

A Gestão de Energia como um fator de sustentabilidade no Turismo.

Análise de casos de unidades de alojamento e serviços em Sintra.

Ana Rita Figueiredo Fernandes Agostinho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia do Ambiente

Orientador: Professor Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro

Júri

Presidente: Professor Doutor António Jorge Gonçalves de Sousa

Orientador: Professor Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro

Vogal: Professor Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Novembro 2014

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento é dirigido ao Professor Manuel Pinheiro que, como orientador desta dissertação, confiou em mim para realizar este trabalho e mostrou-se sempre disponível para me conduzir no decurso do mesmo. As sugestões, recomendações e conhecimentos partilhados foram fundamentais para a realização desta dissertação.

Agradeço também a todos os colaboradores do Almáa Sintra Hostel, da Casa do Valle, do Lawrence's Hotel e da Parques de Sintra – Monte da Lua que, nas inúmeras visitas, sempre me receberam com um sorriso, partilhando experiências e informações imprescindíveis à análise dos serviços turísticos. Em especial, ao João de Mello e ao Bernabé do Almáa Sintra Hostel, à D. Virpi e à Patrícia Barros da Casa do Valle, à Dra. Catarina Caracol, à D. Anabela Pereira, ao Sr. Carlos Monteiro, ao Sr. Fernando Jorge e à D. Hortênsia do Lawrence's Hotel e à Dra. Inês Moreira, ao Eng. André Mingote, ao Eng. Nuno Oliveira, ao Eng. Pedro Martins e à Tânia Santos da Parques de Sintra – Monte da Lua.

Ao Frederico Galão, pela camaradagem no decorrer dos levantamentos ambientais e pelas sugestões partilhadas.

A todos os amigos que fiz ao longo deste percurso académico e aos colegas de curso que me acompanharam.

A todos os meus amigos, alguns que me acompanham há muitos anos.

Um agradecimento especial à minha Mãe, Pai, Irmã, Madrinha, Avó e ao João, pilares fundamentais na minha vida.

Obrigada!

RESUMO

Atualmente a energia é essencial para o desenvolvimento de atividades, e o setor turístico não é exceção. A atividade turística é uma das áreas mais dinâmicas do setor dos serviços, registando uma acentuada expansão nos últimos anos. Inclusivamente, torna-se impossível dissociar a atividade turística do consumo de energia, não só pelas inequívocas necessidades energéticas presentes nos serviços de alojamento, culturais e de lazer, mas também pelo consumo de energia pelos meios de transporte.

Este trabalho tem como principais objetivos a caracterização e análise do desempenho energético e modos de procura da sustentabilidade do edificado turístico, nomeadamente as unidades de alojamento e os serviços culturais e de lazer, tendo sido selecionados como casos de estudo o Almáa Sintra Hostel, o *bed and breakfast* Casa do Valle, o Lawrence's Hotel e os serviços culturais e de lazer tutelados pela empresa Parques de Sintra – Monte da Lua, todos eles localizados na Vila de Sintra. Por conseguinte, foram sistematizados os seus principais níveis de desempenho, nomeadamente indicadores energéticos, posicionando-os face aos indicadores de desempenho internacionais.

Os indicadores obtidos, quanto ao consumo mensal de energia, são os seguintes: Almáa Sintra Hostel – 1,09 kgep/dormida, Casa do Valle – 6,98 kgep/dormida, Lawrence's Hotel – 8,36 kgep/dormida e Parques de Sintra – Monte da Lua – 0,19 kgep/visitante.

De forma a melhorar a conservação e a gestão dos recursos energéticos e, conseqüentemente, o desempenho energético, fatores como a sensibilização para as questões ambientais, o aumento da competitividade, a importância da redução dos custos e o desenvolvimento de tecnologias renováveis devem ser articulados.

Palavras-chave: Auditoria energética, desempenho energético, gestão de energia, sustentabilidade turística

ABSTRACT

Currently the energy is essential for the development of activities, and the tourist sector is not an exception. The tourist activity is one of the most dynamic areas of the services sector, characterized by an enormous expansion over the last years. Inclusively, it is impossible to dissociate the tourist activity from the energy consumption, not only due to the unambiguous energy needs for accommodation services and cultural and leisure services, but also due to the energy consumption by the transport facilities.

The main objectives of this thesis are the characterization and the analysis of the energy performance and the searching for sustainability of tourist buildings, particularly the accommodation services and the cultural and leisure services, where the Almáa Sintra Hostel, the Casa do Valle *bed and breakfast*, the Lawrence's Hotel and the cultural and leisure services managed by the enterprise Parques de Sintra – Monte da Lua were selected as case studies, being all located in the village of Sintra. Therefore, their main performance levels, namely energy indicators, were systematized, being positioned in relation to the international performance indicators.

The obtained indicators, regarding energy monthly consumption, are the following: Almáa Sintra Hostel – 1,09 kgoe/guest/night, Casa do Valle – 6,98 kgoe/guest/night, Lawrence's Hotel – 8,36 kgoe/guest/night and Parques de Sintra – Monte da Lua – 0,19 kgoe/visitor.

In order to improve the conservation and the management of energy resources and, consequently, the energy performance, should be hinged factors like the environmental issues awareness, the competitiveness increase, the importance of reducing costs and the renewable technologies development.

Keywords: Energy audit, energy management, energy performance, tourism sustainability

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	x
SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.1.1. A evolução ambiental	1
1.1.2. Energia como um recurso essencial	2
1.1.3. A sustentabilidade no turismo	7
1.2. Objetivos	10
1.3. Metodologia.....	10
1.4. Organização da Dissertação.....	11
2. GESTÃO DE ENERGIA: DESAFIOS DE DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE – ESTADO DA ARTE	13
2.1. Conceitos	13
2.2. Energia e a sua Gestão nos Edifícios.....	16
2.2.1. Importância da energia nos edifícios.....	16
2.2.2. Da certificação à gestão energética	18
2.2.3. A energia como um dos elementos-chave na procura da sustentabilidade – Caso dos sistemas de avaliação	22
2.3. Abordagens de Avaliação	26
2.3.1. Auditoria energética.....	26
2.3.1.1. Definição do plano operacional	29
2.3.2. Medição e instrumentos	40
2.3.3. Estimativas e avaliação por modelos	41
2.4. Abordagens de Gestão	44
2.4.1. Sistemas de gestão ambiental	44
2.4.2. Empresas de serviço energético	49

3.	MODELO DE DESEMPENHO E BOAS PRÁTICAS INTERNACIONAIS	50
3.1.	Indicadores de Desempenho Energético.....	50
3.1.1.	Unidades de alojamento	50
3.1.2.	Outros serviços turísticos	51
3.2.	Modelo Proposto	53
4.	ANÁLISE DE CASOS.....	54
4.1.	Unidades de Alojamento.....	55
4.1.1.	Almáa Sintra Hostel.....	56
4.1.1.1.	Caraterização energética	57
4.1.1.2.	Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final	60
4.1.2.	Casa do Valle	61
4.1.2.1.	Caraterização energética	61
4.1.2.2.	Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final	64
4.1.3.	Lawrence’s Hotel	65
4.1.3.1.	Caraterização energética	66
4.1.3.2.	Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final	68
4.2.	Outros Serviços Turísticos.....	70
4.2.1.	Caraterização energética	72
4.2.2.	Cenários da distribuição dos consumos elétricos	74
4.2.3.	Quintinha de Monserrate	80
5.	DISCUSSÃO.....	84
5.1.	Análise da Metodologia.....	84
5.2.	Discussão dos Resultados.....	85
5.3.	Limitações	91
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	92
6.1.	Conclusões	92
6.2.	Recomendações e Desenvolvimentos Futuros	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	ANEXOS.....	106
	A – Dados do desempenho ambiental dos parques naturais analisados internacionalmente	106
	B – Modelo proposto	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – O desenvolvimento sustentável como a interseção entre o ambiente, a economia e a sociedade (Kibert, 2012)	1
Figura 2 – Fornecimento mundial de energia primária de 1971 a 2011 (Outras fontes de energia primária inclui energia geotérmica, fotovoltaica, térmica e eólica) (IEA, 2013)	3
Figura 3 – Consumo mundial de energia final de 1971 a 2011 (Outras fontes de energia final inclui energia geotérmica, fotovoltaica, térmica e eólica) (IEA, 2013).....	3
Figura 4 – Consumo mundial de energia primária <i>per capita</i> (OFW, 2012)	4
Figura 5 – Emissões de CO ₂ -eq por combustível de 1971 a 2011 (Outros combustíveis inclui resíduos industriais e resíduos orgânicos) (IEA, 2013)	5
Figura 6 – Evolução da intensidade energética na UE 28 e Portugal entre 2000 e 2012 (Eurostat, 2014b).....	6
Figura 7 – Intensidade energética na UE 28 (kgep/1000 EUR) em 2012 (Eurostat, 2014c).....	7
Figura 8 – Evolução da dependência energética na UE 28 e em Portugal entre 2002 e 2012 (Eurostat, 2014e).....	7
Figura 9 – Evolução do consumo de energia no turismo em Portugal (TP, 2011)	9
Figura 10 – Metodologia seguida na análise de casos	11
Figura 11 – Diagrama de Sankey (Sousa, 2013).....	13
Figura 12 – Processo genérico com representação do <i>input e output</i> de energia e respetivas perdas (adaptado de Siemens, 2014)	14
Figura 13 – Pilares essenciais para a gestão de energia (adaptado de ISO, 2014a)	15
Figura 14 – Fatores que influenciam o desempenho energético do edificado (Silva, 2006)	16
Figura 15 – Distribuição do consumo de energia pelas fases de construção, operação e manutenção de um edifício (WBCSD, 2008)	17
Figura 16 – Impacte previsto das medidas de melhoria em edifícios residenciais (ADENE, 2009)	20
Figura 17 – Impacte previsto das medidas de melhoria em edifícios de serviços (8000 m ²) (ADENE, 2009).....	21
Figura 18 – Classes da certificação energética com as respetivas percentagens de comparação com o consumo de referência (ADENE, 2014d)	22
Figura 19 – Exemplos de sistemas de avaliação ambiental (Pinheiro, 2014 citando Kibert, 2012)	23
Figura 20 – Plano operacional de uma auditoria energética (adaptado de Dall'O' et al., 2012)	30
Figura 21 – Ciclo de vida de um edifício (adaptado de Pinheiro, 2010)	39
Figura 22 – Anemómetro Digital (LM, 2014)	40

Figura 23 – Termómetro de Infravermelhos (HN, 2014)	40
Figura 24 – Luxímetro (ITISE, 2014).....	40
Figura 25 – Aparelho de Orsat (JQ, 2014)	40
Figura 26 – Modelo de sistema de gestão ambiental de acordo com a norma ISO 14001 (ISO, 2004)	46
Figura 27 – Requisitos do regulamento EMAS (adaptado de EMAS, 2014)	47
Figura 28 – Modelo de SGE (adaptado de HKEIA, 2013)	48
Figura 29 – Localização dos casos de estudo (Google, 2014)	54
Figura 30 – Fachada – ASH (ASH, 2014).....	57
Figura 31 – Quarto – ASH (ASH, 2014).....	57
Figura 32 – Área Lounge – ASH (ASH, 2014)	57
Figura 33 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – ASH	58
Figura 34 – Consumo de propano mensal e por dormida – ASH	59
Figura 35 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – ASH	60
Figura 36 – Fachada de uma encosta – CV (CV, 2014)	61
Figura 37 – Quarto – CV (CV, 2014).....	61
Figura 38 – Exterior – CV (CV, 2014)	61
Figura 39 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – CV	63
Figura 40 – Consumo de gasóleo mensal e por dormida – CV	64
Figura 41 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – CV.....	64
Figura 42 – Fachada – LH (LH, 2014).....	66
Figura 43 – Quarto – LH (LH, 2014).....	66
Figura 44 – Sala de Estar – LH (LH, 2014).....	66
Figura 45 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – LH.....	67
Figura 46 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – LH	68
Figura 47 – Consumo de eletricidade por local (2012) – PSML	75
Figura 48 – Consumo de eletricidade por local (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML.....	75
Figura 49 – Distribuição do consumo de eletricidade (2012) – PSML	76
Figura 50 – Distribuição do consumo de eletricidade (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML	76
Figura 51 – Consumo de eletricidade por equipamento (2012) – PSML.....	77
Figura 52 – Consumo de eletricidade por equipamento (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML	77

Figura 53 – Consumo de eletricidade pelos equipamentos por local (2012) – PSML.....	78
Figura 54 – Consumo de eletricidade pelos equipamentos por local (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML.....	78
Figura 55 – Consumo de eletricidade para iluminação interior (2012) – PSML.....	78
Figura 56 – Consumo de eletricidade para iluminação interior (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML...	78
Figura 57 – Consumo de eletricidade para iluminação exterior (2012) – PSML.....	79
Figura 58 – Consumo de eletricidade para iluminação exterior (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML..	79
Figura 59 – Central da QM – PSML.....	81
Figura 60 – Aerogerador e sistema solar fotovoltaico da QM – PSML.....	81
Figura 61 – Captação de água da QM – PSML.....	81
Figura 62 – Hidroturbina da QM – PSML.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Sistemas de avaliação ambiental, seus perfis, categorias de avaliação e escalas de classificação (BREEAM, 2014a; BREEAM, 2014b; USGBC, 2014a; Pinheiro, 2014).....	25
Tabela 2 – Caracterização da auditoria preliminar, padrão e detalhada (Dall'O', 2013; Thumann & Younger, 2008; Reyes et al., 2006).....	29
Tabela 3 – Instrumentos de avaliação do desempenho energético de edifícios e respetiva função (Dall'O', 2013; Capehart et al., 2011; Thumann & Younger, 2008; BEE, 2005).....	41
Tabela 4 – Indicadores de referência do desempenho energético de unidades de alojamento (LiderA, 2013).....	51
Tabela 5 – Indicadores de referência do desempenho energético de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013).....	52
Tabela 6 – Excerto do modelo proposto aplicado ao Lawrence's Hotel	53
Tabela 7 – Resumo das características gerais das unidades de alojamento – ASH, CV e LH	56
Tabela 8 – Utilização final de energia – ASH.....	57
Tabela 9 – Valores de consumo energético – ASH	57
Tabela 10 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – ASH	58
Tabela 11 – Estimativa do consumo mensal de propano pelo fogão – ASH.....	59
Tabela 12 – Estimativa da desagregação do consumo mensal de propano para aquecimento e AQS – ASH	59
Tabela 13 – Utilização final de energia – CV	62
Tabela 14 – Valores de consumo energético – CV.....	62
Tabela 15 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – CV	62
Tabela 16 – Consumo mensal de gasóleo – CV.....	63
Tabela 17 – Utilização final de energia – LH.....	66
Tabela 18 – Valores de consumo energético – LH.....	67
Tabela 19 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – LH.....	67
Tabela 20 – Estimativa da desagregação do consumo mensal de propano – LH.....	68
Tabela 21 – Área, número médio mensal de visitantes e número de trabalhadores – PSML.....	71
Tabela 22 – Utilização final de energia – PSML	72
Tabela 23 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – PSML.....	73
Tabela 24 – Consumo de gás propano – PSML	74
Tabela 25 – Consumo mensal de gasóleo agrícola e gasolina – PSML	74

Tabela 26 – Diferentes tipologias dos equipamentos e exemplos – PSML.....	76
Tabela 27 – Estimativa da produção de energia renovável na QM – PSML	82
Tabela 28 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado na QM – PSML.....	82
Tabela 29 – Comparação da produção de energia a partir de fontes renováveis na QM – PSML	83
Tabela 30 – Indicadores de desempenho energético internacionais e do ASH, CV e LH	85
Tabela 31 – Indicadores de desempenho energético referentes ao consumo de eletricidade (mensais) – PSML.....	87
Tabela 32 – Indicadores de desempenho energético internacionais e da PSML (mensais).....	88
Tabela A.1 – Dados gerais e indicadores de desempenho internacionais de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013)	106
Tabela A.2 – Indicadores de desempenho internacionais de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013).....	107
Tabela B.1 – Modelo proposto aplicado ao Lawrence’s Hotel	108

SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ACCV – Análise dos Custos do Ciclo de Vida

ADENE – Agência para a Energia

AP – Abegoaria da Pena

AQS – Águas Quentes Sanitárias

ASH – Almáa Sintra Hostel

ASHRAE – Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BRE – Building Research Establishment

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CCE – Chalet da Condessa D'Edla

CM – Castelo dos Mouros

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

CO₂-eq – Dióxido de Carbono Equivalente

CV – Casa do Valle

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

DOE – Departamento de Energia dos Estados Unidos da América (United States Department of Energy)

EMAS – Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (Eco-Management and Audit Scheme)

EPBD – Diretiva relativa ao Desempenho Energético de Edifícios (Energy Performance Building Directive)

ESCOs – Empresas de Serviço Energético (Energy Service Companies)

EUA – Estados Unidos da América

EUR – Euros

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GRI – Global Reporting Initiative

IEA – Agência Internacional de Energia (International Energy Agency)

IR – Índice de Rentabilidade

ISO – Organização Internacional para Padronização (International Organization for Standardization)

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LH – Lawrence’s Hotel

LiderA – Liderar pelo Ambiente

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

NO_x – Óxidos de Azoto

NZEB – Edifícios de Balanço Energético Quase Nulo (Nearly Zero Energy Building)

O₂ – Oxigénio

PDCA – Planear, Executar, Verificar, Atuar (Plan, Do, Check, Act)

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PP – Palácio da Pena

PR – Período de Retorno

PSML – Parques de Sintra – Monte da Lua

QM – Quintinha de Monserrate

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SGE – Sistema de Gestão de Energia

SO_x – Óxidos de Enxofre

TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo

TIR – Taxa Interna de Retorno

UE – União Europeia

UE 28 – Estados Membros da União Europeia

UNWTO – Organização Mundial do Turismo (World Tourism Organization)

USD – Dolar Americano (United States Dollar)

USGBC – United States Green Building Council

VAL – Valor Atual Líquido

VRV – Volume de Refrigerante Variável

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

1.1.1. A evolução ambiental

Numa perspetiva alargada, tal como a assumida pela Lei de Bases do Ambiente em Portugal, o Ambiente abrange áreas desde as componentes naturais, até às atividades individuais, sociais e económicas (Pinheiro, 2014). O ambiente não engloba, apenas, o ar que se respira, o clima que nos condiciona, os ecossistemas que nos rodeiam e o solo onde se cultivam os alimentos e sobre o qual se desenvolvem as cidades.

Como tal, assume-se que o desenvolvimento sustentável está assente em três dimensões que compõem a *Tripple Bottom Line*: sociedade, economia e ambiente (figura 1). O equilíbrio entre estas três dimensões é determinante para que o desenvolvimento sustentável se consiga impor no mundo atual, caracterizado pela atividade económica centrada no consumo de bens e serviços. Consequentemente, os consumos de recursos naturais como a água e a energia e a ocupação do solo são exacerbados, assim como a produção de emissões atmosféricas, resíduos e efluentes líquidos, provocando pressões ambientais cujos impactes podem ser nefastos e irreversíveis.

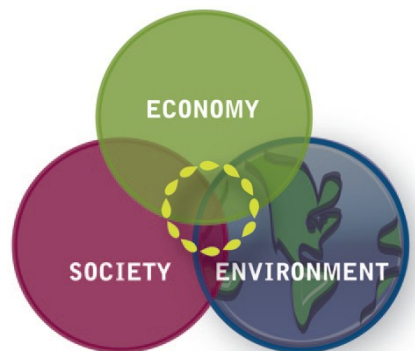


Figura 1 – O desenvolvimento sustentável como a interseção entre o ambiente, a economia e a sociedade (Kibert, 2012)

No entanto, esta abordagem foi outrora impraticável. Inicialmente, com a Revolução Industrial, as preocupações eram focadas no aumento da produção e na mobilização de recursos, que inevitavelmente levaram a elevados níveis de poluição, sendo a solução centrada na capacidade dos ecossistemas locais absorverem os impactes associados. Nos anos 60, com o aparecimento de casos de poluição graves (por exemplo as chuvas ácidas) e de publicações literárias, a consciencialização da população foi ganhando dimensão, tendo surgido a necessidade de se definirem políticas ambientais ao invés de regulamentação avulsa e pontual. Entre a década de 70 e o fim da década de 90 passa-se de uma ótica reativa e, posteriormente, preventiva, para uma ótica proactiva. A adoção de ações proactivas e voluntárias veio mudar o paradigma de como as pessoas e as organizações encaravam o ambiente, estando assentes na perspetiva do desenvolvimento sustentável.

Este conceito é apresentado como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (UN, 1987). Aliado ao desenvolvimento sustentável, surgem múltiplas perspetivas de analisar o ambiente,

todavia, o fator-chave é que somos influenciados pelo ambiente, assim como o influenciámos – o ambiente de hoje é resultado das interações dos nossos antepassados, do mesmo modo que o ambiente que deixamos às gerações futuras dependerá das nossas ações e comportamentos.

O caminhar para o desenvolvimento sustentável desafia, assim, a população e as organizações dos diversos setores a adotarem medidas e estratégias que tendam a melhorar o seu desempenho, não só económico mas também ambiental e social, a longo termo.

1.1.2. Energia como um recurso essencial

Desde os primórdios e até surgir o Homem, o ambiente natural apresentava, de um modo geral, um equilíbrio dinâmico. Com o decorrer dos tempos, verificou-se progressivamente uma intervenção humana mais intensa na exploração dos recursos naturais, em especial da água, energia, solo e recursos minerais. O ritmo de consumo exercido na natureza, em parte devido ao desenvolvimento tecnológico, científico e económico das sociedades, resulta numa insuficiência dos ecossistemas.

A procura de energia em todo o Mundo atingiu níveis que não serão sustentáveis no futuro, essencialmente devido ao aumento da população e do seu estilo de vida (Dall'O', 2013). A energia é, atualmente e mais do que nunca, essencial para o desenvolvimento das sociedades, estando o mundo de hoje dependente de vetores energéticos para o seu funcionamento, nomeadamente, de carvão, petróleo, gás natural, energia nuclear e fontes de energia renovável. Os quatro primeiros tratam-se das primordiais fontes energéticas primárias que, além de não serem renováveis, dispõem de reservas limitadas. Já as fontes de energia renovável – por exemplo a hídrica, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, geotérmica e biomassa – embora sejam renováveis, concentram-se em determinadas zonas e apresentam algumas limitações (Krarti, 2010).

Diariamente, a realização de atividades requer a utilização de energia, quer nos ecossistemas – usualmente energia de carácter renovável – quer nas atividades humanas – sobretudo combustíveis fósseis. No entanto, dois fatores tornam a situação ainda mais crítica para os anos vindouros: o facto dos combustíveis fósseis serem limitados e o seu uso generalizado causar significativos impactes ambientais adversos (Dall'O', 2013).

Relativamente à escassez de recursos, atualmente está-se perante a crise do petróleo. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), a produção de petróleo atingiu o seu pico em 2006, momento descrito como ponto de *rollover* – 50% da oferta mundial de petróleo terá sido esgotada. É esperada, em 2035, a produção de apenas 20 milhões de barris por dia, representando uma queda substancial na produção (Pinheiro, 2014). Ao comparar-se a produção prevista para 2035 com a de 2013 – estimada em 90 milhões de barris por dia – a queda representará 78% na produção mundial (U.S. EIA, 2014). Além do mais, a energia líquida para a extração caiu para 7–1, ou seja, são extraídas 7 unidades de energia por cada unidade de energia investida. Se no início da década de 70 a energia líquida na extração de petróleo era de 25–1, julga-se que quando for inferior a 3–1 não será mais economicamente viável extrair petróleo em quantidades significativas (Pinheiro, 2014).

Analisando a evolução do consumo de energia primária e energia final, a nível mundial, constata-se que ao longo dos anos os consumos têm aumentado (figuras 2 e 3). Uma análise mais detalhada revela que, em 2011, o consumo mundial de energia primária atingiu as 13.113 Mtep, enquanto o consumo de energia final foi 8.918 Mtep (IEA, 2013). Isto traduz-se numa eficiência de produção na ordem dos 68%, sendo a diferença representativa das perdas ocorridas.

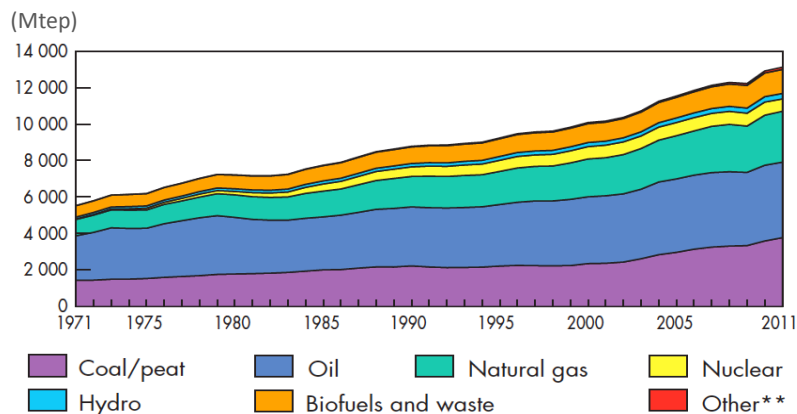


Figura 2 – Fornecimento mundial de energia primária de 1971 a 2011 (Outras fontes de energia primária inclui energia geotérmica, fotovoltaica, térmica e eólica) (IEA, 2013)

No que diz respeito ao consumo mundial de energia final (figuras 3), as diferentes fontes de energia assumem diferentes contribuições, sendo que o petróleo detém a maior fração do consumo total – cerca de 40% (3.639 Mtep). Em seguida surge a eletricidade (18%, 1.578 Mtep), o gás natural (16%, 1.382 Mtep), os biocombustíveis (13%, 1.115 Mtep) e o carvão (10%, 901 Mtep). As fontes de energia renovável representam uma fração reduzida (3%), representando um consumo de 303 Mtep. Estes consumos, no seu conjunto, correspondem a emissões na ordem das 31.342 MtonCO₂-eq (IEA, 2013).

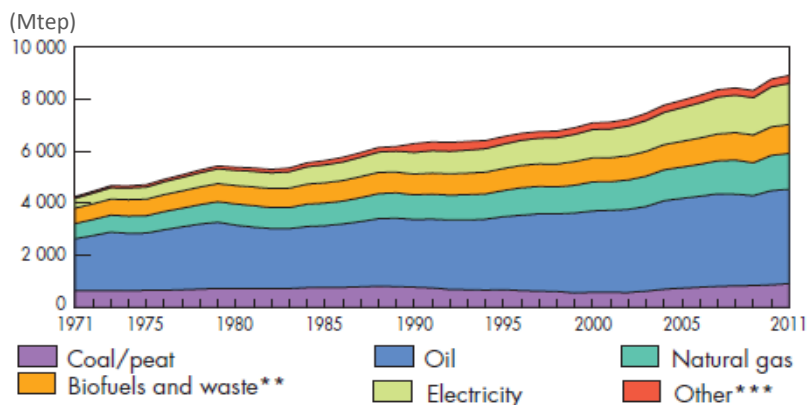


Figura 3 – Consumo mundial de energia final de 1971 a 2011 (Outras fontes de energia final inclui energia geotérmica, fotovoltaica, térmica e eólica) (IEA, 2013)

O aumento do consumo mundial de energia resulta do aumento do consumo de energia *per capita*. Tal como é possível observar na figura 4, o consumo *per capita* aumentou cerca de quatro vezes nos últimos dois séculos. Verifica-se a mesma tendência do consumo mundial de energia primária, representado na figura 2, com o petróleo como fonte de energia mais consumida, seguido do carvão e do gás natural.

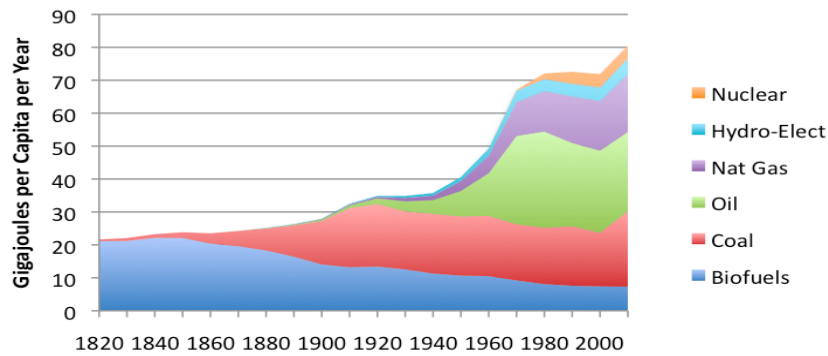


Figura 4 – Consumo mundial de energia primária per capita (OFW, 2012)

Em Portugal, o consumo de energia ao longo do tempo também tem vindo a aumentar, tal como seria de esperar. Prevê-se que serão necessários apenas 35 anos para duplicar o consumo de energia e menos de 55 anos para o triplicar, ao ritmo atual, sendo os setores dos serviços e dos transportes os que mais contribuirão para este aumento do consumo (ADENE, 2012).

Em 2011, o consumo de energia primária foi 22,08 Mtep, das quais apenas 21% proveio de fontes renováveis. O consumo de energia final foi aproximadamente 16,51 Mtep e a contribuição das diferentes formas de energia apresenta uma tendência que se assemelha à tendência a nível mundial. O petróleo assume a maior fração de consumo (50,9%), seguida da eletricidade (25,4%), do gás natural (9,4%), do calor (8,4%) e da biomassa (5,8%). Com uma fração muito reduzida encontra-se o carvão (0,1%), divergindo da tendência mundial (DGEG, 2014). Estes consumos correspondem a emissões na ordem das 48,08 MtonCO₂-eq (IEA, 2013). Quanto à produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, apesar de ainda ser reduzida, tem vindo a aumentar ao longo dos anos e atingiu os 23.750 GWh em 2011 (DGEG, 2014).

Em suma, a energia é um recurso essencial a nível mundial, cujo consumo atingiu níveis que serão insustentáveis no futuro. Como resultado, a gestão de energia assume atualmente um papel fundamental nas sociedades, contribuindo não só para a gestão dos consumos, como para a promoção do uso eficiente da energia e para a sensibilização da população.

A ENERGIA E A SUSTENTABILIDADE

A energia tem sido um dos fatores mais críticos para o desenvolvimento sustentável da sociedade nos últimos anos, e prevê-se que assim seja nos anos vindouros, não só devido aos consumos assoberbados dos últimos anos mas também devido ao seu uso generalizado causar significativos impactes ambientais adversos. Como exemplos de impactes ambientais adversos referem-se, entre outros, a produção de gases com efeito de estufa (GEE), uma das causas das alterações climáticas, ou as emissões de dióxido de enxofre, contribuinte para a chuvas ácidas (Dall'O', 2013).

No que diz respeito às emissões de dióxido de carbono provenientes da combustão dos combustíveis fósseis, na figura 5 consta a sua evolução, a nível mundial. Ao longo dos anos, a tendência também é crescente, tendo sido emitidas 31.342 MtonCO₂-eq em 2011, mais do dobro em relação a 1973. Destas emissões, 44% correspondem a emissões provenientes da combustão de carvão, 35,3% do

petróleo, 20,2% do gás natural e 0,5% de outros combustíveis (resíduos industriais e orgânicos). Este valor de emissões corresponde a 12,34 kgCO₂-eq/pessoa/dia (IEA, 2013).

Considerando apenas Portugal, as emissões em 2011 foram na ordem das 48,08 MtonCO₂-eq, correspondendo a 12,37 kgCO₂-eq/pessoa/dia, o que faz com que Portugal se encontre ligeiramente acima da média das emissões por indivíduo a nível mundial (IEA, 2013).

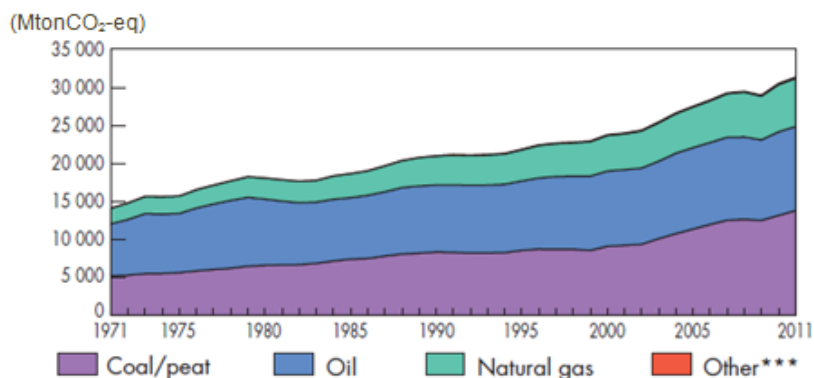


Figura 5 – Emissões de CO₂-eq por combustível de 1971 a 2011 (Outros combustíveis inclui resíduos industriais e resíduos orgânicos) (IEA, 2013)

A preocupação crescente por parte dos governos nacionais, internacionais e das instituições mundiais tem originado ampla discussão, e levado ao estabelecimento de leis e à adoção de estratégias que visem a minimização dos consumos energéticos, bem como as emissões de GEE. A nível internacional, a adoção do Protocolo de Quioto em 1997, e a sua ratificação em 2005, veio comprometer os países a estabilizar as suas emissões de GEE. Como resultado, no primeiro período de compromisso (2008-2012) verificou-se uma redução geral na média das emissões de GEE de 5% em relação aos níveis de 1990 e, para o segundo período (2013-2020), a União Europeia (UE) comprometeu-se a incrementar a redução para 20%.

A nível europeu, em 2009, foram promulgadas as metas 20-20-20 que estabelecem três objectivos-chave na vertente da energia, para 2020 (EC, 2014a):

- Redução das emissões de GEE em 20% (ou em 30%, se outros países se associarem), relativamente aos níveis registados em 1990;
- Promoção da utilização de energias renováveis – produção de 20% da energia a partir de fontes renováveis;
- Aumento da eficiência energética em 20%.

Por sua vez, Portugal estabeleceu limites mais ambiciosos em relação aos dois últimos pontos. Em relação à produção de energia a partir de fontes renováveis, Portugal pretende que esta seja na ordem dos 31%, além de que também é pretendido que 10% da energia utilizada nos transportes provenha de fontes renováveis. Quanto à eficiência energética, Portugal tem como objetivo aumentá-la em 25% e, especificamente para o setor do Estado, o aumento deve ser 30%, resultando num consumo máximo de energia primária de 22,5 Mtep, em 2020 (DGEG, 2013).

Tais objetivos indicam que o caminho para a sustentabilidade deve passar por uma aposta na eficiência energética, no aumento do papel local das energias renováveis, na redução dos consumos e numa economia pós carbónica, onde se recorra menos a combustíveis fósseis (Pinheiro, 2006).

A ENERGIA E A CRIAÇÃO DE VALOR ECONÓMICO

A energia não tem sido o principal interesse dos economistas, no entanto, devido à sua importância para o funcionamento dos sistemas económicos, é atualmente reconhecida por todos, não só por controlar mas também por limitar a economia a nível mundial (Costanza, 2005).

A conexão entre a energia e a criação de valor económico é expressa, frequentemente, por diversos indicadores energéticos, entre eles, a intensidade energética e a dependência energética (Costanza, 2005).

A intensidade energética mede o consumo energético de uma economia e a sua eficiência energética global. É determinada pelo rácio entre o consumo anual de energia primária e o produto interno bruto, para um determinado ano e país. A variação da intensidade energética está muito relacionada com o perfil de desenvolvimento de um país, ou seja, países em vias de desenvolvimento exibem taxas de crescimento da intensidade energética positivas, um pouco à semelhança do verificado na Revolução Industrial. Contrariamente, nos países desenvolvidos, a intensidade energética apresenta descidas acentuadas, resultado de um crescimento económico menos consumidor, devido à implementação de medidas de racionalização energética ou devido ao crescimento económico do setor terciário (produtividade do trabalho), trazendo vantagens ambientais (Águas, 2009).

Na figura 6 é possível comparar a evolução da intensidade energética, ao longo dos anos, entre os diversos Estados Membros da União Europeia (UE 28) e Portugal, sendo visível uma tendência decrescente da intensidade energética, quer na UE 28, quer em Portugal. Apesar de Portugal ter vindo a apresentar valores superiores aos da UE 28, nos últimos três anos tem-se aproximado da média europeia, verificando-se, em 2012, o valor mais baixo (146,5 kgep/1000 EUR) (Eurostat, 2014a).

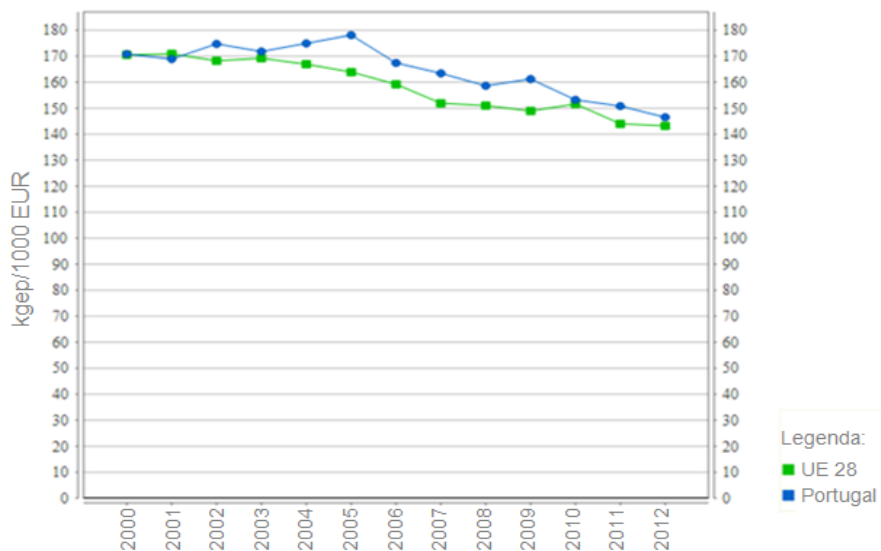


Figura 6 – Evolução da intensidade energética na UE 28 e Portugal entre 2000 e 2012 (Eurostat, 2014b)

A intensidade energética nos diversos estados membros da UE 28, relativa ao ano 2012, consta na figura 7. Em Portugal esta foi 146,5 kgep/1000 EUR, como atrás mencionado, e na EU 28 foi 143,2 kgep/1000 EUR (Eurostat, 2014a). A Alemanha, Noruega, Reino Unido, Itália, Irlanda e Áustria são os países cuja intensidade energética é menor. Por outro lado, a Estónia, Bulgária, Montenegro e

Macedónia são os países que detêm intensidades energéticas superiores, visto a economia exibir um crescimento do setor secundário (indústrias transformadoras, construção).

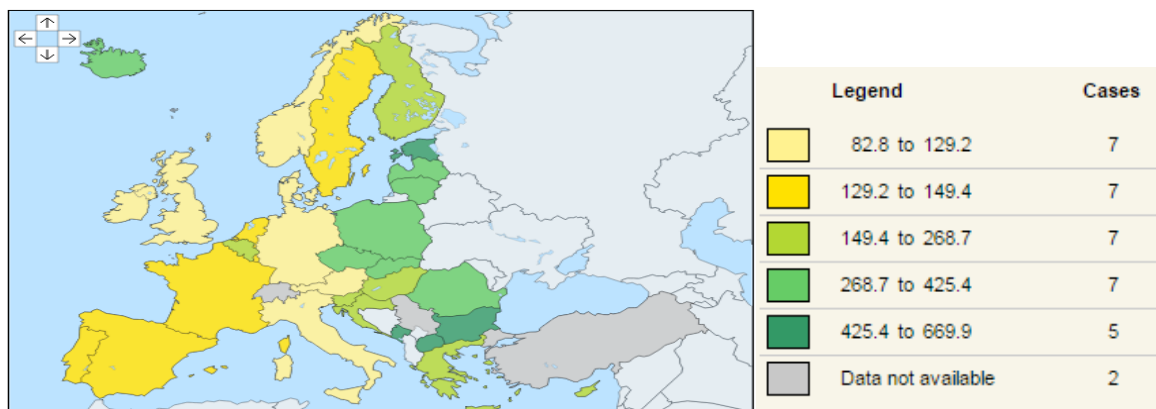


Figura 7 – Intensidade energética na UE 28 (kgep/1000 EUR) em 2012 (Eurostat, 2014c)

Em relação à dependência energética, este indicador revela em que medida uma economia depende das importações a fim de satisfazer as suas necessidades energéticas. Em Portugal, é visível uma tendência decrescente, ao longo dos anos, no entanto não é suficiente para o país se aproximar da média da UE 28 (figura 8). Em 2012, a taxa de importação em Portugal foi 79,5% e na UE 28 foi 53,4% (Eurostat, 2014d). Este indicador pode diminuir com o aumento da produção de eletricidade a partir de fontes renováveis.

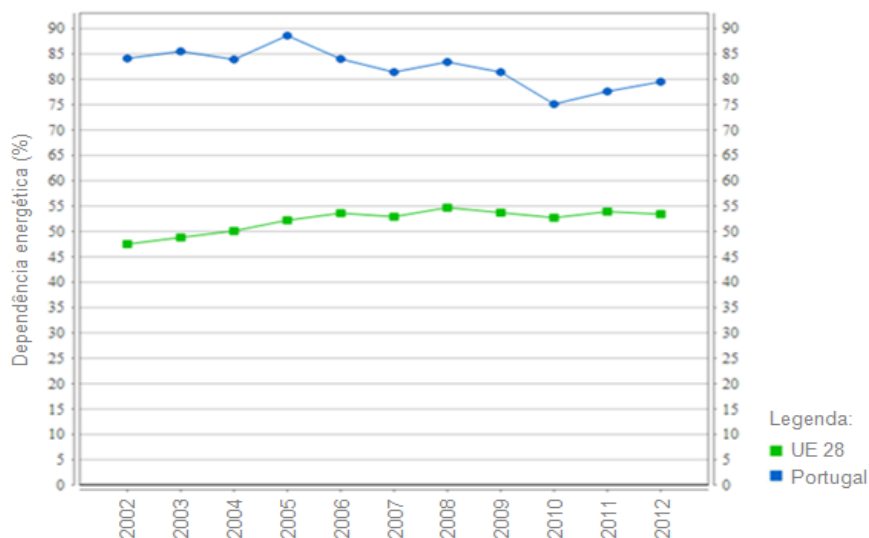


Figura 8 – Evolução da dependência energética na UE 28 e em Portugal entre 2002 e 2012 (Eurostat, 2014e)

1.1.3. A sustentabilidade no turismo

De acordo com a Organização Mundial do Turismo (UNWTO) – principal organização internacional no setor turístico – o turismo engloba as atividades que os indivíduos realizam durante as suas deslocações voluntárias e temporárias a locais distintos do local de residência habitual, por um período de tempo inferior a um ano consecutivo, com fins de lazer, negócios e outros (UNWTO, 2014).

Numa era em que o turismo está propagado à escala mundial, seja por motivos de lazer, de negócios ou até pelo desejo promovido pelo mercado publicitário, a indústria turística transformou-se numa das mais importantes atividades económicas da atualidade e num motor de desenvolvimento global (Hsieh & Kung, 2013). Em 2013, mundialmente, o turismo internacional movimentou 1.087 milhões de turistas e gerou uma receita de aproximadamente 1,4 biliões USD, correspondendo a 9% do produto interno bruto mundial. Em Portugal, o número de turistas internacionais foi 8.324.000, mais 8,3% que em 2012, gerando receitas na ordem dos 12.284 milhões de USD (UNWTO, 2014).

Com um bom planeamento e uma boa gestão, o turismo é, certamente, uma força positiva com inúmeros benefícios para os destinos turísticos mundiais. Todavia, se a gestão e o planeamento for pobre, o turismo acaba por se tornar num agente de degradação (EEA, 2003). Em muitos destinos turísticos, a atratividade dos recursos naturais e da paisagem são o principal motor da atividade turística, como por exemplo águas limpas e diversidade de fauna e flora. No entanto, as pressões ambientais a nível local podem tornar vulnerável a própria atividade turística, por exemplo com a poluição das águas, perda de biodiversidade, extinção de espécies e fragmentação de habitats. Consequentemente, é essencial que o desenvolvimento turístico decorra de forma sustentável, tornando possível a coexistência de turismo e de recursos ambientais, de forma a manter ou aumentar a qualidade ambiental e a atração de um destino (Tang, 2014).

Daí que o turismo sustentável tenha vindo a ganhar cada vez mais importância nos tempos que correm e se tenha tornado num dos focos principais na gestão e manutenção de destinos turísticos. O turismo sustentável consiste na aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável ao ramo do turismo, formando um equilíbrio entre a sociedade, o ambiente e a economia. É um processo dinâmico e apresenta-se como uma solução na forma de aliar os prazeres, adjacentes às práticas turísticas, ao compromisso e ao respeito pela sustentabilidade ambiental, social, cultural e económica de todos os segmentos envolvidos (Tang, 2014). Além do mais, é reconhecida a vantagem competitiva dos serviços em possuírem bons desempenhos ambientais, baseados numa gestão ambiental proactiva, como por exemplo a sua existência a longo prazo (Erdogan & Tosun, 2009; Hsieh & Kung, 2013).

Intimamente ligado ao turismo estão os serviços culturais e de lazer e as unidades de alojamento. Os serviços culturais e de lazer que um destino proporciona aos indivíduos são, por exemplo, museus, elementos patrimoniais e monumentos (igrejas, mosteiros, palácios, castelos, etc.). Por sua vez, as unidades de alojamento fornecem os serviços de estadia, desde a dormida, ao serviço de refeições e serviços extra (piscina, lavandaria, atividades desportivas, etc.).

Estes serviços turísticos desempenham um papel essencial no turismo sustentável, por quatro razões fundamentais. Primeiro, o seu funcionamento engloba um conjunto de pequenas atividades, cada uma consumindo recursos limitados e tendo um efeito danoso, possivelmente mínimo, no ambiente. Segundo, a existência de legislação para regular este tipo de atividades é relativamente rara, devido aos seus impactes ambientais serem menos visíveis, deixando espaço para ações voluntárias de gestão ambiental. Terceiro, os utilizadores são diretamente influenciados pelos serviços fornecidos, estando totalmente expostos às suas práticas ambientais, quer sejam boas ou não. Quarto, e por

último, o ambiente natural faz parte da prática turística em si, determinando de várias formas a qualidade e satisfação oferecida aos turistas (Leonidou et al., 2013).

Apesar dos vários benefícios do turismo, motivo pelo qual os indivíduos o fazem, este tem associados diversos impactes ambientais negativo. Embora cada serviço possa aparentar não causar grandes impactes, num todo são responsáveis por gerar uma quantidade considerável de resíduos, emitir poluentes, impermeabilizar os solos e apresentar consumos significativos de energia, água, alimentos, materiais, entre outros recursos necessários à execução e atendimento das rotinas diárias de operacionalização e funcionamento. Além do mais, grande parte da gestão destes processos está inevitavelmente “nas mãos” dos próprios utilizadores e/ou funcionários, devido ao carácter dos serviços prestados, o que gera uma grande propensão para o desperdício (De Viera & Hoffmann, 2006).

Como tal, é essencial que a gestão destes serviços assente em três pilares: reconhecimento da importância de cada indicador de desempenho, quer a nível ambiental, económico e social; estabelecimento de níveis de desempenho ambientais elevados, de acordo com as operações diárias; definição de planos de ação em função do desempenho praticado (Erdogan & Tosun, 2009).

DESEMPENHO ENERGÉTICO NO TURISMO

Tendo como foco o consumo de energia, é impossível dissociar da atividade turística os elevados consumos de combustíveis fósseis e emissões de poluentes, não só pelos consumos diretos existentes nos serviços de alojamento, culturais e de lazer, mas também pelos meios de transporte (UNWTO, 2004).

Apesar dos consumos energéticos da indústria turística terem vindo a diminuir, a geração de energia e o seu consumo gera pressões consideráveis no ambiente, contribuindo para as alterações climáticas e provocando danos nos ecossistemas naturais, no ambiente construído e na saúde pública. A principal pressão deve-se à extração das fontes de energia, essencialmente combustíveis fósseis, conseqüente combustão e disposição dos resíduos sólidos (EEA, 2003).

Em Portugal tem-se verificado uma diminuição do consumo de energia pelo setor do turismo, traduzindo-se numa diminuição de 2,3% entre 2008 e 2010 (figura 9). Em 2010, o consumo de energia foi 6.393.429 GJ, dos quais 71% corresponde ao alojamento, 27% à restauração e 2% às agências de viagem e operadores, tendo sido geradas emissões na ordem das 294.763 tonCO₂-eq (TP, 2011).

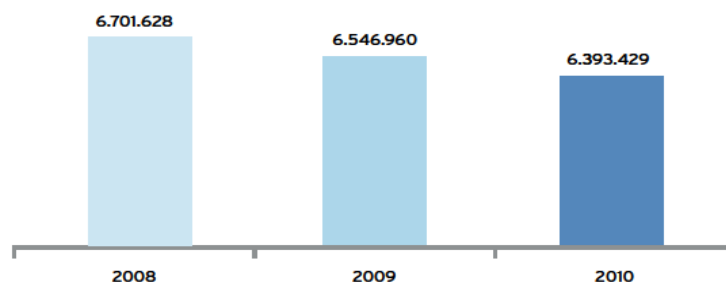


Figura 9 – Evolução do consumo de energia no turismo em Portugal (TP, 2011)

É positivo verificar que o consumo de energia tem vindo a diminuir, tornando a indústria turística com menores danos ambientais e, provavelmente, mais lucrativa e apelativa. Todavia, de forma a atingir-se um desempenho ao nível das boas práticas, é necessário apostar na eficiência energética e na adoção de medidas de gestão ambiental.

1.2. Objetivos

Os objetivos principais desta dissertação de mestrado consistem na caracterização e análise do desempenho e modos de procura da sustentabilidade do edificado turístico, nomeadamente as unidades de alojamento (hotel e alojamento local de diferentes tipologias) e os serviços culturais e de lazer (parques naturais), analisando-se mais profundamente um dos principais recursos naturais para o funcionamento de um serviço turístico: a energia.

A questão central da dissertação prende-se com o facto de para casos de turismo nem sempre existem níveis de desempenho energético, nem comparação entre unidades de alojamento de diferentes tipologias.

Em última análise, serão sistematizados os principais níveis de desempenho energético, nomeadamente indicadores energéticos, de diferentes tipos de serviços turísticos, de forma a identificar aspetos críticos de desempenho e potenciar a aplicação de medidas de melhoria.

1.3. Metodologia

A metodologia proposta abrange, primeiramente, a revisão do estado da arte sobre a gestão de energia – desempenho e sustentabilidade – nomeadamente conceitos e abordagens de gestão e avaliação que contribuem para a sustentabilidade do edificado no turismo.

Posteriormente, são sistematizados indicadores de desempenho energético internacionais de unidades de alojamento e parques naturais, tornando possível a comparação com os indicadores obtidos nos casos de estudo.

Para a análise de casos selecionaram-se três unidades de alojamento – o Almáa Sintra Hostel, a Casa do Valle e o Lawrence's Hotel – e uma entidade gestora de parques naturais – a Parques de Sintra – Monte da Lua, todos eles situados na Vila de Sintra.

Esta seleção foi baseada no facto destes quatro serviços turísticos terem aderido ao projeto “Destino Turístico Sustentável – Sintra”, desenvolvido pelo LiderA, e por terem demonstrado disponibilidade imediata. Adicionalmente, no caso das unidades de alojamento, a seleção também foi influenciada por se pretender analisar unidades de alojamento de diferentes tipologias (*hostel, bed and breakfast* e *hotel*).

Na análise de casos é seguida a metodologia representada na figura 10.

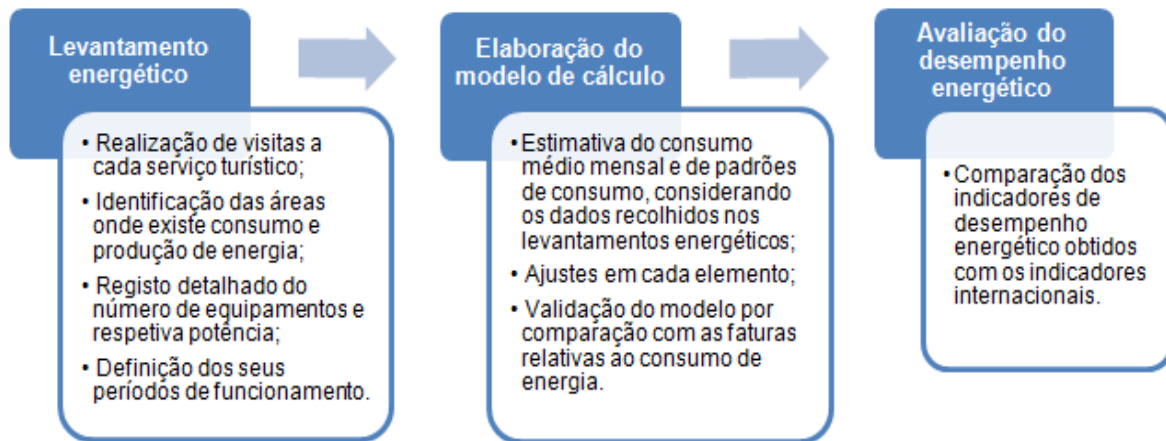


Figura 10 – Metodologia seguida na análise de casos

Numa primeira fase, são feitas inúmeras visitas a cada serviço turístico, tendo variado entre 2 e 11 visitas dependendo do serviço turístico, de forma a realizar-se um levantamento detalhado de todos os equipamentos que consomem ou produzem energia. Este levantamento inicia-se com a identificação das áreas dos diversos casos de estudo onde existe consumo ou produção de energia.

De seguida, regista-se o número de equipamentos e, sempre que possível, a sua potência, sendo esta estimada nos casos onde não for possível a recolha da potência exata. A título de exemplo, na Parques de Sintra – Monte da Lua fez-se o levantamento de mais de 5.000 equipamentos.

Posteriormente, definem-se os períodos de funcionamento de cada equipamento, tendo em conta a informação facultada pelos trabalhadores e a aferida aquando das visitas e, no caso das unidades de alojamento, registam-se as taxas de ocupação mensais.

Ulteriormente, é elaborado um modelo para estimar o consumo médio mensal e padrões de utilização de cada serviço turístico, tendo em conta os dados recolhidos nos levantamentos energéticos. Após novas visitas aos serviços turísticos e ajustes em cada elemento do modelo, este é validado por comparação com o valor do consumo médio mensal obtido através das faturas relativas ao consumo de energia dos serviços turísticos, tornando possível a caracterização dos mesmos.

Em seguida, é avaliado o desempenho de cada serviço turístico, posicionando-os face aos casos internacionais analisados previamente.

Em último lugar, é realizada uma discussão da abordagem, evidenciando as limitações e as potencialidades, e são sugeridas recomendações para uma melhoria da gestão de energia dos diversos casos práticos.

1.4. Organização da Dissertação

A dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos, referências bibliográfica e anexos. O conteúdo está disposto da seguinte forma:

– Capítulo 1: Introdução – define o enquadramento geral do tema, relacionando a sustentabilidade com a energia. São ainda referidos os principais objetivos desta dissertação, a metodologia seguida e a sua organização;

– Capítulo 2: Estado da Arte – são apresentados os conceitos mais relevantes na vertente da energia e sua gestão e são desenvolvidas as abordagens de gestão e avaliação do desempenho energético do edificado, nomeadamente a certificação energética, os sistemas de avaliação, a auditoria energética e os sistemas de gestão ambiental, designadamente os de gestão de energia;

– Capítulo 3: Modelo de Desempenho e Boas Práticas Internacionais – apresenta a análise e sistematização de indicadores de desempenho energético de unidades de alojamento e parques naturais internacionais, bem como a proposta do modelo de cálculo a aplicar aquando da caracterização energética dos casos de estudo;

– Capítulo 4: Análise de Casos – é efetuada a caracterização do desempenho e modos de procura da sustentabilidade de cada caso de estudo, apresentando-se os dados obtidos no levantamento energético e a sua posterior análise;

– Capítulo 5: Discussão – faz uma discussão crítica da metodologia, limitações e potencialidades do trabalho, sendo discutidos os indicadores obtidos, comparando-os com os indicadores de desempenho energético internacionais de unidades de alojamento e parques naturais;

– Capítulo 6: Conclusões e Recomendações – encerra a dissertação apresentando as conclusões finais, recomendações e desenvolvimento futuros.

Para finalizar, seguem-se os anexos, onde se incluem os dados gerais e os indicadores de desempenho ambiental dos parques naturais internacionais analisados e o modelo energético proposto, aplicado ao Lawrence's Hotel.

2. GESTÃO DE ENERGIA: DESAFIOS DE DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE – ESTADO DA ARTE

2.1. Conceitos

ENERGIA

A energia é uma grandeza física definida como a capacidade de corpos e sistemas realizarem trabalho mecânico. Sendo o trabalho uma medição indireta da energia, esta é geralmente explicada tendo em conta o seu comportamento, ao invés de se utilizar uma definição do que realmente “é” (Krarti, 2010).

Uma propriedade da energia é a sua conservação. Isto significa que a energia não se “cria” nem se “destrói”, apenas muda de forma. As transformações de energia incluem processos como a produção de calor e realização de trabalho mecânico, no entanto as formas de energia não são igualmente convertíveis umas nas outras (Krarti, 2010). Todas as formas de energia se podem converter integralmente em calor, mas não se pode converter calor integralmente noutras formas de energia (Águas, 2009).

Existem diversos processos de transformação de energia, assim como várias fontes e formas de energia. No decorrer da sua transformação, a energia passa por quatro formas: energia primária, energia final, energia útil e energia produtiva. No diagrama de Sankey (figura 11) são representados os fluxos de energia entre os diversos processos de transformação, sendo a espessura das setas proporcional à quantidade de fluxo de energia. Assim, os processos de transformação de energia são mais compreensíveis.

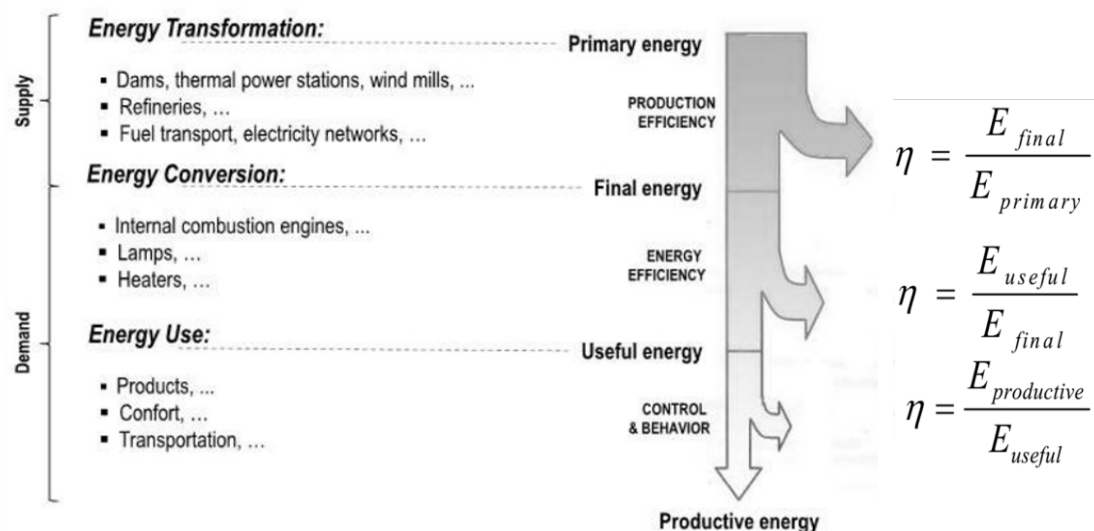


Figura 11 – Diagrama de Sankey (Sousa, 2013)

A energia primária refere-se à energia incorporada nos recursos tal como estes existem na natureza – carvão, petróleo, gás natural. A energia final apresenta-se com propriedades para consumo e, por isso, pronta para comercialização – eletricidade, gásóleo, gasolina, gás processado. A energia útil é definida pelo modo como a energia é utilizada – luz, calor, arrefecimento, trabalho mecânico – e está diretamente relacionada com a eficiência dos equipamentos consumidores de energia final. Por

último, a energia produtiva corresponde à fração de energia útil que realmente é usada, ou seja, difere subjetivamente da energia útil e tem associado o conceito de produtividade, que depende do comportamento dos utilizadores (Águas, 2009).

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética é um modo de gestão, restrição e otimização do aumento do consumo de energia. Por definição, a eficiência energética consiste na relação entre a quantidade de energia disponibilizada por um processo (*output*) e aquela que é utilizada para a sua realização (*input*), acompanhando todo o processo de produção, transporte, distribuição, conversão e uso (ver figura 11 – Diagrama de Sankey). Pode-se assumir que um equipamento ou sistema é mais eficiente energeticamente se o *output* aumenta para o mesmo *input* de energia ou se o *output* se mantém com menor *input* de energia (IEA, 2014).

A partir da primeira lei da termodinâmica é possível reconhecer que o *output* não pode exceder o *input*, sendo que na maioria dos processos existem perdas (figura 12). Como tal, a eficiência energética é menor que 100%.

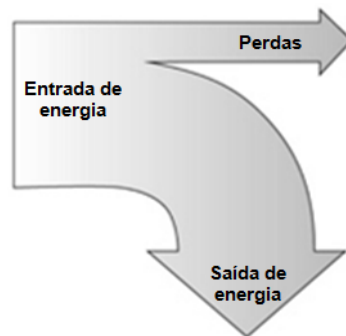


Figura 12 – Processo genérico com representação do *input* e *output* de energia e respetivas perdas (adaptado de Siemens, 2014)

Na última década têm-se verificado melhorias na eficiência dos sistemas energéticos presentes no edificado, como por exemplo os equipamentos de iluminação, aquecimento e arrefecimento. No entanto, o limite da eficiência estabelecido pela segunda lei da termodinâmica (entre 16%-23%) encontra-se distante de ser atingido, existindo ainda um potencial de melhoria significativo (Krarti, 2010). Através da escolha, aquisição e utilização adequada de 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 (WBCSD, 2008).

GESTÃO DE ENERGIA

De acordo com a Associação de Engenheiros Alemães (*Verein Deutscher Ingenieure*), a gestão de energia consiste na coordenação organizada, proactiva e sistemática das atividades de produção, transporte, distribuição, conversão e uso de energia, de modo a satisfazerem-se as necessidades, tendo em conta a dimensão ambiental, social e económica (Kals, 2014). Para Kennedy & Turner (1984) e Thumann & Metha (1997) a gestão de energia consiste no uso da energia de forma criteriosa e eficaz com vista à maximização dos lucros, minimização dos custos e aumento da posição competitiva (Yen & Wai, 2010). Por sua vez, Henry et al., (1980) defende que a gestão de energia

consiste em ajustar e otimizar o desempenho de sistemas e procedimentos consumidores de energia, contribuindo para a redução do consumo de energia e dos custos associados e para a maximização dos lucros (Yen & Wai, 2010).

Por outras palavras, a gestão de energia consiste no planeamento operacional de unidades de produção e de consumo de energia, contribuindo para a conservação dos recursos energéticos, para a minimização de impactes ambientais adversos e para a minimização dos custos.

De acordo com a família de normas ISO 50000, que diz respeito à gestão de energia, existem quatro pilares essenciais na gestão de energia: a implementação de sistemas de gestão, a aquisição de ferramentas e técnicas eficientes energeticamente, a avaliação periódica do desempenho energético e o envolvimento da organização (figura 13) (ISO, 2014a).

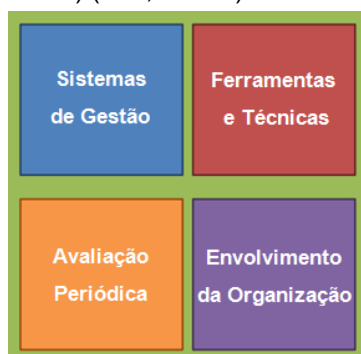


Figura 13 – Pilares essenciais para a gestão de energia (adaptado de ISO, 2014a)

A implementação de um sistema de gestão é um dos modos mais eficazes de assegurar, em simultâneo, a otimização dos processos produtivos de qualquer organização e a gestão sistemática dos seus aspetos ambientais (Nogal, 2007; Staniskis & Stasiskiene, 2005). Um sistema de gestão permite a identificação dos aspetos ambientais que uma organização considera que pode controlar e influenciar, como por exemplo o consumo de energia, estimulando a mitigação dos impactes significativos gerados pelas suas atividades, produtos ou serviços.

De forma a mitigar os impactes negativos significativos, são necessárias ferramentas e procedimentos que contribuam para um bom desempenho energético, tais como equipamentos e sistemas eficientes, técnicas e procedimentos que visem a conservação de energia e avaliações de desempenho periódicas. Adicionalmente, o envolvimento de toda a organização, desde a gestão de topo às bases da organização, é essencial, pois os hábitos e comportamentos dos trabalhadores têm uma grande influência no desempenho energético de uma organização.

DESEMPENHO ENERGÉTICO

O desempenho energético de um equipamento ou sistema corresponde à quantidade de energia efetivamente consumida ou calculada, para satisfazer as diferentes necessidades associadas à utilização normalizada do mesmo. Pode ser referido em relação ao edificado (Silva, 2006).

No que diz respeito ao desempenho energético do edificado, este é influenciado por diversos fatores (figura 14), desde ganhos solares e internos, a perdas pelo envelope. Como tal, os objetivos prendem-se com a maximização dos níveis de conforto, da qualidade do ar interior e da eficiência

energética. Este último ponto pode ser alcançado através de: inovação na concepção, combinando harmoniosamente diferentes soluções disponíveis, de acordo com o clima e regime de ocupação; aumento da qualidade térmica dos edifícios; maximização da utilização de recursos renováveis; incremento da eficiência dos processos, sistemas e equipamentos (Silva, 2006).

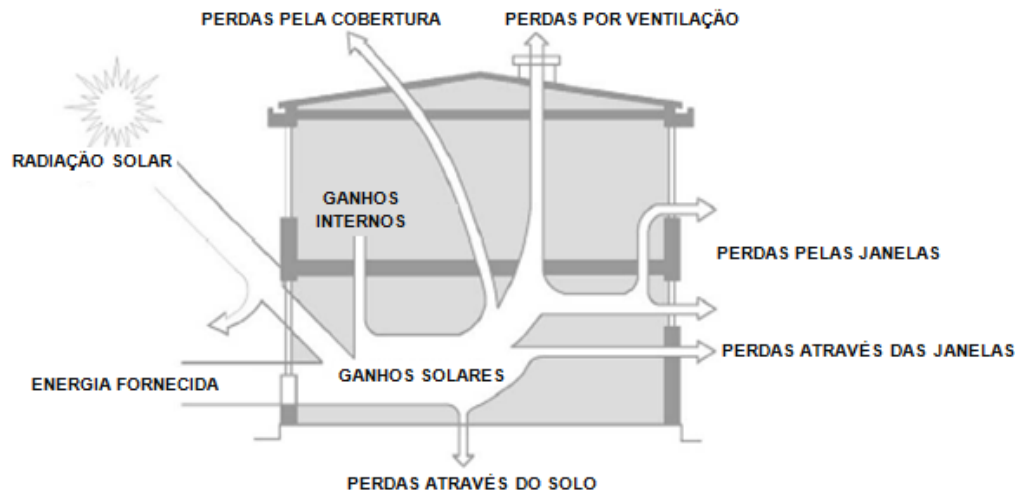


Figura 14 – Fatores que influenciam o desempenho energético do edificado (Silva, 2006)

O desempenho energético do edificado pode ser promovido através de medidas de diferentes níveis: medidas ao nível dos sistemas de abastecimento local; ao nível dos sistemas de utilização de energia; e ao nível do aproveitamento do potencial da envolvente. Quanto ao primeiro ponto, estas passam pela implementação de sistemas de energia renovável. No que diz respeito ao segundo ponto, as medidas concentram-se nos sistemas e equipamentos presentes no edificado, dependendo das atividades aí desenvolvidas.

Quanto ao terceiro e último ponto, as medidas passam por: otimização e aproveitamento da caracterização física e climática da envolvente (localização, orientação, temperatura do ar, humidade relativa, radiação solar, regime de ventos dominantes, quantidade de precipitação, configuração topográfica do terreno, distância entre edifícios), permitindo que se defina a forma do edifício e a sua organização espacial em função das necessidades de conforto (aquecimento, arrefecimento, iluminação); estabelecimento de prioridades para o desempenho do invólucro, entre as quais a climatização, ventilação e iluminação, uma vez que este depende das propriedades térmicas dos elementos opacos e da fenestração (qualidade do vidro, caixilharias e sombreamento) que o constituem; uso de técnicas passivas de aquecimento e arrefecimento, por exemplo, técnicas solares passivas de ganho direto ou ventilação natural, respetivamente (Silva, 2006).

2.2. Energia e a sua Gestão nos Edifícios

2.2.1. Importância da energia nos edifícios

A importância dos ambientes construídos, responsáveis por consumos elevadíssimos de recursos ao longo do seu ciclo de vida, leva a que os desafios e a mudança de paradigma tenham chegado também ao edificado, pelo seu enorme impacto no ambiente, na economia, na saúde e na produtividade dos ocupantes dos edifícios.

Os edifícios são sistemas complexos indissociáveis da sociedade, uma vez que 90% do nosso tempo é passado dentro de edifícios, assentes num modelo de produção e consumo muito ineficiente e gastador. No geral, os edifícios são responsáveis pelo consumo de 12%-16% de água, 25% de madeira florestal, 40% de energia e 40% da matéria extrativa, e pela produção de 40% de resíduos e 38% de emissões de GEE (Silva, 2006).

Nos últimos 20 anos, tem-se vindo a assistir a um aumento consecutivo do consumo de energia pelos edifícios e é expectável que esta tendência se mantenha (Dall'O', 2013). Mundialmente, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia final, o que corresponde a 38% das emissões de GEE. Estima-se que em 2035 as emissões sejam na ordem de 42,4 mil milhões de toneladas de GEE, representando um aumento de 43% em relação a 2007 (WBCSD, 2008; USGBC, 2007). Este setor apresenta o maior consumo de energia, sendo seguido pelo setor dos transportes (32% do total de energia final) e o setor da indústria (25% do total de energia final) (ENERDATA, 2012). No caso de Portugal, o consumo médio de energia pelo edificado corresponde a 25% do total nacional, todavia, nos meios urbanos este número atinge o consumo médio mundial (40%) (Guedes et al., 2009)

Este cenário do aumento de consumos ao longo dos anos deve-se ao aumento do nível de vida das populações, e conseqüente aumento das exigências quanto ao conforto, especialmente o conforto térmico. Além do mais, alia-se o facto de se estar a verificar um rápido desenvolvimento deste setor em países como a China e a Índia (WBCSD, 2008).

Considerando o ciclo de vida dos edifícios, este é mais difícil de ser avaliado quando comparado com outros produtos, essencialmente devido a: os edifícios são complexos em materiais e nas funções que desempenham; os seus processos de produção são menos uniformizados quando comparados com a maioria dos produtos manufaturados, devido ao carácter único de cada edifício; existem em grande escala; apresentam uma grande dinâmica temporal justificada pelas limitações da vida útil dos serviços que os constituem e pelas alterações dos seus requisitos de uso; (Dakwale et al., 2011).

Nas fases de construção, operação e manutenção, tal como se pode observar na figura 15, a fase que detém a maior fração de consumo de energia é a de operação (84%), dado constituir o período mais longo. Nesse sentido, poderá ser útil recorrer à norma ISO 15928-5:2013 – Imóveis – Descrição do desempenho – Parte 5: Energia operacional – na qual é estabelecido um método para descrever o desempenho energético de um imóvel, tendo como foco a energia operacional. A norma abrange as necessidades energéticas dos utilizadores, designa os processos de avaliação e descreve os parâmetros de desempenho relevantes para as condições climáticas internas e externas, para o consumo de energia e para a produção de energia pelo imóvel (ISO, 2013).

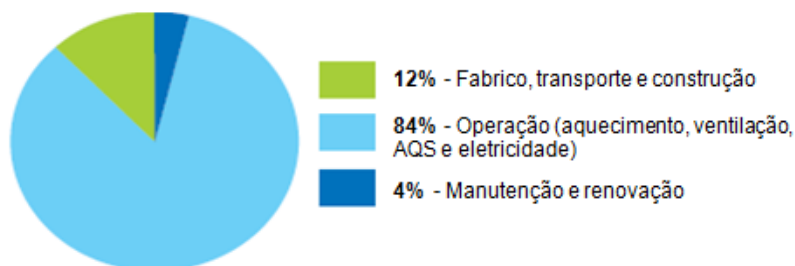


Figura 15 – Distribuição do consumo de energia pelas fases de construção, operação e manutenção de um edifício (WBCSD, 2008)

Por outro lado, a energia incorporada nos materiais construtivos, desde a sua extração, fabrico e transporte, e na construção corresponde a 12%, sendo a sua proporção maior, quanto menor for o tempo de vida do edifício (WBCSD, 2008).

Todavia, é possível diminuir o consumo de energia na fase operacional apostando nos avanços tecnológicos – essencialmente centrados no aumento da eficiência dos equipamentos e na produção local de energia a partir de fontes renováveis – e na sensibilização dos utilizadores – focada na adoção de comportamentos contra o desperdício de recursos (Dakwale et al., 2011; WBCSD, 2008). Adotando-se medidas centradas no aumento da eficiência energética, é possível reduzir mais de 50% do consumo de energia, o que representaria uma redução anual de 400 MtonCO₂-eq – quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto (ADENE, 2014c). Na generalidade, estas medidas acarretam grandes vantagens de mercado, não só para as organizações como para as famílias, uma vez que reside um elevado potencial de poupança nos edifícios (ENERDATA, 2012).

Em Portugal, como na maioria dos países europeus, a pesquisa centrada na eficiência energética em edifícios emergiu em 1970, sendo motivada, essencialmente, por preocupações económicas. No entanto, nas últimas décadas, com o crescimento da consciência sobre os problemas ambientais, a motivação ambiental tem vindo a ganhar força (Guedes et al., 2009).

É importante tornar a energia em edifícios mais valiosa, o que resulta em progressos positivos quanto à minimização do consumo de energia e das consequências que daí derivam, nomeadamente, as alterações climática e a dependência das importações de energia. Nesse sentido, o desenvolvimento de regulamentação, incentivos, mecanismos financeiros e o fornecimento de informação mais clara, aos agentes interessados, acerca do desempenho energético de cada edifício são fatores a considerar (WBCSD, 2008).

2.2.2. Da certificação à gestão energética

A energia tem sido um fator evolutivo, quer para a procura de melhor desempenho ambiental, quer para a procura de sustentabilidade. Devido à emergência em se melhorar o desempenho dos edifícios, governos nacionais e internacionais têm vindo a definir medidas a longo prazo.

A nível europeu, foram definidas metas a médio e longo prazo e programas até 2050, de forma a corrigirem-se as estratégias adoptadas pelos Estados Membros (Dall'O', 2013). Um exemplo foi a definição da Diretiva relativa ao Desempenho Energético de Edifícios (*Energy Performance Building Directive* (EPBD) – Diretiva Europeia 2002/91/UE) em 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios do setor residencial e terciário, quer dos edifícios novos, quer dos já existentes. A sua revisão em 2010 apresentou os seguintes objetivos para todos os Estados Membros (Diretiva 2010/31/UE, 2010; ADENE, 2014a):

- Implementação de um sistema de certificação energética dos edifícios, quer estes sejam novos ou reabilitados, devendo ser comunicada a classe energética a que pertencem no caso de serem objeto de transação ou arrendamento;

– Avaliação periódica do desempenho dos grandes edifícios de comércio, serviços e edifícios públicos, constituindo um exemplo na dinamização da certificação energética;

– Todos os edifícios novos devem ser edifícios de balanço energético quase nulo (*nearly zero energy building* – NZEB) até 31 de Dezembro de 2020, sendo que para os edifícios do Estado a data adianta para 31 de Dezembro de 2018.

Outros exemplos de estratégias adotadas são o Protocolo de Quioto e as metas 20-20-20, ambos já abordados na secção 1.1.2.

Para se alcançar o objetivo de NZEB, devem ser integradas determinadas estratégias aquando da conceção e construção e, essencialmente, na renovação dos edifícios, dado grande parte da construção existente ser constituída por edifícios antigos com baixos desempenhos energéticos (WBCSD, 2008; Capehart et al., 2011). Primeiro que tudo, é importante que as partes envolvidas tenham uma elevada consciência ambiental, nomeadamente os arquitetos e os engenheiros, de modo a que as técnicas e materiais usados contribuam para o bom desempenho do edifício. Em segundo lugar, a prioridade deve ser a minimização do consumo de energia por meio da utilização de estratégias bioclimáticas e passivas, visto o desempenho ambiental de um edifício estar dependente da sua localização e de inúmeros fatores associados à localização, particularmente o clima. Consoante o clima, as necessidades de iluminação artificial e climatização variam e, entre as técnicas bioclimáticas e passivas mais comuns estão as seguintes: ventilação natural, orientação solar, dimensionamento da área envidraçada e respetivo sombreamento, tirando-se partido da iluminação natural e das trocas de calor (Dakwale et al., 2011; Guedes et al., 2009).

Em relação a Portugal, a título de exemplo, o país tem um clima privilegiado, relativamente temperado, tornando injustificável na maioria das situações o uso de climatização artificial. Pode-se identificar um significativo número de técnicas e princípios comuns aplicáveis em várias regiões do país, como a ventilação noturna para arrefecimento no verão, o dimensionamento da área envidraçada com sobreaquecimento adequado para aquecimento no inverno e proteção contra sobreaquecimento no verão (Guedes et al., 2009).

A nível nacional foi adotada regulamentação térmica para os edifícios desde os anos 90, com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE – Decreto-Lei 40/90) e com o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE – Decreto-Lei 119/98). Era pretendido melhorar os requisitos dos edifícios de forma obrigatória, procurando-se situações de conforto e de bom desempenho energético (Pinheiro, 2014).

Na década seguinte, com a transposição da diretiva 2002/91/UE em 2006, passou a ser obrigatória em Portugal a certificação energética e da qualidade do ar interior nos edifícios (SCE – Decreto-Lei 78/2006), e foi reformulado o regime estabelecido pelos decretos-lei anteriores respeitantes ao RCCTE e ao RSECE (RSECE – Decreto-Lei 79/2006 e RCCTE – Decreto-Lei 80/2006). Neste contexto, a certificação energética afirmou-se como um instrumento de mercado (ADENE, 2009). Segue-se uma breve explicação do âmbito do RCCTE e do RSECE, respetivos requisitos e impactes positivos previstos.

Começando pelo RCCTE, este regulamento tinha como âmbito de aplicação os edifícios residenciais ou pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados ou com sistemas cuja potência nominal fosse inferior a 25 kW. Os principais requisitos passavam pela instalação de painéis solares térmicos para águas quentes sanitárias (AQS), redução de pontes térmicas, garantia de um ambiente saudável através de caudais mínimos de ar novo, melhorias do isolamento térmico, implementação de vidros duplos e palas nas janelas e inspeção periódica do ar condicionado e caldeiras. Eram esperados variados impactos positivos da implementação de medidas de melhoria nos edifícios (figura 16), estimando-se maiores economias provenientes do solar térmico, representando um decréscimo de 16,5% no consumo anual de energia final, seguido do isolamento (decréscimo de 6,6%) e dos envidraçados (redução de 5,7%). O sombreamento e as pontes térmicas apresentavam um impacto mais reduzido (reduções de 0,4% e 0,7% respetivamente) (ADENE, 2009).

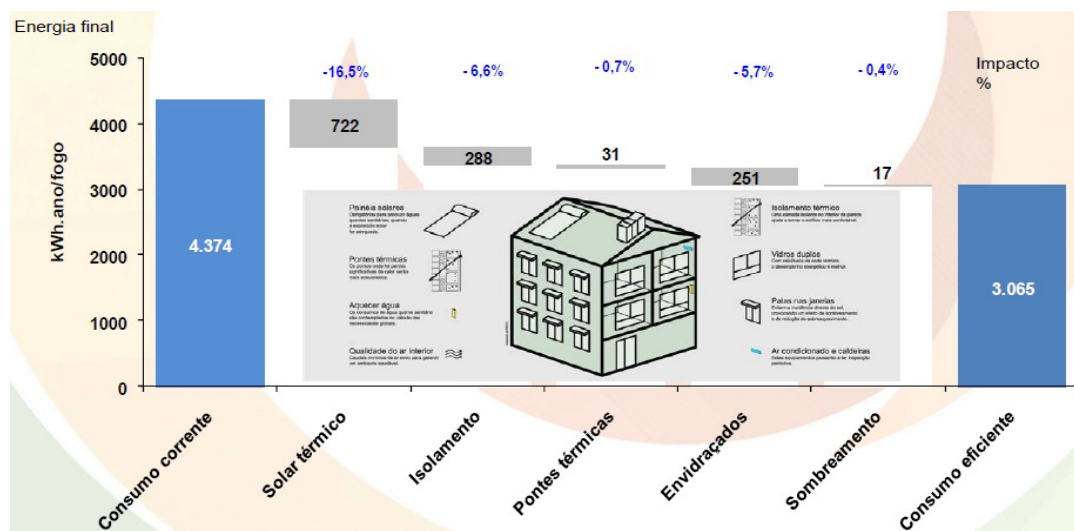


Figura 16 – Impacte previsto das medidas de melhoria em edifícios residenciais (ADENE, 2009)

Por sua vez, o âmbito de aplicação do RSECE centrava-se nos edifícios de serviços – grandes, cuja área fosse superior a 1000 m², ou a 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas; pequenos, cujo sistema de climatização detivesse uma potência nominal superior a 25 kW – e nos edifícios residenciais com sistemas cuja potência nominal fosse superior a 25 kW. Foram igualmente definidos requisitos de modo a melhorarem-se as condições nos edifícios, nomeadamente, especificações para as características da envolvente, valorização de energias renováveis, limitação da potência a instalar, execução de planos de manutenção obrigatórios, realização de inspeções periódicas a equipamentos, formação de técnicos, realização de auditorias energéticas e de qualidade do ar interior periodicamente, limitação do consumo de energia, adoção de sistemas energéticos eficientes, garantia de caudais de ar novo e monitorização da concentração de poluentes. Estimaram-se diversos impactos positivos da implementação de medidas de melhoria nos edifícios (figura 17), sendo a iluminação o sistema que apresenta o maior potencial de poupança, traduzido na redução do consumo anual de energia final em 21%, seguida dos envidraçados (decréscimo de 9%), do isolamento (redução de 6%), das energias renováveis (decréscimo de 5%), e dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) (redução de 3%). As pontes térmicas e o sombreamento apresentam, uma vez mais, um impacto mais reduzido (redução de 1%) (ADENE, 2009).



Figura 17 – Impacte previsto das medidas de melhoria em edifícios de serviços (8000 m²) (ADENE, 2009)

Com a publicação da diretiva 2010/31/UE, o regime estabelecido pela anterior diretiva foi reformulado e a sua transposição, através de um decreto-lei (Decreto-Lei n.º 118/2013), originou uma revisão da legislação nacional. Deste modo, a sua sistematização e o seu âmbito de aplicação foram melhorados, incluindo num único diploma o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Assim, os edifícios de habitação passam a estar abrangidos apenas pelo REH e os edifícios de serviços apenas pelo RECS, independentemente da potência nominal dos sistemas.

A certificação energética tem como entidade fiscalizadora a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), como entidade gestora a ADENE – Agência para a Energia e é da responsabilidade dos proprietários dos edifícios (ADENE, 2014b). Esta passa a ser obrigatória nos seguintes contextos (ADENE, 2014c):

- Edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções de reabilitação (intervenções na envolvente ou nas instalações técnicas do edifício, cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício nas condições definidas em regulamento próprio);
- Edifícios de comércio e serviços com área útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas;
- Edifícios públicos com área interior útil de pavimento superior a 500m²;
- Todos os edifícios existentes, quer de habitação bem como de serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento.

Destaca-se que esta regulamentação aponta para a necessidade de se atingir zero de energia, em 2018, para os novos edifícios públicos e, em 2020, para os privados e para reabilitações de dimensões significativas.

A classe energética é atribuída consoante o indicador de desempenho do edifício e possibilita a informação dos agentes de mercado sobre a qualidade energética de determinado imóvel, caracterizando o estado atual e o potencial de reabilitação. Este é calculado em condições padrão e

tem incluído o contributo de fontes renováveis, sendo geralmente expresso pelo rácio entre o consumo anual de energia útil e a área do imóvel (kWh/m².ano). Posteriormente, é comparado com o consumo de referência, sendo determinada a sua classe energética (de A⁺ a F) e a eficiência na utilização de energia (figura 18) (ADENE, 2014d).

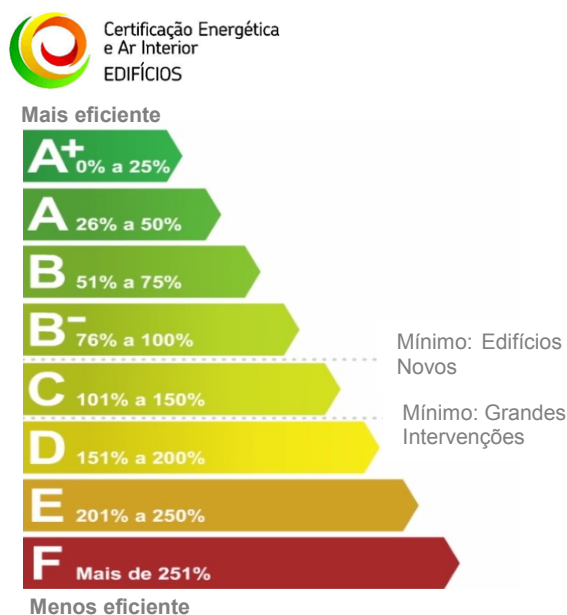


Figura 18 – Classes da certificação energética com as respetivas percentagens de comparação com o consumo de referência (ADENE, 2014d)

Nos casos em que as medidas de reabilitação são implementadas de forma contínua, a certificação é conveniente e meritória. Desta forma, uma classificação energética baixa sugere a oportunidade de implementação de medidas de reabilitação, a sua manutenção contínua e a adoção de sistemas de gestão (Dall'O', 2013).

2.2.3. A energia como um dos elementos-chave na procura da sustentabilidade – Caso dos sistemas de avaliação

A energia é um dos parâmetros-chave no desempenho ambiental e também na componente social e económica, assumindo, desde logo, a sua importância na procura de sustentabilidade. O conceito tem sido muito promovido, sendo um dos pontos essenciais a forma de o avaliar.

Nesse sentido, têm vindo a ser criados sistemas de avaliação e ferramentas que permitam a análise e o reconhecimento da construção sustentável, considerando não só a energia, mas também, por exemplo, a água, os resíduos, a ecologia e o ar, de forma a assegurar a sustentabilidade dos edifícios durante o seu ciclo de vida (Ganhão & Amado, 2012).

Segundo Pinheiro (2014), a classificação, certificação e reconhecimento do nível ambiental e de sustentabilidade, por parte dos sistemas integrados de apoio e avaliação à construção sustentável, são elementos-chave para a promoção, conceção, construção e gestão de imóveis. Adicionalmente, Kibert (2012) defende que a certificação do desempenho ambiental realça os aspetos positivos mas, ao mesmo tempo, informa quais os aspetos mais críticos e que devem ser melhorados.

Atualmente, as formas de avaliar e reconhecer os imóveis sustentáveis são, cada vez, mais uma realidade nos diferentes países, e têm vindo a evoluir com o tempo de forma a ajustarem-se às necessidades do mercado (Dakwale et al., 2011). Cerca de 60 países dispõem ou estão a desenvolver sistemas de avaliação específicos, sendo possível observar na figura 19 a diversidade de sistemas de avaliação ambiental existentes.

Nation	Label	Nation	Label
 Australia	Nabers / Green Star	 Mexico	LEED Mexico
 Brazil	AQUA / LEED Brasil	 Netherlands	BREEAM Netherlands
 Canada	LEED Canada / Green Globes / Built Green Canada	 New Zealand	Green Star NZ
 Czech Rep	SBToolCZ	 Philippines	BERDE / Philippine Green Building Council
 China	GBAS	 Portugal	Lider A
 Finland	PromisE	 Taiwan	China Green Building Network
 France	HQE	 Singapore	Green Mark
 Germany	DGNB / CEPHEUS	 South Africa	Green Star SA
 Hong Kong	HKBEAM	 South Korea	KGBC
 India	Indian Green Building Council (IGBC) / (GRIHA)	 Spain	VERDE
 Indonesia	Green Building Council Indonesia (GBCI) / Greenship	 Switzerland	Minergie
 Italy	LEED / Italy / Protocollo Itaca / GBCouncil Italia	 United States	LEED / Living Building Challenge / Green Globes
 Japan	CASBEE	 UAE	Estidama
 Jordan	EDAMA	 UK	BREEAM
 Malaysia	GBI Malaysia		

Figura 19 – Exemplos de sistemas de avaliação ambiental (Pinheiro, 2014 citando Kibert, 2012)

O BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) e o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) são os dois sistemas de avaliação de maior dimensão mundial, encontrando-se em vigor em diversos países por todo o mundo. O LiderA (Liderar pelo Ambiente) tem aplicação em Portugal e em alguns países africanos de língua oficial portuguesa.

Em Portugal existem evidências de certificações efetuadas pelo LEED, pelo BREEAM – ambos os sistemas detêm menos de uma dezena de certificações – pelo LiderA – sistema com o maior número de certificações – e pelo SB Tool, com duas certificações (Pinheiro, 2014).

Seguidamente será efetuada uma descrição sumária dos sistemas de avaliação BREEAM, LEED e LiderA. Começando pelo BREEAM, trata-se do primeiro sistema de avaliação ambiental a ser criado. Foi desenvolvido no Reino Unido por investigadores do *Building Research Establishment* (BRE) e do setor privado, tendo sido lançado em 1990 (BREEAM, 2014a). Os seus principais objetivos consistem no estabelecimento de critérios e padrões não impostos legalmente, em promover a implementação das melhores práticas ambientais em todo o ciclo de vida do edificado e em distinguir edifícios exemplares com reduzidos impactes ambientais (Pinheiro, 2014).

Existem adaptações da sua metodologia em vários países como a Holanda, Noruega, Alemanha, Suécia, Áustria e Espanha, priorizando aspetos de relevância regional na avaliação (BRE, 2011). Ao longo dos anos têm surgido diversas versões do BREEAM, possibilitando um melhor enquadramento à tipologia do edifício em questão, como novos edifícios (*BREEAM UK New Construction*), casos de reabilitação (*BREEAM UK Refurbishment*), edifícios residenciais (*EcoHomes*), comunidades (*BREEAM UK Communities*) e edifícios não residenciais (*BREEAM In-USE*) (BREEAM, 2014b).

A metodologia do sistema assenta numa lista de verificação (*checklist*) onde são detalhados os requisitos específicos para a obtenção de créditos, que se encontram distribuídos pelas diferentes áreas abordadas nas várias categorias (Roderick et al., 2009) As seguintes categorias, em geral comuns a todas as versões do BREEAM, representam o núcleo de ações: energia, saúde e bem-estar, gestão, transportes, materiais, uso do território, ecologia, poluição, resíduos e água (BRE, 2011). Cada área possui uma ponderação específica de acordo com a importância relativa determinada pelo sistema e, posteriormente, a ponderação é reconvertida num índice de desempenho ambiental que permite situar o desempenho do edifício num dos seis níveis de certificação existentes – não classificado (*unclassified*), passa (*pass*), bom (*good*), muito bom (*very good*), excelente (*excellent*) e excepcional (*outstanding*) (BRE, 2011).

Em relação ao sistema de avaliação LEED, foi desenvolvido pelo *United States Green Building Council* (USGBC) e publicado em 1998. O âmbito deste sistema prende-se com a avaliação do desempenho ambiental de um edifício como um todo, ao longo do seu ciclo de vida (USGBC, 2014a). Os projetos certificados pelo LEED abrangem 135 países e mais de 50% da área total certificada é referente a projetos internacionais, ou seja, projetos que têm lugar fora dos Estados Unidos da América (EUA), por exemplo no Brasil, México, Itália e Canadá (Pinheiro, 2014).

Com o passar dos anos têm-se desenvolvido diversas versões do LEED destinadas a diferentes utilizações, nomeadamente, projetos de suporte à operação e manutenção de edifícios já existentes (*LEED Building Operations + Maintenance*), espaços interiores (*LEED Interior Design + Construction*), desenvolvimento da vizinhança (*LEED Neighborhood Development*), novas construções e projetos de grandes renovações (*LEED Building Design + Construction*) e habitações (*LEED Homes*) (USGBC, 2014a).

A metodologia do sistema tem como base um guia e uma lista de verificação (*checklist*) dos projetos, na qual se encontram desagregados os pré-requisitos, que são de cumprimento obrigatório, e os requisitos, de caráter não obrigatório mas pontuáveis, de cada categoria. As categorias principais, comuns a todas as versões, são as seguintes: locais sustentáveis, uso eficiente da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ar interior, inovação, prioridade regional e localização e transportes. Na versão *LEED Neighborhood Development* também são consideradas as seguintes categorias: localizações inteligentes e conectividade, padrão e *design* dos bairros e infraestruturas e edifícios verdes. A contabilização dos pontos é efetuada através da soma dos requisitos comprovadamente cumpridos, sendo que a atribuição de certificação só se verifica quando o total de pontos é superior a 40 e os pré-requisitos, que são de caráter obrigatório, também são cumpridos. O LEED conta com os seguintes quatro níveis de classificação: certificado (*certified*), prata (*silver*), ouro (*gold*) e platina (*platinum*) (USGBC, 2014a).




Por último, será abordado o sistema LiderA. O sistema foi desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro, Doutoramento em Engenharia do Ambiente pelo Instituto Superior Técnico, e foi publicado em 2005. O LiderA destina-se a apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade, a avaliar e posicionar o seu desempenho na fase de conceção, obra e operação quanto á procura de sustentabilidade, a suportar a gestão na fase de construção e operação, a atribuir a certificação

através da verificação por uma avaliação independente e a servir como instrumento de mercado distintivo para os empreendimentos e clientes que valorizem a sustentabilidade (LiderA, 2014).

Este sistema assenta em seis vertentes – integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivência socioeconómica e uso sustentável – que se concretizam em vinte e duas áreas e quarenta e três critérios, permitindo suportar a procura e a avaliação da sustentabilidade do edificado. Os critérios propostos pressupõem que as exigências legais são cumpridas e que são adoptadas como requisitos essenciais mínimos nas diferentes áreas consideradas, e dispõem de diferentes níveis de desempenho – de 0 a 10 – onde o nível 1 é a prática de referência ou usual e os níveis evoluem com a tecnologia e com o uso de soluções ambientalmente mais eficientes. No entanto, os critérios e as orientações apresentadas pretendem ajudar a selecionar não a melhor solução existente mas a solução que melhora, preferencialmente de forma significativa, o desempenho existente, também numa perspetiva económica. A classificação em cada critério é reconvertida numa classe de G a A⁺⁺ e, de acordo com a ponderação relativa de cada critério, obtém-se o desempenho final, que caso seja classe C ou superior pode ser certificado pelo LiderA. A aplicação do LiderA abrange diversas tipologias, nomeadamente, o setor residencial, turismo, restauração, comércio, escritórios, escolas e comunidades (Pinheiro, 2014).

Na tabela 1 apresentam-se, sumariamente, as principais características dos três sistemas de avaliação enunciados previamente, isto é, o BREEAM, o LEED e o LiderA.

Tabela 1 – Sistemas de avaliação ambiental, seus perfis, categorias de avaliação e escalas de classificação (BREEAM, 2014a; BREEAM, 2014b; USGBC, 2014a; Pinheiro, 2014)

Sistema	BREEAM (Reino Unido, 1990)	LEED (EUA, 1998)	LiderA (Portugal, 2005)
Entidade responsável pelo desenvolvimento	 <i>Building Research Establishment (BRE)</i>	 <i>United States Green Building Council (USGBC)</i>	 LiderA – Sistema de Avaliação da Sustentabilidade
Perfis de utilização desenvolvidos ou em desenvolvimento	Residencial, comunidades, escritórios, comércio, indústria, educação, saúde, prisões, tribunais.	Residencial, comércio, saúde, educação, comunidades, indústria.	Edificado – residencial, escritórios, comércio, turismo; zona urbana, infraestruturas e comunidades.
Categorias/vertentes de avaliação	Gestão, saúde e bem-estar, energia, água, transportes, materiais, uso do território, ecologia, resíduos e poluição.	Locais sustentáveis, uso eficiente da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ar interior, inovação, prioridade regional, localização e transportes, localizações inteligentes e conectividade, padrão e <i>design</i> dos bairros e infraestruturas e edifícios verdes.	Integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivências socioeconómicas e uso sustentável.
Escala de classificação	Não classificado, passa, bom, muito bom, excelente, excepcional.	Certificado, prata, ouro, platina.	Escala A ⁺⁺ a G (E é similar à prática de referência). Certificado a partir de C.

Considerando os sistemas de avaliação previamente abordados e analisando o peso atribuído à categoria da energia, esta apresenta o peso mais elevado nos três sistemas quando comparada com

as restantes categorias. Tal facto indicia quão importante é o desempenho energético para se atingir um bom desempenho ambiental. No BREEAM o peso relativo da energia corresponde a 19%, incrementando para 34% ao considerar-se também a saúde e bem-estar, que equivale a 15% (versão 2011 BREEAM *UK New Construction*) (BREEAM, 2011). No LEED o peso relativo da energia equivale a 30%, aumentando para 45% se também se contemplar a qualidade ambiental interior, que corresponde a 15% (versão 4 *Building Design + Construction*) (USGBC, 2014b). No LiderA versão 2.0 o peso relativo da energia corresponde a 17%, acrescentando para 32% se tiver em consideração o conforto ambiental, que corresponde a 15% (LiderA, 2011).

Em síntese, a energia não só é importante e decisiva na gestão energética mas também na procura da sustentabilidade, variando entre 17% a 45% nos sistemas de avaliação analisados.

2.3. Abordagens de Avaliação

A importância da energia gera a necessidade de se avaliar o desempenho energético e posteriormente geri-lo, tornando possível responder às seguintes questões: “Qual a nossa situação ambiental? Que problemas existem? Como estamos face a lei? Qual a nossa posição no mercado?”. A avaliação detalhada das condições de exploração dos recursos energéticos de um edifício ou fração, com vista a identificar os diferentes vetores energéticos e caracterizar os consumos de energia, pode incluir, entre outros aspetos, o levantamento das características da envolvente e dos sistemas técnicos, a caracterização dos perfis de utilização e a quantificação, monitorização e simulação dinâmica dos consumos energéticos.

Nesse sentido, serão desenvolvidas, seguidamente, as abordagens mais utilizadas na avaliação do desempenho energético: medição – para a qual existe um conjunto de instrumentos – estimativa e avaliação por modelos de simulação, a verificação no local – inspeção – e a comparação do desempenho com um referencial – auditoria energética.

Consoante o nível operacional de uma auditoria energética, a sua abordagem pode incluir não só a comparação do desempenho com um referencial, mas também a medição de parâmetros ambientais e do desempenho de sistemas, e o recurso à avaliação por modelos. Além do mais, a auditoria distingue-se da inspeção pelo facto da primeira decorrer sem aviso prévio. As abordagens enunciadas previamente serão apresentadas de seguida, começando pela auditoria energética.

2.3.1. Auditoria energética

A palavra “auditoria” é definida como “inspeção oficial às contas de uma organização por um especialista em assuntos financeiros e económicos”. Ao longo dos anos têm sido levadas a cabo auditorias financeiras a organizações financeiras e comerciais, de forma a avaliar o valor corrente de uma atividade baseado no desempenho e nos registos do período precedente. Isto permite que se estimem desempenhos futuros, tendo como base o conhecimento da atividade passada e presente.

Mais recentemente, o conceito de auditoria tem sido usado para descrever técnicas com as quais se obtém uma avaliação de acontecimentos atuais em áreas distintas da financeira (Bennett & Newborough, 2001).

O desenvolvimento de iniciativas de avaliação focadas nas questões energéticas e no edificado surgiu aquando da crise petrolífera nos anos 70, embora não tenha sido evidente a nível nacional, de forma a estimarem-se os consumos energéticos pelos diversos setores e a tomarem-se medidas de conservação de energia que visassem a redução do consumo (Pinheiro, 2014). Como tal, o termo “auditoria energética” surgiu entre a década de 70 e a década de 80 (Bennett & Newborough, 2001).

Uma auditoria energética consiste num processo de verificação sistemático e documentado que permite a obtenção e avaliação, de maneira objetiva, das provas da auditoria. São analisados criticamente os fluxos energéticos num edifício, processo ou sistema, com vista à identificação de oportunidades de racionalização energética, tendo em conta não só uma visão tecnológica e económica do problema mas também um objetivo mais ambicioso – contribuir para a sustentabilidade da instalação auditada. É a chave para uma gestão efetiva da energia (Dall’O’, 2013).

Os objetivos gerais de uma auditoria energética consistem em: caracterizar e quantificar as formas de energia utilizadas; avaliar o desempenho e gestão dos sistemas de produção e consumo de energia; quantificar os consumos energéticos por produto ou equipamento; harmonizar as práticas e procedimentos das diversas unidades operacionais de uma organização; estabelecer potenciais medidas de racionalização; analisar técnica e economicamente as soluções encontradas; priorizar os investimentos; dar acesso a mercados com requisitos específicos; avaliar cumprimentos dos requisitos legais; e facilitar o controlo e gestão dos recursos energéticos (LGE, 2014).

Os principais agentes no processo de auditoria são a equipa de auditores, o cliente e o auditado. No caso de uma auditoria interna, o cliente pode ser o auditado, por exemplo uma organização. Por outro lado, numa auditoria externa, o auditado pode ser uma organização e o cliente poderá ser uma entidade reguladora, partes contratantes ou potenciais clientes da organização (ISO, 2011a).

Existem três requisitos essenciais para se levar a cabo uma auditoria energética: disponibilização da informação apropriada e necessária sobre o tema da auditoria, existência de recursos para suporte ao processo da auditoria e cooperação por parte da organização a ser auditada (Pinheiro, 2013).

Aquando da planificação de uma auditoria, o recurso à norma ISO 19011:2011 – Linhas de orientação para a auditoria de sistemas de gestão – pode ser relevante, uma vez que a norma descreve os princípios da auditoria, da gestão de um programa de auditoria e da realização de auditorias a sistemas de gestão, incluindo orientações sobre a avaliação da competência dos agentes envolvidos no processo de auditoria, nomeadamente a equipa de auditores (ISO, 2011a).

A estratégia a adotar numa auditoria depende de uma série de elementos (Dall’O’, 2013):

- O nível operacional/âmbito da auditoria (auditoria preliminar, auditoria padrão ou auditoria detalhada);
- O tipo de instalação (residencial, comercial, industrial), tamanho e complexidade;
- A categoria dos equipamentos, processos e sistemas (por exemplo sistemas elétricos ou mecânicos);
- Os utilizadores da instalação, essencialmente a gestão de topo.

Começando pela distinção entre os diversos níveis operacionais de uma auditoria, existem três tipos de auditoria: auditoria preliminar (*walk-through audit*), auditoria padrão (*standard audit*) e auditoria detalhada (*detailed audit ou simulation audit*). Estas variam consoante os objetivos estabelecidos, de modo a maximizar-se a eficácia e a minimizar-se o investimento. Consequentemente, existem variações na duração, no custo, nos instrumentos e *softwares* usados e no detalhe da análise dos fluxos energéticos (Dall'O', 2013).

A auditoria preliminar consiste numa visita às instalações de modo a inspecionar-se visualmente os principais sistemas consumidores de energia, obtendo-se um conhecimento geral sobre os mesmos (Dall'O', 2013). A informação do consumo de energia nos últimos anos é conferida, de forma a analisarem-se os padrões de uso da energia e, posteriormente, compará-los com os consumos médios da indústria/setor, realizando-se *benchmarking* – procura das melhores práticas numa determinada indústria/setor que conduzem a uma melhoria no desempenho (Reyes et al., 2006). A recolha de informação é limitada temporalmente e não são realizadas atividades de monitorização, resultando numa auditoria com custos reduzidos (Dall'O', 2013). A linha de base (*baseline*) é uma referência quantitativa que fornece uma base de comparação do desempenho energético para um dado período de tempo, ou seja, pode corresponder ao perfil mensal do consumo de energia. Esta é estabelecida recorrendo-se aos dados obtidos diretamente das faturas de eletricidade ou de combustíveis e da realização de entrevistas e medições superficiais (Dall'O', 2013). É pretendido a identificação de ineficiências evidentes nos principais sistemas, a proposta de medidas de reabilitação simples e económicas, com poupanças energéticas e operacionais notáveis, e a determinação da importância de se levar a cabo uma auditoria mais detalhada (Krarti, 2010).

A auditoria padrão consiste numa avaliação mais detalhada do funcionamento dos equipamentos e sistemas, permitindo uma recolha de informação minuciosa, levada a cabo num intervalo temporal mais longo, comparativamente com a auditoria preliminar (Reyes et al., 2006). Engloba uma análise à instalação, aos equipamentos, aos sistemas operacionais e às condições de funcionamento, sendo possível monitorizar os sistemas e realizar medições, o que se traduz num custo superior à auditoria preliminar. A linha de base consta num modelo de simulação simples do edifício, onde o uso de energia e respetivas perdas são quantificados (Thumann & Younger, 2008). Além do mais, o modelo torna possível a análise das potenciais poupanças energéticas e económicas que advêm da implementação de diferentes medidas de reabilitação (Dall'O', 2013). Pretende-se quantificar as perdas de energia associadas à ineficiência de sistemas e propor medidas de reabilitação complexas, após estas serem avaliadas económica e tecnologicamente (Reyes et al., 2006).

A auditoria detalhada tem a duração aproximada de um mês, essencialmente devido ao seu grau de detalhe, levando à necessidade de se repetir algumas tarefas, o que faz com que este tipo de auditoria energética não seja um processo linear mas iterativo (Krarti, 2010). Inclui uma avaliação mais abrangente e pormenorizada relativamente aos padrões do uso da energia, sendo vantajosa para instalações cujos sistemas sejam complexos, encarecendo este processo de verificação (Thumann & Younger, 2008). Para se estabelecer a linha de base, Krarti (2010) sugere que se reúnam, no mínimo, três anos de dados relativos ao consumo de energia, de forma a ser possível a

identificação de padrões de uso de cada combustível e a relacioná-los com as condições climáticas, avaliando a existência de padrões sazonais. Adicionalmente, Reys et al. (2006) e Thumann & Younger (2008) enunciam a necessidade de se usar um modelo de simulação dinâmico, com o propósito de se estimar de forma exata o desempenho do edifício e dos sistemas, eventualmente numa base horária, tendo em conta fatores externos (por exemplo, variações no clima). As medidas de reabilitação são propostas após a verificação do seu grau de eficácia através da simulação, sofrendo uma avaliação dos custos do ciclo de vida, uma vez que estas são complexas e têm um elevado custo e risco associado. Ao compararem-se os valores de consumo reais e os valores estimados através do modelo, é possível melhorar de forma contínua o modelo de simulação (Thumann & Younger, 2008). Assim que o modelo responda da mesma forma que o edifício, as variações nos sistemas energéticos podem ser simuladas com muita precisão. Por vezes, este tipo de auditoria é utilizado na avaliação do desempenho energético de novos edifícios, tendo como base diversos equipamentos e configurações do projeto (Reyes et al., 2006).

Na tabela 2 estão sistematizadas as principais características dos três tipos de auditorias.

Tabela 2 – Caracterização da auditoria preliminar, padrão e detalhada (Dall’O’, 2013; Thumann & Younger, 2008; Reyes et al., 2006)

	Auditoria Preliminar	Auditoria Padrão	Auditoria Detalhada
Duração	Dias	Semanas	Mês
Custo	Baixo	Médio	Alto
Âmbito	Análise do funcionamento dos principais sistemas consumidores de energia.	Análise detalhada da instalação e do funcionamento dos sistemas consumidores de energia.	
Linha de Base	Dados das faturas dos combustíveis; entrevistas simples; medições da dimensão da instalação, temperatura do ar, temperatura de superfícies, medições elétricas e iluminância; folha de cálculo simples.	Dados das faturas dos combustíveis; entrevistas pormenorizadas; monitorização de sistemas; medições da temperatura do ar, temperatura de superfícies, velocidade do ar, fluxo de ar, iluminância, análise dos gases de combustão e da rede elétrica; modelo de simulação simples, considerando as perdas da instalação.	Dados das faturas dos combustíveis; entrevistas pormenorizadas; monitorização de sistemas; medições da dimensão da instalação, da temperatura do ar, temperatura de superfícies, velocidade do ar, fluxo de ar, iluminância, análise dos gases de combustão e da rede elétrica; modelo de simulação dinâmico.
Resultados Esperados	Identificação de evidentes ineficiências nos sistemas ou na sua gestão; priorizar projetos de eficiência energética; determinar a necessidade de uma auditoria mais detalhada; sugestão de medidas de reabilitação simples e económicas.	Identificação de ineficiências nos sistemas ou na sua gestão; quantificação das perdas; sugestão de medidas de reabilitação complexas e posterior avaliação económica.	Identificação de ineficiências nos sistemas ou na sua gestão; definição de padrões do uso de energia, considerando fatores externos (ex.: clima); sugestão de medidas de reabilitação complexas, com custo e risco elevado, e posterior avaliação dos custos do ciclo de vida.

2.3.1.1. Definição do plano operacional

A definição do plano operacional, no qual é definida a abordagem da auditoria, é a base para a execução de uma auditoria eficaz. Está dependente dos elementos enunciados previamente, que condicionam a estratégia a adotar, e da manifestação do desejo e vontade, por parte do cliente, em melhorar o desempenho energético e ambiental da instalação, contribuindo para a eficiência

energética, para a redução das emissões de GEE e do consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis, caminhando para a sustentabilidade (Dall'O', 2013).

A motivação em melhorar o desempenho energético do edificado pode ser desencadeada por diversos fatores, entre os quais: défice de conforto ambiental, necessidade de redução do consumo de recursos, renovações no edifício (por mau funcionamento, insegurança ou não conformidade com a legislação), certificação energética de baixo nível e procura de um perfil de sustentabilidade (Dall'O' et al., 2012).

O plano operacional é constituído por três fases: avaliação do desempenho energético, proposta de medidas de reabilitação e avaliação económica das mesmas (figura 20), independentemente do nível operacional da auditoria. O que varia consoante o nível operacional da auditoria é o detalhe de cada fase (Dall'O' et al., 2012; Capehart et al., 2011). A primeira fase é levada a cabo pelo auditor enquanto nas duas fases seguintes deve existir interação entre o auditor e o cliente.

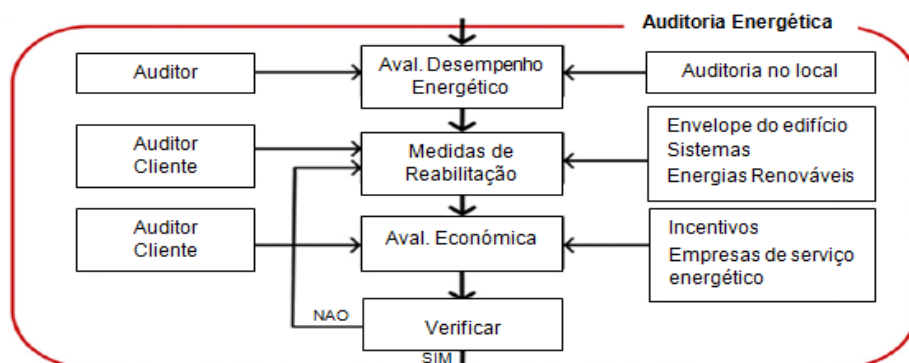


Figura 20 – Plano operacional de uma auditoria energética (adaptado de Dall'O' et al., 2012)

No entanto, antes da visita às instalações, existe uma fase denominada de “**pré-auditoria**”. Nesta fase é definida a equipa auditora, analisa-se a regulamentação relevante, as políticas energéticas da organização, as últimas auditorias, caso já tenham sido executadas previamente, as faturas energéticas dos diversos combustíveis energéticos e de eletricidade ou a monitorização dos consumos energéticos, no caso de a instalação ter um sistema de monitorização de energia, e é elaborado o planeamento da auditoria. No planeamento da auditoria estão definidos o local, os objetivos, o âmbito, a duração, a metodologia e as áreas prioritárias da auditoria, bem como o material a utilizar na mesma (Pinheiro, 2013).

Segue-se a descrição das três fases previamente enunciadas, assumindo que o tipo de auditoria levada a cabo é a detalhada.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Começando pela primeira fase – avaliação do desempenho energético – esta engloba todas as atividades levadas a cabo no local da auditoria, desde o levantamento energético da instalação, às medições e campanhas de monitorização, de forma a estabelecer-se a linha de base.

O levantamento energético, para o qual são necessárias várias visitas à instalação, engloba os seguintes passos (Capehart et al., 2011; Dall'O', 2013; Atikol, 2009; Krarti, 2010):

– Enquadramento da instalação: localização geográfica, ano de construção e/ou ano de renovação, área, e enquadramento territorial tendo em conta a área circundante ao edifício (vegetação, edificado);

– Obter informação sobre a ocupação da instalação: horários de ocupação dos espaços, dias de ocupação, comportamentos operacionais e procedimentos de manutenção e temperatura média dos espaços;

– Determinar o padrão de consumo de energia, avaliando as necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e iluminação;

– Efetuar o levantamento de todos os sistemas e equipamentos consumidores ou produtores de energia, desde os sistemas elétricos e mecânicos, ao sistema das AQS e iluminação. Estes variam consoante o tipo de edifício/instalação, visto numa habitação os sistemas serem de menores dimensões e pouco específicos, quando comparados com sistemas presentes em instalações comerciais e industriais. Quanto aos sistemas mecânicos usados para aquecimento e arrefecimento, sugere-se a identificação dos circuitos que alimentam as fontes de aquecimento e arrefecimento e posterior associação às diversas zonas da instalação. Especificamente, nos EUA o sistema AVAC é responsável pelo consumo de 11% da energia total, no caso de um edifício comercial, passando para os 20% quando se trata de um edifício residencial. A iluminação é responsável pelo consumo de 20% do total de eletricidade, num edifício residencial, representando 40% num edifício comercial. Quanto aos sistemas elétricos, tem havido um aumento do consumo por parte dos mesmos devido ao uso intensivo de equipamentos informáticos.

– Obter informação sobre o envelope da instalação: teto, pavimento, paredes, janelas, portas, respetivo isolamento e presença de sistemas de sombreamento interno ou externo. Em áreas onde o conforto ambiental é uma prioridade, entre 50% a 80% do consumo de energia é consequência de perdas da condução de calor ou de infiltração de ar. Como tal, é importante recolher a informação quanto à espessura do envelope e o seu grau de manutenção.

Ao longo do levantamento energético sugere-se a realização de entrevistas, de forma a integrar-se a informação técnica e administrativa que não é deduzida a partir da documentação fornecida pelo cliente, e de um levantamento fotográfico e o uso de listas de verificação (*checklists*), protocolos, mapas ou listas de sistematização (Thumann & Younger, 2008).

Para se realizar um bom enquadramento da instalação e tornar a avaliação o mais exata possível podem realizar-se medições de determinados parâmetros bem como campanhas de monitorização. Graças ao avanço da tecnologia, atualmente existem diversos instrumentos de medição, nomeadamente, instrumentos de medição do conforto térmico, de desempenho do envelope do edifício e dos sistemas mecânicos e elétricos. Na secção 2.3.2 serão abordados com mais detalhe os diversos instrumentos existentes, visto a realização de medições constar numa abordagem de avaliação do desempenho energético do edificado. Em relação à realização de campanhas de monitorização, os parâmetros ambientais tipicamente monitorizados são a temperatura do ar, a humidade relativa, a concentração de dióxido de carbono e o nível de luminosidade, sendo possível obter-se informação objetiva sobre a capacidade do edifício em controlar os parâmetros climáticos

(Dall'O', 2013). Adicionalmente, também é possível monitorizar os consumos energéticos e obter diagramas de carga a partir dos consumos elétricos (LGE, 2014).

Após a realização de um bom enquadramento da instalação é aconselhado que se utilize um modelo de simulação dinâmica, estando por fim definida a linha de base da instalação. A vantagem em se recorrer a um *software* de simulação é a precisão com que este se aproxima da realidade, visto um edifício ser um sistema complexo sujeito a variáveis nem sempre previsíveis. Além do mais, é uma ferramenta de auxílio na avaliação da viabilidade de medidas de reabilitação (Krarti, 2010). Atualmente, existem variadíssimos *softwares* que variam entre si consoante a aplicação pretendida e o grau de complexidade. Na secção 2.3.3 serão abordados com mais detalhe os diversos modelos de simulação existentes, visto a estimativa por modelos constar numa abordagem de avaliação do desempenho energético do edificado.

A linha de base corresponde a uma referência quantitativa que fornece uma base de comparação do desempenho energético para um dado período de tempo, permitindo a quantificação do consumo de energia pelos diversos sistemas presentes na instalação. A partir da linha de base é possível conhecer os indicadores de consumo de energia, os quais podem ser expressos em função da energia final consumida (kWh, kg ou l, no caso da energia final ser eletricidade, gás ou gasóleo, respetivamente) ou energia primária (tep), pelo rácio entre a energia final consumida e a área do edifício (kWh/m²) ou por dormida (kWh/hóspede/noite), aplicado às unidades de alojamento. Deste modo, torna-se mais simples a identificação de picos de consumo incomuns e torna-se possível comparar os indicadores de consumo obtidos com indicadores de referência no setor/indústria ou com indicadores de outros edifícios similares, ao que se chama de *benchmarking*. É bastante útil analisar ao longo dos anos a evolução dos indicadores de consumo, de modo a monitorizar-se o desempenho do edifício (Thumann & Younger, 2008).

Com o conhecimento do desempenho energético do edifício é possível compará-lo com um referencial, por exemplo a legislação ou outros critérios de comparação definidos. No caso em que a comparação é feita com a legislação, denomina-se de “auditoria de conformidade ambiental”, podendo as constatações ser positivas ou negativas, mas caso se identifiquem não conformidades estas devem ser corrigidas. Por outro lado, se a comparação é baseada noutros critérios definidos, intitula-se de “auditoria de posicionamento” (Pinheiro, 2013).

PROPOSTA DE MEDIDAS DE REABILITAÇÃO

Após a avaliação do desempenho energético ser efetuada, torna-se possível a sugestão de medidas de reabilitação, de modo a otimizar-se o consumo de energia (medidas de conservação de energia) e a reduzirem-se os custos ou a emissão de poluentes, por exemplo (Dall'O', 2013). Esta fase envolve não só o auditor como também o cliente e é bastante relevante, uma vez que uma auditoria que não leve à implementação de medidas que melhorem o desempenho do edifício perde utilidade (Thumann & Younger, 2008).

As medidas de melhoria são propostas tendo em conta os sistemas responsáveis pela maior fração do consumo de energia e, geralmente, não são propostas de forma independente, pois a sinergia entre medidas é vantajosa. Adicionalmente, não devem ser esquecidas as questões legais e as económicas, pois medidas que não sejam rentáveis muito dificilmente serão implementadas (Thumann & Younger, 2008).

Aquando da sugestão de medidas de reabilitação, Dall'O' (2013) sugere que se tenham em consideração os seguintes pontos: definição de medidas que levem a reduções nos consumos, uma vez que a conservação de energia corresponde a conservação de recursos; a maximização do desempenho energético e da qualidade ambiental devem ser critérios essenciais, sem esquecer o conforto dos utilizadores; a aquisição de competências e formação necessária, por parte dos utilizadores da instalação, também deve ser vista como uma medida de reabilitação; medidas de reabilitação que recorram às energias renováveis são preferenciais (energia solar térmica, solar fotovoltaica, biomassa); considerar a adoção de estratégias bioclimáticas e passivas, como por exemplo, telhados e fachadas verdes, sistemas naturais de sombreamento, sistemas solares passivos e privilegiar a iluminação natural; avaliação das metas sustentáveis, tendo como foco a certificação ambiental.

É vantajoso recorrer ao modelo de simulação desenvolvido, uma vez que este é uma ferramenta de auxílio na avaliação da eficácia e rentabilidade de medidas de reabilitação, tornando-se possível a determinação das poupanças de cada medida de reabilitação de forma exata (Krtati, 2010). Adicionalmente, Thumann & Younger (2008) defende que as *checklists* também são uma ferramenta de apoio na avaliação da prioridade de implementação de determinada medida de reabilitação. A abordagem sugerida é a seguinte: atribuição de um valor numérico entre 0 e 100 (0 corresponde a um baixo desempenho e 100 a um desempenho ideal) a cada secção de avaliação (por exemplo janelas, portas, teto, paredes, iluminação, geração de calor/frio, distribuição de calor/frio), tendo em conta as condições específicas que contribuem para as perdas energéticas; soma dos valores numéricos atribuídos a cada secção e enquadrar o valor obtido nos intervalos de avaliação existentes. Os intervalos de avaliação são os seguintes: 0-20, implementação imediata de ação corretiva; 20-40, implementação urgente de ação corretiva; 40-60, implementação de ação corretiva; 60-80, avaliação de potenciais melhorias; 80-100, não é requerida a implementação de ação corretiva.

Após a implementação de medidas de reabilitação, deve ser efetuada uma comparação entre o modelo e o comportamento real do edifício, de modo a calibrar-se o modelo e a verificar a eficácia prevista de cada medida (Krtati, 2010).

Seguem-se alguns exemplos de medidas de reabilitação, tendo em conta os diversos sistemas. Em relação ao **envelope do edifício**, tipicamente, as medidas são dispendiosas, apresentando longos períodos de retorno. No entanto, o investimento pode ser justificado pelo aumento da eficiência energética do edifício, do conforto térmico interior e da integridade da sua estrutura, sendo as renovações uma excelente oportunidade de implementação das mesmas (Krtati, 2010). Os objetivos gerais são: melhorar a qualidade térmica do envelope de modo a aumentar a sua resistência térmica;

controlar a radiação solar, de forma a tirar-se partido desta no inverno e assegurar sombreamento e proteções do sol no verão; controlar a luz natural, favorecendo o seu uso, mas tendo em atenção o brilho intenso; redução de infiltrações de ar (Dall'O', 2013).

O usufruto de elementos naturais é uma estratégia criativa, e bastante válida, para se minimizarem as perdas e ganhos de calor pelo edifício. Um exemplo é a plantação de árvores em zonas estratégicas, circundantes ao edifício, promovendo o sombreamento durante o verão, evitando-o durante o inverno e atuando como barreira de vento (Capehart et al., 2011). Outro exemplo diz respeito à absorção térmica pelas fachadas e telhados verdes, visto os elementos naturais amortecerem a onda térmica devido à sua elevada capacidade em refletir a luz solar, comparativamente com as superfícies mais escuras – por exemplo de betão. Deste modo, minimiza-se o gradiente térmico entre as áreas urbanas e verdes, diminuindo a temperatura ambiente e, conseqüentemente, as necessidades de arrefecimento do edifício (Dall'O', 2013).

Considerando o envelope transparente, este envolve um balanço energético mais complexo, não devendo ocupar mais de 40% da área total do envelope do edifício. Existem diversos fluxos energéticos entre o interior e o exterior do edifício – radiação solar que é refletida, transmitida e absorvida e luz natural transmitida – conseqüentemente, a orientação do envelope transparente assume uma grande influência nos ganhos de calor do edifício. As medidas de reabilitação passam pela substituição de janelas por umas com elevado desempenho (elevada resistência térmica, baixa emissividade), uso de vidros espectralmente seletivos que otimizam os ganhos solares ou os efeitos de sombreamento, consoante as necessidades – por exemplo vidros com material cromogénico, onde as propriedades variam consoante a temperatura ou o nível de luminosidade, ou a aplicação de filmes nos vidros, apresentando diversos valores de transmitância. Em edifícios com necessidades de aquecimento elevadas, uma medida que trará muitos ganhos energéticos ao edifício é o uso de calor passivo. Recorre-se a janelas viradas para sul, que atuam como coletores solares passivos, sendo o calor armazenado no interior do edifício, podendo-se tirar partido também da luz natural (Capehart et al., 2011; Krarti, 2010; Thumann & Younger, 2008).

No que diz respeito ao aproveitamento de luz natural, para além do envelope transparente, um edifício pode ser dotado de uma tecnologia avançada de difusão de luz natural, o tubo solar (*light pipe*). O tubo solar permite que seja fornecida luz natural a espaços interiores, afastados das janelas, reduzindo-se, assim, o consumo de energia por parte do sistema elétrico de iluminação (Krarti, 2010).

Passando para os **sistemas mecânicos**, geralmente são estes que satisfazem as necessidades de aquecimento e arrefecimento dentro dos edifícios, assegurando o conforto dos utilizadores e influenciando a sua produtividade. Caso o edifício seja industrial, estes também são a base da sua atividade. As medidas de reabilitação centram-se no aumento da eficiência e na execução de manutenções periódicas (Thumann & Younger, 2008). Especificamente, nos sistemas de aquecimento as medidas de reabilitação passam pela substituição do gerador de calor por uma caldeira, bomba de calor ou um sistema de cogeração, sendo esta última tecnologia comum em instalações institucionais de grande dimensão (hospitais, universidades). Nos sistemas de AQS, uma medida interessante passa pela implementação de um sistema solar térmico (Dall'O', 2013).

No que diz respeito aos **sistemas elétricos**, de um modo geral a substituição de equipamentos antigos por uns mais eficientes permitirá que se reduza o consumo de energia. No entanto, esta medida de reabilitação deve ser aplicada gradualmente, dando prioridade aos equipamentos cujas poupanças energéticas são mais significativas, pois dependendo dos equipamentos a substituir, esta medida pode ser muito dispendiosa. Outra medida de reabilitação generalizada diz respeito à gestão do horário de funcionamento dos equipamentos. É essencial gerir o horário de funcionamento de determinados equipamentos, especialmente daqueles que contribuem para o consumo das maiores frações de energia, devendo-se ter em conta a tarifa em vigor na unidade (horas de vazio, horas de ponta, horas cheias e potência contratada) e, caso seja necessário, reagendar o seu funcionamento. Estas duas medidas previamente descritas também se aplicam aos sistemas mecânicos (Capehart et al., 2011).

Considerando os sistemas de iluminação, as medidas de reabilitação são, tipicamente, rentáveis, apresentando períodos de retorno inferiores a dois anos e muitas oportunidades de conservação de energia, principalmente porque a tecnologia tem evoluído a um ritmo acelerado (Krarti, 2010). Pode-se reduzir o número de lâmpadas nos casos em que existe demasiada iluminação, substituir lâmpadas antigas por lâmpadas de elevada eficiência, instalar *dimmers* em áreas que geralmente requerem um reduzido nível de luz e, apenas ocasionalmente, requerem um nível de luz mais intenso, e instalar sensores e temporizadores, preferencialmente aqueles cuja tecnologia permite ter em conta o nível de luminosidade natural bem como o nível de ocupação do espaço (Dall'O', 2013).

Em relação à implementação de **fontes de energia renovável** em edifícios como substituição dos combustíveis de origem fóssil, este tipo de medidas apresenta períodos de retorno longos. As fontes de energia renovável mais adequadas para os edifícios, tendo em conta a integração arquitetónica, são a energia solar térmica e fotovoltaica e a biomassa, podendo ser usadas para aquecimento de AQS, aquecimento do edifício e para produção de energia elétrica (Dall'O', 2013). Especificamente, a instalação de painéis solares fotovoltaicos ou de coletores solares térmicos contribui para a diminuição de ganhos de calor por parte do envelope do edifício (Krarti, 2010). Em relação a todas as fontes de energia renovável mencionadas, é preciso ter em conta o espaço que os sistemas ocupam, além de que em relação à biomassa também é necessário espaço para se armazenar o combustível e averiguar se existe biomassa disponível localmente (Dall'O', 2013).

No que diz respeito à **sensibilização, consciencialização e formação**, o fator humano é um elemento-chave. O comportamento dos ocupantes tem um grande impacto tanto no consumo de energia como na eficiência dos equipamentos, sendo determinado pela informação e consciência de cada ocupante, juntamente com fatores sociais, educacionais e culturais (WBCSD, 2008). Existem diversas medidas que promovem uma eficiente gestão de recursos e minimizam os desperdícios, sendo muito relevantes as que aumentam a consciência ambiental dos utilizadores e contribuem para a sua sensibilização, quer através de informação, quer de formação. Uma estratégia focada na implementação de políticas centradas no uso apropriado da energia é muito interessante e conveniente, uma vez que os resultados obtidos são geralmente muito positivos – a abordagem tem efeitos positivos não só na área onde esta é promovida mas também fora dela, por exemplo, a

promoção do uso eficiente de energia e recursos no local de trabalho contribui para a mudança de atitude dos indivíduos também nas suas residências. No entanto, o envolvimento das pessoas depende do sentido de responsabilidade individual e, como tal, os resultados que podem ser atingidos são subjetivos (Dall'O', 2013).

Por exemplo, em relação aos sistemas elétricos e mecânicos, nunca é de mais lembrar que os equipamentos só devem ser ligados quando são realmente necessários. No caso do sistema AVAC, a título de exemplo, este só deve estar em funcionamento quando uma área está ocupada e a temperatura de aquecimento ou arrefecimento deve ser uma temperatura média, tendo em conta o conforto adaptativo, pois não traz vantagem, em termos energéticos e de conforto, arrefecer/aquecer repentinamente uma área. Em relação à iluminação, por exemplo, só se devem ligar as lâmpadas que são essenciais para a execução da tarefa em causa e, sempre que for necessário ausentarmo-nos, estas devem ser desligadas. Outro exemplo prende-se com os equipamentos em modo *standby* – os mais comuns são televisões, leitores de DVD, aparelhagens e computadores – o que significa que o equipamento está num modo não-operacional mas continua a consumir energia elétrica e, como tal, devem ser desligados no botão ou da tomada (Krarti, 2010; EDP, 2012).

No caso das instalações comerciais e industriais, pode ser pertinente dar formação aos colaboradores que desempenham funções e detêm responsabilidades específicas relacionadas com os equipamentos e sistemas que contribuem para o consumo das maiores frações de energia (Krarti, 2010).

Por último, apresentam-se as medidas de reabilitação que dizem respeito à **manutenção e controlo virtual dos equipamentos**, sendo que estas medidas se aplicam a qualquer sistema previamente mencionado. Tendo como foco a manutenção, devem ser realizadas manutenções periódicas a cada equipamento de forma a obter-se um histórico de manutenção e reparação. A manutenção periódica preventiva permite que se racionalize energia, uma vez que o desempenho do sistema é verificado periodicamente, detetando-se problemas ainda no início (por exemplo fugas, avarias) (Thumann & Younger, 2008).

Quanto ao controlo virtual de equipamentos, tem-se verificado um grande avanço tecnológico nesta área, tornando possível o controlo e monitorização de equipamentos que consomem elevadas frações de energia. Desta forma, estes funcionam apenas quando é estritamente necessário, tendo em conta determinados parâmetros, como o período do dia, o nível de ocupação de determinada área, a temperatura, a necessidade de produção, além de que são constantemente monitorizados, permitindo a identificação de falhas nos sistemas ainda numa fase inicial. É possível operar os equipamentos num determinado período do dia, determinados dias da semana, ter em conta as férias e pausas ao longo do dia, evitando desperdícios de energia (Thumann & Younger, 2008).

AVALIAÇÃO ECONÓMICA

A última fase do plano operacional consiste na avaliação económica das medidas de reabilitação propostas. É possível antever os resultados económicos que advêm da implementação das mesmas,

bem como a respetiva rentabilidade, sendo que esta pode assumir um papel discriminatório para a implementação de determinada medida (Capehart et al., 2011). Esta fase envolve o auditor e o cliente.

A análise económica pode ter como base o cálculo de indicadores económicos ou os custos do ciclo de vida. Ambas as abordagens serão descritas de seguida.

Começando pelos principais indicadores económicos, que são geralmente utilizados na realização de uma avaliação económica, estes são os seguintes: valor atual líquido (VAL), taxa interna de retorno (TIR), período de retorno (PR) e índice de rentabilidade (IR). Estes indicadores estão dependentes de outros parâmetros económicos, nomeadamente (Capehart et al., 2011; Krarti, 2010; Thumann & Younger, 2008):

- Fluxo de caixa (*cash flow* – CF): é a diferença entre as receitas (*inflows*) e as despesas (*outflows*), num dado período de tempo. O fluxo de caixa é positivo sempre que as receitas sejam superiores às despesas e negativo se verificar-se o contrário;

- Investimento inicial (CF_0): é a soma de todos os custos derivados da implementação de um projeto, desde a sua conceção, à compra de sistemas e componentes e sua instalação;

- Vida útil do projeto (n): é o intervalo de tempo considerado para o tempo de vida ativa do projeto;

- Taxa de desconto (t): parâmetro que determina o valor atual do dinheiro, gerado por um investimento, num intervalo temporal futuro.

O VAL tem como objetivo avaliar a viabilidade de um projeto de investimento através do cálculo do valor atual de todos os seus fluxos de caixa. Como qualquer investimento apenas gera fluxos de caixa no futuro, é necessário atualizar o valor de cada fluxo de caixa estimado através da utilização de uma taxa de desconto, e compará-los com o valor do investimento (Krarti, 2010). Para o projeto ser economicamente viável, o VAL deve ser maior ou igual a zero. Um VAL positivo representa uma rentabilidade superior à mínima aceitável e, por outro lado, um VAL negativo indica um retorno inferior ao requerido para o investimento (Dall'O', 2013). A fórmula de cálculo genérica do VAL é dada pela seguinte equação, onde CF_i corresponde aos fluxos de caixa no ano i:

$$VAL = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i} - CF_0$$

A TIR é a taxa de retorno expetável de um investimento, ao qual o valor atual líquido dos custos do investimento – que corresponde aos fluxos de caixa negativos – iguala o valor atual líquido do retorno do investimento – que corresponde aos fluxos de caixa positivos. É usada quando se pretende uma comparação imediata entre a rentabilidade de projetos, tendo em consideração aspetos similares ao VAL (Dall'O', 2013). A fórmula de cálculo da TIR pode ser expressa pela seguinte equação, onde se iguala a expressão do VAL a zero:

$$\sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+TIR)^i} - CF_0 = 0$$

O PR corresponde ao número de anos necessários para se recuperar o investimento inicial de um projeto, através dos fluxos de caixa gerados por esse mesmo investimento. Por outras palavras,

representa o tempo necessário para que o VAL atinja valores positivos (Thumann & Younger, 2008). O cálculo do PR é dado pela seguinte fórmula:

$$\sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i} - CF_0 = 0 \Leftrightarrow \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i} = CF_0$$

O critério de decisão determina que os projetos cujo PR seja igual ou inferior à vida útil do projeto devem ser aceites. A grande limitação deste método deve-se ao facto de não ter em conta os fluxos de caixa gerados após a recuperação do investimento inicial do projeto, tornando-se assim, desaconselhável na avaliação de projetos de longa duração. Por outro lado, a sua principal diferença, relativamente ao VAL, é ter em conta o prazo de retorno do investimento, sendo um indicador de risco. Como tal, este indicador assume grande relevo em cenários de instabilidade, onde se pretende recuperar o investimento num determinado período de tempo (Thumann & Younger, 2008).

O IR é a razão entre o valor atual líquido do investimento e o valor do investimento inicial, para uma dada taxa de desconto. Se o projeto apresentar IR superior a 1 é recomendável, sendo que quanto maior for o índice, mais atrativo é o investimento (Dall’O’, 2013). Este indicador pode ser expresso da seguinte forma:

$$IR = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i} - CF_0}{CF_0}$$

Em relação à análise dos custos do ciclo de vida (ACCV), esta abordagem surge como instrumento de avaliação sistemática do custo global do projeto, considerando todos os custos e benefícios (tangíveis e intangíveis) existentes em todas as fases do ciclo de vida do edifício.

A ACCV permite a procura de soluções que demonstrem o seu valor monetário a longo prazo – solução económica mais vantajosa – ao invés de soluções cujo investimento inicial seja menor (Boussabaine & Kirkham, 2004). É tipicamente usada na comparação de duas ou mais propostas de medidas de reabilitação, e tem como abordagem a determinação da rentabilidade efetiva das várias alternativas, sendo que a situação atual também é avaliada. O somatório de todos os custos permitirá selecionar a alternativa mais adequada economicamente, a qual tipicamente coincide com a alternativa cujo custo global é menor (Krtati, 2010).

Sendo que na ACCV os custos existentes em todas as fases do ciclo de vida do edifício são avaliados, é importante descrever o que se entende por ciclo de vida de um edifício. O ciclo de vida de um edifício tem início na fase de conceção e termina na sua demolição – sendo denominado “do berço à cova” (*from cradle to grave*) – ou pode existir um ciclo fechado, onde o fim de vida de um edifício dá origem a um novo edifício através da reciclagem e reaproveitamento de materiais – denominando-se “do berço ao berço” (*from cradle to cradle*) (figura 21) (Pinheiro, 2010).

Considerando um horizonte temporal de 50 anos, desde o início do ciclo de vida de um imóvel, Korkmaz (2007), Real (2010) e Oz (n.d.) defendem que os custos mais significativos ocorrem durante a fase de operação e manutenção. Segundo Korkmaz (2007), entre 60% a 85% dos custos estão associados à fase de operação e manutenção, enquanto a construção detém apenas 10%. Real (2010) aponta que 75% dos custos podem estar relacionados com a operação e manutenção do

edificado. Oz (n.d.) afirma que 80% dos custos globais dizem respeito à operação e manutenção, que a construção totaliza entre 15% a 18% e a conceção entre 2% a 5%.

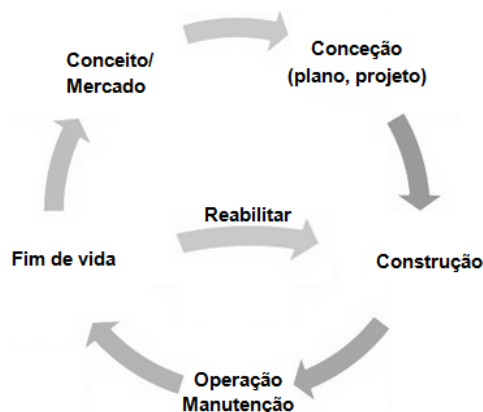


Figura 21 – Ciclo de vida de um edifício (adaptado de Pinheiro, 2010)

Como tal, a ACCV assume maior relevância face ao custo do investimento inicial. A título de exemplo, a implementação de medidas de reabilitação cujo custo inicial é mais elevado pode ser justificada se os custos operacionais forem inferiores ou caso o edifício venha a apresentar um melhor comportamento ambiental durante o seu ciclo de vida (Capehart et al., 2011).

Nesse sentido, os custos do ciclo de vida constituem um parâmetro essencial e importante para o sucesso e viabilidade de uma reabilitação, visto ser uma forma de maximizar a rentabilidade do edificado e dos ambientes construídos, minimizando simultaneamente a sua manutenção. Deve-se ter em conta as várias fases do ciclo de vida dos edifícios mas a mais preponderante é a fase de operação, como já foi constatado previamente, dado constituir o período mais longo (Pinheiro, 2011).

Após a execução do plano operacional existe uma última fase da auditoria – a “**pós-auditoria**”. Nesta fase é elaborado o relatório da auditoria e o plano de ação (Pinheiro, 2013). No relatório da auditoria é reportada, à gestão de topo, a descrição e os resultados da auditoria realizada e as suas conclusões, incluindo a proposta das medidas de reabilitação após a avaliação económica. A comunicação dos resultados deve ser clara, uma vez que o sucesso da auditoria energética não se deve apenas à qualidade da avaliação desenvolvida mas também à implementação efetiva das medidas propostas (Dall’O’, 2013).

O plano de ação, ao atuar como uma ferramenta de apoio à implementação de cada medida de reabilitação proposta, descreve detalhadamente cada medida, o procedimento a levar a cabo na sua implementação e o cronograma de implementação (Atikol, 2009).

É importante efetuar o *follow up* do plano de ação para que a procura da melhoria do desempenho energético seja contínua. Como tal, espera-se que seja feita uma revisão do plano de ação periodicamente, de modo a que os resultados obtidos na auditoria energética sejam melhorados de forma contínua, sendo definidos sucessivamente novos objetivos assim que os objetivos prévios forem alcançados, e como forma de monitorizar e reportar o desempenho energético ao longo do tempo (Capehart et al., 2011; BEE, 2005; Atikol, 2009).

Para concluir, uma auditoria energética é a chave para uma gestão efetiva da energia e tem como ultimo propósito a sustentabilidade. Consoante o seu nível operacional, é um processo de verificação exaustivo e sistemático, abrangendo todos os sistemas presentes numa instalação, cujo principal objetivo passa pela identificação de oportunidades de conservação de energia e posterior implementação, tendo em conta uma visão tecnológica e económica.

2.3.2. Medição e instrumentos

Como forma de se avaliar o desempenho energético, é possível efetuar medições de diversos parâmetros ambientais e do desempenho de diversos sistemas. Deste modo, a avaliação é o mais exata possível e segue-se a máxima “Não estimar quando se pode calcular. Não calcular quando se pode medir” (BEE, 2005).

Esta abordagem é dotada de diversas ferramentas específicas que variam consoante o parâmetro ambiental a medir e os sistemas a avaliar. Os instrumentos devem ser portáteis, duráveis, simples de operar, relativamente económicos e devem estar calibrados (BEE, 2005).

O avanço tecnológico contribui para a existência de uma grande diversidade de instrumentos. Na tabela 3 constam alguns dos instrumentos fundamentais para levar a cabo uma avaliação do desempenho energético, bem como a respetiva função. Serão abordados instrumentos de proteção, de medição do conforto térmico e da iluminação e de medição do desempenho de sistemas elétricos, mecânicos e do envelope do edifício.

Alguns dos instrumentos que se inserem em dada categoria podem também ser usados em medições de outras categorias. Por exemplo, determinados instrumentos que se inserem na categoria de medição do conforto térmico (termómetro, termómetro de infravermelhos e anemómetro) e na medição do desempenho do envelope (endoscópio, gerador de fumo químico e porta ventilada) podem ser usados na avaliação do desempenho de sistemas mecânicos (Dall’O’, 2013).

Nas figuras seguintes (figura 22, 23, 24 e 25) encontram-se representados alguns dos instrumentos que constam na tabela 3.



Figura 22 – Anemómetro Digital (LM, 2014)



Figura 23 – Termómetro de Infravermelhos (HN, 2014)



Figura 24 – Luxímetro (ITISE, 2014)



Figura 25 – Aparelho de Orsat (JQ, 2014)

Em suma, existe uma grande diversidade de instrumentos que devem ser utilizados de acordo com o parâmetro ambiental ou sistema a medir, contribuindo para a exatidão da avaliação do desempenho energético.

Tabela 3 – Instrumentos de avaliação do desempenho energético de edifícios e respetiva função (Dal’O’, 2013; Capehart et al., 2011; Thumann & Younger, 2008; BEE, 2005)

	Instrumento	Função
Proteção	Óculos de proteção	Proteção de poeiras, manuseamento de substâncias perigosas;
	Proteção para os ouvidos	Proteção de ruído excessivo (motores, bombas, ventoinhas);
	Luvas isolantes	Proteção na avaliação de sistemas elétricos e que operem a altas temperaturas (caldeiras, aquecedores);
	Máscaras de proteção	Proteção de poeiras, vapores tóxicos e manuseamento de substâncias perigosas;
	Botas de biqueira de aço	Proteção de materiais pontiagudos, ambientes hostis e são isolantes;
Medição do conforto térmico	Termómetro	Medir a temperatura do ar;
	Termómetro de infravermelhos	Medir a temperatura de superfícies;
	Termopar	
	Câmara de infravermelhos	Mapeamento das temperaturas de superfícies;
	Anemómetro	Medir a velocidade do ar;
	Tubo de Pitot	
	Higrómetro	Medir a humidade relativa;
	Detetor de dióxido de carbono	Medir o nível de CO ₂ no ar;
Analizador de microclima	Monitorizar a temperatura do bolbo húmido, temperatura do ar, humidade relativa e velocidade do ar;	
Medição do desempenho do envelope	Endoscópio	Observar condutas, áreas dentro de tetos falsos;
	Medidor de espessura de envelope transparente	Medir espaço entre vidros (duplos, triplos) e espessura dos filmes;
	Medidor de fluxo de calor	Medir fluxo de calor nas paredes, janelas;
	Porta ventilada (<i>blower door</i>)	Detetar a presença de infiltrações de ar;
	Gerador de fumo químico (<i>chemical smoke generator</i>)	
Medição do desempenho de sistemas mecânicos	Analizador de gás de combustão	Determinar a composição de gases de combustão (CO, CO ₂ , NO _x , O ₂ , SO _x);
	Aparelho de Orsat	Determinar a composição de gases de combustão (CO, CO ₂ , O ₂);
	Medidor de fluxos	Determinar fluxos de massa num cano ou conduta;
Medição do desempenho de sistemas elétricos	Medidor do fator de potência	Medir o fator de potência de um circuito (corresponde ao rácio entre o consumo médio e o consumo de pico);
	Wattímetro	Medir a potência elétrica;
	Amperímetro	Medir a intensidade da corrente elétrica;
	Voltímetro	Medir a diferença de potencial elétrico;
	Luxímetro	Medir o nível de luminosidade;

2.3.3. Estimativas e avaliação por modelos

Os modelos de simulação dinâmica de edifícios têm-se tornado ferramentas essenciais na avaliação do seu desempenho e na simulação do seu comportamento. A simulação é realizada em regime transiente, resultando numa simulação 3D, complexa, exata e muito próxima da situação real. São consideradas as características termofísicas das componentes do edificado (envelope do edifício), os equipamentos presentes no edifício e os parâmetros climáticos horários (por exemplo a temperatura,

radiação solar, humidade, velocidade do vento), estando contemplada a inércia térmica do edifício e os efeitos de transmissão de calor que dependem de parâmetros ambientais externos variáveis. Nesse sentido, com dados de entrada do modelo corretos e utilizadores qualificados, é possível obter diferentes cenários derivados da implementação de medidas de reabilitação, sendo realizada uma avaliação rigorosa e rentável (Dall'O', 2013).

Thumann & Younger (2008) destacam três domínios fundamentais sobre os quais assenta a exatidão de simulações computacionais: compreensão global da ferramenta de simulação; conhecimento das características físicas e operacionais do edifício a ser modelado; análise crítica do resultado da simulação, apesar de a simulação ter sido executada detalhadamente e o resultado ter sido gerado computacionalmente.

As principais vantagens em se recorrer a modelos de simulação dinâmica são as seguintes (Dall'O', 2013):

- Balanço energético mais realístico das necessidades de aquecimento e arrefecimento;
- Previsão exata dos consumos de energia;
- Avaliação cuidada dos parâmetros ambientais internos (temperatura, humidade relativa, velocidade do ar);
- Avaliação da componente térmica no inverno e no verão;
- Avaliação exata dos efeitos da radiação solar, considerando os sistemas de sombreamento e o sombreamento por parte de outros edifícios, devido a simulações horárias;
- Avaliação do desempenho energético de fachadas de dupla pele e paredes ventiladas.

Segue-se a descrição de cinco *softwares*, frequentemente usados a nível mundial, para a realização de simulações dinâmicas de edifícios – EnergyPlus, TRNSYS, ESP-r, eQUEST e DesignBuilder.

Começando pelo EnergyPlus, este modelo foi desenvolvido pelo Departamento de Energia dos EUA (DOE) e teve origem em dois modelos de simulação, o BLAST e o DOE-2, desenvolvidos entre a década de 70 e 80. Desde o seu lançamento, em 2001, que foram descarregadas 85.000 cópias (U.S. DOE, 2014a). O modelo permite a realização de balanços energéticos sob condições dinâmicas, sendo apenas necessário que o utilizador descreva as características termofísicas do edifício. Destacam-se as seguintes capacidades do modelo: cálculo dos requisitos de energia primária considerando o desempenho dos principais componentes e sistemas; apresentação de soluções integradas considerando as interações entre o edifício e os sistemas, o equilíbrio térmico e as transferências de massa e energia; simulação de intervalos de tempo inferiores a uma hora, estando inclusivamente disponíveis dados de parâmetros ambientais horários e sub-horários; cálculo da emissão de poluentes, nomeadamente CO₂, SO_x, NO_x, CO e material particulado; elaboração de modelos de edifícios e conexão a outros *softwares* (U.S. DOE, 2014b).

Em relação ao TRNSYS (*TRaNsient SYstem Simulation*), foi desenvolvido há mais de 35 anos pelo departamento de engenharia mecânica da Universidade de Wisconsin Madison, que se situa nos EUA, e atualmente tem mais de 500 utilizadores (U.S. DOE, 2014c). O programa de simulação energética apresenta uma abordagem modular, conferindo-lhe flexibilidade para a modelação de diversos sistemas energéticos com diferentes níveis de complexidade e facilidade em adicionar

modelos matemáticos não incluídos na sua versão *standard*. Além do já referido, este programa é adequado para análises detalhadas de sistemas cujo comportamento varia com o decorrer do tempo. As principais aplicações incluem sistemas solares térmicos, fotovoltaicos e outros sistemas de energia renovável, sistemas AVAC e de cogeração (TRNSYS, 2014).

Abordando o ESP-r (*Environmental System Performance, Research version*), o seu desenvolvimento iniciou-se na década de 70 pelo departamento de engenharia mecânica da Universidade de Strathclyde, que se situa na Escócia. Atualmente existem centenas de utilizadores que se distribuem, essencialmente, pela Europa e Ásia (ESP-r, 2014). O ESP-r possibilita a simulação sub-horária do comportamento de um edifício em termos das cargas térmicas, iluminação, fluxos de energia e emissões de dióxido de carbono, possibilitando a simulação de sistemas de energia renovável. Baseia-se numa abordagem conservativa, constituída por três módulos – gestão de projeto, simulação e análise de resultados – onde um problema é transformado num conjunto de equações de balanço de energia, massa e momento, as quais são posteriormente integradas de forma sucessiva ao longo do tempo até se alcançar a respetiva solução. São tidas em conta as características termofísicas do edifício, os seus ganhos internos, a sua ocupação e os dados climáticos da zona, sendo possível elaborar modelos de edifícios a partir de outros *softwares*, nomeadamente o AutoCAD e o ECOTECT (U.S. DOE, 2014d).

No que diz respeito ao eQUEST (*QUick Energy Simulation Tool*), este modelo é uma derivação do DOE-2, tendo sido desenvolvido nos EUA por *James J. Hirsch and Associates e Lawrence Berkeley National Laboratory* e financiado pelo DOE e pelo *Electric Power Research Institute*. Estima-se que anualmente sejam descarregadas 10.000 cópias deste modelo. O eQUEST permite avaliar o desempenho energético do edificado ao longo de diferentes fases de projeto, com o recurso a gráficos interativos e a uma análise paramétrica, sendo a sua execução relativamente rápida. Também é possível simular a implementação de várias medidas de reabilitação e, inclusivamente, realizar uma análise dos custos do ciclo de vida. Para um uso básico, este *software* não requer muita experiência de análise energética, no entanto, para um uso mais detalhado, é vantajoso ter-se experiência com outros modelos de simulação, particularmente com o DOE-2. Foi testado com a norma 140 da ASHRAE (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado), que diz respeito a métodos de teste para a avaliação de programas computacionais referentes à análise energética (U.S. DOE, 2014e).

Por fim, o DesignBuilder foi lançado em 2005 por uma empresa inglesa, a *DesignBuilder Software Ltd*. Estima-se que existam mais de 200 utilizadores, estando o seu uso a difundir-se rapidamente a nível mundial (DesignBuilder, 2014). É uma ferramenta de modelação gráfica de edifícios, dotada de uma interface de fácil utilização, não requer muita experiência com modelos de simulação e fornece uma variedade de serviços. É geralmente usado na simulação de sistemas AVAC, fachadas de dupla pele, sistemas de sombreamento, sistemas bioclimáticos e edifícios com sistemas de ventilação natural e luz natural, sendo verificados os consumos energéticos e o conforto térmico. O resultado obtido tem como base uma simulação dinâmica sub-horária originada pelo EnergyPlus e o

desenvolvimento do modelo do edifício pode ser feito através de uma interface gráfica 3D ou recorrendo a outros *softwares*, como por exemplo o ArchiCAD (U.S. DOE, 2014f).

Paralelamente, foi desenvolvido em Portugal, pelo LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia) o STE-MONOZONA, um *software* para o sistema nacional de certificação de edifícios. Esta ferramenta executa um cálculo dinâmico simplificado, previsto no RECS, para avaliação do desempenho energético de edifícios ou frações de edifícios de comércio e serviços que possam ser considerados como uma única zona térmica, sendo possível verificar diretamente a conformidade com a legislação. Atualmente existem duas versões, ambas com o mesmo algoritmo de simulação térmica do edifício, nas quais apenas difere a forma de introdução de dados sobre os sistemas existentes no edifício. São disponibilizados dados meteorológicos e os utilizadores devem ter um conhecimento básico sobre as características termofísicas de edifícios e um conhecimento mais detalhado da legislação (LNEG, 2014).

Em suma, os modelos de simulação de edifícios enunciados anteriormente apresentam diversas aplicações, sendo algumas das aplicações transversais a mais que um modelo. Para o caso de se pretender realizar simulações com intervalo de tempo variável, deve-se recorrer ao ESP-r e ao EnergyPlus, já quando é requerida conexão com outros *softwares*, os modelos mais adequados são os enunciados previamente e o DesignBuilder. Se o pretendido é simular a implementação de sistemas de energia renovável, os modelos mais completos são o ESP-r e o TRNSYS, por outro lado, os modelos que consideram o conforto térmico são os enunciados previamente, o EnergyPlus e o DesignBuilder. Para se realizar uma avaliação económica completa deve-se recorrer ao eQUEST e, para simular a emissão de poluentes, os *softwares* mais apropriados são o EnergyPlus, o ESP-r e o eQUEST. Quanto à simulação do comportamento térmico do envelope do edificado, de sistemas e equipamentos elétricos e mecânicos, os cinco *softwares* usados mundialmente são adequados, sendo uns mais completos que outros, dependendo do sistema a simular.

2.4. Abordagens de Gestão

2.4.1. Sistemas de gestão ambiental

Implementar um sistema de gestão ambiental (SGA) é um dos modos mais eficientes de assegurar a otimização dos processos produtivos de qualquer organização ao mesmo tempo que são geridos, de forma sistemática e consistente, os seus aspetos ambientais e é melhorado o seu desempenho ambiental (Nogal, 2007; Staniskis & Stasiskiene, 2005).

Um SGA assegura um melhor controlo no cumprimento da legislação em vigor, o que leva a que se evitem situações resultantes de não conformidades legais; otimiza a eficiência operacional contribuindo para uma diminuição dos consumos específicos de recursos; estimula o desenvolvimento de novos processos e procedimentos sempre que necessário; minimiza os impactes ambientais e reduz os riscos derivados da atividade da organização. Adicionalmente, aumenta a motivação e envolvimento dos colaboradores, que se traduz num aumento da eficiência de gestão; melhora a imagem da organização, contribuindo para o marketing; dá acesso a determinados mercados onde clientes e investidores procuram garantir produtividade e segurança e melhora a

comunicação com o público em geral. No entanto, convém sublinhar que a sua implementação pode ser dificultada pela resistência interna à mudança das práticas e hábitos existentes, desde a gestão de topo às bases da organização, pela relevância dos custos associados ao processo de implementação, pelas dificuldades inerentes ao próprio cumprimento da legislação ambiental e por questões que não dependem das próprias organizações, nomeadamente a formalização e celeridade dos licenciamentos (Diniz, 2008; Andrews et al., 2003).

Existem diversas diretrizes para a conceção e certificação de SGA em organizações, que garantem aos seus utilizadores e demais partes interessadas (colaboradores, fornecedores, comunidade local) o cumprimento dos requisitos mínimos para a detenção de certificação e a existência de um compromisso de melhoria contínua do desempenho ambiental, não significando que todos os problemas ambientais estejam resolvidos.

A nível internacional existe a norma ISO 14001:2004 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização – e a nível da Comunidade Europeia existe o regulamento EMAS – *Eco-Management and Audit Scheme* – conhecido em Portugal como o Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria. Para além da adoção destes instrumentos voluntários e certificações credíveis, existem outros instrumentos especificamente destinados ao turismo, tais como o *International Tourism Partnership* (ITP), o *Green Key*, o Eco-Hotel e o Green Globe (Sebastião, 2010; Nogal, 2007).

Segue-se uma descrição da norma ISO 14001:2004, do regulamento EMAS e da norma ISO 50001:2011, que diz respeito aos sistemas de gestão de energia.

Norma ISO 14001

De acordo com a norma ISO 14001:2004, entende-se por SGA “a parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar a sua política ambiental e gerir os seus aspetos ambientais”, dotado de “um conjunto de elementos interrelacionados, utilizados para estabelecer uma política e objetivos para atingir essa política” e inclui “a estrutura organizacional, as atividades de planeamento, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e os recursos” (ISO, 2004).

As exigências básicas que uma organização necessita cumprir para conseguir obter esta certificação ambiental são: ter implementado um SGA; cumprir a legislação ambiental aplicável e prevenir a poluição; assumir um compromisso de melhoria contínua do seu desempenho ambiental (Santos et al., 2013; Schenini et al., 2005). Não são impostos níveis de desempenho ambiental a atingir nem orientações estratégicas, para além do cumprimento dos princípios enunciados anteriormente, e aplica-se aos aspetos ambientais que a organização identifica como sendo aqueles que pode controlar e influenciar, não necessitando de ser aplicado, simultaneamente, em todas as áreas de atividade da organização (ISO, 2004).

O modelo de SGA representado nesta norma assume a metodologia PDCA – Plan, Do, Check, Act – ou em português – Planear, Executar, Verificar, Atuar (figura 26).



Figura 26 – Modelo de sistema de gestão ambiental de acordo com a norma ISO 14001 (ISO, 2004)

Esta metodologia pode ser descrita como (ISO, 2004):

- Planear: estabelecer os objetivos, as metas e os processos necessários para atingir resultados, de acordo com a política ambiental da organização;
- Executar: implementar os processos;
- Verificar: monitorizar e medir os processos face à política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros requisitos, e relatar os resultados;
- Atuar: empreender ações para melhorar continuamente o desempenho do SGA.

Resumidamente, a norma requer o seguinte, por parte de uma organização: definição de uma política ambiental; identificação dos aspetos ambientais resultantes das atividades, produtos ou serviços da organização, de modo a determinarem-se os impactes ambientais significativos; identificação dos requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos; identificação das prioridades e estabelecimento de objetivos e metas ambientais adequados; definição de uma estrutura e programas para a implementação da política e alcance dos objetivos e metas; promover o planeamento, o controlo, a monitorização, as ações preventivas e corretivas e as atividades de auditoria e revisão periódica, de modo a assegurar-se o cumprimento da política e a adequação do sistema; capacidade de adaptação à alteração de circunstâncias (Sebastião, 2010).

Em síntese, a identificação dos aspetos ambientais e o estabelecimento de objetivos e metas depende da atividade, produtos ou serviços da organização e, no geral, a energia é tida em conta.

Regulamento EMAS

O Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria é um mecanismo voluntário, primeiramente destinado a todas as organizações localizadas nos países membros da UE. A partir de 2010, este sistema comunitário passou a destinar-se também às organizações situadas fora da Comunidade (EC, 2014b). Este sistema visa promover a melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações mediante o estabelecimento e implementação de SGA, bem como a disponibilização de informação relevante ao público e a outras partes interessadas (APA, 2014).

A abordagem do regulamento EMAS também assenta num ciclo de melhora contínua (PDCA), contendo todos os requisitos para o SGA existentes na norma ISO 14001, aos quais são adicionados outros requisitos. Os requisitos adicionados, constituindo desta forma um passo adiante em relação à

aplicação da norma ISO 14001, são os seguintes: necessidade de envolvimento dos trabalhadores; cumprimento devidamente verificado dos requisitos legais; comunicação a agentes interessados, através da publicação regular de uma declaração ambiental; verificação e certificação da correta implementação do sistema levada a cabo por uma entidade independente (figura 27) (EMAS, 2014).

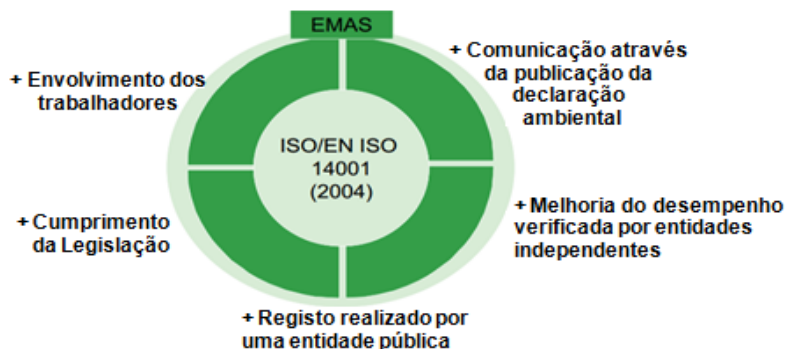


Figura 27 – Requisitos do regulamento EMAS (adaptado de EMAS, 2014)

Embora o regulamento EMAS e a norma ISO 14001 sejam complementares, diferem essencialmente no seguinte ponto: enquanto a ISO 14001 pretende melhorar a gestão, o EMAS é projetado para causar alterações no desempenho ambiental (Morrow & Rondinelli, 2002).

Na declaração ambiental é comunicado o desempenho da organização, tendo em conta seis indicadores – eficiência energética, eficiência de materiais, água, resíduos, biodiversidade e emissões – tornando mais harmoniosa a comunicação do desempenho ambiental (EMAS, 2014).

Como tal, a energia é parte integrante da avaliação do desempenho ambiental, constituindo um dos seis indicadores reportados na declaração ambiental. É quantificada em termos do consumo anual e em termos de percentagem renovável do consumo anual. Adiciona-se o facto do indicador relativo às emissões também estar profundamente ligado à energia, uma vez que este indicador inclui as emissões de GEE associadas ao consumo de energia.

SISTEMAS DE GESTÃO DE ENERGIA

O desenvolvimento da norma ISO 50001:2011 – Sistemas de gestão de energia – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização – teve como base os elementos comuns à norma ISO 14001 (sistemas de gestão ambiental) e à norma ISO 9001 (sistemas de gestão da qualidade) (ISO, 2011b).

Existem diversos benefícios para uma organização na adoção de uma metodologia sistemática que leve à implementação de um sistema de gestão de energia (SGE). Entre outros, destacam-se os seguintes: auxílio na redução dos consumos energéticos e emissões de GEE de forma sistemática; minimização de impactes ambientais; estabelecimento da linha de base dos consumos energéticos, sobre a qual devem ser estabelecidos objetivos e metas; avaliação e priorização da implementação de medidas de reabilitação; promoção da eficiência energética em todos os processos e procedimentos; fornecimento de orientações sobre como efetuar medições, *benchmark*, documentar e reportar o desempenho energético; comunicação com os clientes, fornecedores, investidores e outras partes interessadas; impulsionar a utilização de energias renováveis; assegurar o cumprimento dos requisitos legais; melhorar a imagem da organização; e estimular a procura de sustentabilidade (HKEIA, 2013; APCER, 2014).

Esta norma especifica os requisitos para se estabelecer, implementar, manter e melhorar um SGE, cujo objetivo consiste em possibilitar uma organização de seguir uma abordagem sistemática que vise a procura da melhoria contínua do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, o uso e consumo de energia. Esta norma tanto pode ser utilizada de forma independente como pode ser integrada com outros sistemas de gestão e não especifica requisitos mínimos de desempenho energético, apenas pretende que a política energética definida pela organização seja cumprida, bem como os requisitos legais (ISO, 2011b).

Paralelamente a outras normas, que dizem respeito a sistemas de gestão, a ISO 50001 tem como base a metodologia PDCA, de forma a procurar-se continuamente a melhoria do desempenho energético (figura 28) (ISO, 2011b).

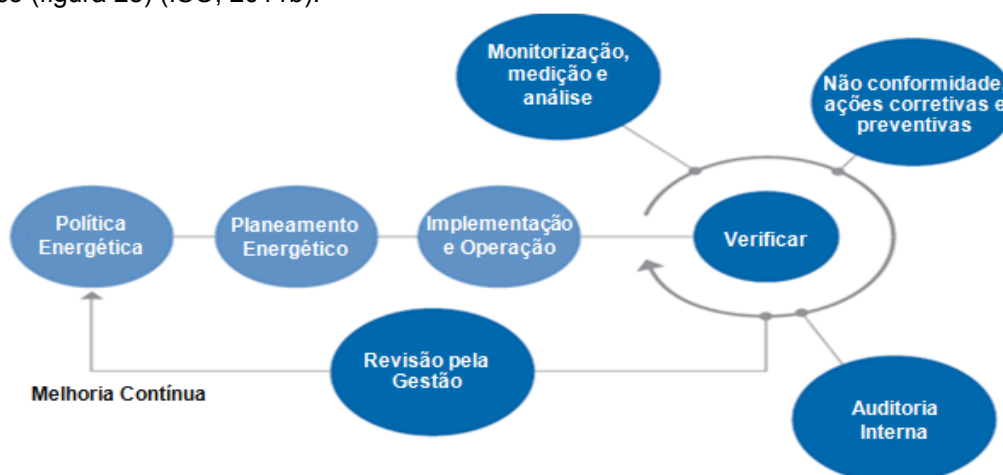


Figura 28 – Modelo de SGE (adaptado de HKEIA, 2013)

De forma resumida, a norma pretende o seguinte por parte da organização: Planear – estabelecimento da política energética, onde se declara o compromisso de melhoria contínua do desempenho energético; identificação dos requisitos legais aplicáveis, ou outros subscritos, tendo em conta o uso e consumo de energia e a eficiência energética; desenvolvimento de uma avaliação energética, tornando possível o estabelecimento da linha de base; identificação das prioridades e estabelecimento de objetivos e metas adequados; definição de programas (operacionais, de sensibilização) para a implementação da política e alcance dos objetivos e metas; Executar – implementação dos programas de gestão energética; envolver todos os colaboradores, desde a gestão de topo às bases da organização; Verificar – monitorizar o desempenho energético e realizar medições de determinados indicadores de desempenho identificados pela organização; promover as atividades de auditoria de forma periódica, de modo a assegurar-se o cumprimento da política e do requisitos legais e a adequação do sistema; Atuar – revisão regular do SGE por parte da gestão de topo, assegurando a sua adequabilidade e eficácia; comunicar internamente os indicadores de desempenho (HKEIA, 2013; Electric, 2012).

Com a emergência da norma ISO 50001:2011 no mercado, a Organização Internacional para Padronização (ISO) tem vindo a desenvolver mais normas da família 50000. Em 2014 foi publicada a ISO 50002:2014 – Auditorias energéticas, requisitos e linhas de orientação para a sua utilização – onde são especificados os princípios, requisitos e os resultados da realização de uma auditoria energética (ISO, 2014b). Paralelamente, estão a ser desenvolvidas mais quatro normas: a ISO 50003

– Sistemas de gestão de energia – Requisitos aplicáveis aos organismos que prestam auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia; ISO 50004 – Sistemas de gestão de energia – Orientações para a implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia; ISO 50006 – Sistemas de gestão de energia – Medição do desempenho energético utilizando linhas de base de energia e indicadores de desempenho energético – Princípios gerais e orientações; ISO 50015 – Sistemas de gestão de energia – Medição e verificação do desempenho energético das organizações – Princípios gerais e orientações (ISO, 2014a).

Nesse sentido, prova-se que a energia e o desempenho energético são temáticas cuja preocupação é cada vez mais emergente.

2.4.2. Empresas de serviço energético

As empresas de serviço energético, ou em inglês, as ESCOs (*energy service companies*), desenvolvem, executam e financiam projetos integrados de reabilitação de edifícios, que pode incluir, por exemplo, a substituição de equipamentos e sistemas, a integração de *softwares* de gestão energética ou a implementação de sistemas de energia renovável (eu.bac, 2014).

Um contrato de desempenho energético entre uma ESCO e o proprietário de um edifício ou imóvel leva a que a quantificação, verificação e monitorização do desempenho energético seja da responsabilidade da ESCO, ao longo da vigência do contrato (normalmente entre sete a dez anos), sendo os investimentos pagos em função do critério contratual acordado – melhoramento do desempenho energético ou retorno financeiro, por exemplo (WBCSD, 2008).

As ESCOs pretendem quebrar barreiras como a falta de conhecimento, as lacunas das políticas energéticas e os fracos mecanismos de apoio financeiro, e assumem a responsabilidade total do projeto ao longo do seu ciclo de vida, desde a realização de auditorias energéticas, ao desenvolvimento de propostas de reabilitação, passando pela avaliação económica, implementação de medidas de reabilitação, quantificação e verificação do desempenho energético. Consequentemente, estas empresas atuam como um gestor de projeto e, apesar da implementação de medidas de reabilitação ficar a cargo de parceiros especializados, detêm a responsabilidade total do projeto e das poupanças energéticas verificadas. Nesse sentido, as ESCOs assumem o risco do projeto a longo prazo, assegurando as poupanças de custos operacionais e de consumos energéticos projetadas inicialmente e, caso as poupanças projetadas não se verifiquem, a empresa deve pagar a diferença ao proprietário do edifício (WBCSD, 2008; eu.bac, 2014).

Concluindo, os ambientes construídos são responsáveis pelo elevadíssimo consumo de recursos, e a energia não é exceção. A gestão da energia é um elemento-chave no alcance de um bom desempenho energético e na procura da sustentabilidade pelo edificado, devendo ser parte integrante na sua avaliação e gestão. Como tal, estão disponíveis inúmeras ferramentas de auxílio da avaliação e gestão do desempenho energético do edificado, as quais devem ser utilizadas de acordo com a situação em causa.

3. MODELO DE DESEMPENHO E BOAS PRÁTICAS INTERNACIONAIS

3.1. Indicadores de Desempenho Energético

A indústria do turismo, no âmbito do processo da globalização, tem assumindo uma importância crescente, tendo estado presente na criação de diversas políticas económicas, sociais e culturais de vários países. No entanto, a elevada importância do turismo no cenário mundial apresenta consequências preocupantes, principalmente se a atividade turística não for devidamente planeada, gerida e regulada, podendo originar graves impactes sócio-ambientais, alguns de carácter irreversível. De modo a combater esta situação, a gestão ambiental apresenta-se como um importante instrumento de conservação dos recursos naturais e da procura de atividades mais sustentáveis, e representa uma importante estratégia de longevidade dos serviços (Pertschi, 2006).

Com vista a análise das atuais estratégias de desempenho ambiental implementadas pelas entidades gestoras de serviços turísticos, nomeadamente as unidades de alojamento e os parques naturais, foi realizada uma pesquisa. Adicionalmente, sistematizaram-se os indicadores energéticos de referência, tornando possível a avaliação do desempenho ambiental dos casos de estudo abordados nesta dissertação.

Os indicadores de desempenho energético podem ser apresentados sobre a forma de energia primária (tep) ou sobre a forma de energia final, como por exemplo kWh (eletricidade), m³ ou kg (gás) e l (gasóleo).

3.1.1. Unidades de alojamento

As unidades de alojamento têm diferentes tipologias, que implicam diferentes serviços e, conseqüentemente, consumos energéticos diferenciados. Estas são uma componente-chave na indústria do turismo, sendo responsáveis pelo consumo significativo de recursos e, conseqüentemente, pelos impactes que daí advêm (Bohadanowicz & Martinac, 2007).

Existem múltiplos indicadores de desempenho energético, sendo os mais usuais os seguintes: consumo de energia por quarto, consumo de energia por dormida, consumo de energia por atividade, emissões de carbono por quarto, emissões de carbono por dormida, emissões de carbono por atividade.

Um estudo realizado pelo LiderA, sobre o desempenho ambiental de unidades de alojamento, teve como objetivo a compreensão e sistematização de estratégias de desempenho ambiental deste setor, considerando os indicadores-chave energia, água, emissões de carbono e resíduos. Primeiramente, foram analisados os cinquenta maiores grupos/cadeias de hotéis a nível mundial (de acordo com o *ranking* de 2010), e constatou-se que 58% da amostra tem políticas ambientais implementadas e que apenas 28% usa o relatório GRI (*Global Reporting Initiative*). De seguida, foram sistematizados os indicadores de desempenho dos doze grupos de hotéis, presentes no top 50 do *ranking* mundial, que publicam relatórios de desempenho (*InterContinental Hotels Group, Marriott International Inc., Wyndham Worldwide, Hilton Worldwide, Accor SA, The Rezidor Hotel Group, Meliá Hotels International, TUI Hotels & Resorts, Whitbread PLC, Caesars Entertainment Inc., Walt Disney Co. e*

Nordic Choice Hotels) e de dezoito cadeias de hotéis (*Hilton Hotels, Sofitel, Pullman, Formule 1, MGallery, Mercure, Novotel, Suite Novotel, Ibis, Ibis Style, Etap Hotel, Motel 6, Studio 6, Radisson Blu, Park Inn by Radisson, Scandic, NH Hotels e Club Méditerranée*) presentes no ranking mundial, das quais apenas três estão presentes no top 50. Por fim, analisaram-se vinte e seis relatórios ambientais de unidades hoteleiras associados à certificação EMAS, referentes aos anos de 2007 e 2008, onde também se sistematizaram os seus indicadores de desempenho (Pinheiro & Sousa, 2013).

Com esta amostra, obtiveram-se os indicadores de referência das melhores práticas, médias gerais e valores mais elevados de desempenho ambiental, tendo-se identificado que a otimização e redução dos consumos energéticos e das emissões de carbono são duas preocupações principais das organizações. Na tabela 4 constam os indicadores de referência para a energia.

Tabela 4 – Indicadores de referência do desempenho energético de unidades de alojamento (LiderA, 2013)

Unidades	Valores mais elevados	Médias gerais	Melhores práticas
kWh/dormida	229,50 Aparthotel Miravillas (Portugal, 2007) ISO 14001/EMAS	46,40	9,22 Apartamentos Nova (Espanha, 2007) ISO 14001/EMAS
kWh/quarto/noite	293,27 Aparthotel Mirante (Portugal, 2008) ISO 14001/EMAS	75,10	12,80 Scandic (2005) ISO 14001/EMAS

O desempenho ambiental das unidades de alojamento resulta de várias componentes, como o nível de serviços oferecidos, o contexto geográfico, a arquitetura, os sistemas existentes, os utilizadores e as políticas e gestão ambiental. Conforme é possível observar, os *Apartamentos Nova* (9,22 kWh/dormida) e o *Scandic* (12,80 kWh/quarto/noite) apresentam as melhores práticas. Por outro lado, o *Aparthotel Miravillas* (229,50kWh/dormida) e o *Aparthotel Mirante* (293,27 kWh/quarto/noite), ambos situados em Portugal, apresentam os valores de desempenho energético mais elevados.

3.1.2. Outros serviços turísticos

A paisagem natural e a diversidade que a compõe são um dos principais fatores propulsores de desenvolvimento turístico, chegando muitas vezes a ser os principais atrativos turísticos de um destino. Nesses casos, a gestão e a avaliação ambiental são ferramentas essenciais na preservação da paisagem natural e da sua diversidade. Como tal, têm sido adotados sistemas de gestão ambiental por entidades gestoras de parques e reservas naturais, apesar de representarem ainda um número pouco significativo. Em simultâneo, têm sido desenvolvidos estudos de forma a obterem-se indicadores de referência do desempenho ambiental.

Num estudo realizado por Magalhães (2013) analisaram-se documentos de gestão de dezassete parques, quinze localizados no continente europeu (*Parque Nacional de Teide, Parque Nacional de Timanfaya, Parc Nacional d'Aigueestortes i Sant Muriol, Parco Naturale Adamello Brenta, Central Balkan NP, Parco Nazionale Gran Paradiso, Parchi Val di Cornia, Parco Fluviale Regionale Del Taro, Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra, Riserva Naturale Monte Rufeno, Parco Naturale del Monte Avic, Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino, Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi,*

Parco Fluviale Del Po e Dell'Orba e Peak District National Park) e dois no continente americano (*Zion Natural Park e Glacier National Park*), tendo a maior parte dos parques SGA implementados de acordo com a norma ISO 14001 e certificação EMAS. No entanto, os indicadores de desempenho apresentados são bastante diversos e, em alguns parques, não correspondem ao valor de consumo total, visto algumas das instalações existentes (centros de visitas, restaurantes) serem exploradas por privados, não sendo incluídas na avaliação das entidades gestoras.

Os indicadores de referência obtidos para a energia, referentes às melhores práticas, médias gerais e valores mais elevados, encontram-se na tabela 5. De forma a maximizar o número de indicadores, alguns dos indicadores foram calculados, tendo em conta as variáveis frequentemente disponíveis pelas entidades gestoras de parques naturais, como a área e o número de visitantes e trabalhadores.

Tabela 5 – Indicadores de referência do desempenho energético de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013)

Forma de Energia	Unidades (mensais)	Valores mais elevados	Médias gerais	Melhores práticas
Eletricidade	kWh/km ²	260,19 Zion Natural Park (EUA)	32,36	7,39 Parco Nazionale Gran Paradiso (Itália)
	kWh/visitante	3,75 Glacier National Park (EUA)	0,17	0,01 Parque Nacional de Teide (Espanha)
	kWh/trabalhador	257,50 Central Balkan NP (Bulgária)	110,11	53,83 Parque Nacional de Teide (Espanha)
Gás (instalações)	m ³	1.446,25 Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi (Itália)	533,83	284,02 Parc Nacional d'Aigueestortes i Sant Muriol (Espanha)
Gasóleo (veículos)	l	11.602,92 Glacier National Park (EUA)	259,58	45,53 Parco Naturale Regionale Di Montemarcello-Magra (Itália)

Uma vez mais, o desempenho ambiental dos parques naturais é influenciado pela localização geográfica, pelo nível de serviços oferecidos, pelos sistemas presentes, pela arquitetura, pelos utilizadores e pelas políticas e gestão ambiental.

Conforme é possível constatar, o *Glacier National Park* é o parque natural que apresenta um maior número de indicadores com os valores mais elevados (kWh/visitante e l de gasóleo), devido ao número de visitantes, que se aproxima das médias gerais, não ser proporcional à área do parque. O parque detém a maior área, em comparação com os dezassete parques em estudo, gerando a necessidade da existência de infraestruturas de apoio em diversos locais, o que provoca um aumento dos consumos e um desvio dos indicadores. Contrariamente, o *Parque Nacional de Teide* detém o maior número de indicadores de melhores práticas (kWh/visitante e kWh/trabalhador), devido ao número elevado de visitantes e ao SGA apenas cobrir a oficina de gestão do parque, deixando de fora todos os centros de apoio ao visitante existentes.

O número relativamente reduzido de elementos de amostra condicionou a obtenção de resultados médios. No anexo A constam os indicadores de desempenho de todos os parques naturais analisados, bem como as variáveis disponíveis, como a área e o número de visitantes e trabalhadores.

3.2. Modelo Proposto

Com base na pesquisa efetuada e de forma a caracterizar-se a utilização final de energia nas organizações, tornando possível a estimativa dos valores de consumo bem como dos padrões de utilização, foi desenvolvido um modelo no âmbito desta dissertação.

A elaboração do modelo passou pelas seguintes fases:

- 1) Em primeiro lugar foram identificadas as áreas dos diversos casos de estudo onde existe consumo e produção de energia;
- 2) Posteriormente, e após as visitas a cada serviço turístico, realizando-se o levantamento energético de cada área, foi registado o número de equipamentos e, sempre que possível, a potência (Watt/unidade). Nos casos em que não foi possível a recolha da potência exata do equipamento, foi feita uma estimativa;
- 3) Em seguida, tendo em conta a informação dada pelos trabalhadores e a aferida aquando do levantamento, foram definidos os períodos de funcionamento de cada equipamento (horas/dia);
- 4) Com a potência dos equipamentos e os respetivos períodos de funcionamento torna-se possível o cálculo do consumo médio mensal de energia (kWh/mês). No caso das unidades de alojamento, foi tida em conta a taxa de ocupação aquando da estimativa dos consumos energéticos nos quartos;
- 5) Por fim, após novas visitas e ajustes em cada elemento, o modelo foi validado, comparando o valor estimado com o valor faturado.

Um excerto do modelo proposto, aplicado a uma unidade de alojamento – o Lawrence's Hotel – consta na tabela 6. O modelo completo encontra-se no anexo B.

Tabela 6 – Excerto do modelo proposto aplicado ao Lawrence's Hotel

Divisão		Elemento	Quantidade	Potência (W/unidade)	Consumo (h/dia)	Ocupação	kWh/dia	
Quartos (17) Piso 3, 4 e 5	Duplos (12)	Quarto	Telefone	1	10	0,25	0,47	0,01
			Televisão	1	55	0,5	0,47	0,16
			Lâmpada Teto	1	18	2	0,47	0,20
			Lâmpada Mesa	2	11	0,25	0,47	0,03
			Ar Condicionado	1	90	6	0,47	3,05
	Casa de Banho	Secador Cabelos	1	2000	0,25	0,47	2,82	
		Secador de Toalhas	1	100	0,5	0,47	0,28	
		Lâmpada Teto	1	18	1	0,47	0,10	
	Suites (5)	Quarto e Sala	Telefone	1	10	0,25	0,47	0,01
			Lâmpada Teto	1	2,3	2	0,47	0,01
			Lâmpada Mesa	1	25	0,25	0,47	0,01
			Ar Condicionado	1	144	6	0,47	2,03
			Televisão	1	55	0,5	0,47	0,06
		Casa de Banho	Lâmpada	1	53	2	0,47	0,15
			Lâmpada	2	11	2	0,47	0,10
			Secador Cabelos	1	2000	0,25	0,47	1,18
			Secador de Toalhas	1	100	0,5	0,47	0,12
Lâmpada Parede			2	18	1	0,47	0,08	
Sala de Estar	Piso 3	Jacuzzi	1	466	0,25	0,47	0,27	
		Lâmpada Parede	2	14	8		0,22	
		Ar Condicionado	1	90	6		0,54	

4. ANÁLISE DE CASOS

SELEÇÃO DOS CASOS

Os casos de estudo referidos na metodologia podem ser divididos entre unidades de alojamento e outros serviços turísticos, sendo que todos se localizam na Vila de Sintra. Os casos de estudo que dizem respeito às unidades de alojamento são o Almáa Sintra Hostel (ASH), a Casa do Valle (CV) e o Lawrence's Hotel (LH).

Em relação aos outros serviços turísticos, os casos de estudo são os parques, e seus edifícios, tutelados pela Parques de Sintra – Monte da Lua (PSML), nomeadamente o Parque de Monserrate, a Quintinha de Monserrate (QM), a Casa Info PSML e o Parque da Pena. O Parque da Pena é constituído pelo Palácio da Pena (PP), o Castelo dos Mouros (CM), o Chalet da Condessa D'Edla (CCE) e a Abegoaria da Pena (AP), que são Património Nacional.

Na figura 29 é possível observar a localização de cada caso de estudo, onde as etiquetas amarelas correspondem às unidades de alojamento e as etiquetas verdes aos outros serviços turísticos.



Figura 29 – Localização dos casos de estudo (Google, 2014)

Como já foi mencionado previamente, os casos de estudo situam-se na Vila de Sintra, localizada na região de Lisboa e Vale do Tejo, a cerca de 30 km de Lisboa. A Vila encontra-se rodeada por um concelho com cerca de 317 km² de área, 377.835 habitantes e 35.000 empresas. É constituída pelo centro histórico, rico em monumentos, e pela Serra de Sintra, também dotada de monumentos e de abundante vegetação natural e exótica que contribui para a criação de um microclima.

A Paisagem Cultural de Sintra, dotada de uma diversidade pouco comum no Sul da Europa, foi classificada pela UNESCO, em 1995, como Património da Humanidade. Está integrada no Parque Natural de Sintra-Cascais e na Rede Natura 2000 e é um ecossistema privilegiado, que compreende valores naturais e culturais classificados como prioritários para a conservação.

No que diz respeito ao acesso aos diversos serviços turísticos, este apresenta algumas limitações, essencialmente devido à topografia da Vila de Sintra, caracterizada por inclinações acentuadas, estradas são estreitas e sinuosas. A deslocação pode ser feita de automóvel, de bicicleta, de autocarro público e a pé, existindo diversos percursos pedestres.

APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Não existindo um registo detalhado dos diversos sistemas e equipamentos consumidores e produtores de energia presentes nas unidades de alojamento, no âmbito desta dissertação efetuou-se um levantamento individual de todos os equipamentos, independentemente da forma de energia consumida. No que diz respeito aos outros serviços turísticos, foi atualizado o levantamento efetuado em 2012, o qual também foi realizado no âmbito de uma dissertação.

Posteriormente, aplicou-se o modelo proposto a cada caso de estudo, com vista à caracterização da utilização final de energia, tornando possível a estimativa dos indicadores de consumo bem como dos padrões de utilização. Contudo, o rigor da desagregação dos consumos energéticos pode ser posto em causa, visto os equipamentos serem muito diversos e em número elevado e, por vezes, ser difícil a recolha de informação, por exemplo potências, e os períodos de funcionamento serem muito variáveis, dependendo do clima, da ocupação e dos comportamentos e atividades dos utilizadores.

Nas secções 4.1 e 4.2 será descrito cada serviço turístico, tendo como foco a respetiva caracterização energética.

Visto ter-se recorrido a diversos fatores de conversão, estes serão enumerados de seguida. Para efeitos de contabilidade energética, os consumos das diversas formas de energia foram convertidos para a mesma unidade – tonelada equivalente de petróleo (tep) – que é aproximadamente equivalente à quantidade de calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo. Os fatores de conversão utilizados são os publicados no Despacho n.º 17313/2008, que diz respeito ao Decreto-Lei n.º 71/2008: eletricidade – 215×10^{-6} tep/kWh; eletricidade produzida a partir de fontes renováveis – 86×10^{-6} tep/kWh; gásóleo – 1,022 tep/ton; gasolina – 1,063 tep/ton; gás propano – 1,115 tep/ton.

Quanto aos fatores de emissão de GEE para os combustíveis e para a energia elétrica, é utilizada a unidade CO₂.eq (dióxido de carbono equivalente), visto o CO₂ ser o GEE mais significativo. Os fatores de conversão utilizados são os publicados no Despacho n.º 17313/2008, que diz respeito ao Decreto-Lei n.º 71/2008: eletricidade – 0,47 kgCO₂.eq/kWh; gásóleo – 3098,2 kgCO₂.eq/tep; gasolina – 2897,3 kgCO₂.eq/tep; gás propano – 2637,7 kgCO₂.eq/tep.

Também se recorreu aos seguintes fatores de conversão: 0,552 m³/kg para o gás propano, 0,835 kg/l para o gásóleo e 0,740 kg/l para a gasolina (Águas, 2009).

4.1. Unidades de Alojamento

Nesta secção serão abordadas as três unidades de alojamento: o Almáa Sintra Hostel, a Casa do Valle e o Lawrence's Hotel. As características gerais destas três unidades de alojamento encontram-se resumidas na tabela 7.

Tabela 7 – Resumo das características gerais das unidades de alojamento – ASH, CV e LH

Empreendimento	Almáa Sintra Hostel	Casa do Valle	Lawrence's Hotel
Tipologia	Hostel	Bed and breakfast	Hotel (5 estrelas)
Localização	Caminho dos Frades, Quinta dos Lobos, Sintra	Rua da Paderna 5, Sintra	Rua Consiglieri Pedroso 38-40, Sintra
Latitude/Longitude	38°47'53" N/ 9°23'57" O	38°47'59" N/ 9°23'37" O	38°47'45" N/ 9°23'35" O
Inserção	Urbana	Urbana	Urbana
Data início de funcionamento	2011	2010	1764 (1999, após completa renovação)
Conjunto edificado	1 edifício	3 edifícios	1 edifício
Área útil construída (m ²)	489,00	295,20	1.434,01
Nº de pisos	3	1 edifício: 1 piso 2 edifícios: 3 pisos	6

4.1.1. Almáa Sintra Hostel

O Almáa Sintra Hostel (ASH) é um *hostel* ecológico situado numa propriedade de 3,5 hectares que data do século XII, localizado a dez minutos a pé do centro histórico. A propriedade é constituída por quatro edifícios distintos, sendo que o *hostel* se concentra no edifício central, estando em funcionamento desde 2011, após renovações no edifício.

O *hostel* tem uma declaração de turismo responsável, demonstrando preocupação em ser uma referência no turismo sustentável. As boas práticas ambientais destacam-se nas seguintes áreas: valorização territorial, valorização ecológica, integração paisagística, intensidade em carbono, materiais locais, materiais de baixo impacte e interação com a comunidade.

Alguns exemplos de boas práticas ambientais são: o mobiliário e a decoração minimalista resultam do aproveitamento de materiais reciclados e são feitos por artistas locais de instituições de caridade, organizações de voluntários e empresas sociais; algumas torneiras são dotadas de redutores de caudal; é privilegiado o uso de detergentes ecológicos; a oferta de equipamentos em todas as áreas do *hostel* é minimalista; as lâmpadas são de baixo consumo; e a água consumida provém de uma nascente.

O edifício do *hostel* tem 489,00 m² de área útil construída, distribuídos por três pisos. No R/C encontra-se a receção, o escritório, a área lounge, a despensa, uma casa de banho e a cozinha. No 1º e 2º andar estão dispostos os dez quartos, alguns com casa de banho partilhada e outros com casa de banho privada, existindo as seguintes tipologias: cinco quartos duplos, dois dormitórios com 3 camas, dois dormitórios com 5 camas e um dormitório com 9 camas.

Ao lado do edifício do *hostel* existe uma garagem, na qual funciona a rouparia. No exterior existe um tanque para banhos com água proveniente da nascente, uma estufa e diversos espaços verdes.

Nas figuras 30, 31 e 32 é possível observar a fachada, um quarto duplo e a área lounge do ASH.



Figura 30 – Fachada – ASH (ASH, 2014)



Figura 31 – Quarto – ASH (ASH, 2014)

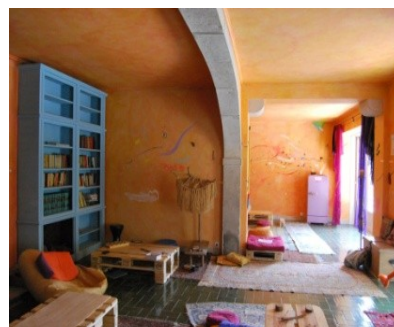


Figura 32 – Área Lounge – ASH (ASH, 2014)

4.1.1.1. Caracterização energética

De forma a caracterizar energeticamente o ASH, foram realizadas duas visitas, nos dias 9 de junho e 7 de julho, nas quais foram levantados e sistematizados 101 equipamentos, respetivas potências e períodos de funcionamento.

O ASH consome energia sob duas formas distintas, eletricidade e gás propano, consoante a utilização final (tabela 8).

Tabela 8 – Utilização final de energia – ASH

Forma de Energia	Utilização Final
Eletricidade	Iluminação, aquecimento, equipamentos diversos (informáticos, cozinha, rouparia, frio)
Gás Propano	Caldeira (AQS e aquecimento) e fogão

Tendo como base a faturação de energia fornecida pelo *hostel*, que diz respeito ao período de tempo entre abril de 2013 e março de 2014, é possível calcular o consumo médio mensal de energia, e a sua conversão em tep e em kgCO₂.eq, e obter os indicadores de consumo energético por dormida, por quarto e m² (tabela 9). Tendo em conta os indicadores de desempenho energético internacionais, referentes ao consumo energético por dormida e por quarto, que constam na tabela 4 (secção 3.1.1), verifica-se que o *hostel* detém ambos os indicadores inferiores às melhores práticas. Inclusivamente, o indicador de consumo energético por dormida é três vezes inferior às melhores práticas.

Em relação às emissões de CO₂.eq devido à produção da eletricidade consumida, estas são de 0 kgCO₂.eq/mês, visto o contrato do ASH com a operadora do setor da energia visar que a produção de eletricidade seja proveniente de fontes renováveis. No entanto, caso a produção não fosse proveniente de fontes renováveis, as emissões seriam 464,32 kgCO₂.eq/mês.

De igual forma, o consumo de energia primária, referente ao consumo de eletricidade, seria 0,212 tep/mês, ao invés de 0,085 tep/mês.

Tabela 9 – Valores de consumo energético – ASH

Eletricidade	987,92 kWh/mês	0,085 tep/mês	3,06 kWh/dormida	10,70 kWh/quarto/noite	2,02 kWh/m ² .mês	0 kgCO ₂ .eq/mês
Gás Propano	240 kg/mês	0,267 tep/mês	-	-	-	705,53 kgCO ₂ .eq/mês

ELETRICIDADE

O valor estimado para o consumo de eletricidade, tendo como base o modelo desenvolvido, pode ser validado por comparação com o valor de consumo médio mensal obtido através das faturas de eletricidade do ASH. Na tabela 10 encontra-se o valor estimado, o valor faturado o rácio entre os mesmos.

Tabela 10 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – ASH

Faturação	Estimativa	Rácio
987,92 kWh/mês	990,86 kWh/mês	1,00

A tabela 10 permite que se perceba que a diferença entre a estimativa efetuada e o valor real faturado é mínima, podendo-se afirmar que o modelo elaborado descreve plenamente a realidade vivida no ASH.

Na figura 33 consta a evolução do consumo de eletricidade mensal e por dormida.

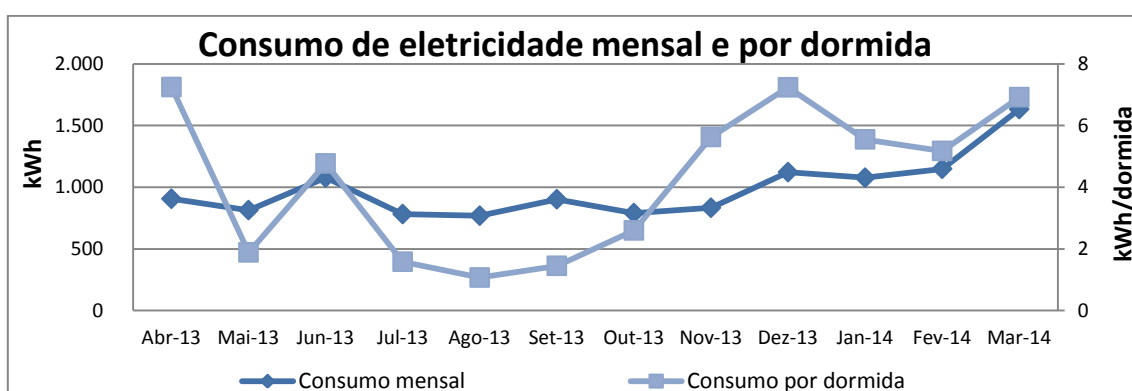


Figura 33 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – ASH

O consumo mensal de eletricidade é superior entre dezembro e março, devido às necessidades de aquecimento do *hostel*. No entanto, o facto de o ASH também dispor de um sistema de aquecimento (radiadores nas paredes) alimentado a partir de uma caldeira a gás propano contribui para que o consumo mensal de eletricidade seja menor. Na época alta, o consumo mantém-se mais baixo, uma vez que as necessidades de arrefecimento do *hostel* não são satisfeitas por equipamentos elétricos.

Quanto ao consumo por dormida, este apresenta variações de 7 vezes, apresentando o consumo mínimo em agosto (1,07 kWh/dormida) e o consumo mais elevado em abril (7,25 kWh/dormida). Nem mesmo nos picos de consumo por dormida, que correspondem aos meses de abril, dezembro e março, este é superior às melhores práticas, traduzindo-se num desempenho exemplar. Uma vez mais, o consumo por dormida é menor na época alta, visto as necessidades de arrefecimento não serem satisfeitas com recurso a equipamentos elétricos.

GÁS PROPANO

Na figura 34 encontra-se a evolução do consumo de propano mensal e por dormida, ao longo do período em estudo. É visível uma ligeira diminuição no consumo mensal de propano nos meses de verão devido às necessidades de aquecimento serem nulas e às necessidades de AQS para banhos

e torneiras diminuir. Contrariamente, o pico de consumo no mês de janeiro é resultado da satisfação das necessidades de aquecimento e de AQS para banhos e torneiras.

No que diz respeito ao consumo por dormida, verifica-se uma tendência semelhante ao consumo mensal. Este apresenta variações de 9 vezes, com o máximo em abril e o mínimo em agosto.

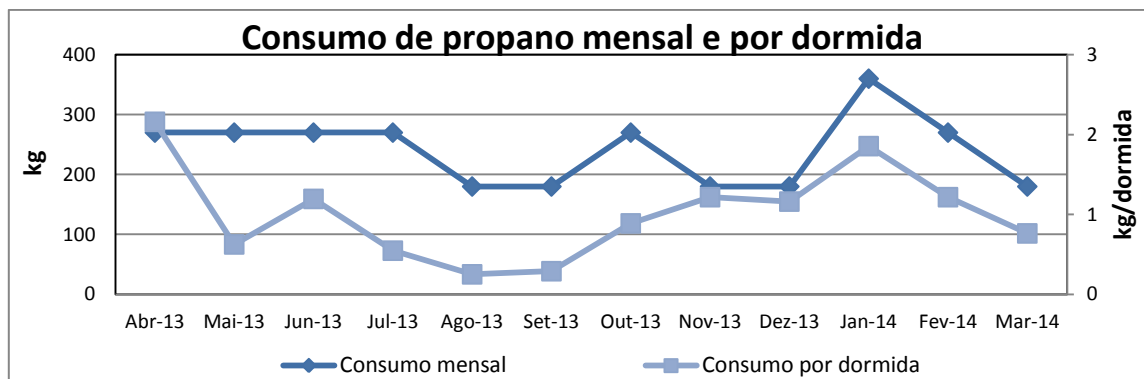


Figura 34 – Consumo de propano mensal e por dormida – ASH

Uma vez que o *hostel* não detém registos da distribuição do consumo de propano consoante a sua utilização final – dois fogões com forno e caldeira para AQS e aquecimento – foi feita uma estimativa, tornando possível a desagregação do valor total do consumo mensal, que em média é 240 kg.

Para a estimativa, recorreu-se a um indicador de referência do consumo de um fogão doméstico com forno – 0,225 kg/h (PB, 2014). Tendo conhecimento do número de fogões com forno (dois) e estimando o período de funcionamento dos mesmos (2 h/dia), com base na informação fornecida pelos trabalhadores do *hostel*, obtém-se o consumo médio mensal pelos dois fogões (27 kg), que corresponde a 11% do consumo médio mensal de propano (tabela 11).

Tabela 11 – Estimativa do consumo mensal de propano pelo fogão – ASH

Elemento	Quantidade	Indicador de Consumo (kg/h)	Consumo (h/dia)	kg/mês	% consumo mensal
Fogão com forno	2	0,225	2	27	11

Assumindo-se que o consumo mensal de propano pelos fogões é constante ao longo do ano, é possível estimar, de seguida, o consumo médio mensal para aquecimento e AQS (tabela 12). Nestes dois casos o consumo é sazonal e, como tal, começou-se por definir dois períodos sazonais (de abril a outubro e de novembro a março). Considerando que de abril a outubro o aquecimento não é utilizado, as AQS são responsáveis pelo restante consumo mensal (89%), que corresponde a 213 kg de propano. Por outro lado, de novembro a março o aquecimento é responsável por 20% do consumo mensal, o correspondente a 48 kg de propano, e as AQS são responsáveis pelo restante consumo mensal (69%), representando 165 kg de propano.

Tabela 12 – Estimativa da desagregação do consumo mensal de propano para aquecimento e AQS – ASH

Elemento	Mês	% consumo mensal	kg/mês
Aquecimento	Abril a Outubro	0	0
	Novembro a Março	20	48
AQS	Abril a Outubro	89	213
	Novembro a Março	69	165

4.1.1.2. Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final

Com base no modelo desenvolvido, e de forma a caracterizar energeticamente o *hostel*, é possível obter a distribuição dos consumos elétricos por utilização final (figura 35).

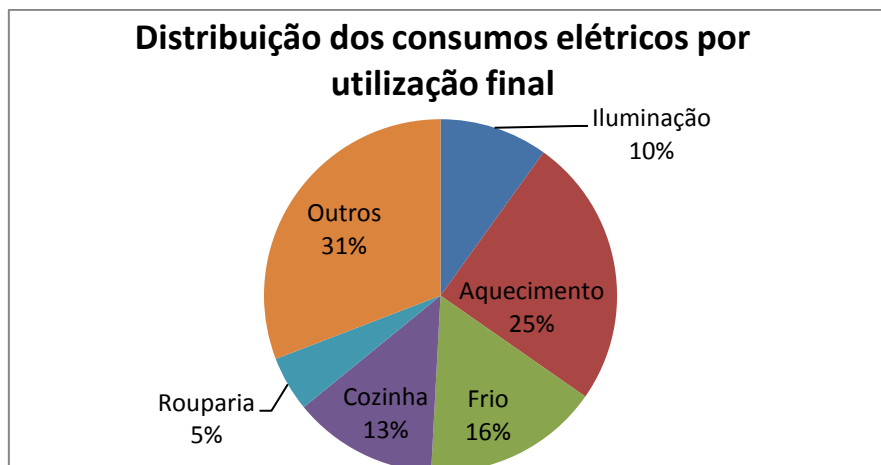


Figura 35 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – ASH

O setor “Outros” apresenta a parcela mais elevada de energia elétrica consumida, representando 31%. Neste setor encontram-se os equipamentos que não se inserem nos restantes setores, como é o caso dos equipamentos informáticos e de telecomunicações presentes na receção, escritório e área lounge (um monitor e uma torre de computador, dois portáteis, uma impressora, um telefone, uma coluna), dos equipamentos de limpeza (um aspirador) e dos dois secadores que estão à disposição dos hóspedes. O computador que se encontra na receção é o principal consumidor de energia (120 kWh/mês), visto estar em funcionamento por longos períodos, seguindo-se os dois secadores (90 kWh/mês), que são muito requisitados pelos hóspedes. Uma vez que o ASH apresenta consumos elétricos mensais reduzidos, devido à simplicidade de sistemas oferecidos, é natural que um computador e dois secadores tenham um elevado impacto no consumo total de energia elétrica.

Segue-se o setor “Aquecimento”, que representa 25% do consumo total de energia elétrica. O *hostel* dispõe de um aquecedor elétrico em cada quarto, perfazendo um total de 10 aquecedores, não sendo suficientes os radiadores de parede para satisfazerem as necessidades básicas de aquecimento no inverno. Esta parcela poderia ser superior se o *hostel* recorresse exclusivamente a aquecimentos elétricos e caso os seus trabalhadores não sensibilizassem os hóspedes para utilizarem os aquecedores no mínimo.

O setor “Frio” representa 16% do consumo total de energia elétrica. A contribuir para este consumo existem no ASH três frigoríficos e um congelador. Caso o ASH servisse mais refeições para além do pequeno-almoço, esta parcela poderia ser mais significativa. No entanto, esta ainda assume alguma relevância, visto existir a possibilidade dos hóspedes cozinharem, traduzindo-se na necessidade de se recorrer com mais frequência aos equipamentos de frio.

Na parcela correspondente ao setor “Cozinha”, que representa 13%, estão incluídas a torradeira, a chaleira e as cafeteiras, que são equipamentos muito utilizados ao pequeno-almoço.

O sistema de iluminação detém 10% do consumo energético, sendo constituído por lâmpadas LED ou economizadoras. Para além disto, existe uma grande preocupação por parte dos trabalhadores do *hostel* em desligar as lâmpadas quando não estão a ser utilizadas.

A rouparia, constituída apenas por uma máquina de lavar roupa, corresponde a 5%. A máquina de lavar roupa tem um período de funcionamento reduzido, pois apenas são lavadas no *hostel* as toalhas e, geralmente, a máquina funciona com a capacidade de carga máxima.

4.1.2. Casa do Valle

A Casa do Valle é um *bed and breakfast* situado num vale com vista para a Serra de Sintra e seus palácios, localizado a oito minutos a pé do centro histórico. Desde 2010, data de abertura, que a CV adotou uma atitude em prol da sustentabilidade, destacando-se nas seguintes áreas: valorização territorial, integração paisagística, produção local de alimentos.

A área útil construída é de 295,20 m², distribuída por duas encostas. Na parte superior da propriedade, numa encosta, encontram-se dois edifícios, os quais serão denominados por CV1. Um dos edifícios é o edifício central, onde se localiza o escritório/recepção, a cozinha, a rouparia e a adega (desempenha a função de copa), distribuídos por três pisos. No outro edifício desta encosta situam-se sete quartos duplos, distribuídos também por três pisos, e ao seu lado existe a casa dos arrumos.

Na parte inferior da propriedade, numa outra encosta, estão dispostos três quartos duplos superiores e uma *suite*, distribuídos por um piso, formando um edifício – a Casa da Vista (CV2). No total, a CV tem onze quartos, todos eles com varanda e equipados com secador de cabelo, mini frigorífico, torradeira, chaleira e aquecedor/salamandra, sendo que a *suite* dispõe adicionalmente de uma *kitchenette* equipada com um fogão elétrico. No exterior existe uma piscina, um lago, uma zona de pomares e a Casa da Internet.

Nas figuras 36, 37 e 38 consta a fachada de uma encosta, um quarto e uma parte da área exterior da CV.



Figura 36 – Fachada de uma encosta – CV (CV, 2014)



Figura 37 – Quarto – CV (CV, 2014)



Figura 38 – Exterior – CV (CV, 2014)

4.1.2.1. Caracterização energética

Foram realizadas quatro visitas à CV, tendo como fim a sua caracterização energética, nos dias 3 de junho, 14 de julho, 1 de agosto e 11 de agosto. Nestas visitas fez-se o levantamento de 199 equipamentos, respetivas potências e períodos de funcionamento.

A CV consome energia sob duas formas distintas, eletricidade e gásóleo, consoante a utilização final (tabela 13).

Tabela 13 – Utilização final de energia – CV

Forma de Energia	Utilização Final
Eletricidade	Iluminação, aquecimento, ventilação, equipamentos diversos (informáticos, cozinha, rouparia, frio), bombas (piscina e lago)
Gasóleo	Caldeira (AQS)

Considerando a faturação de energia fornecida pela unidade de alojamento, que diz respeito ao intervalo de tempo entre janeiro e setembro de 2013, é possível calcular-se o consumo médio mensal de energia (considerando a CV1 e CV2), e a respetiva conversão em tep e em kgCO₂.eq, e obter os indicadores de consumo energético por dormida, por quarto e m² (tabela 14). Tendo em conta os indicadores de desempenho energético internacionais, referentes ao consumo energético por dormida e por quarto que constam na tabela 4 (secção 3.1.1), verifica-se que ambos os indicadores são inferiores às médias gerais.

Tabela 14 – Valores de consumo energético – CV

Eletricidade	5.505 kWh/mês	1,184 tep/mês	27,27 kWh/dormida	54,53 kWh/quarto/noite	18,65 kWh/m ² .mês	2.587,35 kgCO ₂ .eq/mês
Gasóleo	264,30 l/mês	0,226 tep/mês	-	-	-	698,79 kgCO ₂ .eq/mês

ELETRICIDADE

Na CV existem dois contadores de eletricidade: um que mede os consumos da parte superior da propriedade (CV1) e outro da parte inferior da mesma (CV2). No entanto, os consumos da parte superior da propriedade não dizem apenas respeito à unidade de alojamento, uma vez que o edifício central também desempenha a função de residência dos proprietários do alojamento. Como tal, no edifício central considerou-se apenas o consumo pela receção/escritório, cozinha, rouparia e adega.

De forma a identificar-se o consumo real da CV1, estimou-se o consumo de eletricidade que diz respeito à residência dos proprietários e subtraiu-se esse valor ao valor real faturado. Foi considerado o seguinte indicador – 3.510 kWh/ano/residência (WEC, 2014) – referente a 2011 e estimado pelo *World Energy Council*.

Tendo como base o modelo desenvolvido, obtém-se a estimativa do consumo de eletricidade na CV. Para a CV1, este valor deve ser validado após comparação com o valor obtido da estimativa realizada, a qual foi previamente enunciada. Para a CV2, este valor deve ser validado por comparação com o valor de consumo médio mensal obtido através das faturas de eletricidade. Na tabela 15 encontram-se os valores estimados, os valores faturados e o rácio entre os mesmos.

Tabela 15 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – CV

	Faturação	Estimativa	Rácio
CV1	4.856,00 kWh/mês	4.638,14 kWh/mês	0,96
CV2	649,00 kWh/mês	671,49 kWh/mês	1,03

A tabela 15 permite que perceber que as estimativas efetuadas não diferem sobremaneira dos valores reais faturados ou estimados. As duas estimativas apresentam um intervalo de diferença entre o valor faturado e o estimado entre 3% e 4%, sendo a estimativa da CV1 realizada por defeito e

a da CV2 realizada por excesso. Quanto à CV1, a diferença entre os valores pode dever-se à estimativa do consumo de energia pelos proprietários do alojamento ter sido realizada por defeito.

A evolução do consumo de eletricidade mensal e por dormida da CV, ou seja, estão abrangidas a CV1 e CV2, consta na figura 39.

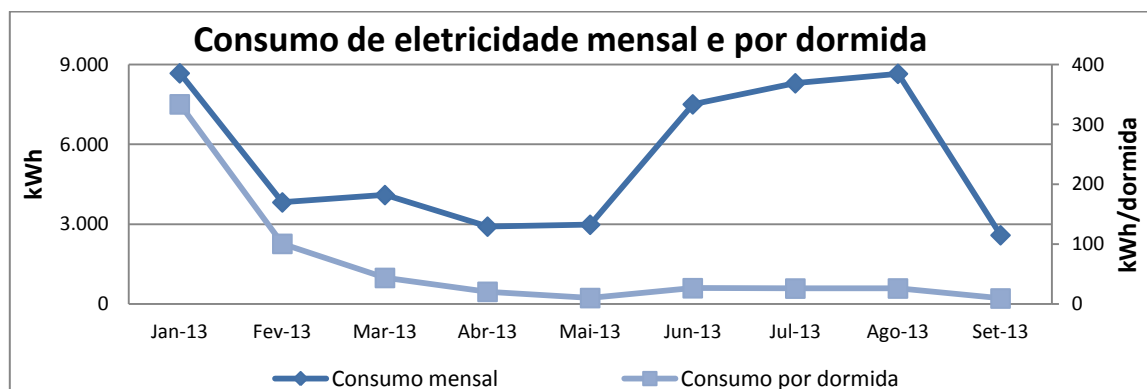


Figura 39 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – CV

O consumo mensal de eletricidade é superior nos meses de janeiro, junho, julho e agosto. O consumo referente a janeiro pode ser explicado pelas necessidades de aquecimento do alojamento, por outro lado, o consumo elevado entre junho e agosto deve-se à elevada taxa de ocupação que se verifica nestes meses de verão. Inclusivamente, ao analisar-se o consumo por dormida, verifica-se que este é menor nos meses de verão, aproximando-se do indicador referente às melhoras práticas, confirmando-se a suposição enunciada anteriormente. Todavia, os meses de janeiro e fevereiro apresentam valores de consumo por dormida elevados, resultado da satisfação das necessidades de aquecimento.

O comportamento decrescente do consumo por dormida ao longo do ano, apresentando variações de 36 vezes, pode ser justificado pelo facto das necessidades de aquecimento diminuírem no decorrer do ano e as necessidades de arrefecimento não serem muito elevadas. Como tal, o mínimo de consumo (9,27 kWh/dormida) verifica-se em setembro e o máximo (333,76 kWh/dormida) em janeiro.

GASÓLEO

No que diz respeito ao consumo de gásóleo, neste alojamento existem duas caldeiras alimentadas a gásóleo. Assim como existe a separação de contadores de eletricidade, neste caso verifica-se a mesma situação: uma das caldeiras abastece a parte superior da propriedade (CV1) e outra a parte inferior da mesma (CV2). No entanto, para se desagregar o consumo de gásóleo para AQS pelo alojamento e pela residência dos proprietários do mesmo, foi assumido que a residência é responsável por 20% do consumo total de gásóleo da caldeira que abastece a parte superior da propriedade, sendo a CV1 responsável por 80%. Deste modo, o consumo mensal de gásóleo da CV1 é 141,80 litros e da CV2 é 122,60 litros, perfazendo um total de 264,30 litros (tabela 16).

Tabela 16 – Consumo mensal de gásóleo – CV

CV1	141,80 l/mês
CV2	122,60 l/mês
Total	264,30 l/mês

Na figura 40 encontra-se a evolução do consumo de gásóleo mensal e por dormida, no intervalo de tempo em estudo.

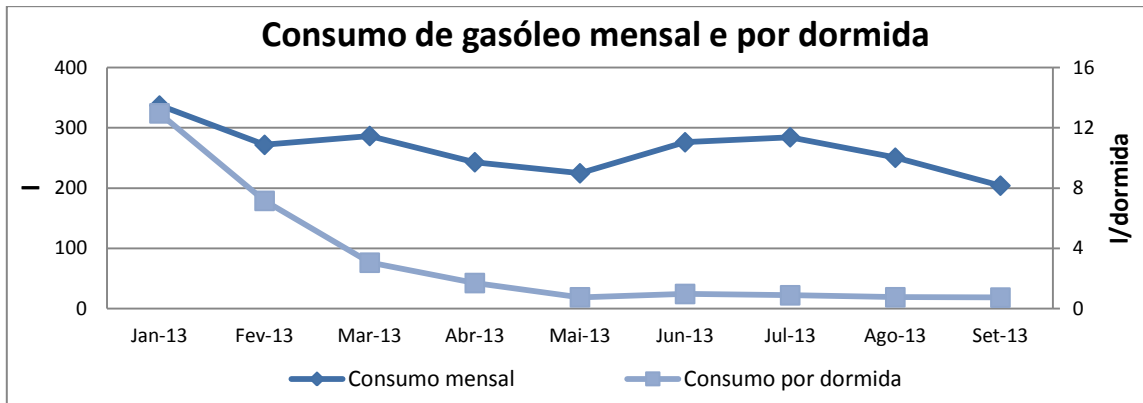


Figura 40 – Consumo de gásóleo mensal e por dormida – CV

O consumo mensal apresenta um comportamento com ligeiras variações, cujos picos se verificam nos meses de janeiro, março, junho e julho. Os picos de consumo em janeiro e março devem-se ao facto das necessidades de AQS para banhos e torneiras serem superiores no período invernal. No entanto, o consumo por dormida no mês de março é inferior ao consumo no mês de janeiro, devido à taxa de ocupação ter sido superior em março. Em relação aos picos de consumo em junho e julho, estes devem-se à taxa de ocupação, facto que é confirmado com o reduzido consumo por dormida.

Ainda em relação ao consumo por dormida, este apresenta variações de 18 vezes, onde o valor mínimo corresponde ao mês de setembro e o valor máximo ao mês de janeiro, tal como se verifica no consumo mensal. Os valores entre maio e setembro são inferiores devido às necessidades de AQS para banhos e torneiras serem inferiores no verão.

Deve-se ter em conta que a hipótese assumida, de que o consumo da residência dos proprietários da CV é constante, representando 20% do consumo total mensal de gásóleo da caldeira que abastece a parte superior da propriedade, está sujeita a alguma incerteza.

4.1.2.2. Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final

Com vista a caracterizar energeticamente a CV, obteve-se a distribuição dos consumos elétricos por utilização final, tendo como base o modelo desenvolvido (figura 41).

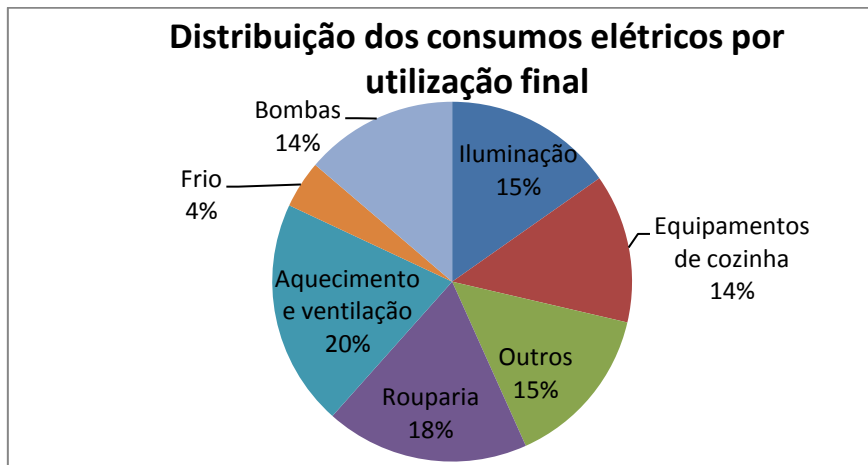


Figura 41 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – CV

O setor que detém a parcela mais elevada de energia elétrica consumida é o “Aquecimento e Ventilação”, representando 20%. Na CV1 todos os quartos têm um aquecedor a óleo e um ventilador, na CV2 os quartos superiores possuem um radiador de parede e um ventilador e a *suite*, por sua vez, tem dois radiadores de parede e um ventilador. Dos equipamentos enumerados, os aquecedores a óleo e os radiadores de parede são os mais utilizados, devido ao clima frio e húmido que se faz sentir em Sintra, especialmente no inverno.

Segue-se o setor “Rouparia”, que representa 18% do consumo. A rouparia é constituída por uma máquina de lavar roupa e uma de secar, as quais detêm consumos médios mensais elevados (552 kWh/mês e 420 kWh/mês, respetivamente). Estes consumos devem-se, em grande parte, ao longo período de funcionamento dos equipamentos, que poderia reduzir-se caso as máquinas trabalhassem na capacidade de carga máxima e a máquina de secar trabalhasse apenas em dias chuvosos e húmidos.

Com 15% do consumo encontram-se dois setores, o setor da “Iluminação” e o “Outros”. Quanto à iluminação, está incluída a iluminação interior, exterior e da piscina. Pensa-se que a contribuição maior é a da iluminação exterior, devido a esta ser ligada aquando do pôr-do-sol e a ser apagada apenas de manhã, e também por existirem projetores com potências elevadas. Quanto ao setor “Outros”, neste inserem-se os equipamentos que não se enquadram nos restantes setores, nomeadamente, os equipamentos informáticos da receção (dois portáteis, duas impressoras, um telefone) e da Casa da Internet (um monitor e uma torre de computador), os equipamentos de limpeza (três aspiradores), os secadores de cabelo que estão à disposição em todos os quartos da CV1 e CV2 e as televisões, os telefones e os secadores de toalhas que estão nos quartos da CV2.

Ambos os setores “Equipamentos de cozinha” e “Bombas” detêm 14% do consumo. No setor “Equipamentos de cozinha” estão compreendidos os equipamentos usados na preparação do pequeno-almoço, quer pelos trabalhadores da CV (duas cafeteiras, um microondas e um forno), quer pelos hóspedes, uma vez que cada quarto dispõe de uma torradeira e uma chaleira. Adicionalmente, a *suite* da CV2 tem um fogão elétrico e um exaustor. Neste setor também está incluída uma máquina de lavar loiça, responsável pela maior fração de consumo (300 kWh/mês). Em relação ao setor “Bombas”, este engloba as bombas da piscina e do lago, que funcionam 24 horas por dia.

Por último, encontra-se o setor “Frio”, ao qual corresponde 4%. Neste setor estão incluídos os três frigoríficos, um deles com congelador, e os mini frigoríficos que existem em cada quarto. Esta fração é reduzida possivelmente devido ao facto da CV apenas confeccionar o pequeno-almoço, não existindo a necessidade de se recorrer ao frigorífico, de forma frequente, ao longo do dia. Adicionalmente, a potência dos mini frigoríficos presentes nos quartos é reduzida.

4.1.3. Lawrence’s Hotel

O Lawrence’s Hotel é um hotel de charme, situado a cinco minutos a pé do centro histórico, e é o hotel mais antigo da Península Ibérica, tendo entrado em funcionamento em 1764. Após ter sofrido uma renovação completa, encontra-se em funcionamento desde 1999. A preocupação com a

sustentabilidade destaca-se nas seguintes áreas: integração paisagística, proteção e valorização do património e interação com a comunidade.

O hotel tem 1434,01 m² de área útil construída, distribuídos por seis pisos, três deles de subsolo. No piso 0 encontram-se as caldeiras e o gerador, no piso 1 situa-se a esplanada exterior, que pertence ao restaurante do hotel, e a sala de eventos, e no piso 2 localiza-se a parte central do restaurante do hotel – que é aberto ao público – sendo composto pela sala de refeições, varanda, terraços, cozinha e copas. No piso 3 encontra-se a receção, um gabinete, a sala de leitura, o bar e uma sala de estar, sendo que no piso 4 existe outra sala de estar. Os doze quartos duplos e as cinco *suites* encontram-se distribuídos pelos pisos 3, 4 e 5. Os quartos dispõem de secador de cabelo, televisão, telefone e ar condicionado.

Nas figuras 42, 43 e 44 é possível observar uma das salas de estar, a fachada e um quarto do LH.



Figura 42 – Fachada – LH (LH, 2014)



Figura 43 – Quarto – LH (LH, 2014)



Figura 44 – Sala de Estar – LH (LH, 2014)

4.1.3.1. Caracterização energética

Para se caracterizar energeticamente o LH foram realizadas quatro visitas, nos dias 29 de maio, 7 de julho, 17 de julho e 18 de julho, tendo-se feito o levantamento de 418 equipamentos, suas potências e períodos de funcionamento.

O hotel consome energia sob duas formas distintas, eletricidade e gás propano, consoante a utilização final (tabela 17).

Tabela 17 – Utilização final de energia – LH

Forma de Energia	Utilização Final
Eletricidade	Iluminação, AVAC, equipamentos diversos (informáticos, cozinha, audiovisuais, frio, elevador), caldeira (AQS)
Gás Propano	Cozinha (fogão, chapas e forno)

A partir da faturação de energia fornecida pelo hotel, que diz respeito ao intervalo temporal de setembro de 2013 a janeiro de 2014, é possível ter conhecimento do consumo médio mensal de energia, e a respetiva conversão em tep e em kgCO₂.eq, e obter os indicadores de consumo energético por dormida, por quarto e m² (tabela 18).

Tendo em conta os indicadores de desempenho energético internacionais, referentes ao consumo energético por dormida e por quarto, que constam na tabela 4 (secção 3.1.1), é possível constatar que quer o indicador de consumo de energia por dormida, quer o indicador de consumo por quarto,

se apresentam inferiores às médias internacionais. No entanto, o indicador de consumo por quarto encontra-se muito próximo das médias internacionais.

Tabela 18 – Valores de consumo energético – LH

Eletricidade	17.934,40 kWh/mês	3,856 tep/mês	37,41 kWh/dormida	74,82 kWh/quarto/noite	12,51 kWh/m ² .mês	8.429,17 kgCO ₂ .eq/mês
Gás Propano	135 kg/mês	0,150 tep/mês	-	-	-	396,86 kgCO ₂ .eq/mês

ELETRICIDADE

O modelo desenvolvido pode ser validado por comparação com o valor de consumo médio mensal obtido através das faturas de eletricidade do LH. Na tabela 19 encontra-se o valor estimado, o valor faturado e o rácio entre os mesmos.

Tabela 19 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – LH

Faturação	Estimativa	Rácio
17.934,40 kWh/mês	17.667,01 kWh/mês	0,99

A tabela 19 permite constatar que a estimativa efetuada não difere significativamente do valor faturado. Os valores apresentam um intervalo de diferença de 1%, o que revela uma boa calibração do modelo.

Na figura 45 está representada a evolução do consumo de eletricidade mensal e por dormida, que tem em conta a taxa de ocupação mensal do hotel.

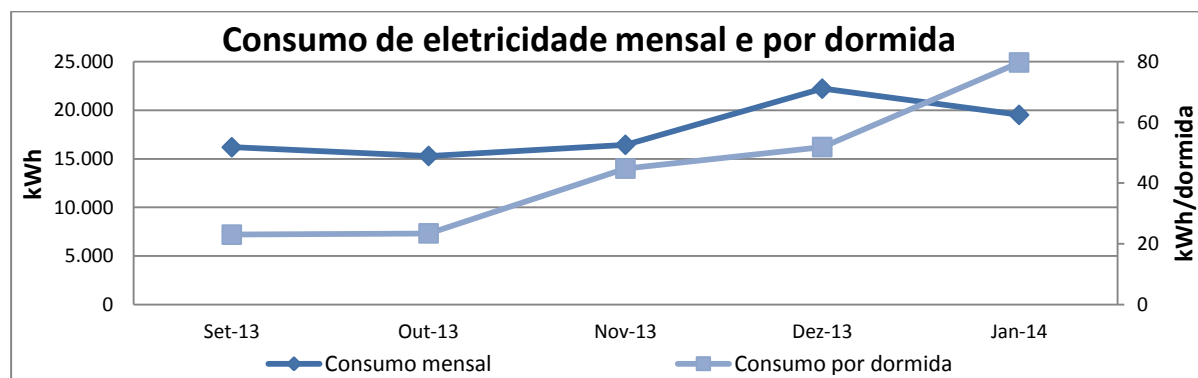


Figura 45 – Consumo de eletricidade mensal e por dormida – LH

Como se pode observar, com o decorrer dos meses verifica-se uma tendência crescente em ambos os consumos, o que é expectável. Uma vez que se caminha para o período invernal, e as necessidades de aquecimento do hotel são satisfeitas por equipamentos elétricos, o consumo mensal atinge o seu pico em dezembro e o pico do consumo por dormida ocorre em janeiro. Especificamente, o consumo por dormida apresenta variações de 3 vezes, atingindo o mínimo (23 kWh/dormida) em setembro e o máximo (79,75 kWh/dormida) em janeiro.

GÁS PROPANO

No LH consome-se gás propano na cozinha, nomeadamente por um fogão de seis bicos, um forno e duas chapas. Visto o hotel não deter registos individualizados do consumo de propano consoante a sua utilização final, realizou-se uma estimativa de modo a desagregar-se o valor do consumo mensal.

Uma vez que a disponibilização das faturas que dizem respeito ao consumo de propano não foi possível, realizou-se uma estimativa do consumo mensal tendo em conta a informação fornecida pelos cozinheiros. A informação fornecida indicava que o consumo de propano para vinte dias é o correspondente a duas bilhas de 45 kg. Consequentemente, o consumo mensal é de 135 kg.

Nesse sentido, como o consumo mensal do propano é uma estimativa e assume-se que é constante ao longo dos meses, não é relevante a análise do consumo mensal e por dormida no intervalo de tempo em estudo.

Tomando-se como referência o consumo médio de um bico simples de um fogão industrial – 0,3 kg/h (CES, 2014) – visto o fogão do LH ter seis bicos e estimar-se que estes estão em funcionamento permanente durante 2h/dia, tendo em conta a informação fornecida pelos cozinheiros, obtém-se um consumo de propano de 3,6 kg/dia, que corresponde a 108 kg/mês. Sendo 0,4 kg/h (CES, 2014) o consumo médio de uma chapa, e tendo o LH duas chapas que se estima que funcionem permanentemente 1h/dia, considerando a informação fornecida pelos cozinheiros, é obtido um consumo de propano de 0,8 kg/dia, que corresponde a 24 kg/mês. Em relação ao forno, este é muito pouco utilizado pois o LH também tem um forno elétrico. Consequentemente, o consumo médio de propano pelo forno é a diferença entre o consumo total de propano e o consumo do fogão e das chapas, obtendo-se como consumo de 0,1 kg/dia, que corresponde a 3 kg/mês.

Na tabela 20 encontram-se sistematizados os consumos de propano estimados pelo fogão, chapas e forno, e as respetivas frações em relação ao consumo total mensal.

Tabela 20 – Estimativa da desagregação do consumo mensal de propano – LH

Elemento	Quantidade	Indicador de consumo (kg/h)	Consumo (h/dia)	kg/mês	% consumo mensal
Queimador simples – Fogão	6	0,3	2	108	80
Chapa	2	0,4	1	24	18
Forno	1	-	-	3	2
TOTAL				135	

4.1.3.2. Cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final

A obtenção do cenário da distribuição dos consumos elétricos por utilização final do LH é relevante para caracterizá-lo energeticamente, tendo-se como base o modelo desenvolvido (figura 46).

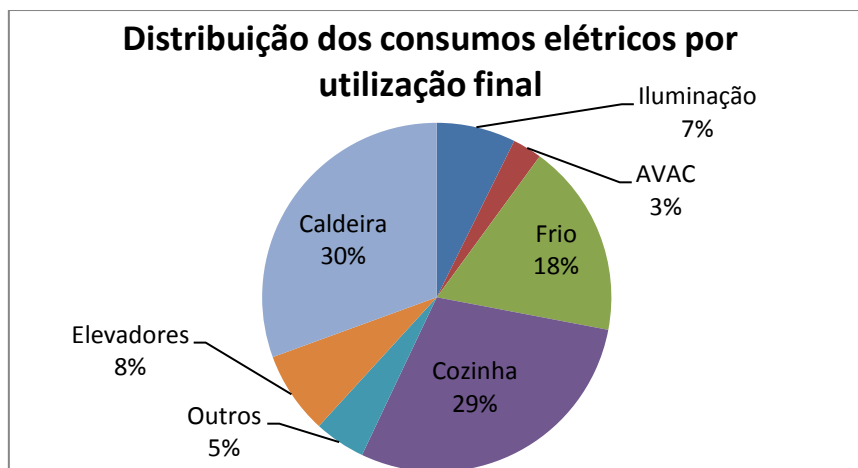


Figura 46 – Distribuição dos consumos elétricos por utilização final – LH

A parcela mais elevada pertence ao setor “Caldeira”, correspondendo a 30% do consumo elétrico. O LH tem três caldeiras, duas das quais funcionam todo o ano e uma funciona apenas a partir de meados do outono. O facto desta parcela ser a mais elevada deve-se não só ao consumo de AQS pelos hóspedes, mas também pelos clientes do restaurante, visto este estar aberto ao público para almoços e jantares.

Muito próximo do setor “Caldeira” encontra-se o setor “Cozinha”, com 29% do consumo elétrico. A cozinha do hotel apresenta uma diversidade de equipamentos, grande parte dos quais com potências e períodos de funcionamento elevados, visto a cozinha servir pequenos-almoços para os hóspedes e almoços, lanches e jantares para os hóspedes e para os clientes do restaurante, tendo uma procura considerável. Neste setor estão incluídos microondas, torradeira, toasteira, forno, exaustor, máquinas de café, cafeteira, máquinas de lavar loiça, máquina de cerveja à pressão, máquina de gelo, batedeira, máquina de vácuo, fiambreira, robot de cozinha, fritadeira e varinhas mágicas. O forno e uma máquina de lavar loiça são os equipamentos que mais contribuem para esta parcela do consumo (1692 kWh/mês e 1530 kWh/mês, respetivamente), uma vez que apresentam períodos de funcionamento longos e potências elevadas.

Segue-se o setor “Frio”, correspondendo a 18% do consumo elétrico. No hotel existem diversos equipamentos de frio, desde câmaras frigoríficas, arcas frigoríficas, arcas congeladoras e bancadas frigoríficas, não só na cozinha, como na copa desta e no bar, perfazendo um total de catorze equipamentos. As duas câmaras frigoríficas são os equipamentos que mais contribuem para esta fração de consumo (1532 kWh/mês).

O setor “Elevadores” detém 8% do consumo de energia elétrica. No hotel existem dois elevadores, um para uso exclusivo dos trabalhadores do LH e outro para os hóspedes. O consumo mensal dos dois elevadores é aproximadamente 1350 kWh.

Muito próximo do setor “Elevadores” está o setor “Iluminação”, representando 7% do consumo elétrico. No LH as lâmpadas das escadas e corredores estão acesas, geralmente, o dia todo. No entanto, o LH tem luminárias com tecnologia LED, nomeadamente os projetores da fachada e as lâmpadas com sensor que estão presentes à frente de cada porta dos quartos.

O setor “Outros” corresponde a 5% do consumo elétrico. Neste setor estão incluídos os equipamentos que não se enquadram nos restantes setores, designadamente os equipamentos informáticos (monitores e torres de computador, portátil, impressoras) que existem na receção e nos três gabinetes, equipamentos audiovisuais (videoprojector e televisões à disposição nos quartos e numa área comum), equipamentos de limpeza (dois aspiradores), secadores de cabelo, secadores de toalhas e *jacuzzis* que estão à disposição nos quartos, e dois sistemas de som do restaurante.

Por fim, encontra-se o setor “AVAC”, detendo 3% do consumo. O LH tem trinta e três unidades interiores de ar condicionado. O ar condicionado que se situa na garrafeira é SPLIT, ou seja, é constituído por duas unidades, uma interior e uma exterior. As restantes unidades interiores (trinta e duas) estão conectadas a três unidades exteriores, dando origem a um sistema VRV (volume de refrigerante variável) cujo núcleo é a tecnologia de bomba de calor e *inverter*. No sistema VRV, o

volume de refrigerante é ajustado no sistema continuamente, de forma a corresponder exatamente aos requisitos de aquecimento e arrefecimento em cada área. Deste modo, são evitados os picos de energia e, conseqüentemente, o consumo de energia é menor, daí a fração de consumo deste setor ser reduzida, tendo em conta o número elevado de unidades de ar condicionado.

4.2. Outros Serviços Turísticos

Os casos de estudo que dizem respeito aos outros serviços turísticos são as seguintes áreas tuteladas pela PSML: o Parque de Monserrate, a Quintinha de Monserrate (QM), a Casa Info PSML e o Parque da Pena. O intervalo temporal em estudo é de janeiro de 2013 a maio de 2014 e, tal como foi mencionado previamente, pretende-se, com esta dissertação, atualizar o levantamento energético realizado em 2012. Do levantamento efetuado em 2012, apenas o Convento dos Capuchos não consta nesta dissertação, visto estar prevista uma alteração no fornecimento de energia e a sua parcela de consumo ser reduzida, correspondendo a 4% em 2012. Atualmente, no Convento dos Capuchos existe um gerador alimentado a gásóleo mas prevê-se o fornecimento de eletricidade da rede pública. A Quintinha de Monserrate será estudada à parte (secção 4.2.3).

Nestes dois Parques estão incluídos flora com importantes valores botânicos e faunísticos e monumentos com valores históricos e arquitetónicos, classificados como Património Nacional.

O Parque de Monserrate é formado pelo Palácio de Monserrate, cinco edifícios administrativos, dos quais quatro têm dois pisos e um tem um piso, uma Casa de Chá aberta ao público, uma bilheteira, uma Guardaria, uma área de repouso dos Cantoneiros e Jardineiros, uma estufa, um lago e uma ETAR. Este parque situa-se acerca de 3,3 km do centro histórico.

O Parque da Pena é constituído por diversas áreas florísticas e monumentos, nomeadamente o Palácio da Pena (PP), o Castelo dos Mouros (CM), o Chalet da Condessa D'Edla (CCE) e a Abegoaria da Pena (AP). Também fazem parte do Parque da Pena as Oficinas da Pena e as instalações de apoio ao visitante que se situam no Vale dos Lagos e na entrada principal do Parque da Pena.

O PP, que dista 3,7 km do centro histórico, é constituído por uma loja, um restaurante, uma cafetaria com terraço, a central de segurança, um armazém, um refeitório, dois balneários dos trabalhadores, a zona visitável do palácio e escritórios. O restaurante, a cafetaria e a loja sofreram obras entre novembro de 2013 e maio de 2014, tendo estado encerrado o restaurante neste período, enquanto a cafetaria e a loja estiveram em funcionamento embora numa área mais reduzida do que a atual. O terraço apenas funciona na época alta, desde maio de 2013.

O CM situa-se a 3,4 km do centro histórico e é composto pela parte visitável, duas cafetarias (uma dentro do CM e outra na respetiva Casa do Guarda), uma gelataria e duas bilheteiras (uma dentro das muralhas do CM e outra no exterior). As cafetarias e a loja foram inauguradas em maio de 2013 e a gelataria em junho de 2014. Como tal, a gelataria não se encontrava em funcionamento no intervalo temporal em estudo e, apesar de ter sido realizado o seu levantamento energético, aplicado o modelo e estimado o consumo mensal, esta não é contabilizada nos dados apresentados. É importante referir

que o período de funcionamento da cafetaria na Casa do Guarda não é constante, uma vez que na época baixa esta só está em funcionamento de quinze em quinze dias.

O CDE localiza-se no extremo ocidental do Parque da Pena, a 3,4 km do centro histórico, e é um pequeno edifício visitável com dois pisos. Perto do CDE, na Casa do Guarda respetiva, está em funcionamento uma loja/bilheteira.

A AP dista 3,3 km do centro histórico e, após restauro do edifício central e construção das cavalariças, encontra-se em funcionamento desde a sua inauguração em maio de 2013. O edifício central tem dois pisos, onde foram criadas instalações de apoio ao visitante e uma sala de conferências e exposições. As cavalariças albergam sete cavalos e comportam também instalações para serviço de veterinário e ferrador, arreios, balneários e armazém de alimentos e materiais de manutenção da Quinta da Pena. Junto das cavalariças foi construído um *paddock* para aquecimento dos cavalos. Tem entrada direta através do Portão das Vacas, onde existe uma bilheteira.

No Vale dos Lagos, que dista 3,1 km do centro histórico, há uma Casa do Guarda, na qual funciona a bilheteira e uma cafetaria.

Na área da entrada principal do Parque da Pena existem três edifícios com um piso – uma loja, uma casa de convívio dos trabalhadores e as instalações administrativas/guardaria – uma cafetaria, três bilheteiras, a Casa da Lapa e a Casa do Pombal, onde através de um sistema multimédia composto por uma maqueta 3D, o visitante fica a conhecer a paisagem cultural de Sintra. A Oficina da Pena também faz parte do Parque da Pena e é constituída pela serralharia, carpintaria, casa dos cantoneiros e uma área de repouso.

A Casa Info PSML situa-se a 750 m do centro histórico e é um espaço de informação e apoio ao visitante. No seu interior existe uma sala de exposições e uma área de repouso.

De forma a manter-se a terminologia usada pela PSML, daqui em diante, quando se mencionar o Parque da Pena, este dirá respeito à área do Parque da Pena que não pertence aos monumentos (PP, CM, CCE e AP) nem ao Vale dos Lagos, ou seja, engloba apenas as instalações da entrada principal do Parque e as Oficinas da Pena. Como tal, será utilizada a denominação “Polo da Pena” quando se pretender englobar as instalações da entrada principal, as oficinas, os monumentos e os lagos. De igual forma, a referência ao PP inclui também a área do Vale dos Lagos.

Na tabela 21 consta a área, o número médio mensal de visitantes e o número de trabalhadores dos parques tutelados pela PSML, para o intervalo temporal em estudo.

Tabela 21 – Área, número médio mensal de visitantes e número de trabalhadores – PSML

	km ²	visitantes/mês	nº trabalhadores
Parque de Monserrate	0,2596	7.256	80
Quintinha de Monserrate		250	1
Parque da Pena	0,7898	63.398	50
Palácio da Pena			2
Chalet da Condessa D'Edla			4
Abegoaria da Pena			8
Castelo dos Mouros	0,1651	21.564	8
TOTAL	1,2145	92.469	145

Comparando o número de visitantes e o número de trabalhadores de 2013/2014 com os dados referentes a 2012, constata-se que o número médio mensal de visitantes aumentou de 91.385 para 92.469, bem como o número de trabalhadores, essencialmente nas instalações administrativas do Parque de Monserrate.

Analisando os valores internacionais, no que diz respeito à área e ao número de visitantes e trabalhadores (anexo A), a área gerida pela PSML é bastante inferior à média das áreas dos parques internacionais (538,37 km²), bem como ao valor mínimo (28,86 km²), uma vez que os parques internacionais são essencialmente parques nacionais, apresentando áreas com grande extensão territorial. Em oposição, o número de visitantes e trabalhadores da PSML encontram-se entre os valores dos dados gerais dos parques internacionais, todavia, o número de trabalhadores é superior ao valor médio (63 trabalhadores) e o número de visitantes é inferior ao valor médio (152.841 visitantes/mês) mas mais do dobro em relação ao valor mínimo (41.667 visitantes/mês). O elevado número de trabalhadores é justificado pela variedade de atividades que a PSML oferece, desde espaços de visita e acolhimento ao visitante, instalações administrativas e oficinas. Quanto à afluência de visitantes, esta não é surpreendente, uma vez que os recursos naturais e, principalmente culturais, geridos pela PSML, são bastante atrativos, singulares e indissociáveis da Vila de Sintra.

4.2.1. Caraterização energética

Com vista à caraterização energética da PSML foram realizadas onze visitas (18/06, 14/07, 17/07, 18/07, 21/07, 23/07, 24/07, 25/07, 26/07, 31/07 e 11/08). No decorrer das visitas fez-se o levantamento de cerca de 5.500 equipamentos, dos quais mais de metade pertence ao Polo da Pena, respetivas potências e períodos de funcionamento.

Na área tutelada pela PSML o consumo energético assenta em quatro formas de energia distintas: eletricidade, gás propano, gasóleo agrícola e gasolina (tabela 22).

Tabela 22 – Utilização final de energia – PSML

Forma de Energia	Utilização Final
Eletricidade	Iluminação, climatização, equipamentos informáticos, equipamentos de cozinha, eletrodomésticos, equipamentos de oficina
Gás Propano	Cozinha da Casa de Chá de Monserrate e do restaurante do Palácio da Pena
Gasóleo Agrícola	Trabalho agrícola e obras
Gasolina	Trabalho agrícola e obras

ELETRICIDADE

Recorrendo à faturação de energia fornecida pela PSML, que diz respeito ao intervalo temporal de janeiro de 2013 a maio de 2014, é possível ter conhecimento do consumo médio mensal de eletricidade. Este valor de consumo médio mensal pode ser comparado com o valor de consumo estimado, que se obteve recorrendo-se ao modelo, validando desta forma o modelo desenvolvido (tabela 23).

Relembra-se que o valor referente ao Parque de Monserrate engloba o consumo existente em todas as infraestruturas e áreas florísticas presentes no mesmo. O valor que diz respeito ao Parque da Pena inclui o consumo verificado nas instalações da entrada principal do parque e nas Oficinas da Pena. Quanto aos valores do PP, este reúne o consumo do Palácio e do Vale dos Lagos. Nos totais do CM, do CCE e da AP estão considerados os valores referentes aos edifícios de apoio próximos.

Tabela 23 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado – PSML

	Faturação	Estimativa	Rácio
Parque de Monserrate	18.015 kWh/mês	17.832,33 kWh/mês	0,99
Parque da Pena	11.049 kWh/mês	11.247,94 kWh/mês	1,02
Palácio da Pena	43.658 kWh/mês	36.592,36 kWh/mês	1,03
Chalet da Condessa D'Edla		1.557,98 kWh/mês	
Abegoaria da Pena		1.182,26 kWh/mês	
Castelo dos Mouros		5.689,82 kWh/mês	
Casa Info PSML	2.858 kWh/mês	2.816,00 kWh/mês	0,99

A tabela 23 permite verificar que as estimativas realizadas não diferem sobremodo do valor faturado, uma vez que os valores apresentam um intervalo de diferença entre 1% e 3%, o que revela uma boa calibração do modelo. A variedade e o número elevado de sistemas e equipamentos, cujos períodos de funcionamento são muito variáveis, uma vez que dependem das atividades realizadas, do comportamento dos visitantes e da sazonalidade, são a causa principal para a estimativa diferir do valor faturado.

Como seria de esperar, o Polo da Pena apresenta o valor mais elevado de consumo, devido ao número elevado de instalações que o compõem, seguindo-se Monserrate. Com o menor consumo encontra-se a Casa Info PSML, visto ser um espaço pequeno de apoio ao visitante, funcionando mais como posto de turismo.

Comparando o consumo de eletricidade no intervalo temporal em causa com o consumo verificado em 2012, constata-se que este aumentou em todas as áreas tuteladas pela PSML. O aumento médio foi 14.045,75 kWh/mês, que corresponde a uma fração percentual de 19%. Este aumento pode ser justificado pelo aumento do número de visitantes e da oferta de áreas de apoio ao visitante e, consequentemente, pelo aumento do número de trabalhadores.

Em relação à gelataria do CM, visto ter entrado em funcionamento apenas em junho de 2014, o seu consumo não é contabilizado nestes números. No entanto, realizou-se o levantamento de equipamentos consumidores de energia e desenvolveu-se o seu modelo. O consumo médio mensal de energia, apenas eletricidade, estima-se que seja 347,10 kWh. O consumo é resultado do número de equipamentos presentes na mesma (cinco lâmpadas tubulares, um computador, um monitor, uma impressora de recibos, uma unidade de AVAC, uma caldeira, duas arcas congeladoras e uma máquina de gelados) e prevê-se que esta apenas funcione no verão.

GÁS PROPANO

Os consumos de gás propano na PSML ocorriam num pequeno número de equipamentos presentes na cozinha da Casa de Chá de Monserrate – um fogão de seis bicos e um forno – e no restaurante do

PP – um fogão de quatro bicos, uma chapa e um grelhador. Os equipamentos foram substituídos por equipamentos elétricos, sendo que apenas há registos de faturas de gás até novembro de 2013.

A partir da faturação da PSML obteve-se o consumo total de gás propano, e posterior conversão em tep e em kgCO₂.eq. Estes encontram-se na tabela 24, e relembra-se que este consumo diz apenas respeito ao período entre janeiro de 2013 e novembro de 2013, não existindo consumos entre dezembro de 2013 e maio de 2014.

Tabela 24 – Consumo de gás propano – PSML

	Faturação		
	Parque de Monserrate e Palácio da Pena	1665 kg	1,856 tep

Comparando o valor faturado com o do ano 2012 (714 kg), verifica-se que o consumo no período em estudo duplicou. Este aumento resulta do facto da Casa de Chá de Monserrate ter tido maior adesão em 2013, devido à introdução de um prato do dia na sua ementa.

GASÓLEO AGRÍCOLA E GASOLINA

É utilizado gasóleo agrícola e gasolina em veículos e equipamentos de trabalho agrícola e obras, como por exemplo, moto-roçadoras, motosserras, sopradores, *gator*, tratores, retroescavadoras, mini-giratórias e corta-relvas, no Parque de Monserrate e no Polo da Pena.

A partir da faturação da PSML foi possível obter o consumo total de gasóleo agrícola e gasolina. No total, foram consumidos 22.200 l de gasóleo agrícola e 7.763,46 l de gasolina, correspondendo aos consumos médios mensais presentes na tabela 25, com as respetivas conversões em tep e em kgCO₂.eq. Não foi possível desagregar os valores totais pelo Parque de Monserrate e pelo Polo da Pena, mas pensa-se que este último apresenta consumos superiores, consequência de deter uma área superior à do Parque de Monserrate, necessitando de mais máquinas de trabalho agrícola.

Tabela 25 – Consumo mensal de gasóleo agrícola e gasolina – PSML

	Gasóleo agrícola			Gasolina		
	Parque de Monserrate e Polo da Pena	1.305,88 l/mês	1,114 tep/mês	3.452,63 kgCO ₂ .eq/mês	456,67 l/mês	0,359 tep/mês

Comparativamente ao consumo médio mensal de 2012 – gasóleo agrícola: 401,83 l/mês e gasolina: 210,00 l/mês – o consumo de ambos os combustíveis aumentou consideravelmente, sendo que o consumo de gasóleo agrícola triplicou e o de gasolina duplicou. Este aumento é, essencialmente, resultado da aquisição de equipamentos, nomeadamente, uma mini-giratória, uma retroescavadora e tratores. Paralelamente, é admissível que as obras na AP, que foram realizadas no período em estudo, tenham contribuído para este aumento, bem como o temporal que assolou Sintra em janeiro de 2013, causando a queda de mais de 2.000 árvores e inúmeros ramos.

4.2.2. Cenários da distribuição dos consumos elétricos

Tendo como base o modelo desenvolvido para as diversas áreas em estudo, é possível obter a distribuição dos consumos elétricos por local, equipamentos e sistemas de iluminação interior e exterior. Posteriormente, é possível comparar o cenário obtido para o período em estudo (2013/2014) com o cenário referente a 2012.

Começando pela distribuição do consumo de eletricidade por local, esta encontra-se representada nas figuras 47 e 48.

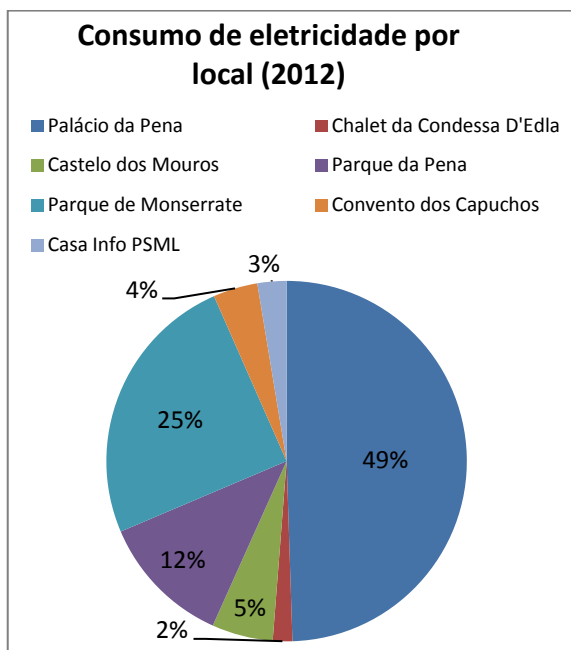


Figura 47 – Consumo de eletricidade por local (2012) – PSML

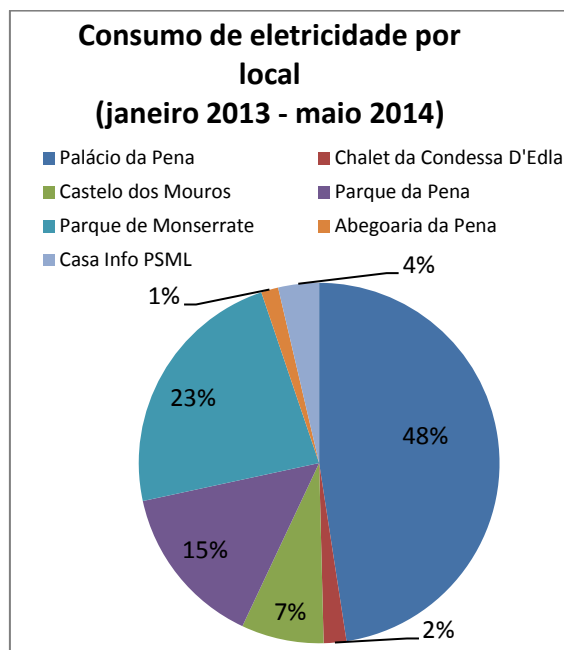


Figura 48 – Consumo de eletricidade por local (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

Em ambos os gráficos verifica-se a mesma tendência de consumo, ou seja, apesar dos valores das frações de consumo de cada local terem variado ligeiramente, a ordem dos consumos manteve-se. No período em estudo, quase metade do consumo total de eletricidade é detido pelo PP (48%), possivelmente devido à existência no PP de duas cafetarias, uma delas com um terraço, um restaurante, a maior loja da PSML e escritórios. Segue-se o Parque de Monserrate, também com um consumo bastante significativo (23%), resultado de ser o local onde estão inseridas as principais instalações de gestão técnica e administrativa da PSML. Comparando com 2012, constata-se uma redução no consumo de 1% e 2%, respetivamente.

Entre 2012 e 2013/2014, a fração do consumo que diz respeito ao Parque da Pena aumentou ligeiramente (3%), provavelmente em resultado da loja da entrada principal ter sofrido alterações, tendo à disposição mais equipamentos. Adicionalmente, verifica-se a inclusão de mais equipamentos na Casa do Pombal, nas instalações administrativas e na cafetaria da entrada principal. Relativamente à parcela do consumo do CM, esta aumentou 2%, talvez devido à construção de uma área de apoio ao visitante dentro do Castelo, onde consta uma cafetaria e casas de banho públicas, à abertura ao público da cafetaria na Casa do Guarda e, por último, devido à restauração, e posterior abertura ao público, das cavalariças, da cisterna e da igreja de S. Pedro de Canaferrim.

Em 2013/2014, os consumos verificados no CCE (2%) e na Casa Info PSML (4%) mantiveram-se idênticos. A AP detém apenas 1% do consumo total de eletricidade, representando uma vantagem para a PSML, pois o restauro do edifício abandonado e a construção das cavalariças não provocou um grande impacto no aumento do consumo.

Nas figuras 49 e 50 consta a distribuição do consumo de eletricidade por equipamentos e pelos sistemas de iluminação interior e exterior. Verifica-se, uma vez mais, que os valores das parcelas de

consumo variaram ligeiramente entre 2012 e 2013/2014, mantendo-se a ordem dos consumos.

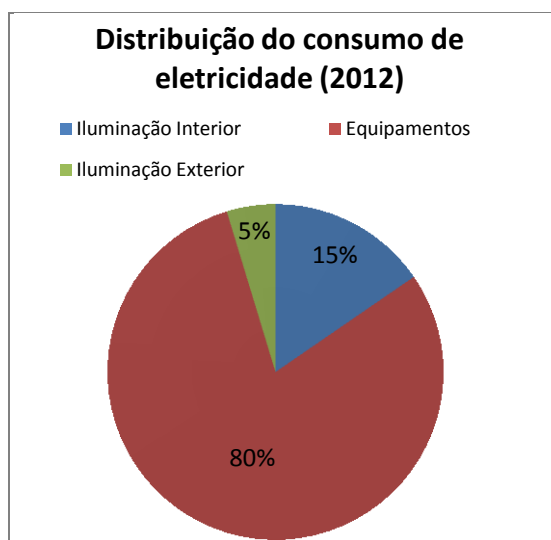


Figura 49 – Distribuição do consumo de eletricidade (2012) – PSML

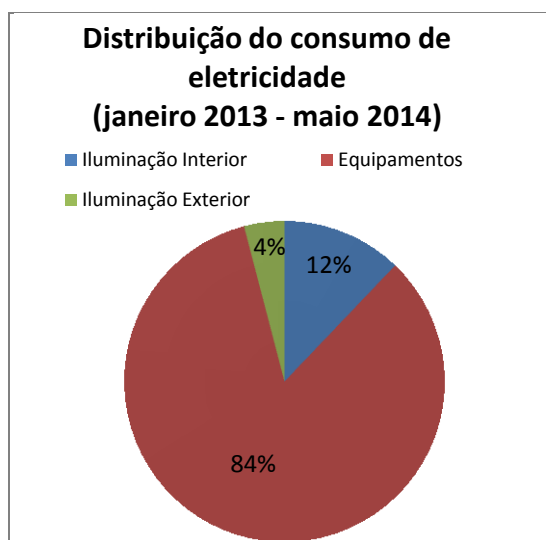


Figura 50 – Distribuição do consumo de eletricidade (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

Em 2013/2014, os equipamentos detêm uma parcela muito significativa do consumo (84%), constatando-se um aumento de 4% entre 2012 e 2013/2014. Quanto à iluminação, é visível um decréscimo de ambas as frações em 2013/2014, o que confirma a aposta da PSML em substituir sistemas de iluminação menos eficientes. A iluminação interior, detendo uma fração de consumo na ordem dos 12%, prevalece à iluminação exterior (4%).

Devido à fração significativa de consumo por parte dos equipamentos, é interessante analisar a distribuição dos consumos por tipo de equipamento. As tipologias dos equipamentos, associadas a exemplos de equipamentos, apresentam-se na tabela 26.

Tabela 26 – Diferentes tipologias dos equipamentos e exemplos – PSML

Tipologia dos Equipamentos	Exemplos
Equipamentos de Cozinha	Equipamentos usados exclusivamente na preparação e confeção de comida, como forno, espremedor, picadora, tosteira, fritadeira, chapa, bem como outros equipamentos localizados em cozinhas, como caldeira para AQS e exaustor.
Eletrrodomésticos	Equipamentos de frio (arca e câmara frigorífica, arca congeladora, bancada frigorífica), microondas, máquina de café, <i>vending machine</i> , chaleira, desumidificador, secador de mãos, máquina de lavar roupa, máquina de lavar loiça, máquina de secar roupa, aspirador e ferro de engomar.
Equipamentos Informáticos	Monitor, torre de computador, portátil, <i>modem</i> , impressora, multifunções, terminal de pagamento multibanco, dispositivo de controlo de bilhetes, rádio, dispositivos interativos para os visitantes, projetor, terminal biométrico, coluna de som.
Equipamentos de Apoio	Detetor de intrusão, telefone, carregadores vários, monitor de alarme, bateria de <i>backup</i> , sensor de movimento, câmara de vigilância, elevador, elevadores monta-pratos, central detetora de gás, bomba de água e de incêndio, plataforma elevatória.
Climatização	AVAC, radiador, aquecedor a óleo, ventilador de extração, ventoinha, exaustores e unidades de tratamento localizadas em balneários e cavalariças.
Servidores	<i>Switch</i> , bastidores.
Outros	Máquinas específicas de carpintaria e serralharia (compressor de ar, berbequim, garlopa, rebarbadora, máquina de esquadria), de ETAR (agitador, bomba, crivo, medidor de caudal) e de conservação e restauro (máquina de vapor, aspirador de solventes, mufla).

A representação da distribuição do consumo de eletricidade por equipamentos, de acordo com as diferentes tipologias referidas, encontra-se nas figuras 51 e 52.

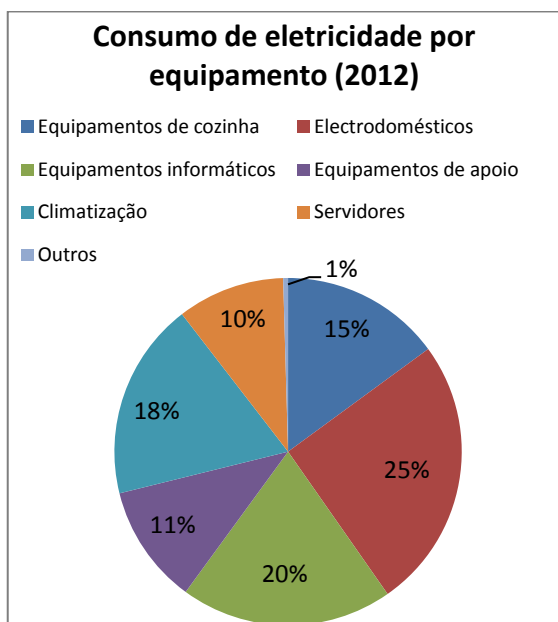


Figura 51 – Consumo de eletricidade por equipamento (2012) – PSML

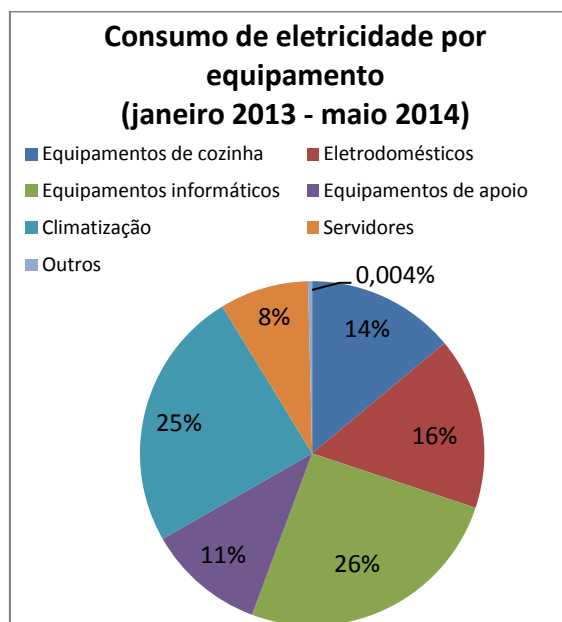


Figura 52 – Consumo de eletricidade por equipamento (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

A análise dos gráficos permite que se constate que não existe uma clara dominância de uma tipologia específica, quer em 2012, quer no período em estudo. Para o período em estudo, verifica-se que os equipamentos informáticos (26%) e de climatização (25%) representam as parcelas de consumo mais elevadas, seguidos dos eletrodomésticos (16%), invertendo a tendência de 2012. Esta inversão resulta, possivelmente, das obras que decorreram nas instalações administrativas de Monserrate, tendo aumentado o número de gabinetes – inclusive, um edifício que estava desocupado deu lugar ao departamento de sistemas de informação da PSML. Consequentemente, o número de equipamentos informáticos e de climatização aumentou. Além do mais, a oferta de dispositivos interativos para os visitantes aumentou, quer no Palácio de Monserrate, quer no Polo da Pena. Quanto aos eletrodomésticos, a sua parcela diminuiu, provavelmente devido ao restaurante e à cafetaria do PP – locais com grande afluência de visitantes – terem sofrido obras e os seus equipamentos terem sido substituídos por uns mais eficientes.

Considerando o intervalo temporal em estudo, os equipamentos de cozinha (14%), de apoio (11%), servidores (8%) e outros (0,004%) apresentam frações de consumo idênticas a 2012. Ocorreu um ligeiro decréscimo na fração de consumo pelos servidores (decrécimo de 2%), equipamentos de cozinha (redução de 1%) e outros equipamentos (aproximadamente diminuição de 1%), mantendo-se constante o consumo pelos equipamentos de apoio.

No que diz respeito à distribuição do consumo de eletricidade pelos equipamentos por local, esta consta nas figuras 53 e 54. Comparando 2012 e 2013/2014, verifica-se a mesma tendência de consumo, ou seja, apesar dos valores das frações de consumo de cada local terem variado ligeiramente, a ordem dos consumos manteve-se, sendo a tendência a mesma que se verifica na distribuição dos consumos elétricos por local (figuras 47 e 48).

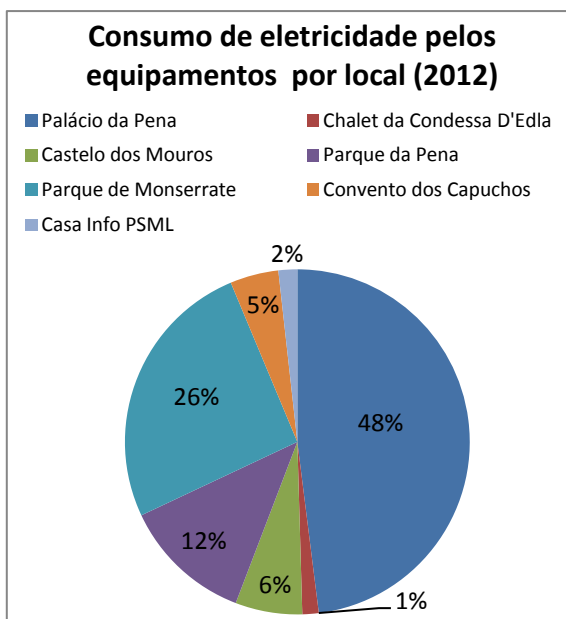


Figura 53 – Consumo de eletricidade pelos equipamentos por local (2012) – PSML

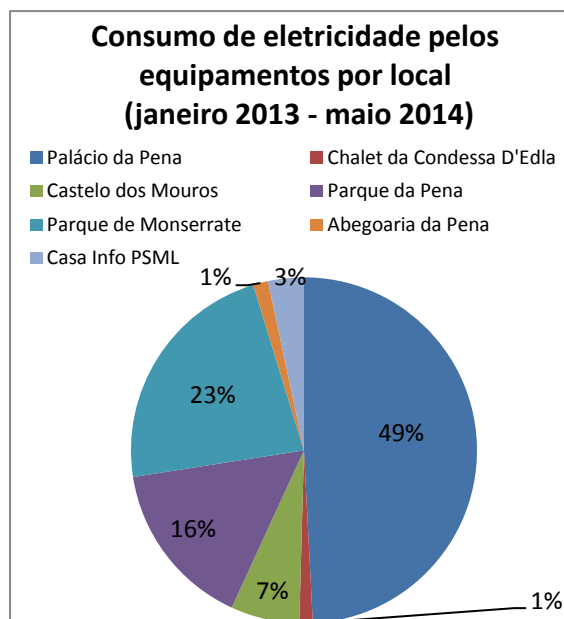


Figura 54 – Consumo de eletricidade pelos equipamentos por local (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

Em 2013/2014, as três frações de consumo mais elevadas também pertencem ao PP (49%), ao Parque de Monserrate (23%) e ao Parque da Pena (16%), verificando-se um aumento em relação aos consumos de 2012 no PP (1%) e no Parque da Pena (4%), e uma diminuição no Parque de Monserrate (3%). Os equipamentos informáticos e de climatização são preponderantes nos consumos destes locais.

Com menor preponderância, no período em estudo, encontra-se o CM (7%), a Casa Info PSML (3%), o CCE (1%) e a AP (1%). Entre 2012 e 2013/2014, as frações de consumo do CM e da Casa Info PSML aumentaram 1%, tendo-se mantido constante a do CCE.

A distribuição do consumo de eletricidade para iluminação interior consta nas figuras 55 e 56, sendo visíveis algumas variações entre 2012 e 2013/2014.

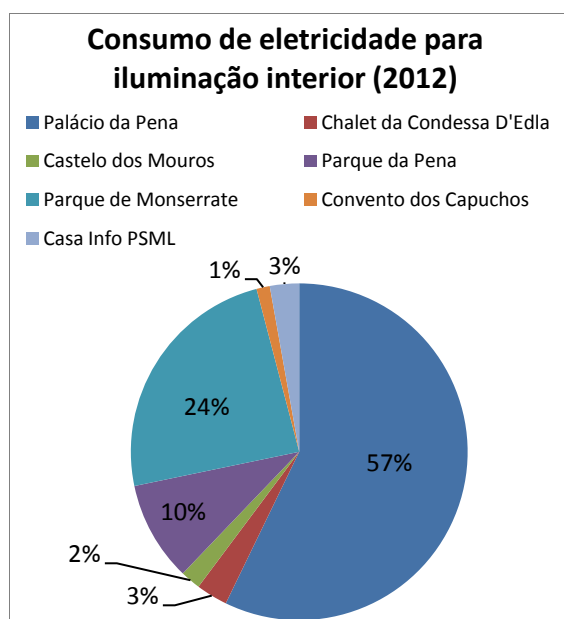


Figura 55 – Consumo de eletricidade para iluminação interior (2012) – PSML

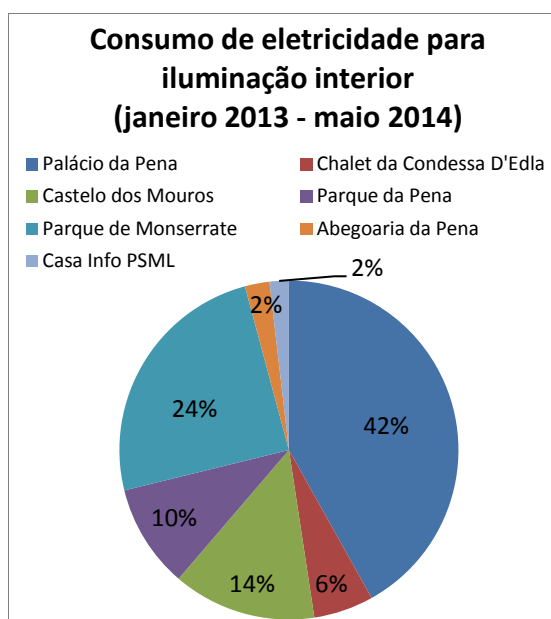


Figura 56 – Consumo de eletricidade para iluminação interior (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

No intervalo temporal em estudo, a parcela correspondente ao consumo pelo PP (42%) continua a ser a mais elevada e bastante significativa, no entanto esta diminuiu expressivamente (15%) em relação a 2012. A diminuição é, essencialmente, o resultado da substituição de lâmpadas de halogéneo por LED no restaurante, cafetaria e loja, após as obras, e a substituição de lâmpadas CFL por LED no Salão Nobre, após o seu restauro. Quanto a Monserrate, a parcela considerável de consumo manteve-se constante (24%) entre 2012 e 2013/2014 e deve-se, essencialmente, aos sistemas de iluminação existentes no interior do palácio e nas instalações administrativas e de gestão da PSML.

A fração de consumo referente ao CM aumentou de forma significativa (12%), entre 2012 e 2013/2014, em resultado da construção de uma área de apoio ao visitante com cafetaria e casas de banho públicas dentro do Castelo, da abertura de uma cafetaria na Casa do Guarda, e da abertura ao público, após restauro, da cisterna, cavalariças e igreja de S. Pedro de Canaferrim.

Quanto ao CCE, verifica-se um ligeiro aumento (3%) na fração de consumo referente a 2013/2014, em comparação a 2012, e contrariamente, na Casa Info PSML verifica-se uma ligeira diminuição (1%). O Parque da Pena manteve a parcela, que diz respeito ao seu consumo, constante (10%) e, no que diz respeito à AP, uma vez mais constata-se que detém frações de consumo pouco significativas (2%).

Em relação à distribuição do consumo de eletricidade para iluminação exterior (figuras 57 e 58), são visíveis, uma vez mais, alterações significativas entre 2012 e 2013/2014.

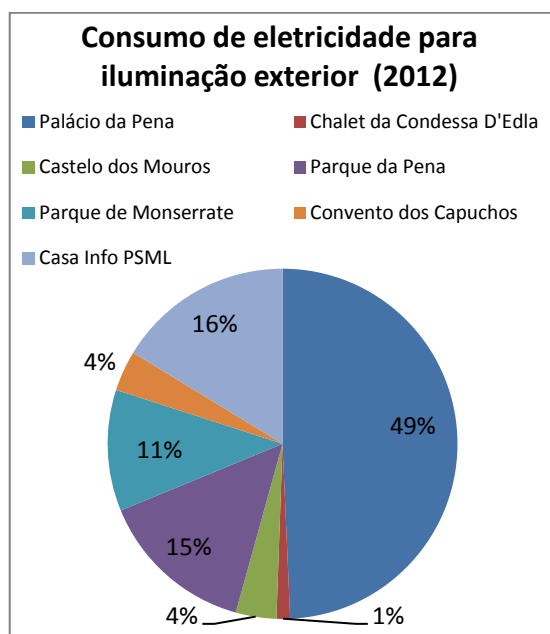


Figura 57 – Consumo de eletricidade para iluminação exterior (2012) – PSML

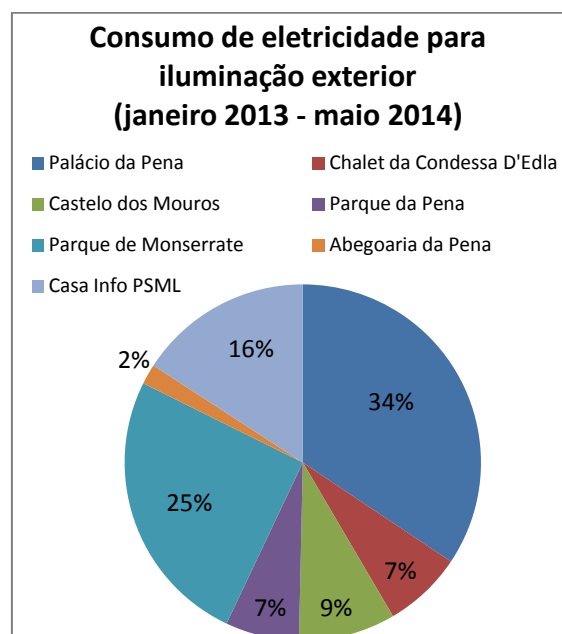


Figura 58 – Consumo de eletricidade para iluminação exterior (janeiro 2013 a maio 2014) – PSML

Em 2013/2014, o PP e o Parque de Monserrate mantêm-se detentores das parcelas de consumo mais elevadas (34% e 25%, respetivamente). A fração de consumo correspondente ao PP diminuiu significativamente (15%) e, por outro lado, a fração de consumo correspondente ao Parque de Monserrate aumentou significativamente (14%). A diminuição verificada no PP deve-se,

provavelmente, à substituição de alguns sistemas de iluminação por uns mais eficientes e de menor potência, e ao ajuste dos seus períodos de funcionamento. Em relação ao Parque de Monserrate, o aumento pode dever-se ao facto de ter aumentado o número de luminárias em árvores e postes. Segue-se a Casa Info PSML, destacando-se, contrariamente ao verificado nas figuras anteriores. Esta instalação mantém a fração de consumo constante (16%), uma vez que conserva a iluminação abundante no período noturno, devido a situar-se muito perto da Vila de Sintra e numa zona de passagem.

Contrariamente a 2012, o Parque da Pena diminuiu para metade a sua fração de consumo (7%), em 2013/2014, possivelmente também devido ao ajuste dos períodos de funcionamento de determinados sistemas de iluminação. Quanto ao CCE e ao CM, em ambos os locais é visível um aumento da parcela de consumo. O aumento de 5% no consumo do CM deve-se, essencialmente, à implementação de projetores LED na muralha do Castelo e do aumento do número de luminárias nos caminhos existentes. O aumento de 6% no consumo do CCE é justificado pela implementação de iluminação na área circundante, junto à Tapada do Mouco. Uma vez mais verifica-se que a AP detém frações de consumo pouco significativas (2%).

4.2.3. Quintinha de Monserrate

A Quintinha de Monserrate (QM), localizada a 2,6 km do centro histórico, é uma quinta pedagógica com área de cerca de dois hectares, atravessada por uma linha de água. A QM recria uma pequena exploração agrícola, sendo formada por áreas destinadas a diferentes tipos de plantações e animais, pela casa do caseiro, que é constituída por dois pisos, e pelo celeiro. Entre janeiro de 2013 e maio de 2014, o número médio mensal de visitantes foi 250, tendo a afluência aumentado consideravelmente no ano de 2014. Na QM trabalha um funcionário a título permanente.

Em 2013 foi implementado um sistema de energias renováveis com o intuito de tornar a QM totalmente autónoma do ponto de vista energético. Deste modo, para a produção de energia recorre-se a três fontes renováveis: o vento, a água e o sol. É no celeiro, atual Central da QM (figura 59), que a energia é armazenada e transformada de corrente contínua para alternada.

Segue-se uma breve explicação do funcionamento do sistema de energias renováveis implementado. Começando pela energia solar, foi projetada a implementação de um sistema solar fotovoltaico com 2,0 kW de potência nominal, constituído por vinte painéis. Os painéis solares fotovoltaicos convertem a energia da luz do sol em energia elétrica e são compostos por células fotovoltaicas, constituídas por células de silício cristalino (material semiconductor). O sistema encontra-se sobre uma torre de andaime de quatro metros situada numa clareira e está voltado para sul (figura 60), existindo apenas uma árvore que faz sombra no inverno.

Em relação à energia eólica, a energia cinética do vento é convertida em energia mecânica através de um aerogerador. O vento impulsiona as pás, que estão unidas a um eixo através de um rolamento, constituindo o rotor. Este, por sua vez, faz mover o gerador, criando campos magnéticos que levam à produção de energia elétrica. O aerogerador *Whisper 100* tem três pás de fibra de vidro inseridas

num corpo de alumínio e apresenta um eixo horizontal. O conjunto tem 7,2 metros de altura e pesa cerca de 27 kg e também se encontra na clareira, uma vez que a clareira corresponde à área mais extensa e mais alta da QM (figura 60). Como em seu redor existem muitas árvores, o aerogerador encontra-se sobre uma torre de quinze metros.

Por último, a energia hídrica é a energia obtida a partir da energia potencial de uma massa de água, devido à existência de um desnível da linha de água. A energia potencial é convertida em energia mecânica através de uma hidroturbina e, por sua vez, a energia mecânica cria um movimento de rotação do gerador, que leva à produção de energia elétrica. A captação de água (figura 61) é feita através de uma caixa que apresenta no topo uma peneira granulométrica inclinada, evitando a inclusão de fauna, flora e material abrasivo, presentes na linha de água. Adicionalmente, deste modo a linha de água flui na peneira, e apenas uma parte é coletada na caixa, mantendo-se o caudal ecológico. A água é direcionada para a hidroturbina *Pelton Powerspout ME120HP* (figura 62) através de um tubo de PEAD (polietileno de alta densidade) com 177 metros. Por fim, a água que sai da turbina retoma ao leito da linha de água.



Figura 59 – Central da QM – PSML



Figura 60 – Aerogerador e sistema solar fotovoltaico da QM – PSML



Figura 61 – Captação de água da QM – PSML



Figura 62 – Hidroturbina da QM – PSML

Na tabela 27 são apresentadas as estimativas da produção anual de energia por cada fonte de energia renovável, perfazendo um total de 4.720,71 kWh/ano. As estimativas constam no projeto do sistema, o qual foi elaborado pela empresa responsável pela instalação do sistema de energias renováveis. A estimativa referente à energia hídrica é a facultada pela *POWERSPOUT*, empresa produtora da hidroturbina, e a referente à energia solar fotovoltaica foi obtida recorrendo-se à aplicação *PVGIS*. Em relação à energia eólica, a estimativa foi realizada pela empresa responsável

pela instalação do sistema de energias renováveis, tendo-se recorrido aos arquivos de 2011 do *WINDGURU* sobre os dados do vento e assumido que o período de funcionamento do aerogerador é 6 horas por dia. Os arquivos do *WINDGURU* permitiram associar o número de dias por mês ao valor da velocidade do vento (4 m/s, 6,7 m/s, 9,35 m/s, 12,3 m/s e 15,5 m/s). Por sua vez, os dados fornecidos pelo fabricante permitiram associar a velocidade do vento, previamente mencionada, à produção diária (0,08 kWh, 0,2 kWh, 0,42 kWh, 0,88 kWh e 0,9 kWh respetivamente).

Tabela 27 – Estimativa da produção de energia renovável na QM – PSML

Mês	Energia Hídrica			Energia Solar Fotovoltaica	Energia Eólica	TOTAL
	Q (l/s)	tempo (h)	kWh/mês	kWh/mês	kWh/mês	kWh/mês
janeiro	4	24	134,54	152,21	40,92	327,79
fevereiro	4	24	121,52	152,04	42,48	316,15
março	4	24	134,54	243,66	27,36	405,68
abril	6	24	194,40	231,30	25,32	451,02
maio	6	24	200,88	261,64	24,96	487,48
junho	4	24	130,20	264,90	35,28	430,50
julho	2	24	64,79	284,89	57,96	407,58
agosto	2	24	64,79	285,51	31,44	381,68
setembro	2	24	62,70	249,60	25,80	338,04
outubro	4	24	134,54	212,35	36,96	383,97
novembro	8	24	249,90	141,60	43,80	435,24
dezembro	6	24	200,88	132,37	22,68	355,93
TOTAL (kWh/ano)	1.693,68			2.612,07	414,96	4.720,71

Foram analisadas as faturas que dizem respeito ao consumo de eletricidade da rede entre janeiro de 2013 e maio de 2014. Uma vez que o sistema de energias renováveis entrou em pleno funcionamento em abril de 2013, apenas as faturas entre janeiro e março de 2013 dizem respeito ao período que antecedeu a implementação do sistema, além de que os três meses correspondem ao inverno. Não detendo registos do consumo de eletricidade da rede para o período de verão, ainda antes da implementação do sistema de energias renováveis, não é possível obter o valor faturado que diz respeito ao consumo médio mensal da QM. Isto deve-se a não ter sido colocado outro contador na QM, após a implementação do sistema e, conseqüentemente, a energia renovável em excesso que é injetada na rede é contabilizada pelo mesmo contador que regista o consumo de energia da rede. Como tal, é impossível distinguir que parcela do valor faturado, a partir de abril de 2013, diz respeito à energia consumida da rede ou à fornecida à rede.

Assim, foi utilizada a estimativa do consumo médio mensal da QM que consta no projeto do sistema de energias renováveis. Estimando que o consumo diário varia entre 7,2 kWh e 12 kWh, o consumo médio mensal é de 288 kWh. Na tabela 28 encontra-se o valor faturado estimado, o valor estimado recorrendo-se ao modelo desenvolvido e o rácio entre os mesmos.

Tabela 28 – Comparação do valor de eletricidade estimado e faturado na QM – PSML

Faturação (estimativa)	Estimativa (modelo)	Rácio
288 kWh/mês	286,16 kWh/mês	0,99

A tabela 28 permite que se constate que a estimativa efetuada não difere sobre modo do valor faturado estimado. Os valores apresentam uma diferença de 1%, estando a estimativa realizada por defeito, podendo-se assumir que o modelo se encontra bem calibrado.

Comparando o consumo elétrico médio mensal com a produção média mensal de energia a partir das três fontes renováveis, constata-se que a produção (393,39 kWh/mês) é superior ao consumo (288 kWh/mês).

No entanto, de acordo com a informação facultada pelos trabalhadores da PSML, crê-se que a produção de energia eólica não esteja a corresponder às estimativas. O facto de o aerogerador estar apenas a uma altura de quinze metros, e de a QM se situar num vale, faz com que a velocidade do vento seja, na maioria dos casos, inferior à necessária para se produzir energia elétrica. Por outro lado, acredita-se que a produção de energia hídrica superou a estimativa. Assumindo o pior cenário, isto é, que a produção de energia eólica foi 0 kWh/mês e que a produção de energia hídrica se manteve igual à estimativa inicial, obtém-se uma produção anual de 4.305,75 kWh, que corresponde a uma produção média mensal de 358,81 kWh.

Na tabela 29 é apresentada uma comparação entre a produção de energia a partir das três fontes renováveis (cenário geral) e para o cenário em que não existe produção de energia eólica (pior cenário).

Tabela 29 – Comparação da produção de energia a partir de fontes renováveis na QM – PSML

	Cenário geral - Energia hídrica, solar e eólica	Pior cenário - Energia hídrica e solar
Produção	393,39 kWh/mês	358,81 kWh/mês
Consumo	288 kWh/mês	288 kWh/mês
Excesso de produção	105,39 kWh/mês	70,81 kWh/mês

É visível que, mesmo no pior cenário, a produção de energia a partir de fontes renováveis satisfaz as necessidades energéticas da QM.

5. DISCUSSÃO

5.1. Análise da Metodologia

A análise do desempenho energético e modos de procura da sustentabilidade do edificado turístico representa um passo essencial numa estratégia de redução de consumos e aumento da eficiência energética.

No âmbito desta dissertação, procurou-se responder à necessidade de caracterizar e avaliar energeticamente diversos serviços turísticos localizados na Vila de Sintra, enquanto estes procuram prestar o seu serviço aos hóspedes, no caso das unidades de alojamento – Almáa Sintra Hostel, Casa do Valle e Lawrence's Hotel – e aos visitantes, no caso da Parques de Sintra – Monte da Lua. A caracterização e avaliação são realizadas com a perspetiva de conhecimento dos níveis de desempenho ambiental dos dois tipos de serviços turísticos, envolvem a estimativa dos consumos energéticos de uma grande variedade de equipamentos e a sua quantificação consoante a utilização final, e exigem um detalhado levantamento de dados de desempenho.

Atendendo à quantidade de espaços a visitar, a metodologia utilizada para cada serviço turístico resultou, numa primeira fase, num levantamento energético dos equipamentos consumidores e produtores de energia, de forma a caracterizar-se energeticamente os diversos serviços turísticos. Esta caracterização energética teve em conta apenas os sistemas presentes nos mesmos, isto é, apenas se quantificou a energia final utilizada por cada equipamento, e foram consideradas todas as formas de energia final consumida, nomeadamente, eletricidade, gás propano, gásóleo, gásóleo agrícola e gasolina.

Procurou-se que o levantamento fosse o mais detalhado possível, tendo-se recolhido o máximo de informações sobre cada equipamento, nomeadamente potências e períodos de funcionamento, diminuindo a necessidade de se recorrer a equipamentos semelhantes por analogia e a utilizar outros dados que se possam afastar da realidade específica existente. Para os equipamentos elétricos, o seguinte problema não se colocou, no entanto, para os casos em que existe mais que um equipamento a consumir a mesma forma de energia – das enumeradas previamente, como por exemplo o consumo de gás propano por duas das unidades de alojamento – foi necessário atribuir frações de consumo de energia a cada um dos equipamentos e, quando possível, utilizar indicadores de consumo – que nem sempre existem e quando existem nem sempre são fiáveis. No entanto, no caso da PSML, não foi possível aplicar a última abordagem, ou porque os equipamentos já não estão em funcionamento – no caso do gás propano – ou porque não foi possível obter as características dos equipamentos agrícolas – no caso da gasolina e gásóleo agrícola.

Ulteriormente, foi elaborado um modelo para estimar o consumo médio mensal e padrões de utilização de cada serviço turístico, tendo em conta os dados recolhidos no levantamento energético. Após novas visitas aos serviços turísticos e ajustes em cada elemento do modelo, este foi validado por comparação com o valor do consumo médio mensal, obtido através das faturas relativas ao consumo de energia dos serviços turísticos. A aplicação do modelo aos diversos casos de estudo

apresenta ligeiras diferenças com os dados faturados, sendo a diferença entre 1% e 4%. Deste modo, é possível afirmar que os modelos revelam uma boa calibração e validação.

Por fim, foi avaliado o desempenho de cada serviço turístico, posicionando-os face aos casos internacionais cujos indicadores também foram sistematizados.

Prova-se, desta forma, que através da metodologia seguida foi possível identificar os equipamentos, estimar os consumos energéticos e quantificar a energia consoante a utilização final, atingindo-se os principais objetivos da dissertação – caracterizar energeticamente dois tipos de serviços turísticos e analisar os seus desempenhos e modos de procura da sustentabilidade.

5.2. Discussão dos Resultados

A abordagem proposta permitiu obter os dados energéticos e suportar a identificação de formas de gestão da energia dos serviços turísticos. Nesse sentido, conseguiram-se atingir os principais objetivos da dissertação, nomeadamente, caracterizar energeticamente dois tipos de serviços turísticos e analisar os seus desempenhos energéticos e modos de procura da sustentabilidade.

De uma forma geral, os resultados obtidos a partir do modelo elaborado, quer para as unidades de alojamento quer para os parques naturais, aproximam-se dos valores utilizados para a sua validação, divergindo entre 1% e 4% com os dados faturados. Desta forma, é possível afirmar que os modelos revelam uma boa calibração e validação.

Na tabela 30 são apresentados os principais indicadores de desempenho energético, referentes às unidades de alojamento estudadas, bem como os indicadores de desempenho internacionais (tabela 4 – secção 3.1.1), de forma a fazer-se uma comparação. O facto das três unidades de alojamento pertencerem a tipologias diferentes – *hostel*, *bed and breakfast* e *hotel* – torna a análise mais enriquecedora.

Tabela 30 – Indicadores de desempenho energético internacionais e do ASH, CV e LH

Unidades de Alojamento		Internacionais			Casos de estudo		
		Valores mais elevados	Médias gerais	Melhores práticas	Almáa Sintra Hostel	Casa do Valle	Lawrence's Hotel
Eletricidade	kWh/dormida	229,50	46,40	9,22	3,06	27,27	37,41
	kWh/quarto/noite	293,27	75,10	12,80	10,70	54,53	74,82
	kWh/mês	-	-	-	987,92	5.505,00	17.934,40
	kWh/m ² .mês	-	-	-	2,02	18,65	12,51
Propano	kg/mês	-	-	-	240	-	135
Gasóleo	l/mês	-	-	-	-	264,30	-
TOTAL	kgCO ₂ .eq/mês	-	-	-	705,53	3.286,14	8.826,03
	tep/mês	-	-	-	0,352	1,410	4,006
	kgep/dormida	-	-	-	1,09	6,98	8,36

Os valores revelam que as três unidades de alojamento apresentam desempenhos diferentes entre si, sendo positivos no geral, pois quando comparados com os indicadores internacionais, estes são inferiores às médias gerais.

Começando pelo consumo de eletricidade, os indicadores de consumo por dormida e por quarto de cada alojamento variam em função da sua tipologia, tal como seria de esperar. Isto é, é expectável que o LH detenha os indicadores mais elevados (37,41 kWh/dormida, 74,82 kWh/quarto/noite e 17.934,40 kWh/mês), visto ser um hotel e, conseqüentemente, o consumo de energia para manter o nível de serviços oferecidos é superior (detém, por exemplo, um restaurante, quatro salas de estar, uma sala para eventos, etc). Por outro lado, era de prever que o ASH detivesse os indicadores mais baixos (3,06 kWh/dormida, 10,70 kWh/quarto/noite e 987,92 kWh/mês), por ser um *hostel* e, conseqüentemente, oferecer uma menor diversidade de serviços. Além do mais, o ASH tem uma filosofia mais integrada ambientalmente, que faz deste caso uma referência internacional.

No geral, a CV (27,27 kWh/dormida, 54,53 kWh/quarto/noite e 5.505,00 kWh/mês) e o LH detêm indicadores de consumo por dormida e por quarto inferiores às médias internacionais, sendo de destacar o indicador de consumo por quarto do LH, que se encontra muito próximo da média internacional. Contrariamente, o ASH apresenta indicadores inferiores às melhores práticas, apresentando um desempenho exemplar.

Considerando a área, visto o LH ter uma área útil construída superior à CV, este não detém o indicador mais elevado (12,51 kWh/m².mês), sendo este detido pela CV (18,65 kWh/m².mês). Todavia, o consumo médio mensal da CV (5.505,00 kWh) está sujeito a uma incerteza, devido ao facto de não existirem contadores separados para os consumos da CV enquanto unidade de alojamento e enquanto residência dos proprietários do alojamento.

Quanto ao consumo mensal de propano, o ASH apresenta o valor mais elevado (240 kg), sendo este usado para AQS, aquecimento e por dois fogões com forno. Em relação ao consumo mensal pelo LH, este corresponde a 135 kg, sendo utilizado na cozinha do restaurante (fogão, duas chapas e, raramente, o forno). Todavia, é importante recordar que o consumo mensal do LH foi estimado pelos trabalhadores do hotel, visto não se ter tido acesso à faturação, estando-se perante uma fonte de incerteza.

Em relação ao consumo de gasóleo pela CV, este é 264,30 l/mês, sendo exclusivamente usado para AQS. Uma vez mais, está-se perante uma fonte de incerteza, devido ao facto de não existirem caldeiras separadas para o abastecimento da CV enquanto unidade de alojamento e enquanto residência dos proprietários do alojamento.

No que diz respeito às emissões de CO₂.eq, e tendo em conta o fator de emissão presente no Despacho n.º 17313/2008, que diz respeito ao Decreto-Lei n.º 71/2008 (0,47 kgCO₂.eq/kWh), o ASH apresenta o menor valor (705,53 kgCO₂.eq/mês), seguido da CV (3.286,14 kgCO₂.eq/mês), pertencendo ao LH o valor mais elevado (8.826,03 kgCO₂.eq/mês). Esta tendência resulta dos consumos de energia das unidades de alojamento e é fortemente marcada pelos consumos de eletricidade, à exceção do ASH. No caso do ASH, as emissões dizem respeito apenas ao consumo de propano, visto o seu contrato com a operadora do setor da energia visar que a produção de eletricidade seja proveniente de fontes renováveis.

Se considerar-se a evolução das emissões específicas mensais de kgCO₂.eq por kWh produzido pela EDP, para o período em estudo de cada unidade de alojamento, obtém-se o fator de emissão 0,23 kgCO₂.eq/kWh para a CV e 0,14 kgCO₂.eq/kWh para o LH (EDP, 2014). A diferença entre estes fatores de emissão e o fator de emissão que consta no Despacho n.º 17313/2008 apresenta variações entre 2 e 3 vezes, respetivamente. Assim, ao recalcularem-se o indicador, as emissões correspondem a 1.964,94 kgCO₂.eq/mês para a CV e 2.907,68 kgCO₂.eq/mês para o LH, decrescendo significativamente.

Realizando uma análise tendo em conta a conversão de energia final em energia primária (tep), os indicadores obtidos mantêm-se em função da tipologia do alojamento e do nível e diversidade de serviços oferecidos. Para além de todas as unidades de alojamento consumirem eletricidade, a CV consome gasóleo e o ASH e o LH consomem gás propano. No entanto, esta diferença no consumo de energia não influencia a conversão em tep, pois ambos os fatores de conversão para o gasóleo e para o propano apresentam a mesma ordem de grandeza, não divergindo muito os seus valores. O ASH é o alojamento que apresenta menor valor de consumo de energia primária (0,352 tep/mês) e, contrariamente, o LH é o alojamento com valor mais elevado (4,006 tep/mês), sendo este fortemente marcado pelo consumo de eletricidade.

Por fim, considerando os indicadores de desempenho que dizem respeito ao consumo de energia primária por hóspede, a tendência mantém-se, com o ASH a deter o menor indicador (1,09 kgep/dormida), seguido da CV (6,98 kgep/dormida) e, com o indicador mais elevado, encontra-se o LH (8,36 kgep/dormida).

Passando à análise dos resultados obtidos pela PSML, na tabela 31 constam os indicadores de desempenho energético mensais do Parque de Monserrate, juntamente com a Quintinha de Monserrate, e do Polo da Pena, referentes ao consumo de eletricidade.

Tabela 31 – Indicadores de desempenho energético referentes ao consumo de eletricidade (mensais) – PSML

	kWh/km ²	kWh/visitante	kWh/trabalhador
Parque de Monserrate e Quintinha de Monserrate	70.504,62	2,44	225,96
Parque da Pena	57.290,82	0,64	854,80
Palácio da Pena			
Chalet da Condessa D'Edla			
Abegoaria da Pena			
Castelo dos Mouros			

Comparando os indicadores obtidos e os referentes a 2012 – Parque de Monserrate: 59.383,03 kWh/km² e 1,83 kWh/visitante; Polo da Pena: 46.721,30 kWh/km² e 0,54 kWh/visitante – verifica-se um aumento em ambos os locais.

Das áreas apresentadas, o Parque de Monserrate é o local que apresenta indicadores mais elevados, tendo em conta a área (70.504,62 kWh/km²) e o número de visitantes (2,44 kWh/visitante). Em relação à área, o indicador é elevadíssimo, quando comparado com o indicador internacional mais elevado (260,19 kWh/km²). Por outro lado, o indicador que diz respeito ao número de visitantes é

superior à média internacional (0,17 kWh/visitante) mas inferior ao valor mais elevado (3,75 kWh/visitante).

Quanto ao consumo de eletricidade no Parque de Monserrate, este deve-se, essencialmente, não só às áreas visitáveis mas também às instalações administrativas e de gestão técnica e comercial da empresa, tendo estas últimas aumentado em comparação a 2012. Deste modo, o aumento de instalações administrativas, bem como a construção do Celeiro (uma área para arrumações) e de uma área de repouso para os cantoneiros e jardineiros, e o aumento do número de luminárias exteriores, em comparação a 2012, podem justificar o aumento do consumo elétrico.

Por sua vez, considerando o número de trabalhadores, o Polo da Pena detém o indicador mais elevado (854,80 kWh/trabalhador), sendo este indicador superior ao valor internacional mais elevado (257,50 kWh/trabalhador). Em relação ao consumo de eletricidade no Polo da Pena, este aumentou em comparação a 2012, possivelmente devido à oferta de mais áreas de apoio ao visitante e áreas visitáveis (por exemplo, a Abegoaria da Pena e as cavalariças, a cisterna e a igreja de S. Pedro de Canaferrim no Castelo dos Mouros).

Para se realizar uma análise geral dos indicadores de desempenho da PSML, referentes não só ao consumo de eletricidade mas também ao consumo de propano, gásóleo agrícola e gasolina, elaborou-se a tabela 32. Nela são apresentados os principais indicadores mensais de desempenho energético, que dizem respeito ao ano de 2012 e ao período em estudo (janeiro 2013 a maio 2014), bem como os indicadores de desempenho internacionais (tabela 5 – secção 3.1.2), de forma a fazer-se uma comparação.

Relembra-se que o indicador internacional que diz respeito ao consumo médio mensal de gásóleo agrícola e gasolina foi calculado tendo como base o indicador de consumo médio mensal de gásóleo por veículos (automóveis e agrícolas), visto este ser o indicador mais próximo do pretendido.

Tabela 32 – Indicadores de desempenho energético internacionais e da PSML (mensais)

PSML		Internacionais			Caso de estudo	
		Valores mais elevados	Médias gerais	Melhores práticas	PSML – 2012	PSML – janeiro 2013 a maio 2014
Eletricidade	kWh/km ²	260,19	32,36	7,39	50.903,46	62.468,51
	kWh/visitante	3,75	0,17	0,01	0,68	0,82
	kWh/trabalhador	257,50	110,11	53,83	360,48	523,23
	tep	-	-	-	13,292	16,275
Propano	m ³	1.446,25	533,83	284,02	32,84	54,06
	tep	-	-	-	0,066	0,109
Gásóleo agrícola e gasolina	l	11.602,92	259,58	45,53	611,83	1.762,55
	tep	-	-	-	0,508	1,473
TOTAL	kgCO ₂ .eq	-	-	-	30.772,38	40.303,93
	tep	-	-	-	13,866	17,857
	kgep/visitante	-	-	-	0,15	0,19

Tendo em conta os resultados obtidos, é possível retirar algumas conclusões interessantes. Começando pela análise dos indicadores de desempenho energético que dizem respeito ao consumo

de eletricidade para o período em estudo, o indicador que depende da área (62.468,51 kWh/km²) é muito superior ao valor internacional mais elevado (260,19 kWh/km²), devido à área da PSML (1,2145 km²) ser muito inferior em relação aos parques internacionais (média: 538,37 km² – Anexo A) e apresentar um consumo mensal (75.868 kWh/mês) cerca de doze vezes superior às médias gerais (6.392,47 kWh/mês – Anexo A). Contrariamente, o indicador que depende do número de visitantes (0,82 kWh/visitante) encontra-se na gama dos valores internacionais, sendo superior à média geral (0,17 kWh/visitante) mas inferior ao valor mais elevado (3,75 kWh/visitante). Em todo o caso, o número de visitantes da PSML, se atendermos à área ocupada, é um fator muito positivo e relevante na comparação com os parques internacionais e na avaliação do seu desempenho ambiental. Quanto ao número de trabalhadores, o indicador obtido (523,23 kWh/trabalhador) é superior ao valor internacional mais elevado (257,50 kWh/trabalhador), pois apesar do número de trabalhadores da PSML (145 trabalhadores) ser superior à média internacional (63 trabalhadores – Anexo A), este número não compensa o consumo médio mensal.

Ainda em relação ao consumo de eletricidade, entre 2012 e 2013/2014, os três indicadores aumentaram, possivelmente e essencialmente devido ao consumo médio mensal também ter aumentado 14.045,75 kWh (passou de 61.822,25 kWh/mês para 75.868,00 kWh/mês). Apesar de a PSML ter procedido à substituição de luminárias e equipamentos por uns mais eficientes, e terem ocorrido importantes renovações e intervenções em algumas áreas, nomeadamente no Palácio da Pena, os consumos não são inferiores a 2012. Isto resulta do aumento do número de visitantes e da construção de mais áreas de apoio ao visitante, por exemplo no Castelo dos Mouros e a Abegoaria da Pena, todavia, caso não tivessem ocorrido substituições de equipamentos e renovações de áreas, o aumento do consumo poderia ser ainda maior.

Quanto ao consumo médio mensal de gás propano (54,06 m³), este é bastante inferior às melhores práticas internacionais (284,02 m³), visto o seu consumo ter ocorrido apenas até novembro de 2013 e somente por uma parcela muito reduzida de equipamentos. O aumento verificado entre 2012 e 2013/2014 deve-se, principalmente, à introdução de um prato do dia na ementa da Casa de Chá de Monserrate.

Por último, o indicador de consumo mensal de gasóleo agrícola e gasolina da PSML, nomeadamente 1.762,55 l, é superior às médias gerais (259,58 l) mas bastante inferior aos valores internacionais mais elevados (11.602,92 l), possivelmente devido ao facto dos indicadores internacionais englobarem não só o consumo pelos veículos agrícolas como pelos veículos automóveis, e o indicador da PSML se referir apenas aos veículos agrícolas. Entre 2012 e 2013/2014 existiu um aumento significativo no consumo deste combustível, devido à aquisição de novos equipamentos agrícolas, às obras levadas a cabo e ao temporal que assolou Sintra em janeiro de 2013, causando a queda de mais de 2.000 árvores e inúmeros ramos.

No que diz respeito às emissões de CO₂.eq, no período em estudo, estas foram 40.303,93 kgCO₂.eq/mês, tendo em conta o fator de emissão presente no Despacho n.º 17313/2008, que diz respeito ao Decreto-Lei n.º 71/2008 (0,47 kgCO₂.eq/kWh). Estas emissões correspondem a um aumento de 9.531,55 kgCO₂.eq/mês entre 2012 e 2013/2014, sendo este indicador fortemente marcado pelo

consumo de eletricidade. No entanto, se considerar-se a evolução das emissões específicas mensais de kgCO₂.eq por kWh produzido pela EDP, para o período em estudo (janeiro 2013 a maio 2014), obtém-se o fator de emissão 0,20 kgCO₂.eq/kWh (EDP, 2014). Este fator de emissão é duas vezes inferior ao fator de emissão presente no Despacho n.º 17313/2008 e, ao recalculá-lo, as emissões para 2013/2014 são 19.897,33 kgCO₂.eq/mês, decrescendo significativamente (redução de 20.406,60 kgCO₂.eq/mês).

Tendo em conta a conversão de energia final em energia primária (tep), este indicador também é francamente marcado pelo consumo de eletricidade, sendo reforçada a necessidade de se diminuírem os consumos de eletricidade na PSML. No período em estudo, o indicador atingiu as 17,857 tep/mês, traduzindo-se num aumento de 3,991 tep/mês entre 2012 e 2013/2014. Em relação ao consumo de energia primária por visitante, em 2013/2014 foi 0,19 kgep/visitante, verificando-se uma vez mais um aumento comparativamente a 2012 (0,15 kgep/visitante).

Relativamente ao projeto de produção de energia renovável na Quintinha de Monserrate, este atingiu o principal objetivo: suprir as suas necessidades elétricas. Adicionalmente, os resultados provenientes da implementação deste projeto expressam a possibilidade de se alargar este sistema a outras áreas tuteladas pela PSML, sendo uma solução economicamente vantajosa em lugares remotos, sem ligação à rede, e com disponibilidade de recursos renováveis. A diversidade de fontes de energia renovável resulta numa complementaridade de produção, visto a energia solar fotovoltaica contribuir, essencialmente, durante o dia, e a energia eólica durante a noite. Tendo em conta a sazonalidade, também existe complementaridade de produção, visto a produção no período invernal assentar na energia hídrica e eólica e, no verão, a produção assentar na energia solar fotovoltaica.

Uma vez que a produção de energia hídrica superou as estimativas, contrariamente à energia eólica, sugere-se que nos projetos futuros se aposte mais na energia solar fotovoltaica e na energia hídrica, em detrimento da energia eólica, quando na presença das condições necessárias e caso as características do local sejam idênticas às características da QM. Também se sugere que o aerogerador da Quintinha de Monserrate seja substituído por um de maior dimensão, de modo a ser possível colocá-lo a uma altura superior, contribuindo para a produção de energia renovável. É importante ter este fator em conta na projeção de outros sistemas.

Comparando a conversão de energia final em energia primária (tep) pelos dois tipos de serviços turísticos – unidades de alojamento e parques naturais tutelados pela PSML – constata-se que o consumo mensal de tep pela PSML é nove vezes superior ao consumo mensal das unidades de alojamento. Adicionalmente, as emissões de CO₂.eq pela PSML são dez vezes superiores às emissões pelas unidades de alojamento. As características dos dois tipos de serviços turísticos são muito divergentes, atendendo não só às atividades oferecidas, como ao número de pessoas envolvidas (trabalhadores e hóspedes/visitantes) e à respetiva gestão dos espaços. Como tal, é expectável que a PSML apresente consumos muito superiores, resultado da dimensão da organização e das atividades desenvolvidas pela mesma.

No geral, fica patente que é possível melhorar os indicadores de consumo energético, especialmente da eletricidade, no que diz respeito ao Lawrence's Hotel, à Casa do Valle e à PSML, e do propano,

quanto ao Almáa Sintra Hostel. As medidas de melhoria podem passar pela substituição de equipamentos cujos consumos sejam elevados por uns mais eficientes, pela sensibilização dos hóspedes/visitantes e trabalhadores de forma a alterarem comportamentos, e por alterações na gestão e manutenção dos espaços, renovando-os quando necessário, por exemplo, ou implementando um sistema de gestão ambiental.

5.3. Limitações

A caracterização energética e a análise do desempenho são resultado de uma tarefa complexa, baseada em alguns pressupostos, originando alguma incerteza. As maiores limitações prendem-se com a ausência de monitorização dos consumos de energia.

Na estimativa dos consumos mensais através do modelo desenvolvido, os períodos de funcionamento dos equipamentos estão sujeitos a alguma indeterminação. Apesar de se ter tentado obter a maior proximidade com a realidade, recolhendo-se o máximo de informação junto dos trabalhadores, os períodos de funcionamento estão sempre sujeitos a mudanças – mudanças de funcionários, de hóspedes/visitantes e de hábitos/padrões de utilização.

Outro ponto a considerar prende-se com os equipamentos elétricos, pois nos quais em que não foi possível obter os dados de potência, estes foram estimados recorrendo-se a informação de equipamentos semelhantes.

Quanto às unidades de alojamento que consomem gás propano com vista a diversas utilizações finais, a desagregação do consumo mensal pelos diversos equipamentos está sujeita a alguma incerteza, visto terem-se utilizado indicadores de consumo por analogia.

Adicionalmente, e em específico para os seguintes combustíveis – gás propano, gasóleo, gasóleo agrícola e gasolina – a sua aquisição ocorre conforme necessário e existem sempre quantidades que são precedentes de anos anteriores, ou que são adquiridas e faturadas num ano e apenas utilizadas no ano seguinte, originando, uma vez mais, uma fonte de indeterminação.

Algumas fontes de incerteza podem ser especificadas de acordo com os casos de estudo. No Lawrence's Hotel, a estimativa do consumo mensal de gás propano envolve uma grande indeterminação, pois os cálculos tiveram como base a informação fornecida pelos trabalhadores da cozinha do hotel, na ausência da disponibilização das faturas.

Em relação à Casa do Valle, os pressupostos das frações de consumo de eletricidade e de gasóleo pela residência dos proprietários do *bed and breakfast* têm associado alguma incerteza. Outro ponto a ter em conta prende-se com o facto de alguns dos dados facultados, relativos à área útil construída, poderem estar desatualizados, bem como as medições *in loco* não apresentarem a mesma exatidão.

No que diz respeito à Quintinha de Monserrate, a utilização de uma estimativa como valor de consumo faturado também origina alguma incerteza significativa.

Quanto à recolha de níveis de desempenho internacionais, nomeadamente indicadores de desempenho energético, há a referir que esta pode ser sempre mais extensa, e que estes raramente são infalíveis.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

Nos dias de hoje, a sociedade está a exercer uma pressão devastadora no meio ambiente, que deve ser urgentemente atenuada. O consumo de recursos, como por exemplo a energia, está associado a impactes muito significativos do ponto de vista do edificado, sendo este um aspeto fundamental a ser corrigido, indo de encontro com a sustentabilidade.

O turismo é um dos setores com importantes impactes diretos no ambiente, por exemplo a ocupação do solo e o consumo de recursos, sendo cada vez mais desafiado a integrar e a valorizar a dimensão ambiental e a sustentabilidade. Naturalmente, não basta que os serviços turísticos tenham tecnologias e equipamentos, importa também que tenham modos de manutenção, de gestão e de sensibilização dos comportamentos dos utilizadores e trabalhadores.

Nesse sentido, a dissertação aborda a temática da gestão de energia e pretende-se evidenciar que esta é um fator de sustentabilidade no turismo, tendo sido analisadas três unidades de alojamento e os parques naturais tutelados pela Parques de Sintra – Monte da Lua, representando dois serviços turísticos diversos entre si, localizados na Vila de Sintra. Os casos de estudo que dizem respeito às unidades de alojamento são o Almáa Sintra Hostel, a Casa do Valle e o Lawrence's Hotel. Em relação aos casos de estudo que dizem respeito aos outros serviços turísticos, estes são os parques naturais e monumentos geridos pela Parques de Sintra – Monte da Lua, classificados como Património Nacional, nomeadamente o Parque de Monserrate, onde se insere o Palácio de Monserrate, a Quintinha de Monserrate, a Casa Info PSML e o Parque da Pena, constituído pelo Palácio da Pena, pelo Castelo dos Mouros, pelo Chalet da Condessa D'Edla e pela Abegoaria da Pena.

De forma a analisar-se o desempenho e modos de procura da sustentabilidade dos dois tipos de serviços turísticos, a metodologia utilizada resultou num detalhado levantamento energético dos equipamentos consumidores e produtores de energia, de forma a ser efetuada uma caracterização energética dos diversos serviços turísticos. Esta caracterização energética teve em conta os sistemas e equipamentos presentes nos mesmos, bem como todas as formas de energia final consumida, nomeadamente, eletricidade, gás propano, gásóleo, gásóleo agrícola e gasolina. Ulteriormente, e tendo em conta os dados recolhidos no levantamento energético, elaborou-se um modelo para estimar o consumo médio mensal e padrões de utilização de cada serviço turístico. De seguida, este foi validado por comparação com o valor de consumo médio mensal obtido através das faturas relativas ao consumo de energia dos serviços turísticos. A aplicação do modelo aos diversos casos de estudo apresenta diferenças entre 1% e 4% com os dados faturados, o que revela uma boa calibração e validação dos modelos. Numa última fase, o desempenho de cada serviço turístico foi avaliado, sendo posicionado em relação aos indicadores de desempenho internacionais, de unidades de alojamento e de parques naturais, previamente sistematizados. Em suma, pode-se afirmar que com a aplicação da metodologia se atingiram os principais objectivos: a caracterização da operação dos serviços turísticos, e posterior análise, numa perspetiva de conhecimento dos seus níveis de desempenho energético.

Em relação aos níveis de desempenho energético, nomeadamente indicadores energéticos, é cada vez mais frequente a sua publicação, por vezes de forma comparativa. Estes foram sistematizados, onde os valores das melhores práticas internacionais, para as unidades de alojamento, mostram um consumo elétrico de 9,22 kWh/dormida e 12,80 kWh/quarto/noite, contrastando com os valores internacionais mais elevados de 229,50 kWh/dormida e 293,27 kWh/quarto/noite.

Para os parques naturais, os valores das melhores práticas internacionais correspondem a um consumo elétrico mensal de 7,39 kWh/km², 0,01 kWh/visitante e 53,83 kWh/trabalhador, contrastando com os valores internacionais mais elevados de 260,19 kWh/km², 3,75 kWh/visitante e 257,50 kWh/trabalhador. Relativamente a outras formas de energia, os valores das melhores práticas são as seguintes: gás propano – 284,02 m³/mês e gasóleo para veículos – 45,53 l/mês.

Para as unidades de alojamento, obtiveram-se os seguintes indicadores de desempenho: Almáa Sintra Hostel – 3,06 kWh/dormida e 10,70 kWh/quarto/noite, referentes ao consumo de eletricidade, e 240 kg/mês de propano; Casa do Valle – 27,27 kWh/dormida e 54,53 kWh/quarto/noite, referentes ao consumo de eletricidade, e 264,30 l/mês de gasóleo; Lawrence's Hotel – 37,41 kWh/dormida e 74,82 kWh/quarto/noite, referentes ao consumo de eletricidade, e 135 kg/mês de propano.

Apresentando as três unidades de alojamento diferentes tipologias – *hostel*, *bed and breakfast* e *hotel* – é exetável que os desempenhos difiram entre si, em função da tipologia em questão. Isto é, é natural que o Lawrence's Hotel detenha os indicadores mais elevados, visto ser um hotel e, conseqüentemente, o nível de serviços oferecidos ser superior, contrariamente ao Almáa Sintra Hostel, que apresenta indicadores inferiores. No geral, os desempenhos são positivos, sendo inferiores às médias internacionais, destacando-se o Almáa Sintra Hostel no consumo de eletricidade, superando os valores das melhores práticas internacionais.

Ao contabilizar-se o consumo de toneladas equivalentes de petróleo, verifica-se, uma vez mais, que o Almáa Sintra Hostel é o alojamento com o valor mais reduzido (0,352 tep/mês), precedido da Casa do Valle (1,410 tep/mês), e por fim encontra-se o Lawrence's Hotel (4,006 tep/mês). Considerando os indicadores de desempenho que dizem respeito ao consumo de energia primária por visitante, a tendência mantém-se, com o Almáa Sintra Hostel a deter o menor indicador (1,09 kgep/dormida), seguido da Casa do Valle (6,98 kgep/dormida) e, com o indicador mais elevado, encontra-se o Lawrence's Hotel (8,36 kgep/dormida).

Para a Parques de Sintra – Monte da Lua, os indicadores de desempenho mensais obtidos são os seguintes: eletricidade – 62.468,51 kWh/km², 0,82 kWh/visitante e 523,23 kWh/trabalhador; gás propano – 54,06 m³; gasóleo agrícola e gasolina – 1.762,55 l; total – 17,857 tep e 0,19 kgep/visitante.

Os indicadores referentes ao consumo de eletricidade, que dizem respeito à área e ao número de trabalhadores, são muito superiores às melhores práticas, sendo inclusivamente superiores aos valores internacionais mais elevados. O indicador referente ao consumo de eletricidade, que diz respeito ao número de visitantes, e o indicador referente ao consumo de gasóleo agrícola e gasolina, apesar de serem superiores às melhores práticas internacionais, não ultrapassam os valores internacionais mais elevados. Em oposição, o consumo de gás propano é inferior às melhores

práticas internacionais, resultado do número reduzido de equipamentos que consome esta forma de energia.

Ainda em relação à Parques de Sintra – Monte da Lua, analisou-se a viabilidade do sistema de produção de energia renovável – solar fotovoltaica, eólica e hídrica – da Quintinha de Monserrate. Concluiu-se que a produção de energia solar fotovoltaica e hídrica é viável, e que para a energia eólica também o ser é necessário adquirir um aerogerador de maiores dimensões e colocá-lo a uma altura superior que a atual. Os resultados provenientes da implementação deste projeto permitem que se conclua que é viável alargar este sistema de produção de energia renovável a outras áreas da Parques de Sintra – Monte da Lua, sendo uma solução economicamente vantajosa em lugares remotos, sem ligação á rede, e com disponibilidade de recursos renováveis.

Comparando a conversão de energia final em energia primária (tep) pelos dois tipos de serviços turísticos, constata-se que o consumo total mensal de tep pela Parques de Sintra – Monte da Lua é nove vezes superior ao consumo mensal pelas unidades de alojamento, como era expetável. Adicionalmente, no que diz respeito às emissões de CO₂-eq pela Parques de Sintra – Monte da Lua, estas são cerca de dez vezes superiores quando comparadas com as emissões pelas unidades de alojamento. Como tal, fica patente que os dois serviços turísticos apresentam características bastante divergentes, atendendo não só às atividades oferecidas, como ao número de pessoas envolvidas (trabalhadores e utilizadores) e à respetiva gestão dos espaços.

Deste modo, é esperado que o trabalho realizado auxilie a identificação de oportunidades de melhoria quanto ao desempenho do Almáa Sintra Hostel, da Casa do Valle, do Lawrence's Hotel e da Parques de Sintra – Monte da Lua, e nas futuras solicitações de serviços turísticos de alojamento, culturais e de lazer.

Em síntese, foi possível caraterizar energeticamente os casos de estudo analisados e identificar os aspetos críticos quanto ao desempenho ambiental e energético dos mesmos, esperando-se que estes sejam melhorados. Para isso é necessário que a avaliação dos serviços turísticos seja feita por uma abordagem integrada, conhecendo estruturas, equipamentos, modos de utilização e funcionamento, comportamento e satisfação dos utilizadores e verificando os indicadores ambientais.

Com o papel que os serviços de alojamento, culturais e de lazer têm no turismo em geral, as boas práticas e o bom desempenho destes refletir-se-á numa melhoria ambiental local e, posteriormente, global.

6.2. Recomendações e Desenvolvimentos Futuros

A estimativa dos consumos energéticos de uma organização, e posterior análise, é um processo que deve ser continuamente melhorado, principalmente no setor do turismo, onde existe a necessidade de inovar continuamente não só para prestar um diversificado e melhor serviço a novos hóspedes/visitantes, como também para incentivar as pessoas a voltar.

Poderá ser interessante realizar no futuro, de forma a superar lacunas específicas dos serviços turísticos analisados, o seguinte:

- Análise da evolução dos consumos energéticos;
- Aperfeiçoamento dos modelos propostos, permitindo melhorar alguns pressupostos e diminuir algumas das incertezas existentes;
- Monitorização e divulgação dos dados de desempenho energético aos trabalhadores e aos utilizadores;
- Adoção de mensagens de sensibilização nas diversas instalações dos alojamentos e parques naturais analisados, promovendo as boas práticas dos utilizadores;
- Análise de medidas de melhoria, que podem passar pela substituição de equipamentos, pela sensibilização dos hóspedes/visitantes e trabalhadores de forma a alterarem comportamentos, por alterações na gestão e manutenção dos espaços e pela implementação de um sistema de gestão ambiental;
- Avaliação da necessidade de se recorrer a competências especializadas de um gestor de energia, com vista à utilização eficiente de energia;
- Instalação de outro contador de eletricidade e outra caldeira no edifício central da Casa do Valle, de modo a ser possível distinguir os consumos pelo *bed and breakfast* e pela residência dos proprietários do mesmo;
- Instalação de sensores nas escadas, nos corredores dos pisos 1, 2 e 3 e nas casas de banho do piso 1 do Lawrence's Hotel, evitando que as luminárias estejam permanentemente acesas;
- Instalação de outro contador na Quintinha de Monserrate, tornando possível a contabilização da quantidade de energia elétrica que é produzida em excesso pelo sistema de energias renováveis e injetada na rede;
- Alteração do aerogerador da Quintinha de Monserrate para um de dimensão superior, tornando possível a sua colocação a uma altura superior, contribuindo para aumentar a produção de energia renovável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A

ADENE (2009). Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. (Acedido em http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Introducao/Documents/SCE_Geral3.pdf a junho 2014).

ADENE (2012). Guia da eficiência energética. (Acedido em http://www.adene.pt/sites/default/files/guiaee_v1310.pdf a abril 2014).

ADENE (2014a). Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Apresentação – Enquadramento. (Acedido em <http://www.adene.pt/sce/enquadramento-0> a junho 2014).

ADENE (2014b). Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Apresentação – Intervenientes do SCE. (Acedido em <http://www.adene.pt/sce/intervenientes-do-sce> a junho 2014).

ADENE (2014c). Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Introdução – Certificação de Edifícios. (Acedido em <http://www.adene.pt/sce/textofaqs/certificacao-de-edificios> a junho 2014).

ADENE (2014d). Sistema de Certificação Energética dos Edifícios. Apresentação do novo layout do Certificado Energético. (Acedido em https://cld.pt/dl/download/34d44317-19bb-467b-915e-78588c145383/Novo_CE_720p.mp4 a junho 2014).

Águas, M. (2009). Sebenta de Gestão de Energia. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

Andrews, R., Amaral, D., Darnall, N., Gallagher, D., Edwards Jr., D., Hutson, A., D'Amore, C., Sun, L. & Zhang, Y. (2003). Environmental Management Systems: Do they improve performance? Project Final Report – Executive Summary. National Database on Environmental Management Systems, University of North Carolina, Chapel Hill.

APA (2014). Instrumentos de Gestão Ambiental. EMAS. Agência Portuguesa do Ambiente. (Acedido em <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=120&sub2ref=125> a agosto 2014).

APCER (2014). Certificação de Sistemas de Gestão. ISO 50001 – Sistema de Gestão de Energia. Associação Portuguesa de Certificação. (Acedido em http://www.apcer.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=817:iso-0001&catid=64:energia&Itemid=497&lang=pt a agosto 2014).

ASH (2014). Almáa Sintra Hostel. (Acedido em <http://www.almaasintrahostel.com/> a julho 2014).

Atikol, U. (2009). Energy audit. Class of energy management and utilization. Engineering Faculty. Eastern Mediterranean University.

B

BEE (2005). General aspect of energy management and energy audit. Bureau of Energy Efficiency, India, pp. 54–78.

Bennett, M. & Newborough, M. (2001). Auditing energy use in cities. *Energy Policy* 29, pp.125–134.

Bohdanowicz, P. & Martinac, I. (2007). Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels – Case study of Hilton International and Scandic in Europe. *Energy and Buildings* 39, issue 1, pp. 82-95.

Boussabaine, A. & Kirkham, R. (2004). *Whole Life-Cycle Costing: Risk and Risk Responses*. Blackwell Publishing.

BRE (2011). The world's foremost environmental assessment method and rating system for buildings. Building Research Establishment.

BREEAM (2011). New Construction, Non-domestic buildings. Technical Manual. (Acedido em http://www.breeam.org/breeamGeneralPrint/breeam_non_dom_manual_3_0.pdf a agosto 2014).

BREEAM (2014a). Home – About BREEAM. What is BREEAM? (Acedido em <http://www.breeam.org/about.jsp?id=66> a junho 2014).

BREEAM (2014b). Home – Schemes – UK (Acedido em <http://www.breeam.org/podpage.jsp?id=362> a junho 2014).

C

Capehart, B., Turner, W. & Kennedy, W. (2011). *Guide to Energy Management* (7th edition). The Fairmont Press.

CES (2014). Consumo de queimador simples de fogão industrial. Cozilândia Equipamentos e Serviços Ltda. (Acedido em <http://cozilandia.com.br/site/catalogo.pdf> a julho 2014).

Costanza, R. (2005). Embodied energy and economic valuation. *Science* 210, No. 4475, pp. 1219–1224.

CV (2014). Casa do Valle. (Acedido em <http://www.casadovalle.com/> a julho 2014).

D

Dakwale, V., Ralegaonkar, R. & Mandavgane, S. (2011). Improving environmental performance of building through increased energy efficiency: A review. *Sustainable Cities and Society* 1, pp. 211–218.

Dall'O', G. (2013). *Green Energy Audit of Buildings. A guide for a sustainable energy audit of buildings*. Springer – Verlag London.

Dall'O', G., Speccher, A. & Bruni, E. (2012). The Green Energy Audit, a new procedure for the sustainable auditing of existing buildings integrated with the LEED Protocols. *Sustainable Cities and Society* 3, pp. 54–65.

De Viera, E. & Hoffmann, V. (2006). Práticas de sustentabilidade ambiental para empreendimentos turísticos hoteleiros: aplicação de um modelo. IV SeminTUR – Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL. Universidade de Caxias do Sul.

Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril de 2008. *Diário da República*, 1ª série – N.º 74.

Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto de 2013. *Diário da República*, 1ª série – N.º 159.

DesignBuilder (2014). Company profile. DesignBuilder Software Ltd. (Acedido em <http://www.designbuilder.co.uk/content/view/1/12/> a maio 2014).

Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho de 2008. *Diário da República*, 2ª série – N.º 122.

DGEG (2013). Relatório anual para o acompanhamento dos progressos em termos de concretização dos objetivos nacionais e estabelecidos para 2020 em matéria de eficiência energética, nos termos da Diretiva 2012/27/UE. Direção Geral de Energia e Geologia. (Acedido em http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/reporting_en.htm a agosto de 2014).

DGEG (2014). Energia em Portugal. Principais Números. Direção Geral de Energia e Geologia.

Diniz, A. (2008). A Certificação e o Turismo Sustentável. Artigo de Divulgação. (Acedido em http://naturlink.sapo.pt/Lazer/Turismo-na-Natureza/content/A-Certificacao-e-o-Turismo-Sustentavel/section/3?bl=1&viewall=true#Go_3 a agosto 2014).

Diretiva 2010/31/UE (2010). Relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação) de 19 de Maio de 2010. *Jornal Oficial da União Europeia*.

E

EC (2014a). The 2020 climate and energy package. European Commission. (Acedido em http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm a maio 2014).

EC (2014b). Environment. EMAS. European Commission. (Acedido em http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm a agosto 2014).

EDP (2012). Dicas de eficiência energética. Viva a sua casa com uma energia mais sustentável, pp. 13, 17.

EDP (2014). Evolução das emissões específicas. Origens da eletricidade. (Acedido em <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx> a setembro 2014).

EEA (2003). Europe's environment : the third assessment. Environmental assessment report number 10. European Environment Agency.

Electric, S. (2012). ISO 50001: Recommendations for compliance. (Acedido em <http://static.schneider-electric.us/docs/Power%20Management/Energy%20Sustainability/ISO%2050001%20Consulting/Iso50001Recommendations.pdf> a agosto 2014).

EMAS (2014). Eco-Management and Audit Scheme – Premium Environmental Management. General presentation. (Acedido em http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/EMAS_General_Presentation_2014.pdf a agosto de 2014).

ENERDATA (2012). Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project.

Erdogan, N. & Tosun, C. (2009). Environmental performance of tourism accommodations in the protected areas: Case of Goreme Historical National Park. *International Journal of Hospitality Management* 28, pp. 406–414.

ESP-r (2014). Overview and History. (Acedido em <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm> a maio 2014).

eu.bac (2014). About Energy Performance Contracting – European Association of Energy Service Companies. European Building Automation and Controls Association. (Acedido em <http://www.euesco.org/index.php?id=2> a agosto 2014).

Eurostat (2014a). Statistics by theme. Environment and energy. Energy intensity of the economy (table). (Acedido em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdec360&plugin=1> a maio 2014).

Eurostat (2014b). Statistics by theme. Environment and energy. Energy intensity of the economy (graph). (Acedido em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=tsdec360&language=en&toolbox=data> a maio 2014).

Eurostat (2014c). Statistics by theme. Environment and energy. Energy intensity of the economy (map). (Acedido em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/mapToolClosed.do?Tab=map&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsdec360&toolbox=types#> a maio 2014).

Eurostat (2014d). Statistics by theme. Environment and energy. Energy dependence (table). (Acedido em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1> a maio 2014).

Eurostat (2014e). Statistics by theme. Environment and energy. Energy dependence (graph). (Acedido em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=tsdcc310&language=en&toolbox=type> a junho 2014).

G

Ganhão, A. & Amado, M. (2012). *Sustainable Construction : Energy Efficiency in Residential Buildings*.

Google (2014). Unidades de alojamento e outros serviços turísticos em Sintra. Google Maps Engine. (Acedido em https://mapsengine.google.com/map/edit?authuser=0&hl=pt-PT&mid=zIWIPauVG_Z0.ksh2TOkMVeP8 a agosto 2014).

Guedes, M., Pinheiro, M., & Alves, L. (2009). Sustainable architecture and urban design in Portugal: An overview. *Renewable Energy* 34, pp. 1999–2006.

H

HKEIA (2013). Guidebook for ISO 50001. Energy Management System. (Acedido em [http://www.hkeia.org/iso50001/eguidebook/ISO50001%20guide_ENG%2019Aug\(Final\).pdf](http://www.hkeia.org/iso50001/eguidebook/ISO50001%20guide_ENG%2019Aug(Final).pdf) a agosto 2014).

HN (2014). Instrumentos de medição – Termómetro de infravermelhos. HospiNet. (Acedido em <http://www.lojahospinet.com.br/termometro-digital-infravermelho-mira-laser-scantemp-st400-incoterm-p1190> a junho 2014).

Hsieh, H.-J. & Kung, S.-F. (2013). The linkage analysis of environmental impact of tourism industry. *Procedia Environmental Sciences* 17, pp. 658–665.

I

IEA (2013). Key World Energy Statistics. International Energy Agency. (Acedido em <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf> a maio 2014).

IEA (2014). Topics – Energy efficiency. International Energy Agency. (Acedido em <http://www.iea.org/topics/energyefficiency/> a maio 2014).

ISO (2004). Norma Portuguesa EN ISO 14001:2004. Sistemas de gestão ambiental. Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. International Organization for Standardization.

ISO (2011a). ISO 19011:2011. Guidelines for auditing management systems. International Organization for Standardization.

ISO (2011b). ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use. Online Browsing Platform, International Organization for Standardization. (Acedido em <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:en> a agosto 2014).

ISO (2013). ISO 15928-5:2013. Houses – Description of performance – Part 5: Operating energy. Abstract, International Organization for Standardization. (Acedido em http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52050 a novembro 2014).

ISO (2014a). Introduction to ISO 50002. How it fits into ISO 50001 family of standards. (Acedido em http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/iso_50002_and_the_iso_50001_family_of_standards_-_iso.pdf a agosto 2014, p. 6).

ISO (2014b). ISO 50002:2014. Energy audit – Requirements with guidance for use. Online Browsing Platform, International Organization for Standardization. (Acedido em <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50002:ed-1:v1:en> a agosto 2014).

ITISE (2014). Instrumentos de medição – Luxímetros. ITISE Equipamentos Técnicos de Precisão e Científicos Lda. (Acedido em http://www.itise.pt/?cont_=ver&id=114&tem=51 a junho 2014).

J

JQ (2014). Instrumentos de medição – Aparelho de Orsat. JandQuímica. (Acedido em <http://www.jandquimica.com.br/net/cinetica/detalhes.aspx?cod=810> a junho 2014).

K

Kals, J. (2014). Energiemanagement – Präsentation zur Einführung. Hochschule Ludwigshafen am Rhein – University of Applied Sciences. (Acedido em [http://web.fh-ludwigshafen.de/fb1/student.nsf/Files/63B4802485735E5FC1257A7C004B4E54/\\$FILE/01Einf%C3%BChrung%20\[Kompatibilit%C3%A4tsmodus\].pdf](http://web.fh-ludwigshafen.de/fb1/student.nsf/Files/63B4802485735E5FC1257A7C004B4E54/$FILE/01Einf%C3%BChrung%20[Kompatibilit%C3%A4tsmodus].pdf) a agosto 2014, p. 16).

Kibert, C. J. (2012). Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery (3rd edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Korkmaz, S. (2007). Piloting Evaluation Metrics for High Performance Green Building Project Delivery. Thesis in Architectural Engineering. Pennsylvania State University.

Krarti, M. (2010). Energy Audit of Building Systems: An Engineering Approach (2nd edition). CRC Press.

L

Leonidou, L., Leonidou, C., Fotiadis, T. & Zeriti, A. (2013). Resources and capabilities as drivers of hotel environmental marketing strategy: Implications for competitive advantage and performance. *Tourism Management* 35, pp. 94–110.

LGE (2014). Auditoria Energética – Enquadramento regulamentar e metodologias de implementação de programas de racionalização. Laboratório de Gestão de Energia da Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Coimbra.

LH (2014). Lawrence's Hotel. (Acedido em <http://www.lawrenceshotel.com/> a julho 2014).

LiderA (2011). Sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos. (Acedido em http://www.lidera.info/resources/LiderA_Apresentacao_geral_2011_v1.pdf?phpMyAdmin=77d31a787ce126bb305b5b4b9dcec31c a maio 2014).

LiderA (2013). Avaliação de sustentabilidade em empreendimentos turísticos. Valores de referência do desempenho ambiental da indústria hoteleira, p.11.

LiderA (2014). Sistema voluntário para avaliação da construção sustentável. Apresentação. (Acedido em <http://www.lidera.info/> a junho 2014).

LM (2014). Instrumentos de medição – Anemómetros. Logismarket. (Acedido em <http://www.logismarket.pt/testo-portugal/anemometros/2447871964-909280423-p.html> a junho 2014).

LNEG (2014). Investigação para a Sustentabilidade. Software – STE-MONOZONA. Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (Acedido em <http://www.lneg.pt/servicos/35/2172/> a agosto 2014).

M

Magalhães, D. (2013). Sistema de Gestão Ambiental aplicado à gestão do Carbono. Caso dos Parques em Sintra. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa.

Morrow, D. & Rondinelli, D. (2002). Adopting Corporate Environmental Management Systems: Motivations and Results of ISO 14001 and EMAS Certification. *European Management Journal* 20, No. 2, pp. 159–171.

N

Nogal, A. (2007). Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental no sector da Hotelaria, Indústria de Viagens e Turismo, segundo o referencial EMAS. Implementação por fases baseada na Norma Britânica BS 8555:2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

O

OFW (2012). World Energy Consumption since 1820 in charts. Our Finite World. (Acedido em <http://gailtheactuary.files.wordpress.com/2012/03/per-capita-world-energy-by-source.png> a maio 2014).

Oz (n.d.). Revisão de projectos de edifícios. Reduzindo os defeitos e os encargos de utilização e manutenção dos edifícios. (Acedido em http://www.oz-diagnostico.pt/_pt/brochuras/OC.pdf a junho 2014).

P

PB (2014). Questionamentos técnicos. Petrobras. (Acedido em http://www.liquigas.com.br/wps/portal!/ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hvPwMjIw93IwN_Cy9TAyM_L6_AAPNAI39zE_2CbEdFAPmfWrg!/ a julho 2014).

Pertschi, I. (2006). Gestão Ambiental no Setor Turístico: um estudo com base na aplicação de indicadores ambientais em hotéis de grande porte em Foz do Iguaçu. Dissertação de Mestrado em Geografia. Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná.

Pinheiro, M. & Sousa, A. (2013). Hotels – Environmental performance review. Environmental strategies and objectives.

Pinheiro, M. (2006). Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente, Amadora.

Pinheiro, M. (2010). O ciclo dos materiais ao longo da vida útil dos edifícios. Workshop: ciclo de vida dos edifícios. (Acedido em <http://www.slideshare.net/construcaosustentavel/05-manuel-duarte-pinheiro-lider-a-22-jan-2010-ics> a junho 2014).

Pinheiro, M. (2011). Apresentação Sumária do LiderA – versão 2.00c. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

Pinheiro, M. (2013). Legal Requires and Environmental Performance. Lecture of Environmental Management Systems (lecture 3). Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa.

Pinheiro, M. (2014). Imobiliário Sustentável. Vida Imobiliária. Porto.

R

Real, S. (2010). Contributo da análise dos custos do ciclo de vida para projectar a sustentabilidade na construção. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

Reyes, J., Martin, R. & Sarafides, A. (2006). How to Conduct an Energy Audit: A Short Guide for Local Governments and Communities. New Jersey Department of Environmental Protection. Division of Science, Research and Technology.

Roderick, Y., McEwan, D., Wheatley, C. & Alonso, C. (2009). Comparison of energy performance assessment between LEED, BREEAM and GREEN STAR. Eleventh International IBPSA Conference, Scotland. (Acedido em http://www.ibpsa.org/proceedings/bs2009/bs09_1167_1176.pdf a agosto de 2014).

S

Santos, D., Schlichting, J., Correa, M. & Antonovz, T. (2013). A relação entre as empresas presentes no índice de sustentabilidade empresarial e a ISO 14001 na BM&FBOVESPA. Revista Metropolitana de Sustentabilidade 3, No. 3.

Schenini, P., Lemos, R. & da Silva, F. (2005). Sistema de Gestão Ambiental no Segmento Hoteleiro. Intraciência, edição V, pp. 4–24.

Sebastião, I. (2010). Aplicação da Pegada Ecológica ao Turismo. Como a Pegada Ecológica pode Influenciar a Gestão Ambiental. Dissertação de Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

Siemens (2014). Press Pictures – Sankey diagram. (Acedido em http://www.siemens.co.uk/en/news_press/pictures/sankey_diagram_1.htm a junho 2014).

Silva, C. (2006). Como Promover o Desempenho Energético dos Edifícios. Colóquio de Urbanismo Sustentável e Eco-arquitetura. CEIFA Ambiente Lda.

Sousa, T. (2013). Primary, final and useful energies. Sankey diagrams. Lecture of Energy Management (lecture 4). Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa.

Staniskis, J. & Stasiskiene, Z. (2005). Environmental management accounting in Lithuania: exploratory study of current practices, opportunities and strategic intents. *Journal of Cleaner Production* 14, pp. 1252–1261.

T

Tang, Z. (2014). An integrated approach to evaluating the coupling coordination between tourism and the environment. *Tourism Management* 46, pp. 11–19.

Thumann, A. & Younger, W. (2008). *Handbook of Energy Audits* (7th edition). The Fairmont Press, Inc.

TP (2011). Relatório de sustentabilidade – Atuar para o desenvolvimento sustentável. Turismo de Portugal.

TRNSYS (2014). About TRNSYS. The University of Wisconsin Madison. (Acedido em <http://sel.me.wisc.edu/trnsys/features/> a maio 2014).

U

U.S. DOE (2014a). Building Technologies Office. Building Energy Software Tools Directory – EnergyPlus. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=287/pagename_submenu=energy_simulation/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename=subjects a maio 2014).

U.S. DOE (2014b). Building Technologies Office. Energy Simulation Software – EnergyPlus. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus_about.cfm a maio 2014).

U.S. DOE (2014c). Building Technologies Office. Building Energy Software Tools Directory – TRNSYS. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=58/pagename_submenu=energy_simulation/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename=subjects a maio 2014).

U.S. DOE (2014d). Building Technologies Office. Building Energy Software Tools Directory – ESP-r. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=39/pagename_submenu=energy_simulation/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename=subjects a maio 2014).

U.S. DOE (2014e). Building Technologies Office. Building Energy Software Tools Directory – eQUEST. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=575/pagename_submenu=energy_simulation/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename=subjects a maio 2014).

U.S. DOE (2014f). Building Technologies Office. Building Energy Software Tools Directory – DesignBuilder. United States Department of Energy. (Acedido em http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=486/pagename_submenu=energy_simulation/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename=subjects a maio 2014).

U.S. EIA (2014). Home – International Energy Statistics. United States Energy Information Administration. (Acedido em <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=53&aid=1&cid=ww,&syid=2009&eyid=2013&unit=TBPD> a junho 2014).

UN (1987). Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations. p.15 (Acedido em http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf a abril 2014).

UNWTO (2004). Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations. A Guidebook. World Tourism Organization.

UNWTO (2014). Tourism highlights. World Tourism Organization.

USGBC (2007). A National Green Building Research Agenda. USGBC Research Committee. United States Green Building Council (Acedido em <http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3402.pdf> a maio 2014).

USGBC (2014a). LEED. United States Green Building Council. (Acedido em <http://www.usgbc.org/leed> a junho 2014).

USGBC (2014b). LEED – BD+C New Construction. Download Scorecard. United States Green Building Council (Acedido em <http://www.usgbc.org/credits/new-construction/v4/energy-%26-atmosphere> a junho 2014).

W

WBCSD (2008). Eficiência energética em edifícios. Realidades empresariais e oportunidades. Relatório Síntese. World Business Council for Sustainable Development.

WEC (2014). Average electricity consumption per electrified household. World Energy Council. (Acedido em <http://www.wec-indicators.enerdata.eu/household-electricity-use.html> a agosto 2014).

Y

Yen, N. & Wai, C. (2010). The needs to measure energy awareness in malaysian universities. International University Social Responsibility Conference and Exhibition, Malaysia.

ANEXOS

A – Dados do desempenho ambiental dos parques naturais analisados internacionalmente

Tabela A.1 – Dados gerais e indicadores de desempenho internacionais de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013)

Sombreado azul: indicadores calculados; sombreado verde: melhor prática ou valor inferior; sombreado vermelho: valor mais elevado.

Parque Natural	País	Área (km ²)	Sistema implementado	Visitantes/ano	Trabalhadores	Visitantes/mês	Gás (instalações)	
							m ³ /ano	m ³ /mês
Parque Nacional de Teide	Espanha	189,90	ISO 14001 e EMAS	2.407.479	42	200.623		
Parque Nacional de Timanfaya	Espanha	51,07	ISO 14001 e EMAS	1.600.000		133.333		
Parc Nacional d'Aigueestortes i Sant Muriol	Espanha	408,52	ISO 14001 e EMAS	500.000		41.667	3.408,24	284,02
Parco Naturale Adamello Brenta	Itália	620,52	ISO 14001 e EMAS		70		4.875,00	406,25
Central Balkan NP	Bulgária	200,19	ISO 14001 e EMAS		15			
Parco Nazionale Gran Paradiso	Itália	703,18	ISO 14001 e EMAS	1.500.000	80	125.000		
Parchi Val di Cornia	Itália	85,00	ISO 14001 e EMAS	933.096	45	77.758		
Parco Fluviale Regionale Del Taro	Itália	30,71	ISO 14001 e EMAS				5.840,00	486,67
Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra	Itália	43,21	ISO 14001 e EMAS		16			
Riserva Naturale Monte Rufeno	Itália	28,86	ISO 14001 e EMAS		17			
Parco Naturale del Monte Avic	Itália	57,47	ISO 14001 e EMAS		24			
Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino	Itália	197,17	ISO 14001 e EMAS					
Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi	Itália	315,12	ISO 14001 e EMAS		15		17.355,00	1.446,25
Parco Fluviale Del Po e Dell'Orba	Itália	143,46	ISO 14001 e EMAS					
Peak District National Park	Reino Unido	1.438,00		10.000.000	302	833.333		
Zion Natural Park	EUA	593,11	ISO 14001	2.500.000		208.333		
Glacier National Park	EUA	4.046,86		1.900.000		158.333		
Média	-	538,37			63	152.841		533,83

Tabela A.2 – Indicadores de desempenho internacionais de parques naturais (adaptado de Magalhães, 2013)

Sombreado azul: indicadores calculados; sombreado verde: melhor prática; sombreado vermelho: valor mais elevado.

Parque Natural	Gasóleo (veículos)		Eletricidade					
	l/ano	l/mês	MWh/ano	kWh/mês	kWh/ km ² .mês	kWh/ visitante.mês	kWh/ trabalhador.ano	kWh/ trabalhador.mês
Parque Nacional de Teide			27,13	2.260,83	11,91	0,01		53,83
Parque Nacional de Timanfaya								
Parc Nacional d'Aigueestortes i Sant Muriol			114,85	9.570,83	23,43	0,23		
Parco Naturale Adamello Brenta			80,22	6.685,00	10,77			95,50
Central Balkan NP			46,28	3.856,67	19,27		3.090,00	257,50
Parco Nazionale Gran Paradiso			62,36	5.196,67	7,39	0,04		64,96
Parchi Val di Cornia			71,15	5.929,17	69,75	0,08		131,76
Parco Fluviale Regionale Del Taro			27,19	2.265,83	73,78			
Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra	546,40	45,53	12,13	1.010,83	23,39			63,18
Riserva Naturale Monte Rufeno	6.500,00	541,67	32,07	2.672,50	92,60			157,21
Parco Naturale del Monte Avic	3.123,08	260,26	31,47	2.622,50	45,63			109,27
Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino	7.255,84	604,65						
Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi	1.102,67	91,89	38,20	3.183,33	10,10			212,22
Parco Fluviale Del Po e Dell'Orba	10.292,58	857,72	28,34	2.361,67	16,46		1.205,00	100,42
Peak District National Park								
Zion Natural Park			1.851,85	154.320,83	260,19	0,74		
Glacier National Park	139.235,00	11.602,92	7.132,30	594.358,33	146,87	3,75		
Média		259,58		6.392,47	32,36	0,17		110,11

B – Modelo proposto

Tabela B.1 – Modelo proposto aplicado ao Lawrence's Hotel

Área			Elemento	Quantidade	Potência (W/unidade)	Consumo (h/dia)	Ocupação	kWh/dia	
Entrada			Lâmpada entrada hotel	3	18	4		0,22	
				1	5	4		0,02	
			Projetor fachada principal	2	20	4		0,16	
Recepção	Balcão	Piso 3	Lâmpada	2	14	18		0,50	
			Computador	1	250	18		4,50	
			Telefone	1	10	4		0,04	
	Gabinete	Piso 3	Lâmpada	1	14	8		0,11	
			Internet	1	15	24		0,36	
			Impressora (fax, fotocopiadora, scanner)	1	215	4		0,86	
			Telefone	1	10	4		0,04	
			Portátil	1	50	16		0,80	
			Servidor	1	150	24		3,60	
Sala de Estar			Piso 3	Lâmpada parede	2	14	8		0,22
				Lâmpada candeeiro com pé	1	42	8		0,34
				Ar condicionado	1	90	6		0,54
Sala de Leitura			Piso 3	Lâmpada parede	3	18	8		0,43
					2	5	8		0,08
				Lâmpada candeeiro com pé	1	18	4		0,07
				Ar condicionado	1	90	6		0,54
Bar			Piso 3	Lâmpada parede	5	5	8		0,20
				Lâmpada teto	2	15	4		0,12
				Bancada frigorífica	1	208	8		1,66
				Ar condicionado	1	90	6		0,54
Sala de Estar			Piso 4	Lâmpada parede	2	2,3	8		0,04
				Lâmpada candeeiro com pé	1	42	4		0,17
				Lâmpada teto	2	5	8		0,08
					1	8	8		0,06
				Ar condicionado	1	90	5		0,45
				Televisão	1	130	3		0,39
Sala de Eventos			Piso 1	Ar condicionado	3	90	1		0,27
				Lâmpada parede	3	18	1		0,05
				Lâmpada sanca	39	36	3		4,21
				Videoprojector	1	222,5	0,25		0,06

Área			Elemento	Quantidade	Potência (W/unidade)	Consumo (h/dia)	Ocupação	kWh/dia
Área Staff	Cozinha	Piso 2	Lâmpada teto	3	58	16		2,78
				14	15	8		1,68
			Mata mosquitos	1	65	24		1,56
			Câmara frigorífica	2	2.128	12		51,07
			Frigorífico	2	646	12		15,50
			Microondas	1	800	1,5		1,20
			Exaustor	1	300	5		1,50
			Torradeira	1	4.000	0,75		3,00
			Forno elétrico	1	9.400	6		56,40
			Fritadeira elétrica	1	10.000	1,5		15,00
			Ventilador	2	45	3		0,27
			Máquina de lavar loiça	1	8.500	6		51,00
			Fiambreira	1	120	0,25		0,03
			Varinha mágica	1	310	0,5		0,16
				1	600	0,5		0,30
			Rádio	2	30	6		0,36
			Bancada frigorífica	1	243,5	12		2,92
			Bancada frigorífica pastelaria	1	230	12		2,76
			Estufa secar pratos	1	1.450	4		5,80
			Lâmpada bancada empratamento	10	230	3		6,90
	Arca congeladora vertical	1	454	12		5,45		
	Batedeira	1	500	0,17		0,08		
	Tostadeira	1	1.000	0,75		0,75		
	Robot	1	650	0,5		0,33		
	Máquina de vácuo	1	450	0,17		0,08		
	Gabinete cozinha	Piso 2	Computador	1	250	6		1,50
			Telefone	1	10	2		0,02
			Impressora	1	45	0,5		0,02
			Lâmpada	1	15	4		0,06
	Copas (cozinha)	Piso 1 e 2	Armário refrigeração vertical	3	450	12		16,20
			Arca frigorífica horizontal	1	483	12		5,80
				1	197,8	12		2,37
			Máquina de gelo	1	550	3		1,65
			Máquina de café	1	3.000	4		12,00
			Telefone	1	10	2		0,02
			Cafeteira	1	2.275	2		4,55
Lâmpada balneário feminino			5	15	3		0,23	
Lâmpada balneário masculino	4	15	3		0,18			
Copas (quartos)	Piso 3, 4 e 5	Aspirador	2	1.000	3,5		7,00	
		Lâmpada	3	36	4		0,43	

Área		Elemento	Quantidade	Potência (W/unidade)	Consumo (h/dia)	Ocupação	kWh/dia	
Área Staff	Copa (sala eventos)	Piso 1	Máquina de cerveja à pressão	1	165	3		0,50
			Máquina de café	1	3.000	0,25		0,75
			Bancada frigorífica	1	243,5	8		1,95
			Máquina de lavar copos	1	2.200	0,25		0,55
	Gabinete (ao lado da sala eventos)	Piso 1	Computador	1	250	3		0,75
			Impressora	1	45	1		0,05
			Lâmpada	1	36	3		0,11
	Garrafeira	Piso 1	Lâmpada	1	18	2		0,04
			Ar condicionado	1	1.270	5		6,35
	Refeitório	Piso 2	Lâmpada	2	15	6		0,18
			Televisão	1	100	6		0,60
			Microondas	1	800	1,5		1,20
	Máquinas	Piso 0	Caldeira	3	5.000	12		180,00
Lâmpada saída de emergência			25	6	24		3,60	
Elevador (geral e staff)			2	5.000	4,5		45,00	
Restaurante	Sala de refeições	Piso 2	Ar condicionado	4	90	6		2,16
			Máquina registradora	1	90	4		0,36
			Terminal de pagamento automático	3	2,5	2		0,02
			Lâmpada teto (zona pequenos almoços)	7	16	4		0,45
			Lâmpada parede	7	18	8		1,01
			Lâmpada sanca	50	36	5		9,00
			Sistema de som	1	160	6		0,96
			Colunas entrada	2	20	6		0,24
			Banho-maria	1	1.300	3		3,90
			Placas	2	1.000	3		6,00
			Torradeira	1	1.886	1,5		2,83
	Varanda	Piso 2	Lâmpada parede	3	15	4		0,18
			Candeeiro de pé	1	100	4		0,40
			Sistema de som	1	27	3		0,08
	Sala Oval	Piso 2	Ar condicionado	1	90	1		0,09
			Lâmpada parede	5	18	1		0,09
			Lâmpada teto	6	16	1		0,10
	Esplanada e Terraços	Piso 1 e 2	Lâmpada	7	15	4		0,42

Área			Elemento	Quantidade	Potência (W/unidade)	Consumo (h/dia)	Ocupação	kWh/dia		
Quartos (17) Piso 3, 4 e 5	Duplos (12)	Quarto	Telefone	1	10	0,25	0,47	0,01		
			Televisão	1	55	0,5	0,47	0,16		
			Lâmpada teto	1	18	2	0,47	0,20		
			Lâmpada mesa de cabeceira	2	11	0,25	0,47	0,03		
			Ar condicionado	1	90	6	0,47	3,05		
		Casa de banho	Secadores cabelos	1	2.000	0,25	0,47	2,82		
			Secador de toalhas	1	100	0,5	0,47	0,28		
			Lâmpada parede	1	18	1	0,47	0,10		
			Lâmpada teto	1	18	1	0,47	0,10		
		Suites (5)	Quarto e sala	Telefone	1	10	0,25	0,47	0,01	
	Lâmpada teto			1	2,3	2	0,47	0,01		
	Lâmpada mesa de cabeceira			1	25	0,25	0,47	0,01		
	Ar condicionado			1	144	6	0,47	2,03		
	Televisão			1	55	0,5	0,47	0,06		
				1	130	0,5	0,47	0,15		
	Lâmpada parede			1	25	2	0,47	0,12		
				1	18	2	0,47	0,08		
				1	53	2	0,47	0,25		
				2	11	2	0,47	0,10		
	Casa de banho		Secadores cabelos	1	2.000	0,25	0,47	1,18		
			Secador de toalhas	1	100	0,5	0,47	0,12		
			Lâmpada parede	2	18	1	0,47	0,08		
			Lâmpada teto	1	18	1	0,47	0,04		
			Jacuzzi	1	466	0,25	0,47	0,27		
	Áreas Comuns		WC Femininos	Piso 2	Lâmpada	3	14	4		0,17
						2	14	4		0,11
				Piso 1	Lâmpada	2	14	5		0,14
					2	14	5		0,14	
WC Masculinos		Piso 2	Lâmpada		1	14	4		0,06	
					1	14	4		0,06	
					1	14	4		0,06	
		Piso 1	Lâmpada	3	14	5		0,21		
WC Acessível		Piso 1	Lâmpada	4	14	0,08		0,005		
Corredores e Escadas		Piso 1 a 5	Lâmpada		24	15	16		5,76	
					22	2,3	4		0,20	
					1	11	16		0,18	
							kWh/mês	17.667,01		