

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Gestão e Eficiência Energética em Instituições Hospitalares

Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

André Manuel da Silva Oliveira

Orientador: Professor Doutor Sérgio Augusto Pires Leitão



Vila Real, 2016

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Gestão e Eficiência Energética em Instituições Hospitalares

Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

André Manuel da Silva Oliveira

Orientador: Professor Doutor Sérgio Augusto Pires Leitão

Dissertação submetida à

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

para obtenção do grau de

MESTRE

em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, de acordo com o disposto no

DR – I série – Nº 151, Decreto-Lei n.º 115/2013 de 7 de agosto e no

Regulamento de Estudos Conducente ao Grau de Mestre da UTAD

DR, 2.ª série - Nº 149 de 4 de agosto de 2011

“ANTES QUE DIGAS QUE NÃO CONSEGUES FAZER ALGUMA COISA, EXPERIMENTA”

(SAKICHI TOYODA, FUNDADOR TOYOTA)

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de expressar todo o meu agradecimento aos meus pais e às minhas irmãs, pelo apoio e incentivo na realização desta dissertação, pois sempre me acompanharam nos bons e nos maus momentos.

O meu grande obrigado ao meu orientador Professor Doutor Sérgio Augusto Pires Leitão, pela sua constante colaboração ao longo da realização desta dissertação e por todo o tempo disponibilizado, pelo conhecimento transmitido e a preocupação demonstrada durante evolução do trabalho.

Ao Conselho de Administração do CHTS, por ter dado oportunidade para a realização desta dissertação no hospital Padre Américo.

Ao Sr. Vasco Ribeiro e restante pessoal do Serviço de Instalações e Equipamentos, pela simpatia e à-vontade que me fizeram sentir no hospital e por toda a disponibilidade e ajuda que me foi prestada por todos durante o estágio.

Um agradecimento especial à minha namorada, Joana, apoiando-me de forma fantástica nos momentos em que mais precisava, contando sempre com a sua presença amiga, parceria e companheirismo.

A todos os meus colegas e amigos, em particular os de curso e de casa, pela amizade criada, por toda a ajuda que me deram durante esta etapa fantástica da minha vida, onde partilhámos momentos que nunca esquecerei.

Por último, fica o agradecimento a todos os que não pude referir mas que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desta dissertação.

Resumo

A energia tornou-se dos bens de consumo mais fundamentais para as sociedades modernas.

Depois da revolução industrial, e especialmente durante o século XX, o impacto da atividade humana sobre o meio ambiente tornou-se muito significativo. O crescimento da população mundial associado a necessidades crescentes do consumo de energia essencialmente devido a acesso a novas tecnologias, principalmente nos países desenvolvidos, originou problemas ambientais, tais como o efeito de gases de estufa, um aumento da temperatura global e as alterações climáticas no planeta, cuja sua solução é o grande desafio para os governos, ambientalistas, organizações não-governamentais e de todas as comunidades de todo o mundo.

A eficiência energética é um mecanismo rápido, económico e limpo de redução de consumos de energia e custos, sem que estas ações passem pela extinção dos “serviços”, mantendo ou melhorando a qualidade de funcionamento e conforto resultantes destas medidas. A eficiência energética serve os propósitos do Tratado de Kyoto e todas as medidas despoletadas em consequência deste que, de igual modo, pretendem a redução das emissões de gases poluentes. O conjunto de ações reunidas nesse tratado pode despoletar benefícios relativos a poupança de energia na ordem dos 30%.

As metas impostas aos edifícios e entidades públicas quanto à redução do consumo de energia, como é o caso do programa ECO.AP, e à promoção de comportamentos que levem a um menor consumo de energia e consequentemente ao combate de desperdícios energéticos, obriga a que estas entidades façam escolhas e promovam ações de eficiência energética de modo a reduzir não só os consumos como também a fatura com os encargos energéticos.

A presente dissertação aborda a eficiência energética, para tal foi realizado um estudo no Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa (CHTS), onde estas questões se revestem de grande atualidade e de grande importância. O estudo foi desenvolvido no âmbito do setor da saúde, em contexto hospitalar e em colaboração com a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD).

No sentido de aumentar a eficiência energética e reduzir os consumos energéticos do CHTS, o estudo a desenvolver enquadra-se na análise dos equipamentos/máquinas que compõem a instalação elétrica e a fatura energética associada. São apresentadas algumas soluções tecnológicas existentes no mercado ao nível da iluminação interior dos espaços e exterior aos edifícios, visando a poupança de energia e consequente redução dos seus custos.

Para cada caso em estudo é realizado um estudo económico, de forma a se perceber se o investimento necessário é economicamente viável.

Constata-se que neste tipo de instalações os responsáveis estão preocupados e atentos a novas soluções tecnológicas que surjam no mercado tentando sempre que possível incrementar a eficiência energética da instalação.

Palavras-chave: Energia; Eficiência Energética; Iluminação; LED.

Abstract

Energy has become the most basic consumer goods to modern societies.

After the industrial revolution, and especially during the twentieth century, the impact of human activity on the environment has become very significant. The global population growth associated with the increasing needs of energy consumption, mainly due to the access to new technologies, particularly in developed countries, originated environmental problems such as the effect of greenhouse gases, an the increase in global temperature and climate change on the planet, which solution is the major challenge for governments, environmentalists, non-governmental organizations and all communities around the world.

The energy efficiency is a fast mechanism, economic and clean energy reduction and cost consumption, without these actions go through the extinction of the "services", maintaining or improving the quality of operation and comfort resulting from these measures. The energy efficiency serves the purposes of the Kyoto Treaty and all the measurements are triggered as a consequence of this which also intend the reduction of pollutant emissions. The set of actions gathered in this treaty can trigger benefits related to energy savings of 30%.

The targets imposed to buildings and public entities in reducing energy consumption, such as the ECO.AP program, and the promotion of behaviours which lead to lower power consumption and hence the combat against energy waste, require that these entities make choices and promote energy efficiency measures in order to reduce not only the consumption but also the invoice with energy costs.

This dissertation deals with the energy efficiency; therefore this study was conducted at the Hospital of the Tâmega and Sousa (CHTS), where these issues are of great practicality and of great importance. The study was developed in the health sector, in a hospital and in partnership with the University of Trás-os-Montes and Alto Douro (UTAD).

In order to increase the energy efficiency and to reduce the energy consumption of the CHTS, the study to be developed is part of the analysis of equipment / machines that make up the electrical installation and the associated energy bill. Some technological solutions are presented on the market concerning the interior lighting of spaces and the outside of the buildings, with the aim of energy saving and the consequent reduction of costs.

For each case study it is conveyed an economic study in order to understand if the necessary investment is economically viable.

It appears that in these type of facilities the responsible are concerned and aware of the new technological solutions that arise in the market trying, whenever possible, the increase of the energy efficiency of the installation.

Keywords: Energy; Energy Efficiency; Lighting; LED.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1.Motivação e Objetivos	1
1.2. Contribuições da Dissertação.....	1
1.3. Estrutura da Dissertação	2
2. Enquadramento Energético.....	3
2.1. Contexto Energético no Mundo	3
2.1.1. Fontes de Energia Renovável	9
2.1.2. Fontes de Energia Convencional	13
2.2. Contexto Energético em Portugal	15
2.2.1. Energia Elétrica.....	18
2.2.2. Impacto Macroeconómico do Setor FER.....	26
3. Eficiência Energética em Edifícios e Serviços Públicos	27
3.1. Enquadramento Legislativo	28
3.1.1. PNAEE	29
3.1.2. ECO.AP'.....	30
3.1.3. Portugal 2020 - Apoio à eficiência energética nas infraestruturas públicas da Administração Local.	31
3.2. Soluções a Adotar	32
3.2.1. Iluminação LED	32
4. Caso de Estudo.....	35
4.1 Caracterização da Unidade Hospitalar.....	35
4.1.1 Descrição do edifício	35
4.1.2. Alimentação de Energia Elétrica	37
4.1.3 Sistema de Gestão Técnica Centralizada.....	38
4.2 Análise Energética da Unidade Hospitalar.....	39
4.2.1. Análise dos Consumos Globais de Energia.....	39
4.2.2. Iluminação - Piso 7 – Ortopedia (Ala 1).....	46
4.2.2.1. Análise e Medições de Consumo	48
4.2.2.2. Medidas de melhoria da Iluminação - Ortopedia (Ala 1).....	51
4.2.3. Iluminação exterior	54
4.2.3.1. Análise e Medições de Consumo	55
4.2.3.2.Medidas de melhoria da Iluminação Exterior	57
4.2.3.3 Resumo da Comparação das Soluções Apresentadas	70

4.3. Análise Técnico-Financeira	70
4.3.1. Análise Iluminação Ortopedia Piso 7	70
4.3.2. Análise Iluminação Exterior – Kio Led	71
4.3.3. Analise Iluminação Exterior – Kasu Led.....	72
5. Conclusões e Perspetivas para Trabalho Futuro	75
5.1. Resultados do Estudo	75
5.2. Trabalhos futuros	76
Referencias Bibliográficas	77

Índice de Figuras

Figura 1 - Estimativa do crescimento populacional das NU por continente.....	4
Figura 2 - Procura de energia primária mundial até 2035 em Mtep.	4
Figura 3 - Matriz Energética Mundial [8].	5
Figura 4 - Consumo de energia final, UE-28, 2013 [12].	6
Figura 5 - Eletricidade gerada a partir de fontes de energia renováveis, UE-28,2003-2013 [14].....	8
Figura 6 - Geração de Eletricidade a partir de energias renováveis na UE-28 em 2013 [14].	8
Figura 7 - Evolução da taxa de dependência energética em Portugal [28].....	16
Figura 8 - Evolução do consumo de energia primária em Portugal (tep) [24].....	17
Figura 9 - Evolução do Consumo de Energia Final por fonte (tep) [24].	18
Figura 10 - Consumo Total de Energia Final por setor de atividade (tep)	18
Figura 11 - Produção de eletricidade por fonte (1999-2014) [28].....	19
Figura 12 - Evolução da produção de eletricidade em Portugal [23].....	19
Figura 13 - Consumo de Energia Elétrica por Setor em 2013 (%) [24].....	21
Figura 14 - Evolução das importações de energia elétrica evitadas (GWh) [28].	22
Figura 15 - Estimativa do total de custos de importações evitados por tipo de matéria importada (M€) [28].	23
Figura 16 - Distribuição da potência instalada em Portugal por FER em 2013 [28].	24
Figura 17 - Distribuição da produção de eletricidade em Portugal por FER em 2013 [28].....	24
Figura 18 - Evolução estimada da potência instalada por FER em Portugal (MW) 2014-2030 [28].	25
Figura 19 - Estimativa de evolução da produção de eletricidade em Portugal (GWh) [28].....	25
Figura 20 - Distribuição da contribuição total para o PIB Nacional por FER em 2013 [28].....	26
Figura 21 - Estimativa de evolução do PIB Nacional e PIB das FER em Portugal (milhões de euros) [28]	27
Figura 22 - Classes de Eficiência Energética	28
Figura 23 - Síntese global dos impactos do PNAEE 2016 - Poupança Energia Primária (tep), in Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013 de abril de 2013 [31]	30
Figura 24 - Centro Hospitalar Tâmega e Sousa	35
Figura 25 - Desagregação dos consumos de Energia CHTS.....	39
Figura 26 - Consumo mensal de energia elétrica durante os anos de 2011, 2012, 2013 e média ..	44
Figura 27 - Custo mensal de energia elétrica durante os anos de 2011, 2012, 2013 e média	45
Figura 28 - Tipo de luminárias presentes na Ortopedia.....	48
Figura 29 a) Analisador de energia; Figura 27 b) Ligação ao quadro elétrico parcial Q.P.7.0.4	49
Figura 30 - Perfil do consumo em iluminação associado ao quadro Q.P.7.0.4 (Anexo A)	50
Figura 31 - Planta Autocad e Dialux, da Enfermaria com valores de Iluminância (lux).	53
Figura 32 - Valores Iluminância da Solução proposta	54
Figura 33 - Iluminação Exterior	55
Figura 34 - Perfil do consumo associado ao quadro da iluminação exterior (Anexo B)	56
Figura 35 – Kio Led, Designer e Características.....	58
Figura 36 – Luminância obtida por um ponto de observação a 7,5m.	60
Figura 37 – Luminância obtida por um ponto de observação a 12,5m.	60
Figura 38 – Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.....	61
Figura 39 - Valores de luminância obtidos para um ponto de observação a 9m.....	61
Figura 40 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.....	61

Figura 41. – Kasu Led, Designer e Características.	64
Figura 42 – Luminância obtida por um ponto de observação a 7,5m.....	66
Figura 43 – Luminância obtida por um ponto de observação a 12,5m.....	66
Figura 44 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.....	67
Figura 45 – Valores de luminância obtidos para um ponto de observação a 9m	67
Figura 46 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.....	67
Figura 47 - Comparação das soluções apresentadas	70
Figura 48 - Payback Iluminação ortopedia	71
Figura 49 - Payback Kio Led	72
Figura 50 - Payback Kasu Led	73
Figura 51 - Características Luminária Kasu LED	97
Figura 52 - Características Luminária Kio LED	98

Índice de Tabelas

Tabela 1- Taxa de Dependência de Energia [5].	5
Tabela 2 - Produção de energia primária renovável, 2003 e 2013, UE-28 [13].	7
Tabela 3 - Vantagens e desvantagens da Energia hídrica [15] [16].	9
Tabela 4 - Vantagens e desvantagens da energia Eólica [15] [16].	10
Tabela 5 - Vantagens e desvantagens da energia Biomassa [15] [16].	10
Tabela 6 - Vantagens e desvantagens energia Solar [15] [16].	11
Tabela 7 - Vantagens e desvantagens da energia Geotérmica [15] [16].	12
Tabela 8 - Vantagens e desvantagens energia das Ondas e Marés [15] [16].	12
Tabela 9 - Vantagens e desvantagens da energia proveniente do carvão [16] [37].	13
Tabela 10 - Vantagens e desvantagens das energias provenientes do Petróleo [16] [37].	13
Tabela 11 - Vantagens e desvantagens das energias provenientes da Energia Nuclear [16] [37].	14
Tabela 12 - Vantagens e desvantagens de energias provenientes do Gás Natural [16] [37].	15
Tabela 13 - Produção de Eletricidade em Portugal (GWh) [23].	20
Tabela 14 - Ciclo Semanal com Feriados para Média Tensão.	38
Tabela 15 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida em 2011	40
Tabela 16 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida 2012.	41
Tabela 17 - Fatores por escalão de faturação de energia reativa indutiva [43].	42
Tabela 18 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida 2013.	43
Tabela 19 - Distribuição de energia elétrica consumida em 2011, 2012, 2013 e média	44
Tabela 20 - Distribuição Mensal dos Custos de energia elétrica em 2011, 2012, 2013 e média.	45
Tabela 21 - Distribuição da Iluminação nos espaços da ala 1	46
Tabela 22 - Potência Instalada por Divisão	47
Tabela 23 - Valores médios de iluminância recomendados.	53
Tabela 24 - Iluminação Exterior	55
Tabela 25 - Custos e Consumos atuais.	57
Tabela 26 - Dados Energéticos e Custos com a nova tecnologia	60
Tabela 27 - Resultados Luminotécnicos para as vias de circulação	62
Tabela 28 - Resultados Luminotécnicos para os Parques de Estacionamento	63
Tabela 29 - Dados Energéticos e Custos com a tecnologia Kasu Led.	66
Tabela 30 - Resultados Luminotécnicos para as vias de circulação	68
Tabela 31 - Resultados Luminotécnicos para os Parques de Estacionamento	69
Tabela 32 - Indicadores financeiros para solução apresentada para o piso 7 ala 1.	71
Tabela 33 - Indicadores financeiros do projeto para Iluminação exterior Kio Led	72
Tabela 34 - Indicadores financeiros do projeto para Iluminação exterior Kasu led	73

Lista de Siglas e Abreviaturas

AIE – Agencia Internacional de Energia;

AQS – Aguas Quentes Sanitárias;

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;

BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul;

CAGR - Taxa Composta de Crescimento Anual;

CEF – Consumo de Energia Final;

CEP – Consumo Energia Primária;

CHTS – Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa;

ESE – Empresas de Serviços Energéticos;

EU – União Europeia;

FA – Fração Autónoma;

FEEI – Fundos Europeus Estruturais e de Investimento;

FER – Fontes de Energia Renovável;

GEE – Gases Efeito de Estufa;

NU – Nações Unidas;

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética;

SGTE – Sistema de Gestão Técnica Centralizada;

SIE – Serviços de Instalações e Equipamentos;

TCMA – Taxa de Crescimento Média Anual;

UTA – Unidade de Tratamento de Ar;

VSAP – Vapor de Sódio de Alta Pressão.

1. Introdução

No presente capítulo são apresentadas as motivações e objetivos que levaram à execução desta dissertação, bem como as contribuições da mesma. Por último, é apresentada a sua estrutura organizacional.

1.1.Motivação e Objetivos

A motivação para a realização deste trabalho centra-se no facto de querer consolidar e adquirir novos conhecimentos na área de sistemas elétricos de energia, em particular no domínio das instalações elétricas. Em toda a comunidade científica e nos centros de decisão assiste-se à crescente preocupação em melhorar a eficiência energética dos equipamentos, das instalações e dos edifícios. A utilização de técnicas de gestão criteriosas das instalações elétricas, aliada ao incremento da eficiência energética, permite poupanças financeiras significativas. Num contexto atual em que aos gestores/decisores lhes são impostos novos desafios relativamente à poupança, este trabalho poderá ser bem visto por esses agentes.

A elaboração deste trabalho, em ambiente real numa instituição hospitalar média/grande dimensão, permitirá tomar contacto com as preocupações e exigências elevadas que se impõem neste tipo de instalações, exigirá bastante esforço e dedicação, mas certamente irá trazer ganhos importantes no meu desenvolvimento como profissional.

O tema da dissertação, intitulado de Gestão e Eficiência Energética em Instituições Hospitalares, tem como principais objetivos identificar e caracterizar na instalação elétrica os circuitos e cargas onde é possível aumentar a eficiência energética. Dada a dimensão da instalação, com diferentes níveis de tensão, elevada exigência ao nível da fiabilidade dos equipamentos e do elevado controlo ambiental, que é exigido aos espaços em que os equipamentos operam, cumprindo assim as normas europeias, trata-se de um trabalho exigente e minucioso.

1.2. Contribuições da Dissertação

Pretende-se com esta dissertação, para além da mudança comportamental dos agentes envolvidos, que traduzirá também ganhos de eficiência; avaliar possíveis soluções tecnológicas para que a unidade hospitalar possa atingir as suas metas em termos de eficiência energética, tendo como principais contribuições a elaboração e sugestão de propostas técnicas adequadas que sejam energeticamente eficientes e economicamente viáveis.

1.3. Estrutura da Dissertação

Para além deste capítulo inicial, a dissertação incluirá mais quatro capítulos, os quais se apresentam organizados da seguinte forma:

No **capítulo 2** faz-se o contexto energético no mundo e em Portugal destacando a sua importância, muito em particular nas sociedades modernas, sendo muito dependentes deste bem para a sua qualidade de vida. Para além da sua utilização no quotidiano, é destacada ainda a extrema importância a nível político e económico. É também abordado neste capítulo o peso das fontes de energia renováveis no mundo, com especial destaque no nosso país.

O **capítulo 3** apresenta noções de eficiência energética, algumas medidas adotadas por Portugal que desenvolveu planos e programas específicos que visam dinamizar medidas e concretizá-las de forma mais efetiva.

No **Capítulo 4** é apresentado o caso de estudo aplicado ao Centro Hospitalar de Tâmega e Sousa e respetiva análise de viabilidade económica, sendo no final do capítulo feita uma análise crítica aos resultados obtidos.

No último capítulo, o **Capítulo 5**, são apresentadas as conclusões tiradas sobre o estudo realizado, assim como algumas propostas de trabalhos futuros a realizar no CHTS.

E por fim são apresentados alguns anexos, onde se pode observar os dados obtidos das medições realizadas com o analisador de energia na ala 1 do piso 7 e também a análise feita para a iluminação exterior.

2. Enquadramento Energético

Neste capítulo é efetuado o contexto energético no Mundo e em Portugal, com especial atenção para a energia elétrica e as suas fontes de produção. De seguida é abordado o tema da eficiência energética assim como é dado a conhecer um pouco do enquadramento legislativo em vigor para os edifícios e serviços públicos.

2.1. Contexto Energético no Mundo

A energia elétrica é, hoje, um bem essencial e fundamental para a vida, muito em particular nas sociedades modernas, as quais são muito dependentes deste bem.

O crescimento e o desenvolvimento das sociedades tornaram-se cada vez mais submissos da crescente utilização da energia elétrica originando uma crescente procura nos seus fatores de produção, nomeadamente os de origem fóssil. A pressão da procura sobre o petróleo acabou por produzir aumentos sucessivos do preço [1] e, conseqüentemente, um aumento do custo dos fatores de produção, em particular da energia elétrica.

Os recursos energéticos são o foco dos principais interesses dos países, gerando disputas geopolíticas desde a primeira Revolução Industrial. Na segunda metade do século XX, com a expansão do meio urbano-industrial, principalmente na América Latina e Sudeste Asiático, e conseqüentemente, com o crescimento populacional, houve o aumento exponencial da procura energética [7].

Além disso, o aumento da população mundial [4] e a tentativa de melhoria de qualidade de vida por parte dos países menos desenvolvidos, também influenciará esse acréscimo na procura energética. Observando a Figura 1 pode constatar-se que há um grande potencial de crescimento populacional no continente Asiático, seguindo-se o continente Africano e o da América Latina. Este fenómeno não se verifica em relação aos restantes continentes sendo a principal razão do aumento da procura de energia por parte dos países dos continentes supramencionados [6].

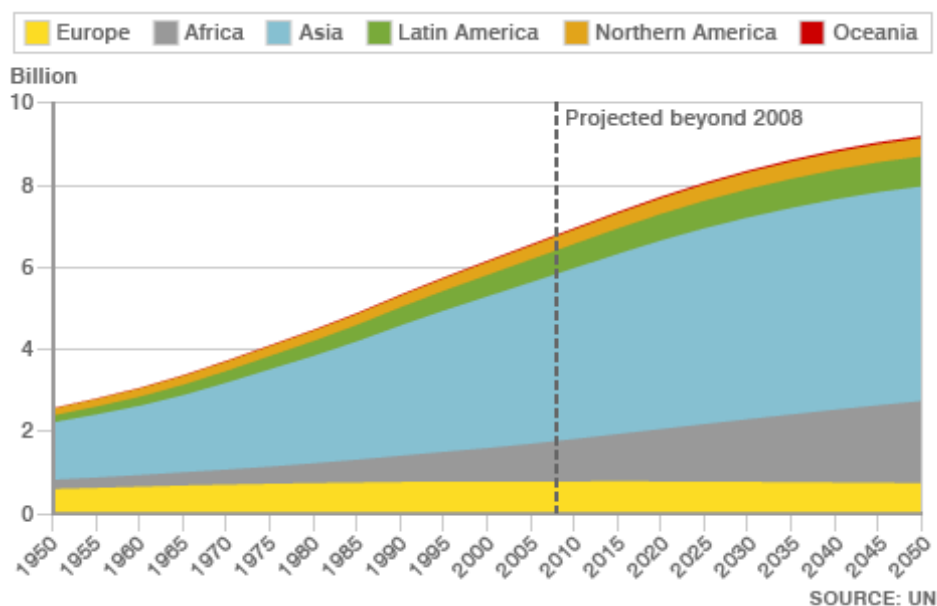


Figura 1 - Estimativa do crescimento populacional das NU por continente.

Nos últimos anos, a questão energética trouxe novas discussões: agências internacionais, estados e a sociedade, geram um debate sobre consumo, recursos naturais, mudanças climáticas e, principalmente, a segurança energética dos países mais ricos.

A procura de energia vem desde há muito tempo a aumentar em todo o mundo, como se pode verificar na Figura 2, e, segundo a Agência Internacional da Energia, esta procura aumentará 30% até ao ano 2035 [2], se se considerar a ascensão de novas potências económicas (os designados BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul). A maior parte dos países depende dos combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) para responder às suas necessidades energéticas. Estes assumem uma considerável parcela da matriz energética contemporânea e constituem uma constante preocupação por serem poluentes e não renováveis. É de referir que são também em parte responsáveis pelo aquecimento global, diretamente relacionado com a queima desses combustíveis [3].

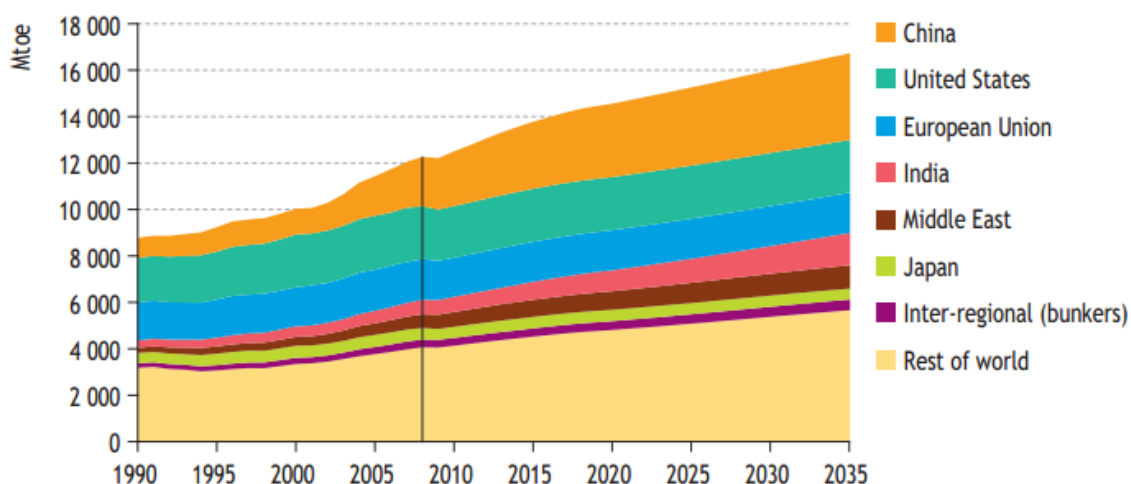


Figura 2 - Procura de energia primária mundial até 2035 em Mtep.

Apesar dos avanços tecnológicos das últimas quatro décadas, proporcionados pela Revolução Técnico-Científico Informacional, o principal recurso da matriz energética é o mesmo desde a Segunda Revolução Industrial (1850) – o petróleo – tendo o carvão como segunda maior procura e o gás natural em terceiro. Neste caso, apesar dos investimentos em fontes alternativas como a energia solar, eólica, geotérmica, mantêm-se os combustíveis fósseis como a principal forma de obtenção de energia a nível mundial [7].

Na figura 3 pode verificar-se que durante os próximos anos não se esperam grandes mudanças. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), no seu cenário base do World Energy Outlook de 2015 [9], o petróleo registrará uma diminuição de cinco pontos percentuais na matriz energética de 2040 relativamente a 2013. Por seu lado, o gás natural alcançará uma participação de 24 % sobre uma procura energética total estimada em 17 934 milhões de toneladas equivalentes de petróleo [8].

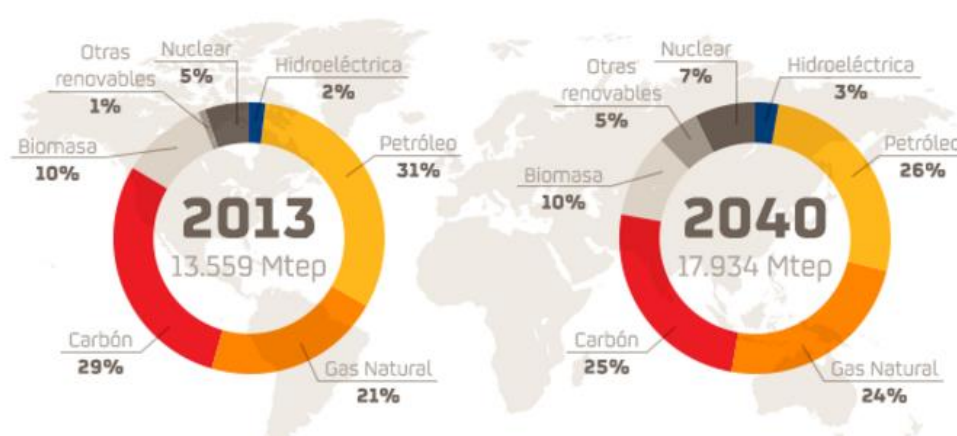


Figura 3 - Matriz Energética Mundial [8].

Na União Europeia (UE), os níveis de dependência energética foram crescendo e em 2009 a UE-28 tinha uma dependência energética na ordem de 53%, tabela 1. Na UE, desde 2004, a importação de energia primária tem sido superior à produção, sendo que mais de metade da energia consumida é proveniente de países fora da UE. A dependência energética registou um aumento de cerca de 40% na década de 1980 para 53% em 2011, atingindo as mais elevadas taxas de dependência de petróleo (84,9%) e de gás natural (67%) [5].

Tabela 1- Taxa de Dependência de Energia [5].

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
All products	45.1	46.7	47.4	47.6	49.0	50.2	52.5	53.7	53.0	54.7	53.9
Solid fuels	27.5	30.5	33.7	33.1	34.9	38.1	39.3	41.0	41.3	44.7	41.1
Crude oil	74.2	75.6	77.7	76.4	78.7	80.9	82.4	83.9	83.6	85.0	84.1
Natural gas	47.9	48.9	47.2	51.1	52.4	53.9	57.7	60.8	60.3	62.3	64.2

A geração de eletricidade líquida total na UE-28 foi de 3,0 milhões de gigawatts-hora (GWh) em 2009, o que significou uma diminuição de 4,9% em comparação com o ano anterior refletindo, em parte, o impacto da atual situação financeira e crise económica. Esta grande queda no nível de geração de eletricidade desfez, efetivamente, os aumentos construídos ao longo dos cinco anos anteriores, assim como o nível de geração de eletricidade em 2009 foi aproximadamente o mesmo que tinha sido em 2003 [5].

Compreende-se pois que a eficiência energética esteja no cerne da Estratégia Europa 2020 para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo e para a transição para uma economia eficiente. A eficiência energética é vista como uma das formas mais eficazes para assegurar a estabilidade do aprovisionamento energético e reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e outros poluentes.

Na Europa, para além da indústria, o setor residencial e de serviços tem um papel significativo no consumo de energia elétrica. O setor dos edifícios (agregados domésticos e serviços) é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 Mt de CO₂ – quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto [5].

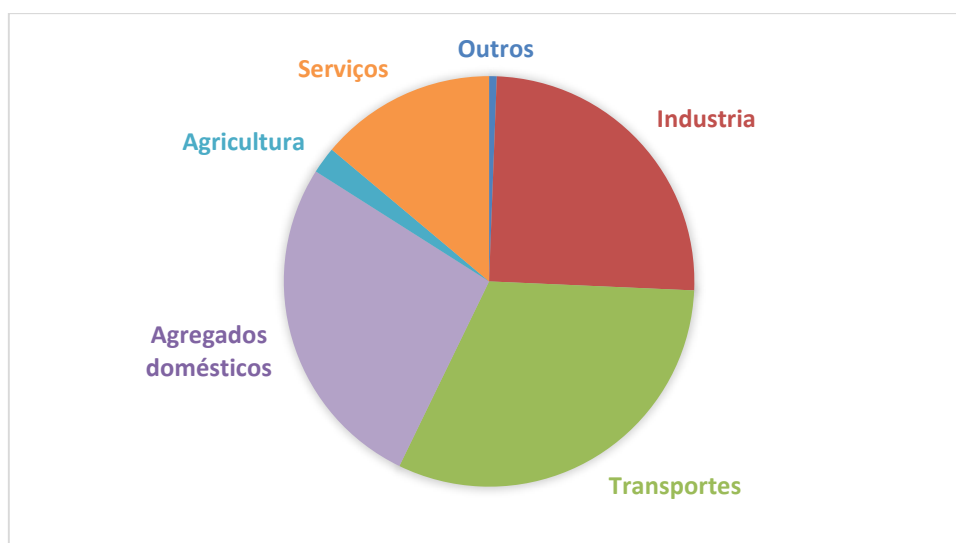


Figura 4 - Consumo de energia final, UE-28, 2013 [12].

A União Europeia fixou como objetivo para 2020 o de reduzir em 20% o seu consumo de energia primária em relação a 2005-2006 e esse objetivo foi identificado pela Comissão «Energia 2020» como etapa fundamental para a prossecução dos objetivos europeus a longo prazo em matéria de energia e clima [4]. Estas medidas têm como principal objetivo alcançar uma redução das emissões de gases com efeito de estufa de pelo menos 20 %, comparativamente com os níveis de 1990, aumento de 20% da parte das fontes de energia renovável no consumo energético final e aumento de 20 % da eficiência energética [11].

Os efeitos combinados da plena aplicação destas medidas já programadas e de outras medidas emergentes transformarão a vida quotidiana dos cidadãos europeus e têm potencial para gerar grandes poupanças que poderão: i) atingir os 1 000€ anuais por agregado familiar; ii) melhorar a competitividade industrial da Europa; iii) criar até 2 milhões de postos de trabalho [10].

A produção de energia primária renovável na UE-28 em 2013 era de 192 milhões de toneladas equivalentes a petróleo (tep), que representa uma quota de 24,3% da produção total de energia primária de todas as fontes. A quantidade de energia renovável produzida na UE-28 aumentou globalmente 84,4% entre 2003 e 2013, equivalente a um aumento médio de 6,3% ao ano.

Entre as energias renováveis, a fonte mais importante na UE-28 era a biomassa e resíduos renováveis, respondendo por pouco menos de dois terços (64,2%) da produção de energia primária renovável em 2013 (ver tabela 2). A energia hidroelétrica era o outro principal contribuinte para o mix de energia renovável (16,6% do total), muito embora os seus níveis de produção se tenham mantido relativamente baixos, tendo-se verificado uma rápida expansão na produção de energia eólica e solar, que correspondeu a 10,5% e 5,5%, respetivamente, das energias renováveis da UE-28 produzidas em 2013. As ações remanescentes foram de 3,1% para a energia geotérmica e 0,02% para a energia das marés, ondas e energia dos oceanos, esta última sendo encontrada apenas em França e no Reino Unido.

O crescimento da produção de eletricidade, a partir de fontes renováveis de energia, durante o período de 2003 a 2013; reflete, em grande parte, uma expansão em três fontes de energia renováveis, nomeadamente, turbinas de vento, energia solar e de biomassa. Embora a energia hidroelétrica tenha permanecido a maior fonte de produção de eletricidade renovável na UE-28 em 2013 (45,5% do total), a quantidade de eletricidade gerada dessa forma em 2013 foi relativamente semelhante ao registado na década anterior, com aumento de apenas 17,9 %. Por outro lado, a quantidade de eletricidade gerada a partir da biomassa (incluindo resíduos renováveis) mais do que triplicou, enquanto que a eletricidade gerada a partir de turbinas eólicas mais do que quintuplicou entre 2003 e 2013.

Tabela 2 - Produção de energia primária renovável, 2003 e 2013, UE-28 [13].

	Primary production (thousand toe)		Share of total, 2013 (%)				
	2003	2013	Solar energy	Biomass & waste	Geothermal energy	Hydropower	Wind energy
EU-28	104 094	191 961	5.5	64.2	3.1	16.6	10.5
Belgium	708	2 929	8.4	79.7	0.1	1.1	10.7
Bulgaria	952	1 826	7.5	65.0	1.8	19.2	6.5
Czech Republic	1 663	3 640	5.2	87.2	0.0	6.5	1.1
Denmark	2 252	3 240	2.1	68.1	0.2	0.0	29.5
Germany	12 614	33 680	9.6	70.8	0.4	5.9	13.2
Estonia	667	1 122	0.0	95.7	0.0	0.2	4.1
Ireland	235	766	1.5	41.0	0.0	6.5	51.0
Greece	1 538	2 487	20.1	43.1	0.5	21.9	14.3
Spain	9 196	17 377	15.4	39.6	0.1	18.2	26.7
France	15 521	23 073	2.1	64.5	1.0	26.3	6.0
Croatia	800	1 499	0.6	50.1	0.5	45.9	3.0
Italy	9 999	23 500	8.6	45.3	21.3	19.3	5.5
Cyprus	48	109	64.1	16.3	1.4	0.0	18.3
Latvia	1 728	2 137	0.0	87.8	0.0	11.7	0.5
Lithuania	794	1 288	0.3	92.1	0.1	3.5	4.0
Luxembourg	41	107	8.2	75.5	0.0	9.6	6.6
Hungary	906	2 074	0.4	90.3	5.4	0.9	3.0
Malta	0	10	72.6	27.4	0.0	0.0	0.0
Netherlands	1 625	4 294	1.6	86.3	0.6	0.2	11.3
Austria	6 130	9 466	2.4	56.2	0.4	38.1	2.9
Poland	4 150	8 512	0.2	91.1	0.2	2.5	6.1
Portugal	4 241	5 621	2.0	55.4	3.2	21.0	18.4
Romania	4 002	5 561	0.7	68.8	0.5	23.1	7.0
Slovenia	714	1 071	2.6	56.7	3.6	37.0	0.0
Slovakia	651	1 467	3.8	67.3	0.4	28.4	0.0
Finland	7 887	9 934	0.0	88.2	0.0	11.1	0.7
Sweden	12 389	16 770	0.1	63.4	0.0	31.5	5.0
United Kingdom	2 642	8 404	4.3	61.7	0.0	4.8	29.1
Norway	10 277	12 458	0.0	10.0	0.0	88.7	1.3
Montenegro	0	389	0.0	44.7	0.0	55.3	0.0
FYR of Macedonia	313	304	0.3	52.0	3.0	44.8	0.0
Albania	620	812	1.5	24.8	0.0	73.7	0.0
Serbia	1 750	1 989	0.0	55.7	0.2	44.1	0.0
Turkey	10 021	13 718	5.8	33.0	19.2	37.2	4.7

As ações relativas de turbinas eólicas e de biomassa na quantidade total de eletricidade, produzida a partir de fontes de energia, subiram para 26,5% e 17,8%, respetivamente, em 2013. O crescimento da eletricidade a partir de energia solar foi ainda mais dramática, passando de apenas 0,4 TWh em 2003 para ultrapassar a energia geotérmica em 2008, para atingir um nível de 85,3 TWh em 2013. Durante este período de 10 anos, a contribuição da energia solar para toda a eletricidade, gerada a partir de fontes de energia renováveis, aumentou de 0,1% para 9,6%. A

energia das Marés, das ondas e do poder oceano contribuiu apenas 0,05% do total de eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis na UE-28 em 2013, figura 5 e figura 6 [14].

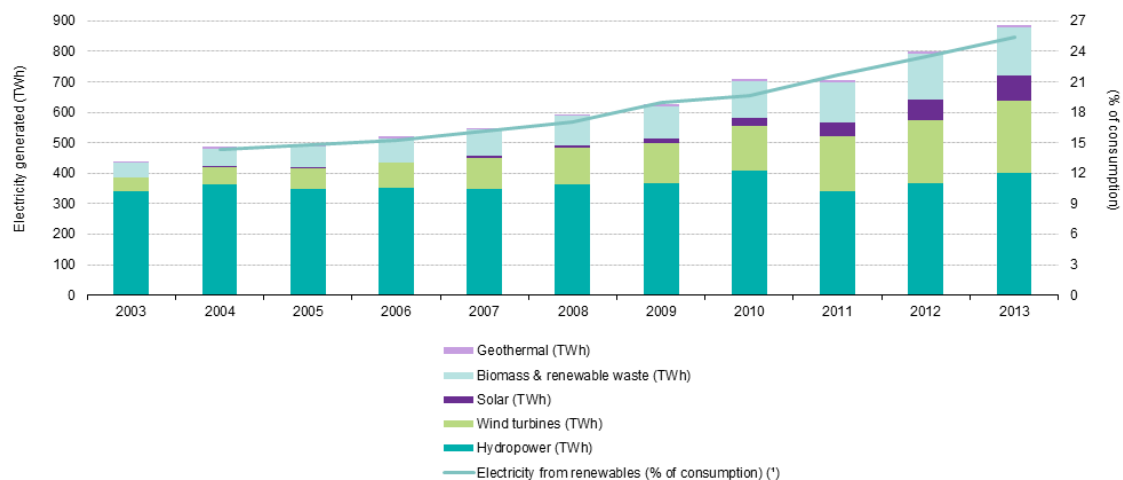


Figura 5 - Eletricidade gerada a partir de fontes de energia renováveis, UE-28,2003-2013 [14].

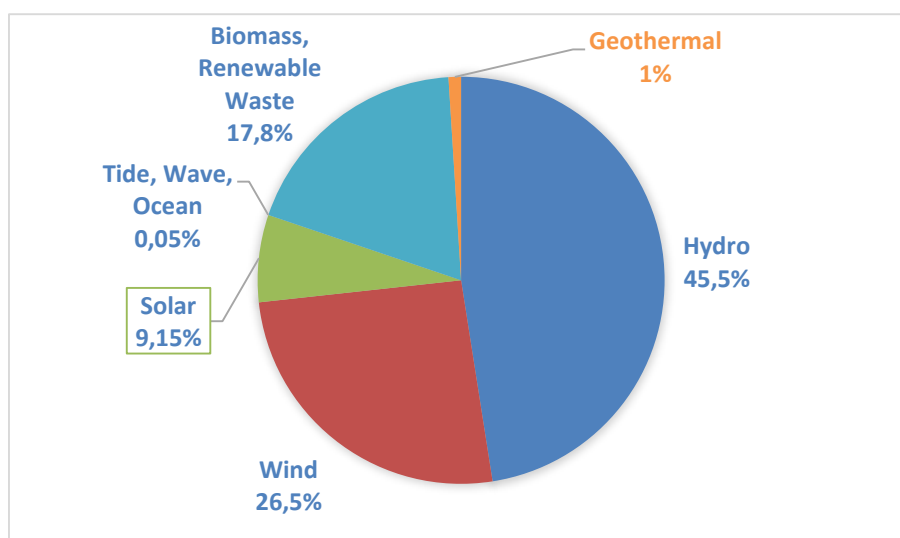


Figura 6 - Geração de Eletricidade a partir de energias renováveis na UE-28 em 2013 [14].

2.1.1. Fontes de Energia Renovável

Hídrica

A produção hidroelétrica faz-se em centrais hídricas que podem ter armazenamento em albufeira ou serem a fio de água. Pequenas centrais hídricas têm potência até 10 MW e as grandes centrais hídricas mais de 10 MW. As centrais hídricas usam a diferença de energia entre o nível a montante (albufeira) e do rio a jusante, na restituição. Essa energia faz rodar as pás de uma turbina, criando um movimento de rotação do eixo do gerador que, por sua vez, produz eletricidade. As centrais a fio de água não possuem albufeira, aproveitando o fluxo natural do rio, quando este ocorre. As centrais hídricas são o modo mais eficiente de gerar eletricidade e contribuem para a estabilidade do sistema elétrico. Atualmente, em ano médio, cerca de 30% da eletricidade consumida em Portugal tem origem hídrica [17].

Tabela 3 - Vantagens e desvantagens da Energia hídrica [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
Sem emissões;	Destruição da fauna e da flora;
Capaz de gerar grandes quantidades de energia;	Potenciais Inundações;
A saída pode ser regulada consoante a procura;	As secas diminuem o volume de água perdendo-se a capacidade de produção de energia;
Não há resíduos ou emissões de CO ₂ ;	Pode provocar o deslocamento de populações e o alargamento de terra;
Confiável;	Alto capital de investimento.
Custos de operação baixos.	

Eólica

O vento é o movimento de massas de ar, provocado por um aquecimento diferenciado das zonas da atmosfera ou pela orografia do terreno. O vento já foi usado para deslocar barcos à vela, moer cereais ou elevar água dos poços. Atualmente é também usado para produzir eletricidade. As centrais eólicas instalam-se em locais onde a velocidade média anual do vento excede 6 m/s, o que em Portugal se verifica em zonas montanhosas e junto à costa. As centrais eólicas têm aerogeradores cujas pás rodam com a força do vento, fazendo rodar o eixo do gerador, que produz eletricidade. Além das instalações em terra (onshore), as centrais eólicas também podem ser instaladas no mar (offshore), aproveitando o recurso presente em zonas marítimas e a grande área disponível, mesmo considerando as restrições (zonas de pescas, áreas protegidas, navegação, etc.). Atualmente, cerca de 1/4 da eletricidade consumida em Portugal tem origem eólica [18].

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens da energia Eólica [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
Sem emissões;	Emissões de ruídos;
Tecnologia simples e de rápida instalação e desmantelamento em instalações Onshore;	Impacto ambiental;
Não há resíduos ou emissões de CO ₂ ;	Interferências eletromagnéticas;
Criação de investimento em zonas desfavorecidas;	Saída da energia é proporcional à velocidade do vento;
Solução limpa para áreas remotas;	Desafios na ligação à rede;
	Alto investimento inicial e custos de manutenção.

Biomassa

A biomassa é a matéria orgânica de origem vegetal ou animal que pode ser utilizada no estado sólido, líquido ou gasoso.

São exemplos de biomassa os subprodutos da floresta, agricultura, pecuária, da indústria da madeira e do papel e a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos. A biomassa, quando queimada, é uma fonte de energia que pode ser usada em centrais térmicas para produzir eletricidade, tendo igualmente um importante papel na produção de calor. Usar os resíduos da floresta com este fim diminui o risco de incêndio, se a limpeza das florestas for conjugada com o ordenamento florestal [19].

Tabela 5 - Vantagens e desvantagens da energia Biomassa [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
Baixos custos;	Destruição da fauna e da flora extinguindo certas espécies;
Oferta Abundante;	Contaminação dos solos pelo uso de adubos;
Não emite CO ₂ (de acordo com o ciclo natural de carbono neutro);	Dificuldades no armazenamento e transporte de biomassa sólida;
Confiável;	Os biocombustíveis líquidos contribuem para a formação de chuvas ácidas.
A biomassa é extremamente barata.	

Solar

A produção de eletricidade usando o Sol é possível através de painéis solares fotovoltaicos ou de painéis solares térmicos. No primeiro caso, as células fotovoltaicas ao receberem os raios solares transformam-nos em eletricidade. No segundo caso, usam-se espelhos que concentram a luz solar para aquecer um fluido, gerando vapor que faz rodar as pás de uma turbina, criando um movimento de rotação do eixo do gerador que produz eletricidade [20].

O Sol também pode ser usado para aquecer as águas domésticas ou de processos industriais evitando o uso de eletricidade ou de gás.

Tabela 6 - Vantagens e desvantagens energia Solar [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
Sem emissões; Fonte de energia mais abundante; Baixa manutenção e fácil instalação; Alta confiabilidade; Não há resíduos ou emissões de CO ₂ ; Em pequena escala não requer linhas de transmissão.	Alto capital de investimento; Durante a noite não existe produção de energia; Requer grande espaço físico para a instalação; Intermitência; Utilização de materiais tóxicos.

Geotermia

A geotermia é a energia do calor interior da Terra e é um recurso disponível nos locais com atividade vulcânica onde existem água ou rochas a temperatura elevada e em zonas onde seja possível atingir estratos magmáticos.

O aproveitamento desta energia, para gerar eletricidade, é feito em centrais térmicas através de uma turbina cujas pás são movidas pelo vapor de água produzido pelo calor da Terra.

Este movimento de rotação é transmitido ao eixo do gerador que produz a eletricidade. Para além de ser usado para a produção de eletricidade, esta fonte de energia renovável pode ser usada como fonte de calor para estufas ou por bombas de calor, para aquecimento ou arrefecimento de edifícios.

Em Portugal, na Região Autónoma dos Açores, existem unidades de produção de eletricidade usando a geotermia, conhecendo-se outras utilizações diretas do calor da Terra em Lisboa e em São Pedro do Sul [21].

Tabela 7 - Vantagens e desvantagens da energia Geotérmica [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
Impacto ambiental mínimo; Eficiente; Baixo custo opôs de investimento inicial; Área de terreno necessário é a mais pequena por megawatt.	Perfuração dos solos dispendiosa; Custos de arranque elevados; Os antigelificantes usados nas zonas mais frias são poluentes: apesar de terem uma baixa toxicidade, alguns produzem CFCs e HCFCs.

Ondas e Marés

A energia disponível no mar é muito abundante. Os equipamentos para conversão desta energia renovável em eletricidade ainda se encontram em desenvolvimento, procurando melhorar o seu rendimento e a sua resistência ao ambiente marítimo. Na Ilha do Pico, Açores, existe uma central com 400 kW, a primeira no Mundo a produzir eletricidade a partir das ondas de uma forma regular.

Na costa Portuguesa já foram testadas várias tecnologias e está em preparação a Zona Piloto, ao largo de São Pedro de Moel, para acolher projetos de demonstração para aproveitamento da energia das ondas [22].

Tabela 8 - Vantagens e desvantagens energia das Ondas e Marés [15] [16].

Vantagens	Desvantagens
A constância e previsibilidade da ocorrência das marés; O facto de as marés serem uma fonte inesgotável de energia; A sua fiabilidade.	Os custos de instalação são bastante elevados; Só é produzida energia enquanto existir um desnível entre os níveis de água que se encontram nas partes superiores e inferiores do muro da barragem; Só podem ser instaladas centrais para a produção de eletricidade a partir desta energia em locais que respondam às necessidades geomorfológicas necessárias para a mesma e que possuam um desnível entre marés bastante elevado (cerca de 5,5m); A sua construção pode acarretar grandes impactos ambientais devido à criação da albufeira.

2.1.2. Fontes de Energia Convencional

Carvão

O carvão é uma rocha orgânica com propriedades combustíveis, constituída maioritariamente por carbono. A exploração de jazidas de carvão é feita em mais de 50 países, o que demonstra a sua abundância. Esta situação contribui, em grande parte, para que este combustível seja também o mais barato [16].

Tabela 9 - Vantagens e desvantagens da energia proveniente do carvão [16] [37].

Vantagens	Desvantagens
Abundância; Barato; Confiável e capaz de gerar grandes quantidades de energia.	Emissão de gases de efeito de estufa/chuvas ácidas; Grande impacto ambiental na mineralização e queima; Extração do carvão pode ser muito perigoso para os mineiros; Resíduos provenientes da queima (Cinzas).

Petróleo

O Petróleo é um combustível fóssil que é feito naturalmente a partir da decomposição de restos de plantas e animais pré-históricos. O Petróleo forma-se pela junção de gás natural com óleo, misturando assim centenas de diferentes moléculas de hidrocarbonetos que contêm hidrogénio e carbono, as quais existem por vezes como um líquido (óleo bruto) e, outras vezes, na forma de vapor (gás natural). O petróleo continua a ser a principal fonte de energia, sendo mais direcionado para o setor dos transportes [38].

Estima-se que, com o atual ritmo de consumo, as reservas planetárias de petróleo se esgotem nos próximos 30 ou 40 anos. [16]

Tabela 10 - Vantagens e desvantagens das energias provenientes do Petróleo [16] [37].

Vantagens	Desvantagens
Transporte eficiente de combustível para todo o mundo; Base de muitos produtos, desde medicamentos até aos plásticos; Produção económica; Fácil de transportar.	Emissões de CO2 muito elevadas; Encontrado em áreas muito remotas; Grande impacto ambiental na produção e transporte; Grande sensibilidade nos preços e influentes para toda a economia.

Energia Nuclear

A energia nuclear é produzida através das reações de fissão ou fusão dos átomos, durante as quais são libertadas grandes quantidades de energia que podem ser utilizadas para produzir energia elétrica. A fissão nuclear utiliza o urânio, um mineral presente na Terra em quantidades finitas, como combustível e consiste na partição de um núcleo pesado em dois núcleos de massa aproximadamente igual [38].

Uma recente pesquisa mostra que os recursos de urânio têm crescido 12,5% desde 2008 e que eles são suficientes para mais de 100 anos para fornecer energia com base nos requisitos atuais [16].

Tabela 11 - Vantagens e desvantagens das energias provenientes da Energia Nuclear [16] [37].

Vantagens	Desvantagens
Não emite gases de efeito de estufa nem CO_2 ;	Custos muito elevados devido à segurança, emergência, contenção de resíduos radioativos e sistemas de armazenamento;
Eficiente na transformação de energia em eletricidade;	Problemas no armazenamento ao longo do tempo com os resíduos radioativos;
Reservas de urânio abundantes;	Águas residuais aquecidas a partir de centrais nucleares prejudicam a vida aquática;
Reabastecimento anual.	Potencial problema num acidente nuclear.

Gás Natural

O gás natural é um combustível fóssil muito abundante, com origem muito semelhante à do petróleo bruto, ou seja, formou-se durante milhões de anos a partir dos sedimentos de animais e plantas. Tal como o petróleo, encontra-se em jazidas subterrâneas, de onde é extraído. A principal diferença prende-se com a possibilidade de ser usado tal como é extraído na origem, sem necessidade de refinação.

Atualmente, Portugal recebe o gás natural proveniente da Argélia através de gasoduto [38].

Tabela 12 - Vantagens e desvantagens de energias provenientes do Gás Natural [16] [37].

Vantagens	Desvantagens
Abundante;	Custos de transporte bastante elevados;
Combustível fóssil mais limpo;	Necessita de várias infraestruturas até chegar ao consumidor final;
Utilização em conjunto com outros combustíveis para minimizar a poluição na produção de eletricidade;	Queima com emissões;
Segurança, pela adição de um odor artificial, para que possa ser facilmente detetado.	Gasodutos têm impactos no ecossistema;
	Campos cada vez mais em áreas remotas.

2.2. Contexto Energético em Portugal

O panorama mundial energético está em constante mudança, quer por força da economia, diretamente ligada à procura de energia, quer por força das alterações climáticas que nos obrigam a uma ação imediata e concertada para travar a escalada das emissões de Gases com Efeito de Estufa, sendo que em Portugal acontece exatamente o mesmo. Atualmente o facto de não coexistir um clima económico favorável em Portugal ocorrem implicações diretas no consumo de energia que têm vindo a diminuir nos recentes anos, sendo exemplo desta realidade a redução de 6% em 2013 face a 2010 do consumo de energia primária e da redução de 14,3% no consumo de energia final [24].

Portugal apresenta uma dependência energética elevada, entre 80 e 90%, figura 7, fruto da inexistência de produção nacional de fontes de energia fósseis, como o petróleo ou gás natural, que têm um peso muito significativo no mix de consumo de energia. A aposta nas energias renováveis e na eficiência energética, com maior incidência nos últimos anos, tem permitido a Portugal baixar a sua dependência para níveis inferiores a 80% [24].

A redução dada nos últimos anos deve-se em grande parte ao aumento da produção de energia hídrica e energia eólica e também ao aumento das exportações de produtos petrolíferos. No entanto, a variabilidade do regime hidrológico, associado a uma grande componente hídrica no sistema electroprodutor nacional, influencia negativamente a dependência energética em anos secos, como foi o caso do ano 2005 ou 2008 [27].

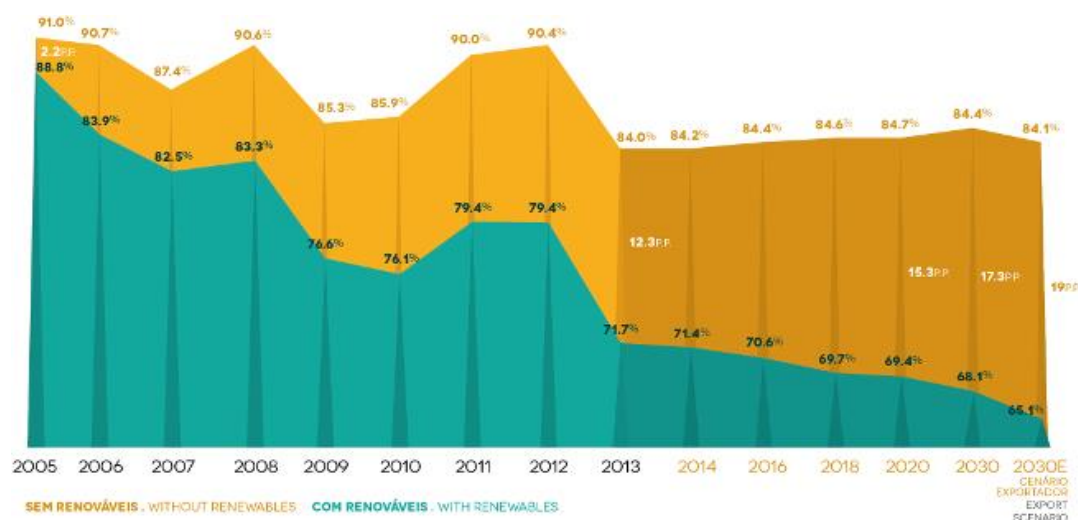


Figura 7 - Evolução da taxa de dependência energética em Portugal [28].

O facto de estarmos dependentes da importação de vários recursos para satisfazer as nossas necessidades energéticas, o que pode trazer problemas para o país, especialmente em casos de escassez de algum dos recursos importados, que irá ter efeitos negativos, uma vez que a energia assume um papel relevante no crescimento da economia portuguesa, tornando-se um elemento importante para um desenvolvimento mais sustentável do país. Como compensação, tem sido feito um esforço para que haja um aumento na utilização de fontes de energia renováveis (FER), pois este tipo de geração de energia tem um impacto quer social quer ambiental bastante menos negativo [28].

Desta forma pode observar-se, através da Figura 8, a evolução do consumo de energia primária em Portugal, onde é possível concluir que em termos relativos, o petróleo mantém um papel essencial na estrutura de abastecimento, representando 43,3% do consumo total de energia primária em 2013.

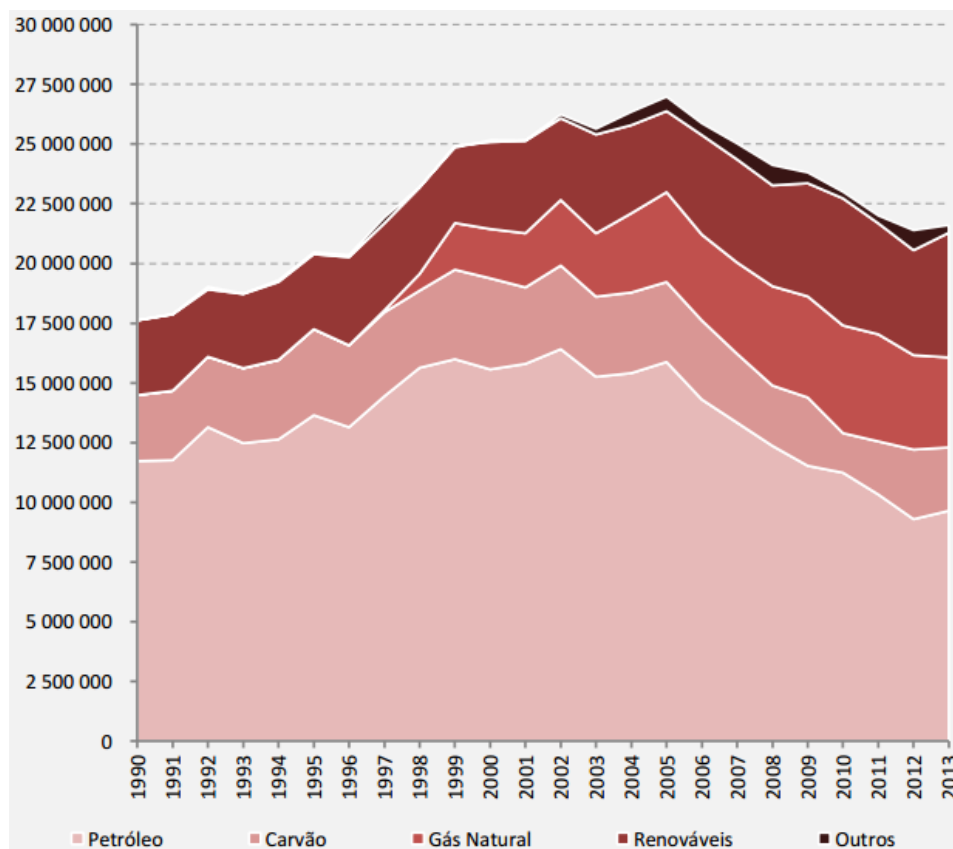


Figura 8 - Evolução do consumo de energia primária em Portugal (tep) [24]

Portugal registou em 2013 um Consumo de Energia Primária (CEP) total de 21704448 tep, o que configura um aumento de 1,0% face a 2012. No período 2004-2013 tem-se verificado uma taxa de crescimento médio anual (TCMA) negativa de 2,2%. Analisando o consumo das diferentes fontes de energia em 2013, verifica-se que o Petróleo continua a ser a principal fonte de energia primária (43,3%), seguido das Renováveis (25%) e do Gás Natural (17%). De notar que o peso do Petróleo tem vindo a decrescer nos últimos anos (58% em 2004 vs. 43,3% em 2013) e o peso das Renováveis (14% em 2004 vs. 25% em 2013) e do Gás Natural (13% em 2004 vs. 17% em 2013) aumentaram consideravelmente [24].

Em termos do Consumo de Energia Final (CEF), figura 9, em 2013 registou-se um consumo de 15167029 ktep, o que representa uma redução de 3,0% face a 2012. No período 2004-2013 verificou-se uma TCMA negativa de 2,7%. Quanto ao consumo final por tipo de fonte, verifica-se que o Petróleo continua a ser a principal fonte de energia (48%), seguido da Eletricidade (26%) e do Gás Natural (10%). É de ressaltar que o peso do Petróleo tem vindo a decrescer nos últimos anos (58% em 2004 vs. 48% em 2013) e, por outro lado, o peso da Eletricidade (20% em 2004 vs. 26% em 2013) e do Gás Natural (7% em 2004 vs. 10% em 2013) registaram um aumento.

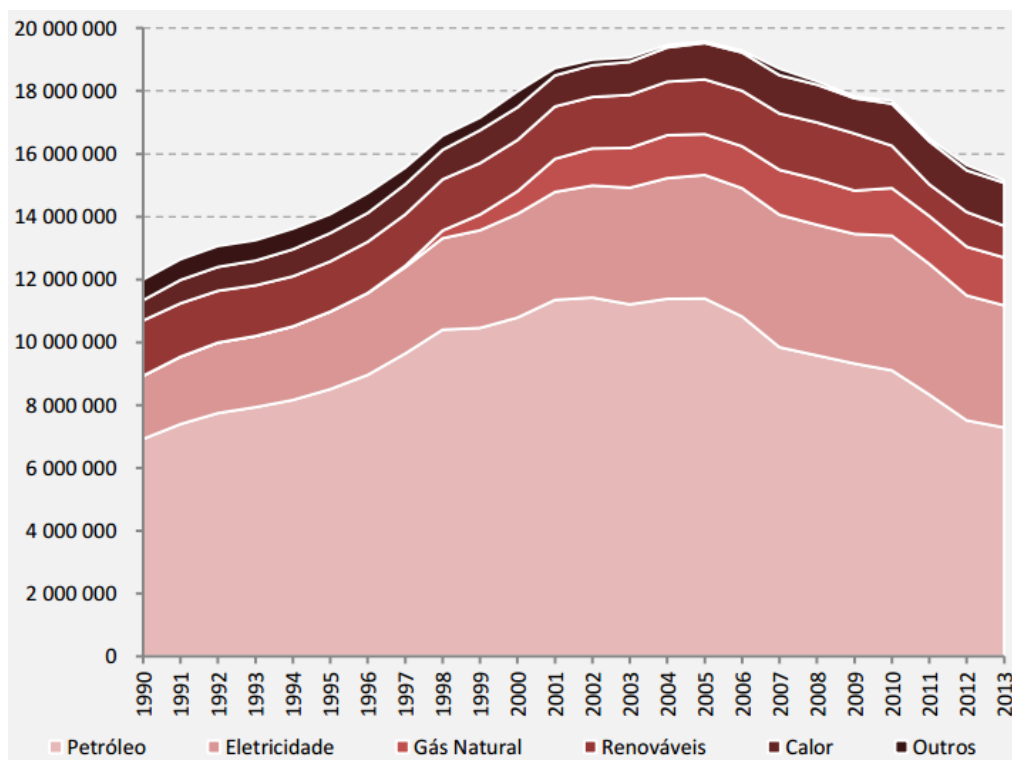


Figura 9 - Evolução do Consumo de Energia Final por fonte (tep) [24].

A nível setorial, o setor dos Transportes com 36% continua a ser o principal consumidor de energia, seguido da Indústria (31%), setor Doméstico (17%), Serviços (12%) e Agricultura e Pescas (3%), figura 10. Não se registaram alterações significativas face ao mix de consumo verificado em 2003. No entanto, os setores, com exceção da agricultura e pescas, registaram taxas de crescimento médias anuais negativas no período 2004-2013, transportes (-2,6%), indústria (-3,3%), doméstico (-2,0%), serviços (-3,2%) e agricultura e pescas (0,8%).



Figura 10 - Consumo Total de Energia Final por setor de atividade (tep)

2.2.1. Energia Elétrica

Como pode constatar-se, através da figura 11, desde o ano de 1999 até meados de 2010, a capacidade de produção de eletricidade em Portugal foi aumentando e situa-se hoje acima dos 50 GWh, muito embora tenha havido uma ligeira redução desde 2010 até aos dias de hoje [28].

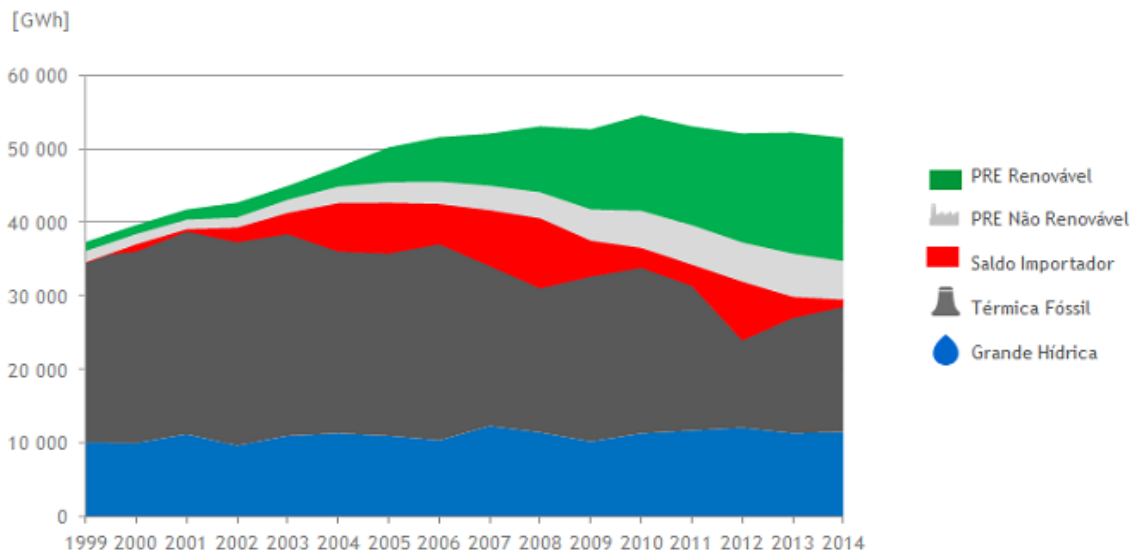


Figura 11 - Produção de eletricidade por fonte (1999-2014) [28]

Em 2014, o consumo de energia elétrica abastecido a partir da rede pública totalizou 48.8 TWh, contraindo 0.7%, face ao ano anterior. Associado a esta redução de produção estiveram as energias não renováveis, com um decréscimo de 6,0% ao ano compensado, em parte, pelo aumento de cerca de 15% da produção FER. O consumo verificado em 2014 fica 6.5% abaixo do máximo histórico registado em 2010. Pelo segundo ano consecutivo verificaram-se condições excecionais, tanto na produção de energia hídrica como na energia eólica, com índices de produtividade respetivos de 1.27 e 1.11.

Em 2014, as energias renováveis asseguraram 62% da produção de eletricidade, representando um papel importante no sistema elétrico português, figura 9, a quota mais elevada desde 1979, muito por força do aumento muito significativo das FER [23].

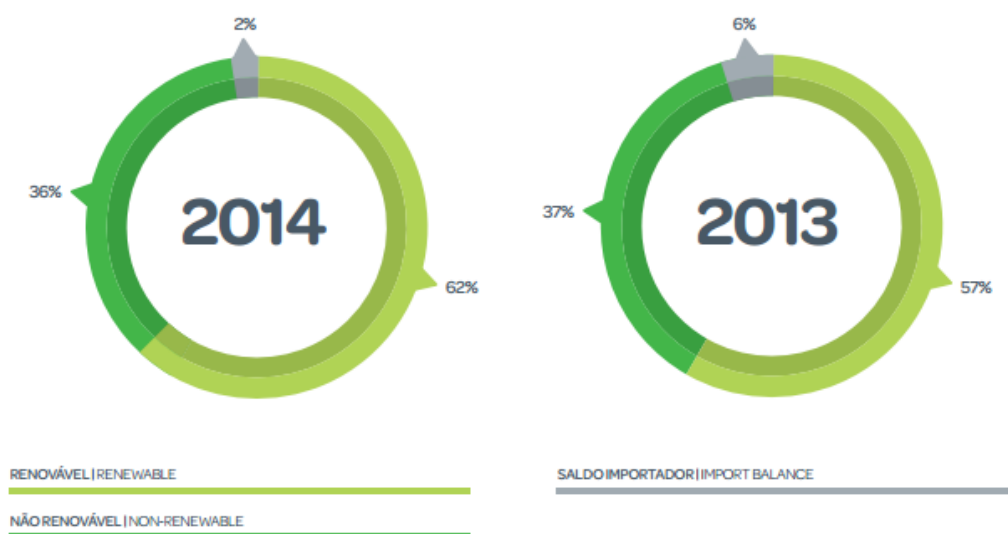


Figura 12 - Evolução da produção de eletricidade em Portugal [23]

Na tabela 13 podemos observar como foi produzida a energia elétrica consumida no ano de 2014. Desta produção, 62% teve origem em fontes renováveis, com maior incidência na hídrica e eólica, sendo assim repartida pela eólica 24%, hídricas com 31%, biomassa 6% e fotovoltaicas 1%. Nas não renováveis, o carvão abasteceu 23% do consumo e o gás natural, ciclo combinado e cogeração, 13%, sendo que a elevada produção de eletricidade renovável de origem endógena teve um impacto positivo na redução do saldo importador de eletricidade. Podemos verificar uma variação na produção de energia a partir da cogeração de -27% em relação a 2013, esta quebra deve-se a alteração da legislação Portuguesa.

Tabela 13 - Produção de Eletricidade em Portugal (GWh) [23]

CONSUMO REFERIDO À PRODUÇÃO LÍQUIDA	2014	2013	Var.%
GWh			
PRODUÇÃO TOTAL TOTAL GENERATION	48 999	47 832	2
PRODUÇÃO RENOVÁVEL RENEWABLE GENERATION	30 417	28 376	7
Hídrica Hydro	15 314	13 482	14
Mini-Hídrica Small Hydro	1 509	1 335	13
Eólica Wind	11 813	11 751	1
Térmica Thermal	2 697	2 701	0
Cogeração Cogeneration	1 526	1 541	-1
Solar Solar	592	442	34
PRODUÇÃO NÃO RENOVÁVEL NON-RENEWABLE GENERATION	17 723	18 299	-3
Carvão Coal	11 066	10 953	1
Gás Natural Natural Gas	6 321	6 912	-9
Cogeração Cogeneration	4 916	5 410	-9
Outros Others	336	434	-23
Cogeração Cogeneration	146	199	-27
PRODUÇÃO POR BOMBAGEM PUMPED STORAGE GENERATION	859	1 157	-26
Bombagem Hidroelétrica Consumption of Pumps	1 079	1 458	-26
SALDO IMPORTADOR IMPORT BALANCE	902	2 776	-67
Importação (valor comercial) Imports (commercial schedules)	4 084	5 229	-22
Exportação (valor comercial) Exports (commercial schedules)	3 184	2 447	30
CONSUMO TOTAL TOTAL DEMAND	48 822	49 150	-0.7
(c/ correção de temperatura e dias úteis) (corrected by temperature and number of working days)	-	-	0.0
PRODUTORES EM REGIME ORDINÁRIO ORDINARY STATUS GENERATORS	27 136	25 757	5
PRODUTORES EM REGIME ESPECIAL SPECIAL STATUS GENERATORS	21 863	22 075	-1

O consumo de energia elétrica por setor em 2013 está registado no gráfico da figura 13, comparado com o ano de 2004.

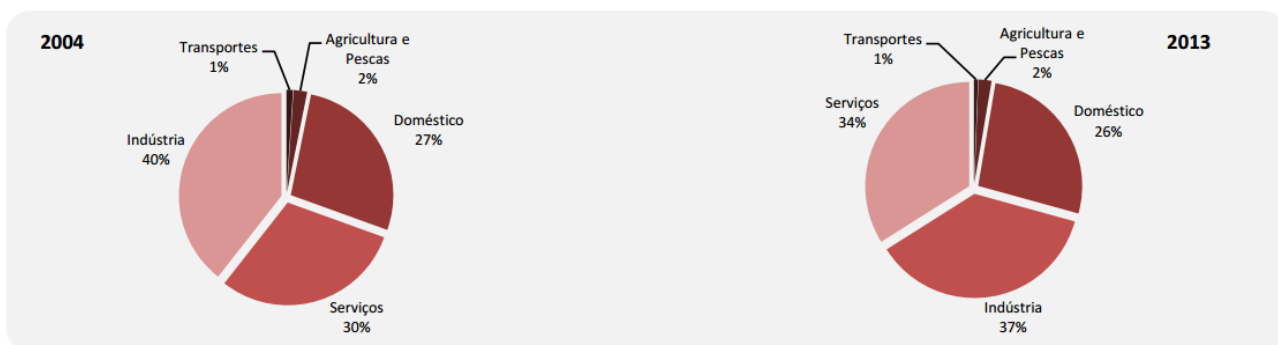


Figura 13 - Consumo de Energia Elétrica por Setor em 2013 (%) [24]

Da análise do gráfico conclui-se que houve uma ligeira alteração dos consumos, quando comparados com 2004, tendo em 2013 o setor industrial apresentado uma fatia mais baixa, cerca de 37% do consumo, seguido pelo setor dos serviços com 34%, o setor doméstico com 26%, o setor da agricultura e pesca com 2% e, por último, o setor dos transportes com 1%.

A potência instalada e a produção de energia elétrica de origem renovável em Portugal irão continuar a aumentar até 2030, embora a um ritmo menos acelerado.

Portugal está na dianteira no que toca à aposta nas energias renováveis, tendo alcançado resultados bastante positivos nos últimos anos. Mostra disso é a redução da dependência energética do exterior (73,9% em 2013 face a 88,8% em 2005), aumento da produção doméstica de energia para garantir níveis elevados de segurança de abastecimento (26,2% do consumo total de energia primária em 2013 contra 13,0% em 2005) e redução das emissões de GEE (-21,6% em 2012 face a 2005). É de todo relevante salientar também a importância e o contributo deste setor para a economia portuguesa, na criação de toda uma nova fileira industrial e empresarial geradora de emprego, promotora do desenvolvimento regional, dinamizadora das exportações de bens e serviços, impulsionadora de inovação e investigação científica, capaz de captar investimento internacional e de estimular a internacionalização das empresas nacionais [24].

A produção de eletricidade de origem renovável tem um impacto positivo na balança comercial e na diminuição da taxa de dependência energética. Como resultado do aumento de produção FER, entre 2010 e 2013, as importações de matérias-primas evitadas tiveram um aumento de 15%, o correspondente a um crescimento médio anual de 4,6%, figura 14. Caso não existisse produção FER, a elevada taxa de utilização das centrais a carvão na produção de eletricidade teria resultado na necessidade de recorrer às centrais a gás natural. Esta situação teria como consequência um aumento das importações de gás natural [28].

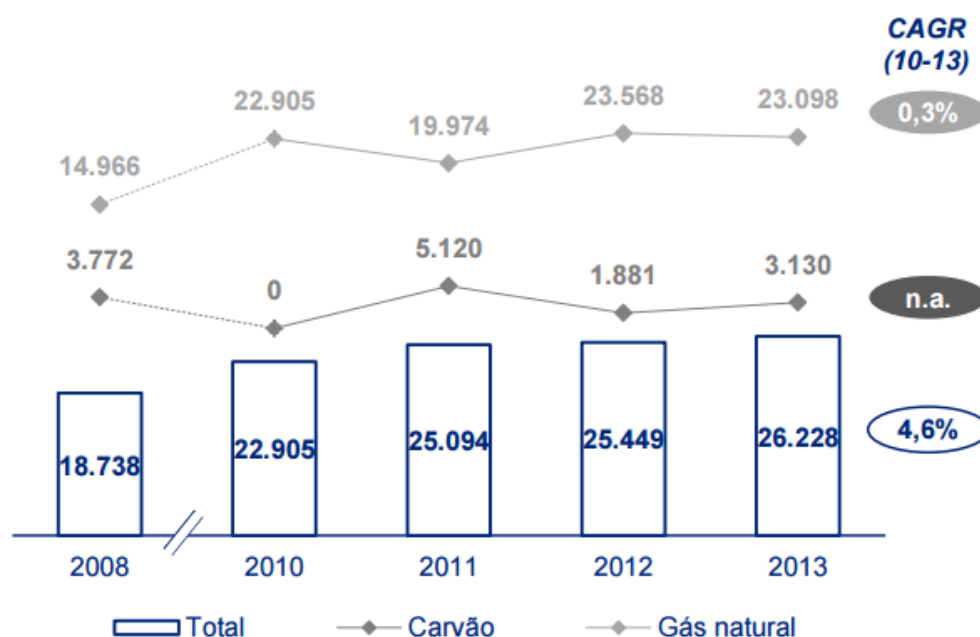


Figura 14 - Evolução das importações de energia elétrica evitadas (GWh) [28].

A redução da produção de eletricidade a partir de combustíveis fósseis, que deriva do aumento da produção através de fontes renováveis, resultou na redução do consumo de matérias-primas (como o carvão e o gás natural) diminuindo, dessa forma, as respetivas importações de energia elétrica. Essa alteração, associada à produção de eletricidade das FER, tem vindo a contribuir para diminuir a taxa de dependência energética, que atingiu 71,7% em 2013 (menos 4,4 p.p. que em 2010) [28].

Analisando mais uma vez a figura 7, caso não existisse produção de eletricidade gerada a partir de fontes renováveis, a taxa de dependência energética de 2013 teria sido 12,3%, superior (mais 10,1 p.p. face ao diferencial verificado em 2005). Esta tendência irá continuar, devendo a contribuição da eletricidade renovável ser muito favorável para a redução da taxa de dependência energética e para esta atingir 15,3%, considerando apenas as alterações na produção e importação/ exportação de eletricidade. Seguindo essa evolução, em 2030 é expectável que a taxa de dependência energética seja de 68,1%, 17,3% inferior ao que seria caso não existissem FER.

Em 2030, figura 15, estima-se evitar a importação de 38.921 GWh (o equivalente a mais de 80% da produção de 2013), resultando numa poupança de cerca de 2.750 milhões de euros, figura 9, estimando-se que as importações evitadas continuem a crescer em média 2,2% ao ano. Assim sendo, no período entre 2014 e 2030, a produção de eletricidade renovável deverá resultar em poupanças de mais de 37700 milhões de euros relativas a importações evitadas de matérias-primas [28].

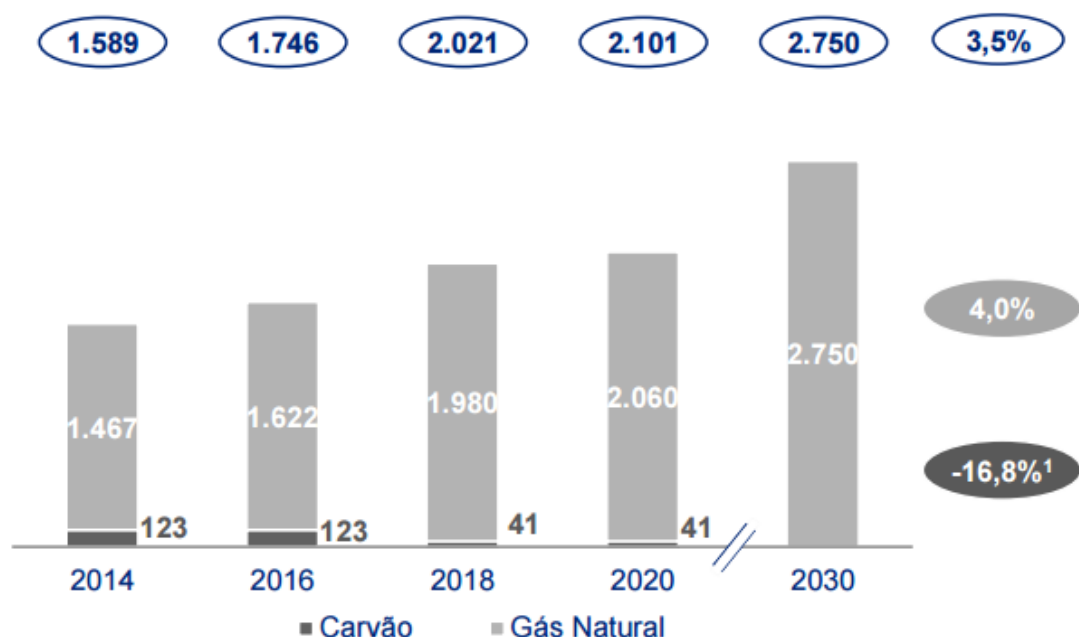


Figura 15 - Estimativa do total de custos de importações evitados por tipo de matéria importada (M€) [28].

Nos últimos quatro anos, as FER ganharam bastante preponderância no mix de produção de eletricidade nacional, representando atualmente mais de metade da produção. Desde 2010 que a potência instalada em FER tem vindo a crescer em Portugal a uma média de 5,3% ao ano sendo que, em 2013, foram superados os 11300 MW de potência. Este aumento de potência instalada FER não resultou num aumento da potência global uma vez que, como já referido, a potência de produção a partir de fontes não renováveis se reduziu [28].

Entre 2010 e 2013, a potência instalada das FER em Portugal, figura 16, teve um adicional de mais de 1.600 MW. A potência aumentou em praticamente todas as FER, destacando-se o aumento de potência instalada na energia Eólica, mais 812 MW, que contribuiu com mais de metade do crescimento verificado. A fonte de energia Solar foi a que teve o maior aumento relativo tendo mais que duplicado a sua potência durante este período.

Ainda que nos últimos anos se tenha assistido a um crescimento generalizado em todas as FER, a energia Hídrica e a energia Eólica continuaram a constituir as principais fontes do mix de potência em 2013 representando, em conjunto, 91% da potência instalada FER [28].

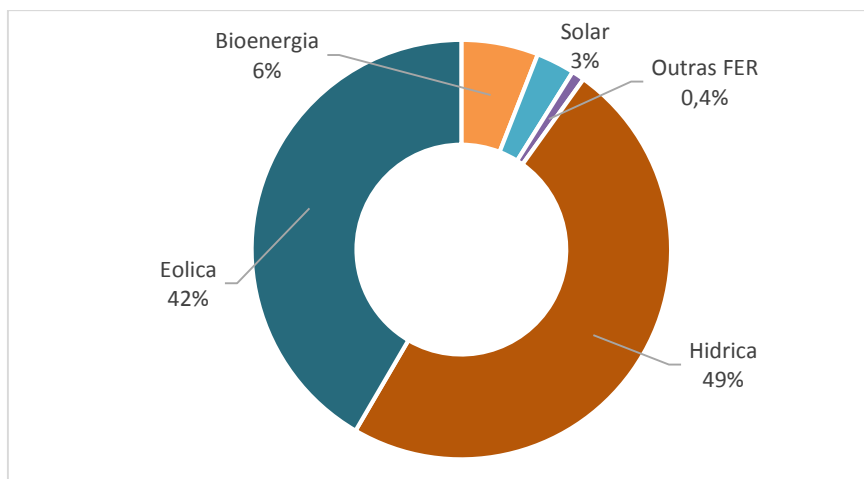


Figura 16 - Distribuição da potência instalada em Portugal por FER em 2013 [28].

No que respeita à evolução da produção FER, figura 17, a fonte Eólica foi responsável por 80% do aumento verificado (adicional de 2.647 MW), tendo a Bioenergia representado 13% do aumento total. Em termos relativos, em 2013, a fonte Solar produziu mais do que o dobro do que em 2010, enquanto a fonte Hídrica foi a única fonte de energia cuja produção de energia elétrica decresceu entre 2010 e 2013. Em 2013, o mix de produção FER encontrava-se maioritariamente repartido entre as fontes Hídrica e Eólica, que representaram em conjunto, cerca de 86% da produção de origem renovável [28].

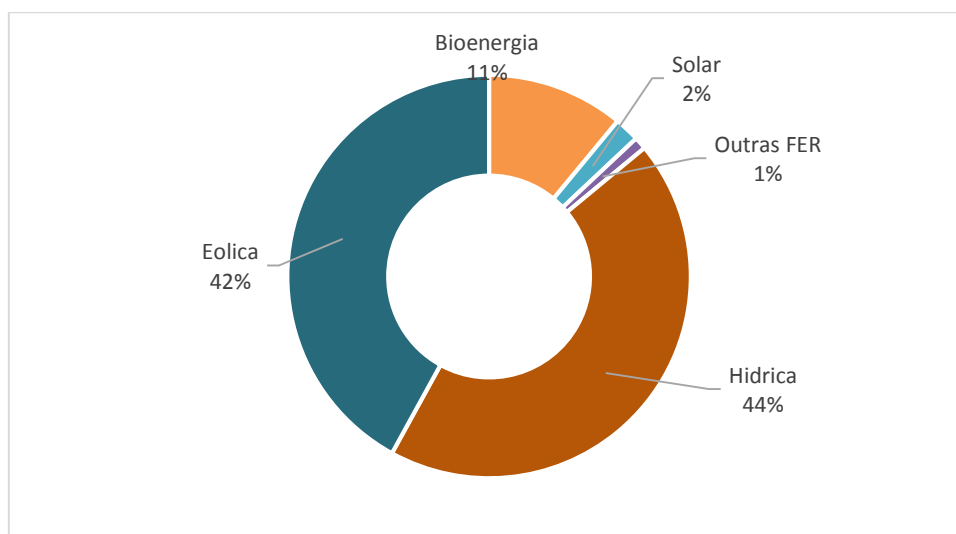


Figura 17 - Distribuição da produção de eletricidade em Portugal por FER em 2013 [28]

É expectável que a potência instalada Hídrica, motivada pelo Programa Nacional de Barragens, venha a aumentar 87%, entre 2014 e 2030, contrariamente à tendência verificada na União Europeia. A fonte Solar deverá ser a FER com maior incremento relativo, com um crescimento médio anual superior a 5%, ultrapassando em 2030 os 900 MW instalados (apesar de existir um potencial superior face às condições do País e à perspetiva de evolução do autoconsumo). No que diz respeito à fonte Eólica estima-se um crescimento de 1.469 MW, entre 2014 e 2030, significativamente inferior aos 1.670 MW de crescimento registados nos últimos 5 anos.

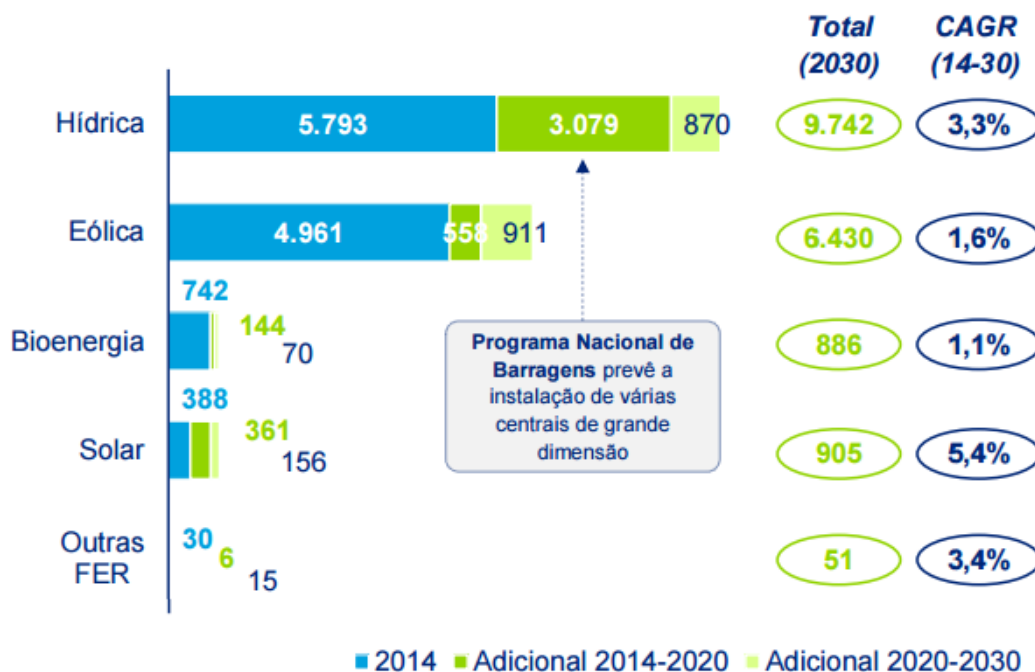


Figura 18 - Evolução estimada da potência instalada por FER em Portugal (MW) 2014-2030 [28].

Contrariamente à tendência mais recente de redução da produção nacional de eletricidade é esperado que volte a haver crescimento da produção, na ordem dos 0,9% ao ano até 2030, figura 19, sendo expectável que nessa data sejam produzidos mais 8.000 GWh do que em 2014. O aumento esperado da produção global de eletricidade será suportado pelo aumento da produção FER, que deverá crescer 42% entre 2014 e em 2030. Em contrapartida, a produção a partir de fontes não renováveis deverá reduzir-se gradualmente, resultado do descomissionamento de algumas centrais. Esta evolução resultará no aumento do peso das renováveis no mix de produção de eletricidade para 68%, em 2030, face aos 62% de 2014, figura 12.

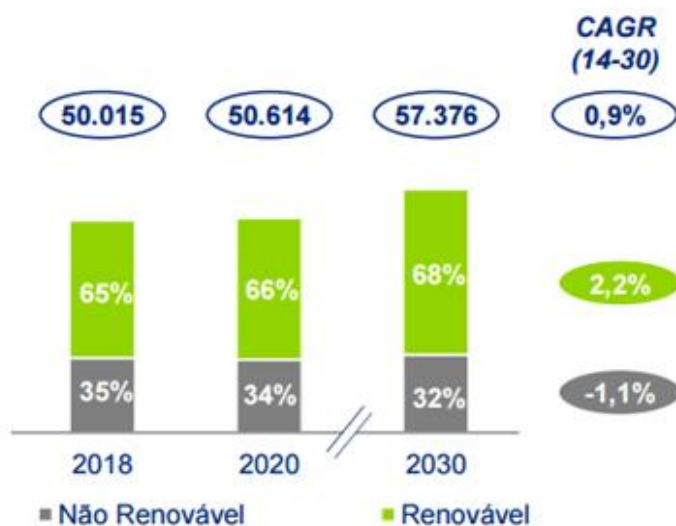


Figura 19 - Estimativa de evolução da produção de eletricidade em Portugal (GWh) [28].

2.2.2. Impacto Macroeconómico do Setor FER

O setor das energias renováveis assume atualmente uma posição de relevo em Portugal, decorrente da expressão que os investidores têm vindo a assumir no panorama energético nacional, da qual resulta uma contribuição relevante para a criação de riqueza e geração de emprego.

No seguimento do investimento e aposta na produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, o setor das FER tem vindo a contribuir de forma cada vez mais significativa para a geração de riqueza em Portugal. Assim, a contribuição do setor de eletricidade FER para o PIB atingiu, aproximadamente, 2.700 milhões de euros em 2013 tendo, desde 2010, crescido em média 4% ao ano, o que corresponde a uma contribuição média adicional de cerca de 100 milhões de euros por ano.

A fonte que registou maior contributo para o PIB Nacional foi a Eólica (56%), através da geração de 1.527 milhões de euros de riqueza, o que se justifica dado o incremento de potência instalada e aumento de produção verificados. A fonte Hídrica foi a segunda maior contribuidora para o impacto do setor no PIB nacional (33%), ao gerar direta e indiretamente mais de 910 milhões de euros, figura 20, [28].

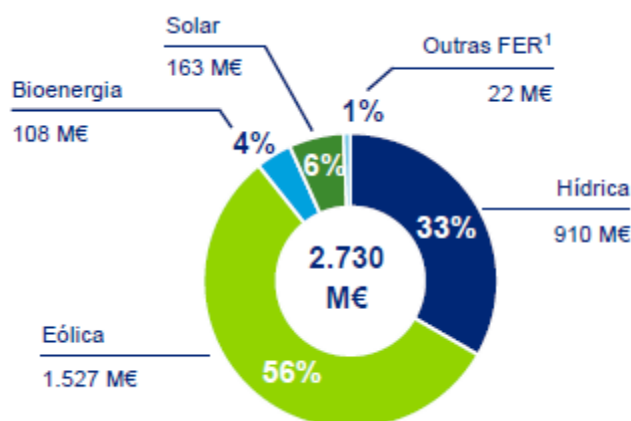


Figura 20 - Distribuição da contribuição total para o PIB Nacional por FER em 2013 [28]

A contribuição média das FER por MW instalado fixou-se nos 232 mil €, sendo que a fonte de eletricidade renovável com o rácio €/MW mais elevado foi a fonte Solar com uma média de 558 mil € por cada MW instalado nos últimos 4 anos (mais 326 mil €/MW do que a média das FER). A fonte Eólica foi a segunda fonte com maior contribuição por MW instalado, com uma média de 317 mil €/MW.

Os rácios das fontes Solar e Eólica são influenciados positivamente pela presença local de fabricantes de ambos os setores (painéis fotovoltaicos e aerogeradores respetivamente) [28].

Entre 2014 e 2030, é esperado que a contribuição das FER para o PIB cresça a uma média anual de 2,6%/ano, que é um crescimento superior ao PIB nacional, o que se irá refletir num aumento de

peso das FER no total da riqueza gerada em Portugal, podendo alcançar até 2030 2,3% do PIB nacional, atingindo em 2030 os 4.342 milhões, figura 21.

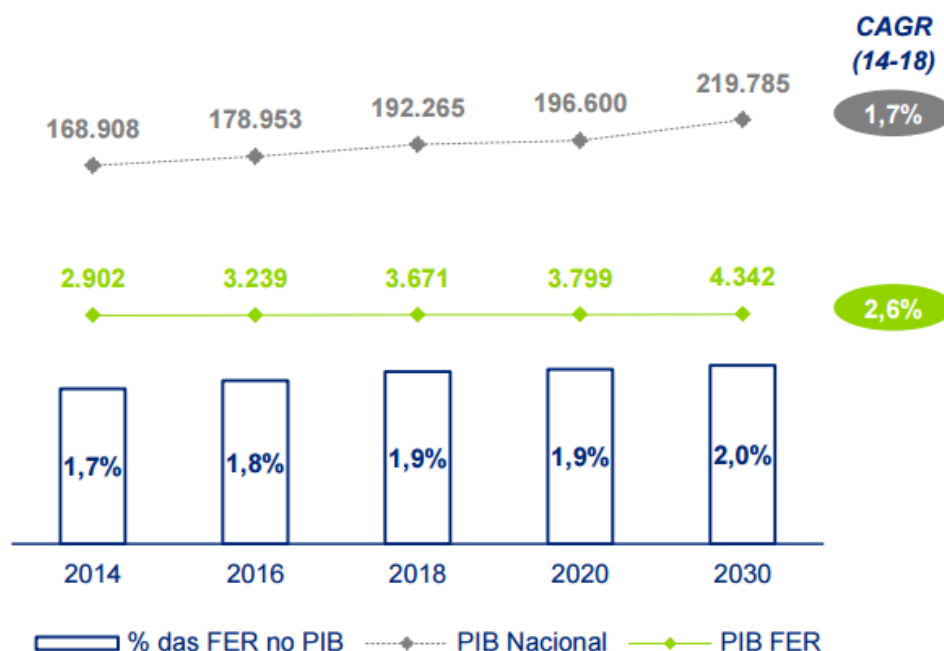


Figura 21 - Estimativa de evolução do PIB Nacional e PIB das FER em Portugal (milhões de euros) [28]

3. Eficiência Energética em Edifícios e Serviços Públicos

Numa era pautada pela aceleração do aquecimento global e pelo declínio económico, social e ambiental, a eficiência energética apresenta-se como um vetor estratégico para a sustentabilidade. De facto, a sua implementação depende do lado da procura e, como tal, é necessário uma mudança de paradigma e de visão política e estratégica. A necessidade de reduzir o consumo de energia à escala global, dita a necessidade de cada país desenvolver políticas energéticas capazes de cumprir metas. Tendo por base o compromisso assumido pelos países da EU, no âmbito do Protocolo de Quioto, os Estados Membros mobilizaram-se no sentido de adotar modelos energéticos que permitam alcançar um melhor desempenho no setor e Portugal não é exceção neste assunto em epígrafe.

Quando pensamos em Eficiência Energética, pensamo-lo numa perspetiva de obter, para um mesmo nível de conforto, um consumo inferior de energia, isto aliado igualmente a uma utilização mais racional desta. Algumas medidas de utilização racional de energia, tal como apagar a luz quando saímos de um local, são simples de executar, no entanto, estes gestos deverão ser complementados com tecnologias e/ou processos que traduzam uma redução de consumos pela via da eficiência nesta utilização. Toda a energia passa por um processo de transformação após o qual se transforma em calor, frio, luz, etc. Durante essa transformação uma parte dessa energia é desperdiçada e a outra, que chega ao consumidor, nem sempre é devidamente aproveitada. A eficiência energética pressupõe a implementação de medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação. Na figura 22 pode-se observar as diferentes classes de eficiência energética.



Figura 22 - Classes de Eficiência Energética

O desperdício de energia não se esgota na fase de transformação ou conversão, ocorrendo também durante o consumo. Nesta fase, a eficiência energética é, frequentemente associada ao termo "Utilização Racional da Energia" (URE), que pressupõe a adoção de medidas que permitem uma melhor utilização da energia, tanto no setor doméstico, como nos setores de serviços e indústria. Através da escolha, aquisição e utilização adequada dos equipamentos, é possível alcançar significativas poupanças de energia, manter o conforto e aumentar a produtividade das atividades dependentes de energia, com vantagens do ponto de vista económico e ambiental [29].

A política energética nacional assenta em dois pilares fundamentais, especificadamente, a racionalidade económica e a sustentabilidade, preconizando para isso medidas de eficiência energética, a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis e a necessidade de reduzir custos [30].

3.1. Enquadramento Legislativo

Para alcançar resultados, Portugal desenvolveu planos e programas específicos que visam dinamizar medidas e concretizá-las de forma mais efetiva, designadamente, o Plano Nacional de Ação para Eficiência Energética (PNAEE), Programa de Eficiência Energética para a Administração

Pública (ECO.AP) e o Apoio à eficiência energética, à gestão inteligente da energia e à utilização das energias renováveis nas infraestruturas públicas da Administração Local definido pelo Portugal 2020.

3.1.1. PNAEE

Aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de abril [31], surge um novo *Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética*, que revoga o anterior PNAEE de 2008, que contemplava medidas até 2015.

A definição de uma nova Estratégia para a Eficiência Energética tem por objetivo tornar a eficiência energética numa prioridade da política energética, tendo em conta, por um lado, que, até à data, Portugal não possui recursos fósseis endógenos, nem volume suficiente de compras de energia primária para influenciar preços de mercado (price taker) e, por outro lado, que os incrementos na eficiência energética promovem a proteção ambiental e a segurança energética com uma relação custo -benefício favorável.

A estimativa da poupança induzida pelo PNAEE até 2016 é de 1501 ktep (em energia final), correspondente a uma redução do consumo energético de aproximadamente 8,2% relativamente à média do consumo verificada no período entre 2001 e 2005, o que se aproxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016. O estabelecimento do horizonte temporal de 2020, para efeitos de acompanhamento e de monitorização do impacto estimado no consumo de energia primária, permite perspetivar, antecipadamente, o cumprimento das novas metas assumidas pela UE, de redução de 20% dos consumos de energia primária até 2020, bem como o objetivo geral assumido pelo Governo de redução no consumo de energia primária de 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%.

Neste contexto, o PNAEE abrange seis áreas específicas, nomeadamente, Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura, contemplando diversas medidas de promoção da eficiência energética para atingir as metas propostas para 2016 e 2020 [31].

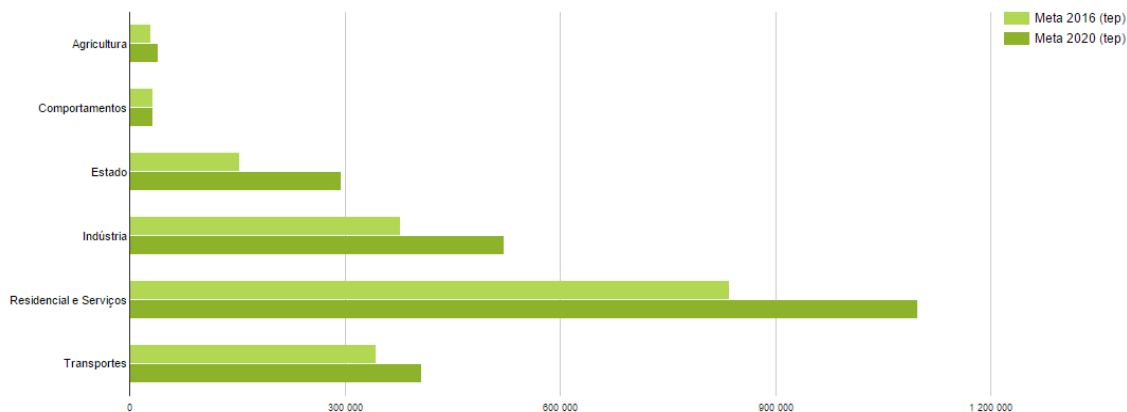


Figura 23 - Síntese global dos impactos do PNAEE 2016 - Poupança Energia Primária (tep), in Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013 de abril de 2013 [31]

Como se pode observar na figura 31, a área **Residencial e Serviços** é aquela que se espera que mais venha a contribuir para a execução das metas delineadas. Trata-se de uma área muito sensível para o sucesso da implementação do PNAEE 2016, tendo em 2011 representado cerca de 28% do consumo de energia final em Portugal, da qual 16,6% no setor Residencial e 11,4% no setor dos Serviços. O peso da componente elétrica é significativo, sobretudo nos Serviços (em 2011, mais de 73% dos consumos energéticos correspondiam a consumos elétricos), sendo também bastante elevado no setor Residencial (cerca de 43% em 2011) [33].

Para a área Residencial e Serviços existem 3 programas que visam estimular o cumprimento das medidas implementadas, nomeadamente, i) Renove Casa e Escritório (RSp1), ii) Sistema de Eficiência Energética em Edifícios (RSp2) e iii) Integração de Fontes de Energia Renováveis Térmicas/Solar Térmico (RSp3) [33].

Neste contexto o PNAEE 2016 é, essencialmente, executado através de medidas regulatórias (e.g. imposição de penalizações sobre equipamentos ineficientes, requisitos mínimos de classe de desempenho energético, obrigatoriedade de etiquetagem energética, obrigatoriedade de realização de auditorias energéticas), mecanismos de diferenciação fiscal (e.g. discriminação positiva em sede de IUC, ISV e ISP) e apoios financeiros provenientes de fundos que disponibilizem verbas para programas de eficiência energética [31].

3.1.2. ECO.AP'

O Programa "ECO.AP", lançado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º2/2011, tem o objetivo de obter um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020 nos organismos e serviços da Administração Pública (Estado) e obter esta eficiência sem aumento da despesa pública permitindo, ao mesmo tempo, o estímulo da economia no setor das empresas de serviços energéticos.

Este programa possibilitará ao Estado a redução da fatura energética nos serviços e organismos, a redução da emissão de gases com efeitos de estufa e ainda um maior estímulo da economia, através da criação do quadro legal das empresas de serviços energéticos (ESE) e da contratação pública de gestão de serviços energéticos, contribuindo para a concretização dos objetivos estabelecidos no Programa Nacional para as Alterações climáticas (PNAC). Pretende-se com este programa de eficiência energética desenvolver o setor das empresas de serviços energéticos, potenciando a criação de um mercado de serviços de energia com elevado potencial; combater o desperdício e a ineficiência dos usos de energia em todas as suas vertentes, promovendo a alteração de hábitos e comportamentos, essenciais para garantir o bem-estar das populações, a robustez e a competitividade da economia e a qualidade do ambiente.

Neste programa prevêem-se economias de energia em quatro domínios, particularmente, a Certificação Energética dos Edifícios e Contratos de Gestão de Eficiência Energética, os Planos de Ação de Eficiência Energética, a Gestão de Frotas e a Iluminação Pública.

A execução de algumas das medidas encontram suporte no mercado das empresas de serviços energéticos (ESE), sujeitas a um sistema de registo e qualificação, conforme estabelecido Despacho Normativo 15/2012, de 3 de julho, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 127, de 3 de julho de 2012, com o objetivo de garantir a qualidade da prestação destes serviços. Serão estas empresas que, no âmbito do Programa ECO.AP, irão celebrar com o Estado contratos de gestão de eficiência energética relativamente aos edifícios que vierem a integrar este programa, promovendo a intervenção e os investimentos necessários para assegurar a melhoria do seu desempenho energético [33].

Com vista a alcançar os objetivos propostos pelo “ECO.AP” está em funcionamento o Barómetro de Eficiência Energética que se destina a comparar e divulgar o desempenho energético da Administração Pública. Este Barómetro, através de um mecanismo de avaliação e ranking de entidades, promove a competição entre as entidades públicas, comparando e divulgando publicamente o ranking de desempenho energético dos serviços e organismos da administração direta e indireta do estado, através de uma bateria de indicadores de eficiência energética [32].

3.1.3. Portugal 2020 - Apoio à eficiência energética nas infraestruturas públicas da Administração Local.

O Decreto-Lei n.º 137/2014, de 12 de setembro, define o modelo de governação dos fundos europeus estruturais e de investimento (FEEI, para o período 2014-2020, designado por Portugal 2020. [42]

De acordo com a PORTARIA n.º 57-B/2015, de 27 de Fevereiro, os apoios têm como objetivo específico a implementação de ações que visem aumentar a eficiência energética e a utilização de energias renováveis para autoconsumo na administração local, contribuindo assim para um aumento da eficiência energética dos equipamentos públicos e, também, para a redução da fatura energética.

As tipologias das operações abrangidas são as que se revelem indispensáveis para a prossecução da Prioridade de Investimento «Apoio à eficiência energética, à gestão inteligente da energia e à utilização das energias renováveis nas infraestruturas públicas, nomeadamente nos edifícios públicos e no setor da habitação» e para a realização das ações definidas na auditoria ou diagnóstico energético que demonstre os ganhos financeiros líquidos resultantes das respetivas operações [42].

Os apoios a conceder a entidades da Administração Local revestem a natureza de subvenções não reembolsáveis, havendo no entanto lugar à entrega de 70 % das poupanças líquidas proporcionais ao montante de apoio concedido, em condições a definir pela Autoridade de Gestão em articulação com a DGEG. Nos casos em que os apoios sejam concedidos a ESE, as subvenções são reembolsáveis a 100 %, não estando o reembolso dependente das economias de energia alcançadas. As taxas máximas de financiamento sobre o investimento elegível são atribuídas das seguintes formas: POR Norte 95 %, POR Centro 95 %, POR Alentejo 95 %, POR Lisboa 50 %, POR Algarve 80 %. No apoio às ESSE, enquanto veículos promotores da eficiência energética na Administração Pública, a taxa máxima de financiamento sobre o investimento elegível é de 50 % [42].

3.2. Soluções a Adotar

Na medida em que a fatura energética tem um peso cada vez maior no orçamento das instituições e mesmo de cada família, pretende-se com este ponto, conhecer algumas soluções mais eficientes e amigas do ambiente, sem comprometer o conforto e bem-estar de todos.

3.2.1. Iluminação LED

Quando falamos de eficiência energética as vantagens da Iluminação LED são notórias, uma vez que, a título de exemplo, com uma potência de 80 W é possível obter em LED os mesmos níveis de fluxo luminoso, de uma lâmpada de descarga de 250 W (na ordem dos 8000 lm) [34].

LED são as siglas de Light Emitting Diodo, quando o diodo é energizado emite luz visível ao olho humano. O facto de a Iluminação LED ter uma baixa emissão de calor, quando comparado com outras soluções, permite atingir os valores de eficiência energética apresentados, já que possui perdas por efeito de Joule bastante reduzidas.

As lâmpadas de Led são conhecidas pelo seu grau de durabilidade e baixo consumo, que estão a revolucionar os sistemas de iluminação correntes, pois podem consumir até menos 80% de energia, durar até 50.000 horas contra apenas as 1.000 horas de uma lâmpada normal e, adicionalmente, esta tecnologia de Iluminação dispensa o uso de equipamento auxiliar, como por exemplo, de balastros e arrancadores, que também consomem energia no seu funcionamento [35].

Existem ainda outras vantagens na tecnologia LED, quando comparada com outras tecnologias convencionais. O facto de o LED ser construído a partir de material semicondutor (tecnicamente designado por equipamento de estado sólido, por não possuir peças móveis ou frágeis) apresenta enormes vantagens no que respeita à robustez, tempo de vida útil e fiabilidade de funcionamento, quer em função da temperatura, quer em função do tempo de vida do equipamento, isto é, praticamente não ocorre degradação do material com a utilização. Ecologicamente, o facto de no seu fabrico, não serem utilizados gases nocivos ao ambiente, como vapor de mercúrio, vapor de sódio, halogéneo ou iodetos metálicos, constitui um grande benefício ambiental, na fase de encaminhamento dos resíduos [34].

Não obstante o investimento inicial ser mais elevado, os benefícios proporcionados pelo sistema LED, quer em termos de eficiência, quer em duração, fazem deste sistema a melhor solução em termos de tecnologia de iluminação, evidenciando-se as principais vantagens:

- O feixe de luz direcional dos sistemas LED permite obter uma distribuição de luz de elevada uniformidade, na iluminação de um determinado plano. A reduzida dimensão dos LEDs possibilita o desenho de módulos mais compactos;
- Os sistemas LED têm um consumo energético reduzido, traduzindo a sua poupança energética face às soluções tradicionais, podendo chegar até 80%;
- Elevado tempo de vida útil. Em condições normais de funcionamento, a vida útil de uma lâmpada LED é superior a mais de 50.000 horas;
- As lâmpadas LED podem ser ligadas e desligadas vezes sem conta, sem prejuízo do seu funcionamento, e acendem quase instantaneamente;
- Custos de manutenção reduzidos. A elevada durabilidade, robustez e fiabilidade dos sistemas a LED permitem uma redução significativa dos custos de manutenção associados, bem como a redução de custos com a substituição desses mesmos sistemas de iluminação. Esta vantagem é mais evidente ainda na iluminação pública e rodoviária;
- A tecnologia LED é ideal para aplicações com sensores. Quando aliados a sistemas de iluminação inteligente, os LEDs apresentam ainda mais benefícios face às soluções convencionais. É possível uma redução drástica do consumo energético, por exemplo, com a iluminação de uma rua em períodos de menor tráfego.

4. Caso de Estudo

O edifício que serve como caso de estudo na presente dissertação é o Centro Hospitalar de Tâmega e Sousa (CHTS) ou Hospital Padre Américo – Vale do Sousa. O presente capítulo caracteriza a unidade hospitalar em estudo, desde a sua descrição por piso, passando pelos consumos de eletricidade até à desagregação dos mesmos por serviço. É realizada uma análise à iluminação de alguns espaços e feitas recomendações, de modo a obter uma maior eficiência energética, assim como uma redução dos custos, com a fatura da mesma.

4.1 Caracterização da Unidade Hospitalar

4.1.1 Descrição do edifício

O edifício/FA, Hospital Padre Américo – Vale do Sousa, Figura 24, é constituído por um edifício principal de grande volume e por um pavilhão destinado ao Departamento de Psiquiatria e Saúde Mental (DPSM), este último não faz parte do âmbito desta Auditoria Energética. Possui um heliporto situado a sul do edifício principal com acesso direto à Urgência. O edifício principal distribui-se por 11 pisos, totalizando uma área útil de 37.508 m². Dado o desnível do terreno onde foi construído, permite acessibilidades externas do piso 0 ao piso 4. Salienta-se que em todos os pisos, à exceção do piso 5 (Zona Técnica), é possível encontrar gabinetes, espaços de armazém, instalações sanitárias e circulações comuns horizontais e verticais. O edifício foi inaugurado em 2001, estando a decorrer obras de ampliação no Serviço de Urgências.



Figura 24 - Centro Hospitalar Tâmega e Sousa

O edifício localiza-se no Lugar do Tapadinho – Guilhufe, em Penafiel, na periferia de uma zona urbana, a uma altitude de aproximadamente 207 m e a mais de 25 km de distância da costa marítima. A orientação do edifício faz-se segundo os quadrantes principais, tendo ainda fachadas voltadas a Sudeste e Sudoeste.

A entrada principal do Centro Hospitalar está orientada a Este e a Sul da entrada das Urgências e do heliporto. O edifício está situado nas proximidades de uma zona industrial, sendo que as fachadas a Oeste e a Sudeste estão voltadas para uma grande área de terreno baldio. As estradas circundantes apresentam algum tráfego automóvel, mais intenso a Este na EN15, que é a estrada de ligação da zona industrial e do Hospital à cidade de Penafiel. Nas proximidades do edifício não existem obstruções relevantes que lhe possam causar sombreamento.

As coordenadas GPS de localização do edifício são as seguintes: Latitude 41,197132°N e Longitude -8,309484°W.

O edifício é composto pelos seguintes espaços principais:

- Piso 0:
 - Central térmica;
 - Incineração;
 - Lixos;
 - Central de limpeza;
 - Parqueamento;
 - Instalações técnicas especiais;
 - Autópsias;
 - Casa mortuária;
 - Armazéns;
 - Vestiários.
- Piso 1:
 - Instalações e equipamentos;
 - Lavandaria;
 - Central térmica;
 - Cozinha central;
 - Refeitório/Cafetaria;
 - Farmácia;
 - Aprovisionamento (Serviços Administrativos).
- Piso 2:
 - Serviços informáticos;
 - Saúde ocupacional;
 - Serviço de doentes;
 - Serviços financeiros;
 - Serviços de Assistência ao Domicílio;
 - Vestiários;
 - Análises, Organizações e Gestão;
 - Aprovisionamento/Aquisição;
 - Secretaria-geral;
 - Direção técnica;
 - Serviço de higiene hospitalar;
 - Auditório, com capacidade para 120 ocupantes;
 - Conselho de Administração;
 - Serviços religiosos;
 - Biblioteca;
 - Dep. Ed. Perm. Hospitalar.
- Piso 3:
 - Medicina física e reabilitação;
 - Patologia clínica;
 - Anatomia patológica;

- Laboratórios;
- Consulta externa;
- Consulta externa (Direção);
- Admissão de doentes;
- Exames especiais;
- Cirurgia ambulatória, composta por 3 salas de operações, sala de recobro, sala de RX móvel;
- Hospital de dia;
- Vestiários.
- Piso 4:
 - Imagiologia;
 - Instalações médicas de serviço, composto por 8 quartos;
 - Unidade de desinfeção;
 - Central esterilização;
 - U.C.I gerais;
 - Bloco operatório, constituído por 7 salas de operações e sala de recobro;
 - Obstetrícia;
 - Ginecologia;
 - Urgência;
 - Anestesiologia;
 - Neonatologia.
- Piso 5:
 - Zona técnica.
- Piso 6:
 - Pediatria médica, constituída por 10 quartos para internamento, sala de convívio, sala de estar, refeitório;
 - Obstetrícia – Unidade tratamento I e II, com 31 quartos para internamento.
- Piso 7:
 - Ginecologia, com 8 quartos para internamento;
 - Ortopedia, com 16 quartos para internamento.
- Piso 8:
 - Esp. Cirúrgica, com 8 quartos para internamento;
 - Cirurgia geral, 16 quartos para internamento.
- Piso 9:
 - Esp. Médicas, com 8 quartos para internamento;
 - Medicina interna, com 16 quartos para internamento.
- Piso 10:
 - UCIC, com 10 quartos para internamento;
 - Sala de reuniões.
- Piso 11:
 - Casa das máquinas;
 - Área técnica.

4.1.2. Alimentação de Energia Elétrica

A Unidade Hospitalar Padre Américo possui um contrato de fornecimento de energia elétrica com a EDP Universal, com uma tarifa contratada de média tensão, longas utilizações e tetra horária com um ciclo horário semanal com feriados, tabela 14.

Tabela 14 - Ciclo Semanal com Feriados para Média Tensão.

Período horário	Período de hora legal de Inverno	Período de hora legal de Verão
	Segunda-feira a Sexta-Feira	Segunda-feira a Sexta-Feira
Ponta	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	09.15/12.15 h
Cheias	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio Normal	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super Vazio	02.00/06.00 h	02.00/06.00 h
	Sábado	Sábado
Cheias	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio Normal	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super Vazio	02.00/06.00 h	02.00/06.00 h
	Domingo e Feriados	Domingo e Feriados
Vazio Normal	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super Vazio	02.00/06.00 h	02.00/06.00 h

A alimentação do posto de transformação existente é aérea, no nível de tensão 30kV, que se encontra equipado com três transformadores a óleo de potência igual a 1000kVA cada. Estes encontram-se ligados a três Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT) com circuitos independentes.

A partir destes três QGBTs (quadro geral de baixa tensão) são alimentados em BT (Baixa Tensão) os quadros gerais de cada secção do hospital. Existe ainda um circuito em BT para a alimentação dos espaços exteriores.

4.1.3 Sistema de Gestão Técnica Centralizada

O hospital possui um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTE), garantindo o controlo e comando centralizado das instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), através de controladores autónomos universais configuráveis P/PI/PID. Os equipamentos de campo que fornecem informações e atuam como interfaces com os controladores universais são os sensores de temperatura, atuadores das válvulas de três vias, as válvulas de três vias modulantes, os pressóstatos diferenciais para ar, os interruptores de fluxo para água e os relés de controlo. Os

pontos de controlo e comando são os seguintes: o comando dos chillers e das caldeiras, o comando das bombas circuladoras (primária e secundárias), o comando das unidades de tratamento de ar (UTA's) e as unidades de tratamento de ar natural (UTAN's), o controlo de temperatura nas UTA's, UTAN's e depósitos das águas quentes sanitárias (AQS), a humidade relativa das salas de operações, os comandos de avaria, o recobro e o controlo.

Neste SGTE é ainda possível o controlo de alguns consumos de eletricidade, nomeadamente o sistema de iluminação nos espaços de circulação comuns e dos equipamentos de esterilização.

4.2 Análise Energética da Unidade Hospitalar

A análise energética da unidade hospitalar assenta, principalmente, em três pontos considerados importantes, especificadamente o piso 7, discriminadamente a ortopedia, a iluminação exterior e as grandes bombas de água do hospital. Este estudo será exemplificativo, sendo que pode ser replicado, particularmente, para outros pisos do hospital que possuem internamentos, sendo que todos esses têm características muito semelhantes.

4.2.1. Análise dos Consumos Globais de Energia

É de mencionar que foi realizada uma desagregação energética, por etapa de processo, com o objetivo de caracterizar “onde” e “como” a energia é utilizada. O resultado desse exercício é sintetizado pela figura 25.

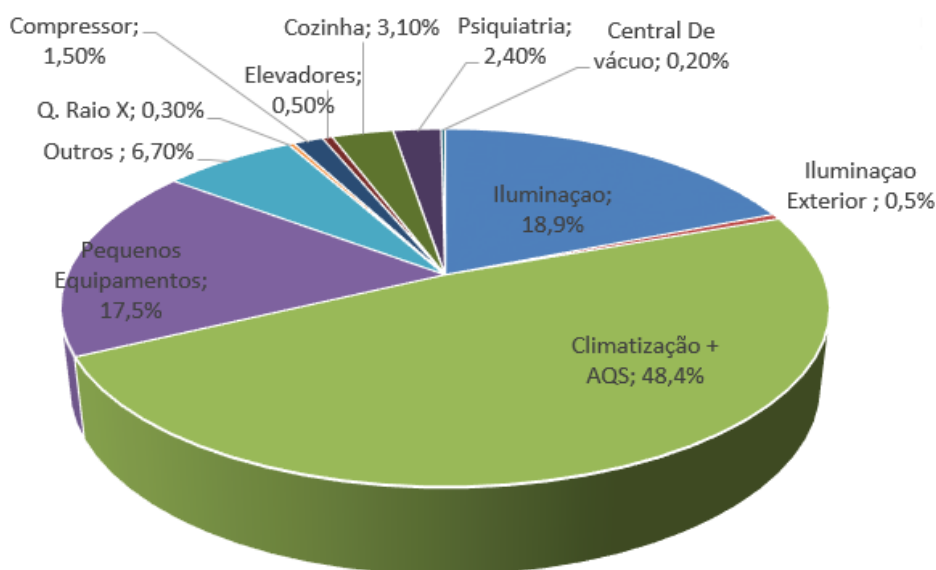


Figura 25 - Desagregação dos consumos de Energia CHTS

De forma a analisar o consumo de energia elétrica da Unidade Hospitalar Padre Américo foi realizada a análise das faturas de eletricidade. Esta análise incide sobre as faturas dos três anos civis 2011, 2012 e 2013, analisando o consumo mensal e os respetivos consumos, por período horário, no caso da eletricidade.

Além deste documento possibilitar uma análise comparativa entre os três anos em questão, também possibilita a monitorização do cumprimento dos objetivos impostos pelo Despacho nº. 4860/2013 de 9 de abril, do Ministério da Saúde, que refere uma redução de 10% nos consumos de eletricidade e gás no período entre 2011 e 2013. A tabela 15 apresenta a distribuição dos consumos de energia ativa, na instalação elétrica, e respetivos custos mensais no ano de 2011.

Tabela 15 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida em 2011

Unidade Hospitalar Padre Américo 2011	ENERGIA ATIVA (kWh)					Custo	
	Ponta (P)	Cheia (C)	V.Normal (Vn)	S.Vazio (Sv)	Total	Euros	€/kWh
Jan	78.946	210.268	155.768	73.838	518.820	45.964	0,089
Fev	87.506	236.048	130.991	74.504	529.049	48.320	0,091
Mar	70.650	195.199	134.809	65.954	466.612	41.605	0,089
Abr	57.859	250.476	146.951	72.866	528.152	48.831	0,092
Mai	53.234	238.261	150.154	68.878	510.527	47.444	0,093
Jun	55.112	249.205	157.010	72.294	533.621	49.353	0,092
Jul	58.098	270.866	149.970	74.685	553.619	51.336	0,093
Ago	59.166	274.425	175.730	82.818	592.139	54.062	0,091
Set	60.372	267.999	129.421	71.764	529.556	49.890	0,094
Out	52.328	236.228	162.010	69.325	519.891	47.050	0,090
Nov	75.211	220.290	129.180	67.030	491.711	44.910	0,091
Dez	68.251	190.811	142.409	64.953	466.424	41.500	0,089
Total	776.733	2.840.076	1.764.403	858.909	6.240.121	570.266	-
Média	64.728	236.673	147.034	71.576	520.010	47.522	0,091

Pela análise da tabela 15 verifica-se que, durante o ano de 2011, foram consumidos 6240121kWh de energia ativa associados a um custo de 570266€. É possível observar que o mês com maior consumo foi agosto, com 592139kWh e o mês responsável pelo menor consumo foi dezembro, com 466424kWh. No decurso do ano de 2011 foi consumido em média 520010kWh de energia ativa mensal, que representou um custo médio mensal de 47522€, o que equivale a 0,091€ por kWh.

É de referir que se verifica que, durante o ano de 2011, não foi faturado qualquer valor de energia reativa.

A tabela 16 apresenta a distribuição dos consumos de energia ativa e reativa, na instalação elétrica, e respetivos custos mensais no ano de 2012.

Tabela 16 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida 2012

Unidade Hospitalar Padre Américo 2012	Energia Ativa (kWh)					E. Reativa (kVarh)		Custo	
	Ponta	Cheia	V. Normal	S. Vazio	Total	C. Fvazio	Forn. Vazio	Euros	€/kWh
Jan	75775	213175	140196	69665	498811	0	0	48014	0,096
Fev	84995	232538	126025	70665	514223	0	0	51331	0,100
Mar	75305	207668	118060	63282	464315	0	0	46273	0,100
Abr	46642	219835	144318	65578	476373	0	0	47596	0,100
Mai	51082	231042	143172	65715	491011	1172	0	49879	0,102
Jun	55745	251212	144645	68130	519732	7246	0	53227	0,102
Jul	55818	250210	142800	69400	518228	9972	0	53785	0,104
Ago	58370	256438	140580	70985	526373	3882	0	55170	0,105
Set	55015	245622	142995	68832	512464	108	0	53578	0,105
Out	50112	228610	128950	64925	472597	0	0	48264	0,102
Nov	73742	216860	129288	66120	486010	0	0	49354	0,102
Dez	75042	204298	152442	68485	500267	0	0	49986	0,100
TOTAL	757643	2757508	1653471	811782	5980404	22380	0	606457	-
Média	63137	229792	137789	67649	498367	1865	0	50538	0,101

Com base na tabela 16 constata-se que, durante o ano de 2012, foram consumidos 5980404kWh de energia ativa e 22380kVarh de energia reativa. O custo total durante o ano foi de 606457€. Verifica-se que o mês de agosto foi o de maior consumo com 526373kWh e que março foi o mês com menor consumo com 464315kWh. No decurso do ano de 2012 foi consumido em média, mensalmente 498367kWh de energia ativa e 1865kVarh de energia reativa, que representaram um custo médio mensal de 50538€ o que equivale a 0,101€/kWh.

O consumo de energia reativa, neste ano de 2012, esteve um pouco elevado, mas é facilmente justificado devido a uma pequena avaria que se verificou nas baterias de condensadores. A propósito deste consumo é feita uma pequena introdução ao consumo de energia reativa e a forma de faturação da mesma, uma vez que os encargos de energia reativa são faturados, no âmbito do acesso às redes. Por esta razão, estes encargos faturados pelo operador da rede de distribuição são independentes do comercializador que alimenta a instalação dependendo, exclusivamente, do funcionamento da instalação.

O Despacho n.º 7253/2010 de 26 de abril prevê a alteração do conteúdo da fatura de energia elétrica dos clientes, pela inserção do valor de energia reativa capacitiva medida nas horas de vazio, bem como os valores de energia reativa indutiva medida nas horas fora de vazio, discriminados pelos escalões aplicáveis. O mesmo Despacho aprovou o regime jurídico, aplicável à faturação de energia reativa indutiva e capacitiva, relativas ao uso da rede de transporte e ao uso da rede de distribuição [43].

O referido diploma estabelece que o preço aplicável à energia reativa indutiva, medida nas horas fora de vazio, é variável por escalão e função do valor acumulado da energia reativa indutiva medida em cada período de integração. Os escalões são definidos considerando os seguintes valores da tg ϕ (quociente entre a energia reativa e a energia ativa medidas num dado período de tempo):

- a) Superior ou igual a 30% e inferior a 40% (escala 1);
- b) Superior ou igual a 40% e inferior a 50% (escala 2);
- c) Superior ou igual a 50% (escala 3).

Na tabela 17 são apresentados os intervalos de faturação por escala e o respetivo fator multiplicativo.

Tabela 17 - Fatores por escala de faturação de energia reativa indutiva [43].

Escala	Descrição	Fator Multiplicativo
Escala 1	Correspondente a tg ϕ superior ou igual a 30% e inferior a 40%, ($0,3 \leq \text{tg } \phi < 0,4$).	0,33
Escala 2	Correspondente a tg ϕ superior ou igual a 40% e inferior a 50%, ($0,4 \leq \text{tg } \phi < 0,5$).	1,00
Escala 3	Correspondente a tg ϕ superior ou igual a 50%, ($\text{tg } \phi \geq 0,5$).	3,00

Este novo enquadramento legislativo veio dar resposta à necessidade, claramente identificada, de criação de mecanismos de incentivo à melhoria da utilização e exploração das redes, na medida em que aprovou novas regras de faturação da energia reativa, incentivando o seu controlo.

A tabela 18 apresenta a distribuição dos consumos de energia ativa, na instalação elétrica, e respetivos custos mensais no ano de 2013.

Tabela 18 - Distribuição mensal de energia elétrica consumida 2013

Unidade Hospitalar Padre Américo 2013	Energia Ativa (kWh)					Custo	
	Ponta	Cheia	V. Normal	S. Vazio	Total	Euros	€/kWh
Jan	77352	214565	147490	70170	509577	61995	0,122
Fev	80110	227502	130738	68970	507320	53597	0,106
Mar	72358	203088	116808	60990	453234	47972	0,106
Abr	56068	229015	141808	66898	493789	52928	0,107
Mai	48740	220900	139610	63805	473055	51090	0,108
Jun	49980	229218	150120	66558	496176	53417	0,108
Jul	65858	286805	142755	75160	570578	62679	0,110
Ago	63178	275028	155858	77572	571636	62168	0,109
Set	61018	265668	159485	75245	561416	61154	0,109
Out	57575	256755	125058	69352	508740	54762	0,108
Nov	76680	223720	129072	67940	497412	52695	0,106
Dez	77078	212600	133465	66305	489448	51666	0,106
TOTAL	785995	2844864	1672267	828965	6132381	666123	-
Média	65500	237072	139356	69080	511032	55510	0,109

Com base na tabela 18 constata-se que durante o ano de 2013 foram consumidos 6132381kWh de energia ativa. Os encargos totais com a energia elétrica durante o ano de 2013 foram de 666123€.

Tal como se verificou nos dois anos de 2011 e 2012, anteriormente analisados, o mês com maior consumo de energia elétrica, durante o ano de 2013, foi agosto com 571636kWh e o mês onde se registou o menor consumo foi março com 453234kWh.

Durante o ano em análise foi consumido um valor médio mensal de 511023kWh que representou um custo médio mensal de 55510€ e um valor de 0,109€/kWh.

Verifica-se que durante o ano de 2013 não foi faturado qualquer valor de energia reativa.

Na tabela 19 encontram-se apresentados os consumos mensais totais de energia ativa, verificada nos anos de 2011, 2012 e 2013 e os valores médios dos três anos distribuídos pelos meses.

Tabela 19 - Distribuição de energia elétrica consumida em 2011, 2012, 2013 e média

Unidade Hospitalar Padre Américo	Energia Elétrica (kWh)			
	2011	2012	2013	Média
Jan	518.820	498.811	509.577	509.069
Fev	529.049	514.223	507.320	516.864
Mar	466.612	464.315	453.234	461.387
Abr	528.152	476.373	493.789	499.438
Mai	510.527	491.011	473.055	491.531
Jun	533.621	519.732	496.176	516.510
Jul	553.619	518.228	570.578	547.475
Ago	592.139	526.373	571.636	563.383
Set	529.556	512.464	561.416	534.479
Out	519.891	472.597	508.740	500.409
Nov	491.711	486.010	497.412	491.711
Dez	466.424	500.267	489.448	485.380
Total	6.240.121	5.980.404	6.132.381	6.117.635
Média	520.010	498.367	511.032	509.803

Na figura 26 ilustra-se a distribuição do consumo de energia elétrica na Unidade Hospitalar Padre Américo, distribuída por cada mês, ao longo dos anos 2011, 2012 e 2013. Nesta figura é ainda possível observar-se a curva de tendência da média do consumo mensal de energia elétrica.

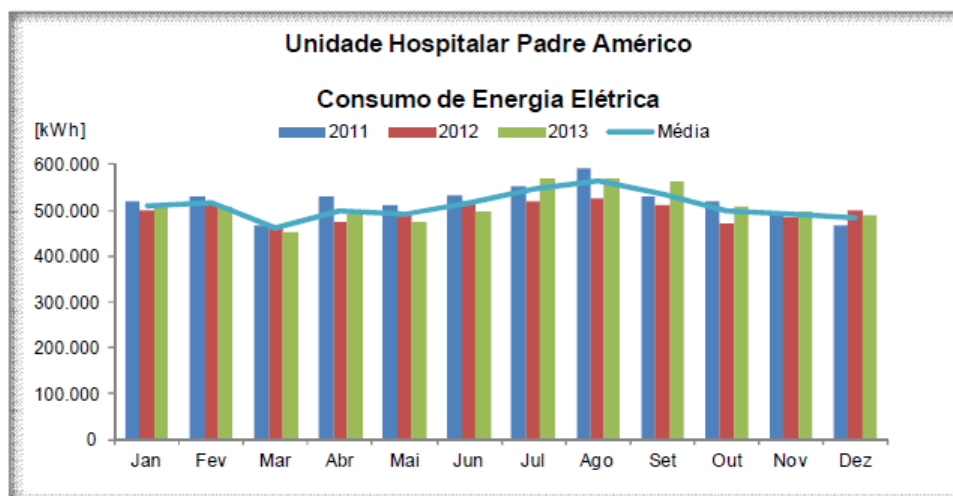


Figura 26 - Consumo mensal de energia elétrica durante os anos de 2011, 2012, 2013 e média

Pela observação da figura 26, constata-se que o ano de maior consumo foi 2011 e o de menor consumo foi 2012.

Verifica-se, ainda, a sazonalidade nos consumos, sendo que em todos os 3 anos em análise, o mês onde existiu maior consumo de energia elétrica foi o mês de agosto e o mês de menor consumo foi março, com exceção do ano de 2011, em que no mês de dezembro se verificou um consumo de energia elétrica ligeiramente menor que o registado no mês de março.

Os custos mensais, associados à energia elétrica, dos anos de 2011, 2012, 2013 e os valores médios dos três anos, encontram-se apresentados na tabela 20. A figura 27 ilustra, graficamente, esses resultados.

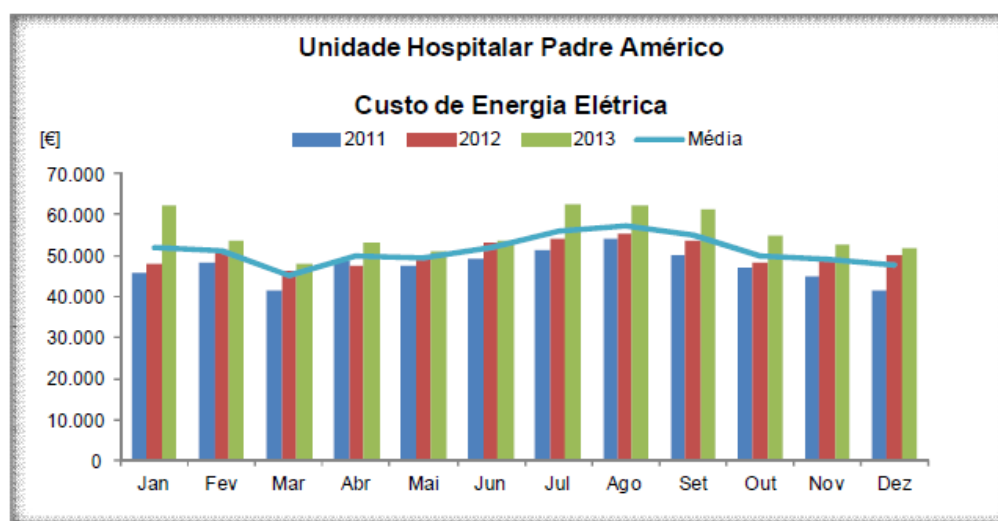


Figura 27 - Custo mensal de energia elétrica durante os anos de 2011, 2012, 2013 e média

Tabela 20 - Distribuição Mensal dos Custos de energia elétrica em 2011, 2012, 2013 e média

Unidade Hospitalar Padre Américo	Energia Elétrica (€)			
	2011	2012	2013	Média
Jan	45.964	48.014	61.995	51.991
Fev	48.320	51.331	53.597	51.083
Mar	41.605	46.273	47.972	45.283
Abr	48.831	47.596	52.928	49.785
Mai	47.444	49.879	51.090	49.471
Jun	49.353	53.227	53.417	51.999
Jul	51.336	53.785	62.679	55.933
Ago	54.062	55.170	62.168	57.134
Set	49.890	53.578	61.154	54.874
Out	47.050	48.264	54.762	50.025
Nov	44.910	49.354	52.695	48.987
Dez	41.500	49.986	51.666	47.717
Total	570.266	606.457	666.123	614.282
Média	47.522	50.538	55.510	51.190

Verifica-se que dos três anos em análise, o ano com menores custos associados à aquisição de eletricidade foi 2011, sendo 2013 o ano onde se registaram os custos mais elevados. Consta-se ainda que tem ocorrido um aumento sucessivo nos custos unitários, desde 2011 a 2013, com um crescimento de 16,8% nos 3 anos, representando uma evolução com os custos de energia elétrica de 6,35%, entre 2011 e 2012, e 9,84%, entre 2012 e 2013. Esta diferença é, facilmente, justificada pelo sucessivo aumento do preço do kWh ao longo dos anos.

4.2.2. Iluminação - Piso 7 – Ortopedia (Ala 1)

Para melhor detalhar os consumos e os equipamentos da Ala 1 de Ortopedia foi feito o cadastro de todo o equipamento que se encontra em funcionamento atualmente nestas instalações. Na tabela 17 apresentam-se as várias divisões da Ala 1, o tipo e o número de lâmpadas presente em cada uma dessas divisões, no corredor e lâmpadas de vigia.

A iluminação da ala 1 é assegurada por intermédio de 120 luminárias fluorescentes tubulares de duas potências e por 29 lâmpadas de 9W. Verifica-se ainda que as luminárias fluorescentes tubulares encontram-se equipadas, na sua totalidade, com balastros ferromagnéticos de classe B2, cujo perfil de utilização é bastante extenso.

Tabela 21 - Distribuição da Iluminação nos espaços da ala 1

Divisão	T8 -120 cm	T8 - 60 cm	9W
Enfermarias (x6) 7.075	24	30	18
Quartos (x2) 7.071	4	4	8
Sala Reuniões 7.069	4		
Arrumos 7.066			2
Sala de Registos 7.065	4		
Sala Enf. Chefe 7.064	4		
Sala Tratamentos 7.063	6		
Sala Medicação 7.068	4		
Corredor	14		
Sala Gessos 7.062	2		
WC Deficientes 7.061		2	1
Sujos 7.060	4		
Limpos 7.059	2		
Luzes Vigia			12
Total	72	36	41

Na tabela 22 está presente a potência associada a cada divisão, que no seu todo apresenta uma potência total de 3,61kW. O consumo destes balastros pode variar entre os 10% e 25% da lâmpada. É de mencionar que para este estudo foi usado um valor de 20%. Posto isto e, sabendo que as lâmpadas de 9W não utilizam balastro ou que o valor consumido é desprezável, assim a potência total instalada de iluminação, na ala 1, é de 4,26kW.

Tabela 22 - Potência Instalada por Divisão

Divisão	P. Total (kW)
Enfermarias (x6) 7.075	1,839
Quartos (x2) 7.071	0,330
Sala Reuniões 7.069	0,172
Arrumos 7.066	0,018
Sala de Registos 7.065	0,172
Sala Enf. Chefe 7.064	0,172
Sala Tratamentos 7.063	0,258
Sala Medicação 7.068	0,172
Corredor	0,602
Sala Gessos 7.062	0,086
WC Deficientes 7.061	0,052
Sujos 7.060	0,172
Limpos 7.059	0,086
Luzes Vigia	0,108
Total (kW)	3,61
TOTAL c/ Balastro (kW)	4,26

Esta ala, como possui vários internamentos, encontra-se em funcionamento 24h/dia. Atualmente, o sistema de acionamento da iluminação artificial efetua-se através da gestão técnica centralizada, havendo algumas exceções. Tendo-se verificado que grande parte das luminárias são controladas manualmente (interruptor), uma vez que, dependendo de cada internamento, a iluminação tem de ser ligada ou desligada consoante as necessidades do momento com cada paciente, não havendo assim uma hora predefinida para ligar ou desligar a iluminação. Na figura 28 encontramos algumas divisões da ala em análise.

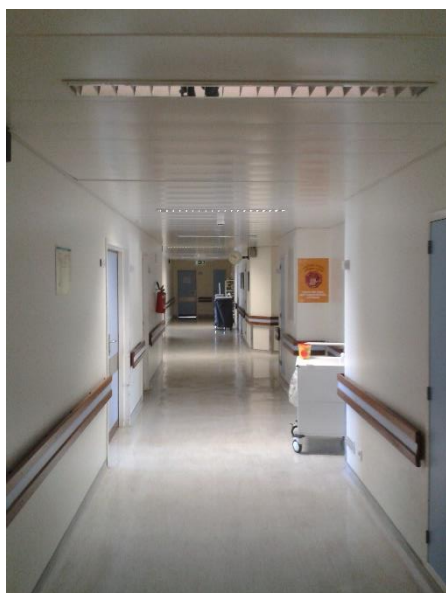
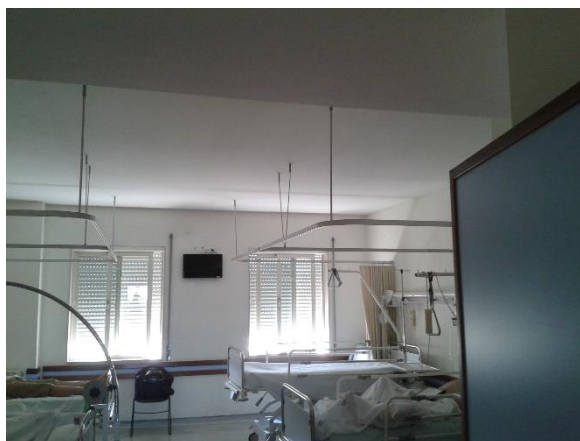


Figura 28 - Tipo de luminárias presentes na Ortopedia.

4.2.2.1. Análise e Medições de Consumo

Foi realizada uma monitorização elétrica na alimentação do Quadro Parcial 7.0.4, (Q.P.7.0.4), com o objetivo de registar o diagrama de cargas relativamente aos circuitos de iluminação, onde se pode observar, na figura 29, a potência consumida durante o período de uma semana.

No decurso desta análise, a potência média medida foi de 0.419kW no intervalo da amostragem, que foi de uma semana, ou seja, 168 horas. Na figura 28a) apresenta-se o analisador de energia utilizado na monitorização e na figura 28b) ilustra-se a montagem da ligação do analisador de energia ao quadro elétrico Parcial 7.0.4, (Q.P.7.0.4).

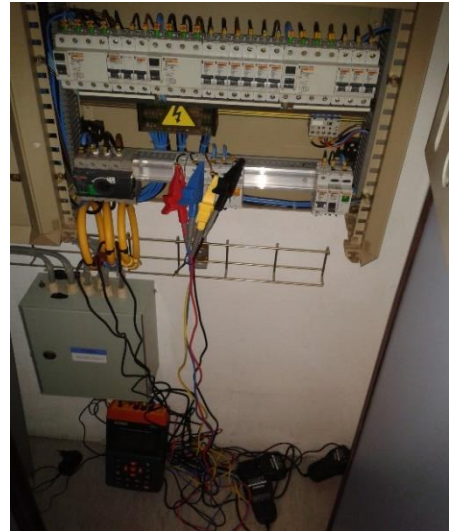


Figura 29 a) Analisador de energia; Figura 27 b) Ligação ao quadro elétrico parcial Q.P.7.0.4

A informação adquirida pelo equipamento de monitorização dos consumos de energia elétrica no quadro elétrico parcial Q.P.7.0.4 foi tratada por forma a obter o perfil do consumo associado a esse quadro que se apresenta na figura 30.

Através da análise da figura 29, pode visualizar-se o perfil de potência solicitada nesse quadro parcial, no que diz respeito à iluminação da ala 1 de ortopedia, podendo concluir-se que o perfil de funcionamento dos consumos é cíclico. Todos os dias, a partir das 23h até cerca das 8h da manhã, o consumo tem o seu mínimo do dia, correspondendo ao desligar da iluminação no período noturno. O valor de potência máxima solicitada pelos circuitos de iluminação é cerca de 1,19kW.

Com base na análise da figura 30 pode, então, concluir-se que o perfil de carga apresenta variações padronizadas de potência, entre os 0,0kW (ausência de carga) e os 1,19kW, correspondendo aos períodos noturnos e diurnos, respetivamente. O gráfico da figura 29 foi resultante da análise dos dados obtidos a partir do analisador de carga presentes no anexo A.

O valor de potência máximo, medido e registado, é inferior ao anteriormente calculado como sendo o necessário para alimentar os equipamentos de iluminação da ala 1 ou seja 4,26kW. Pode concluir-se que não existem períodos de tempo em que os equipamentos de iluminação se encontrem todos em funcionamento simultâneo.

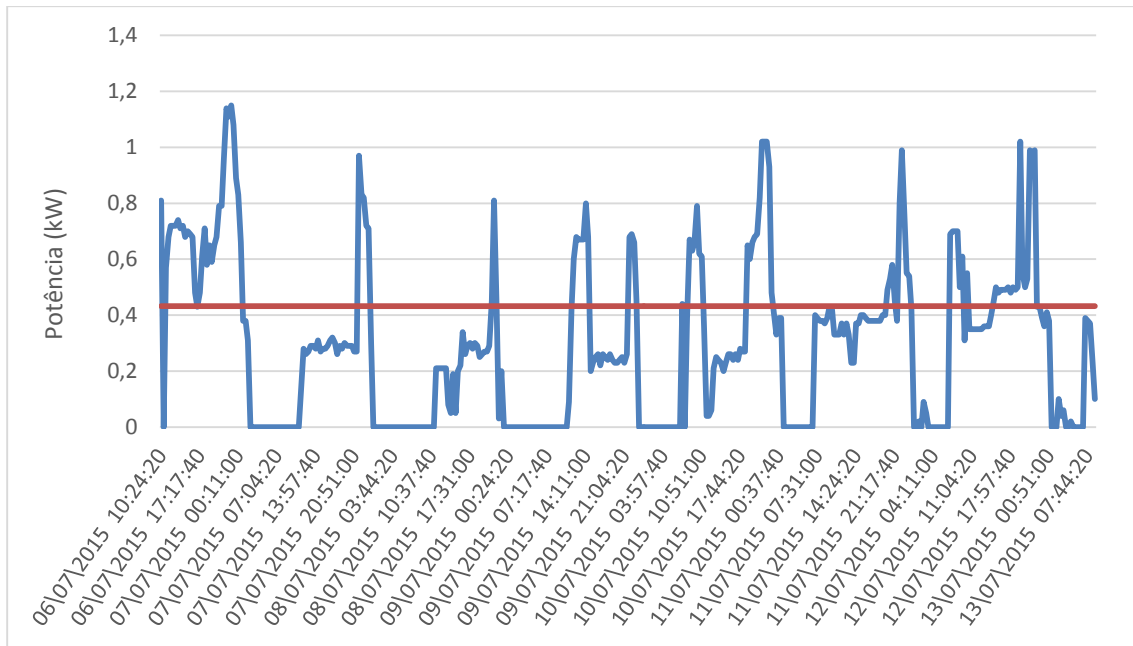


Figura 30 - Perfil do consumo em iluminação associado ao quadro Q.P.7.0.4 (Anexo A)

Para o cálculo da energia elétrica consumida no intervalo de amostragem, uma semana, o que equivale a 168h, recorreu-se à expressão (1):

$$Energia = Potência * tempo \quad (1)$$

$$E_{semana} = 0,419 * 168 = 70,39kWh/semana$$

A energia elétrica média diária consumida obtém-se pela expressão (2)

$$E_{media\ diraria} = 70,39 / 7 = 10,06kWh/dia \quad (2)$$

Considerando o preço atual da energia elétrica ativa a 0,14€/kWh é possível calcular o custo anual com o consumo de energia elétrica.

Fazendo o produto do *preço do kWh* pelo valor total de energia, tem-se então o valor, em €, gasto pelo hospital anualmente, expressão (3):

$$\text{Custo médio diario} = 10,06 * 0,14 = 1,41\text{€/dia} \quad (3)$$

$$\text{Custo Anual} = 1,41 * 365 = 514,65\text{€/Ano}$$

Sendo assim, nesta ala, durante o ano, são consumidos 3671,90kWh de energia elétrica o que implica um custo de 514,65€.

Admitindo agora que a potência instalada na ala 1, de 4,26kW, se encontrava a funcionar em pleno durante um dia (de acordo com o horário de funcionamento expresso na tabela 15) a energia consumida obter-se-ia pelo produto da potência instalada em cada divisão pelo número de horas de funcionamento de cada divisão, expressão (4):

$$\text{Energia Teórica Diária} = 4,26 * 24 = 102,24\text{kWh/Dia} \quad (4)$$

Recorrendo ao resultado obtido na expressão (4), consegue agora obter-se a relação entre o consumo teórico e o que realmente é registado (consumo real), através da análise feita, inicialmente, figura 29, sendo esta expressão uma taxa percentual de utilização da potência instalada de toda a iluminação que funciona, efetivamente, no local em estudo. Esta taxa é obtida através da divisão entre a energia consumida obtida através da amostragem pela energia que, teoricamente, deveria ser consumida num dia, expressão (5):

$$\text{Taxa Percentual Utilização} = \frac{10,06\text{kWh}}{102,24\text{kWh}} * 100 = 9,84\% \quad (5)$$

4.2.2.2. Medidas de melhoria da Iluminação - Ortopedia (Ala 1)

Em alternativa às atuais lâmpadas instaladas, pode avaliar-se a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares por uma solução mais eficiente, do tipo LED.

Com as novas medidas para reduzir o consumo e os gastos com a energia, serão substituídas as lâmpadas fluorescentes, os atuais equipamentos T8, de comprimento 120cm e T8 de 60cm, por lâmpadas LED 18W e de LED 9W, respetivamente; uma vez que é a solução, baseada na tecnologia LED, que permite poupança efetiva face ao material atualmente utilizado nas instalações. Assim sendo e, utilizando os dados da tabela 21, a nova potência instalada resumir-se-á através da soma da potência total de cada tipo de lâmpada, expressão (6):

$$P = 1296 + 324 + 369 = 1989W = 1,99kW \quad (6)$$

Correspondendo os 1296W às 72 lâmpadas de 18W, 324W para as 36 lâmpadas de 9W e 396W respectivos às lâmpadas de 9W, que se manterão.

Posto isto e, para se obter uma maior precisão do consumo real de energia, assim como o retorno do investimento feito, será dada especial atenção à relação obtida anteriormente entre a energia teórica e a energia que realmente é consumida, expressão (5), para que os resultados obtidos sejam aproximados à realidade.

Assim sendo e, utilizando então a relação entre o consumo de energia real e o teórico, a nova energia consumida depois de efetuadas as alterações será dada pelo produto entre a nova potência instalada com as 24 horas de um dia e a percentagem de utilização da potência instalada, expressão (7):

$$E_{consumida/dia} = 1,99 * 24 * 9,84\% = 4,70kWh \quad (7)$$

Mais uma vez fazendo o produto do *preço do kWh* pelo valor total de energia, tem-se agora o valor, em €, gasto pelo hospital diariamente com esta nova proposta LED, expressão (8):

$$Custo \text{ médio diário} = 4,70 * 0,14 = 0,66€/dia \quad (8)$$

Uma vez comparando este custo com a tecnologia instalada atualmente, obtém-se uma redução no consumo de energia muito significativa na ordem dos 53,19%. O custo de investimento da nova tecnologia, baseado na tabela 21, onde se encontra o número de lâmpadas, será de 1209,60€, sabendo que as novas lâmpadas LED têm um custo unitário de 12,70€ e 8,20€ para as lâmpadas de 18W e 9W, respetivamente.

Posteriormente foi realizado um estudo luminotécnico onde são apresentados os valores de iluminância, este estudo foi executado numa enfermaria da unidade hospitalar. A escolha deste local para o estudo luminotécnico teve como por base a grande quantidade de enfermarias que o hospital possui, mais de uma centena, e pode ser replicado para todas elas, uma vez que todas tem as mesmas dimensões.

De acordo com a norma EN-12464 estão listados os valores ideais para as características de iluminação destes espaços hospitalar, que se encontram indicados na tabela 23.

Tabela 23 - Valores médios de iluminância recomendados.

Ref. no.	Type of area, task or activity	E_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Specific requirements
						Too high luminances in the patients' visual field shall be prevented.
5.39.1	General lighting	100	19	0,40	80	Illuminance at floor level.
5.39.2	Reading lighting	300	19	0,70	80	
5.39.3	Simple examinations	300	19	0,60	80	
5.39.4	Examination and treatment	1 000	19	0,70	90	
5.39.5	Night lighting, observation lighting	5	-	-	80	
5.39.6	Bathrooms and toilets for patients	200	22	0,40	80	

Foram realizadas as medições com o auxílio do luxímetro, e também feita uma simulação com ajuda do Dialux, para perceber quais são os valores atuais de iluminância. A persiana das janelas foram fechadas de modo a possibilitar medições mais exatas, uma vez que estamos a medir a iluminação artificial e a luz proveniente do exterior varia ao longo do dia influenciado nos resultados.

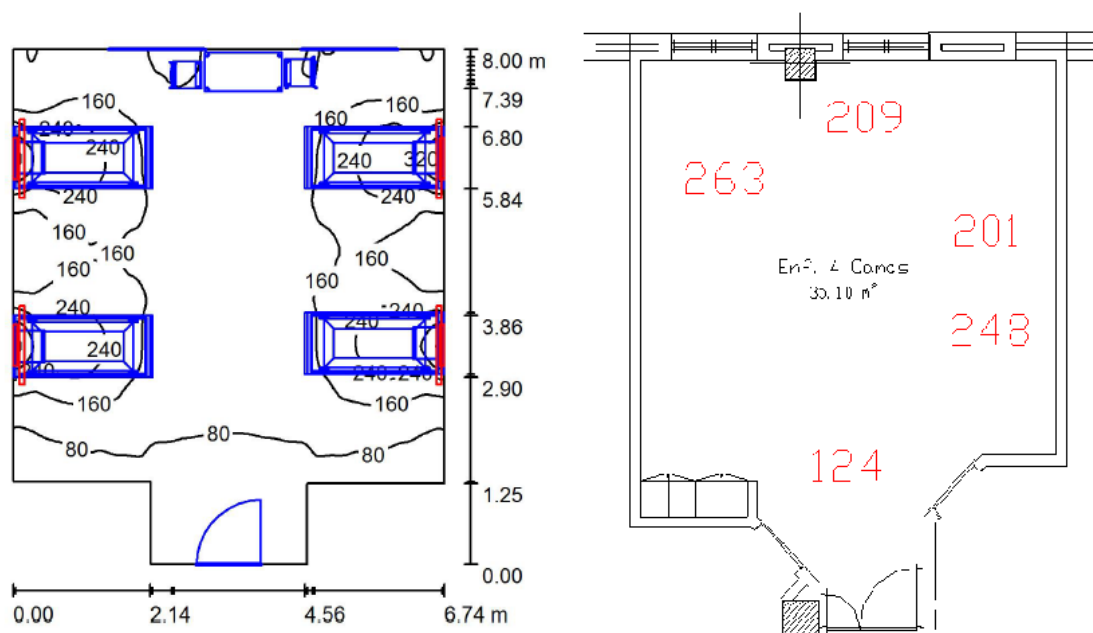


Figura 31 - Planta Autocad e Dialux, da Enfermaria com valores de Iluminância (lux).

Na enfermaria foram realizadas 5 medições, mas com especial importância a medição realizada sobre a cama, pois é o local onde as equipas de enfermagem/médicas observam o paciente e onde este também pode efetuar os seus tratamentos, etc. Além desta medição, as restantes foram realizadas: uma na secretária, outra entre as camas e as restantes ao nível do corredor.

Na enfermaria temos presente uma iluminância média de 192 lux. Comparando com os valores da tabela 23 para a enfermaria, a iluminância geral encontra-se acima do valor estipulado, que é de 100 lux. O problema reside na zona da cama, onde a iluminância média é de 210 lux. Ora como este é o local específico onde se realizam exames/tratamentos e onde deveria também existir luz que permita a leitura, a norma indica um valor de 300 lux de iluminância média.

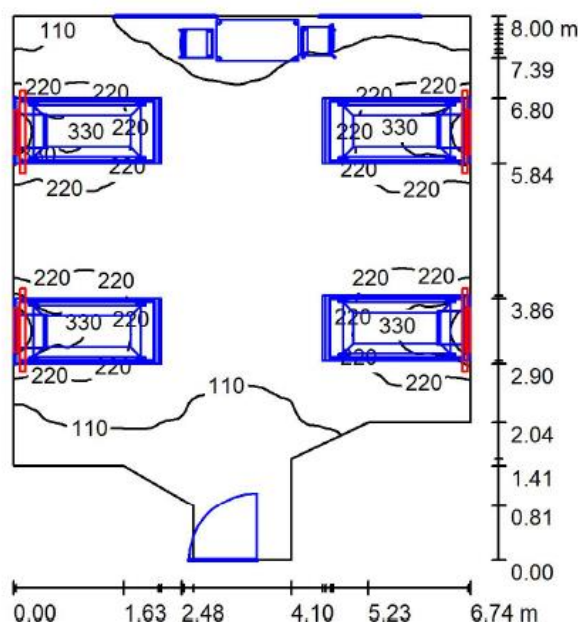


Figura 32 - Valores Iluminância da Solução proposta

Com a nova tecnologia LED o problema com a iluminância na zona das camas é resolvido, usando mais uma vez uma simulação obtida com a ajuda do Dialux, ficando com uma luminância média um pouco acima do previsto na norma EN-12464. Os restantes espaços o nível luminoso de referência continua a ser respeitado mantendo uma media superior a 100 lx.

4.2.3. Iluminação exterior

Tomando como referência os candeeiros predominantes já existentes e, depois de um levantamento, na iluminação exterior de todo o CHTS foram encontradas 137 candeeiros equipados com lâmpadas VSAP de 150W mais 21W da reactância, que resulta numa potência instalada nos candeeiros de 23,43kW. O quadro da Iluminação Exterior é alimentado a partir do QGBT2. Na figura 29 encontram-se os candeeiros instalados atualmente.

No exterior do Hospital a iluminação não se resume apenas aos candeeiros em estudo, existem também candeeiros de parede e alguns pimenteiros, mas muitos destes já submetidos a alterações por parte do SIE, motivo pelo qual ficaram de fora do estudo, mas sabe-se que esta potência instalada tem apenas um peso no consumo elétrico de 9%.

Tabela 24 - Iluminação Exterior

Lâmpada	Qtd	Potência (kW)	Reactância (kW)	Total (kW)
Vapor de Sódio Alta Pressão	137	0,15	0,021	23,43

No que se refere ao horário de funcionamento, as luminárias existentes, figura 33, são controladas por uma fotocélula, por isso o seu funcionamento diário nem sempre é linear, tendo um funcionamento médio entre as 11/12 horas por dia, sendo considerado no estudo 11 horas diárias.



Figura 33 - Iluminação Exterior

4.2.3.1. Análise e Medições de Consumo

A figura 34 apresenta o diagrama de carga do quadro da iluminação exterior, possibilitando assim avaliar o seu perfil de consumos ao longo do período de 5 dias. O diagrama de carga obtido a partir do analisador de carga, figura 33, foi resultante da análise dos dados presentes no anexo B.

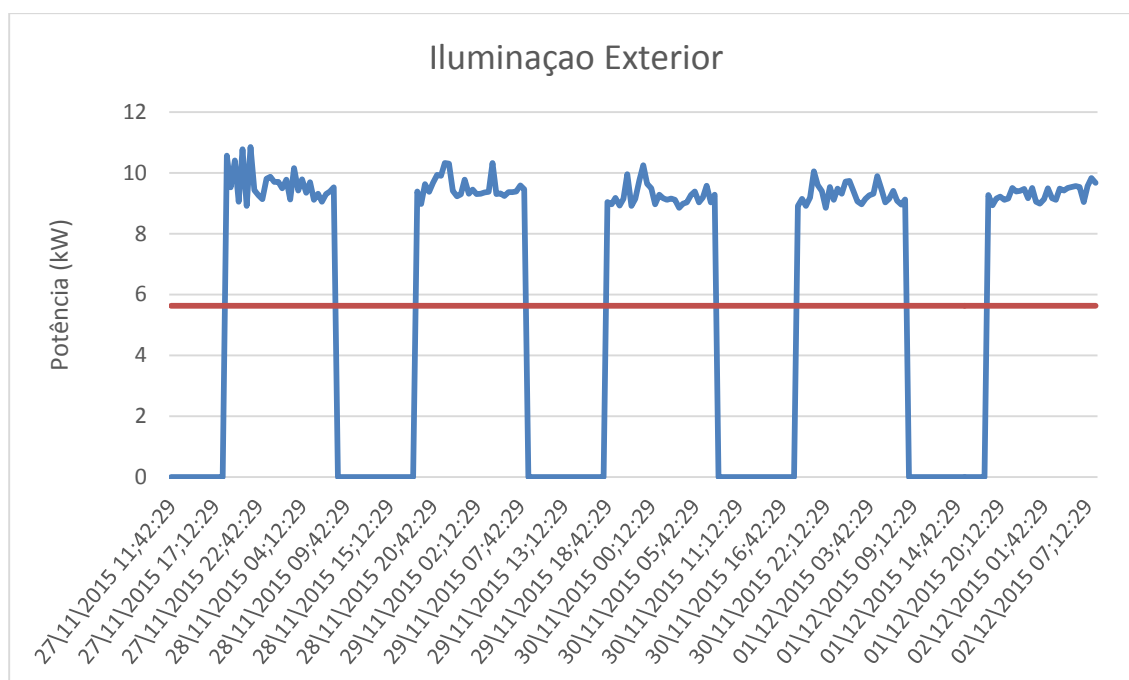


Figura 34 - Perfil do consumo associado ao quadro da iluminação exterior (Anexo B)

Pela apreciação da figura 33 pode verificar-se que durante o período em que decorreram as medições, verifica-se que o perfil de carga apresenta variações padronizadas de potência, entre os 0,0kW e os 11,28kW, correspondendo aos períodos diurnos e noturnos.

No decurso desta análise a potência média foi de 5,63kW, no intervalo da amostragem, amostragem essa que também foi de uma semana, ou seja, 168 horas que é o mesmo intervalo de tempo em que decorreu a monitorização energética na ala de ortopedia. Pode, então concluir-se que existem várias luminárias que se encontram desligadas e/ou avariadas, não havendo um funcionamento correto da instalação atual.

Calculando a energia média consumida anualmente pelos candeeiros em estudo, apenas é considerada 92% da potência média obtida durante o intervalo da amostragem, uma vez que a restante potência é atribuída a outro tipo de iluminação e às cancelas do parque de estacionamento. A energia média consumida, anualmente, é calculada a partir do produto da energia média consumida diariamente pelas 24 horas de um dia e pelo número total de dias de um ano, expressão (9):

$$E = 5,63 * 24 * 365 = 49318,80kWh/Ano \quad (9)$$

Considerando o preço atual do kWh a 0,14€, e fazendo o produto pelo valor de energia média consumida anualmente tem-se então o valor, em €, despendido pelo hospital anualmente em energia elétrica para alimentação da iluminação exterior, 6904,63€. Sabe-se também que os candeeiros atuais necessitam de manutenção, e segundo dados do fabricante, cada candeeiro tem

um custo de manutenção de 30€, de 3 em 3 anos, que perfaz um total de 1370€ anuais em manutenção. Posto isto, o hospital gasta em média 8274,63€/ano em energia elétrica e em manutenção para a iluminação do exterior.

Mais uma vez é necessário obter a razão entre a energia consumida real e a energia teórica para se obter melhores resultados aproximados. Considerando que a potência instalada 23,43kW se encontrava a funcionar em pleno durante um dia, obter-se-ia um consumo de, expressão (10):

$$\text{Energia Consumida Dia} = 23,43kW * 24h = 562,32kWh. \quad (10)$$

Na tabela 25 encontra-se a informação dos custos e dos consumos dos atuais candeeiros.

Tabela 25 - Custos e Consumos atuais

Custo Médio (€/kWh)	0,14
Consumo Energético Médio Anual (kWh)	49318,80
Custo Diário (€)	18,92
Custo Anual Energia (€)	6904,63
Manutenção (€)	30 (3 EM 3 ANOS)

Depois de obtida a energia teórica consumida durante um dia, é assim possível obter a taxa percentual de funcionamento, entre o consumo que se encontra instalado e o que foi medido (real), dada a análise feita anteriormente, sendo o equivalente a toda a potência que funciona efetivamente durante 24h, expressão (11):

$$\text{Taxa Percentual Utilização} = 135,12kWh / 562,32kWh * 100 = 24,03\% \quad (11)$$

4.2.3.2. Medidas de melhoria da Iluminação Exterior

Com as novas medidas para reduzir o consumo e os gastos com a energia, foi feita uma pesquisa de mercado de novos equipamentos e de soluções que se pudessem enquadrar na distribuição de candeeiros existentes.

Com estes pressupostos e, depois de uma consulta atenta ao mercado, são aqui apresentadas duas soluções LED.

Solução 1 – Luminária KIO LED

Uma das soluções apresentadas, por um fabricante de referência, é a luminária KIO LED, figura 35. A eficiência energética da tecnologia LED combina com as performances dos motores fotométricos LensoFlex®2 desenvolvidos pela Schröder. Esta luminária alia a eficácia fotométrica ao conforto visual e à criação de ambiente devido à utilização dos LED de alta potência. Para além disso, oferece múltiplas distribuições fotométricas caracterizadas por ótimas performances fotométricas. Apresenta como principais vantagens:

- Luminária compacta em materiais de qualidade e recicláveis;
- Grau de estanquicidade IP 66 em toda a luminária;
- Motor fotométrico produzido segundo o conceito LensoFlex®2, em que os LED são dispostos em plano horizontal, com fotometria adaptada a várias aplicações;
- Manutenção reduzida;
- FutureProof: substituição fácil do motor fotométrico e dos acessórios eletrónicos no local;
- Proteção contra sobre tensão de 10 kV.



Figura 35 – Kio Led, Designer e Características.

Serão, assim, substituídos os candeeiros atuais pelo novo equipamento. Desta forma, a nova potência instalada resumir-se-á da seguinte maneira, expressão (12):

$$P' = 137 * 55 = 7,54kW \quad (12)$$

Posto isto e, para ter uma maior precisão do consumo real de energia, assim como o retorno do investimento feito, será dada especial atenção à relação obtida anteriormente entre a energia teórica e a energia que realmente é consumida, expressão (11), de forma a que os resultados obtidos sejam próximos da realidade.

Assim sendo e, utilizando então a relação entre o consumo de energia real e o teórico, a nova energia consumida, depois de efetuadas as alterações, será dada pelo produto entre a nova potência instalada com as 11 horas de funcionamento diárias que foram consideradas para o estudo e a percentagem de utilização da potência instalada, expressão (13):

$$Energia_{consumida/anualmente} = 7,54 * 11 * 365 * 24,03\% = 7274,63kWh \quad (13)$$

O custo anual da energia é calculado pelo produto entre o custo da energia pela energia consumida anualmente, expressão (14):

$$Custo Anual = 0,14 * 7274,63kWh = 1018,45€ \quad (14)$$

A energia consumida pelos novos candeeiros/tecnologia representa uma redução de mais de 85% em relação à tecnologia instalada atualmente, tendo agora a nova instalação um custo médio anual de 1018,08€. Cada novo candeeiro implica um investimento de 436,20€, o que perfaz um total de investimento de 59759,40€.

Para a solução proposta, a emissão de GEE associada à produção de energia elétrica de 7274,63kWh/ano é de 3418,08kg de CO_2 . Este valor é obtido usando o valor de referência das emissões de CO_2 [kg/kWh] presentes no Despacho 17313/2008, de 26 de Junho, com o fator Emissão CO_2 (Kg CO_2 /KWh) de 0,47 (citar o diploma legal e indicar o fator de conversão). As emissões de CO_2 evitadas são de 19761,92kg de CO_2 . Considerando o custo de CO_2 de 6€/ton CO_2 obtém-se uma poupança de 118,57€.

Na tabela 26 é apresentado um resumo de todos os parâmetros analisados anteriormente:

Tabela 26 - Dados Energéticos e Custos com a nova tecnologia

Custo do investimento (€)	59759
Potencia total instalada (KWh)	7,54
Preço Equipamentos (uni)	436,20€
Energia consumida (KWh/ano)	7274,63
Poupança (%)	85,25
Custo de energia anual (€)	1018,45
Emissões de CO ₂ (Kg)	3418,08

De seguida, foi realizado o estudo luminotécnico de modo a que se possa compreender se esta solução se enquadra e cumpre todos os parâmetros de acordo com a norma EN13201 e CIE115. Foram feitos dois estudos com duas matrizes diferentes, um para as vias de circulação e outra matriz para os parques de estacionamento.

Começando pela via de circulação, onde a malha utilizada é de 20m por 23m, com uma altura de instalação da luminária de 4m, é apresentada luminância, com dois pontos de observação pelo centro da malha, figuras 36 e 37 e a iluminância, figura 38.



Figura 36 – Luminância obtida por um ponto de observação a 7,5m.



Figura 37 – Luminância obtida por um ponto de observação a 12,5m.

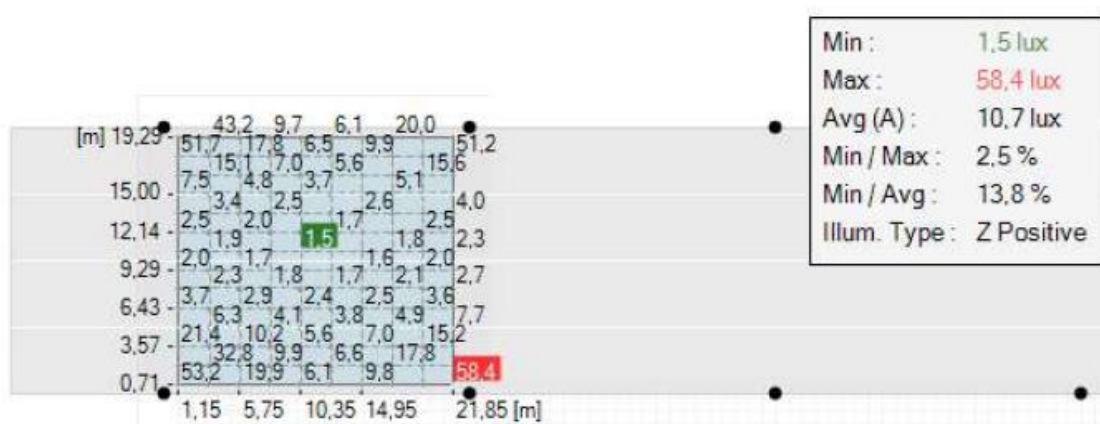


Figura 38 – Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.

Nos parques de estacionamento, a malha utilizada é de 18m por 21m, com uma altura da luminária de 4m. É apresentada também a luminância, com um ponto central de observação, figura 39 e a iluminância, figura 40.



Figura 39 - Valores de luminância obtidos para um ponto de observação a 9m.

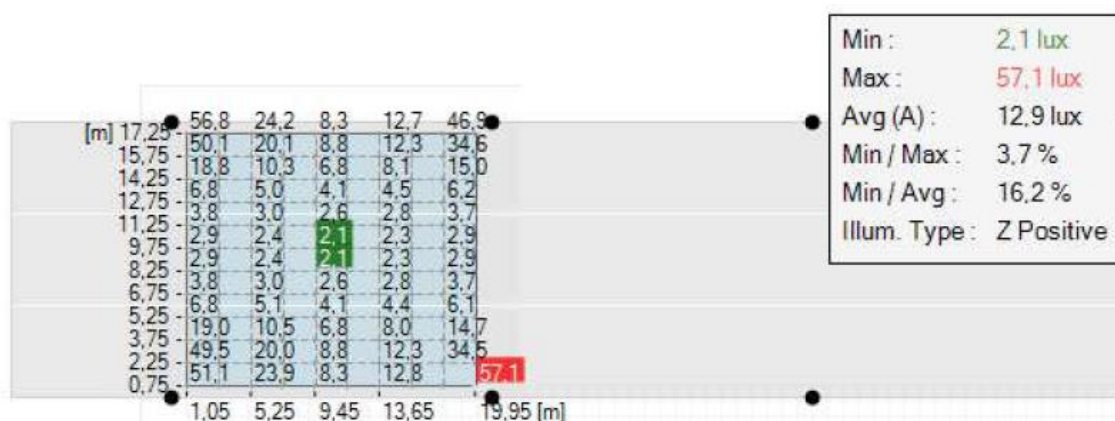


Figura 40 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m.

Com a análise dos resultados obtidos na iluminância e na luminância, tanto para os parques de estacionamento como para as vias de circulação e, considerando como ponto de referência a classe de via uma ME3, são apresentados os resultados luminotécnicos, tabela 27 e tabela 28, para as vias de circulação e para os parques de estacionamento respetivamente.

Tabela 27 - Resultados Luminotécnicos para as vias de circulação

Potência por km : 4,783 kW

- Road (LU)

Luminância

Med	0,81 cd/m ²	$H_{f,0}$	
Min	0,10 cd/m ²	$H_{f,0}$	
Uo	12,16 %	$H_{f,0}$	

Luminance

UI 1	46,11 %	$H_{f,0}$	
UI 2	84,35 %	$H_{f,0}$	
UI 3	83,02 %	$H_{f,0}$	
UI 4	48,76 %	$H_{f,0}$	

- Road (IL-HS)

Iluminância

Med	10,7 lux	$H_{f,0}$	
Min	1,5 lux	$H_{f,0}$	
Uo	13,8 %	$H_{f,0}$	

- Values

SR	0,6	$H_{f,0}$	
TI	55,7	$H_{f,0}$	

Tabela 28 - Resultados Luminotécnicos para os Parques de Estacionamento

Potência por km : 5,238 kW

- Road (LU)

Luminância

Med	0,99 cd/m ²	H_{LDA}	
Min	0,14 cd/m ²	H_{LDA}	
Uo	13,87 %	H_{LDA}	

Luminance

UI 1	60,47 %	H_{LDA}	
UI 2	75,95 %	H_{LDA}	
UI 3	62,59 %	H_{LDA}	

- Road (IL-HS)

Iluminância

Med	12,9 lux	H_{LDA}	
Min	2,1 lux	H_{LDA}	
Uo	16,2 %	H_{LDA}	

- Values

SR	0,6	H_{LDA}	
TI	44,5	H_{LDA}	

De acordo com os resultados podemos concluir que a KIO LED respeita todas as normas e a classe ME3, ficando apenas a Uniformidade Global, U_0 , um pouco abaixo do exigido, mas que tem como fácil explicação o facto de que no ato da substituição, os novos candeeiros são instalados no mesmo sitio dos antigos e, como são tecnologias diferentes, têm características diferentes. Todavia, com esta troca direta também existe a vantagem de não envolver mais custos com a abertura de valas e mais cabos elétricos.

Solução 2 – Luminária KASU LED

Uma outra solução passa pela KASU LED, figura 41, que tem em seu favor um menor investimento inicial. Esta luminária integra-se perfeitamente na paisagem, proporcionando soluções de iluminação sustentáveis que reduzem drasticamente a energia consumida e melhoram o conforto visual para condutores, ciclistas e peões. O seu aspeto moderno e minimalista foi desenhado em torno da compacidade do seu motor fotométrico LED. Confiável e eficiente, discreta e resistente, a luminária Kazu é fornecida pré-cablada para facilitar a instalação. As alhetas curvas de refrigeração otimizam a extração de calor e impedem a entrada de sujidade na luminária. Virtualmente, sem nenhuma necessidade de manutenção exigida e 5 anos completos de garantia, a Kazu garante um desempenho duradouro e uma enorme poupança. Apresenta como principais vantagens:

- Solução de iluminação económica e eficiente com rápido retorno do investimento;
- LensoFlex®2, fotometria adaptada a várias aplicações;

- Nível de estanquicidade IP 66;
- ThermiX ®: resiste a altas temperaturas (Ta-50°C);
- 2 designs: Standard ou Comfort;
- Montagem post-top para Ø60 ou Ø76mm;
- Proteção contra sobretensão 4kV (10kV opcional);
- 5 anos de garantia;
- Soluções de controlo opcionais: fotocélula ou sistema de controlo Owlet para redes autónomas ou interativas;
- Sem poluição luminosa (sem “uplight”);
- FutureProof.



Tipo	KAZU	
Reflector	5121	
Fonte	16 LEDs 1000mA NW	
Protector	Flat, PC, Smooth	
Regulação		
Fluxo nominal	6,2	klm
Classe G	3	
Potência	56,0	W



Figura 41. – Kasu Led, Designer e Características.

Assim, serão substituídos os candeeiros atuais pelo novo equipamento. Desta forma, a nova potência instalada resumir-se-á da seguinte maneira, expressão (15):

$$P' = 137 * 56 = 7,67kW \quad (15)$$

Posto isto e, para ter uma maior precisão do consumo real de energia assim como o retorno do investimento feito, será dada especial atenção à relação obtida anteriormente entre a energia teórica e a energia que realmente é consumida, expressão (11), de forma que os resultados obtidos sejam próximos da realidade.

Assim sendo e, utilizando então a relação entre o consumo de energia real e o teórico, a nova energia consumida depois de efetuadas as alterações será dada pelo produto entre a nova potência instalada com as 11 horas de funcionamento diárias durante um ano e a percentagem de utilização da potência instalada, expressão (16):

$$Energia_{consumida/anualmente} = 7,67 * 11 * 365 * 24,03\% = 7400,05Wh \quad (16)$$

O custo anual da energia é calculado pelo produto entre o custo da energia pela energia consumida anualmente, expressão (17):

$$Custo\ Anual = 0,14 * 7400,05kWh = 1036,01€ \quad (17)$$

A energia consumida pelos novos candeeiros/tecnologia representa uma redução na ordem dos 85% em relação à tecnologia instalada atualmente, tendo agora a nova instalação um custo médio anual de 1036,01€. Cada novo candeeiro implica um investimento de 272,96€, o que faz um total de investimento de 37395,52€.

Para a solução proposta, a emissão de GEE associada à produção de energia elétrica de 7400,05kWh/ano, é de 3478,02kg de CO_2 . Este valor é obtido usando o valor de referência das emissões de CO_2 [kg/kWh], 0,47. As emissões de CO_2 evitadas são de 19701,98kg de CO_2 . Considerando o custo de CO_2 de 6€/ton CO_2 tem-se uma poupança de 118,21€.

Na tabela 29 é apresentado um resumo de todos os parâmetros analisados anteriormente:

Tabela 29 - Dados Energéticos e Custos com a tecnologia Kasu Led.

Custo do investimento (€)	37395,52
Potencia total instalada (KW)	7,67
Preço Equipamentos (uni)	272,96€
Energia consumida (KWh/ano)	7400,05
Poupança (%)	84,99
Custo de energia anual (€)	1036,01
Emissões de CO₂ (Kg)	3478,02

Posteriormente foi realizado o estudo luminotécnico de modo a que se possa compreender se esta solução se enquadra e cumpre todos os parâmetros de acordo com a norma EN13201 e CIE115. Foram realizados dois estudos, com duas matrizes diferentes, um para as vias de circulação e outra matriz para os parques de estacionamento.

Começando pela via de circulação, onde a malha utilizada é de 20m por 23m, com uma altura da luminária de 4m, é apresentada luminância, com dois pontos de observação pelo centro da malha, nas figuras 42 e 43 e a iluminância na figura 44.



Figura 42 – Luminância obtida por um ponto de observação a 7,5m

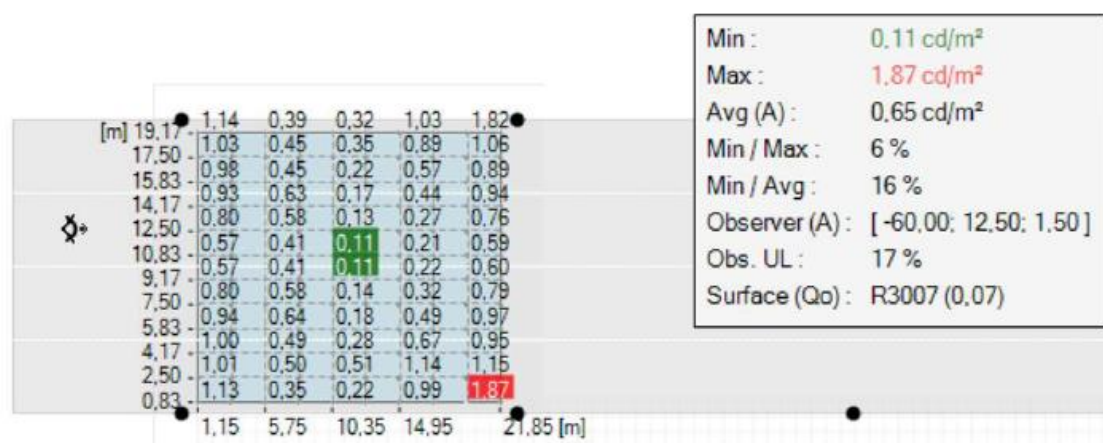


Figura 43 – Luminância obtida por um ponto de observação a 12,5m



Figura 44 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m

Nos parques de estacionamento, a malha utilizada é de 18m por 21m, com uma altura da luminária de 4m. É também apresentada a luminância, agora apenas com um ponto central de observação, na figura 45 e a iluminância, na figura 46.



Figura 45 – Valores de luminância obtidos para um ponto de observação a 9m

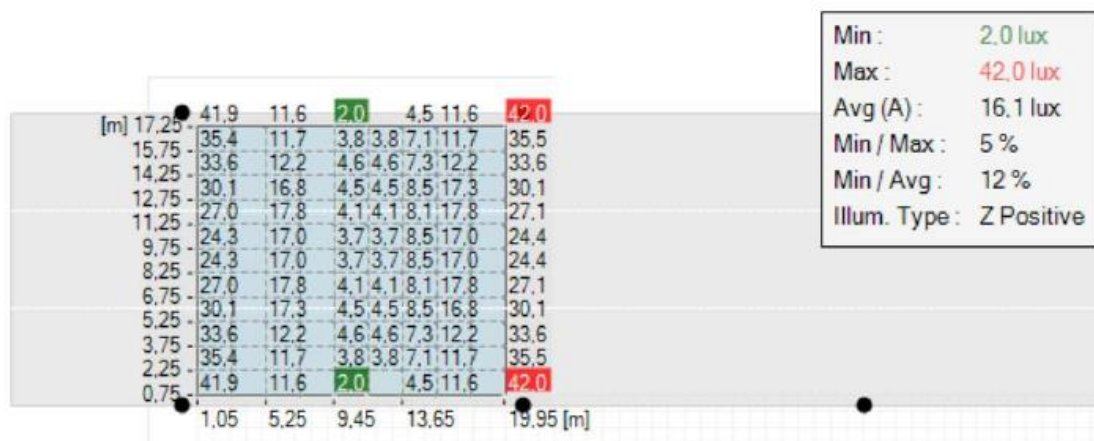


Figura 46 - Valores de Iluminância obtidos para um ponto de observação a 7,5m

Com a análise dos resultados obtidos na iluminância e na luminância, tanto para os parques de estacionamento como para as vias de circulação e, considerando como ponto de referência a classe de via uma ME3, são apresentados os resultados luminotécnicos, tabela 30 e tabela 31, para as vias de circulação e para os parques de estacionamento respetivamente.

Tabela 30 - Resultados Luminotécnicos para as vias de circulação

Potência por km : 4,870 kW

- Road (LU)

Luminância

Med	0,65 cd/m ²	N/A	
Min	0,11 cd/m ²	N/A	
Uo	16 %	N/A	

Luminance

UI 1	22 %	N/A	
UI 2	17 %	N/A	
UI 3	17 %	N/A	
UI 4	22 %	N/A	

- Road (IL-HS)

Iluminância

Med	13,3 lux	N/A	
Min	1,3 lux	N/A	
Uo	10 %	N/A	

- Resultados

SR	0,7	N/A	
TI	11,4	N/A	

Tabela 31 - Resultados Luminotécnicos para os Parques de Estacionamento

Potência por km : 5,333 kW

- Road (LU)

Luminância

Med	0,78 cd/m ²	N/A	
Min	0,21 cd/m ²	N/A	
Uo	27 %	N/A	

Luminance

UI 1	33 %	N/A	
UI 2	20 %	N/A	
UI 3	33 %	N/A	

- Road (IL-HS)

Iluminância

Med	16,1 lux	N/A	
Min	2,0 lux	N/A	
Uo	12 %	N/A	

- Resultados

SR	0,7	N/A	
TI	8,6	N/A	

De acordo com os resultados pode concluir-se que a KIO LED respeita todas as normas e a classe ME3, ficando apenas a Uniformidade Global, U_0 , um pouco abaixo do exigido mas que tem como fácil explicação o facto de que no ato da substituição, os novos candeeiros serão instalados no mesmo sitio dos antigos e, como são tecnologias diferentes, têm características diferentes, mas com esta troca direta também existe a vantagem de não envolver mais custos com a abertura de valas e mais cabos.

4.2.3.3 Resumo da Comparação das Soluções Apresentadas

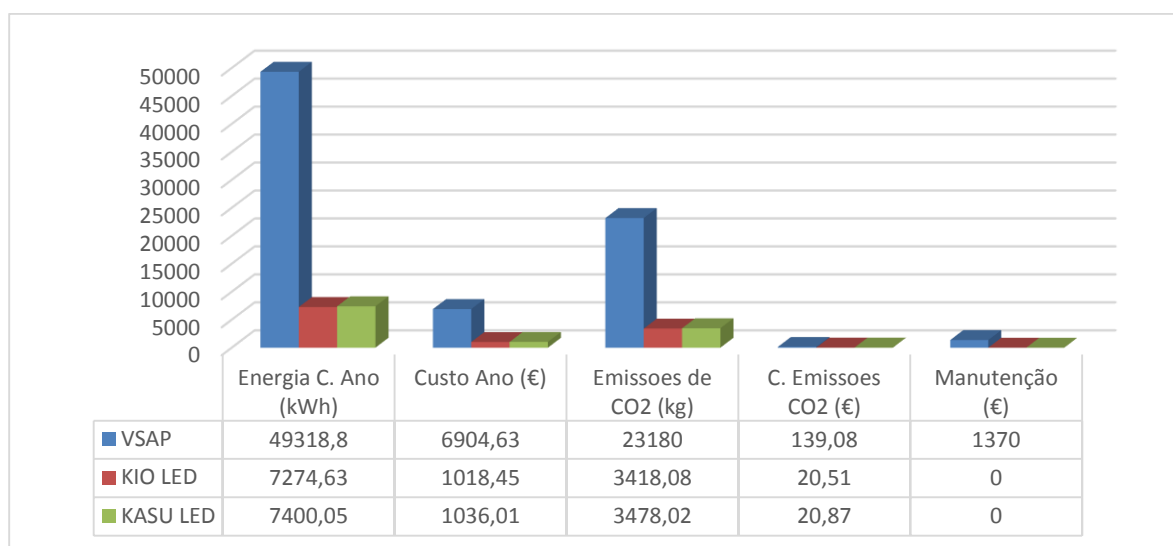


Figura 47 - Comparação das soluções apresentadas

Os custos de manutenção da tecnologia LED são muito reduzidos e até mesmo nulos. Este facto deve-se à sua elevada durabilidade, robustez e fiabilidade, que permitem uma redução muito significativa dos custos de manutenção associados, bem como à redução de custos com a substituição desses mesmos sistemas de iluminação. Esta vantagem é mais evidente ainda na iluminação pública e rodoviária.

4.3. Análise Técnico-Financeira

Neste ponto da dissertação será realizado um estudo técnico económico das soluções propostas apresentadas para se perceber se essas soluções apresentam viabilidade económica que justifique o investimento necessário para a sua implementação.

4.3.1. Análise Iluminação Ortopedia Piso 7

Em primeiro lugar é calculada a poupança obtida com esta nova solução admitindo que todos os anos o preço do kWh de energia eléctrica sofrerá uma inflação de 1% ao ano. Esta nova solução apresenta uma poupança de 1956,40kWh/ano, que se traduz num poupança anual progressiva, que será no primeiro ano de 273,75€, atingindo os 259,66€ no último ano, tendo sido considerado o

tempo de vida do equipamento 10 anos, ficando um pouco abaixo das 50 mil horas de funcionamento especificadas pelo fabricante.

Utilizando uma taxa de atualização financeira de 3%, e uma taxa de inflação sobre o preço do kWh de 1%, gera-se então a poupança total (já tendo em conta o investimento inicial) de 2083,40€, como se pode verificar pelo gráfico da figura 48. Assim, o retorno do investimento feito na iluminação da ala de ortopedia, do piso 7, acontecerá no 5º ano.

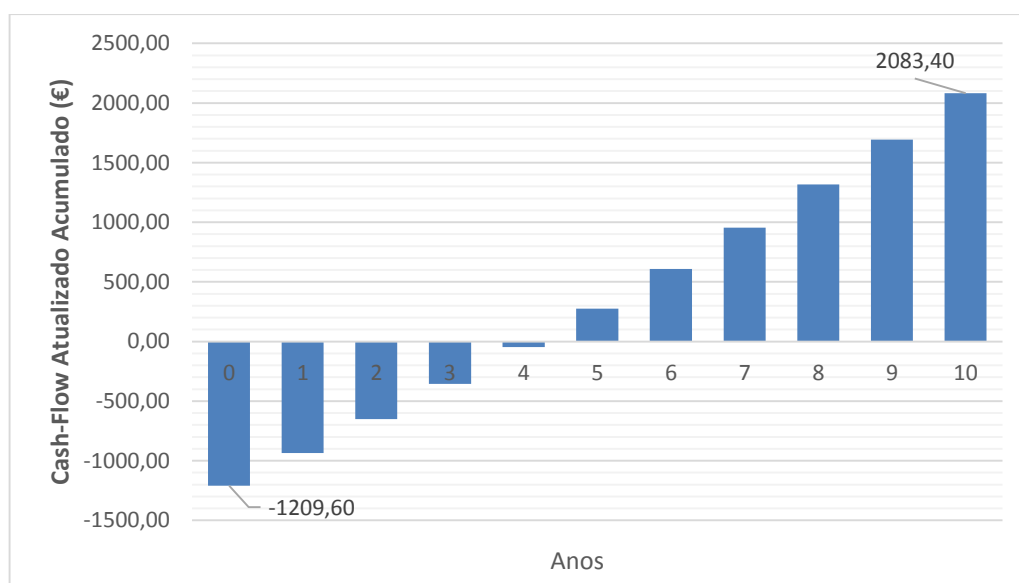


Figura 48 - Payback Iluminação ortopedia

Tabela 32 - Indicadores financeiros para solução apresentada para o piso 7 ala 1

Custo do investimento (€)	1209,60
Poupança anual (€)	273,75
Retorno do investimento	5º Ano
Atualização financeira (%/ano)	3
Taxa de inflação (%)	1
TIR (%)	22,11
VAL (€)	2083,40

4.3.2. Análise Iluminação Exterior – Kio Led

Em primeiro lugar é calculada a poupança obtida com esta nova solução tendo em conta que todos os anos o preço do kWh será inflacionado em 1%. Esta nova solução apresenta uma poupança de 42044,80kWh/ano, que se traduz num poupança anual progressiva, que será no primeiro ano de 5886,27€/ano, mais os 1370€ anuais da manutenção do equipamento atual, atingindo os 8481,26€

no último ano, já com os custos de manutenção, tendo sido considerado o tempo de vida do equipamento de 20 anos, ficando um pouco abaixo das 100 mil horas de funcionamento, especificadas pelo fabricante.

Utilizando uma taxa de atualização financeira de 3% e uma taxa de inflação sobre o preço do kWh de 1%, gera-se então a poupança total (já tendo em conta o investimento inicial) de 152881,50€, como se pode verificar pelo gráfico da figura 49. Assim, o retorno do investimento realizado neste equipamento acontecerá no 8º ano.

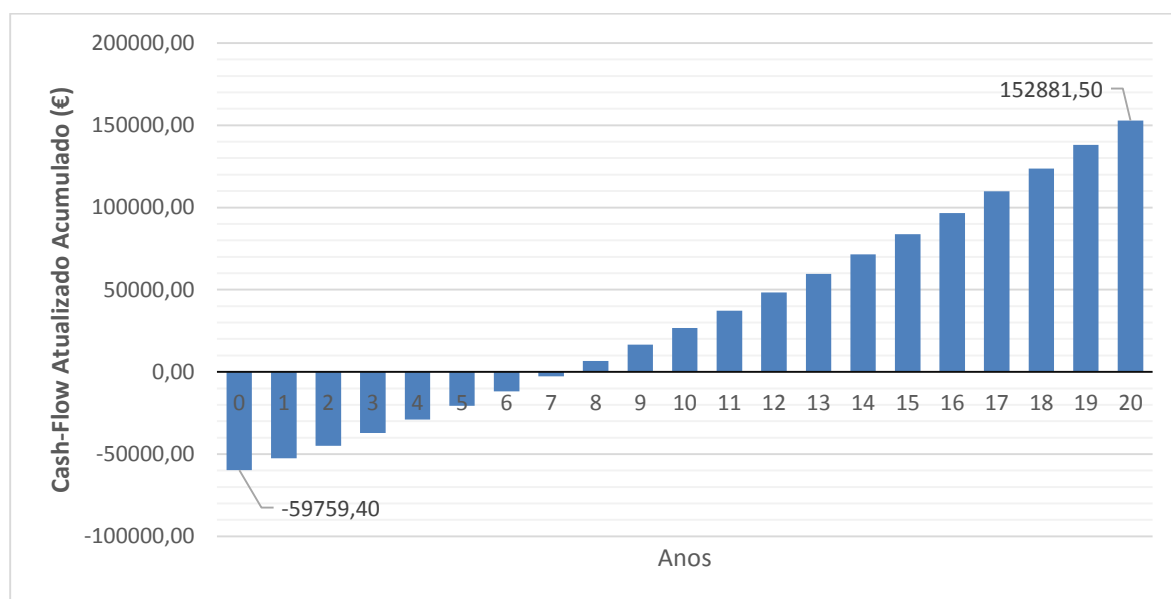


Figura 49 - Payback Kio Led

Tabela 33 - Indicadores financeiros do projeto para Iluminação exterior Kio Led

Custo do investimento (€)	59759
Poupança anual (progressiva) (€)	7256,27
Retorno do investimento	8º Ano
Atualização financeira (%/ano)	3
Taxa de inflação (%)	1
TIR (%)	14,16
VAL (€)	152881,50

4.3.3. Análise Iluminação Exterior – Kasu Led

Em primeiro lugar é calculada a poupança obtida com esta nova solução, tendo em conta que todos os anos o preço do kWh irá ser inflacionado em 1%. Esta nova solução apresenta uma poupança de 42044,80kWh/ano, que se traduz numa poupança anual progressiva, que será no primeiro ano de 5886,27€/ano mais os 1370€ anuais da manutenção do equipamento atual,

atingindo os 8481,26€ no último ano já com os custos de manutenção, tendo sido considerado o tempo de vida do equipamento vinte anos, ficando um pouco abaixo das 100 mil horas de funcionamento especificadas pelo fabricante.

Utilizando uma taxa de atualização financeira de 3%, e uma taxa de inflação sobre o preço do kWh de 1%, gera-se então a poupança total (já tendo em conta o investimento inicial) de 152881,50€, como se pode verificar pelo gráfico da figura 50. Assim o retorno do investimento feito neste equipamento acontecerá no 5º ANO

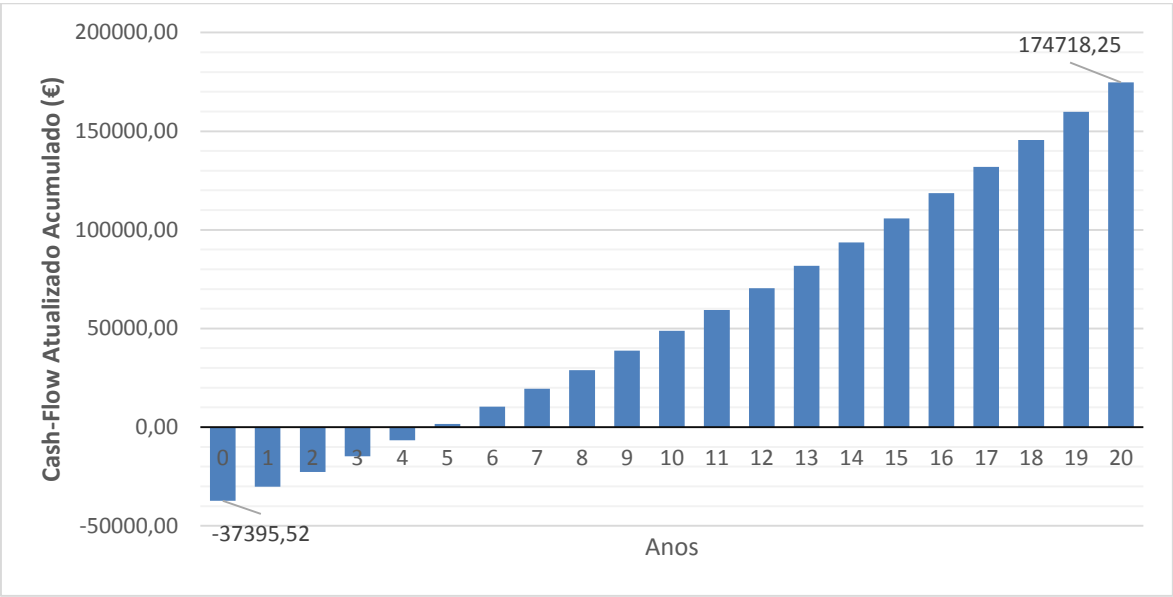


Figura 50 - Payback Kasu Led

Tabela 34 - Indicadores financeiros do projeto para Iluminação exterior Kasu led

Custo do investimento (€)	37395,52
Poupança anual (progressiva) (€)	7238,63
Retorno do investimento	5º Ano
Atualização financeira (%/ano)	3
Taxa de inflação (%)	1
TIR (%)	22,49
VAL (€)	174718,25

5. Conclusões e Perspetivas para Trabalho Futuro

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais dos estudos apresentados. São abordados ainda possíveis trabalhos futuros que se podem realizar de forma a melhorar a eficiência energética.

5.1. Resultados do Estudo

Durante a execução dessa dissertação foram realizadas várias análises, uma delas foi aos consumos energéticos nos anos 2011, 2012 e 2013, e consequente desagregação dos consumos energéticos, onde se pode concluir que a iluminação era um dos principais consumidores de energia elétrica. Ficando assim definido que seria a principal área de atuação e estudo desta dissertação.

Inicialmente ficaram pensados dois estudos, um dos quais deveria incidir sobre a iluminação exterior outro na iluminação interior, onde se podem obter poupanças muito significativas. O estudo sobre a iluminação interior ocorreu na ala 1 do piso 7, zona de ortopedia, enquanto que o estudo sobre a iluminação pública ou exterior foi realizado na zona envolvente ao Hospital Padre Américo.

No que diz respeito a iluminação interior, na ala do piso 7, foi proposta a substituição das atuais 50 lâmpadas T8 de 36W e as 40 lâmpadas T8 de 18W por uma solução LED da Osram, de 18W e 9W com o custo de unitário de 12,70€ e 8,20€ respetivamente. O investimento necessário para esta mudança é de 1209,60€. Foi ainda pensado um sistema de detetor de movimento com relógio para o corredor, e algumas divisões, mas dado que existe sempre bastante movimento nesta ala não seria uma boa solução, nem muito rentável. Destas duas alterações resultarão poupanças de 1956,40kWh/ano, e 273,75€/ano, significando uma redução de mais de 60% relativamente a atual iluminação. O retorno deste investimento seria obtido a médio prazo, ficaria liquidado em menos de 5 anos. Podendo esta solução ser replicada para várias outras alas do hospital.

Para as enfermarias foi ainda executado um estudo luminotécnico de forma a avaliar se a nova solução encontrada para substituir as atuais lâmpadas poderia ser a mais indicada cumprindo com a norma EN 12464. Este estudo apenas foi executado numa enfermaria pois é um local crítico, onde são feitas várias observações e diagnósticos aos pacientes, processos estes que requerem uma boa qualidade de iluminação. Do estudo pode-se concluir que a nova iluminação proposta não só cumpre a norma EN 12464, como melhora a qualidade de iluminação atual. De salientar que este estudo é igualmente replicável para todas as enfermarias do hospital.

Quanto à iluminação exterior foi realizado um estudo técnico económico, juntamente com um estudo luminotécnico. Foi proposto substituir a atual iluminação VSAP, por nova tecnologia LED, sendo apresentado duas soluções.

As propostas recaíram sobre dois equipamentos da Schröder, a KIO LED e a KASU LED, tendo um custo unitário de 436,20€ e 272,96€ respetivamente. Ambas as soluções apresentam poupanças no consumo de energia elétrica muito elevadas, mais de 60% em relação à atual. Estas duas propostas representam um investimento estimado de 59759€ para a KIO LED e 37395,52 para a KASU LED. A KIO LED consegue obter poupanças no consumo de energia elétrica na ordem dos 42044,80kWh/ano, e a KASU LED apresenta poupanças superiores a 42000kWh/ano.

Trata-se de um investimento bastante elevado, e embora as poupanças sejam significativas, este investimento ficará liquidado a médio longo prazo, cerca de 8 anos para a solução KIO LED e 5 anos para a KASU LED.

Relativamente ao estudo luminotécnico, pode-se concluir que ambas as soluções respeitam as normas, e também aqui, e em ambas as soluções, não só cumprem as normas como também melhoram os parâmetros em comparação com os atuais.

Todos os valores apresentados foram alvo de varias analises e inclusive foram envolvidas taxas de inflação sobre o preço do kWh ao longo dos anos e também uma taxa sobre o retorno financeiro. Assim como foi necessário recorrer a ajuda de um analisador de energia para obter análises mais precisas sobre os consumos de energia elétrica aos locais em estudo.

5.2. Trabalhos futuros

Num futuro, e ainda dentro do contexto desta dissertação, seria vantajoso alargar este estudo a toda unidade hospitalar, pois com o passar do tempo novas soluções vão aparecendo no mercado, sendo estas cada vez com maior eficiência e o seu custo mais reduzido.

Uma área muito importante para efetuar um estudo/intervenção, e onde se pode obter poupanças muito significativas, é sobre a climatização e as AQS. Estas duas são responsáveis pelo consumo de quase 50% da energia elétrica do Hospital, são equipamentos que na sua maioria funcionam 24 horas sobre 24 horas apresentando assim consumos bastante elevados. E sendo estes equipamentos, também na sua maioria já com alguns anos, um pouco desatualizados, existindo no mercado boas soluções para substituir ou requalificar os mesmos equipamentos entre outras soluções muito mais eficientes e com poupanças em alguns casos superiores a 50% dos consumos. Soluções estas que podem recair desde variadores de velocidade ou novas bombas hidráulicas mais eficientes e com rendimentos superiores a 90%.

Referencias Bibliográficas

- [1] Preço do gasóleo mais do que duplicou em oito anos e gasolina subiu 76,2%, Jornal de Notícias. Disponível em: http://www.jn.pt/PaginaInicial/Economia/Interior.aspx?content_id=2370431. Acedido em 02/12/2015.
- [2] International Energy Agency, World Energy Outlook, 2011. Disponível em: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf. Acedido em 02/12/2015.
- [3] IPCC, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2007-The Physical Science Base, IPCC, Geneva, Switzerland 2008.
- [4] Geohive. Current world population (ranked). Disponível em http://www.geohive.com/earth/population_now.aspx. Acedido em Janeiro de 2015.
- [5] EUROSTAT, "Eurostat Yearbook 2012", Comissão Europeia, Bruxelas, 2012.
- [6] BBC NEWS. Science & Environment what is the 2030 Perfect Storm idea. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8213884.stm>. Acedido em 02/12/2015.
- [7] A questão energética na atualidade _ Educação. Disponível em: <http://educacao.globo.com/artigo/questao-energetica-na-atualidade.html>
- [8] Matriz Energética Mundial_perspectiva2013_2040_ESP_tcm21-631439. Disponível em: http://www.repsol.com/pt_pt/corporacion/conocer-repsol/contexto-energetico/matriz-energetica-mundial/
- [9] WEO – World Energy Outlook. "World Energy Outlook 2015". Disponível em <https://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2015SUM.pdf>. Acedido em 03/12/2015.
- [10] COMISSÃO EUROPEIA, "Plano de Eficiência Energética de 2011". Acedido em 03/12/2015.
- [11] Disponível em http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/europe2020stocktaking_pt.pdf. Acedido em 21/12/2015.
- [12] PORDATA - Consumo de energia final total e por tipo de sector consumidor – Europa. Disponível em <http://www.pordata.pt/Europa/Consumo+de+energia+final+total+e+por+tipo+de+sector+consumidor-1397-211956>. Acedido em 21/12/2015.
- [13] Renewable energy statistics - Statistics Explained. Disponível em: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Primary_production.
- [14] Renewable energy statistics - Statistics Explained. Disponível em: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Electricity. Acesso em 21/12/2015.
- [15] Vantagens e desvantagens das energias renováveis. Disponível em: <http://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-das-energias-renovaveis/>.
- [16] World Energy Council. World Energy Resources: 2013 Survey. Disponível em http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf. Acedido em 15/12/2015.
- [17] Hídrica - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/hidrica/>. Acedido em 23/12/2015.

- [18] Eólica - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/eolica/>. Acedido em 23/12/2015.
- [19] Biomassa - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/biomassa/>. Acedido em 23/12/2015.
- [20] Solar - Apren - Associação de Energias Renováveis. <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/solar/>. Acedido em 23/12/2015.
- [21] Geotérmica - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/geotermica/>. Acedido em 23/12/2015.
- [22] Ondas e Marés - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/ondas-e-mares/>. Acedido em 23/12/2015.
- [23] Dados técnicos 2014 – REN. Disponível em: <http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/DadosTecnicos/2014.pdf>. Acedido em 29/12/2015.
- [24] Energia em Portugal - Direção Geral de Energia e Geologia. Disponível em: <http://www.dgeg.pt/>. Acedido em 29/12/2015.
- [25] Potência de ligação à rede dos centros electroprodutores (2000-2014) - Apren - Associação de Energias Renováveis. Disponível em: <http://www.apren.pt/pt/dados-tecnicos-3/dados-nacionais-2/potencia-2/potencia-ligada-a-rede-dos-centros-eletroprodutores-3/>.
- [26] - Evolução da taxa de dependência energética - Apren _ Associação de Energias Renováveis. Disponível em: <http://www.apren.pt/pt/dados-tecnicos-3/dados-nacionais-2/resumo-do-estudo-impacto-macroeconomico-do-setor-da-eletricidade-de-origem-renovavel-em-portugal-2/impacto-na-dependencia-energetica-2/evolucao-da-taxa-de-dependencia-energetica/>.
- [27] Produção de eletricidade por fonte (1999-2014) - Apren _ Associação de Energias Renováveis. Disponível em: <http://www.apren.pt/pt/dados-tecnicos-3/dados-nacionais-2/producao-2/a-producao-de-electricidade-em-portugal-2/producao-de-eletricidade-por-fonte-2/>.
- [28] Impacto macroeconómico do setor da eletricidade de origem renovável em Portugal – Apren. Disponível em: http://www.apren.pt/fotos/editor2/impacto_fer_relatorio_final_20140930.pdf. Acedido em 30/12/2015.
- [29] Portal da Eficiência Energética – Conceitos. Disponível em: <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>. Acedido em 18/01/2016.
- [30] Planos e Programas - ADENE - Agência para a energia. Disponível em: <http://www.adene.pt/planos-e-programas>. Acedido em 18/01/2016.
- [31] PNAEE. Disponível em: <http://www.pnaee.pt/pnaee#enquadramentopnaee>.
- [32] ÂMBITO – ECOAP. Disponível em: http://ecoap.adene.pt/pt_PT/ambito.
- [33] PNAEE 2016, Diário da República, 1.ª série — N.º 70 — 10 de abril de 2013, 2013.
- [34] Iluminação LED _ Green World. Disponível em: <http://greenworld.pt/servicos/iluminacao-led/>. Acedido em 20/01/2016
- [35] Iluminação LED – SolarWaters. Disponível em: <http://www.solarwaters.pt/led>. Acedido em 20/01/2016.
- [36] Primelux- iluminação LED. disponível em: <http://www.primeluxled.com/>. Acedido em 20/01/2016.
- [37] Energy Source Comparison - energy4me. disponível em: <http://energy4me.org/all-about-energy/what-is-energy/energy-sources/>. Acedido em 20/01/2016.

- [38] AGENEAL. disponível em:
<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreeID=00/01&treeID=00/01&newsID=7>. Acedido em 20/01/2016.
- [39] Variadores Eletrónicos de Velocidade _ VEV's – Eficiência Energética. Disponível em:
<http://critical-kinetics.pt/VEV-s/variadores-electronicos-de-velocidade-2.html>. Acedido em 01/02/2016.
- [40] Benefícios de um variador de velocidade. Disponível em:
<http://www.motorcontrol.pt/index.php?id=432>. Acedido em 01/02/2016.
- [41] Variadores Eletrónicos de velocidade EDP. Disponível em:
https://energia.edp.pt/pdf/pme/VariadoresEletronicosVelocidade_EDP_PME.pdf. Acedido em 01/02/2016.
- [42] Portaria n.º 57-B/2015 de 27 de fevereiro. Disponível em:
https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/Legislacao/RegEsp2020/Portaria_57B_2015_indice-NCD4abril2015.pdf#Artigo-035. Acedido em: 01/02/2016.
- [43] Recomendação de energia reativa. Disponível em:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/regulamentos/relacoescomerciais/Documents/Recomenda%C3%A7%C3%B5es/Recomenda%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20reactiva.pdf>.
Acedido em 10/02/2016

Anexo A

Neste anexo são apresentados os resultados obtidos na monitorização da instalação elétrica da ala 1 no piso 7, durante o período de uma semana. É possível ver os valores de V1 e V2 (em Vol), I1 e I2 em A) P1 e P2 (em W)..

DATA	TIME	V1	V2	I1	I2	P1	P2
06\07\2015	10:24:20	238	235,5	2,81	2,31	0,38	0,43
06\07\2015	10:50:10	238,3	235,4	0	0	0	0
06\07\2015	11:16:00	239,1	236,7	0	2,65	0	0,57
06\07\2015	11:41:50	239	236,3	1,58	2,24	0,26	0,42
06\07\2015	12:07:40	240,2	237,4	1,79	2,27	0,29	0,43
06\07\2015	12:33:30	241,4	238,6	1,85	2,28	0,29	0,43
06\07\2015	12:59:20	242,9	240,7	1,91	2,31	0,29	0,43
06\07\2015	13:25:10	241,6	239,1	1,78	2,57	0,28	0,46
06\07\2015	13:51:00	239,7	237,3	1,56	2,48	0,26	0,45
06\07\2015	14:16:50	238,2	236,2	1,64	2,48	0,27	0,45
06\07\2015	14:42:40	238	235,5	1,48	2,46	0,24	0,44
06\07\2015	15:08:30	237,8	235,6	1,63	2,41	0,27	0,43
06\07\2015	15:34:20	237,8	235,8	1,53	2,46	0,25	0,44
06\07\2015	16:00:10	238,3	235,4	1,62	2,2	0,27	0,41
06\07\2015	16:26:00	238,3	236,2	1,84	1,44	0,3	0,18
06\07\2015	16:51:50	238	235,7	1,73	1,25	0,29	0,14
06\07\2015	17:17:40	239,3	237,3	1,76	1,46	0,3	0,18
06\07\2015	17:43:30	240,4	237,7	1,72	1,94	0,28	0,33
06\07\2015	18:09:20	242,4	240	1,8	2,39	0,3	0,41
06\07\2015	18:35:10	243	240,5	1,82	1,86	0,29	0,29
06\07\2015	19:01:00	243,7	241,5	1,7	2,17	0,27	0,38
06\07\2015	19:26:50	241	239	1,65	1,97	0,26	0,33
06\07\2015	19:52:40	241,3	239,5	1,7	2,14	0,27	0,38
06\07\2015	20:18:30	243	240,6	1,83	2,14	0,29	0,39
06\07\2015	20:44:20	243,3	241,7	2,23	2,17	0,41	0,38
06\07\2015	21:10:10	242,4	241,2	2,23	2,17	0,41	0,38
06\07\2015	21:36:00	240,9	238,8	2,29	2,5	0,44	0,52
06\07\2015	22:01:50	241,6	239,5	2,21	3,35	0,43	0,71
06\07\2015	22:27:40	241,4	239,2	2,19	3,23	0,42	0,69
06\07\2015	22:53:30	241,6	239,8	2,47	3,25	0,46	0,69
06\07\2015	23:19:20	241,9	239,9	1,95	3,28	0,38	0,7
06\07\2015	23:45:10	240,5	238,6	1,79	2,63	0,35	0,54
07\07\2015	00:11:00	237,3	235,4	1,48	2,56	0,3	0,53
07\07\2015	00:36:50	242	240,2	1,25	2,27	0,26	0,4
07\07\2015	01:02:40	242,9	240,8	0	2,15	0	0,38

07\07\2015	01:28:30	243,9	241,8	0	2,17	0	0,38
07\07\2015	01:54:20	244	242,5	2,8	0	0,31	0
07\07\2015	02:20:10	244,8	243	0	0	0	0
07\07\2015	02:46:00	245,5	244	0	0	0	0
07\07\2015	03:11:50	245,8	244	0	0	0	0
07\07\2015	03:37:40	243,3	241,6	0	0	0	0
07\07\2015	04:03:30	241,9	240,1	0	0	0	0
07\07\2015	04:29:20	242,3	240,5	0	0	0	0
07\07\2015	04:55:10	242,2	240,1	0	0	0	0
07\07\2015	05:21:00	241,8	239,9	0	0	0	0
07\07\2015	05:46:50	243,4	241,3	0	0	0	0
07\07\2015	06:12:40	243,3	241,2	0	0	0	0
07\07\2015	06:38:30	242,3	240,8	0	0	0	0
07\07\2015	07:04:20	242,4	240,8	0	0	0	0
07\07\2015	07:30:10	241,7	240,1	0	0	0	0
07\07\2015	07:56:00	241	239,5	0	0	0	0
07\07\2015	08:21:50	236,6	235,7	0	0	0	0
07\07\2015	08:47:40	238,3	236,6	0	0	0	0
07\07\2015	09:13:30	236,6	235,1	0	0	0	0
07\07\2015	09:39:20	238,8	236,9	0	0	0	0
07\07\2015	10:05:10	240,1	238,5	0	0	0	0
07\07\2015	10:31:00	237,1	235,7	0	0	0	0
07\07\2015	10:56:50	236	234,5	0	0	0	0
07\07\2015	11:22:40	238,9	237	1	0	0,13	0
07\07\2015	11:48:30	238,2	236,4	1,65	0	0,28	0
07\07\2015	12:14:20	242	240,1	1,63	0	0,26	0
07\07\2015	12:40:10	243,2	241,2	1,74	0	0,27	0
07\07\2015	13:06:00	239,8	238,6	1,83	0	0,29	0
07\07\2015	13:31:50	238,5	237,2	1,79	0	0,29	0
07\07\2015	13:57:40	238,3	237	1,71	0	0,28	0
07\07\2015	14:23:30	236	234,6	1,82	0	0,31	0
07\07\2015	14:49:20	235,6	233,7	1,71	0	0,27	0
07\07\2015	15:15:10	238,1	236,7	1,72	0	0,28	0
07\07\2015	15:41:00	240,2	238,3	1,68	0	0,28	0
07\07\2015	16:06:50	241	239	1,73	0	0,29	0
07\07\2015	16:32:40	240,5	238,6	1,85	0	0,31	0
07\07\2015	16:58:30	240,6	239,3	1,82	0	0,32	0
07\07\2015	17:24:20	241,4	239,6	1,82	0	0,3	0
07\07\2015	17:50:10	243	240,8	1,59	0	0,26	0
07\07\2015	18:16:00	240,7	239	1,76	0	0,29	0
07\07\2015	18:41:50	241,4	239,9	1,72	0	0,28	0
07\07\2015	19:07:40	242,3	240,9	1,85	0	0,3	0
07\07\2015	19:33:30	243	241,3	1,79	0	0,29	0
07\07\2015	19:59:20	240,8	238,7	1,82	0	0,29	0
07\07\2015	20:25:10	241,5	240,8	1,89	0	0,29	0

07\07\2015	20:51:00	242,2	240,7	1,8	0	0,27	0
07\07\2015	21:16:50	241,8	239,7	1,79	0	0,27	0
07\07\2015	21:42:40	241,2	239,3	1,78	3,2	0,29	0,68
07\07\2015	22:08:30	241,6	239,8	1,78	2,57	0,3	0,53
07\07\2015	22:34:20	242,3	240,4	1,59	2,77	0,27	0,55
07\07\2015	23:00:10	244,3	242,4	1,7	2,17	0,34	0,38
07\07\2015	23:26:00	244,2	242,3	1,59	2,18	0,33	0,38
07\07\2015	23:51:50	242,2	240,6	1,41	0	0,3	0
08\07\2015	00:17:40	240,4	238,6	0	0	0	0
08\07\2015	00:43:30	240,6	239,2	0	0	0	0
08\07\2015	01:09:20	241,4	239,8	0	0	0	0
08\07\2015	01:35:10	242,2	240,6	0	0	0	0
08\07\2015	02:01:00	243,7	242	0	0	0	0
08\07\2015	02:26:50	243,5	241,7	0	0	0	0
08\07\2015	02:52:40	244,1	242,7	0	0	0	0
08\07\2015	03:18:30	245,1	243,3	0	0	0	0
08\07\2015	03:44:20	245,6	243,6	0	0	0	0
08\07\2015	04:10:10	245,8	244,2	0	0	0	0
08\07\2015	04:36:00	246	244,1	0	0	0	0
08\07\2015	05:01:50	244,1	242,6	0	0	0	0
08\07\2015	05:27:40	243,9	242,1	0	0	0	0
08\07\2015	05:53:30	245,8	244	0	0	0	0
08\07\2015	06:19:20	242,9	241	0	0	0	0
08\07\2015	06:45:10	242	240,3	0	0	0	0
08\07\2015	07:11:00	242	240,1	0	0	0	0
08\07\2015	07:36:50	242,5	240,7	0	0	0	0
08\07\2015	08:02:40	240	237,8	0	0	0	0
08\07\2015	08:28:30	239,3	237,6	0	0	0	0
08\07\2015	08:54:20	237,3	235,3	0	0	0	0
08\07\2015	09:20:10	239,9	238,1	0	0	0	0
08\07\2015	09:46:00	240,6	238,5	0	0	0	0
08\07\2015	10:11:50	238,8	236,9	0	0	0	0
08\07\2015	10:37:40	237,6	235,6	0	0	0	0
08\07\2015	11:03:30	237,4	235,7	0	0	0	0
08\07\2015	11:29:20	237	235,4	1,3	0	0,21	0
08\07\2015	11:55:10	236,1	234,4	1,29	0	0,21	0
08\07\2015	12:21:00	240	238	1,28	0	0,21	0
08\07\2015	12:46:50	242,3	239,9	1,29	0	0,21	0
08\07\2015	13:12:40	242	239,6	1,23	0	0,21	0
08\07\2015	13:38:30	239,5	237,9	0,71	0	0,08	0
08\07\2015	14:04:20	238,3	236	0,56	0	0,05	0
08\07\2015	14:30:10	236,8	234,3	1,2	0	0,19	0
08\07\2015	14:56:00	236,8	234,7	0,55	0	0,05	0
08\07\2015	15:21:50	237,2	234,9	1,25	0	0,2	0
08\07\2015	15:47:40	238	235,3	1,16	0,53	0,18	0,04

08\07\2015	16:13:30	237,4	234,9	1,79	0,52	0,3	0,04
08\07\2015	16:39:20	238	235,9	1,57	0	0,26	0
08\07\2015	17:05:10	238,2	235,6	1,74	0	0,29	0
08\07\2015	17:31:00	238,7	236,9	1,81	0	0,3	0
08\07\2015	17:56:50	239,1	237,6	1,68	0	0,28	0
08\07\2015	18:22:40	241,6	239,4	1,84	0	0,3	0
08\07\2015	18:48:30	241,9	241,1	1,73	0	0,29	0
08\07\2015	19:14:20	242,8	241,3	1,55	0	0,25	0
08\07\2015	19:40:10	240,8	239	1,66	0	0,26	0
08\07\2015	20:06:00	241,4	239,7	1,67	0	0,27	0
08\07\2015	20:31:50	240,6	239,2	1,74	0	0,27	0
08\07\2015	20:57:40	241,3	240	1,87	0	0,29	0
08\07\2015	21:23:30	239,5	237,6	2,34	0	0,45	0
08\07\2015	21:49:20	238,2	236,4	2,42	1,65	0,47	0,34
08\07\2015	22:15:10	238,9	237	2,16	0	0,43	0
08\07\2015	22:41:00	238,4	237	0,51	0	0,03	0
08\07\2015	23:06:50	239,8	238	1,32	0	0,2	0
08\07\2015	23:32:40	241,7	240	0	0	0	0
08\07\2015	23:58:30	239,9	237,8	0	0	0	0
09\07\2015	00:24:20	243,1	241,4	0	0	0	0
09\07\2015	00:50:10	243,5	241,6	0	0	0	0
09\07\2015	01:16:00	243,7	242	0	0	0	0
09\07\2015	01:41:50	243,6	242	0	0	0	0
09\07\2015	02:07:40	245,4	243,7	0	0	0	0
09\07\2015	02:33:30	243,2	241,5	0	0	0	0
09\07\2015	02:59:20	243,7	242,2	0	0	0	0
09\07\2015	03:25:10	244,3	242,7	0	0	0	0
09\07\2015	03:51:00	244,8	243,3	0	0	0	0
09\07\2015	04:16:50	243,2	241,3	0	0	0	0
09\07\2015	04:42:40	244,2	242,3	0	0	0	0
09\07\2015	05:08:30	244,9	242,8	0	0	0	0
09\07\2015	05:34:20	245	243,2	0	0	0	0
09\07\2015	06:00:10	241	239,5	0	0	0	0
09\07\2015	06:26:00	240,9	238,8	0	0	0	0
09\07\2015	06:51:50	240,2	239,1	0	0	0	0
09\07\2015	07:17:40	240,6	239,7	0	0	0	0
09\07\2015	07:43:30	240,4	238,8	0	0	0	0
09\07\2015	08:09:20	238,2	237,4	0	0	0	0
09\07\2015	08:35:10	238,3	237,1	0	0	0	0
09\07\2015	09:01:00	237,2	235,9	0	0	0	0
09\07\2015	09:26:50	235,6	234,2	0	0	0	0
09\07\2015	09:52:40	238,3	236,7	0	0	0	0
09\07\2015	10:18:30	237,9	235,7	0	0	0	0
09\07\2015	10:44:20	237,6	235,9	0	0	0	0
09\07\2015	11:10:10	236,5	233,6	0,82	0	0,09	0

09\07\2015	11:36:00	236,1	233,9	0	2,31	0	0,42
09\07\2015	12:01:50	237,2	234,4	1,16	2,27	0,18	0,42
09\07\2015	12:27:40	238,5	236,1	1,54	2,32	0,25	0,43
09\07\2015	12:53:30	240,3	237,9	1,5	2,35	0,24	0,43
09\07\2015	13:19:20	241,2	238,6	1,45	2,36	0,24	0,43
09\07\2015	13:45:10	238,4	236	1,37	2,43	0,23	0,44
09\07\2015	14:11:00	235,4	233,5	1,57	2,57	0,25	0,55
09\07\2015	14:36:50	239,9	237,8	1,41	2,39	0,23	0,45
09\07\2015	15:02:40	240,7	238,4	1,28	0	0,2	0
09\07\2015	15:28:30	240,6	238,2	1,33	0	0,23	0
09\07\2015	15:54:20	241	238,7	1,49	0	0,25	0
09\07\2015	16:20:10	241,3	239,1	1,54	0	0,26	0
09\07\2015	16:46:00	240,9	239,8	1,33	0	0,22	0
09\07\2015	17:11:50	241,9	239,8	1,5	0	0,26	0
09\07\2015	17:37:40	243,5	241,8	1,47	0	0,25	0
09\07\2015	18:03:30	242,1	239,9	1,48	0	0,24	0
09\07\2015	18:29:20	242,2	240,9	1,58	0	0,26	0
09\07\2015	18:55:10	240,4	239	1,47	0	0,24	0
09\07\2015	19:21:00	241,8	239,6	1,41	0	0,23	0
09\07\2015	19:46:50	241,9	240,5	1,43	0	0,23	0
09\07\2015	20:12:40	243,3	242,1	1,53	0	0,24	0
09\07\2015	20:38:30	240,9	239,6	1,56	0	0,25	0
09\07\2015	21:04:20	241,2	239,3	1,43	0	0,23	0
09\07\2015	21:30:10	239	237,3	1,55	0	0,26	0
09\07\2015	21:56:00	238,7	236,8	1,53	2,08	0,26	0,42
09\07\2015	22:21:50	239,3	237,5	1,51	2,13	0,25	0,44
09\07\2015	22:47:40	240,5	238,6	1,29	2,15	0,22	0,44
09\07\2015	23:13:30	240,8	239,3	0	2,21	0	0,45
09\07\2015	23:39:20	241,2	239,3	0	0	0	0
10\07\2015	00:05:10	240,8	238,9	0	0	0	0
10\07\2015	00:31:00	241,8	240	0	0	0	0
10\07\2015	00:56:50	243,1	241	0	0	0	0
10\07\2015	01:22:40	244	242	0	0	0	0
10\07\2015	01:48:30	244,9	243	0	0	0	0
10\07\2015	02:14:20	243,7	242,1	0	0	0	0
10\07\2015	02:40:10	244,9	243	0	0	0	0
10\07\2015	03:06:00	242,4	240,3	0	0	0	0
10\07\2015	03:31:50	242,1	240,1	0	0	0	0
10\07\2015	03:57:40	241,6	238,7	0	0	0	0
10\07\2015	04:23:30	242,1	239,8	0	0	0	0
10\07\2015	04:49:20	242,1	240,3	0	0	0	0
10\07\2015	05:15:10	242	239,9	0	0	0	0
10\07\2015	05:41:00	242,2	240,4	0	0	0	0
10\07\2015	06:06:50	243,4	241,5	0	0	0	0
10\07\2015	06:32:40	242,5	240,5	0	0	0	0

10\07\2015	06:58:30	241,6	240,2	0	0	0	0
10\07\2015	07:24:20	241	239,2	0	2,2	0	0,44
10\07\2015	07:50:10	241,5	240,1	0	0	0	0
10\07\2015	08:16:00	237,3	236	0	2,32	0	0,39
10\07\2015	08:41:50	238,7	236,8	0	3,09	0	0,67
10\07\2015	09:07:40	236,8	235,5	0	2,88	0	0,63
10\07\2015	09:33:30	239,2	236,6	0	2,98	0	0,66
10\07\2015	09:59:20	238,7	236,8	0	3,58	0	0,79
10\07\2015	10:25:10	237,2	235,2	0	2,99	0	0,62
10\07\2015	10:51:00	237,2	235,3	0	2,97	0	0,61
10\07\2015	11:16:50	239,2	236,4	0	2,04	0	0,36
10\07\2015	11:42:40	239,1	237,3	0	0,51	0	0,04
10\07\2015	12:08:30	239,7	238,3	0	0,51	0	0,04
10\07\2015	12:34:20	242,5	240,7	0,62	0	0,06	0
10\07\2015	13:00:10	243,2	241,2	1,45	0	0,21	0
10\07\2015	13:26:00	243,1	240,5	1,62	0	0,25	0
10\07\2015	13:51:50	240,7	239,1	1,45	0	0,24	0
10\07\2015	14:17:40	240,2	238,4	1,4	0	0,23	0
10\07\2015	14:43:30	239,4	237,4	1,26	0	0,2	0
10\07\2015	15:09:20	238,8	237,1	1,41	0	0,23	0
10\07\2015	15:35:10	238,6	237,5	1,51	0	0,26	0
10\07\2015	16:01:00	239,7	237,8	1,54	0	0,26	0
10\07\2015	16:26:50	240	238,1	1,41	0	0,24	0
10\07\2015	16:52:40	240	238,1	1,51	0	0,26	0
10\07\2015	17:18:30	240,7	238,8	1,4	0	0,24	0
10\07\2015	17:44:20	243	241,3	1,62	0	0,28	0
10\07\2015	18:10:10	243,1	241,6	1,57	0	0,27	0
10\07\2015	18:36:00	240,8	239,5	1,56	0	0,27	0
10\07\2015	19:01:50	241,1	239,4	1,62	2,13	0,27	0,38
10\07\2015	19:27:40	242,1	240,8	1,58	2,02	0,26	0,34
10\07\2015	19:53:30	243	241,7	1,67	2,19	0,27	0,39
10\07\2015	20:19:20	243	241,9	1,72	2,2	0,29	0,39
10\07\2015	20:45:10	240,9	239,6	1,75	2,15	0,3	0,39
10\07\2015	21:11:00	240,6	239,4	2,22	2,15	0,43	0,39
10\07\2015	21:36:50	238	236,2	2,14	2,8	0,42	0,6
10\07\2015	22:02:40	239,6	237,9	2,09	2,85	0,41	0,61
10\07\2015	22:28:30	239,7	238,1	2,01	2,91	0,4	0,62
10\07\2015	22:54:20	241,2	239,6	1,49	2,94	0,31	0,62
10\07\2015	23:20:10	241,3	239,8	0	2,38	0	0,48
10\07\2015	23:46:00	240,5	238,8	0	2,38	0	0,4
11\07\2015	00:11:50	240	238,2	0	1,97	0	0,33
11\07\2015	00:37:40	241,5	239,3	0	2,18	0	0,39
11\07\2015	01:03:30	242,3	240,3	0	2,17	0	0,39
11\07\2015	01:29:20	243	241,2	0	0	0	0
11\07\2015	01:55:10	244,3	242,6	0	0	0	0

11\07\2015	02:21:00	244,6	242,6	0	0	0	0
11\07\2015	02:46:50	244,6	242,8	0	0	0	0
11\07\2015	03:12:40	244,9	243,3	0	0	0	0
11\07\2015	03:38:30	245,3	243,5	0	0	0	0
11\07\2015	04:04:20	243,1	241,1	0	0	0	0
11\07\2015	04:30:10	242,2	240,4	0	0	0	0
11\07\2015	04:56:00	242,5	240,1	0	0	0	0
11\07\2015	05:21:50	242,5	240,5	0	0	0	0
11\07\2015	05:47:40	244,1	242,2	0	0	0	0
11\07\2015	06:13:30	245,4	244,2	0	0	0	0
11\07\2015	06:39:20	244,7	243,6	0	0	0	0
11\07\2015	07:05:10	243,7	242,3	0	2,46	0	0,4
11\07\2015	07:31:00	242,9	241,4	0	2,19	0	0,39
11\07\2015	07:56:50	241,3	239,9	0	2,14	0	0,38
11\07\2015	08:22:40	239,1	237,9	0	2,12	0	0,38
11\07\2015	08:48:30	238,5	236,7	0	2,06	0	0,37
11\07\2015	09:14:20	238,3	236,4	0	2,19	0	0,39
11\07\2015	09:40:10	240	238	0	2,61	0	0,43
11\07\2015	10:06:00	239,6	238,9	0	2,52	0	0,42
11\07\2015	10:31:50	239,8	238,3	0	1,97	0	0,33
11\07\2015	10:57:40	239,3	238,1	0	1,97	0	0,33
11\07\2015	11:23:30	238,2	236,8	0	1,95	0	0,33
11\07\2015	11:49:20	238,3	236,7	0	2,08	0	0,37
11\07\2015	12:15:10	239,1	236,9	0	1,95	0	0,33
11\07\2015	12:41:00	238,7	236,7	0	2,05	0	0,37
11\07\2015	13:06:50	237,6	235,9	0	1,96	0	0,33
11\07\2015	13:32:40	237,1	235,6	0	1,61	0	0,23
11\07\2015	13:58:30	237	235,4	0	1,62	0	0,23
11\07\2015	14:24:20	237,7	236	0	2,05	0	0,37
11\07\2015	14:50:10	237,3	235,8	0	2,06	0	0,37
11\07\2015	15:16:00	239,6	238,2	0	2,36	0	0,4
11\07\2015	15:41:50	240	238,6	0	2,38	0	0,4
11\07\2015	16:07:40	241	239,6	0	2,14	0	0,39
11\07\2015	16:33:30	241,2	239,8	0	2,13	0	0,38
11\07\2015	16:59:20	240,7	239,1	0	2,13	0	0,38
11\07\2015	17:25:10	241,1	239,5	0	2,14	0	0,38
11\07\2015	17:51:00	240,8	238,9	0	2,13	0	0,38
11\07\2015	18:16:50	240,7	239	0	2,13	0	0,38
11\07\2015	18:42:40	240,9	239,4	0	2,15	0	0,38
11\07\2015	19:08:30	241,5	239,7	0	2,4	0	0,4
11\07\2015	19:34:20	240,3	238,6	0	2,39	0	0,4
11\07\2015	20:00:10	240,1	238,8	0,78	2,39	0,09	0,4
11\07\2015	20:26:00	243,8	242,6	0,8	2,76	0,09	0,44
11\07\2015	20:51:50	242,6	240,9	1,02	2,73	0,14	0,44
11\07\2015	21:17:40	241,3	239,7	0,51	2,41	0,04	0,41

11\07\2015	21:43:30	239,5	237,5	0	2,1	0	0,38
11\07\2015	22:09:20	236,9	234,9	1,43	2,47	0,28	0,52
11\07\2015	22:35:10	240	238	1,47	3,29	0,29	0,7
11\07\2015	23:01:00	241,9	240,1	1,14	2,65	0,22	0,54
11\07\2015	23:26:50	243,2	241,6	0	2,68	0	0,55
11\07\2015	23:52:40	243,4	241,5	0	2,7	0	0,54
12\07\2015	00:18:30	244,4	242,7	0	2,29	0	0,42
12\07\2015	00:44:20	244,8	243,2	0	0	0	0
12\07\2015	01:10:10	242,5	241,1	0	0	0	0
12\07\2015	01:36:00	243	241,3	0	0,34	0	0,02
12\07\2015	02:01:50	244,1	242,3	0	0	0	0
12\07\2015	02:27:40	243,2	241,6	0	0,79	0	0,09
12\07\2015	02:53:30	243,9	242,5	0	0,69	0	0,05
12\07\2015	03:19:20	244,7	243	0	0	0	0
12\07\2015	03:45:10	245,1	243,3	0	0	0	0
12\07\2015	04:11:00	244,6	243	0	0	0	0
12\07\2015	04:36:50	243,9	242,6	0	0	0	0
12\07\2015	05:02:40	244,6	242,9	0	0	0	0
12\07\2015	05:28:30	245	243,7	0	0	0	0
12\07\2015	05:54:20	243,4	241,9	0	0	0	0
12\07\2015	06:20:10	242,3	240,8	0	0	0	0
12\07\2015	06:46:00	241,4	239,9	0	0	0	0
12\07\2015	07:11:50	239,9	238,7	2,7	1,87	0,31	0,38
12\07\2015	07:37:40	239,3	238,2	2,68	1,88	0,32	0,38
12\07\2015	08:03:30	239,2	238	2,67	1,9	0,32	0,38
12\07\2015	08:29:20	238,4	237,3	2,68	1,83	0,32	0,38
12\07\2015	08:55:10	237,9	236,9	2,64	1,29	0,31	0,19
12\07\2015	09:21:00	237,8	236,8	2,64	1,62	0,31	0,3
12\07\2015	09:46:50	236,7	235,8	2,63	0	0,31	0
12\07\2015	10:12:40	238,8	237,8	2,65	1,47	0,32	0,23
12\07\2015	10:38:30	239	237,6	2,68	0	0,35	0
12\07\2015	11:04:20	237,2	236,1	2,65	0	0,35	0
12\07\2015	11:30:10	236,7	235,8	2,65	0	0,35	0
12\07\2015	11:56:00	236,5	235,5	2,65	0	0,35	0
12\07\2015	12:21:50	238,8	237,6	2,69	0	0,35	0
12\07\2015	12:47:40	239	238	2,7	0	0,35	0
12\07\2015	13:13:30	239,8	238,7	2,72	0	0,36	0
12\07\2015	13:39:20	240,6	239,5	2,72	0	0,36	0
12\07\2015	14:05:10	240,5	239,3	2,73	0	0,36	0
12\07\2015	14:31:00	239,5	238,5	2,78	0	0,4	0
12\07\2015	14:56:50	240,8	239,5	2,94	0	0,45	0
12\07\2015	15:22:40	240,5	239,5	3,14	0	0,5	0
12\07\2015	15:48:30	240,2	239,3	3,06	0	0,48	0
12\07\2015	16:14:20	240,3	239,4	3,09	0	0,49	0
12\07\2015	16:40:10	240,2	239,5	3,1	0	0,49	0

12\07\2015	17:06:00	239,9	239,3	3,11	0	0,49	0
12\07\2015	17:31:50	240,8	239,8	3,16	0	0,5	0
12\07\2015	17:57:40	239,6	238,8	3,06	0	0,48	0
12\07\2015	18:23:30	240	239	3,14	0	0,5	0
12\07\2015	18:49:20	239,7	238,9	3,14	0	0,49	0
12\07\2015	19:15:10	239	238,1	3,35	0	0,5	0
12\07\2015	19:41:00	238,5	237,2	3,4	2,46	0,52	0,5
12\07\2015	20:06:50	239,4	238,6	3,36	0,56	0,5	0,05
12\07\2015	20:32:40	239,1	238,3	3,36	0	0,5	0
12\07\2015	20:58:30	242,5	241	3,48	0	0,53	0
12\07\2015	21:24:20	240,1	238,8	3,34	2,39	0,5	0,49
12\07\2015	21:50:10	238,4	236,4	3,37	2,27	0,5	0,48
12\07\2015	22:16:00	238,5	236,9	3,37	2,3	0,5	0,49
12\07\2015	22:41:50	238,6	237,5	3,11	0	0,43	0
12\07\2015	23:07:40	240,5	239,2	3,17	0	0,43	0
12\07\2015	23:33:30	239,2	238,8	3,08	0	0,39	0
12\07\2015	23:59:20	241,2	239,5	3,07	0	0,36	0
13\07\2015	00:25:10	239,3	238	3,19	0	0,41	0
13\07\2015	00:51:00	242,5	241,2	3,08	0,38	0,36	0,02
13\07\2015	01:16:50	244,1	242,7	0	0	0	0
13\07\2015	01:42:40	244,2	242,7	0	0	0	0
13\07\2015	02:08:30	244,1	242,3	0	0	0	0
13\07\2015	02:34:20	244,6	243,2	0	0,78	0	0,1
13\07\2015	03:00:10	244,6	243,4	0	0,46	0	0,04
13\07\2015	03:26:00	245,3	243,6	0	0,56	0	0,06
13\07\2015	03:51:50	245	243,4	0	0	0	0
13\07\2015	04:17:40	245,3	243,8	0	0	0	0
13\07\2015	04:43:30	245,5	244,1	0	0,3	0	0,02
13\07\2015	05:09:20	244,9	243,5	0	0	0	0
13\07\2015	05:35:10	245,6	244,3	0	0	0	0
13\07\2015	06:01:00	244,9	243,2	0	0	0	0
13\07\2015	06:26:50	245,1	243,4	0	0	0	0
13\07\2015	06:52:40	244,7	242,8	0	0	0	0
13\07\2015	07:18:30	244,6	243	0	2,24	0	0,39
13\07\2015	07:44:20	242,1	240,6	0	2,18	0	0,38
13\07\2015	08:10:10	238,3	236,7	0	2,1	0	0,37
13\07\2015	08:36:00	237,7	236,1	0	1,66	0	0,23
13\07\2015	09:01:50	236,2	234,3	0	1,04	0	0,1

Anexo B

O anexo B apresenta os resultados obtidos de outra monitorização, nomeadamente da instalação elétrica do exterior durante 3 dias. É possível ver os valores de V1, V2 e V3 (em Vol), I1, I2 e I3 (em A) P1 P2 e P3 (em W).

Time Data	V1	V2	V3	I1	I2	I3	P1(kW)	P2(kW)	P3(kW)
11;42:29 27\11\2015	232,2	231,6	231,1	0	0	0	0	0	0
12;12:29 27\11\2015	237,6	224,6	231	0	0	0	0	0	0
12;42:29 27\11\2015	239,3	225,9	232,5	0	0	0	0	0	0
13;12:29 27\11\2015	239,9	226,6	232,9	0	0	0	0	0	0
13;42:29 27\11\2015	243,8	230,1	236,4	0	0	0	0	0	0
14;12:29 27\11\2015	244,2	230,8	236,4	0	0	0	0	0	0
14;42:29 27\11\2015	239,6	226,2	232,5	0	0	0	0	0	0
15;12:29 27\11\2015	237,3	224,5	230	0	0	0	0	0	0
15;42:29 27\11\2015	238,8	225,4	231,3	0	0	0	0	0	0
16;12:29 27\11\2015	239,2	225,9	232	0	0	0	0	0	0
16;42:29 27\11\2015	239,2	225,8	231,9	0	0	0	0	0	0
17;12:29 27\11\2015	239,9	226,1	232,3	0	0	0	0	0	0
17;42:29 27\11\2015	239,5	226,4	232,5	0	0	0	0	0	0
18;12:29 27\11\2015	238,5	225,2	231,3	0	0	0	0	0	0
18;42:29 27\11\2015	238	224,9	230,7	25,87	21,85	18,03	3,37	5,54	1,66
19;12:29 27\11\2015	240,6	226,8	232,9	26,87	22,46	18,54	3,28	5,67	0,58
19;42:29 27\11\2015	241,2	227,6	233,5	26,48	24,03	19,14	3,61	5,03	1,77
20;12:29 27\11\2015	242,2	228,4	234,6	27,2	23,53	19,22	3,69	4,86	0,5
20;42:29 27\11\2015	244	230,1	235,6	27,54	24,5	19,96	3,58	5,68	1,52
21;12:29 27\11\2015	242,6	228,4	234	27,48	23,21	19,88	3,72	4,69	0,5
21;42:29 27\11\2015	244,9	230,7	236,4	28	25,32	21,18	4	5,96	0,89
22;12:29 27\11\2015	243	229	234,9	28,65	23,65	20,38	4,34	4,6	0,49
22;42:29 27\11\2015	241,5	227,5	233,5	27,17	24,14	20,08	3,99	4,79	0,48
23;12:29 27\11\2015	242,6	228,6	234,9	28,88	23,99	20,77	3,57	4,61	0,96
23;42:29 27\11\2015	244,3	230,2	236,3	28,62	25,64	21,5	3,98	4,97	0,86
00;12:29 28\11\2015	243,6	229,5	235,6	28,36	25,9	21,12	3,92	5,09	0,86
00;42:29 28\11\2015	244,7	230,6	236,7	29,25	25,74	22,5	3,86	4,69	1,15
01;12:29 28\11\2015	241,5	227,7	233,6	28,48	23,95	21	3,69	5,36	0,65
01;42:29 28\11\2015	244,1	230,2	236,1	29,31	26,41	22,33	3,88	4,88	0,73
02;12:29 28\11\2015	243,3	229,6	236	29,33	26,89	22	3,88	5,09	0,81
02;42:29 28\11\2015	244,6	229,3	236,1	30,12	25,47	22,09	3,83	4,88	0,42
03;12:29 28\11\2015	244,7	229,9	236,4	30	26,52	22,23	3,8	5,86	0,5
03;42:29 28\11\2015	244,6	230,4	236,4	29,64	26,23	22,41	3,89	4,72	0,81
04;12:29 28\11\2015	246,1	231,8	238,1	30,22	27,62	23,44	4,13	4,93	0,73
04;42:29 28\11\2015	243,2	228,8	235,1	29,14	26,89	21,8	3,79	5,06	0,5
05;12:29 28\11\2015	242	227,8	233,6	28,94	24,9	21,35	4,5	4,57	0,62

05;42:29 28\11\2015	242,3	228	233,7	29,02	25,35	21,61	3,66	4,81	0,65
06;12:29 28\11\2015	240,9	227,3	232,8	27,84	25,06	21,08	3,97	4,69	0,65
06;42:29 28\11\2015	240,7	226,7	232,6	28,02	24,35	21	3,74	4,69	0,62
07;12:29 28\11\2015	240,6	227	232,9	27,89	24,9	21,12	3,95	4,73	0,62
07;42:29 28\11\2015	240,2	226,4	232,2	28,06	24,86	21,04	3,72	4,95	0,72
08;12:29 28\11\2015	241,1	227	233,4	28,45	25,57	21,31	3,91	4,88	0,74
08;42:29 28\11\2015	241,8	228,4	234,8	0	0	0	0	0	0
09;12:29 28\11\2015	240,3	227,1	232,8	0	0	0	0	0	0
09;42:29 28\11\2015	238,1	225,3	231,6	0	0	0	0	0	0
10;12:29 28\11\2015	236,9	223,9	230,4	0	0	0	0	0	0
10;42:29 28\11\2015	239,6	226,5	232,6	0	0	0	0	0	0
11;12:29 28\11\2015	242,8	229,6	235,7	0	0	0	0	0	0
11;42:29 28\11\2015	240,6	227,5	233,7	0	0	0	0	0	0
12;12:29 28\11\2015	239,9	227	232,7	0	0	0	0	0	0
12;42:29 28\11\2015	238,7	225,6	231,6	0	0	0	0	0	0
13;12:29 28\11\2015	238,1	225,3	231,3	0	0	0	0	0	0
13;42:29 28\11\2015	239,4	226,4	232,2	0	0	0	0	0	0
14;12:29 28\11\2015	238,2	225,6	231,1	0	0	0	0	0	0
14;42:29 28\11\2015	239,3	226,4	231,9	0	0	0	0	0	0
15;12:29 28\11\2015	241,3	228	233,6	0	0	0	0	0	0
15;42:29 28\11\2015	241,2	228	233,5	0	0	0	0	0	0
16;12:29 28\11\2015	241,6	228,2	234	0	0	0	0	0	0
16;42:29 28\11\2015	241,3	228,5	233,8	0	0	0	0	0	0
17;12:29 28\11\2015	241,5	228,6	234,2	0	0	0	0	0	0
17;42:29 28\11\2015	241,3	228,5	234,2	0	0	0	0	0	0
18;12:29 28\11\2015	239,6	226,8	232,6	0	0	0	0	0	0
18;42:29 28\11\2015	238,6	225,8	231,1	27,51	24,09	19,82	3,56	4,94	0,89
19;12:29 28\11\2015	237,6	224,5	229,9	27,2	22,71	19,48	3,56	4,65	0,77
19;42:29 28\11\2015	241,9	228,4	234,2	27,84	24,76	20,97	3,68	4,84	1,11
20;12:29 28\11\2015	242,7	228,9	234,9	28,18	24,25	21,01	3,84	4,78	0,76
20;42:29 28\11\2015	243,2	229,6	235,4	28,57	25,85	21,54	3,93	4,99	0,75
21;12:29 28\11\2015	244,5	230,8	236,4	29,27	26,34	22,51	3,83	4,84	1,27
21;42:29 28\11\2015	243,9	230,3	236,1	28,77	26,61	22,07	4,07	5,09	0,74
22;12:29 28\11\2015	242,7	229,5	235,2	28,94	26,03	21,9	4,74	4,83	0,76
22;42:29 28\11\2015	242,7	229,1	235	28,87	25,32	21,98	4,9	4,48	0,92
23;12:29 28\11\2015	242,4	229,1	234,3	28,79	26,36	21,92	3,8	4,86	0,75
23;42:29 28\11\2015	241,9	228,7	234,1	28,63	25,3	21,75	3,77	4,75	0,71
00;12:29 29\11\2015	242,3	228,9	235	29,62	26,44	22,16	3,64	4,92	0,73
00;42:29 29\11\2015	243,5	230,3	236,1	29,36	27,33	22,7	4	5,04	0,74
01;12:29 29\11\2015	244,2	230,8	236	30,46	27,37	23,07	3,67	4,91	0,74
01;42:29 29\11\2015	241,7	228	233,6	29,02	26,49	21,91	3,78	4,9	0,77
02;12:29 29\11\2015	241,9	228,8	234,5	29,47	26,36	22,36	3,84	4,77	0,69
02;42:29 29\11\2015	242,8	229,1	234,8	29,91	26,69	22,44	3,77	4,85	0,69
03;12:29 29\11\2015	242,4	229,2	234,6	29,48	26,76	22,42	3,86	4,82	0,68
03;42:29 29\11\2015	242,3	229,2	234,7	29,57	26,52	22,34	3,88	4,8	0,7
04;12:29 29\11\2015	243,4	229,6	235,6	29,96	26,86	22,95	4,82	4,79	0,72
04;42:29 29\11\2015	243,3	229,5	235,3	30,25	27,13	22,76	3,85	4,94	0,51

05;12:29 29\11\2015	243,1	229,6	235,3	30,03	26,71	23,02	3,9	4,75	0,68
05;42:29 29\11\2015	243,1	229,1	235,2	30,33	27,59	22,67	3,61	4,96	0,67
06;12:29 29\11\2015	242,9	229,3	235,1	29,8	27,31	22,56	3,92	4,93	0,52
06;42:29 29\11\2015	243,2	229	235,2	30,25	27,18	22,92	3,89	4,92	0,56
07;12:29 29\11\2015	242,9	229,3	235,2	29,88	27,44	22,76	3,92	4,93	0,54
07;42:29 29\11\2015	242,6	229	234,8	29,6	27,31	22,69	3,89	4,96	0,74
08;12:29 29\11\2015	243,4	229,7	235,6	31,03	28,52	23,8	3,94	4,98	0,54
08;42:29 29\11\2015	243,1	229,7	235,6	0	0	0	0	0	0
09;12:29 29\11\2015	243	229,6	235,7	0	0	0	0	0	0
09;42:29 29\11\2015	240,5	227,8	233,7	0	0	0	0	0	0
10;12:29 29\11\2015	239,5	226,5	232,6	0	0	0	0	0	0
10;42:29 29\11\2015	238,7	225,4	231,8	0	0	0	0	0	0
11;12:29 29\11\2015	238,4	225,2	231,2	0	0	0	0	0	0
11;42:29 29\11\2015	239,5	226,4	232,7	0	0	0	0	0	0
12;12:29 29\11\2015	239,9	226,4	232,4	0	0	0	0	0	0
12;42:29 29\11\2015	238,3	225,4	231,8	0	0	0	0	0	0
13;12:29 29\11\2015	237,6	224,7	230,6	0	0	0	0	0	0
13;42:29 29\11\2015	237,8	224,8	230,9	0	0	0	0	0	0
14;12:29 29\11\2015	238,2	225,4	231,2	0	0	0	0	0	0
14;42:29 29\11\2015	239,6	226,9	232,8	0	0	0	0	0	0
15;12:29 29\11\2015	238,2	225,8	231,7	0	0	0	0	0	0
15;42:29 29\11\2015	237,2	224,7	230,7	0	0	0	0	0	0
16;12:29 29\11\2015	239,2	226,1	232,6	0	0	0	0	0	0
16;42:29 29\11\2015	239,1	226,5	232,4	0	0	0	0	0	0
17;12:29 29\11\2015	238,8	225,8	231,9	0	0	0	0	0	0
17;42:29 29\11\2015	238,8	226	232,2	0	0	0	0	0	0
18;12:29 29\11\2015	238	225,4	231,6	0	0	0	0	0	0
18;42:29 29\11\2015	238,5	224,9	231,1	27,33	24,14	20,2	3,64	4,73	0,67
19;12:29 29\11\2015	240,8	226,8	233	28,38	24,68	20,89	3,53	4,67	0,77
19;42:29 29\11\2015	240,6	226,6	233,2	28	25,61	20,73	3,66	4,97	0,55
20;12:29 29\11\2015	240,7	227	233,2	28,48	24,65	20,79	3,62	4,77	0,54
20;42:29 29\11\2015	240,8	226,8	233,2	28,4	23,9	21,03	3,48	4,79	0,88
21;12:29 29\11\2015	240,9	227	232,9	28,55	25,41	21,51	3,77	4,91	1,28
21;42:29 29\11\2015	241	226,9	232,9	28,51	24,43	21,13	3,42	4,67	0,83
22;12:29 29\11\2015	241,8	227,9	234	28,56	24,69	21,41	3,82	4,68	0,65
22;42:29 29\11\2015	242,4	228,9	234,9	29,08	25,06	22,21	3,89	4,61	1,27
23;12:29 29\11\2015	243,5	229,6	236	29,44	26,67	22,76	3,99	4,98	1,28
23;42:29 29\11\2015	244,6	230,8	237	30,07	26,64	23,28	3,92	4,85	0,87
00;12:29 30\11\2015	243,8	229,9	236	29,63	26,45	23,16	3,89	4,82	0,78
00;42:29 30\11\2015	243	229,3	235,5	29,65	25,88	22,68	3,87	4,65	0,45
01;12:29 30\11\2015	244,8	231	237,1	30,55	27,47	23,74	3,88	4,9	0,5
01;42:29 30\11\2015	242,6	229,1	235,2	29,56	26,29	22,56	3,88	4,82	0,47
02;12:29 30\11\2015	241,4	227,8	233,5	29,54	24,85	21,52	3,84	4,78	0,49
02;42:29 30\11\2015	241,5	228,1	234,1	28,52	25,76	21,52	3,79	4,89	0,48
03;12:29 30\11\2015	242	228	234,4	28,77	25,48	21,73	3,85	4,77	0,49
03;42:29 30\11\2015	241,5	227,9	234	28,52	24,97	21,5	3,75	4,63	0,47
04;12:29 30\11\2015	242	228,2	234,3	28,81	25,44	21,87	3,82	4,69	0,48

04;42:29 30\11\2015	241,7	228	234,1	28,77	25,29	21,63	3,88	4,69	0,46
05;12:29 30\11\2015	241,8	227,9	234,2	29,18	26,65	21,81	3,64	5,03	0,6
05;42:29 30\11\2015	241,5	227,6	233,9	28,72	25,46	21,74	3,71	4,74	0,94
06;12:29 30\11\2015	242,8	229,2	235,1	29,83	26,67	22,53	3,64	4,82	0,57
06;42:29 30\11\2015	241,4	227,4	233,6	27,95	25,08	21,2	3,97	4,73	0,49
07;12:29 30\11\2015	241,7	227,6	234,6	28,25	25,82	21,81	3,94	4,81	0,83
07;42:29 30\11\2015	240,3	226,6	233,2	27,54	23,6	20,55	3,86	4,71	0,46
08;12:29 30\11\2015	240,4	226,7	232,8	27,54	24,5	20,81	3,75	4,67	0,86
08;42:29 30\11\2015	240,3	226,8	232,9	0	0	0	0	0	0
09;12:29 30\11\2015	237,5	224,2	230,5	0	0	0	0	0	0
09;42:29 30\11\2015	237,8	224,6	230,9	0	0	0	0	0	0
10;12:29 30\11\2015	237,9	225	231,3	0	0	0	0	0	0
10;42:29 30\11\2015	239	226	232,4	0	0	0	0	0	0
11;12:29 30\11\2015	239	225,7	232,2	0	0	0	0	0	0
11;42:29 30\11\2015	238,3	225,2	231,7	0	0	0	0	0	0
12;12:29 30\11\2015	238	225,4	231,8	0	0	0	0	0	0
12;42:29 30\11\2015	237,3	224,6	231,2	0	0	0	0	0	0
13;12:29 30\11\2015	238,5	225,6	231,6	0	0	0	0	0	0
13;42:29 30\11\2015	241,5	228,4	234,9	0	0	0	0	0	0
14;12:29 30\11\2015	241,8	229	234,8	0	0	0	0	0	0
14;42:29 30\11\2015	240,6	227,6	233,6	0	0	0	0	0	0
15;12:29 30\11\2015	238,6	225,6	231,6	0	0	0	0	0	0
15;42:29 30\11\2015	237	223,7	230,2	0	0	0	0	0	0
16;12:29 30\11\2015	236,7	224,2	230	0	0	0	0	0	0
16;42:29 30\11\2015	236,9	223,6	230	0	0	0	0	0	0
17;12:29 30\11\2015	236,6	223,7	229,7	0	0	0	0	0	0
17;42:29 30\11\2015	236,4	223,4	229,4	0	0	0	0	0	0
18;12:29 30\11\2015	238,5	225,9	231,6	0,14	0	0	0	0	0
18;42:29 30\11\2015	235,8	223,1	228,7	25,59	20,92	17,81	3,62	4,72	0,57
19;12:29 30\11\2015	238,1	224,7	230,8	26,36	22,7	18,21	3,65	4,97	0,53
19;42:29 30\11\2015	239,3	225,6	231,4	26,14	22,36	18,36	3,71	4,71	0,5
20;12:29 30\11\2015	241	227,9	233,8	26,94	22,49	19,02	3,66	4,69	0,84
20;42:29 30\11\2015	243	229,6	235,2	27,1	23,72	19,73	3,97	4,99	1,09
21;12:29 30\11\2015	241,6	228,3	233,5	28,14	23,6	19,84	4,19	4,91	0,5
21;42:29 30\11\2015	244,2	230,4	235,8	28,44	24,15	20,95	3,83	4,74	0,83
22;12:29 30\11\2015	240	226,7	232,3	27,29	22,3	19,44	3,77	4,61	0,47
22;42:29 30\11\2015	239,4	226,1	231,6	26,93	23,54	19,85	3,83	4,76	0,95
23;12:29 30\11\2015	240,6	227,4	233,2	26,95	23,49	19,94	3,98	4,69	0,44
23;42:29 30\11\2015	242,5	229	235,2	28,04	24,52	20,96	3,91	4,77	0,8
00;12:29 01\12\2015	243,9	230,3	236,6	28,57	24,38	21,84	3,99	4,53	0,79
00;42:29 01\12\2015	242,9	229,1	235,4	27,78	24,96	21,4	4,08	4,87	0,77
01;12:29 01\12\2015	242	228,7	234,8	27,55	24,8	21,33	4,15	4,72	0,87
01;42:29 01\12\2015	238,6	225,3	231,3	26,62	24,52	19,96	3,88	4,91	0,6
02;12:29 01\12\2015	240,1	226,6	232,7	27,07	24,31	20,36	3,85	4,79	0,42
02;42:29 01\12\2015	241,3	227,8	234	28,53	25,19	21,04	3,64	4,86	0,47
03;12:29 01\12\2015	241,5	228,1	234	28,1	24,69	21	3,8	4,89	0,46
03;42:29 01\12\2015	242,3	228,6	235	28,57	25,1	21,55	3,83	4,84	0,59

04;12:29 01\12\2015	243,7	229,7	236,1	29,15	25,92	22,47	3,88	4,77	0,67
04;42:29 01\12\2015	242,7	229	234,9	28,51	25,71	21,68	3,95	4,98	0,96
05;12:29 01\12\2015	241,2	227,6	233,7	28,1	24,68	21,12	3,77	4,72	0,97
05;42:29 01\12\2015	242,5	228,3	234,9	28,45	25,21	21,4	3,87	4,83	0,33
06;12:29 01\12\2015	241,8	228	234,1	28,31	25,3	21,33	3,83	4,82	0,5
06;42:29 01\12\2015	241,7	227,9	234,1	27,87	24,73	21,14	3,98	4,69	0,74
07;12:29 01\12\2015	242,3	228,5	234,6	28,39	25,04	21,52	3,82	4,71	0,55
07;42:29 01\12\2015	240,5	226,7	233,2	28,16	24,4	20,74	3,63	4,93	0,4
08;12:29 01\12\2015	239,8	226,1	232,6	27,96	24,59	20,88	3,57	4,73	0,83
08;42:29 01\12\2015	239,9	226,6	232,8	0	0	0	0	0	0
09;12:29 01\12\2015	236,8	223,7	230	0	0	0	0	0	0
09;42:29 01\12\2015	236,6	223,4	229,5	0	0	0	0	0	0
10;12:29 01\12\2015	240,7	227,3	233,7	0	0	0	0	0	0
10;42:29 01\12\2015	238,3	225,1	231,7	0	0	0	0	0	0
11;12:29 01\12\2015	239,2	226	232,5	0	0	0	0	0	0
11;42:29 01\12\2015	238	224,7	231,5	0	0	0	0	0	0
12;12:29 01\12\2015	237,8	225,1	231,3	0	0	0	0	0	0
12;42:29 01\12\2015	237,8	224,8	231,1	0	0	0	0	0	0
13;12:29 01\12\2015	237,7	225	231,1	0	0	0	0	0	0
13;42:29 01\12\2015	241,4	228,7	234,6	0	0	0	0	0	0
14;12:29 01\12\2015	241,6	229	235,1	0	0	0	0	0	0
14;42:29 01\12\2015	241,1	227,9	234,1	0	0	0	0	0	0
15;12:29 01\12\2015	237,9	225,6	231,2	0	0	0	0	0	0
15;42:29 01\12\2015	236,5	223,9	229,8	0	0	0	0	0	0
16;12:29 01\12\2015	236,5	223,5	230	0	0	0	0	0	0
16;42:29 01\12\2015	237	223,8	229,9	0	0	0	0	0	0
17;12:29 01\12\2015	236,5	223,9	229,7	0	0	0	0	0	0
17;42:29 01\12\2015	238,3	225,2	231,6	0	0	0	0	0	0
18;12:29 01\12\2015	239,1	226,2	232,2	0	0	0	0	0	0
18;42:29 01\12\2015	236,1	223	229,1	25,59	21,5	18,08	3,72	4,84	0,71
19;12:29 01\12\2015	238,9	225,6	231,8	26,02	20,97	18,28	3,84	4,61	0,49
19;42:29 01\12\2015	240	226,5	232,7	26,11	21,92	18,46	3,63	4,67	0,86
20;12:29 01\12\2015	241,3	227,4	233,4	25,72	22,21	18,76	4,1	4,65	0,47
20;42:29 01\12\2015	242,3	228,9	234,8	27,38	22,79	19,69	3,77	4,59	0,75
21;12:29 01\12\2015	241,4	228,5	233,8	27,38	23,1	19,79	3,74	4,62	0,8
21;42:29 01\12\2015	243,9	230,8	236,3	27,55	24,61	20,6	4,1	4,9	0,5
22;12:29 01\12\2015	242	228,9	234,6	27,84	24,23	20,3	3,69	4,9	0,8
22;42:29 01\12\2015	242,3	229,2	235	27,24	23,89	20,23	4,11	4,8	0,5
23;12:29 01\12\2015	241,3	228,3	233,6	27,17	23,41	20,32	4,07	4,65	0,75
23;42:29 01\12\2015	241,2	228	233,8	27,41	23,61	20	3,94	4,73	0,5
00;12:29 02\12\2015	240	227	233,1	27,37	24,22	20,11	3,81	4,83	0,86
00;42:29 02\12\2015	240,9	227,7	233,6	28,77	24,76	20,65	3,41	4,85	0,79
01;12:29 02\12\2015	237,4	224,3	230,1	27,21	22,74	19,77	3,77	4,73	0,49
01;42:29 02\12\2015	242,5	229,3	235	28,91	25,61	21,31	3,77	4,92	0,45
02;12:29 02\12\2015	243,7	230	235,9	28,89	25,61	21,94	3,92	4,83	0,74
02;42:29 02\12\2015	243,4	230,1	236	28,88	25,41	21,89	4,05	4,66	0,46
03;12:29 02\12\2015	244,6	231	237	30,33	26,99	22,84	3,71	4,9	0,51

03;42:29 02\12\2015	243	229,2	235,7	29,87	26,63	22,43	3,72	4,93	0,83
04;12:29 02\12\2015	242,7	229,4	235,5	29,88	25,79	22,49	3,84	4,61	0,97
04;42:29 02\12\2015	243,2	229,6	236	29,66	26,38	22,58	4,02	4,65	0,83
05;12:29 02\12\2015	243	229,6	235,6	29,49	26,78	22,49	3,84	4,93	0,77
05;42:29 02\12\2015	243,4	229,6	235,8	29,31	26,81	22,49	3,91	4,97	0,69
06;12:29 02\12\2015	244,1	230,5	237	29,47	26,9	22,59	4,15	4,89	0,5
06;42:29 02\12\2015	244,4	230,7	236,7	30,21	26,73	22,7	3,76	4,78	0,5
07;12:29 02\12\2015	243,6	229,5	236	29,12	26,77	22,23	4,14	4,97	0,46
07;42:29 02\12\2015	242,5	228,8	235,1	28,99	26,73	21,72	3,91	5,08	0,84
08;12:29 02\12\2015	241,2	227,9	234,2	28,13	25,21	21,18	4,11	4,81	0,75

Anexo C

Neste anexo são apresentadas as características dos candeeiros apresentados em estudo para a iluminação exterior.

Kasu LED

CARACTERÍSTICAS	
Temperatura de cor	Branco quente (3.000K) Branco neutro (4.000K)
Potência consumida (gama)	23W a 80W
Fluxo tipo da luminária (gama)	2.000 a 7.000lm
Altura de instalação	3 a 6m
Estanquicidade bloco ótico	IP 66 (*)
Estanquicidade bloco eletrónico	IP 66 (*)
Resistência ao choque (PC)	Difusor plano (standard): IK 09 (**) Difusor convexo (confort): IK 10 (**)
Tensão nominal	120V - 50-60Hz 277V - 50-60HZ
Classe elétrica	I ou II
Materiais	
Corpo	Alumínio injetado
Difusor	Polycarbonato
Cor	RAL 7038 Qualquer cor RAL ou AKZO mediante pedido
(*)O fluxo da luminária é Indicativo: fluxo @ t ₂₅ °C baseado nas Informações do fabricante dos LEDs. O fluxo real emitido pela luminária depende das condições ambientais (ex. temperatura e poluição) e da eficiência da luminária.	

Figura 51 - Características Luminária Kasu LED

Kio LED

CARATERÍSTICAS – LUMINÁRIA

Estanquicidade:	IP 66 ^(*)
Resistência aos choques	- PC: IK 09 ^(**)
	- PMMA: IK 06 ^(**)
Resistência aerodinâmica (CxS):	0,080 m ²
Tensão nominal:	230 V – 50 Hz
Classe elétrica:	II ^(*) (opção Classe I)
Peso (vazia):	8,2 kg

^(*) segundo IEC - EN 60598

^(**) segundo IEC - EN 62262

Figura 52 - Características Luminária Kio LED

Anexo D

Para proceder a um correto estudo de viabilidade económica para um investimento, utilizam-se vários indicadores, dos quais se distinguem o Valor Atual Líquido (*VAL*), Taxa Interna de Rentabilidade (*TIR*) e o Período de Recuperação do Investimento (*PRI*).

O *VAL* obtém-se no cálculo do somatório das receitas líquidas anuais, também designadas por cash-flows (*CF_j*) anuais, atualizados à taxa de atualização (*i*) e é obtido pela expressão (30):

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} - I_t$$

CF_j – cash-flow do ano *j*, em €;

n – vida útil do projeto, em anos;

I_t – investimento total atualizado para o ano 0, em €;

i – taxa de atualização, em %.

Quanto ao *TIR* (taxa interna de retorno), representa a taxa máxima de rentabilidade do projecto. O seu valor pode ser calculado pela expressão 21:

$$TIR = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+TIR)^j} - I_t = 0$$

O *PRI* traduz o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial, sendo outro indicador importante na análise financeira de um projeto. É possível calcular o *PRI* através da seguinte equação 22:

$$PRI = \sum_{j=0}^n CF_j = I_t$$