas ao longo do tempo. Por outro lado, o facto de ainda ser difícil integrar diferentes soluções de

diferentes fabricantes, torna a penetração destes sistemas ainda mais complexa. No âmbito do projecto *My Energy*, cujo *abstract* está no Anexo 1, esta foi uma das questões muito discutidas com o departamento de estudos comportamentais da *Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems*, ou seja qual a melhor forma de envolver os consumidores nestes processos, mantendo-os motivados ao longo dos processos de aprendizagem e após a instalação dos sistemas, de forma a atingir poupanças a longo prazo. É preciso ainda salientar que o *MyEnergy* irá usar uma forma bastante inovadora para essa motivação e envolvimento dos consumidores, propondo a criação do mercado virtual de energia, que, para o consumidor, irá funcionar como o mercado de energia que se projecta para o futuro, com tarifas dinâmicas. Tal será feito com custos extremamente baixos comparados com os custos de implementação de um mercado real dinâmico. Uma das respostas a este problema é exactamente a metodologia *Living Lab* que aproxima a inovação tecnológica das necessidades reais dos utilizadores e da forma como experienciam a tecnologia.

Está identificada uma clara necessidade de melhorar a relação entre o utilizador e os interfaces disponíveis, tornando a informação mais clara e intuitiva. Um dos exemplos que acreditamos que no futuro será implementado é a criação de cenários, que permitem ao utilizador planear previamente os seus consumos energéticos e ver as poupanças que consegue atingir com alterações de consumo e comportamentos. Outro importante passo neste campo é o aumento da inteligência dos sistemas e capacidade de aprendizagem, com foco nos comportamentos dos utilizadores, de forma a haver uma maior automatização dos sistemas sem comprometer o conforto e dia-a-dia do utilizador. No futuro o consumidor não será uma entidade isolada, mas será sim parte de uma comunidade dinâmica, que de forma inteligente e integrada gere os consumos de energia e partilha informação para atingir o bem comum da sustentabilidade energética.

Não é ainda claro o investimento que os utilizadores actualmente estão dispostos a realizar, a não ser que os incentivos ou retorno seja demonstrado com sucesso, com soluções apelativas adequadas às suas expectativas e necessidades reais, sendo o *MyEnergy* um claro passo neste sentido. Assim terá de haver um forte compromisso entre a fiabilidade, preço e segurança dos sistemas de monitorização energética, e ao mesmo tempo manter o consumidor satisfeito e envolvido em todo o processo. Actualmente muitos dos produtos no mercado não são intuitivos e dificultam a experiência e envolvimento do utilizador. O controlo de aplicações individuais, sobretudo através das tomadas inteligentes, proporciona no entanto um grande potencial para o utilizador poder ter controlo sobre a sua casa e sobre os seus gastos, podendo ver especificamente qual é o impacto das suas aplicações individuais.

A mobilidade é outro factor fundamental para o sucesso dos sistemas de gestão energética. Assim, dispositivos móveis serão uma ferramenta essencial para a comunicação em tempo real com os consumidores. Estes podem adaptar-se em tempo-real à informação proveniente dos seus sistemas, mesmo à distância. Por outro lado os dispositivos móveis serão essenciais como mecanismo receptor de recomendações, dicas e alarmes. Muitos outros serviços podem surgir desta interacção com os dispositivos móveis. Existe actualmente uma empresa que lançou uma solução, Valta [102], que utiliza o sistema de localização GPS do dispositivo móvel e cruza essa informação com o sistema de gestão de energia, informando o utilizador caso ele tenha saído de casa com algum electrodoméstico ligado, podendo assim actuar remotamente perante este aviso.

É importante também referir que a comunicação entre todos os componentes dos sistemas de gestão energética é extremamente importante. Hoje em dia os protocolos de comunicação podem ser proprietários ou abertos, o que irá definir a maior ou menor dificuldade de adaptabilidade de uma solução a outros sistemas. As tecnologias de comunicação dependem muito da região ou do país, o que dificulta a escalabilidade das soluções. No entanto a normalização e a criação de *standards* é fundamental para a aplicação não só da *Smart Grid* como também da *Smart City*. Esta abordagem facilitará a integração de componentes de diferentes fabricantes, como também irá permitir uma maior competitividade e a entrada no mercado de outras empresas que criem serviços de valor acrescentado sobre soluções já existentes. Isto trará uma grande dinâmica ao mercado como também permitirá uma maior inovação tecnológica e aumento da cooperação entre empresas. Esta normalização ocorrerá logicamente a diversos níveis, quer a nível da estrutura de dados, quer a nível das tecnologias de comunicação. Actualmente existem ainda muitas incertezas e muitos protocolos com funções semelhantes, o que atrai a desconfiança dos diversos actores, contraindo o investimento e a inovação. No entanto este foco na normalização tem que ser bem medido, já que o mercado é muito extenso havendo diferentes tecnologias que se adaptam melhor e têm uma melhor performance consoante a aplicação desejada.

No entanto, para potenciar esta evolução é necessário uma abordagem integrada, onde os diversos actores cooperam de forma activa, com papéis distintos e específicos, para a criação de uma sociedade energeticamente eficiente:

- *Organismos Governamentais*: trabalham de forma a trazer o consumidor para a discussão da eficiência e da poupança energética, de forma a transformar de forma efectiva o seu comportamento. Terão também um papel fundamental na implementação de políticas e serviços que afectam de forma global todos os consumidores.
- *Consumidores*: Participam activamente na definição das soluções e políticas de eficiência energética. Desta forma conseguem mudar de forma eficaz o seu comportamento sem afectar o seu dia-a-dia e qualidade de vida negativamente.
- *Utilities e outras entidades privadas*: Criar novos serviços e soluções para o mercado da energia. Trabalhar em conjunto com os consumidores de forma a criar soluções, ferramentas e serviços colaborativos que potenciem a eficiência energética.

De facto esta é uma das grandes preocupações da Comissão Europeia, nos seus projectos para a criação de novos produtos e serviços de eficiência energética a nível doméstico, onde são necessárias cartas de apoio de *utilities* e outros intervenientes tais como bancos ou entidades públicas. Este apoio é fundamental já que estas instituições são cruciais não só para a implementação como para a sensibilização do consumidor para esta matéria. Aqui vemos muito patente a abordagem descrita anteriormente, envolvendo diferentes actores, como também o utilizador nos processos de inovação tecnológica. É neste sentido que a metodologia *Living Lab* terá um impacto e um papel muito importante a desempenhar no domínio da inovação para as *Smart Cities* e para a *Smart Grid*, como *broker* e *cluster* de conhecimentos multidisciplinares.

## Capítulo 5

# Projectos de eficiência energética

### 5.1 Mecanismos de financiamento da União Europeia

Na conferência organizada pela Comissão Europeia *Smart Energy and Sustainable ICT*, [103], foram apontadas claras oportunidades neste sector como, a introdução dos utilizadores no processo de inovação e desenvolvimento de sistemas de eficiência energética, a implementação de ferramentas de análise de comportamento com mecanismos de *feedback*, criação de informação crucial para a construção de novos modelos de negócio e abertura de novas vias a regulamentação e políticas que penalizem os desperdícios energéticos.

Outro dos pontos de discussão foi o *lobby* que existe actualmente por parte dos operadores de energia, criando uma grande barreira à entrada destas tecnologias na União Europeia e à sua penetração no mercado. Os operadores energéticos estão ainda relutantes em desenvolver e implementar sistemas domésticos de gestão de energia em tempo real e envolverem os consumidores, devido à complexidade das operações, à falta de incentivos financeiros, e à relativa falta de interesse dos utilizadores.

Devido a isto o comportamento dos consumidores Europeus, face à implementação e uso de sistemas de gestão energética, tem sido muito estudado. Ao longo dos últimos anos têm-se multiplicado os projectos financiados pela Comissão Europeia com o objectivo de perceber e estimular a mudança de comportamento dos utilizadores, de forma a criar práticas e ferramentas que contribuam de forma persistente para a eficiência energética.

Nestes projectos, houve sempre programas dedicados à educação dos consumidores, no que toca à eficiência energética. Existe por isso uma grande preocupação em guiá-los em práticas mais ecológicas e eficientes ao longo do seu dia-a-dia, tornando-se parte activa na transformação dos seus comportamentos. No entanto, este acompanhamento não tem sido focado no desenvolvimento das tecnologias e dos interfaces e no modo como os consumidores experienciam os sistemas de gestão nas suas rotinas diárias. A própria Comissão Europeia tem-se vindo a aperceber da grande importância de envolver os utilizadores nos pro-

cessos de inovação, dando cada vez mais importância e valorização a projectos que compreendam estas actividades e usem metodologias como a *Living Lab*.

Estes projectos, encontram na União Europeia os mecanismos essenciais para financiar as suas pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, assim como amortizar os custos de implementação de pilotos de sistemas de gestão de energia, acções de formação e de divulgação. Apesar de haverem diferentes mecanismos de financiamento, podemos destacar dois, que actuam especificamente no ramo da energia, inovação, tecnologias da informação e comunicação:

- *7th Framework Program Information and Communication Technologies - FP7 ICT* [104]
- *Competitiveness and Innovation Framework Program - CIP* [105]

Cada um destes programas possui organismos de gestão autónomos e objectivos que apesar de diferentes, apresentam convergência em alguns pontos específicos. Tanto o *FP7* como o *CIP* estão focados no reforço da capacidade de inovação e competitividade da União Europeia e desta forma atingir os objectivos do tratado de Lisboa [106].



Figura 5.1: Logo do 7º Programa Quadro

Começando pelo *FP7* ou 7º Programa Quadro, é um instrumento Europeu que disponibiliza fundos para a investigação, de forma a responder às necessidade de empregabilidade, competitividade e qualidade de vida na União Europeia. Este programa decorre entre 2007 e 2013, tendo um orçamento total de 50 mil milhões de euros para subsidiar a investigação, desenvolvimento tecnológico e implementação de pilotos. Desta forma o *FP7* possui dois objectivos estratégicos fundamentais:

- fortalecer a base científica e tecnológica da indústria europeia
- encorajar a sua competitividade internacional, promovendo a investigação dentro das políticas comunitárias [107].

O programa cooperação, um dos 5 pilares do *FP7*, [108] pretende financiar projectos focados na investigação em parceria entre diversas entidades transnacionais, desde empresas, até organismos públicos passando pelas universidades e centros de investigação. Uma das áreas temáticas deste programa são as *TIC*.

Como já foi dito em capítulos anteriores, esta área é crítica para potencial a competitividade e evolução da União Europeia, quer a nível social, económico e tecnológico. Assim o objectivo da União Europeia com este programa específico

prende-se em impulsionar a competitividade da industria Europeia. Desta forma será possível tornar a Europa num mercado de referência e assim guiar os desenvolvimentos destas tecnologias. Isto permitirá não só suprir as necessidades sociais e económicas como também ter uma acção catalítica no que toca à produtividade, inovação, modernização de serviços e avanços na ciência e tecnologia [109].

Este programa tem um financiamento de 9,1 mil milhões de euros, ou seja aproximadamente 20% de todo o orçamento do *FP7*. Isto demonstra o foco estratégico dado pela Comissão Europeia nesta área, sendo o tema específico com mais fundos alocados.



Figura 5.2: Logo do CIP

O *Competitiveness and Innovation framework Program - CIP* é um programa, focado nas pequenas e médias empresa, apoiando as suas actividades de inovação, a adopção das *TIC* e o desenvolvimento da sociedade da informação, promovendo a eficiência energética e as energias renováveis. Decorre entre 2007 e 2013 com um orçamento total de 3,6 mil milhões de euros. Este programa está dividido em três programas com áreas específicas:

- *Entrepreneurship and Innovation Programme - EIP*
- *Information Communication Technologies Policy Support Programme - ICT PSP*
- *Intelligent Energy Europe Programme - IEE*

O concurso a cada um destes programas é periódico, e cada um deles tem diferentes prioridades, definidas anualmente.

Começando pelo *EIP*, este programa tem como objectivo apoiar a inovação nas Pequenas e Médias Empresas Europeias através de financiamento, serviços de apoio ao estabelecimento de parcerias e à implementação de políticas de estímulo à inovação [110].

O *ICT PSP* [111] pretende apoiar projectos que estimulem o uso das *TIC* por parte dos cidadãos Europeus, entidades governamentais e empresas, de forma a contribuir para uma maior eficiência e sustentabilidade. São assim apoiados projectos de inovação tecnológica e não tecnológica em estados avançados de desenvolvimento, não sendo apoiadas actividades de investigação, a não ser adaptação e integração técnica. Desta forma os projectos nesta área pretendem superar desafios como a pouca penetração das *TIC* em certos mercados (residencial, saúde, energia, mobilidade e serviços públicos) e a falta de interoperabilidade que existe nas soluções implementadas por toda a União Europeia e países

associados. Através desta abordagem os resultados obtidos nestes projecto deverão ter um impacto substancial na economia Europeia e na implementação da Agenda Digital Europeia [112].

Os projectos financiados por este mecanismo irão assim impulsionar o uso das *TIC*, criando empresas e projectos de referência neste campo, valorizando as tecnologias digitais para a economia e para a sociedade. O orçamento do *ICT PSP* para o apoio a projectos é de 730 milhões de euros.

Finalmente o *Intelligent Energy Europe* é focado no cumprimento dos objectivos energéticos 2020 estabelecidos pela União Europeia [113]. Visa assim apoiar projectos de eficiência energética, estimular a aplicação de energias renováveis em vários sectores (edifícios, indústria, transportes e produtos de consumo) e criar de um sistema de mobilidade mais sustentável.

Este programa financia projectos que removam as barreiras dos mercados, modifiquem comportamentos, divulguem as políticas energéticas europeias e que integrando todos estes componentes criem um ambiente mais favorável para proliferação no mercado de soluções de eficiência energética e energias renováveis. Desta forma e com esta abordagem integrada este programa contribuirá para a competitividade do sector energético e segurança do abastecimento energético na Europa, com um orçamento total de 730 milhões de euros. Foi a este programa que foi submetido o o projecto *My Energy*, tendo concorrido para o tema *CIP-IEE-2013.1.6 - Consumers and products*.

Tanto o *FP7* como o *CIP* irão terminar este ano, dando lugar ao *Horizon 2020*, próximo programa quadro da União Europeia, 2014-2020 para potenciar a inovação e a investigação no mercado Europeu [114].

## 5.2 Projectos Europeus de eficiência energética

Ao longo dos últimos anos e ao abrigo dos programas anteriormente referidos, muitos projectos desenvolvidos tinham como foco principal o estímulo à adopção de comportamento mais eficientes por parte dos utilizadores e implementação de sistemas domésticos de eficiência energética, de forma a atingir práticas mais sustentáveis.

Nesta secção passamos a apresentar alguns desses projectos, cujos seus objectivos possuem diversos denominadores comuns, quer na sua abordagem quer nos resultados a obter e medidas a promover:

- Promoção da eficiência energética em ambiente residencial;
- Instalação de sistemas de monitorização e controlo de consumos de energia eléctrica;
- Desenvolvimento de políticas de eficiência energética;
- Diversidade dos promotores;
- Envolvimento e foco nos utilizadores, sobretudo em condomínios de habitação social.

O envolvimento de utilizadores que residem em condomínios de habitação social, está relacionado com o facto de normalmente estes serem habitados por pessoas mais carênciadas, quer a nível social, económico e informativo. Desta

forma, a Comissão Europeia, beneficia projectos que, para além dos objectivos principais, pretendam ainda colmatar esta debilidade e contribuir para a extinção da infoexclusão.



Figura 5.3: Logo do projecto BARENERGY

O projecto *BARENERGY - Barriers for energy chances among end consumers and households* [115], terminado em 2010, foi um projecto desenvolvido no âmbito do 7º Programa Quadro, com o objectivo de criar métodos para identificar diversas barreiras, a sua força e relevância para mudanças comportamentais dos consumidores. Com este projecto pretendia-se assim estudar seis tipologias de barreiras no mercado energético a nível doméstico como:

- Barreiras físicas e estruturais
- Barreiras políticas
- Barreiras sociais
- Barreiras económicas
- Barreiras de conhecimento
- Barreiras psicológicas.

Todas estas barreiras contribuem para dificultar a mudança comportamental em ambiente residencial, tendo de haver por isso uma forte contextualização no desenvolvimento deste projecto. Desta forma para este projecto foram desenvolvidas um conjunto de abordagens empíricas de forma a potenciar os resultados:

- Questionários qualitativos entre os consumidores
- Entrevistas qualitativas com parceiros estratégicos no projecto
- Estratégia qualitativa focada nos consumidores e nas necessidades específicas de cada grupo identificado.

Através desta abordagem foi possível discutir o potencial de oportunidades de ultrapassar cada uma destas barreiras não a nível individual mas sim a nível colectivo, não só tendo em conta o utilizador como também as autoridades políticas, *ONGs*- Organizações não governamentais e as próprias empresas. A análise de todos estes factores permite a criação de uma abordagem comum para a mudança comportamental dos utilizadores, estímulo à poupança e à eficiência energética nas residências, implementação tecnologias de energias renováveis, analisar os impactos de ligar e desligar aplicações, adquirir aplicações mais eficientes, apoiar a mobilidade com veículos eléctricos e fomentar as mudanças de fornecedores de energia. Foram implementados diversos pilotos, de forma a potenciar os resultados obtidos e os factores de multiplicação do projecto, em

países como Noruega, Hungria, Reino Unido, França, Holanda e Suíça. Este projecto teve um custo total de 2,001 Milhões de Euros, e a comparticipação de 73% da União Europeia, ou seja, 1,457 Milhões de Euros.



Figura 5.4: Logo do projecto 3e-Houses

O projecto *3e-Houses: Energy Efficient e-Houses* [116], terminado em Janeiro de 2013, foi realizado no âmbito do programa *CIP-ICT-PSP*.

Este projecto tem como principal objectivo a implementação de pilotos que possam permitir o estudo e criação de novos modelos de negócio baseado em tarifas dinâmicas e flexíveis, que permitem alterar os padrões de consumo dos utilizadores. Através disto é possível às *utilities* distribuírem da melhor forma os consumos energéticos ao longo do dia, e contribuir para a redução dos picos de consumo energético. A implementação deste projecto permite o desenvolvimento de novos modelos de negócio para as *utilities* e outros fornecedores de serviços energéticos, de forma a influenciar mudanças comportamentais nos seus clientes, reduzindo os consumos energéticos.

Ao longo do projecto foram integrados diversos dispositivos em casas de habitação social de forma a fornecer serviços de eficiência energética tais como:

- Gestão dos consumos energéticos em tempo real
- Integração de geração através de fontes renováveis
- Serviços e recursos para diminuir os consumos energéticos.

O projecto permitiu aos moradores participar no desenvolvimento dos sistemas de gestão energética, assim como melhorar o seu relacionamento com as *utilities* e o ambiente.

Para além disto, a instalação de sistemas de gestão energética, coordenado com formação, permitiu aos utilizadores adquirir mais conhecimento acerca dos seus consumos e assim modificarem os seus padrões comportamentais face aos consumos energéticos.

Este projecto permitiu atingir poupanças de 20% nos consumos energéticos nas habitações onde foi implementado através da monitorização em tempo real e controlo dos sistemas de geração e consumo.

Os pilotos foram instalados em 4 países, Espanha, Alemanha, Inglaterra e Bulgária, chegando a cerca de 250 habitações sociais.

O custo total deste projecto ascendeu aos 4 Milhões de Euros, tendo a União Europeia investido 2 Milhões de Euros na sua realização.



Figura 5.5: Logo do projecto Save Energy

*Save Energy* [117] foi também um projecto desenvolvido no âmbito do programa *CIP-ICT-PSP*, tendo terminado em 2012. Este projecto analisou o impacto das *TIC*, nomeadamente na disponibilização de dados de consumo energético em tempo real, de forma a transformar comportamentos para atingir práticas mais eficientes. Este projecto apesar de ser focado em edifícios públicos, foi desenvolvido através de uma metodologia *Living Lab*, facilitando assim a interação dos utilizadores com a informação, criando um ambiente virtual para os utilizadores, cidadãos e os responsáveis políticos de forma a experienciarem o impacto dos comportamentos relativamente à eficiência energética. O facto de envolver e encorajar os participantes a co-criar e a validar todas as tecnologias, serviços e políticas desenvolvidas, permitiu um maior comprometimento por parte dos utilizadores e desta forma atingir poupanças na ordem dos 24%, nos pilotos apenas através da monitorização. Este projecto é aqui apresentado fora do âmbito residencial, no entanto demonstra que a metodologia *Living Lab* pode ser um óptimo estímulo para a implementação de práticas mais eficientes e resultados muito positivos. Este projecto ainda desenvolveu um conjunto de linhas orientadoras a nível técnico, social, político e económico de forma a potencial os efeitos multiplicadores e persistentes do projecto, facilitando a implementação e replicação de políticas de eficiência energética em edifícios públicos.

A plataforma desenvolvida para este projecto foi idealizada de forma a permitir a interoperabilidade entre sensores e actuadores de diversos fabricantes. Foram implementados cinco pilotos distribuídos pela Europa em Portugal, Inglaterra, Holanda, Suécia e Finlândia. Em todos eles foram instalados diversos sensores para medir os consumos energéticos, incluindo tomadas, de forma a permitir a monitorização energética de aplicações individuais, sendo depois a informação apresentada numa aplicação local e remota. A aplicação permitirá não só a visualização de consumos em tempo real, como também identificação de padrões e desta forma traçar planos de acção e políticas de poupança energética. Após o encerramento do projecto foram apresentados os resultados a diversos actores políticos de forma a intervirem directamente nos processos de criação de legislação e novas práticas, como pro exemplo à Comissão Europeia. Este projeto terminado em Outubro de 2011, teve um custo total de 4,46 Milhões de Euros, tendo um incentivo da União Europeia de 2,23 Milhões de Euros.



Figura 5.6: Logo do projecto BECA

O project *BECA: Balanced European Conservation Approach - ICT services for resource saving in social housing* [118], começou em 2011 e pretende contribuir para uma redução significativa do consumo de energia nas habitações sociais Europeias. Este projecto centra-se na criação de duas plataformas complementares, que integram serviços já existentes para a gestão energética:

- *Resource Use Awareness Services*: Basicamente é o conjunto de plataformas sob os quais os consumidores são alertados acerca dos seus consumos energéticos e de água em tempo real. Ao monitorarem o seu consumo conseguem ver o impacto diário nas suas contas e adoptar praticas eficientes. A implementação deste serviço vai desde um *web-service*, até informação em papel, passando por treino presencial.
- *Resource Management Services*: Constitui um conjunto de serviços disponibilidades aos gestores das habitações sociais, de forma a que consigam melhorar a performance energética de um conjunto de habitações. Assim esta ferramenta fornece informação acerca dos consumos energéticos através de serviço web, ajuste de produção/consumo, controlando de forma precisa as necessidades energéticas do edifício, e assim integrar o uso de energias renováveis no mix energético do edifício.

Um facto muito interessante deste projecto é que é liderado pelos gestores das habitações sociais e não pelas empresas ou operadores energéticos, como é mais normal neste tipo de projectos, sendo estes últimos parceiros. Estes serviços serão assim desenvolvidos e investigados com os habitantes e gestores das habitações sociais, baseando os requisitos da solução nas suas necessidades e testes efectuados.

Este *CIP-ICT-PSP* será implementado em sete pilotos em sete países, Suécia, Espanha, Alemanha, Itália, República Checa, Bulgária e Servia. Os serviços serão assim colocados em cerca de 5000 habitações sociais distribuídas nestes países. Este projecto ainda se encontra a decorrer, até ao final de 2013, com um custo total de 5,55 Milhões de Euros, e 2,70 Milhões de Euros de incentivo fornecido pela União Europeia.



Figura 5.7: Logo do projecto eSESH

Este *CIP-ICT-PSP* começado em Marco de 2010 pretende ajudar a Europa a atingir as metas definidas para as emissões de gases de efeitos de estufa, através da redução dos consumos energéticos nas habitações sociais Europeias. O *eSESH - Saving Energy in Social housing with ICT* [119], é um projecto de grande escala, que envolve 33 organizações Europeias, e a implementação de 10 pilotos distribuídos por França, Espanha, Alemanha, Austria, Bélgica e Itália. Este projecto pretende implementar serviços para gestão de energia e sensibilização directamente fornecida aos residentes nestas habitações. O contacto com os residentes dar-se-á de forma pessoal, através de acções de formação, entrega de material informativo e claro através do *web-site*. Este projecto tem uma vertente interessante pois a formação não se restringe apenas aos moradores mas também aos fornecedores de serviços e aos funcionários que prestam apoio nas habitações, de forma a potenciar a implementação do projecto e evitar a infoexclusão. Para além disto são recolhidos e fornecidos dados aos gestores das habitações sociais e aos governos regionais e nacionais, permitindo-lhes não só otimizar a gestão dos espaços, como também criar políticas e decidir investimentos de forma organizada e informada. Os consumos analisados neste projecto não se limitam à electricidade, mas também aquecimento e água. A plataforma desenvolvida será acessível por todos através do acesso à internet e permitirá comparar consumos com a média de todo o complexo residencial, ver dados por metro quadrado, comparar com dados históricos e aceder a previsões de consumo. Este projecto está prestes a terminar, tendo tido um custo total de 5,97 Milhões de euros e uma contribuição da União Europeia de 2,99 Milhões de euros.



Figura 5.8: Logo do projecto ACHIEVE

O projecto *ACHIEVE - Action in low-income Households to Improve energy Efficiency through Visits and Energy diagnosis* [120], realizado no âmbito do programa *Intelligent Energy Europe*, tem como principal objectivo contribuir para a redução dos consumos energéticos em residências sociais através de duas abordagens, uma prática, através da modificação de comportamentos, e outra estrutural, através da reabilitação de edifícios. Estes objectivos serão atingidos não pela implementação directa de equipamentos mas sim através de:

- Criar as medidas, ferramentas e comunicação apropriadas para trabalhar com os segmentos alvo e outros actores chave de forma potenciar os objectivos do projecto
- Equipar novos grupos de pessoas com conhecimento e capacidades para implementar medidas de diminuir consumo energético em ambiente residencial
- Informar os residentes de habitações sociais ou com poucos rendimentos de como implementar medidas de eficiência energética e o seu impacto

- Coordenar diversos grupos de actores num esforço conjunto para formular soluções a longo prazo e desenvolver uma rede para as implementar.

Este projecto permite assim identificar áreas específicas onde são necessários mais esforços para a implementação de medidas de eficiência energética, avaliar as opções e desenvolver um conjunto de planos e soluções específicas para diminuir consumos e pegada ecológica das casas. A formação de consultores energéticos que fornecem apoio especializados às famílias é outro dos objectivos deste projecto, permitindo assim não só identificar as residências mais vulneráveis como também implementar planos de redução de energia.

Os intervenientes envolvidos neste projecto são autoridades locais, gestores de habitações sociais, organizações de caridade, empresas, agências de energia, escolas e claro os residentes.

Toda esta abordagem permitirá chegar a um maior numero de residências carenciadas, sem acesso a informação estruturada ou iniciativas formativas que os permitam estar cientes do impacto da energia no seu dia-a-dia.

Em última análise, a implementação de todas estas medidas de forma integrada irá contribuir para a redução da infoexclusão e marginalização dos habitantes com mais dificuldades financeiras e desenvolver uma metodologia integrada a nível Europeu dedicada a este problema e o seu impacto na economia e sociedade.

Este projecto está a ser implementado no Reino Unido, França, Alemanha, Eslovénia e Bulgária. A data de encerramento prevista é Abril de 2014, tendo um orçamento de 1,307 Milhões de euros com uma contribuição de 0,980 Milhões de euros da União Europeia, ou seja 75%.

Apesar do grande contributo que o 7º Programa Quadro tem tido para o desenvolvimento da ciência e do tecido tecnológico Europeu, não podemos deixar de apontar algumas falhas estruturais, que poderão ser corrigidas no próximo programa quadro, *Horizon 2020*. Alguns destes problemas foram abordados e discutidos numa avaliação interina [121] encomendada pela Comissão Europeia a um grupo independente, de forma a reunir informação acerca das maiores debilidades que devem ser estudadas e combatidas atempadamente para o próximo programa quadro:

- Processos administrativos desproporcionais face às vantagens que trazem para o controlo dos gastos públicos;
- Apesar do cada vez maior número de PME's a participarem nestes projectos, ainda existem muitas que são afastadas devido à complexidade dos procedimentos e vantagens limitadas;
- Debilidades na coordenação efectiva para a pesquisa e desenvolvimento tecnológico a nível da União Europeia;
- Viabilidade de projectos são mal avaliadas, levando a que ainda haja baixas taxas de sucesso em algumas áreas de investigação;
- O tempo médio necessário desde o fecho de uma *call* até à assinatura do contrato de financiamento é cerca de um ano;

- Exploração comercial dos resultados da investigação científica apoiada nestes projectos é muito limitada e inadequada, sobretudo em áreas onde haveria oportunidades para melhorar a competitividades Europeia;
- Projectos pouco integrados e dispersos, demonstrando a necessidade de ter uma estratégia e objectivos comuns.

Apesar do grande contributo do 7º Programa Quadro para a competitividade da União Europeia, existe ainda a necessidade de assegurar que os investimentos feitos na ciência e na inovação estão, por um lado ao alcance de todo o domínio científico e tecnológico, e por outro, que têm uma abordagem mais focada na transferência de inovação e da ciência para os mercados, traduzindo-se em impactos concretos na economia e competitividade Europeia.

Desta forma é necessária uma mudança dentro da estrutura dos programas quadro, não só pela simplificação dos processos como também para melhor se adaptarem às necessidades sociais e económicas, e assim atingir resultados concretos e tangíveis. O novo programa quadro, *Horizon 2020*, que irá decorrer entre 2014 e 2020, tem um orçamento de 80 mil milhões de euros, ou seja 45% superior ao programa quadro que agora encerra. Este aumento do financiamento demonstra não só que a Comissão Europeia dá um voto de confiança a estes mecanismos, como também demonstra que existe ainda muita margem de progressão. Este programa quadro terá três áreas de acção fundamentais, com objectivos comuns baseados na Agenda Digital Europeia, nos objectivos da Europa 2020 e nas iniciativas da União da Inovação [122]:

- Excelência na ciência;
- Combate aos desafios sociais;
- Fomentar a liderança e competitividade industrial da União Europeia.

É assim de esperar que no próximo programa quadro os desafios sejam abordados de forma diferente, promovendo uma maior aproximação entre o mercado e a investigação e inovação tecnológica que se fazem na Europa. Actualmente a própria Comissão Europeia reconhece que é necessário ajudar as empresas a desenvolver a sua tecnologia para criar produtos com maior potencial de comercialização [123], tendo os projectos uma abordagem mais focada no mercado como não acontecia até agora.

### 5.3 O projecto E3SoHo

O Projecto *E3SoHo - ICT services for Energy Efficiency in European Social Housing* [124], realizado entre Fevereiro de 2010 e Setembro de 2013, no âmbito do programa *CIP-ICT-PSP*, permitiu a aquisição de dados que são usados para complementar a análise que será feita no Capítulo 6 sobre as metodologias usadas e como forma de caracterizar os comportamentos de consumidores. É importante destacar, que a análise deste projecto será feita como um caso de estudo da metodologia de desenvolvimento e análise de dados utilizada em diversos projectos, inclusive os do 7º Programa Quadro, apontando e sugerindo novas formas de melhorar e novas abordagens. Esta análise dá assim relevo à aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, aplicando-os de forma coerente às

questões de inovação discutidas anteriormente e à forma como a transferência e processos de inovação são desenvolvidos nos projectos Europeus. A escolha deste projecto deveu-se não só à metodologia de desenvolvimento utilizada, como também pelo facto de cobrir os diferentes circuitos, já que há poucos projectos que tenham espectro de análise e ao mesmo tempo pretendam envolver os utilizadores de forma tão profunda.



Figura 5.9: Logo do projecto E3SoHo

O objectivo principal do *E3SoHo* consiste na implementação de sistemas de monitorização energética em três pilotos, de forma a reduzir os consumos energéticos, em habitações sociais, cerca de 25% através de:

- Instalação de sistemas de informação em tempo real dos consumos e aconselhamento personalizado
- Reduzir consumos energéticos e aumento do uso de fontes de energia renováveis através da informação e apoio ao utilizador na escolha dos comportamentos mais correctos em termos de eficiência, custo, conforto e impacto ambiental
- Disponibilização dos dados de consumo a empresas fornecedoras de serviços energéticos e gestoras de habitações sócias para a criação de melhores infra-estruturas e adequar os consumos às necessidades.

Esta solução permite a criação de um sistema genérico de eficiência energética que pode ser facilmente implementado em toda a Europa, já que é também criada uma metodologia comum de implementação e formação. Para além disto, esta solução permite gerir a produção e o consumo de energia, assim como alertar os consumidores para comportamentos mais eficientes.

Este projecto tem ainda um importante foco a nível social, já que os residentes em habitações sociais são geralmente famílias carênciadas e infoexcluídas. Desta forma a abordagem integrada do *E3SoHo*, e a sua futura disseminação, permitem não só a estas famílias pouparem nos seus consumos, como também permitirá dar-lhes acesso a informação e equipamentos ligados às novas tecnologias da informação e da comunicação. Por outro lado os gestores das habitações sociais, muitas das vezes as Câmaras Municipais e outros organismos, poderão ter acesso aos consumos energéticos nas habitações e simular custos e necessidades, de forma a suportar decisões e a criar de novas políticas de estímulo à eficiência.

A solução implementada terá assim um interface intuitivo para todos os habitantes, como adultos, crianças e idosos, de forma a que possam interagir com o sistema com relativa facilidade e satisfazer as suas necessidades de interacção e experiência do sistema. O sistema de gestão estará integrado numa plataforma

*web* de forma a permitir a gestão remota dos consumos domésticos, não só pelos habitantes mas também por outros actores.

É ainda importante referir que este projecto irá implementar um sistema modular que irá integrar tecnologia de controlo e monitorização de diversos fabricantes, facilitando a adaptação da solução a diferentes necessidades e cenários, potenciando a multiplicação do projecto para outras regiões.

Esta solução está implementada em três pilotos em Génova (Itália), Saragoça (Espanha) e Varsóvia (Polónia).

Este projecto divide-se assim em cinco tarefas fundamentais:

- Criação de uma metodologia genérica para a implementação de toda a solução, serviços auxiliares de formação e avaliação;
- Implementação da metodologia e da solução nos três pilotos;
- Teste e validação de toda a metodologia e sistemas nos diferentes cenários de implementação dos pilotos e respectivas necessidades;
- Criar linhas orientadoras para a replicação do projecto em outras habitações sociais na Europa.

Com a implementação desta solução os residentes das habitações sociais terão acesso a informação como o seu consumo energético em tempo real, relatórios diários, informação histórica, custo da energia, fontes de energia em uso, pegada de carbono da sua habitação, recomendações e dicas de forma a tornar os seus consumos energéticos mais eficientes.

### 5.3.1 Descrição da Solução

A solução utilizada neste projecto, apesar de ser genérica e modular, tem um conjunto de componentes tecnológicos que são essenciais e serão implementados em qualquer instalação futura.

Desta forma torna-se pertinente discutir a arquitectura geral da solução implementada neste projecto, que foi idealizada de modo a ser interoperável e modular, assim foi criada uma hierarquia de camadas, baseada nos seguintes requisitos:

- Capacidade de integrar *smart meters* e sensores de diferentes fabricantes de forma a medir todas as variáveis propostas
- Fornecer meios de comunicação entre todos os dispositivos
- Fornecer capacidade de armazenamento de dados
- Fornecer dados para análise da performance energética

Na figura 5.1 está representada a arquitectura geral do sistema, composta pelo *hardware*, *estrutura de dados* e por dois interfaces com o utilizadores. O *hardware* é constituído pelos *smart meters* e sensores. A estrutura de dados subdivide-se em três componentes, *i Energy Communication*, *iEnergy Data Processing* e *Web Service*.

Como podemos ver pelo esquema o *Web Service* funciona não só como ponto de acesso remoto aos dados, como também de configuração de parâmetros de

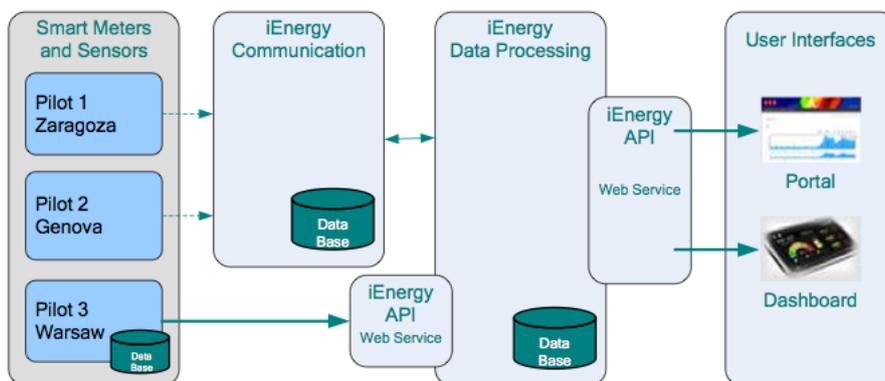


Figura 5.10: Arquitectura geral do sistema de gestão energética instalado nos pilotos do projecto E3SoHo [125]

recolha e apresentação dos dados. Para além disso permite a integração de dados de todos os pilotos, mesmo que venham de diferentes localizações e tenham dispositivos de diferentes fabricantes. Os módulos *iEnergy Communication* e *iEnergy Data Processing* funcionam como aplicações de *back office*:

- *iEnergy Communication*: É responsável por recolher os dados do campo, através de diversos protocolos de comunicação. Após a aquisição, os dados em bruto dos sensores são guardados em intervalos de quinze minutos. As comunicações podem ser feitas pelos dispositivos de aquisição de dados ou por um concentrador que recolhe os dados dos diversos aparelhos
- *iEnergy Data Processing*: Recebe os dados provenientes dos módulos anteriores. Este módulo é depois responsável por tratar e agregar os dados, realizando tarefas como conversão de unidades, adaptação do formato, cálculo das tarifas, entre outras.

A integração destes componente, *WebService*, *iEnergy Communication* e *iEnergy Data Processing* dá ao projecto *E3SoHo* os meios necessários para o armazenamento e análise dos dados.

Antes de avançar convém fazer uma observação, a análise que faremos de agora em diante é exclusivamente dedicada ao piloto instalado em Saragoça. Apesar das muitas semelhanças entre os pilotos, existem pequenas diferenças entre a análise, implementação, utilizadores, operação e equipamentos utilizados.

No que toca à arquitectura específica do sistema instalado em Saragoça, temos representado na figura 5.2 o esquema da mesma.

No que toca à recolha de dados no piloto de Saragoça estes são transmitidos directamente para o módulo *iEnergy Communication* e passam depois para o módulo *iEnergy Data Processing*. Os dados são assim transmitidos por *wireless* ou fio dos sensores para os concentradores, que comunicam com o módulo *iEnergy Communication* usando uma ligação GPRS.

Para esta implementação foi assim necessário estabelecer uma rede de comunicações em algumas das casas já que infelizmente muitas destas pessoas não

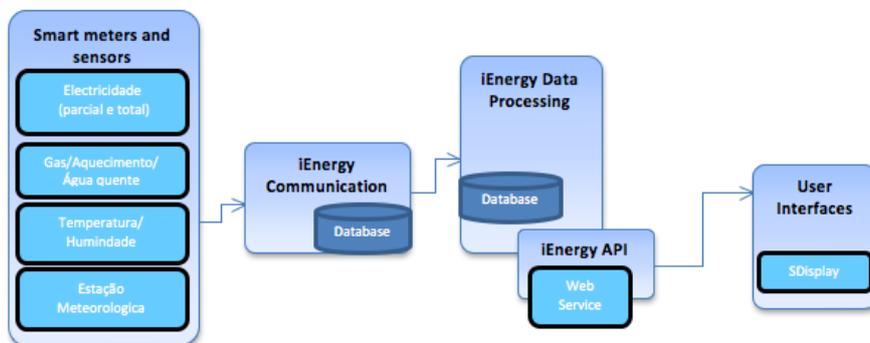


Figura 5.11: Arquitectura geral do piloto de Saragoça [125]

tinham acesso prévio à internet, tendo sido instalado um router 3G em cada casa.

O sistema de monitorização engloba assim diferentes áreas em cada um dos complexos de habitação social. Em primeiro lugar, no telhado está situada a estação meteorológica, que mede parâmetros como a temperatura do ar, humidade relativa, pressão, velocidade e direcção do vento e precipitação. Nas áreas comuns, nomeadamente no rés-do-chão foram instalados os dispositivos de monitorização do consumo eléctrico e de geral para cada um dos apartamentos e para todo o complexo residencial. Para além disso em cada andar, numa zona comum, estão situados os contadores de água quente e aquecimento, permitindo também a medição de cada um destes parâmetros e assim o comportamento dos utilizadores. No que toca às áreas privadas, ou seja em cada apartamento, foram monitorizados os consumos eléctricos parciais (cozinha, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa e máquina de secar), tomadas e iluminação, e ainda foram monitorizados parâmetros de conforto como temperatura e humidade relativa. Apesar da instalação de sensores de abertura das janelas, estes são desprezados neste trabalho.

Podemos assim dizer que existem seis constituintes fundamentais para a solução implementada neste piloto:

- Módulo de comunicação: é constituído por um concentrador, iHub da ISA, que está ligado a uma Local Area Network para acesso à internet, através de um router GSM 3G, este contém quatro entradas ethernet e duas RS-232;
- Sensores de energia: Os consumos eléctricos são medidos utilizando o iMeterRail da ISA. Este está instalado nos quadros de electricidade e comunica com o concentrador via Modbus, através RS-485. Os consumos parciais são medidos usando tomadas, que comunicam com uma *bridge* através de *Zigbee*. A *bridge* é depois ligada ao concentrador também por Modbus através de RS485.
- Sensores de Temperatura e Humidade: São usados os dispositivos iPointTH da ISA, alimentado com duas pilhas (AAA), que comunicam com o con-

centrador através de um protocolo proprietário por RF 868MHz.

- Sensores do consumo de Gas e Água: A medição destas variáveis dá-se pela contagem de impulsos dos contadores instalados, através do NetMeterRTU da ISA, que comunica com o concentrador também através de um protocolo proprietário por RF 868MHz.
- Estação Meteorológica: Esta encontra-se no topo do edifício, fornecendo medidas precisas acerca do vento, precipitação, pressão e temperatura exterior. A comunicação dá-se por um protocolo M-Bus, usando depois um conversor M-Bus/Modbus para ligar ao concentrador por RS485.
- Sensores de abertura das janelas: A detecção desta variável é feita através do NetMeterHome, que é alimentado por duas pilhas (AAA), e à semelhança de outros componentes, comunica por um protocolo proprietário através de RF 868MHz.

A estrutura de dados usada neste projecto para interagir com o servidor de dados do E3SoHo está organizada de forma hierárquica, com os níveis:

- *Local*: Representa a localização física que está a ser alvo do processo de monitorização, ou seja cada uma das habitações
- *Unit*: Corresponde ao equipamento que faz a recolha e transmissão de dados num determinado local.
- *Device*: Representa um equipamento de medição específico. Cada dispositivo está associado a uma *Unit* específica, e cada uma das variáveis medidas pelo *Device* tem uma *Tag* correspondente
- *Tag*: Corresponde a uma variável medida por um *Device*. Cada *Device* poderá medir diversas variáveis, tendo cada uma delas uma *Tags* correspondente.

Na Figura 5.3 temos a representação esquemática da hierarquia de dados ligada ao servidor.

No que toca ao interface com o utilizador, este é a aplicação que permite aos utilizadores do projecto *E3SoHo*, consultar dados de consumo, monitorizar parâmetros de conforto e serem alertados para um conjunto predeterminado de situações. Neste projecto, o interface concebido, *SDisplay*, é uma aplicação para *tablet* que acede à informação integrada e armazenada na Plataforma *iEnergy* e disponibiliza-a aos residentes. Os *tablets* ligam-se por WLAN ao mesmo router 3G instalado em cada uma das casas, tornando este interface na principal ferramenta para interagir com os utilizadores permitindo a visualização de diversos parâmetros e informação:

- Parâmetros de conforto: temperatura e humidade no interior da residencia
- Consumos diários: electricidade, gás, água e água quente nas respectivas unidades e em unidades monetárias e respectiva pegada ecológica.
- Dados históricos: informação dos últimos 15 dias para todos os consumos

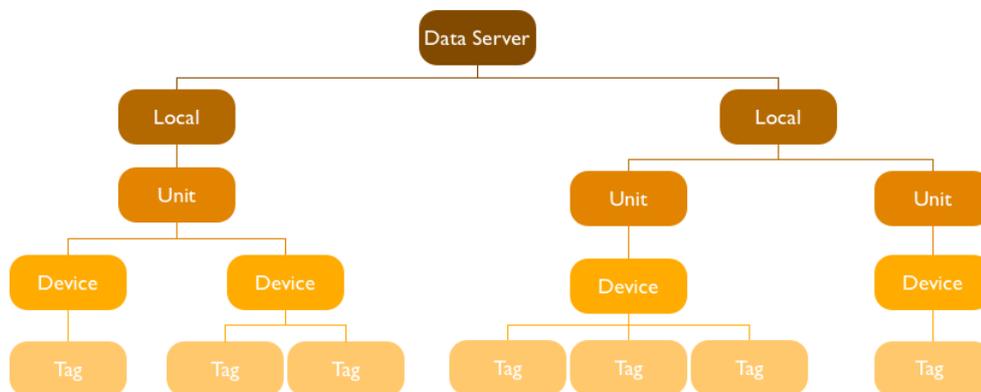


Figura 5.12: Estrutura de dados Hierárquica

- Objectivos de consumo: permite ao utilizador definir metas para os consumos, emitindo mensagens de alerta e relatórios de performance
- Alertas: permite a visualização de todos os alertas e avisos
- Notícias: disponibilização de informações ou dicas para práticas mais energéticas

Para além disto, o *SDisplay* permite aos utilizadores modificarem e definir alguns dos parâmetros referidos anteriormente. Devido a tudo isto o utilizador tem um papel central nas especificações do produto. Assim, ao longo do projecto foi adoptada uma estratégia de desenvolvimento da solução, potenciando a adopção de práticas mais eficientes e poupanças energéticas por parte dos utilizadores. Para isso foram realizadas acções de formação em cada um dos condomínios de habitação social, onde os utilizadores recebiam formação, dicas e podiam esclarecer as suas dúvidas com os formadores. Todas estas acções são muito importantes, já que a usabilidade da plataforma depende muito das capacidades dos utilizadores em interagirem com os interfaces de forma a serem intuitivas e de fácil operação.

Existe ainda um conjunto de considerações iniciais, que é preciso ter em conta de forma a facilitar a interpretação dos resultados no capítulo seguinte. Começando pelo aquecimento da água e das habitações, existe um sistema geral implementado em todo o complexo de habitação social, abastecido por gás e painéis solares. Relativamente a sistemas de arrefecimento, não existe nenhuma solução implementada de forma generalizada. No entanto, é possível que os residentes utilizem equipamentos de arrefecimento e aquecimento, alimentados por energia eléctrica, como por exemplo termoventiladores, aquecedores a óleo, ventoinhas, ar-condicionado, entre outros. Os restantes equipamentos nos apartamentos são também alimentados com energia eléctrica, exceptuando os fogões que usam uma botija individual de gás. Devido a esta grande dependência face à energia eléctrica, a análise dos consumos eléctricos permitirá mais facilmente identificar desperdícios. Desta forma foram monitorizados, em cada residência

do complexo de habitação social, os consumos de energia eléctrica gerais e seis circuitos individuais:

- Cozinha (micro-ondas e forno);
- Máquina de lavar louça;
- Máquina de lavar roupa;
- Iluminação;
- Tomadas (televisão, aparelhagem, frigorífico/congelador);
- Máquina de secar.

Este projecto baseia-se assim em duas aproximações complementares, por um lado a implementação de *TIC* e por outro a formação dos utilizadores de forma a potenciar as suas poupanças energéticas assente em três pilares: informação, controlo e formação.

### 5.3.2 Envolvimento dos utilizadores

Nas habitações sociais os aspectos de desenvolvimento não técnicos são extremamente relevantes para o sucesso da implementação da solução e potencial de replicação dos resultados. O envolvimento dos utilizadores em todo o projecto torna-se assim fundamental, já que o desenvolvimento de características não-técnicas tem de ser feito em paralelo com os desenvolvimentos técnicos.

Como foi já referido existem diferentes formas e metodologias de envolver os utilizadores no processo de implementação e criação de novas soluções. Nesta secção iremos discutir o processo de envolvimento dos utilizadores, residentes nas habitações sociais piloto, no projecto *E3SoHo*.

Desde cedo o consórcio responsável por este projecto teve a perfeita noção que a aceitabilidade por parte dos utilizadores, depende da capacidade de transportar o conhecimento e a tecnologia para as suas actividades diárias, fomentado não só o acesso à informação como também à sua interpretação.

Neste projecto foram utilizadas diversas ferramentas, de forma envolver os utilizadores e retirar informação pertinente para atingir os objectivos propostos, tais como:

- Questionários
- Observações
- Entrevistas individuais
- Sessões formativas e informativas
- Grupos de trabalho.

Desta forma para além das iterações técnicas entre os diversos parceiros para tornar a solução funcional, são também estabelecidas iterações formativas e informativas com os utilizadores. Em paralelo com o processo de *design* da solução, foram feitas visitas aos locais de implementação dos pilotos, e as primeiras acções de informação e questionários de forma a definir os requisitos para a solução.

A realização destas acções em cada um dos locais de implementação do piloto, permite a recolha das necessidades dos utilizadores, as suas dificuldades, expectativas, necessidade de formação, dicas e esclarecimentos.

No entanto, tendo em conta o que foi discutido anteriormente, esta abordagem pode trazer dificuldades para o projecto. Em primeiro lugar os utilizadores não são envolvidos directamente no processo de criação da tecnologia, limitando o seu contributo nas especificações e requisitos da solução. Por outro lado estamos a falar de cidadãos infoexcluídos e muitas vezes marginalizados sem acesso a educação. Nestes casos torna-se muito difícil interagir com eles e perceber as suas necessidades através de questionários ou simples sessões formativas e informativas, que não deixam espaço para a sua interacção no processo de inovação desde as etapas mais precoces. Desta forma a solução criada no projecto *E3SoHo* deixa uma margem muito curta para alterações de fundo à solução, já que a recolha de *feedback* dos utilizadores dá-se apenas através de um inquérito inicial e posteriormente só após o design e implementação da solução.

A implementação deste projecto encontra-se dividida em seis fases complementares:

- Contextualização de objectivos: levantamento das características dos locais e dos utilizadores e objectivos do projecto
- Análise Local: visita local para uma análise pormenorizada das necessidades do local para a implementação da solução
- Concepção e integração da solução
- Plano de verificação e medição: integra toda a análise que será feita e definição das metas a atingir
- Instalação dos aparelhos de monitorização
- Recolha e análise de dados: nesta fase dá-se uma recolha de dados energéticos, como recolha de *feedback* dos utilizadores relativamente à solução implementada, paralelamente decorrem acções de formação e informação.
- Relatórios e resultados.

Na fase inicial deste projecto, a quando o primeiro contacto com os utilizadores, houve empenho e aceitação da sua parte, de forma a potenciar as suas poupanças energéticas, dando permissão e colaborando para a instalação de todo o sistema de monitorização de consumos energéticos.

A escolha dos apartamentos para a realização do piloto foi baseada em três critérios:

- Técnicos: andar, exposição solar, dimensões, facilidade de instalação de comunicações rádio
- Demográficos: Composição do agregado familiar, idades, actividade profissional e formação
- Comportamentais: Vontade de participar no projecto, potencial de poupança.

Segundo dados recolhidos pelos promotores do projecto, a quando a apresentação da solução os utilizadores acharam a solução e os dispositivos instalados bastante úteis e com potencial, já que permitem aceder a informação pertinente dos seus consumos. O acesso a esta informação em conjunto com as acções formativas, permitiria aos residentes modificar o seu comportamento e hábitos reduzindo os consumos energéticos. As acções de formação permitem aos utilizadores perceberem onde têm de modificar os seus comportamentos e quais as consequências das alterações, assim como fornecer *feedback* acerca da solução.

A metodologia utilizada para a implementação da solução foi igual em todos os pilotos. Na primeira fase, para a definição da arquitectura e especificações da solução foi feita uma análise aos requisitos dos utilizadores e dos edifícios, através de questionários e análise de documentos, como contas relativas a consumos energéticos e plantas dos edifícios. Nestes inquéritos a informação que foi levantada permitiu traçar o perfil dos utilizadores através de dados como a sua idade, a ocupação dos apartamentos, actividade profissional dos residentes, número de crianças, os seus conhecimentos acerca da eficiência energética a nível domestico, problemas relativos a parâmetros de conforto, hábitos de poupança energética e facilidade de interagir com as tecnologias de informação e comunicação. No piloto de Saragoça foram identificados dois tipos de utilizadores que têm especial interesse na implementação deste sistema. Em primeiro lugar as grandes famílias, que devido à sua situação económica precária conseguem através deste sistema monitorizar os seus consumos e reduzir os custos energéticos. Em segundo a população mais jovem, que acham o *tablet* bastante intuitivo e até divertido. Isto é uma forma de envolver os jovens destas habitações no tema da eficiência energética, de forma a que optimizem os seus comportamentos. Para além disso, pela facilidade que têm em interagir com este tipo de interfaces, são uma preciosa ajuda para os seus pais e familiares que muitas vezes têm dificuldades na sua operação e interpretação dos resultados obtidos.

Desta forma foram definidos três factores comportamentais que é preciso impulsionar nos utilizadores:

- Factores Motivacionais: São essenciais para a adopção de novos comportamentos pelos utilizadores. Estes são consciencialização, conhecimento, atitude e influencia social. Para mudar os comportamentos energéticos dos utilizadores eles precisam de estar cientes dos seus consumos e estarem informados das consequências das suas acções. Desta forma conseguem estar motivados para usar a informação disponível. Assim cada residente recebeu o *tablet* e a ligação à internet para poder ver esses dados e ainda sessões formativas e informativas para melhorar a performance.
- Factores de aprendizagem: A existência de novas fontes de informação e formação permite aos utilizadores adoptarem novos conhecimentos e comportamentos relativamente à eficiência energética.
- Factores de Reforço: Conhecimento das consequências das suas acções, recebendo *feedback* positivo ou negativo consoante os seus comportamentos.

Com a instalação da solução e início da fase de monitorização, foi possível aos moradores interagirem com o sistema, receberem formação e comunicarem as suas dúvidas e sugestões, de modo a adaptá-lo o melhor possível às suas

necessidades. Apesar de tudo, este projecto está muito focado na recolha de dados que depois possam ser utilizados para avaliar a performance energética das casas. Assim produz-se informação que será fornecida aos residentes, de forma a ajudar a modificar o seu comportamento para práticas mais eficientes. Assim por um lado os residentes fornecem informação acerca de parâmetros estáticos, sobretudo relativos à sua vida, e recebem interpretação dos dados dos seus consumos energéticos, sob a forma de alertas e avisos.

Após as primeiras semanas de operação, foi recolhido *feedback* relativo ao *software*, tendo os utilizadores achado a aplicação em *Android* bastante intuitiva e com a informação relevante acessível.

O *tablet* também foi muito bem aceite pelos utilizadores, já que o facto de ser portátil e poder estar em qualquer divisão da casa, ajuda a que os utilizadores possam estar sempre atentos aos seus consumos energéticos.

Para além destes dados positivos, houve alguns problemas e questões levantadas pelos residentes que necessitaram de uma nova avaliação pelo consórcio de modo a melhorar a solução:

- Muitos residentes suscitaram muitas dúvidas no que toca ao aumento dos consumos devido aos aparelhos de monitorização, sendo necessário demonstrar que estes aparelhos têm muito baixo consumo.
- Residentes mais idosos, que tiveram muitas dificuldades em se habituarem e a perceberem o funcionamento do *tablet* e do software instalado, tendo sido necessário construir um guia completo para a solução.
- Caracteres utilizados no interface era demasiado pequenos, dificultando a leitura
- Dificuldade em perceber a diferença entre consumos gerais e consumos parciais no interface
- Dificuldades no processo de autenticação ao ligar a solução, o conceito de parâmetros de conforto, alertas que são difíceis de perceberem,

Este *feedback* por parte dos residentes permitiu otimizar a solução de acordo com as expectativas e necessidades deste tipo de cidadãos com mais dificuldades. No entanto todas estas sugestões contribuem apenas para o aperfeiçoamento da solução, existindo uma clara falta de participação activa do utilizador nas etapas de contextualização, concepção e implementação.

Isto leva a que haja uma maior dificuldade dos utilizadores em interagir com o sistema implementado já que esta não está adequada às suas necessidades dificultando a sua integração no seu dia-a-dia.

Identificamos assim um claro *gap* de comunicação entre os intervenientes. Neste aspecto, e segundo o que foi referido anteriormente na metodologia *Living Lab*, o utilizador deve ser envolvido em todo o processo de desenvolvimento e implementação da solução de forma a conseguir intervir em seu benefício. Apesar do consórcio definir que os aspectos não-técnicos são fundamentais para as decisões tomadas em todo o projecto e para a definição da solução, a metodologia que utilizam é incompleta.

Este projecto é especialmente complexo já que o utilizador final é diferente do comprador da solução. Os clientes desta solução serão as entidades gestoras

de habitações sociais e os utilizadores serão os residentes, já que estes últimos não têm meios para investir neste tipo de sistemas.

A construção de todo este sistema tem que ter assim um equilíbrio entre investimento, retorno, aspectos técnicos e não-técnicos, de forma a replicar da instalação no futuro.

Desta forma veremos mais à frente como os utilizadores reagiram à implementação do projecto e se esta metodologia simplista de *feedback* é suficiente para os objectivos traçados no início do projecto.

A criação de modelos de negócio sustentáveis para a implementação desta solução no futuro é sem dúvida um ponto futuro de discussão, no qual os utilizadores estarão certamente de estar envolvidos. Como foi dito anteriormente este tipo de investimento tem de ser feito pelo administrador das habitações sociais, tendo de garantir que os residentes efectuam poupanças que permitem depois que haja retorno do investimento. Desta forma é preciso garantir contratualmente que isto acontece, e que as pessoas se comprometem a efectuar poupanças energéticas. Um dos exemplos dados neste projecto é a criação de uma tarifa, paga ao administrador, que é uma percentagem das poupanças atingidas. No entanto é preciso continuar à procura de modelos de negócio sustentáveis, que tenham foco nas poupanças energéticas e baixos investimentos iniciais.

Neste projecto a *ISA* teve especial intervenção na instalação dos equipamentos, manutenção, verificação das comunicações, aquisição, armazenamento e partilha dos dados. No entanto, tal como em todos os projectos em que participamos, foi realizada uma análise dos dados independente do projecto. Desta forma, conseguimos tirar conclusões específicas para a evolução dos nossos sistemas e acerca das metodologias utilizadas no projecto e a sua adequabilidade à realidade em que estamos a actuar. Esta análise permite-nos ainda perceber o modo como abordar projectos futuros, e criar uma matriz para a realização de outros projectos, como foi o caso do projecto *My Energy*, que decorreu da análise directa dos dados.

O Capítulo seguinte irá servir para ilustrar melhor a metodologia adoptada, contribuindo para uma análise mais cuidada sobre a aproximação que tem sido usada nos projectos Europeus de eficiência energética que lidam directamente com o comportamento de consumidores. Para além disso, a análise de dados feita no próximo capítulo servirá como uma primeira tentativa de caracterização do comportamento dos consumidores, conceito a ser mais amplamente desenvolvido no âmbito do projecto *MyEnergy*.

## Capítulo 6

# Análise do comportamento de consumidores de energia baseada em dados reais

O sucesso da implementação de sistemas domésticos de gestão de energia eléctrica e a sensibilização e formação dos residentes nas habitações sociais, são os dois factores críticos que condicionam o sucesso do projecto *E3SoHo* e de muitos outros projectos de eficiência energética.

Este capítulo servirá para fazer uma análise dos resultados das metodologia de inovação e envolvimento dos utilizadores neste projecto, permitindo apontar alguns casos concretos de falhas. Não teremos interesse em fazer uma análise sobre potenciais de poupança, a qual é deixada para ser feita no âmbito do próprio projecto.

Este capítulo é assim uma aplicação da análise de comportamentos de consumidores, com o objectivo de procurar e separar dois efeitos, por um lado comportamento induzidos por factores ambientais e sazonais, e por outro, comportamentos induzidos por factores sociais e conforto, procurando identificar o efeito destes nos consumos de energia. Esta análise é feita com a finalidade de poder regular de alguma forma os contratos tipo *ESCO*, que necessitam de analisar se o consumidor vai seguir o contrato, e efectuar as poupanças e programas de consumo estipulados. Nestes contratos entre o consumidor e uma empresa, que vai dar garantias que o consumidor vai poupar energia, é necessário avaliar o comportamento dos consumidores para ter a certeza que a poupança de um lado não é contrariada por um aumento de consumo noutra lado, sendo necessário analisar cuidadosamente o comportamento do cliente. No entanto, existem sempre desvios que podem ser analisados. Desta forma conseguimos caracterizar o comportamento dos consumidores e ver a influência que têm no consumo, cruzando dados meteorológicos, demográficos e comportamentais. As alterações de comportamento induzido por factores ambientais não devem ser penalizadas nos contratos das *ESCOs*, estes serão tipicamente sazonais e como tal não devem, em principio, alterar o consumo total anual. Poderão existir também alterações climáticas de ano para ano, mas essa questão mais complexa terá que ser avaliada no âmbito do projecto *MyEnergy*, criando-se assim medidas de análise que tenham em conta estes factores.

Por forma a permitir a análise de dados aqui apresentada, torna-se pertinente descrever o trabalho desenvolvido para esta análise de dados, em especial o software utilizado neste projecto para o tratamento dos dados de consumo de energia eléctrica. Para desenvolver este projecto, era necessário recorrer a um conjunto de ferramentas com características específicas:

- Automatizar a análise e manipulação de dados;
- Criar uma base de dados simples e integrável com o sistema da *ISA*;
- Interface simples e limpo, para uma análise compreensível dos consumos e comportamentos dos utilizadores.

Por já ter adquirido experiência a trabalhar com bases de dados em *MySQL* e análise de dados em *Python*, em outros projectos, estava familiarizado com as capacidades da conjugação destas duas plataformas. Assim, ao definir os requisitos para a análise dos dados energéticos, foi bastante fácil proceder à escolha das ferramentas a utilizar. Desta forma, os dados dos consumos energéticos, provenientes dos sensores, estão armazenados numa base de dados *MySQL*, construída de propósito para este projecto. Foram criados diversos programas baseados em *Python*, que acedem a esta base de dados, importando-os, analisando-os, apresentando a informação em diversos tipos de gráficos, e guardando a informação tratada numa outra base de dados *MySQL*. Esta abordagem facilita o tratamento, a análise, como também o acesso futuro à informação, para desenvolver novos métodos de forma simples e modular, podendo sempre trabalhar sobre os diversos dados que estão armazenados na base de dados *MySQL*, através do *Python* ou outro tipo de software.

## 6.1 Análise dos dados históricos

De forma a estabelecer uma base comparativa para os resultados obtidos, antes e após a intervenção do projecto e perceber a evolução comportamental dos utilizadores, foi feita uma monitorização prévia e análise de dados históricos para estabelecer a *baseline*. Este processo ocorreu ao longo de cinco meses, entre Dezembro de 2010 e Junho de 2011, pela análise das facturas eléctricas de cada uma das residências monitorizadas e medições locais nos circuitos anteriormente referidos entre Agosto e Novembro de 2011. O período de monitorização e intervenção deste projecto, terminou no final do mês de Agosto de 2013, tendo começado no início de Agosto de 2012.

A análise primária da *baseline*, permitiu chegar a conclusões interessantes, que servem de ponto de partida, não só para a monitorização e posterior análise, como também para o foco das acções a implementar e formação a realizar:

- Os padrões de consumo entre as residências são muito heterogéneos;
- Foram identificados os apartamentos que mais energia eléctrica consomem, onde se destaca o apartamento 5D;
- Não existem co-relações entre o consumo e o número de habitantes e área;
- Iluminação e aplicações ligadas a tomadas são as que demonstram maiores consumos;

Consumos	kWh/ano	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/pax
Apartamento 5D	3192	46	1596
Média do Condomínio	2211	32	902

Tabela 6.1: Valores históricos comparativos para a *baseline* do consumo de energia eléctrica, do apartamento 5D e média dos apartamentos de habitação social monitorizados

- Alguns apartamentos apresentam picos de consumo ao meio dia e à noite, sendo interessante arranjar formas de os suavizar;
- Num mesmo apartamento os consumos são homogéneos, mantendo-se constantes, sem subidas ou descidas abruptas.

No geral, conseguimos observar que existem grandes discrepância entre os consumos de energia eléctrica nos diversos apartamentos, sem uma correlação concreta, o que nos transmite que as grandes diferenças se dão a nível comportamental. Um resumo destes dados históricos está presentes no Anexo 3 desta tese. Note-se que, apesar de o apartamento 5D não ser aquele que tem os maiores consumos do prédio inteiro, é aquele que possui os maiores consumos dos apartamentos que têm monitorização de circuitos individuais, que são relevantes para a análise aqui feita. Para este projecto de tese, foi escolhido como caso de estudo o apartamento 5D, já que era o apartamento com os maiores consumos de energia eléctrica total, por pessoa e por metro quadrado. A grande maioria dos apartamentos têm consumos eléctricos bastante baixos e por isso o potencial de poupança é pequeno. Em apartamntos com maiores consumos, como o caso do 5D, os consumidores não parecem estar suficientemente motivados par atingirem os objectivos definidos, daí o nosso interesse. Este apartamento possui as mesmas dimensões que todos os outros, e o seu número de residentes, dois, está abaixo da média das habitações monitorizadas, que se encontra nos três. Desta forma, este apartamento possui um potencial de poupança, que se baseia essencialmente na alteração de comportamentos dos seus residentes. Assim, no capítulo seguinte iremos analisar os diferentes comportamentos dos utilizadores, e o modo como o projecto está a ter impacto nos seus comportamentos. É ainda importante referir que ao longo deste projecto, não houve nenhuma alteração à estrutura familiar do apartamento 5D. Assim, torna-se pertinente fazer a análise da *baseline* do apartamento 5D, cujos valores gerais se encontram na tabela 6.1.

Como podemos ver estes valores encontram-se bastante acima da média de consumos de energia eléctrica do condomínio de habitação social monitorizado neste projecto. É de frizar que este valor, apesar de alto, se encontra abaixo da média de consumo de energia eléctrica anual de uma residência espanhola ou europeia, cujos consumos são respectivamente 4351kWh e 3888kWh. Quando falamos em consumo por pessoa, os valores no apartamento 5D aproximam-se muito da média espanhola e da média europeia, 1637 kWh e 1611kWh [126], respectivamente. Para já conseguimos ver que apesar do consumo total do apartamento 5D estar abaixo da média espanhola e europeia, o consumo por habitante está perot da média.

Na tabela 6.2 são apresentados os consumos mensais de electricidade durante o período de medição da *baseline*.

Mês	Consumo(kWh)
Dez-10	336
Jan-11	289
Fev-11	305
Mar-11	181
Abr-11	293
Mai-11	203
Jun-11	255

Tabela 6.2: Valores históricos do consumo mensal de energia eléctrica do apartamento 5D - Dezembro de 2010 a Junho de 2011

Circuito	Consumo 5D(kWh/pax)	Consumo 8C(kWh/pax)
Cozinha	70,7	39,2
Máq. da Roupa	26,4	0
Máq. da Louça	10,8	4,8
tomadas	223,2	148,5
Iluminação	151,9	38,63
Total	483	231,2

Tabela 6.3: Medição dos consumos de energia eléctrica por pessoa dos diversos circuitos no apartamento 5D e 8C - Agosto de 2011 a Novembro de 2011

É importante referir os consumos por pessoa (*pax*) obtidos através da medição nos diversos circuitos do apartamento 5D e 8C, entre Agosto e Novembro de 2011, que se encontram descritos na tabela 6.3.

O apartamento 8C foi escolhido para esta comparação, já que segundo os dados adquiridos, para o estabelecimento da *baseline*, é o apartamento com maior consumo, a seguir ao apartamento 5D. Como podemos ver pela tabela 6.3, o consumo por pessoa é maior no apartamento 5D para todos os circuitos. Todos estes dados serão úteis no futuro para realizar comparações com o período de monitorização do projecto, que decorre em paralelo com as acções de formação e informação, de forma a avaliar o seu impacto e eficácia das medidas.

Após a apresentação de dados históricos, passemos à análise do comportamento dos residentes no apartamento 5D, e da forma como o projecto e a metodologia escolhida afectou os seus padrões de consumo. Mais uma vez é importante referir que neste projecto estamos a estudar as alterações dos comportamentos sendo esta análise um caso de uso da metodologia de desenvolvimento e da análise dados. Este projecto de tese contribuiu assim como estudo preliminar para uma melhor definição e conceptualização do projecto *My Energy*, para avaliar de forma ampla e sistematizada o potencial de aplicação desta análise e possibilidade de integração com outras ferramentas.

## 6.2 Análise do comportamento dos consumidores do apartamento 5D

Nesta secção é apresentada uma análise mista entre o perfil energético e o comportamento dos utilizadores, em função do tempo, de forma a revelar padrões de consumo dos residentes no apartamento 5D. Desta forma iremos trabalhar sobre dados dos sensores, adquiridos a cada quinze minutos, não no período de um ano mas de seis meses, de Agosto de 2012 a Janeiro de 2013.

No entanto, antes de avançar é importante mostrar a representação da curva de consumo médio horário de todo o complexo de habitações sociais em análise neste projecto, figura 6.1. Esta representação gráfica é realizada de forma a servir de referência para o resto do trabalho, já que esta curva nos permite visualizar o perfil de consumo do condomínio, e a sua distribuição ao longo do dia.

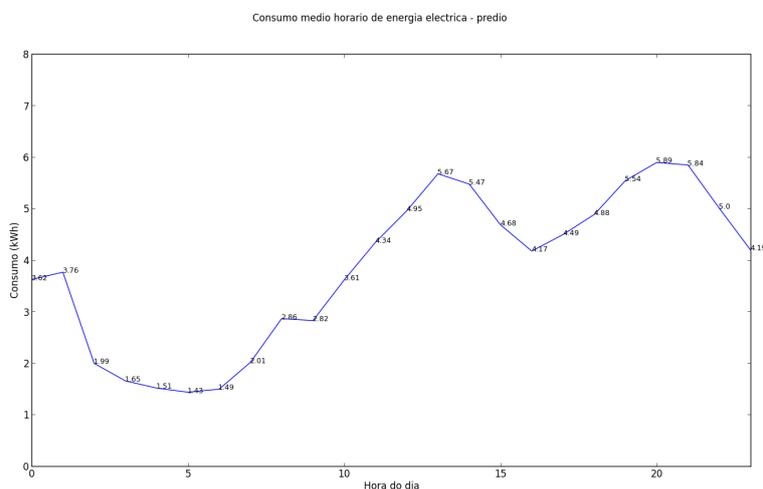


Figura 6.1: Perfil de consumo médio horário em todo o complexo de habitação social, ao longo do período de monitorização

Para uma melhor compreensão do comportamento dos residentes do apartamento 5D, foram concebidos diversos programas, que nos permitem obter gráficos e tabelas, que serão apresentados na próxima secção. Neste gráficos podemos destacar os perfis de consumo total horário, por habitante e por metro quadrado, de forma a normalizar os valores e comparar com a média dos apartamentos sujeitos ao processo de monitorização. Esta análise irá estender-se a nível semanal, e mensal, de forma a visualizar a evolução dos consumos ao longo do período de monitorização. Finalmente faremos uma análise do consumo por circuito, permitindo assim ver eventos específicos dos comportamentos dos utilizadores e os seus padrões de consumo, como também falhas na metodologia de envolvimento dos utilizadores. Posteriormente ainda neste capítulo, procederemos à discussão dos resultados obtidos e finalmente conseguiremos ter conclusões gerais acerca das metodologias utilizadas nos processos de eficiência

energética.

### 6.2.1 Consumos totais e parciais de energia eléctrica

Nesta primeira análise é possível visualizar o perfil de consumo diário do apartamento 5D, e respectivos circuitos em qualquer dia do ano. O programa elaborado torna-se útil já que nos permite visualizar um dia específico ao longo do período de monitorização, e assim conseguir procurar eventos pontuais e ver a evolução do comportamento dos utilizadores ao longo do dia. Conforme está representado na figura 6.2, podemos proceder a comparações entre os consumos totais de energia eléctrica em dois dias distintos, neste caso, escolhidos aleatoriamente os dias 3 de Setembro de 2012 e 3 de Dezembro de 2012.

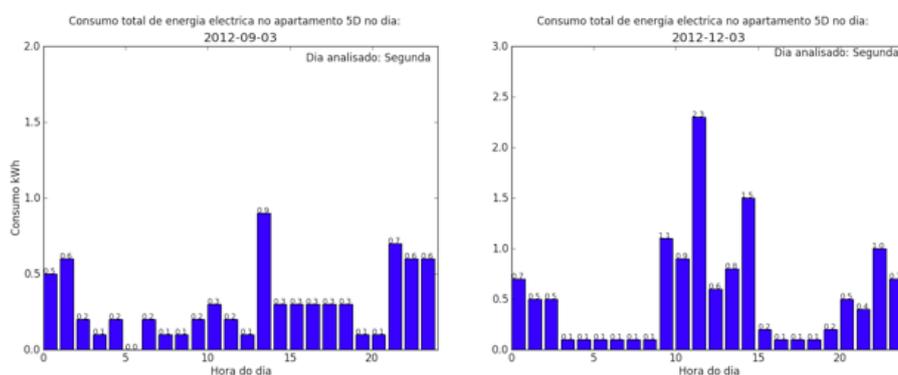


Figura 6.2: Comparação do consumo total de energia eléctrica, no apartamento 5D: 03-09-2012 e 03-12-2012

Na tabela, 6.4, podemos também ter acesso aos dados dos consumo dos diversos circuitos. Apesar de não estar aqui representado, é também possível visualizar o perfil horário diário de cada um dos circuitos.

Circuito	Consumo 3/9/12(kWh)	Consumo 3/12/12(kWh)
Total	7,3	12,8
Cozinha	1,1	2,5
Máq. da Roupa	0	0,9
Máq. da Louça	0	1
tomadas	3,1	2,8
Iluminação	3	3,8
Máq. de Secar	0,2	1,8

Tabela 6.4: Consumos de energia eléctrica totais e parciais nos dias 3 de Setembro de 2012 e 3 de Dezembro de 2012

### 6.2.2 Consumos de energia eléctrica ao longo da semana

Como estamos a analisar os consumos de energia eléctrica de uma residência, os factores ocupacionais têm que ser tidos em conta, tornando-se pertinente

ver certas discrepâncias que existem nos consumos. Desta forma, na figura 6.3, temos o consumo médio entre dias da semana e de fim-de-semana.

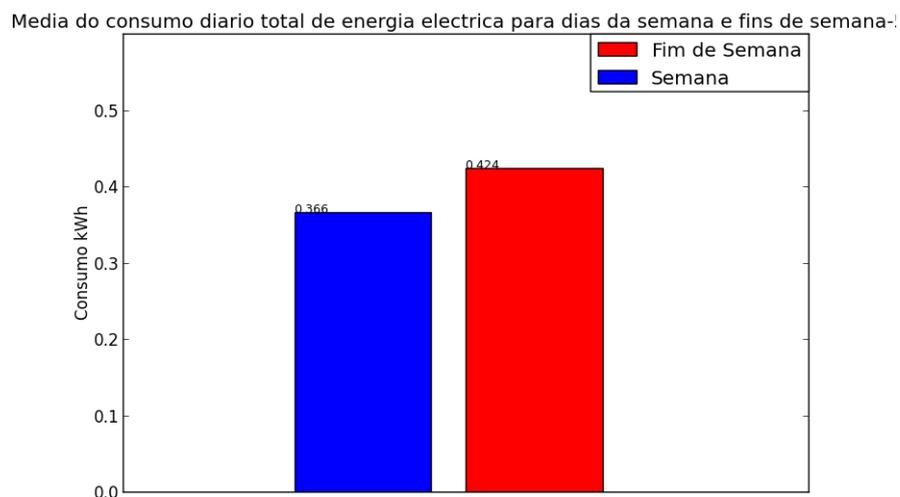


Figura 6.3: Comparação do consumo médio de energia eléctrica durante os dias de semana e fim-de-semana - Apartamento 5D

Na figura 6.4 está representada a comparação da média do consumo de energia eléctrica para os diversos dias da semana, no apartamento 5D, onde é possível ver os diferentes consumos consoante o dia da semana.

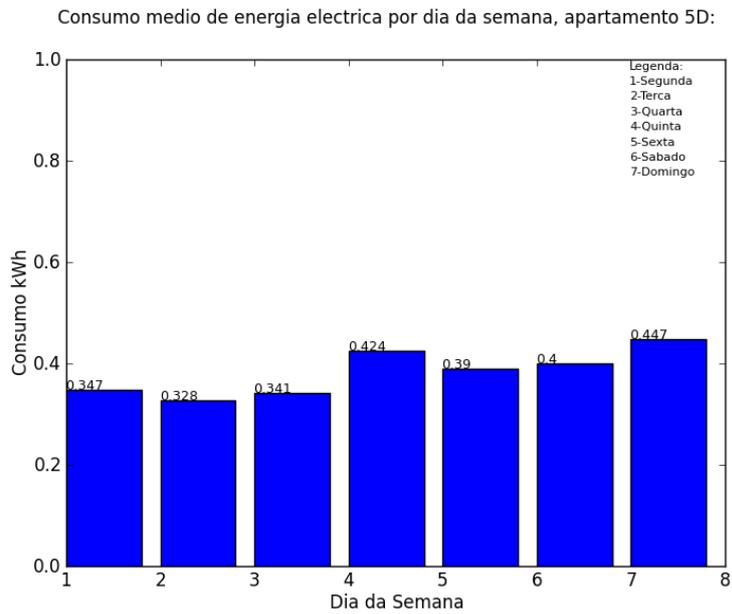


Figura 6.4: Comparação do consumo médio de energia eléctrica entre os diversos dias da semana - Apartamento 5D

### 6.2.3 Consumos de energia eléctrica normalizado

A normalização dos dados de consumo de energia eléctrica é muito importante quando procedemos à análise e discussão destes mesmos dados. Desta forma, nesta secção apresentamos os consumos de energia eléctrica, por pessoa e por metro quadrado para o apartamento 5D, figuras 6.6 e 6.8 respectivamente, e para o prédio, figuras 6.7 e 6.9 respectivamente.

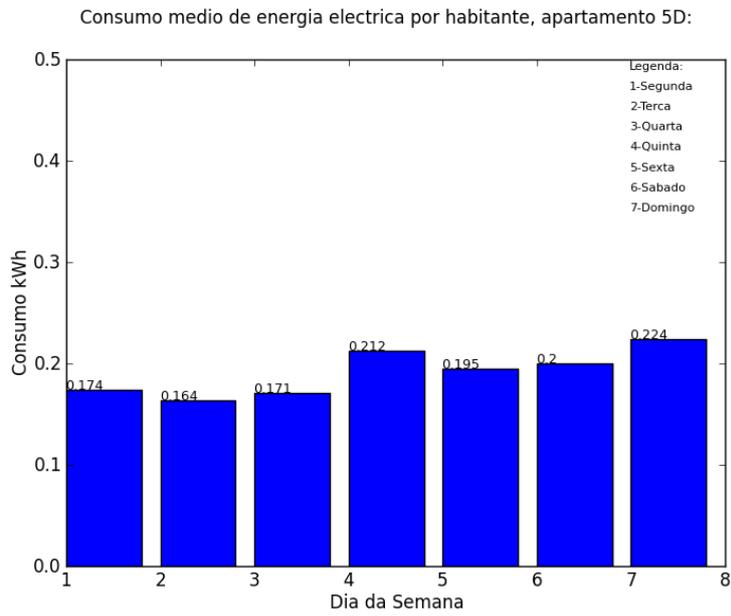


Figura 6.5: Consumo médio de energia eléctrica por pessoa, nos diversos dias da semana - Apartamento 5D

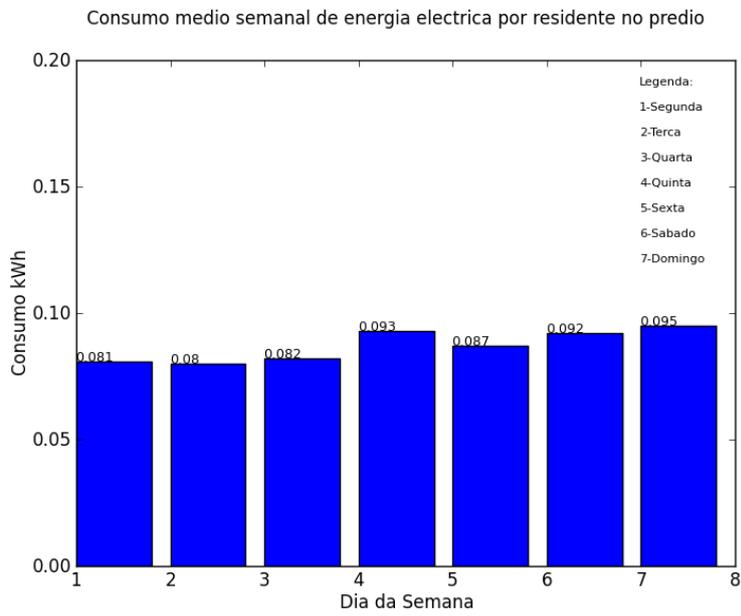


Figura 6.6: Consumo médio de energia eléctrica por pessoa, nos diversos dias da semana - Prédio

Consumo de energia eléctrica por metro cuadrado para cada día da semana - apartamento 5D

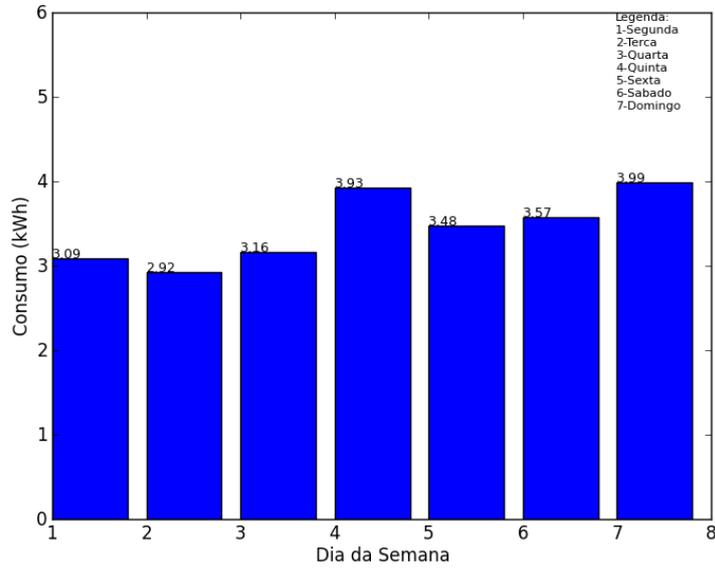


Figura 6.7: Consumo de energia eléctrica por metro cuadrado, nos diversos dias da semana - Apartamento 5D

Consumo total de energia eléctrica por metro cuadrado, para cada día da semana - prédio

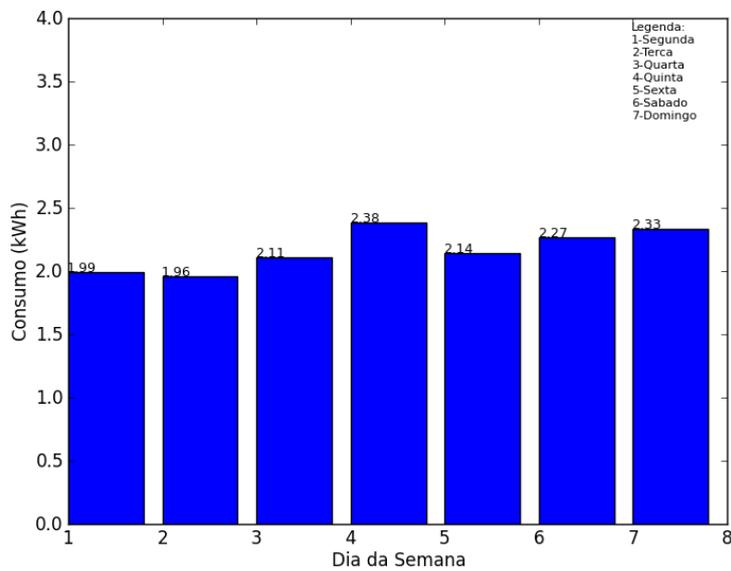


Figura 6.8: Consumo de energia eléctrica por metro cuadrado, nos diversos dias da semana - Prédio

### 6.2.4 Consumos de energia eléctrica sazonal

Nesta secção apresentamos, na figura 6.10, os consumos totais de energia eléctrica distribuídos pelos diversos meses em que decorreu a monitorização. Este gráfico permite fazer uma comparação sazonal, e comparar com os valores mensais de consumo históricos de 2011, presentes na tabela 6.2.

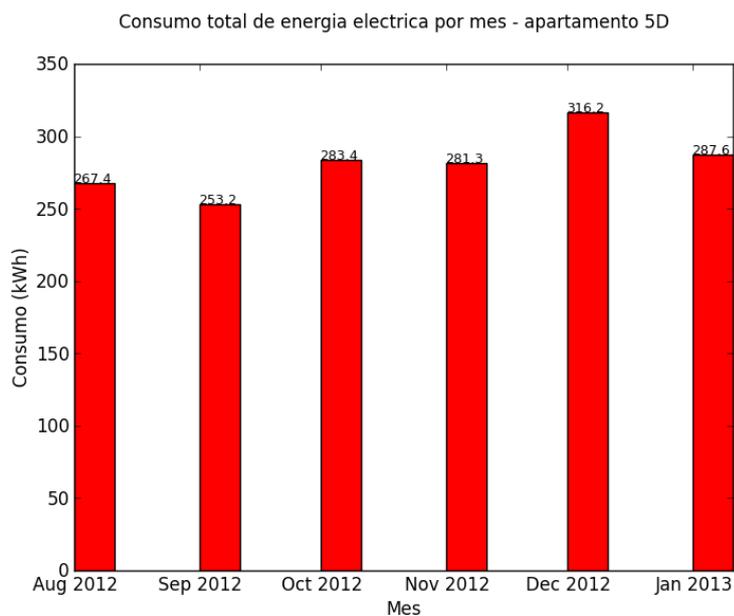


Figura 6.9: Comparação do consumo total de energia eléctrica, ao longo dos vários meses, no apartamento 5D

### 6.2.5 Consumo de energia eléctrica de circuitos específicos

Antes de passar à análise de circuitos específicos do apartamento 5D, temos representada a curva de consumos médios desta residência.

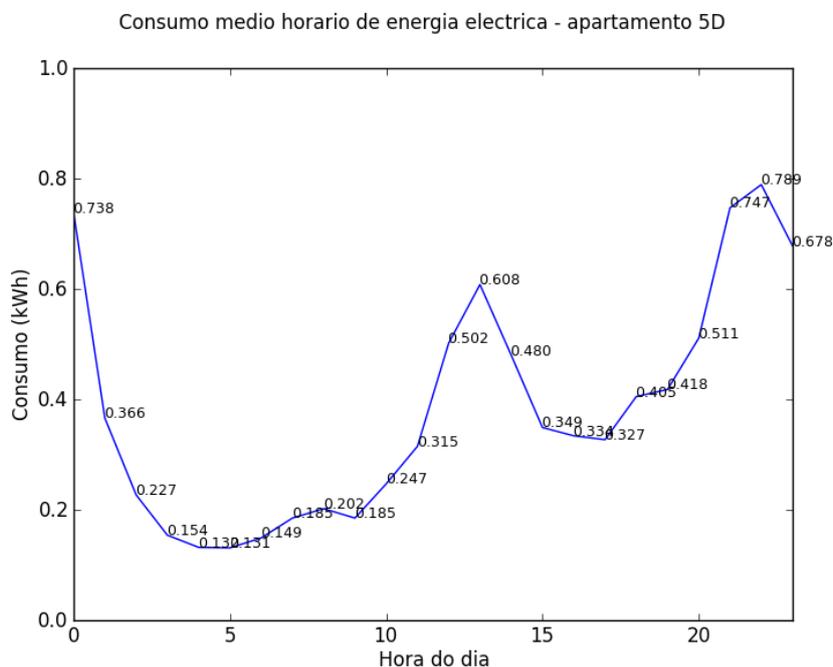


Figura 6.10: Curvas de carga do consumo médio do apartamento 5D

Nesta secção iremos também analisar as cargas móveis, que neste apartamento, estão relacionadas com o consumo de energia eléctrica associado à operação da máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa e máquina de secar. A modificação dos consumos relativamente a este tipo de electrodomésticos tem um grande potencial, não propriamente para a poupança de energia, mas sim, para a diminuição dos picos do consumo e para a identificação de eventos que permitirá otimizar os modelos de negócio das *ESCOs*. Este estudo preliminar, permitiu a idealização e concepção do projecto *My Energy* que irá criar a base para o desenvolvimento de instrumentos que permitam às empresas de serviços energéticos, como é o caso das *ESCOs* cujos seus lucros se baseiam nas poupanças, garantir que os utilizadores não estão a ter práticas ineficientes ou a utilizar mais certos electrodomésticos num determinado período de tempo, ou em horários mais caros. Desta forma iremos permitir a criação de novos modelos de negócio, suavização dos picos de consumo e claro, novas formas de monitorização de desperdícios. Desta forma, nas seguintes secções será feita uma análise da curva de carga de cada um dos circuitos, os seus consumos mensais, para comparação com valores históricos, e finalmente, para o circuito da máquina de lavar roupa, de lavar louça e de secar roupa, faremos uma análise do número de eventos que ocorrem em cada mês e do consumo em cada um destes eventos.

### 6.2.5.1 Consumo de energia eléctrica no circuito da cozinha

Na figura 6.12, está representada a curva de carga deste circuito, com os consumos médios do circuito da cozinha ao longo do dia, no período de monitorização, que engloba o funcionamento do forno e do micro-ondas.

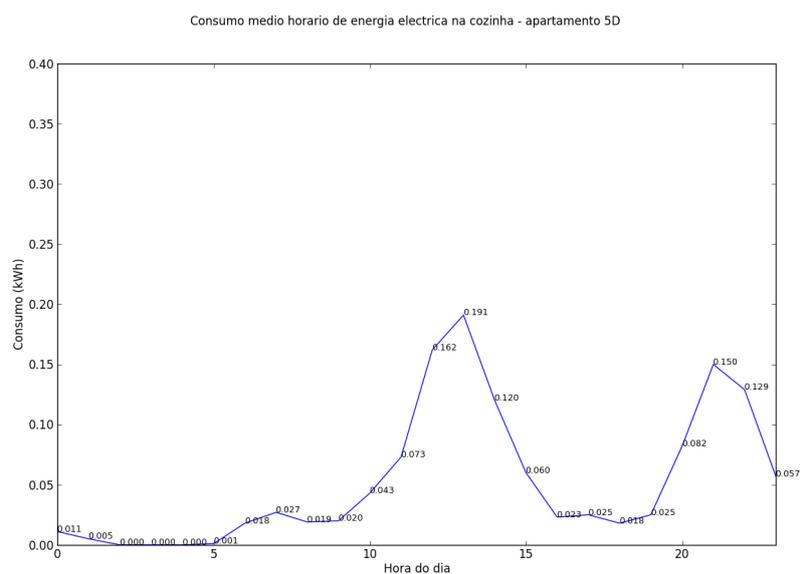


Figura 6.11: Representação da curva de carga média no circuito da cozinha do apartamento 5D, ao longo do período de monitorização

Já na figura 6.13, temos uma representação gráfica do consumo total de energia eléctrica no circuito da cozinha durante o período de monitorização.

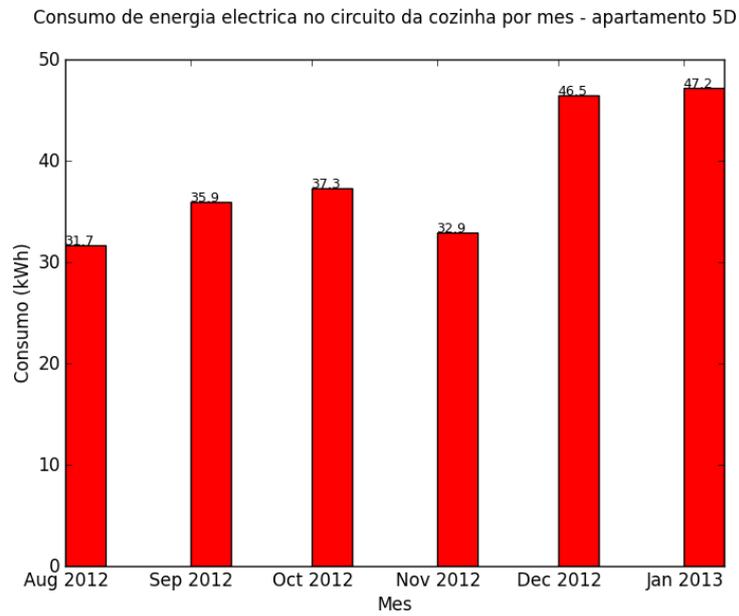


Figura 6.12: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da cozinha por mês, ao longo do período de monitorização.

#### 6.2.5.2 Consumo de energia eléctrica no circuito das tomadas

Nesta secção é apresentado o consumo de energia eléctrica no circuito das tomadas, nomeadamente a curva de carga e o consumo mensal, figura 6.13 e 6.14 respectivamente

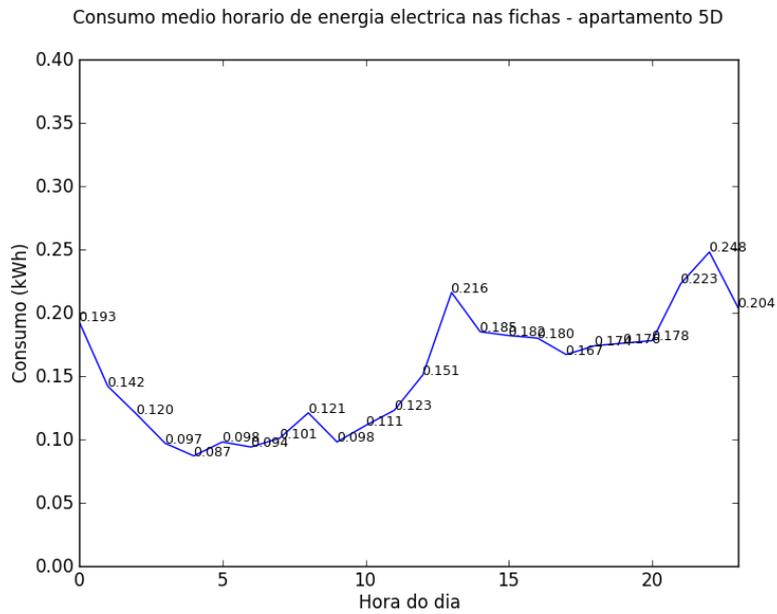


Figura 6.13: Representação da curva de carga média das tomadas do apartamento 5D, ao longo do período de monitorização

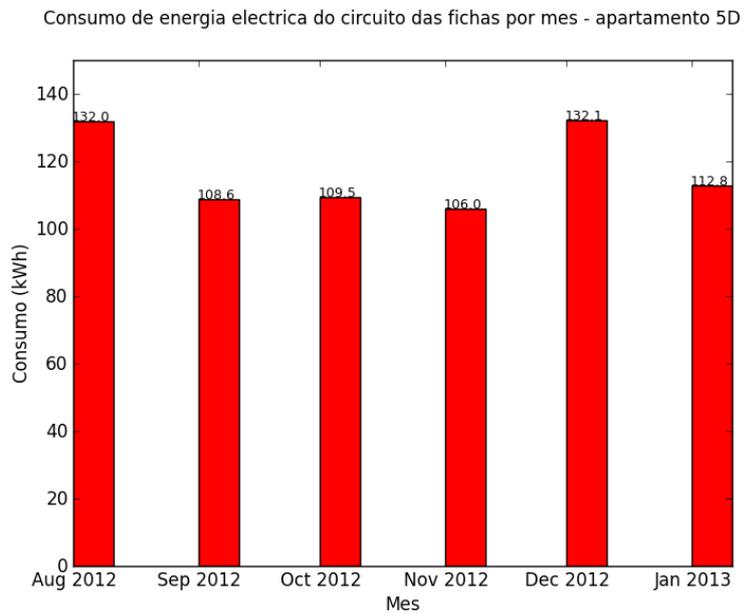


Figura 6.14: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito das tomadas por mês, ao longo do período de monitorização.

### 6.2.5.3 Consumo de energia eléctrica no circuito da Iluminação

Quanto à iluminação torna-se pertinente fazer uma avaliação mais complexa, dada a sua dependência sazonal, figura 6.15.

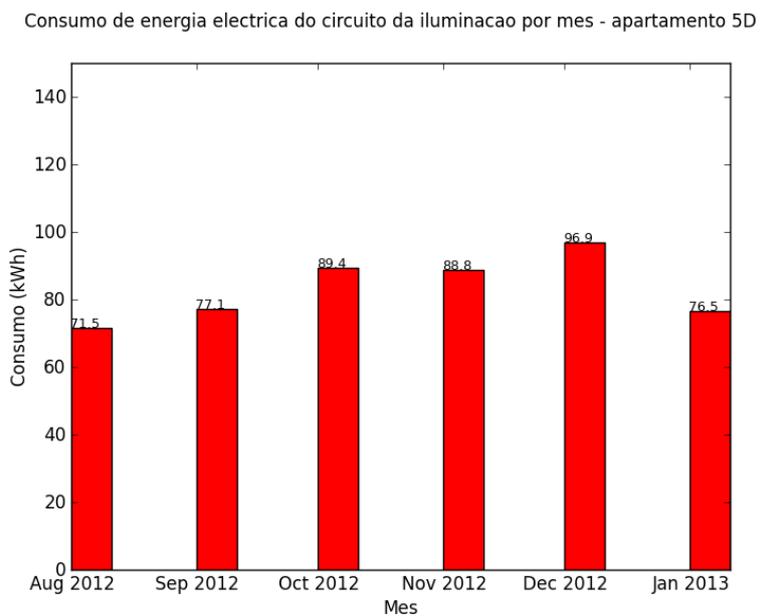


Figura 6.15: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação apartamento 5D, ao longo dos meses de monitorização

Neste circuito temos de ter atenção à dependência do consumo de energia eléctrica face à variação anual ddos períodos diurnos e nocturnos. Desta forma temos representadas as curvas de consumo para os meses de Agosto e Dezembro, figuras 6.16 e 6.17.

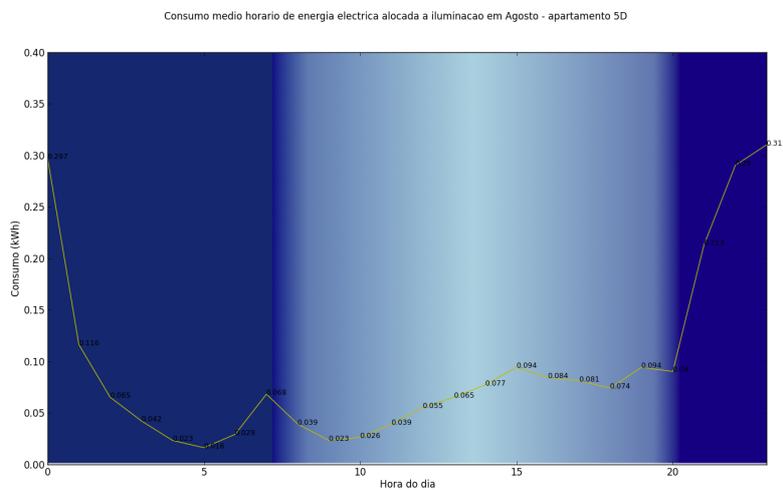


Figura 6.16: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação no apartamento 5D, em Agosto face à iluminação ao longo do dia [127].

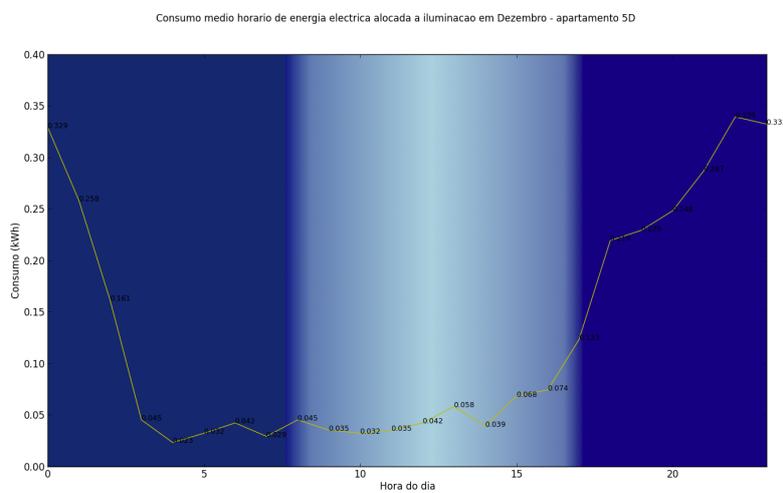


Figura 6.17: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito de iluminação no apartamento 5D, em Dezembro face à iluminação ao longo do dia [127].

Na figura 6.18 temos uma representação esquemática, para um dia específico, do perfil de consumo de energia eléctrica no circuito da iluminação.

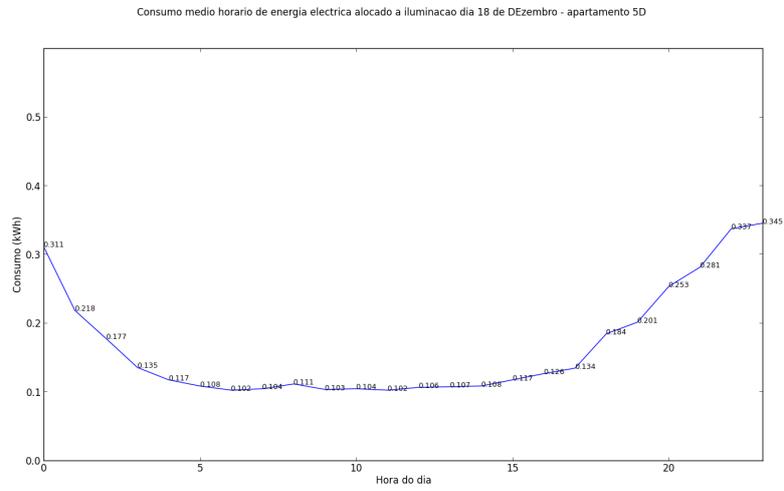


Figura 6.18: Representação do consumo de energia eléctrica em iluminação num dia específico do período de monitorização.

#### 6.2.5.4 Consumo de energia eléctrica no circuito da Máquina da Louça

No que toca ao circuito da máquina de lavar louça, podemos ver na figura 6.19, o perfil de consumo médio horário, ou seja a variação dos consumos médios ao longo do dia.

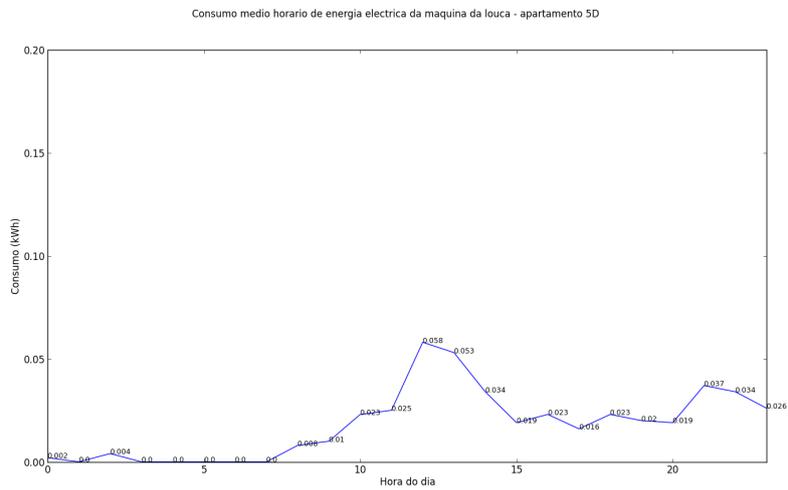


Figura 6.19: Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina da louça, ao longo do período de monitorização.

Na figura 6.20 temos a distribuição dos consumos de energia eléctrica no

circuito da máquina de lavar louça ao longo dos meses de monitorização. Os dados adquiridos neste gráfico serão posteriormente comparados com os dados históricos da tabela 6.3, de forma a verificar se ocorrem poupanças.

Consumo de energia eléctrica do circuito da maquina da louca por mes - apartamento 5D

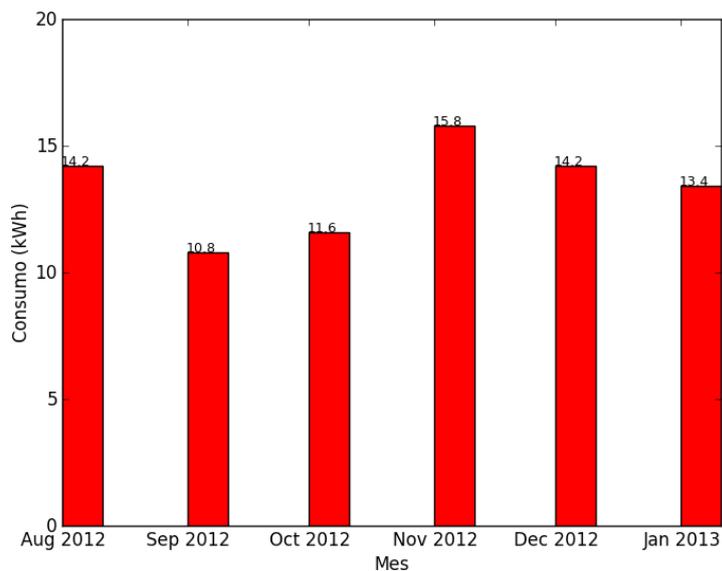


Figura 6.20: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da máquina da Louça por mês, ao longo do período de monitorização.

Na tabela 6.5 temos uma representação do número de eventos associados ao funcionamento da máquina de lavar louça, o consumo total e o consumo médio de cada evento. Apesar desta análise estar com uma granularidade mensal pode ser feita também em termos semanais ou anuais.

Mês	Eventos	Consumo total(kWh)	Consumo médio(kWh)
Ago-12	16	14,2	0,89
Set-12	12	10,8	0,90
Out-12	14	11,6	0,83
Nov-12	16	15,8	0,99
Dez-12	16	14,2	0,89
Jan-13	16	13,4	0,84

Tabela 6.5: Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina de lavar louça, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização

### 6.2.5.5 Consumo de energia eléctrica no circuito da Máquina da Roupa

Passando para a análise do consumo da máquina de lavar roupa, outro importante electrodoméstico que contribui significativamente para o pico de consumo de energia eléctrica, temos representadas a curva de consumo médio, o consumo distribuído ao longo dos meses de monitorização e uma tabela representativa dos eventos e consumos deste mesmo circuito, Figura 6.21, 6.22 e tabela 6.6, respectivamente.

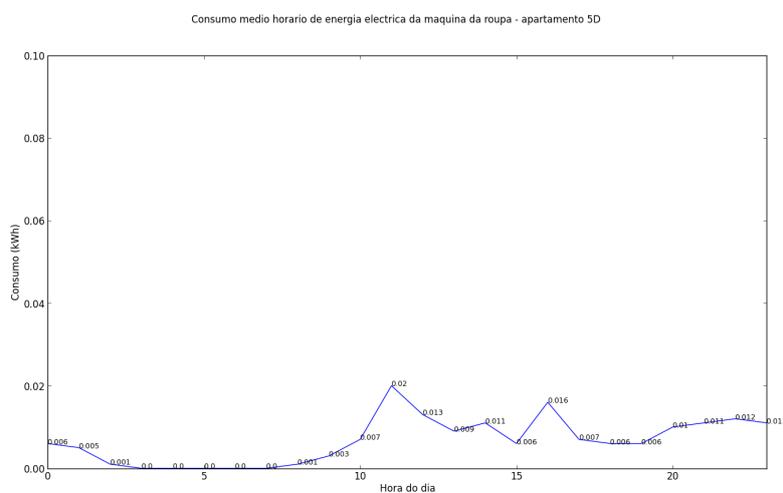


Figura 6.21: Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina da roupa, ao longo do período de monitorização.

Consumo de energia eléctrica do circuito da máquina da roupa por mes - apartamento 5D

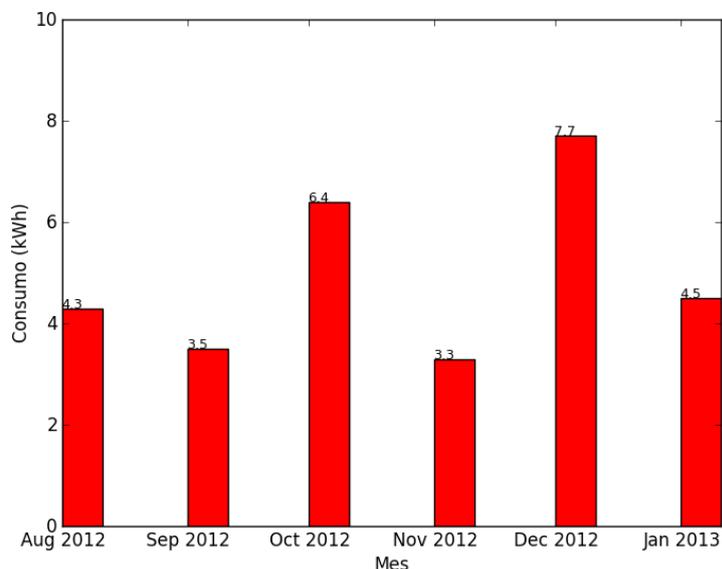


Figura 6.22: Representação do consumo de energia eléctrica no circuito da máquina da Roupa por mês, ao longo do período de monitorização.

Mês	Eventos	Consumo total(kWh)	Consumo médio(kWh)
Ago-12	15	4,3	0,29
Set-12	11	3,5	0,32
Out-12	12	6,4	0,53
Nov-12	14	3,3	0,24
Dez-12	14	7,7	0,55
Jan-13	11	4,5	0,41

Tabela 6.6: Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina da roupa, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização

#### 6.2.5.6 Consumo de energia eléctrica no circuito da Máquina de Secar Roupa

Finalmente nesta secção apresentamos os resultados relativos à máquina de secar roupa. Foram também obtidos gráficos representativos do perfil de consumos de energia eléctrica neste circuito, figura 6.23, a sua distribuição ao longo dos meses de monitorização, figura 6.24, e ainda uma tabela com o número de eventos identificados relacionados com a operação deste mesmo electrodoméstico, tabela 6.7.

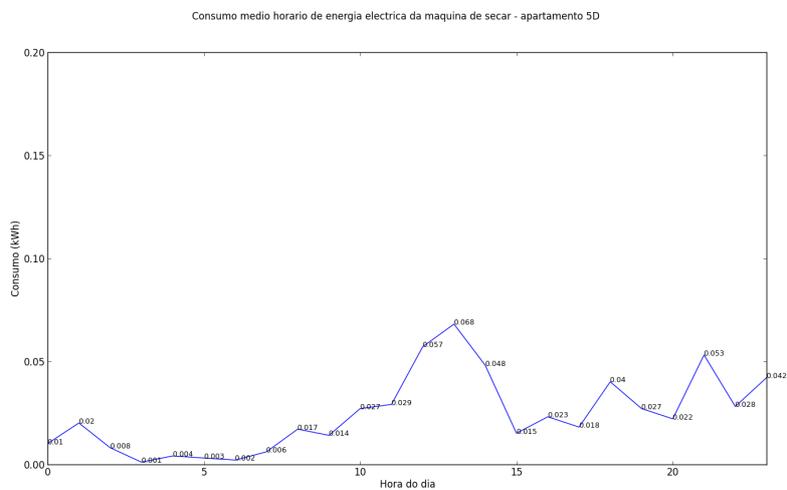


Figura 6.23: Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina de secar roupa, ao longo do período de monitorização.

Consumo de energia electrica do circuito da maquina de secar por mes - apartamento 5D

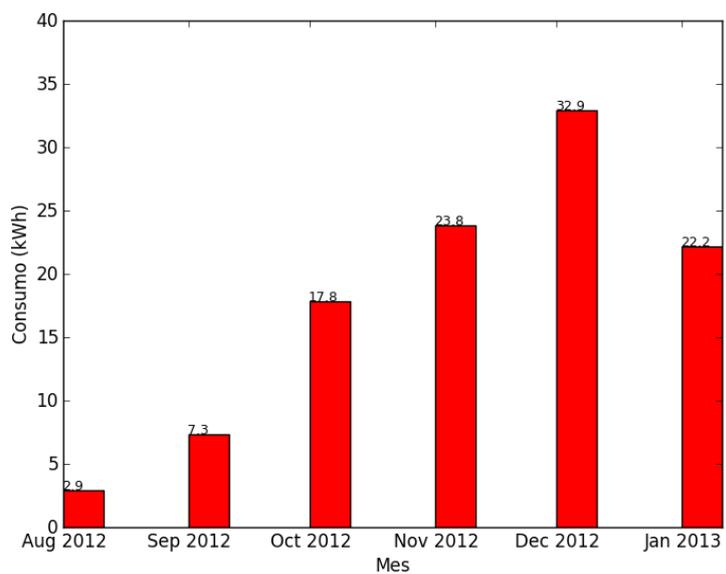


Figura 6.24: Representação do consumo médio horário de energia eléctrica no circuito da máquina de secar roupa, ao longo do período de monitorização.

Mês	Eventos	Consumo total(kWh)	Consumo médio(kWh)
Ago-12	16	2,9	0,18
Set-12	19	7,3	0,38
Out-12	18	17,8	0,99
Nov-12	26	23,8	0,92
Dez-12	23	32,9	1,43
Jan-13	19	22,2	1,17

Tabela 6.7: Tabela representativa do número de eventos e respectivos consumos da máquina de secar roupa, para cada um dos meses ao longo do período de monitorização

### 6.2.6 Discussão dos resultados obtidos

No que toca à secção 6.2.1 temos representado o consumo total de energia eléctrica no apartamento 5D para dois dias. Observa-se a existência de dois picos de consumo, que apesar de diferentes, ocorrem em períodos horários semelhantes, ao início da tarde e ao final do dia. Durante o resto do dia o consumo mantém-se relativamente baixo, coincidindo com o que se observa para a curva de consumos média de todos os apartamentos, representada na figura 6.1. Conseguimos visualizar, que existem diferenças no perfil de consumo diário de um dia e do outro, sendo o consumo em Dezembro muito superior ao de Setembro, respectivamente 12,8 kWh e 7,3 kWh. À primeira vista este consumo em Dezembro poderia dever-se a factores simplesmente sazonais, já que em Dezembro, como os dias são mais curtos e mais frios, é necessária a utilização de mais iluminação, assim como de electrodomésticos que permitam o aquecimento da casa. No entanto, vemos pela tabela 6.4, a origem dos maiores consumos de energia eléctrica. A principal contribuição para este aumento significativo no consumo de energia eléctrica, está relacionada com o uso de electrodomésticos como a máquina da roupa, a máquina da louça e a máquina de secar. No circuito das tomadas podemos ver que não existem diferenças significativas nos consumos, o que nos indica que não houve utilização de aparelhos de aquecimento, que à primeira vista poderiam ser a explicação das discrepância entre os consumos gerais. Estes consumos nas tomadas incluem os consumos de *stand by* dos aparelhos eléctricos como frigorífico, aparelhagem e televisão. No que toca à iluminação, existe um maior consumo em Dezembro, que se explica facilmente pelo maior período nocturno e maior necessidade de utilização de iluminação artificial, no entanto este é apenas um pequeno desvio. Neste sentido o consumo de energia eléctrica devido à utilização de electrodomésticos como a máquina de lavar louça, a máquina de lavar roupa e a máquina de secar roupa, tem um grande impacto nos consumos diários dos consumidores, não existindo uma discrepância significativa entre os consumos sazonais. No entanto temos também a consciência que estamos a analisar apenas dois dias.

Na figura 6.3, presente na secção 6.2.2, constatamos consumos mais elevados durante o fim de semana, já que os habitantes se encontram mais tempo nas suas residências e consequentemente os consumos energéticos são superiores. No entanto, quando analisamos a distribuição dos consumos durante a semana, conseguimos ver, como representado na figura 6.4, que os consumos à quinta-feira são superiores aos outros dias, excepto ao domingo. Este facto

está relacionado com as importantes questões comportamentais, no entanto o impacto que tem na percentagem final de consumo de energia da semana não é relevante, já que se encontra nos 15%. Tornar-se-á pertinente, confrontar os utilizadores com estes dados de modo a identificar a fonte de consumos neste dia em específico.

Conforme foi dito anteriormente, pela análise prévia, tínhamos visto que o apartamento 5D, tinha consumos de energia eléctrica muito superiores aos dos outros apartamentos analisados. Na secção 6.2.3 estão representados os consumos médios de energia eléctrica durante a semana por pessoa e por metro quadrado, quer para o prédio, quer para o apartamento 5D. Segundo as duas primeiras representações representações, 6.5 e 6.6 vemos que o consumo de energia eléctrica por pessoa é consideravelmente superior no apartamento 5D. Também nas figuras 6.7 e 6.8 se vê uma diferença significativa entre os consumos por metro quadrado do apartamento 5D e o resto do prédio. Estas diferenças são de origem comportamental, já que todos os apartamentos possuem praticamente as mesmas dimensões e electrodomésticos. Assim os residentes do apartamento 5D poderão certamente adoptar práticas mais eficientes. Uma das abordagens possíveis para estimular este comportamento poderá passar pela criação de uma plataforma de partilha de experiências e técnicas de eficiência energética entre os residentes, de forma a fomentar a sua participação activa e intervenção na adopção de comportamentos eficientes.

No que toca à distribuição sazonal dos consumos, presente na secção 6.2.4, podemos verificar se realmente estamos perante poupanças ao longo deste projecto, ou se, pelo contrário, os comportamentos são menos eficientes e a abordagem e metodologia de envolvimento dos utilizadores está a falhar. Existem efectivamente poupanças no mês de Dezembro e Janeiro, respectivamente 19,8kWh (5,9%) e 1,6kWh (0,6%), ficando estes valores bem longe dos 25% que se pretendia atingir com este projecto. Estes resultados preliminares mostram que o projecto não está a ter o impacto desejado e o potencial de poupança poderá ser muito maior do que aquilo que foi atingido até agora, dependendo fortemente das medidas que serão implementadas no segundo semestre de monitorização, para fazer frente a comportamentos menos eficientes do consumidor. Ao contrário da análise diária feita anteriormente, aqui é visível um pequeno aumento do consumo da energia eléctrica com o evoluir das estações do ano, no entanto e como veremos mais à frente, esta discrepância está intimamente relacionada com o comportamento dos utilizadores, e o uso dos electrodomésticos. Apesar da iluminação ter um impacto relativo neste consumo, é mais proeminente o impacto da utilização de electrodomésticos como o forno, micro-ondas, a máquina de lavar a louça e a máquina de secar. Estas oscilações estão assim relacionadas com a modificação de padrões comportamentais das famílias. Mais à frente, nas tabelas 6.4 e 6.6 será feita uma análise mais pormenorizada destes comportamentos.

Na secção 6.2.5 é possível visualizar, na figura 6.10, os picos de consumo no apartamento 5D. Estes poderão ser suavizados a partir de práticas mais eficientes, nomeadamente a utilização de electrodomésticos como a máquina de lavar louça, roupa e secar fora destas horas, permitindo assim um equilíbrio da curva de carga e uma melhor distribuição de consumos. A suavização destes picos poderá dar-se de duas formas diferentes, por um lado a deslocalização de certos consumos para horários nocturnos, e por outro lado a implementação e adopção de comportamentos mais eficientes nas horas de pico, com certos cuidados a

serem tomados. Apesar do foco deste trabalho ser apenas a análise do apartamento 5D, é importante referir que o projecto *E3SoHo* só terá impacto caso faça uma abordagem integrada do consumo de todo o edifício, desta forma a redução dos consumos ser importante, ou pelo menos a tentativa de os perceber a partir do contacto dos consumidores, e depois sim actuar de forma a tomar medidas concretas que potenciem menores consumos durante estas horas. Vemos também por esta representação gráfica que existem consumos relativamente elevados durante toda a noite, podendo ser reduzidos através da redução dos consumos de *stand-by*, como por exemplo desligar as televisões e aparelhagens na tomada, podendo ter impacto nestes consumos.

Analisando o perfil de consumo de energia eléctrica no circuito da cozinha, presente na secção 6.2.5.1, vemos que este não apresenta nenhum tipo de informação inesperada. Segundo esta curva, figura 6.11, os consumos, dão-se maioritariamente nas horas das refeições. Nesta secção, torna-se ainda pertinente a comparação entre Agosto e Novembro de 2012 e Agosto e Novembro de 2011, cujos dados históricos estão presentes na tabela 6.2. Segundo a figura 6.12, onde estão representados os consumos totais de energia eléctrica na cozinha, vemos que Agosto, Setembro, Outubro e Novembro teve um consumo total de 137,8 kWh, o que por habitante dá 68,9 kWh. Ora comparando este valor com o valor da tabela 6.3, vemos que houve uma redução de 1,8 kWh (2,6%). Esta redução não é considerável tendo em conta os objectivos do projecto, indicando-nos que as medidas de eficiência energética e promoção de comportamentos mais eficientes por parte dos habitantes estão a ter um impacto muito reduzido no que toca aos consumos no circuito da cozinha. Neste gráfico vemos ainda a modificação dos comportamentos dos utilizadores em Janeiro e Dezembro, com consumos de energia eléctrica muito superiores aos dos outros meses, o que indica uma utilização mais frequente do forno e do micro-ondas.

Na análise do circuito das tomadas, secção 6.2.5.2, temos presente a curva de consumo médio das mesmas, figura 6.12, onde constatamos que existe um consumo relativamente elevado, constante, que está relacionado não só com os comportamentos dos utilizadores, como também pelo facto dos electrodomésticos ligados às tomadas possuírem maiores consumo de *stand-by* como é o caso da televisão, frigorífico e aparelhagem. É ainda importante referir, que os maiores consumos se dão a partir da hora de almoço até às 0h. Os valores durante este período também poderão ser reduzidos, se os consumidores forem incentivados a desligarem os seus aparelhos das tomadas, em vez de simplesmente deixarem a televisão em *stand-by*, ou mesmo desligada, já que em ambos os casos continua a haver consumo, que apesar de residual, contribui para um aumento da factura energética. É ainda de referir a comparação entre os consumos do circuito das tomadas entre Agosto e Novembro de 2012 e 2011, representado respectivamente na figura 6.21 e na tabela 6.3. Como vemos pelo gráfico, o somatório dos consumos nestes meses, ascendeu aos 456,1 kWh, o que dá cerca de 228 kWh por pessoa, um aumento de 2,2%, relativamente aos valores históricos. Estamos assim perante um comportamento mais ineficiente, que nos transmite que não só o potencial de poupança fica por atingir, como também os residentes estão efectivamente a fazer mais gastos energéticos. Em termos sazonais o comportamento é praticamente o mesmo, havendo um consumo superior apenas em Agosto e Dezembro, mais uma vez devido ao período de férias e consequente maior ocupação da residência.

No que toca ao consumo de energia eléctrica no circuito da iluminação,

secção 6.2.5.3 existe uma evolução crescente do consumo, dada a diminuição contínua das horas de iluminação durante o dia, existindo por isso uma maior necessidade de recorrer a iluminação artificial dentro das residências, conforme se vê na figura 6.15. No entanto, analisando o mês de Janeiro, vemos que o consumo de energia eléctrica em iluminação é substancialmente menor que nos meses anteriores, o que nos transmite que poderá haver nos outros meses um grande potencial de poupança, já que Janeiro atinge praticamente o mesmo valor que Agosto, onde o período diurno é muito maior. Já nas figuras 6.16 e 6.17 conseguimos ver a evolução das horas de sol diárias em 2 meses distintos de monitorização e a forma como as curvas de consumos as acompanham, existindo uma clara dependência do consumo do circuito de iluminação com o horário nocturno. Apesar de em Dezembro este consumo ser maior, a diferença não é substancial. Podemos ainda verificar que durante o dia temos consumos muito baixos relacionados com a iluminação que se devem a práticas esporádicas, como luzes acesas por longos períodos e claro aos consumos de *stand-by* da iluminação instalada. Isto é importante, já que conforme está representado na figura 6.18, existem dias em que claramente existem luzes acesas na habitação ao longo de todo o dia, representando anomalias comportamentais e não sazonais, a terem impacto nos consumos de energia eléctrica. É importante fazer uma distinção destes comportamentos dos factores sazonais, de forma a ter o impacto real da evolução das estações no consumo de energia eléctrica. Vejamos agora a comparação dos dados de consumo do circuito de iluminação com os dados históricos, presentes na tabela 6.3, de forma a analisar mais especificamente se as medidas de eficiência energética e acções de sensibilização estão a funcionar no sentido de permitir aos utilizadores terem comportamentos mais eficientes. Pela análise dos gráficos vemos que o consumo de energia eléctrica do circuito de iluminação foi de 163,4 kWh por pessoa, entre Agosto e Novembro de 2012, enquanto que no período homólogo, na tabela 6.3, tivemos um consumo de 151,9 kWh. Novamente é visível um aumento dos consumos de energia eléctrica do período de monitorização que atinge os 7,6%. Conforme vemos ainda pela tabela 6.3, este valor é muito superior ao do apartamento 8C, que é cerca de quatro vezes inferior.

Avançando para a secção 6.2.5.4, onde temos o consumo de energia eléctrica da máquina de lavar louça, vemos que este se dá sobretudo ao longo do período da tarde, figura 6.19. Já na figura 6.20, temos a representação sazonal dos consumos de energia eléctrica do circuito da máquina de lavar louça. Neste gráfico não conseguimos identificar nenhuma prática sistematizada. Seria de esperar, que por causa do frio, nos meses de Inverno e Outono. Comparando os consumos de 2012 e 2011, presentes na tabela 6.3, para o mesmo período vemos que existe um claro aumento do consumo, 142,5%, de 10,8 kWh por pessoa, para 26,2kWh por pessoa. Na tabela 6.5 temos a representação do número de eventos, ou seja identificação do funcionamento da máquina de lavar a louça e respectivos consumos. Esta tabela permite-nos verificar que dentro do mesmo período de monitorização não existe um aumento da ineficiência da máquina de lavar louça, já que o consumo médio por evento permanece relativamente constante, sem oscilações alarmantes. O número de eventos mensais é praticamente constante, no entanto vemos aqui que existe espaço para práticas mais eficientes já que para um mesmo número de eventos temos uma variação de consumos. As diferenças que ocorrem podem dever-se aos diferentes programas da máquina de lavar louça, podendo os consumidores adoptar programas mais ecológicos, que não

dispendam tanta energia.

Na secção 6.2.5.5 temos presente a análise do consumo da máquina de lavar Roupa, onde pela figura 6.21, vemos que as horas de funcionamento dão-se ao longo do dia, sendo muito baixa a incidência fora do horário diurno. No que toca ao consumo mensal, representado na figura 6.22, vemos mais uma vez que os consumos variam, onde se verifica um aumento substancial do consumo da máquina de lavar a roupa em Outubro e Dezembro. Estes valores podem ser maiores devido à necessidade de aquecer a água nas lavagens e programas mais rigorosos de lavagem. Comparando com os dados históricos relativos ao período de Agosto a Novembro de 2011, presentes na tabela 6.3, vemos que houve uma redução substancial do consumo deste electrodoméstico, dos 26,4 kWh por pessoa para os 8,75 kWh por pessoa, 66,9%. Conseguimos assim registar poupanças efectivas relativamente ao comportamentos dos utilizadores. Estas poupanças podem ter sido atingidas por um uso mais eficiente da máquina de lavar a roupa, tendo optado os residentes por usar programas de lavagens mais ecológicos. É ainda de salientar o baixo consumo da máquina de lavar roupa durante o mês Novembro, onde apesar de o número de eventos registado ser normal, os consumos são bastante mais baixos, o que pode estar relacionado mais uma vez com programas de lavagem mais eficientes. Na tabela 6.5 temos representados o número de eventos que ocorrem por mês e a energia consumida nesses. Neste caso, vemos que o maior consumo se dá realmente em Dezembro, não sendo no entanto o mês com mais eventos. Isto tem a ver naturalmente com as características das lavagens. No entanto existe um mês que este padrão se altera, Novembro. Poderia ser considerada uma avaria para esta redução de consumos, no entanto parece pouco provável já que o número de eventos é elevado. A hipótese mais provável é a utilização de programas ecológicos durante as lavagens neste mês. Esta diferença do comportamento das lavagens também se detecta entre Janeiro e Agosto, onde o consumo total é praticamente o mesmo, no entanto o consumo médio por lavagem em Janeiro é superior.

Na secção 6.2.5.6 temos a análise dos consumos de energia eléctrica na máquina de secar. O perfil horário de consumo deste electrodoméstico ao longo do período de aquisição, figura 6.23, está distribuído ao longo do dia, no entanto os maiores consumos dão-se ao longo das horas de pico. Como podemos ver pela figura 6.24, o consumo da máquina de secar aumenta gradualmente conforme vão avançando os meses frios, havendo uma forte dependência sazonal, já que com a diminuição da temperatura e aumento da humidade, há uma maior necessidade de utilização deste electrodoméstico. Na tabela 6.7 vemos claramente a evolução do consumo de energia eléctrica da máquina de secar, que depende fortemente das condições meteorológicas, já que conforme se avança pelos meses mais frios e chuvosos aumenta quer o consumo total quer o consumo médio por evento.

É de salientar ainda que nas últimas três secções onde analisamos o consumo das chamadas, cargas móveis, existe um potencial para reduzir a pressão que colocam na rede, bastando por isso programar estes electrodomésticos para funcionar em horário nocturno. Só desta forma se conseguirá ter uma contribuição efectiva para suavizar os picos de consumo nestes apartamentos.

Nesta análise final das secções 6.2.5.4, 6.2.5.5 e 6.2.5.6 temos como objectivo a quantificação do número de eventos que ocorrem e o seu consumo médio, de forma a no futuro podermos utilizar este método para detectar a modificação de comportamentos dos utilizadores. No entanto é preciso salientar que o con-

sumo médio destes electrodomésticos é bastante eficiente, tendo em conta valores de referência de outros projecto. Um desses exemplos é o projecto *REMO-DECE* [128], onde foram medidos os consumos médios de diferentes aplicações domésticas, onde a Máquina da Roupa, a Máquina da Louça e a Máquina de Secar tinham consumos médios de 0,68kWh, 1,13kWh e 1,72kWh respectivamente.

### 6.3 Conclusão sobre metodologias do projecto de eficiência energética

Como podemos ver por esta análise, existem dois pontos que temos de destacar. Em primeiro lugar, a falta de informação histórica, que nos permita tirar conclusões concretas acerca dos comportamentos dos utilizadores. Devido à falta de granularidade dos dados, é impossível fazer uma análise específica dos comportamentos históricos, sobretudo no que toca ao uso da máquina de secar, lavar roupa e lavar louça e verificar com certeza a forma como evoluíram os consumos e comportamentos com a implementação deste projecto.

Em segundo lugar, é patente o aumento generalizado do consumo de energia eléctrica por parte dos habitantes do apartamento 5D. Este aumento deve-se essencialmente a factores comportamentais, já que a implementação dos sistemas de monitorização, acções de formação e informação não estão a provocar resultados efectivos para as mudanças comportamentais dos residentes, de forma a atingirem práticas mais eficientes. Outro factor que poderá provocar este aumento de consumo pode ser o facto de os electrodomésticos estarem a ficar mais ineficientes devido ao envelhecimento, no entanto devido à falta de dados históricos não conseguimos fazer esta análise, já que ao longo dos meses de monitorização, as mudanças de consumo médio se conseguem justificar com factores sazonais. Assim estamos a observar um aumento generalizado dos consumos, e ainda se verificam práticas ineficientes de consumo de energia eléctrica, não havendo suavização dos picos de consumo. Desta forma dois dos principais objectivos deste projecto, em seis meses de implementação, encontram-se por cumprir, chegando mesmo a obter-se o resultado contrário, com o aumento dos consumos.

Para concluir este capítulo, os maus resultados obtidos até agora devem-se essencialmente à presença de comportamentos ineficientes dos utilizadores, e à dificuldade da abordagem escolhida para conseguir promover práticas mais eficientes. Neste sentido a construção e implementação da solução assim como o foco das acções de sensibilização e formação não estão a provocar resultados tangíveis. Como o utilizador, neste caso os residentes em habitações sociais, não estão envolvidos no projecto desde o início, têm muito mais dificuldades em compreender os objectivos do projecto, das plataformas, do funcionamento dos aparelhos, sentindo-se desmotivados já que não vêm resultados concretos nem as suas necessidades específicas e reais a serem cumpridas. Este problema poderia ser resolvido, através do envolvimento dos utilizadores no processo de concepção e implementação da solução, permitindo assim não só compreender a solução, como interagiam com ela desde cedo, permitindo também às empresas compreenderem as necessidades dos utilizadores atempadamente e implementar melhorias com menores custos e grande impacto na adaptação da solução ao dia

a dia dos residentes.

A metodologia usada neste projecto tem assim diversas debilidades que se transmitem para o comportamento dos utilizadores:

- Integração débil dos consumidores no projecto;
- Formação pouco focada nos desperdícios de energia;
- Ausência de *reporting e feedback* activo por parte dos consumidores;
- Fraca capacidade de comunicação entre os diversos consumidores;
- Dificuldade em perceber as necessidades reais dos utilizadores.

Existem assim potenciais de poupança que não estão a ser explorados:

- Consumos de energia eléctrica desnecessários nos horários de pico e ao longo do dia;
- Consumos de *stand-by* elevados;
- Uso ineficiente de iluminação;
- Uso mais eficiente de electrodomésticos, com programas mais ecológicos;
- Electrodomésticos ligados durante grandes períodos de tempo, mesmo quando não estão a ser utilizados;
- Uso de electrodomésticos menos eficientes em detrimento dos mais eficientes, como por exemplo o forno em vez do microndas.

Assim de forma a potenciar poupanças deve ser usada uma metodologia para caracterizar e detectar comportamentos de consumidores e as suas alterações, por foma a separar comportamentos induzidos por factores ambientais ou por Factores sociais:

- Penalizações por desperdícios com base na análise de comportamentos;
- Deslocalização de cargas;
- Integração dos consumidores nas diferentes fases de concepção e implementação de uma solução de gestão energética;
- Uso de tarifas dinâmicas;
- Análise de factores externos que possam influenciar o consumo de energia, como por exemplo parâmetros ambientais: temperatura, humidade e luminosidade.
- Identificar eventos singulares : no uso das máquinas de lavar, no uso do equipamnto da cozinha, entre outros;
- Analisar os consumos por evento;
- Verificar desvios sistemáticos quer em números de eventos, quer em consumo por evento;
- Comparar resultados entre meses homólogos;

- Frequência de abertura da porta de um frigorífico ou arca congeladora;
- Detectar e eliminar consumos de stand-by.

Alguns destes parâmetros permitem também analisar o índices de ocupação das habitações e determinar alterações dos mesmos. Um factor que é relevante para justificar desvios a planos de poupança introduzidos pelas *ESCOs*.

No final deste trimestre haverá uma nova análise à segunda metade dos dados e aí irá ser possível ver os problemas que foram identificados pelo consórcio, como foram suplantados estes problemas e como estão a reagir os utilizadores às medidas implementadas para promover a eficiência energética nos condomínios de habitação social monitorizados, no entanto encontra-se já fora do âmbito de trabalho desta tese.

## Capítulo 7

# Conclusões e trabalho futuro

Actualmente existe uma grande necessidade de modificar as práticas de inovação, de modo a conseguir adoptar metodologias que optimizem o processo de transferência de tecnologia para os mercados e para a economia. Para isso é necessário criar, não só produtos e serviços inovadores, como também adaptá-los às necessidades dos utilizadores. É neste sentido que é necessário envolver os utilizadores nos processos de inovação, de forma a potenciar os factores críticos de sucesso quer das soluções quer das empresas que as desenvolvem.

Ao longo deste trabalho houve uma preocupação em mostrar esta necessidade, de envolver os utilizadores em processos de eficiencia energetica, e nomeadamente, por forma a atingir os objetivos da agenda 20-20-20. É neste sentido que as tecnologias de gestão e produção de energia terão um papel fundamental no nosso futuro, pois são não só um meio para atingir processos mais eficientes mas também uma forma eficaz de comunicação com o utilizador, por forma a trazê-lo para dentro do processo. Para além disso a estes processos abrem portas ao desenvolvimento de soluções tecnológicas, gerando novas oportunidades para as empresas, gerando valor na economia. No entanto, estas tecnologias terão de ter processos de inovação e desenvolvimento focados nos utilizadores, caso contrário, muitos milhões poderão ser gastos desnecessariamente em produtos e serviços desadequados à realidade e às necessidades dos utilizadores. De forma a tornar mais eficiente o próprio processo de inovação, é necessário levar a metodologia *Living Lab* para o seio da evolução tecnológica, envolvendo os utilizadores na definição de novos produtos, serviços e tendências futuras que tragam benefícios concretos para a nossa sociedade e para a sua sustentabilidade a longo prazo, quer a nível económico, ambiental e social.

A Comissão Europeia, devido a todos os grandes investimentos que tem feito nesta área, tem sido um dos principais responsáveis pela evolução do sector da energia na Europa, permitindo que as empresas europeias se tornassem mais competitivas nos mercados mundiais. No entanto, muitos destes investimentos não têm tido resultados concretos, ou seja, não existe uma transferência eficiente da tecnologia e investigação científica para os mercados, ficando muito potencial por explorar. A análise que foi aqui feita sobre o projecto *E3Soho* serviu para mostrar que existe espaço para melhorar a abordagem que tem sido feita, onde

os utilizadores são meros *testers*, não transpondo para o processo de inovação as suas necessidades e adaptação ao dia-a-dia, dificultando o cumprimento dos objectivos propostos, e a transferência de inovação para os mercados. É neste sentido, que é necessário o envolvimento do utilizador de forma metódica e estruturada. A definição de novos modelos de negócio para as *ESCOs* é um exemplo desta nova forma de abordar os projectos e os utilizadores. Com estes é possível criar e analisar novos modelos de negócio, que tragam vantagens a todos os intervenientes. O capítulo 6 foi especialmente interessante neste aspecto já que permite não só verificar a debilidade das metodologias de envolvimento dos utilizadores, como também servir de base para uma primeira abordagem a novas técnicas e ferramentas que permitam a detecção de eventos e seus consumos para permitir uma análise mais simples e fácil do comportamento dos utilizadores.

Um projecto que teve por base um âmbito tão alargado e multidisciplinar, como o do trabalho em que estive envolvido desde que me foi atribuído este tema, torna-se difícil de se fazer reflectir num formato de uma tese, onde a avaliação do sucesso é uma parte intrínseca do processo. Este trabalho deixa vários caminhos em aberto, estando o seu impacto dependente do sucesso de alguns projectos para os quais contribui âmbito deste trabalho e que foram entretanto submetidos para financiamento: :

- *MyEnergy*: Projecto dedicado ao desenvolvimento de uma solução de gestão energética que permita a caracterização do comportamento dos utilizadores e a detecção automática de desperdícios de energia. *Call: CIP-IEE-2013.1.6*, no âmbito do Programa *Intelligent Energy Europe*;
- *Synergy*: Projecto dedicado ao desenvolvimento de uma plataforma colaborativa, que permita às PME's Portuguesas participar nas diversas Plataformas Tecnológicas Europeias, e ter mais informação e oportunidades de se envolver em consórcios de projectos de inovação Europeus. *Abstract* presente no Anexo IV. *Call: n.º 02/SIAC/2012 — Fase II*, no âmbito do Programa Operacional de Factores de Competitividade: Informação orientada para PME e representação dos interesses empresariais em organismos internacionais;
- *Business to research and development*: Projecto focado na transferência de tecnologia das entidades do SCT para os mercados e para a economia, através de projectos com potencial e recursos humanos das suas estruturas internas. *Abstract* presente no Anexo V. *Call: n.º 02/SIAC/2012 — Fase II*, no âmbito do Programa Operacional de Factores de Competitividade: Inovação, empreendedorismo e espírito empresarial, designadamente desenvolvidos por jovens.

Nestes contamos com co-promotores como: Universidade de Coimbra, Universidade do Porto, Instituto Pedro Nunes, Alfamicro, Centro Empresarial de Coimbra, Associação de Inovação do Minho, Sociedade Portuguesa de Inovação, Fraunhofer ISE, Sintef, Politécnico de Milão, entre outras instituições. Desta forma, temos a certeza que os resultados desta tese serão utilizados em projectos de relevo, permitindo não só um desenvolvimento dos conceitos aqui definidos, como também a utilização e transferência para o mercado destes estudos preliminares realizados.

Como complemento deste trabalho estive ainda envolvido na constituição da associação *ISaLL*, da qual sou vogal, tendo no âmbito dos seus objectivos contribuído ainda para diversas candidaturas a projectos, como parte da actividade de apoio às empresas membros do *ISaLL*.

# Bibliografia

- [1] António C.S. Bento. *Comunicação Interna*.
- [2] *Urban population (% of total)*. World Bank - consultado em Novembro de 2012. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS/countries/1W?display=graph>.
- [3] European Commission. *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*. Julho de 2012.
- [4] Hans Kramar Robert Kalasek Nataša Pichler-Milanović Rudolf Giffinger Christian Fertner e Evert Meijers. *Smart Cities, Ranking of European midium-sized cities*. 2007.
- [5] Jorge Vasconcelos. *SMART Portugal 2020: A redução de emissões e o aumento da eficiência energética através das TIC*. páginas 18-29, APDC. URL: <http://gesi.org/files/Reports/SMART%202020%20Portugal-pt.pdf>.
- [6] Henry Chesbrough. *Open Innovation - The new imperative for creating and profiting from technology*.
- [7] *Cloogy*. Consultado em Junho de 2013. URL: <http://cloogy.com/pt/apresenta%C3%A7%C3%A3o/>.
- [8] *ENoLL - European Network of Living Labs*. Consultado em Junho de 2013. URL: <http://www.openlivinglabs.eu/>.
- [9] *Broker*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://www.entrepreneur.com/encyclopedia/business-broker>.
- [10] *ICT for a Low Carbon Economy - Smart Buildings*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/sb\\_publications/smartbuildings-1d.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/sb_publications/smartbuildings-1d.pdf).
- [11] *Future Internet*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/future-internet-public-private-partnership>.
- [12] *Internet of Things*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://www.alexandra.dk/uk/services/publications/documents/iot\\_comic\\_book.pdf](http://www.alexandra.dk/uk/services/publications/documents/iot_comic_book.pdf).
- [13] Eduardo Pol e Peter Carrol. *An Introduction to Economics with Emphasis on Innovation*. Innovation Planet. 2006.
- [14] Alfred Chandler. *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. MIT - Massachusetts Institute of Technology. 1990.

- [15] Henry Chesbrough. *Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation*. University of California, Berkeley, página 4. Outubro de 2005.
- [16] Wim Vanhaverbeke, Vareska van de Vrandea, Jeroen de Jongh e Maurice de Rochemont. *Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges*. Technovation - Volume 29, Issues 6–7, Pages 423–437. Junho/Julho 2009.
- [17] Henry Chesbrough. *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press. 2006.
- [18] Birgitta Bergvall-Kåreborn e Anna Ståhlbrost. *Participatory Design - One Step Back or Two Steps Forward*. Participatory Design Conference. 2008.
- [19] Mary M. Somerville, Anita Mirijamdotter e Marita Holst. *An interactive and Iterative Evaluation Approach for Creating Collaborative Learning Environments*. Journal of Information Systems Evaluation. 2006.
- [20] *Why Big Companies Crowdfund: A Report from the Crowdopolis Conference*. Consultado em Junho de 2013. URL: <http://teconomy.com/2012/10/why-big-companies-crowdfund-a-report-from-the-crowdopolis-conference/>.
- [21] *PG Drives New Product Innovation to the Next Level with Increased Crowdfunding Program*. Consultado em Junho de 2013. URL: <http://dailycrowdfund.com/20-resourses/projects/203-pg-drives-new-product-innovation-to-the-next-level-with-increased-crowdfunding-program>.
- [22] Panos Markopoulos e Mathias Rauterberg. *Living Lab: A White Paper*. IPO Annual Progress Report. 2000.
- [23] Jo Pierson, Pieter Balon e Simon Delaere. *Test and Experimentation Platforms for broadband innovation: Examining European Practice*. Interdisciplinary Institute for Broadband Technology, Vrije Universiteit Brussels, Belgium. 2006.
- [24] *ENoLL - European Network of Living Labs*. Consultado em Julho de 2013. URL: <http://www.openlivinglabs.eu/>.
- [25] *Corelabs*. Consultado em Abril de 2013. URL: <http://www.tssg.org/projects/corelabs/>.
- [26] Marita Holst, Anna Ståhlbrost, Birgitta Bergvall-Kåreborn e Annika Sallström. *Race to scale: FormIT - users as catalysts for innovative IT solutions*. Lulea University of Technology, Sweden. 2010.
- [27] Ian McCarthy, Pierre Berthon, Leyland Pitt e Steven Kates. *When customers get clever: Managerial approaches to dealing with creative consumers*. Kelley School of Business - Indiana University. 2007.
- [28] Javier Perez Freije, Ellen Enkel e Oliver Gassmann. *Minimizing Market Risks Through Customer Integration in New Product Development: Learning from bad Practice*. Customer Integration in New Product Development. - Volume 14 número 4. 2005.
- [29] Dev Patnaik e Robert Becker. *Needfinding: the why and how of uncovering people's needs*. Design Management Journal. 1999.

- [30] Stewart Hyysalo. *Some problems in the traditional approaches to predicting the use of a technology-driven invention*. Innovation: The European Journal of Social Sciences. 2003.
- [31] Eurostat. *Final Energy Consumption - Residential Sector*. 2011.
- [32] Eurostat. *Final Energy Consumption*. 2011.
- [33] Directorate-General for Energy e Transport. *2020 Vision: Saving our energy*. European Commission. 2007.
- [34] Logica. *Turning concern into action: Energy efficiency and the European consumer*. EU/EnergyEfficiency/CE/0308/S. 2008.
- [35] Alfonso Gambardella, Giada Di Stefano e Gianmario Veronab. *Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions*. Bocconi University and HEC Paris. 13 de Abril de 2012.
- [36] *Helsinki Manifesto*. Julho de 2013. URL: [http://elivinglab.org/files/Helsinki\\_Manifesto\\_201106.pdf](http://elivinglab.org/files/Helsinki_Manifesto_201106.pdf).
- [37] *Guimarães - ENoLL event*. Julho de 2013. URL: [http://www.ami-communities.eu/wiki/20070327\\_LL\\_Open\\_Event#ENoLL\\_event\\_in\\_Guimar.C3.A3es](http://www.ami-communities.eu/wiki/20070327_LL_Open_Event#ENoLL_event_in_Guimar.C3.A3es).
- [38] Manuela Costa Damas. *Avaliação de cenários para a evolução do sistema Energético em Portugal*.
- [39] *BRIC*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/BRIC>.
- [40] *International Energy Agency*. Agosto de 2013. URL: <http://www.iea.org/>.
- [41] *Statistical Review of World Energy - BP*. Julho 2012.
- [42] *Annual Energy Review, International Energy Agency*. Report No. DOE/EIA-0384. 2006.
- [43] et al. John Conti. *International Energy Outlook*. DOE/EIA-0484(2011)-US Energy Information Administration. Setembro 2011.
- [44] *Livro Verde - Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura - Comissão Das Comunidades Europeias*. Bruxelas. 27 de Março de 2013.
- [45] Eurostat. *Panoram of Energy - Energy Statistics to support EU policies and solutions*.
- [46] Jim Nichol, Michael Ratner, Paul Belkin e Steven Woehrel. *Europe's Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Supply Diversification*. Congressional Research Service, 7-5700, R42405. Agosto de 2013.
- [47] Stephen Pacala e Robert Socolow. *Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies*. 2004.
- [48] Consultado em Novembro de 2012. URL: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html>.

- [49] *Energy dependency rate, EU-27*. Consultado a Junho de 2013. URL: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php?title=File:Energy\\_dependency\\_rate,\\_EU-27,\\_2000-2010\\_\(%25\\_of\\_net\\_imports\\_in\\_gross\\_inland\\_consumption\\_and\\_bunkers,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png&filetimestamp=20121012131838](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Energy_dependency_rate,_EU-27,_2000-2010_(%25_of_net_imports_in_gross_inland_consumption_and_bunkers,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png&filetimestamp=20121012131838).
- [50] *Energy Markets in European Union in 2011*. Consultado a Junho de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/doc/20121217\\_energy\\_market\\_2011\\_lr\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/20121217_energy_market_2011_lr_en.pdf).
- [51] *Eurostat - Gross inland energy consumption by fuel*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc320&plugin=0>.
- [52] Eurostat. *Energy dependence in Portugal*. Code: TGIGS360. 25 de Junho 2012.
- [53] Eurostat. *Consumption of electricity by industry, transport activities and households/services*. Code : TEN00094. 27 de Julho 2012.
- [54] Banco de Portugal. *Balança de pagamentos*. Novembro de 2012. URL: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html>.
- [55] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Dezembro de 2011.
- [56] Banco Português de Investimentos. *O Sector Eléctrico em Portugal Continental*. Março de 2011.
- [57] João Amado. *Produção e consumo de energia em Portugal*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://www.bportugal.pt/pt-PT/BdP%20Publicacoes%20de%20Investigao/AB201007\\_p.pdf](http://www.bportugal.pt/pt-PT/BdP%20Publicacoes%20de%20Investigao/AB201007_p.pdf).
- [58] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Fevereiro de 2012.
- [59] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Fevereiro de 2011.
- [60] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Março de 2010.
- [61] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Março de 2009.
- [62] Ministério da Economia. *Boletim mensal da economia Portuguesa*. Março de 2008.
- [63] *Green Growth Strategy for Energy - A Window of Opportunity*. Agosto de 2013. URL: <http://www.oecd.org/greengrowth/greening-energy/49157149.pdf>.
- [64] *U.S. Energy Policy Act of 2005*. EPACT2005, Public Law 109-58.
- [65] *Consolidated Appropriation Act of 2008*. Public Law 110-161.
- [66] Eurostat. *EU 2020 Strategy*. Consultado em Agosto de 2013. URL: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Glossary:EU\\_2020\\_Strategy](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:EU_2020_Strategy).

- [67] Market Observatory for Energy. *Europe's Energy Position - 2010 Edition*. Code : ISSN 1831-5666. 2011.
- [68] Eurostat. *Electricity consumption of households*. Code : tsdpc310. 2013.
- [69] Eurostat. *Final energy consumption by sector*. Code : tsdpc320. 2013.
- [70] Eurostat. *Consumption of electricity by industry, transport activities and households/services*. Code : ten00094. 2013.
- [71] European Energy Agency. *Final electricity consumption by sector*. Code : ENER 018. Abril 2012.
- [72] Maija Ruska e Lassi Similä. *Electricity markets in Europe - Business environment for Smart Grids*. VTT Technical Research Centre of Finland. 2011.
- [73] *Save Energy - Green Paper*. Save Energy Project - (CIP-ICT-PSP). Janeiro de 2012. URL: <http://www.ict4saveenergy.eu/wp-content/uploads/2012/03/SAVE-ENERGY-Green-Paper.pdf>.
- [74] The Gallup Organization Hungary. *Observatory of European SMEs - Analytical Report*. 2007.
- [75] European Energy Agency. *Energy efficiency and energy consumption in the household sector*. Code : ENER 022. Agosto 2011.
- [76] Bill Marsh. *Wasted energy*. The New York Times. 2008.
- [77] European Commission. *Smart Grids: from innovation to deployment*. Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Bruxelas, Abril de 2011.
- [78] Eurostat. *Electricity Statistics*. 2011.
- [79] Eurostat. *Electricity production and supply statistics*. Novembro 2012.
- [80] *Eurelectric - Power Statistics and Trends 2012*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://www.elecpor.pt/pdf/Power\\_Statistics\\_and\\_Trends\\_2012\\_synopsis.pdf](http://www.elecpor.pt/pdf/Power_Statistics_and_Trends_2012_synopsis.pdf).
- [81] Junho de 2013. URL: <http://www.pewclimate.org/technology/overview/electricity>.
- [82] *Eurostat - Greenhouse gas emissions by sector*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- [83] National Grid. *Investigation into transmission losses on UK electricity transmission system*. Junho de 2008.
- [84] Seul-Ki Kim Steve Heinen David Elzinga e YuicHi Ikeda. *Impact of Smart Grid Technologies on Peak Load to 2050*. International Energy Agency. Agosto de 2011.
- [85] European SmartGrids Technology Platform. *Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*. 2006.
- [86] European Smart Grids Technology Platform. *Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*. Contract number: 250497. 2006.
- [87] *Smart Grids European Technology Platform*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://www.smartgrids.eu/>.

- [88] *European Electricity Grid Initiative*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://www.smartgrids.eu/European-Electricity-Grid-Initiative>.
- [89] Eurostat. *Energy price statistics*. 2012.
- [90] Eurostat. *Disaggregated price data for household consumers*. 2012.
- [91] Eurostat. *Half-yearly electricity and gas prices*. 2012.
- [92] Eurostat. *Electricity and natural gas price statistics*. 2012.
- [93] Vesselina Spassova e Pierre Garello. *Energy policy and energy taxation in the EU*. Institute for research in economic and fiscal issues. 2010.
- [94] *Enabling demand side resources to participate in the energy markets through demand response programs*. Smart Services Session, Bruxelas. Maio de 2012.
- [95] Yogesh Simmhan Saima Aman e Viktor K. Prasanna. *Energy Management Systems: State of the Art and Emerging Trends*. University of Southern California. Janeiro 2013.
- [96] *The Energy Detective*. Consultado a Julho de 2013. URL: <http://www.theenergydetective.com/>.
- [97] Shawn Fitzpatrick e Matt Murray. *Home Energy Monitor Report*. Technical Report 6, Advanced Energy, Raleigh. Junho 2011.
- [98] *Current Cost*. Consultado a Julho de 2013. URL: <http://www.currentcost.com/faq.html>.
- [99] *Plugwise*. Consultado a Julho de 2013. URL: [http://www.plugwise.com/sites/default/files/114-021\\_stealth\\_installationguide\\_20130715en\\_digi.pdf](http://www.plugwise.com/sites/default/files/114-021_stealth_installationguide_20130715en_digi.pdf).
- [100] Cisco. *Bringing the Smart Grid Into the Home: The Value of Home Energy Management for Utilities*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://poweronltd.ca/wp-content/uploads/2011/03/Bringing-the-Smart-Grid-into-the-Home.pdf>.
- [101] *Energy Service Companies*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/esco>.
- [102] *Valta*. Consultado a Julho de 2013. URL: <http://valta.com/>.
- [103] *Smart Energy and Sustainable ICT Conference*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/information\\_society/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item\\_id=7845](http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=7845).
- [104] *7º Programa Quadro ICT*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/>.
- [105] *ICT PSP*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/ict\\_psp/about/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/ict_psp/about/index_en.htm).
- [106] *Lisbon Treaty*. Consultado a Julho de 2013. URL: [http://europa.eu/lisbon\\_treaty/index\\_en.htm](http://europa.eu/lisbon_treaty/index_en.htm).
- [107] *7º Programa Quadro - Principios Básicos*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/what-is\\_pt.html](http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/what-is_pt.html).

- [108] *7º Programa Quadro - Estruturação*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/structure\\_pt.html](http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/structure_pt.html).
- [109] *Portal do participante: Projectos no âmbito do 7º Programa Quadro*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/>.
- [110] *Entrepreneurship and Innovation Programme*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://ec.europa.eu/cip/eip/>.
- [111] *CIP PSP*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/ict\\_psp/about/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/ict_psp/about/index_en.htm).
- [112] *Digital Agenda for Europe*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/>.
- [113] *Europe 2020 targets*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/>.
- [114] *Horizon 2020*. Consultado a Agosto de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm).
- [115] *Barenergy*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.barenergy.eu/>.
- [116] *3eHouses*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.3ehouses.eu/>.
- [117] *Save Energy*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.ict4saveenergy.eu/about>.
- [118] *Beca*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://beca-project.eu/project/>.
- [119] *Eshesh*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.esesh.eu/home/>.
- [120] *Achieve*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.achieve-project.eu/>.
- [121] Helena Acheson Susana Borrás Arvid Hallén-Toivo Maimets Riitta Mustonen Hartmut Raffler Jean-Pierre Swings Rolf Annerberg Iain Begg e Kristiina Ylihonko. *Interim Evaluation of the Seventh Framework Programme*. Report of the expert group - EUR 24569 EN. Novembro, 2010.
- [122] *Innovation Union*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm).
- [123] *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions*. Consultado a Setembro de 2013. URL: [http://wbc-inco.net/object/document/7331/attach/commission\\_response\\_fp7\\_ie\\_report\\_2011.pdf](http://wbc-inco.net/object/document/7331/attach/commission_response_fp7_ie_report_2011.pdf).
- [124] *E3SoHo*. Consultado a Agosto de 2013. URL: <http://www.e3soho.eu/>.
- [125] Javier Mardaras Martyna Sikora Regis Decorme Virgilio Bessazza Margherita Scotto Idalia Torres-Jorge Landeck Jose Luis Buron Rocio Romo e Piotr Dymarski. *E3SoHo - Deliverable 4.2.1 Final Pilot implementation report*. Contract number: 250497. Agosto de 2012.

- [126] *World Energy Council - Energy Efficiency Indicators*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://www.wec-indicators.enerdata.eu/electricity-use-per-capita.html>.
- [127] *Sunset and Sunrise in Barcelona*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://www.timeanddate.com/worldclock/astronomy.html?n=31&month=8&year=2012&obj=sun&afl=-11&day=1>.
- [128] *REMODECE - Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe*. Consultado a Setembro de 2013. URL: <http://remodece.isr.uc.pt/>.

# Anexos

## I Anexo

### **MyEnergy Abstract**

The project will focus on three major concepts: consumer engagement through the creation of the Virtual Energy Market (VEM); consumer behaviour characterisation and automatic detection of energy waste. The role of VEM is to motivate energy efficient practices, on the consumer side, such as simulations of: energy tariffs, energy auctions and energy generations sources.

A common difficulty to implement ESCO models is the influence that consumer behaviour changes may have on the results obtained. Is the consumer really following the established practices? Are there any abuses from the consumer given the guaranty of savings provided by the ESCOs? Project will also implement tools to detect sources of waste of energy that may open the way for new regulations.

Testing these concepts in real situations is complex for utilities and regulatory authorities, it has high risks and is very expensive. The problem of shifting consumptions and adjust them to the energy production scenarios is one of the priorities in the energy efficiency agendas.

Here we have both, energy consumption is not constant and the emergence of renewable energy sources which production peaks do not match consumption. For example, in Portugal there is an excess of production from wind energy, between 6 AM and 8 AM that is not conveniently used. So far there are no real systematic ways of understanding how consumers will react to commercial and regulatory initiatives in order to achieve a more sustainable energy market.

This project will be a very important tool to test consumer behaviours with efficient and systematic tools, in a swift approach and using a budget many orders of magnitude lower than the one necessary to do it in real situations.

The project foresees pilot implementation in four different regions: Freiburg, DE; Milan, IT; Trondheim, NO; and Agueda, PT, with 100 households per pilot and four major components: consumers monitoring, communication, actuation and simulation through rewards.

## II Anexo

### Mercado de sistemas de gestão energética

Nome da Empresa	Nome da Empresa
Agentis Energy	P3 International
Agilewaves	Pachube(Cosme)
ALERT ME	People Power Co
Ambient Information Everywhere	PlotWatt
Bidgely	Plugwise
BlueLine Innovations	Power One
Clipsal by Schneider Electric	Process Vision
Comverge	Reliant
Control4	Resourcekraft
Current Cost	RUMM
DEVELCO Products	Sailwider Electronics Co.
DIY KYOTO	SaveOmeter
Domática	Schneider Electric
ECO-EYE	Serious Energy
Ecobee	Onzo
EcoDog	Shaspa
EcoFactor	Siemens
Energy Monitor Services	Silver Spring
Efergy	SmartLook
Eenergy	Snugghome
Electronic Housekeeper	TED - The Energy Detective
eMeter	TEKEVER
Energate	Tendril
Energy Aware	Thingspeak
Opower	Tree Green
EnergyHub	Trilliant
Enestic	UFO Power Center
Enio	Visible Energy
Eragy	Watthappens
Owl	Wattsupmeters
Green Energy Options	Wattvision
GreenWave Reality	Wattis
Oxxio	Welectricity
GridPoint	Itron
Home Automation, Inc	Yellostrom
iControl	Zerofootprint
ioBridge	Cside

Tabela 7.1: Tabela de empresas com serviços e produtos de gestão energética - Realizada em Junho de 2012

### III Anexo

Apartamento	kWh/pax	kWh/m <sup>2</sup>	Consumo médio mensal(kWh)
1A	269	19	112,14
1E	441	32	183,88
2E	547	39	227,71
2F	982	14	81,83
3B	1142	17	95,14
3D	505	50	294,43
3F	1178	50	294,43
4D	1102	31	183,63
4E	1454	21	121,14
5B	411	6	34,29
5D	1596	46	266
6A	1338	38	223
8A	568	32	189,17
8C	1090	47	272,5

Tabela 7.2: Tabela representativa dos dados históricos dos diversos apartamentos monitorizados, com o consumo por pessoa, por metro quadrado e consumo médio mensal - Dados adquiridos entre Dezembro de 2010 e Junho de 2011 e Agosto e Novembro de 2011

## IV Anexo

### Synergy Abstract

O desenvolvimento tecnológico é um processo cada vez mais complexo e dispendioso, o que leva a que nenhuma empresa, por maior que seja, consiga actuar de forma independente no mercado. Na verdade, o sucesso de cada empresa, grande ou pequena, está intimamente ligado à rede de parcerias bem sucedidas que consegue estabelecer, entrosando-se com o ecossistema da área tecnológica em que opera.

O projecto *Synergy* pretende responder à dificuldade de ajuste das necessidades de conhecimento e da resolução de problemas concretos de elevada complexidade, para empresas que actuam no sector extremamente competitivo das *Smart Cities*. Nesta área os custos e desenvolvimento são extremamente elevados e a cooperação um factor crítico de sustentabilidade. Como objectivos directos da realização deste projecto temos:

- Criação de um ecossistema para a mobilização, cooperação e divulgação de um rol relevante de capacidades e competências, ligadas à cooperação, competitividade e capacidade de escala através de soluções tecnológicas, nas empresas e entidades do sistema científico e tecnológico;
- Criação de recursos necessários para potenciar o, *network*, co-criação, capitalização do potencial humano, *know-how* e a cooperação nacional e internacional como processo de crescimento sustentável a longo prazo para uma maior e melhor penetração das PME nos mercados;
- Criação de campanhas de sensibilização, informação e demonstração junto das Pequenas e Médias Empresas e entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, para promover a sua representação em ecossistemas europeus de *I&DT* ligados ao sector das *Smart Cities*;
- Contribuir para as mudanças dos paradigmas vigentes de valorização do conhecimento, promovendo a cooperação entre diversas entidades que compõem a cadeia de desenvolvimento de produtos e serviços no domínio das *Smart Cities* com grande potencial de sucesso;
- Criação e valorização de conhecimento, produtos e serviços nacionais através da inserção e comunicação com redes internacionais de *I&DT*, que trará claras vantagens para as PME portuguesas;
- Promover espaços de discussão nacional de assuntos tecnológicos relacionados com a área das *Smart Cities*.

Esta abordagem permitirá um maior nível de concertação entre os intervenientes nacionais, abrindo caminho ao estabelecimento de uma rede nacional, que promova o acesso do tecido empresarial Português, sobretudo PME, a patamares elevados de competitividade. Isto só será possível através da optimização e dinamização da produtividade, flexibilidade, cooperação, informação, qualidade e capacidade de resposta às fortes dinâmicas do mercado de forma a potenciar os factores críticos de sucesso do tecido português nos mercados internacionais.

## V Anexo

### B2R&D Abstract

A actual conjuntura, por ter atingido contornos algo extraordinários, exige que se procurem soluções bastante diferenciadoras, as quais possam trazer novas abordagens e contributos substanciais para o desenvolvimento da nossa Economia. Tem sido consensual que o caminho de saída da actual crise deve passar por uma maior transferência de conhecimento e de tecnologia para as diversas áreas da nossa Economia. Para que tal, julgamos ser de grande importância promover uma maior aproximação entre as componentes: *I&DT* + Gestão + Mercados.

Esta proposta passa pela criação de uma plataforma para estabelecer uma ligação mais directa entre diferentes áreas dentro do âmbito académico, como a Gestão e *I&DT*, e simultaneamente funcionar como interface bidireccional para a transferência de oportunidades com os mercados e de comunicação com o Público. Esta plataforma, que denominámos de *B2R&D - Business to Research and Development*, procura desta forma aumentar a produção da inovação criada pelas entidades SCT, ao mesmo tempo que a direcciona para oportunidades mais concretas, pretendendo por esta via contribuir para o crescimento económico.

Tal conceito passa, de forma muito significativa, por estimular o envolvimento dos próprios alunos Universitários nestes processos, os quais terão aqui um papel bastante relevante na transferência de inovação das Universidades para os mercados e para a Economia, não só enquanto alunos, mas também após a sua saída para o mercado de trabalho. Uma das finalidades da plataforma *B2R&D* será a de reunir projectos de investigação desenvolvidos em entidades SCT, para que possam constituir uma base de oportunidades na elaboração de planos de desenvolvimento de negócio, integrados em projectos de mestrado. Inicialmente, estes projectos serão direccionados para áreas da Engenharia, Gestão e Economia, e mais tarde expandidos para outras áreas, como o Direito e as Humanidades procurando também valorizar projectos de inovação e empreendedorismo social. Pretende-se que a formação dos alunos Universitários passe por um maior contacto com a diversidade da Inovação que é feita no País e que faça também parte dessa formação uma participação activa na promoção e viabilização dessa Inovação.



