

Avaliação técnico-económica da implementação de medidas de eficiência energética no EPIC SANA Lisboa

Duarte Manuel Peças Valente

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Mecânica

Orientadores: Dr. Rui Pedro da Costa Neto

Prof. António Luís Nobre Moreira

Júri

Presidente: Prof. Edgar Caetano Fernandes

Orientador: Dr. Rui Pedro da Costa Neto

Vogal: Prof. Carlos Augusto Santos Silva

Dezembro 2019

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar à minha família, em especial à minha mãe, Cristina, pelo apoio incondicional e motivação constante que me deram. Pelo suporte nas fases mais difíceis e por nunca deixarem de acreditar em mim.

À Galp e ao Professor Doutor António Luís Nobre Moreira, que criaram a oportunidade de realizar um trabalho que me desafiou e interessou desde o primeiro instante.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Doutor Rui Pedro da Costa Neto por toda compreensão, disponibilidade e otimismo demonstrado durante a dissertação.

Ao Engenheiro Filipe Gomes, responsável pela manutenção técnica do Hotel EPIC SANA Lisboa, pelo seu exemplo e paciência, pela cedência de todos os dados que necessitei e por me ter ajudado a pensar de forma prática no mundo da engenharia. A toda a equipa de manutenção pelo seu tempo e companheirismo.

Ao Instituto Superior Técnico pelos valores inculcados, que certamente irão permanecer comigo e oportunidades criadas.

Por último, agradeço aos meus amigos que me acompanharam neste percurso, cujo suporte foi imprescindível para a realização deste trabalho.

Resumo

O elevado crescimento do turismo em Portugal conduziu a um aumento do número de estabelecimentos hoteleiros. Este sector representa cada vez mais uma importante contribuição para a economia nacional. De modo a garantir a qualidade e elevados padrões de serviço e conforto, as unidades hoteleiras, de cinco estrelas, apresentam grandes consumos energéticos anuais. Sabendo que, a implementação de medidas de eficiência energética permite poupanças anuais avultadas, face aos custos, torna-se necessário pôr em prática o princípio da «eficiência energética em primeiro lugar», bem como ponderar a implementação das energias renováveis.

Este trabalho foi realizado no decurso de um estágio no EPIC SANA Lisboa Hotel com a finalidade de avaliar técnica e economicamente a implementação de medidas de eficiência energética. Começou-se por analisar o consumo energético do hotel e identificar, na literatura, quais as medidas mais utilizadas neste sector. Uma vez apuradas, estudaram-se as medidas de forma criteriosa e conservadora. Sintetizaram-se os consumos nominais de energia disponibilizados num diagrama Sankey, de modo a facilitar a visualização dos fluxos energéticos.

Todos os resultados obtidos são economicamente viáveis, uma vez que possuem um valor atual líquido positivo. A medida que apresenta valores mais auspiciosos é a substituição de luminárias. Conclui-se ainda que existe a necessidade de o hotel mapear os consumos internos de um modo mais detalhado. A implementação das medidas propostas resulta numa poupança de 12,4% da energia final consumida pelo edifício e numa redução de 11,5% na emissão de GEE.

Palavras-chave: eficiência energética, edifícios de hotelaria, gestão de energia, diagrama de Sankey, energias renováveis, luminárias.

Abstract

In the latest years, Portugal has seen a huge growth in the tourism sector, which in turn increased the number of hotel establishments. This sector is turning out to be a great factor in the Portuguese national economy. In order to ensure the quality and high service standards in five stars establishments, a tremendous amount of energy is spent. Since the implementation of high efficiency measures is well known to save money when putting up against its costs, an “energetic efficiency first” principle becomes necessary, as well as the examination of the possibility of enacting renewable energies.

This study was made through an internship at EPIC SANA Lisboa Hotel, with the goal of evaluating technically and financially the enactment of energy efficiency measures. At first, the energy consumption data were analysed, in order to compare with the most acknowledged measures in literature. Then, the measures were studied thoroughly. In order to facilitate the visualization of the energy flows, the nominal energy consumptions in a Sankey diagram.

From an economic standpoint, every single one of the obtained results is reasonable, since they have a positive liquid outcome. The most impactful measure seems to be the substitution of lamps. It is also noticed that the hotel itself should look into having a better detailed mapping of internal consumptions. The implemented measures have resulted in a 12,4% energy saving and an 11,5% GEE emission reduction, significant and therefore successful consequences of said measures.

Key Words: Energy Efficiency, Sankey diagram, Renewable Energies, Energy management, hotel establishments

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
ÍNDICE.....	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Nomenclatura	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Metas Europeias.....	3
2.1.1 Eficiência energética	3
2.1.2 Políticas de melhoria	4
2.1.3 O progresso da eficiência energética	4
2.1.4 Eficiência em edifícios	5
2.2 Metas Nacionais	5
2.2.1 Dependência da importação e segurança do fornecimento de energia.....	5
2.2.2 Eficiência energética e moderação na procura	6
2.2.3 Evolução da legislação para edifícios	6
2.3 Fundos para Eficiência Energética.....	7
2.4 Edifícios Sustentáveis	8
2.4.1 <i>Nearly Zero Energy Building</i>	8
2.4.2 <i>Passive House</i>	10
2.4.3 Edifício Solar XXI.....	10
2.5 Materiais de mudança de fase	11

2.6	Estatísticas do turismo	11
2.6.1	Contexto Mundial.....	11
2.6.2	Emissões de Gases Efeito de Estufa	13
2.6.3	Contexto Nacional	14
2.6.4	Oferta e ocupação do alojamento turístico coletivo: Hotelaria.....	15
3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA HOTELARIA.....	17
3.1	Quais os parâmetros que influenciam o consumo num hotel?	17
3.2	Projeto neZEH	18
3.3	Programa Europeu <i>GreenLight</i>	20
3.4	Energias renováveis em hotéis	20
3.5	Casos de estudo em Portugal	21
4	CASO DE ESTUDO: EPIC SANA Lisboa	22
4.1	Descrição do edifício	22
4.1.1	Taxa de ocupação	23
4.2	Sistemas, Equipamentos e Consumos do Hotel.....	23
4.2.1	Sistema de climatização	24
4.2.2	Caldeiras.....	24
4.2.3	Iluminação	26
4.2.4	Outros equipamentos	26
4.2.5	Paredes, Coberturas, Pavimentos e Vãos envidraçados.....	26
4.2.6	Diagrama Sankey	27
4.3	Caracterização dos consumos de energia	30
4.3.1	Faturação de gás.....	30
4.3.2	Faturação da eletricidade	33
4.3.3	Emissões de Gases Efeito de Estufa	34
4.3.4	Faturação de água	35
4.3.5	Consumo real e consumo estimado	36
5	MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	37
5.1	Custo da energia em Portugal.....	37
5.2	Indicadores Financeiros	39

5.2.1	Período de retorno do investimento	39
5.2.2	Valor atual líquido	39
5.2.3	Taxa interna de retorno	40
5.2.4	Estimar poupanças de custo e energia	40
5.3	Consciência Ambiental do <i>Staff</i> e dos Hóspedes	41
5.3.1	Hotéis verdes e percepção dos hóspedes	42
5.3.2	Atitudes e intenções do <i>staff</i>	42
5.3.3	Design normativo de toalhas	44
5.4	Estudo pormenorizado das luminárias	47
5.4.1	Revisão de conceitos	47
5.4.2	Legislação em vigor	48
5.4.3	A evolução histórica das lâmpadas	48
5.4.4	Questões e desafios para a aceitação dos LED	51
5.4.5	O passado, presente e futuro do hotel	52
5.4.6	Análise económica	57
5.5	Aumento da Área de Coletores Solares	62
5.5.1	Estudo económico	63
5.6	Substituição dos minibares	64
5.6.1	Estudo económico	65
6	Conclusões	66
7	Trabalho Futuro	68
7.1	Extrapolação de implementação de painéis verticais na fachada Sul	68
8	Referências bibliográficas	69
9	Anexo A	73
	Minibares da marca indelB	73
10	Anexo B	74
	Custo da eletricidade para consumidores não domésticos	74
11	Anexo C	75
	Custo do gás natural para consumidores não domésticos	75
	Anexo D	76

Coletores solares térmicos de tudo de vácuo.....	76
Anexo E	78
Projeto dos Coletores e Consumo Equivalente em Gás	78

Lista de Figuras

Figura 2.1 Metas da União Europeia para 2030, União Europeia 2019	3
Figura 2.2 Estatísticas sobre o parque imobiliário europeu, União Europeia 2019	5
Figura 2.3 Dependência Energética Nacional, DGEG 2019	5
Figura 2.4 Consumo de energia final por sector em Portugal, DGEG 2019	6
Figura 2.5 Evolução dos requisitos de comportamentos térmicos dos edifícios em Portugal, Direção Geral de Energia e Geologia 2015	6
Figura 2.6 evolução dos requisitos dos sistemas energéticos de climatização, Direção Geral de Energia e Geologia 2015	7
Figura 2.7 Alterações nas Classes Energéticas de Edifícios Construídos em Portugal, Direção Geral de Energia e Geologia 2015	7
Figura 2.8 Imagem do Edifício Solar XXI, Gonçalves 2005	10
Figura 2.9 Temperatura vs. Adição de Temperatura (Fleischer 2015)	11
Figura 2.10 Variação anual do PIB nos últimos cinco anos	12
Figura 2.11 Chegadas de turistas por regiões de destino 2013 – 2017 (INE I.P. 2017)	12
Figura 2.12 Emissão de Gases Efeito de Estufa mediante diferentes cenários	14
Figura 2.13 Categorias de Alojamento Turístico Coletivo	15
Figura 2.14 Capacidade de camas oferecida pelos estabelecimentos hoteleiros (INE I.P. 2017)	16
Figura 4.1 EPIC SANA Hotel Lisboa < http://caras.sapo.pt/lifestyle/lifestyle_viagens/2015-05-31-Epic-Sana-Lisboa >, Domínio Público	22
Figura 4.2 Elementos responsáveis pela produção de AQS	25
Figura 4.3 Diagrama de SANKEY da conversão de energia primária para energia final do hotel, em 2013	28
Figura 4.4 Diagrama de SANKEY para o consumo de energia final do hotel, em 2013	29
Figura 4.5 Consumo de Gás na Cozinha Versus Número Total de Pessoas no Hotel, 2018	31
Figura 4.6 Consumo de Gás na Caldeira Versus Temperatura Média em Lisboa, 2018	32
Figura 4.7 Repartição do Consumo de gás no hotel	33
Figura 4.8 Consumo de Eletricidade versus Temperatura Média em Lisboa, 2018	34
Figura 4.9 Consumo Total de Água no Hotel versus Temperatura Média em Lisboa, 2018	35
Figura 5.1 Medidas de eficiência energética instauradas e por instaurar no EPIC SANA Lisboa	37
Figura 5.2 Evolução semestral do preço da eletricidade em Portugal (Eurostat)	38

Figura 5.3 Evolução semestral do preço do gás natural em Portugal (Eurostat)	38
Figura 5.4 Barreiras e Motivações para a implementação de medidas de eficiência energética nos hotéis (Hotel Energy Solutions, 2011)	41
Figura 5.5 Modelo de previsão comportamental (Okumus et al 2019)	43
Figura 5.6 Marcador com mensagem de advertência à reutilização de toalhas e lençóis nos quartos	45
Figura 5.7 Repartição do Consumo Total de Água num hotel de Cinco estrelas (Deng and Burnett 2002)	46
Figura 5.8 Fotografia de uma lâmpada fluorescente compacta (Lim et al 2013).....	50
Figura 5.9 Princípio de Funcionamento do LED, visitado em setembro de 2019, < https://www.upsbatterycenter.com/blog/led/ >, Domínio Público	50
Figura 5.10 Evolução e Previsão da eficácia de várias fontes luminosas (Manzano-agugliaro et al, 2017)	51
Figura 5.11. Percentagem de potência por tipo de lâmpada, 2013	54
Figura 5.12. Consumo de eletricidade em luminárias por zona do hotel em 2013.....	54
Figura 5.13. Consumo de eletricidade em luminárias por zona do hotel em 2019.....	55
Figura 5.14 Presente e futuro da distribuição de potências por tipo de lâmpada.....	56
Figura 5.15 Estimativa Futura do Consumo de eletricidade em luminárias por zona do hotel.....	57
Figura 5.16 Planta do piso 11 do hotel EPIC SANA Lisboa.....	62
Figura 5.17 Elementos responsáveis pela produção de AQS	63
Figura 7.1 EPIC SANA Lisboa Heliodon	68

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 Estrutura da dissertação	2
Tabela 2.1 Contribuição do Turismo no PIB de Portugal	15
Tabela 3.1 Principais Indicadores do Projeto neZEH	19
Tabela 4.1 Taxa de Ocupação em 2018	23
Tabela 4.2 Consumos anuais de energia primária de outros Equipamentos do hotel	26
Tabela 4.3 Emissões de GEE por fonte de energia utilizada no hotel.....	35
Tabela 4.4 Comparação entre os consumos estimados pelo SCE e das faturas do hotel.....	36
Tabela 4.5 Resultados das variáveis estatísticas dos consumos específicos para os hotéis de 5 estrelas	36
Tabela 5.1 Comparação das características de várias fontes luminosas (Khan and Abas, 2011).....	51
Tabela 5.2 Analise Económica a vários tipos de lâmpadas Incandescentes de Halogéneo	58
Tabela 5.3 Analise Económica a vários tipos de lâmpadas Fluorescentes Compactas.....	60
Tabela 5.4 Analise Económica a vários tipos de lâmpadas Fluorescentes Tubulares	61
Tabela 5.5 Análise de custo para 24 coletores solares	64
Tabela 5.6 Analise Económica a vários tipos de minibares	65

Nomenclatura

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CFL – Lâmpadas Fluorescentes Compactas

CO₂ – Dióxido de Carbono

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

EPBD – Diretiva do desempenho Energético dos Edifícios

FEE – Fundo de Eficiência Energética

GEE – Gases Efeito de Estufa

IEA – Agência Internacional de Energia

INE – Instituto Nacional de Estatística

LED – Light-Emitting Diode (Díodo Emissor de Luz)

NZEB – Nearly Zero Energy Building

OWT – Organização Mundial do Turismo

PCM – Materiais de Mudança de Fase

PIB – Produto Interno Bruto

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

% – Ponto percentual

PRI – Período de retorno do investimento

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

TIR – Taxa Interna de Retorno

UE – União Europeia

UPAR – Unidades Produtora de Água Refrigerada

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

VAL – Valor Atual Líquido

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A energia é essencial para o nosso modo de vida. Sem ela não seria possível garantir o conforto a que estamos tão habituados. É ela que alimenta as nossas máquinas de lavar, computadores, televisões e outros dispositivos que usamos quase sem pensar. A energia pode provir de fontes renováveis (Solar, Hídrica, Eólica, Biomassa, Marés, Ondas e Geotérmica), ou de fontes não renováveis (Carvão, Gás Natural, Petróleo e Urânio).

O consumo de energia no Mundo tem aumentado anualmente, e as principais fontes continuam a ser os combustíveis fósseis (International Energy Agency). A produção de energia, a partir destes combustíveis, conduz à emissão de gases com efeito de estufa, que são altamente prejudiciais para o ambiente. No Relatório da UNEP (Luderer *et al* 2018), Joyce Msuya, diretora executiva do projeto, deixou clara a sua mensagem, ainda é possível reduzir as emissões, de modo a manter o aquecimento global inferior a 1,5 [°C]. Frisa também, a extrema importância do poder que cada um de nós tem, para fazer algo relativamente às alterações climáticas, apesar de tal implicar uma mudança “quase existencial” nas nossas vidas.

Utilizar a energia de forma mais eficiente é um dos caminhos que devemos percorrer. Não só para diminuir as emissões de gases com efeito de estufa, como também para reduzir o valor das faturas no final do ano. Miguel Arias Cañete, Comissário da UE para Energia e Ação Climática, afirma que: “A energia mais barata, mais limpa e mais segura é aquela que não é utilizada de todo”. Desta forma, deu um enorme destaque à implementação de medidas de eficiência energética, posto que estas criarão o suporte necessário à transição da economia atual para uma economia de baixo carbono, e promoverão a criação de empregos, através de oportunidades de investimento.

É possível inserir medidas de eficiência energética ao longo de toda a cadeia de energia, desde a geração até ao consumo. Por outro lado, os custos destas medidas devem ser amortizados pelas poupanças obtidas, tornando-se necessário apontar o foco para sectores onde o potencial de poupar energia é maior, como o caso dos edifícios. É estimado que este sector consuma 40% da energia a nível europeu e seja responsável por 36% das emissões de gases efeito de estufa (Comissão Europeia 2017).

Em geral o consumo de energia num edifício pode dividir-se nos seguintes serviços: climatização, aquecimento de água, equipamentos e iluminação. Segundo a *Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE 2006), edifícios novos, que apliquem medidas de eficiência energética na fase de projeto, podem consumir menos 20% do que edifícios novos com uma construção típica e 50 % menos que edifícios já existentes. No caso de edifícios já construídos, a implementação de medidas de eficiência energética pode reduzir em 20% a fatura energética atual.

1.2 Objetivos

Este trabalho foi realizado no decurso de um estágio no EPIC SANA Lisboa Hotel com a finalidade de avaliar técnica e economicamente a implementação de medidas de eficiência energética no edifício. Os principais objetivos passam pela redução dos consumos energéticos e emissões do hotel conferindo-lhe uma imagem “verde”.

1.3 Metodologia

Neste trabalho a metodologia utilizada passou por oito etapas:

1. Compreender em que segmento do mercado se situa o EPIC SANA;
2. Estudar e identificar as melhores medidas de eficiência energética no sector hoteleiro;
3. Identificar os parâmetros que mais influenciam os consumos de energia;
4. Analisar o consumo energético atual do edifício, através das faturas de água, luz e gás;
5. Estudar o fluxo energético com o auxílio do Certificado de desempenho Energético;
6. Selecionar e adaptar as medidas a implementar do hotel;
7. Realizar o estudo económico de cada projeto com o auxílio do PRI, TIR e VAL;
8. Cálculo das poupanças energéticas e de emissões de CO₂.

1.4 Estrutura

A presente dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos. Uma pequena descrição encontra-se apresentada na tabela 1.1.

Tabela 1.1 Estrutura da dissertação

Capítulo	Descrição
1	Breve descrição acerca dos objetivos, metodologia e estrutura do trabalho.
2	Revisão bibliográfica relativa às metas europeias e nacionais. Situação atual do turismo em Portugal.
3	Projetos e iniciativas mais bem-sucedidas na implementação de medidas de eficiência energética.
4	Descrição do edifício, sistemas, equipamentos e consumos do hotel.
5	Custo de energia em Portugal e análise técnico-económica às medidas de eficiência energética selecionadas.
6	Conclusões a retirar do presente trabalho.
7	Considerações relativas a trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Metas Europeias

Na estratégia delineada pela UE, para a União da Energia e Ação Climática, a eficiência energética é uma das cinco dimensões prioritárias para alcançar o acesso a uma energia segura, sustentável e a preços acessíveis. As restantes dimensões procuram alargar o mercado interno da energia, garantir o seu fornecimento, reduzir as emissões, e apoiar a investigação e inovação.

Na Diretiva 2012/27/EU estabeleceu-se como objetivo, até 2020, a redução em 20%¹ no consumo de energia primária. A Comissão Europeia acredita que este objetivo apenas pode ser alcançado se os Membros do Estado honrarem o compromisso de implementar a legislação e programas sugeridos pela UE. Na Figura 2.1 juntamente com este objetivo, são apresentadas as novas metas para 2030.

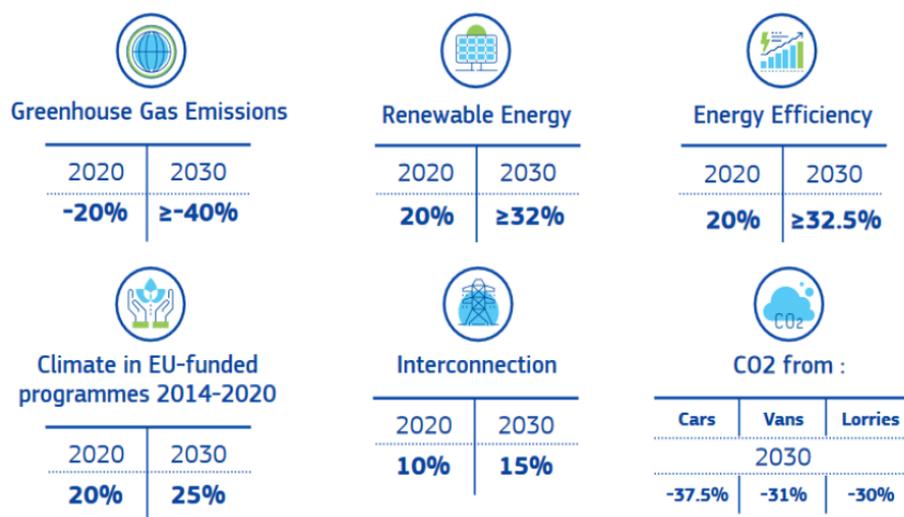


Figura 2.1 Metas da União Europeia para 2030, União Europeia 2019

Até 2050, deseja-se reduzir as emissões de GEE em 80%². Sabendo que, os edifícios são um dos principais agentes responsáveis pela emissão de GEE, e considerando que mais de um quarto das infraestruturas a existir em 2050 estão por construir, é de esperar um crescimento no consumo energético deste sector. Para contrariar esta tendência o conceito de *Nearly Zero Energy Building*, NZEB, que será abordado em maior detalho no capítulo 2.4, deve ser aplicado (Thomsen *et al* 2011).

2.1.1 Eficiência energética

O presente documento sugere implementar medidas de eficiência energética numa unidade hoteleira, pelo que será dado um especial foco a esta dimensão, de modo a compreender em que consiste.

¹ Este valor é relativo a uma estimativa de consumo em 2020

² em comparação com os níveis de 1990

Segundo a Diretiva Eficiência Energética, DEE, a eficiência energética é o rácio entre o resultado, em termos do desempenho, serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito. Normalmente, é um valor apresentado em percentagem de 0% a 100%, por exemplo, a quantidade de energia mecânica produzida por um motor elétrico sobre a quantidade de energia elétrica utilizada pelo mesmo motor. O conceito de eficiência energética pode ser aplicado em diversas áreas.

É um instrumento valioso para combater os desafios que se apresentam à sociedade, resultantes do aumento da dependência das importações de energia, da escassez de recursos energéticos e da necessidade de limitar as alterações climáticas.

2.1.2 Políticas de melhoria

A DEE levou à implementação de uma série de medidas, como:

- Redução anual de 1,5% nas vendas nacionais de energia;
- Cada país deve renovar pelo menos 3% dos seus edifícios a cada ano;
- São obrigatórios os certificados energéticos na venda ou aluguer dos edifícios;
- Criação de padrões mínimos de eficiência energética e rotulagem de produtos;
- Planos nacionais de ação para a eficiência energética de três em três anos.

A UE, através dos artigos 9 e 11 da DEE, pretende consciencializar os utilizadores para o seu consumo real de energia final, através de contadores individuais (European Commission 2017). De acordo com a Comissão Europeia, é de esperar que 195 milhões de contadores sejam instalados em 16 Estados Membros até 2020. (Laitinen *et al* 2013) Apesar desta tecnologia revolucionar o modo de medição de energia, com um grande potencial de poupança e auxílio no cumprimento das metas para 2020, é necessário combiná-la com serviços inovadores. O sucesso desta tecnologia depende da criação de benefícios para o consumidor e para o fornecedor, através de sistemas de recompensa, automação e informação.

2.1.3 O progresso da eficiência energética

(European Commission 2019) Verifica-se uma diminuição do consumo de energia na UE entre 2007-2014, seguida de um aumento, em 2015 e 2016, resultante de invernos severos e diminuição do preço dos combustíveis. Em 2016 o consumo de energia primária foi 4% superior ao que se previa alcançar em 2020. Como resultado, é de esperar que seja necessário um esforço adicional para garantir que a meta é alcançada, especialmente quando se sabe que o crescimento económico tende a exigir maiores consumos energéticos.

2.1.4 Eficiência em edifícios

De acordo com a (Comissão Europeia 2017), os edifícios europeus são responsáveis por 40% do consumo energético e 36% das emissões de CO₂. Por outro lado, no parágrafo (7) da diretiva do desempenho energético dos edifícios, EPBD, consta que, aproximadamente, 50% da energia final consumida na UE é utilizada para fins de aquecimento e arrefecimento, da qual 80% é utilizada em edifícios. Na Figura 2.2 encontram-se resumidas as estatísticas relacionadas com o parque imobiliário europeu atual.

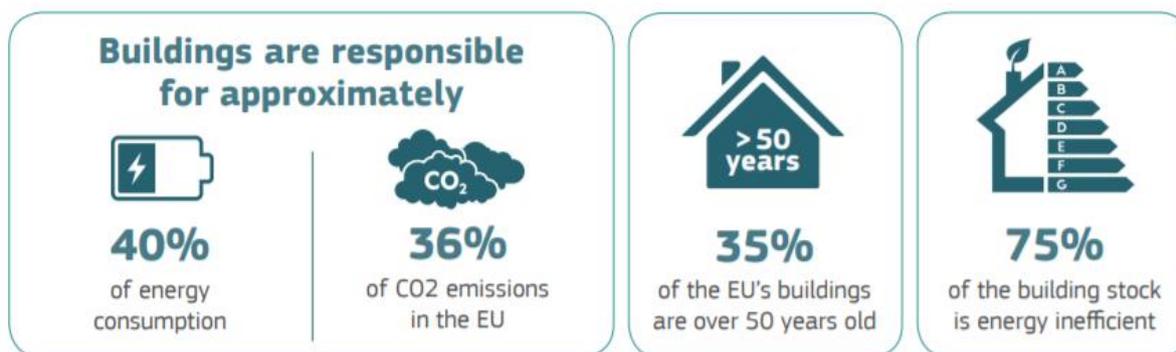


Figura 2.2 Estatísticas sobre o parque imobiliário europeu, União Europeia 2019

Posto isso, é necessário dar prioridade à eficiência energética e pôr em prática o princípio da «eficiência energética em primeiro lugar», bem como ponderar a implementação das energias renováveis.

2.2 Metas Nacionais

2.2.1 Dependência da importação e segurança do fornecimento de energia

A Figura 2.3, retirada diretamente da página da Direção Geral de Energia e Geologia, DGEG, mostra que, em 2017, Portugal importou cerca de 79,7% da energia consumida, valor substancialmente superior à média Europeia. Os últimos dados da DGEG, também apontam para um decréscimo da produção de eletricidade de origem renovável, em particular a hídrica e a eólica, o que conduziu a um aumento do consumo de carvão e gás para a produção de eletricidade, que se repercutiu no aumento das importações. É de notar que, Portugal importa todo o seu consumo de gás natural, petróleo e carvão.



Figura 2.3 Dependência Energética Nacional, DGEG 2019

2.2.2 Eficiência energética e moderação na procura

O consumo de energia primária e final tem vindo a aumentar desde 2014. Mesmo que Portugal já tenha atingido os valores desejados para cumprir as metas nacionais, será necessário fazer um esforço para manter esses níveis até 2020.

Como se pode observar na Figura 2.4, em 2017, percentualmente, o transporte mantém-se o sector que mais consome energia em Portugal, representando 37,2% do total do consumo final de energia, seguido da indústria com 31,3%. Estes dois sectores representam quase 70% do consumo total de energia. O sector dos serviços foi o único que registou uma diminuição, passando de 12,4%, em 2016, para 12,2%.

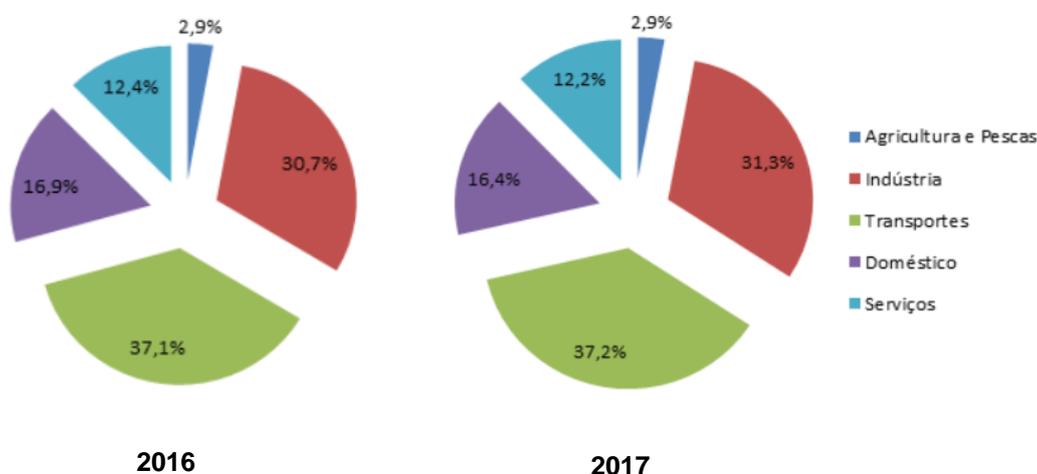


Figura 2.4 Consumo de energia final por sector em Portugal, DGEG 2019

2.2.3 Evolução da legislação para edifícios

(Direção Geral de Energia e Geologia 2015) apresenta a evolução dos requisitos de comportamento térmico dos edifícios, em Portugal. Na Figura 2.5, observa-se que este processo teve início com a publicação do Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de fevereiro de 1990, e culminou com a publicação do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto de 2013.



Figura 2.5 Evolução dos requisitos de comportamentos térmicos dos edifícios em Portugal, Direção Geral de Energia e Geologia 2015

Por outro lado, na Figura 2.6, apresenta-se a evolução dos requisitos dos sistemas energéticos de climatização. A primeira iniciativa legislativa, embora malsucedida, teve lugar em 29 de julho de 1992 com a publicação do Decreto-Lei n.º 156/92. Culminou, de igual forma, com a publicação do Decreto-Lei n.º 118/2013, que reúne todas as questões sobre o desempenho energético. É de notar que este decreto-lei também assegura a transposição da Diretiva n.º 2010/31/EU.



Figura 2.6 evolução dos requisitos dos sistemas energéticos de climatização, Direção Geral de Energia e Geologia 2015

A implementação desta legislação resultou numa melhoria do desempenho energético dos edifícios nacionais nos últimos 25 anos, como se pode observar na Figura 2.7. Nota-se uma clara melhoria a partir dos anos 90, coincidindo com o primeiro regulamento relativo às características do comportamento térmico dos edifícios, publicadas no Decreto-Lei n.º 40/90.

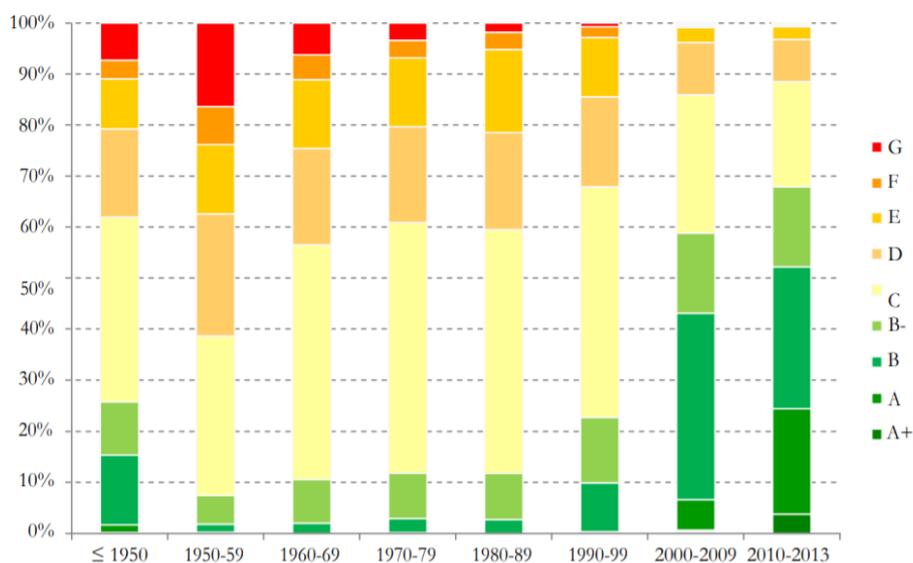


Figura 2.7 Alterações nas Classes Energéticas de Edifícios Construídos em Portugal, Direção Geral de Energia e Geologia 2015

2.3 Fundos para Eficiência Energética

Estabelecidas as metas para melhorar a eficiência energética, na Europa e em Portugal, existem planos cujo objetivo é incentivar e implementar as medidas estabelecidas, sendo que o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, PNAEE, é um deles. A execução deste plano é composta por três linhas de ação: apoios financeiros, imposição de medidas regulatórias (e.g. imposição de penalizações

sobre equipamentos ineficientes, requisitos mínimos de classe de desempenho energético, obrigatoriedade de etiquetagem energética, obrigatoriedade de realização de auditorias energéticas) e mecanismos de diferenciação fiscal.

Os apoios financeiros, provenientes de fundos que disponibilizem verbas para programas de eficiência energética, têm um papel decisivo na viabilidade económica de um projeto, tornando-o mais apelativo do que ele realmente é. Por esta razão, procedeu-se a um levantamento de apoios financeiros em Portugal. Destacam-se os seguintes:

- FEE – Fundo de Eficiência Energética, criado pelo Decreto-Lei n.º 50/2010, de 20 de maio, e regulamentado pela Portaria n.º 26/2011, de 10 de janeiro;
- FPC – Fundo Português de Carbono, criado pelo Decreto-Lei n.º 71/2006, de 24 de março, destinado a apoiar projetos que conduzam à redução de emissões de GEE;
- PPEC - Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, promovido pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) no quadro do PNAC;
- Portugal 2020 - acordo de parceria entre Portugal e a Comissão Europeia, que reúne a atuação dos cinco Fundos Europeus Estruturais e de Investimento – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, Fundo de Coesão, Fundo Social Europeu, Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural e Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e Pescas.

No último Aviso do FEE, denominado de «AVISO 25 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS», o hotel EPIC SANA Lisboa enquadrava-se na tipologia de «Beneficiário B», que, conforme estipulado no ponto 7.2 deste aviso, pode beneficiar de limite máximo de 47 500 [€]. Este Aviso já se encontra na fase de avaliação de candidaturas.

2.4 Edifícios Sustentáveis

Melhorar a eficiência energética nos edifícios gera benefícios económicos, sociais e ambientais. Estes passam a facultar maiores níveis de conforto e saúde para os seus ocupantes, uma vez que mitigam os riscos de doenças causadas por climatização deficitária. A construção deste tipo de edifícios ajuda a combater a pobreza energética, que segundo a (Comissão Europeia), é uma “forma distinta de pobreza, associada a uma série de consequências adversas para a saúde e bem-estar das pessoas. Resultando em doenças respiratórias, cardíacas e prejudicando a saúde mental, exacerbadas por baixas temperaturas e stress, associado a contas de energia inacessíveis.”

2.4.1 Nearly Zero Energy Building

Um edifício com necessidades energéticas quase nulas, NZEB, é aquele que apresenta um desempenho muito elevado, onde os seus gastos energéticos são cobertos por energia proveniente de fontes renováveis, produzidas localmente ou nas suas proximidades. Segundo o artigo 9º parágrafo 1 a) e 1 b) da EPBD, todos os novos edifícios devem ser NZEB até de 31 de dezembro de 2020. Além disso, após dia 31 de dezembro de 2018, também os edifícios novos e detidos por autoridades públicas devem enquadrar-se nesta categoria.

Com o objetivo de entender o impacto dos NZEB no mercado Europeu, o projeto ZEBRA2020 desenvolveu uma base de dados com informações provenientes de 17 países, um dos quais Portugal. Esta base permite comparar indicadores a nível internacional, auxiliando promotores e políticos na tomada de decisões. Neste projeto, (Toleikyte *et al* 2016) realizaram um estudo a 411 edifícios de alta performance, que foram classificados de acordo com o estilo de construção, tipos de utilização e zonas climáticas. Os resultados permitiram identificar as melhores soluções usadas na construção de NZEB, que se listam de seguida:

- As necessidades de aquecimento são, em geral, mais baixas em edifícios construídos de raiz do que nos renovados;
- A solução mais comum para o isolamento de edifícios não residenciais é a lã mineral, por outro lado, nos residenciais domina o poliestireno expandido. Nas janelas, o vidro triplo é a solução mais adotada, seguida por vidros duplos de baixa emissividade. Os coeficientes de transferência de calor nos climas mais frios rondam os 0,85 [W/m² K], valor substancialmente inferior aquele encontrado em climas mais quentes, 1,15 [W/m² K];
- A ventilação mecânica com recuperação de calor é, das tecnologias ativas, a predominante³.
- Nos sistemas de aquecimento as bombas de calor são mais usadas em climas quentes e o aquecimento urbano em climas frios. Para NZEB renovados recorre-se a caldeiras;
- Há um grande destaque para os painéis solares térmicos e sistemas fotovoltaicos, nas regiões com maior incidência de radiação. Ainda assim, o uso de energias renováveis é extremamente influenciado por estratégias nacionais e subsídios disponíveis;

O inquérito também permitiu identificar as principais razões que conduzem a uma discrepância elevada entre as potenciais poupanças e as poupanças efetivamente obtidas com a construção de um NZEB. A primeira razão passa pelo comportamento desadequado do utilizador, por não ter consciência ambiental ou não estar familiarizado com as tecnologias. Por exemplo, por mais eficiente que uma lâmpada seja, se for deixada acesa desnecessariamente está a gastar energia. A segunda razão prende-se com a ocorrência de falhas no planeamento e concepção do edifício, devido a dados pouco precisos e mau dimensionamento. Por último, salienta-se a má calibração do sistema de monitorização e controlo.

Conclui-se que a implementação dos NZEB na Europa ainda se encontra numa fase inicial e que a lacuna na maturidade do mercado deve ser colmatada até 2019/2021. Neste relatório são dadas recomendações que facilitam a aceleração da transição para NZEB.

A EPBD não prescreve uma abordagem uniforme para a implementação dos NZEB, nem uma metodologia de cálculo para o balanço energético (Thomsen *et al* 2011). Por esta razão, existe uma grande variedade de conceitos para edifícios altamente eficientes, como por exemplo, *passive house*, *zero-energy*, *3-litre*, *plus energy*, *Minergie*, *Effinergie*, entre outros. Apesar de todos eles terem abordagens comuns, existem algumas diferenças significativas. É necessário que os Estados-Membros

³ existe em mais de 80% dos edifícios observados

elaborem planos nacionais, especificamente concebidos, para aumentar o número de edifícios NZEB, refletindo as condições nacionais, regionais ou locais. As secções seguintes abordam alguns conceitos já implementados no mercado para que se compreenda melhor as tecnologias utilizadas nestes edifícios.

2.4.2 Passive House

Passive House, ou *Passivhaus* é um conceito construtivo, desenvolvido na Alemanha nos anos 80, que define um padrão de elevado desempenho com o objetivo de criar casas saudáveis, confortáveis, acessíveis e sustentáveis (Associação Passivhaus Portugal 2019). As cinco principais técnicas utilizadas são:

1. Adequados níveis de isolamento da envolvente do edifício;
2. Janelas e portas de alta performance;
3. Sistema de ventilação com recuperação de calor;
4. Estanquidade ao ar da envolvente do edifício;
5. Evitar pontes térmicas na envolvente do edifício.

2.4.3 Edifício Solar XXI

Em Portugal existe o Edifício Solar XXI, situado no Lumiar, Lisboa, com funções de serviços e laboratórios. Tem uma área total de 1500 [m²] dividida por 3 pisos, um dos quais semienterrado (Gonçalves 2005).

De modo a adaptar-se ao clima de Lisboa, as estratégias concebidas assentam em dois princípios, a otimização de qualidade da envolvente e rentabilização dos ganhos solares. Em adição, um sistema solar fotovoltaico foi projetado para a fachada Sul e integrou-se um sistema passivo de arrefecimento pelo solo. A iluminação natural foi tida em consideração no projeto, existindo um “poço de luz” no centro do edifício que distribui a luz pelos três pisos.



Figura 2.8 Imagem do Edifício Solar XXI, Gonçalves 2005

2.5 Materiais de mudança de fase

Os Materiais de mudança de fase (PCMs) utilizam o princípio de armazenamento de calor latente, para absorver a energia em excesso, durante o dia, e libertá-la quando existe um défice, durante a noite. Nas aplicações de engenharia é recorrente utilizar a mudança de fase sólida para líquida, o calor de fusão latente, representado na Figura 2.9 (Fleischer 2015). Para além de reduzirem o consumo de eletricidade nas alturas de pico também permitem que as flutuações de temperatura sejam menores, melhorando o conforto térmico dentro de um edifício. No geral a modernização de edifícios recorrendo aos PCMs pode ajudar a diminuir o consumo total de energia no planeta.

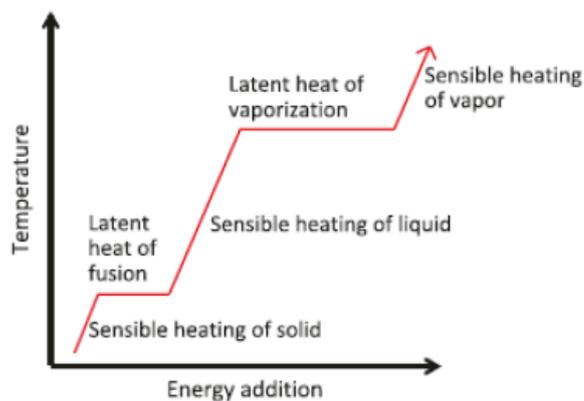


Figura 2.9 Temperatura vs. Adição de Temperatura (Fleischer 2015)

(Bento 2017) estudou o efeito da implementação de seis placas de gesso com PCM num escritório. Após a validação do modelo com dados experimentais, utilizou o *EnergyPlus* de modo a entender como se deveriam incorporar as placas no escritório. Quatro parâmetros foram tidos em consideração: temperatura de fusão; localização das placas; quantidade de PCM nas placas e o efeito da ventilação noturna. Os resultados revelam que para um escritório em Lisboa os PCMs derretem a 26 [°C], a ventilação noturna deve ser usada para se retirar o máximo proveito dos PCMs e ainda que a redução na temperatura máxima interior é de cerca de 1 [°C]. Apesar das placas aumentarem a inércia térmica, longos períodos de retorno são esperados devido ao elevado custo das placas (40€/m²), o que significa que esta não é uma solução economicamente viável.

2.6 Estatísticas do turismo

2.6.1 Contexto Mundial

Os resultados apresentados na página do Fundo Monetário Internacional, FMI, Figura 2.10, revelam que o crescimento do Produto Interno Bruto real (PIB) mundial, em 2017, foi cerca de 3.8%, +0.5% face a 2016. Em 2018, registou-se um valor de 3.6%, -0.2% face a 2017. A União Europeia e Portugal seguem o mesmo padrão, com um abrandamento em 2018 de -0.6% e -0.7%, respetivamente, face a

2017. Quer o valor do PIB mundial, quer o Europeu, foram calculados fazendo a média do PIB dos países envolvidos.

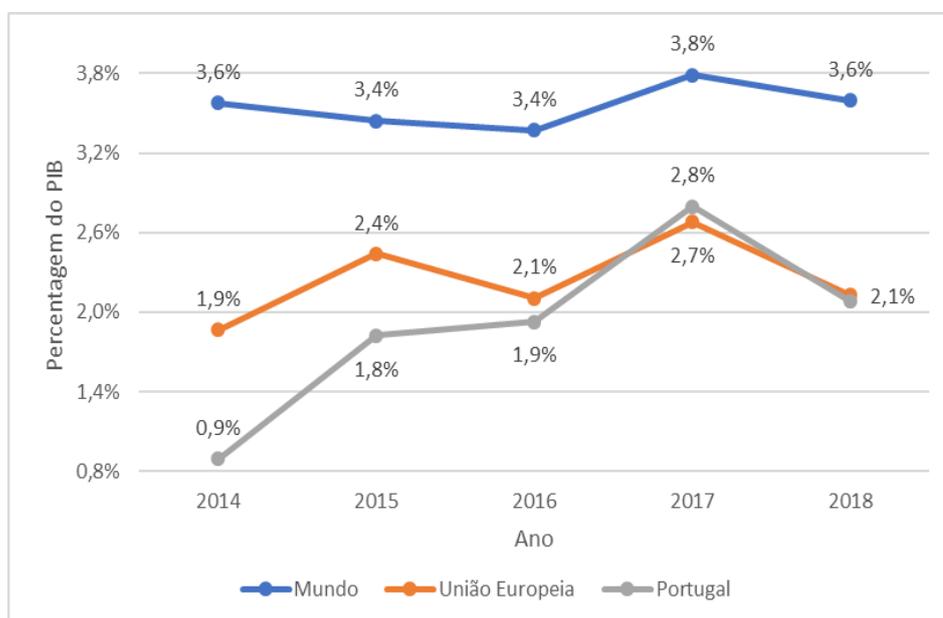


Figura 2.10 Variação anual do PIB nos últimos cinco anos

Existem várias formas de calcular o PIB de um país, neste caso foi escolhido o PIB Real, pois permite mostrar quanto cresceu efetivamente a economia do país eliminando o efeito da inflação. Salienta-se que o PIB tem algumas limitações, porque não contabiliza os bens não comercializados, atividades não declaradas e atividades ilegais. Outra limitação é o facto deste indicador não refletir o grau de bem-estar da população.

Segundo dados da Organização Mundial de Turismo, em 2017 registaram-se, 1 323 milhões de chegadas de turistas, correspondendo a um aumento de 6,8% face a 2016. O aumento registado configura-se como um ótimo indicador do crescimento deste sector. Na Figura 2.11 encontram-se as chegadas divididas por região do mundo.

Região	2013	2014	2015	2016	2017 (Po)
Mundo	1 093,7	1 138,5	1 194,6	1 239,0	1 322,8
Europa	566,4	576,2	605,1	619,0	671,1
Asia e Pacífico	254,2	269,5	284,1	305,9	323,2
Américas	167,6	181,9	193,7	200,7	207,3
Africa	54,7	55,0	53,6	57,8	63,0
Médio Oriente	50,8	55,9	58,1	55,6	58,2

Figura 2.11 Chegadas de turistas por regiões de destino 2013 – 2017 (INE I.P. 2017)

Em 2017, a Europa manteve-se como destino de eleição, representando 50,7% das chegadas totais, seguida da região de Ásia e Pacífico com 24,4% das chegadas.

2.6.2 Emissões de Gases Efeito de Estufa

Atualmente, já se conhecem alguns dos efeitos nocivos das alterações climáticas. O aumento no nível das águas do mar, distribuição atípica de chuvas e anomalias na temperatura da superfície terrestre, são algumas das consequências mais eminentes (Hoegh-Guldberg *et al* 2018). No presente texto não se vai entrar em grande detalhe sobre os efeitos e consequências do aumento dos GEE. Porém, deve-se referir que o clima é um fator chave para o turismo e que este sector é seriamente afetado pelas alterações climáticas e aquecimento global.

(Luderer *et al* 2018) traçaram quatro cenários que afetam a evolução da emissão dos GEE ao longo dos anos. Para uma melhor interpretação da Figura 2.12 cinco conceitos devem ser esclarecidos.

Baseline/reference: É o estado em relação ao qual uma mudança é medida. A expressão “cenário de referência”, ou “cenário de linha de base”, refere-se a cenários que assentam no pressuposto de que nenhuma política de mitigação será implementada, além daquelas que já estão em vigor ou prestes a ser adotadas. Normalmente, os cenários de referência são comparados a cenários de mitigação, cujo objetivo é atingir diferentes níveis de emissão de GEE, concentrações atmosféricas ou mudança de temperatura.

Current policy scenario: Cenário baseado em estimativas das emissões de 2020, considerando as projeções das tendências económicas e abordagens políticas atuais, após 2015. As estimativas podem ser baseadas em dados oficiais ou em análises independentes.

Nationally Determined Contribution (NDC): Propostas submetidas pelos países, que ratificaram o Acordo de Paris, onde estão presentes as ambições e metas atuais para reduzir as suas emissões. Os novos NDCs deverão ser apresentados em 2020 e a cada cinco anos a partir de então.

Unconditional Nationally Determined Contribution: Contribuições propostas pelos países sem condições associadas.

Conditional Nationally Determined Contribution: Contribuições de países que estão dependentes de várias condições, externas ou internas, que influenciam a capacidade de atingir as metas a que se propõem.

As conclusões retiradas da Figura 2.12 são claras. O facto de não se registar, num futuro próximo, um decréscimo das emissões dos GEE aponta para a necessidade de se fazer uma mudança. De outra forma não será possível baixar os valores das emissões dos GEE. O último relatório emitido, até à data, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente apresenta estratégias e soluções para este problema.

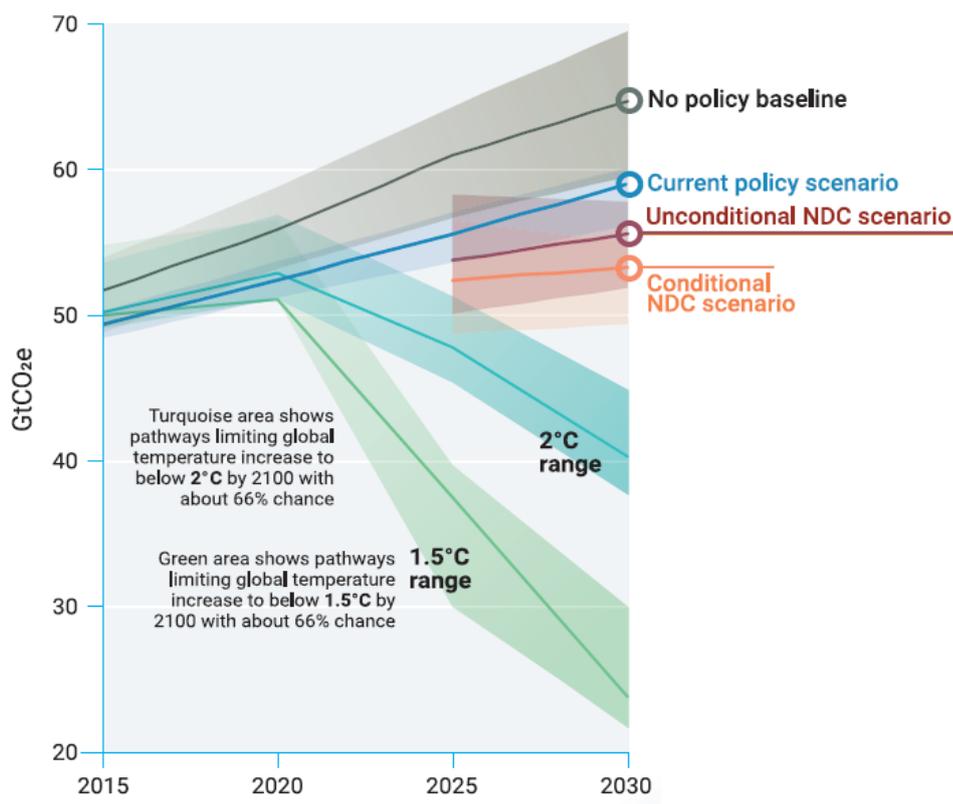


Figura 2.12 Emissão de Gases Efeito de Estufa mediante diferentes cenários

Na perspetiva do impacto do turismo nestas emissões, o relatório da (Organization World Tourism 2008) menciona que não existe informação relativamente às emissões de CO₂ associadas ao ciclo de vida e gastos energéticos no turismo, tornando-se impossível quantificar com exatidão as emissões de GEE deste sector. (Lenzen *et al* 2018) estabeleceram uma estimativa para estas emissões, utilizando como método a matriz de Leontief, em 160 países. Os dados inseridos no modelo advêm de um compêndio de informação proveniente de duas fontes, a conta satélite do turismo de cada país e dados reunidos pela Organização Mundial do Turismo. O modelo revela que entre 2009 e 2013 a pegada de carbono do turismo aumentou de 3.9 para 4.5 [GtCO₂], representado 8% da totalidade de GEE emitidos a nível global. Extrapolando para 2025, os resultados obtidos com o modelo são de 6.5 [GtCO₂], indicando um aumento nas emissões de GEE. O autor, sugere como explicação, o facto de a grande procura no sector turístico estar a ultrapassar todas as tecnologias implementadas para descarbonizar as atividades deste sector. É de prever que o turismo seja um dos grandes contribuidores para as emissões GEE, em particular os transportes aéreos, que são um elemento chave na realização de viagens.

2.6.3 Contexto Nacional

O saldo entre importações e exportações, no sector do Turismo, tem sido cada vez maior ao longo dos últimos anos. Na *Tabela 2.1* observa-se que, em 2014, este saldo refletiu-se numa contribuição de

4,1% para o valor total do PIB, enquanto que, em 2018, se registou uma contribuição de 5,9%. Constatase uma tendência de crescimento da balança de viagens e turismo, um indicador relevante para os agentes que atuam nesta área.

Tabela 2.1 Contribuição do Turismo no PIB de Portugal

Anos	2014	2015	2016	2017	2018
Balança de Viagens e Turismo [Milhões €]	6 895	7 487	8 289	10 041	10 858
PIB [Milhões €]	168 652	171 725	175 032	179 925	183 804
% do Turismo no PIB	4,1%	4,4%	4,7%	5,6%	5,9%

2.6.4 Oferta e ocupação do alojamento turístico coletivo: Hotelaria

Para melhor compreender o papel da hotelaria no país é necessário fazer uma distinção entre os diferentes tipos de alojamento Turístico Coletivo. A Figura 2.13 apresenta as três categorias deste sector consoante o tipo de serviços prestados aos clientes.

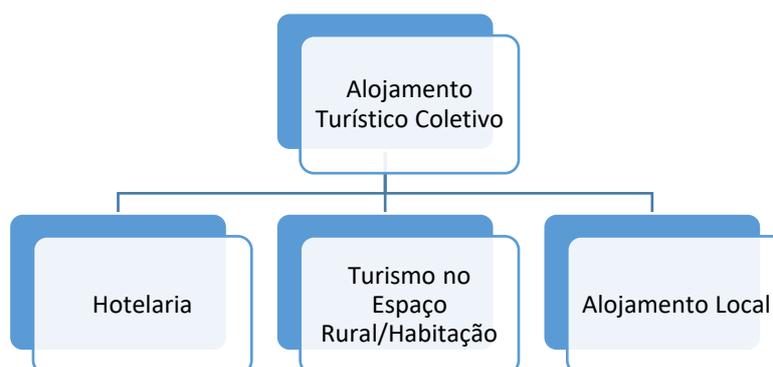


Figura 2.13 Categorias de Alojamento Turístico Coletivo

O presente trabalho incidirá na categoria da Hotelaria, dado que contem os **hotéis**, estabelecimentos que ocupam um edifício ou apenas parte independente dele, constituindo as suas instalações um todo homogéneo, com pisos completos e contíguos, acesso próprio e direto para uso exclusivo dos seus utentes, a quem são prestados serviços de alojamento temporário e outros serviços acessórios ou de apoio, com ou sem fornecimentos de refeições, mediante pagamento. Para além dos hotéis, fazem também parte da Hotelaria outros cinco tipos de estabelecimentos, os **hotéis-apartamentos**, constituídos pelo menos por um conjunto de 10 apartamentos equipados e independentes (alugados ao dia a turistas), que ocupam a totalidade ou parte independente de um edifício, desde que constituído por pisos completos e contíguos, com acessos próprios e diretos aos pisos para uso exclusivo dos seus utentes, com restaurante e com, pelo menos, serviço de arrumação e limpeza. As **pousadas**, instaladas em imóveis classificados como monumento nacional de interesse público, regional ou municipal e que, pelo valor arquitetónico e histórico, seja representativo de uma determinada época e se situe fora de zonas turísticas dotadas de suficiente apoio hoteleiro. As **Quintas da Madeira**, **apartamentos** e

aldeamentos turísticos, são alojamentos constituídos por um conjunto de instalações funcionalmente interdependentes com expressão arquitetónica homogénea, situados num espaço delimitado, que se destinam a proporcionar alojamento e outros serviços complementares a turistas, mediante pagamento.

Hóspedes e dormidas

Em 2017, a hotelaria alojou 19,8 milhões de hóspedes, que proporcionaram 55,7 milhões de dormidas, a que corresponderam aumentos de 10,1% e 8,4%, respetivamente, evoluções inferiores às verificadas em 2016 (+10,3% e +10,4%, pela mesma ordem). As 55,7 milhões de dormidas representam 84,6% do total de dormidas. Face a 2016, onde a hotelaria concentrou 86,5% das dormidas, evidencia-se alguma perda de representatividade no âmbito da globalidade do sector. Os hotéis contribuem com 71,5% das dormidas na hotelaria, valor equivalente a 39,83 milhões de dormidas, seguindo-se os hotéis-apartamentos (com 13,9%) (INE I.P. 2017).

Capacidade de alojamento

Em termos de capacidade oferecida, a hotelaria concentrou 30,1% do total de estabelecimentos e 77,7% da capacidade de camas no contexto da globalidade do alojamento turístico coletivo. A Figura 2.14 permite visualizar a distribuição da capacidade de camas na hotelaria, onde os hotéis detêm 67,4% da capacidade total, os hotéis-apartamentos 14,0% e os apartamentos turísticos 11,1% (INE I.P. 2017).

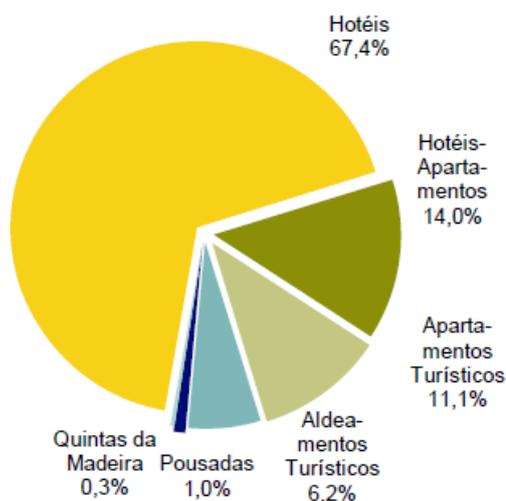


Figura 2.14 Capacidade de camas oferecida pelos estabelecimentos hoteleiros (INE I.P. 2017)

Em julho de 2017, estavam em atividade 1 758 estabelecimentos hoteleiros, refletindo um aumento de 5,3% face a julho de 2016. Concluiu-se que a oferta hoteleira em Portugal tem vindo a aumentar ao nível do número de estabelecimentos e do número de camas. No entanto, o crescimento das restantes categorias do alojamento turístico coletivo tem contribuído para a diminuição do número de dormidas na hotelaria.

3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA HOTELARIA

Como foi demonstrado no capítulo anterior, o turismo, em concreto a hotelaria, tem um grande impacto na economia do nosso país. A eficiência energética permite poupanças anuais avultadas face aos custos, o que influencia um dos fatores mais importantes numa empresa, a competitividade.

3.1 Quais os parâmetros que influenciam o consumo num hotel?

(Rodrigues 2011) criou um modelo para o sector hoteleiro cujo objetivo é averiguar o potencial de investimento em estratégias passivas e ativas de eficiência energética. Para tal analisou 10 unidades do grupo Pousadas de Portugal. A recolha de dados, para a criação do modelo, baseou-se em perfis de utilização, registo de equipamentos, medição de consumo em tempo real e informações sobre o edifício. Após sistematizar a informação, concluiu-se que as necessidades neste sector, especialmente no caso de unidade de médias e grande dimensão, não podem ser correlacionadas com a taxa de ocupação. A parametrização dos consumos dos edifícios deve ser feita por zona climática em vez de consumo por ocupação.

(Bohdanowicz and Martinac 2007) estudaram os fatores que influenciam o consumo de recursos em hotéis e quais os *benchmarks*⁴ existentes. Respondendo à pergunta: “Quão válidos e fiáveis são os *benchmarks* existentes e como é que eles são estabelecidos.” Através de um estudo à rede de hotéis Hilton e Scandic tentam determinar quais os fatores que afetam o consumo de recursos, assim como o seu impacto individual. Os fatores que influenciam a performance dos edifícios podem ser classificados como fatores físicos e fatores operacionais. Os fatores físicos estão associados à dimensão do edifício, estrutura, arquitetónica, localização geográfica e climática, idade do edifício, idade e tipo dos equipamentos de climatização e produção de águas quentes sanitárias, AQS. Os operacionais relacionam-se com o funcionamento base do edifício, horários de funcionamento de serviços como cozinha, lavandaria, piso técnico, piscina e spa. Fatores como a consciencialização do impacte ambiental por parte dos clientes, do pessoal de serviço no hotel, são mais difíceis de quantificar, uma vez que têm um carácter qualitativo. Os resultados indicam que os parâmetros relevantes que devem ser usados na modelação energética são:

- Padrão do Hotel: número de estrelas e dimensão (pequena, média ou grande);
- Área total do Hotel: determinante na quantidade de recursos consumidos;
- Condições climáticas: incluindo temperaturas externas e/ou graus-dia;
- Equipamentos de grande consumo para climatização e produção de AQS;
- Níveis de ocupação;
- Número de refeições servidas.

⁴ Avaliação comparativa; tem por base um valor standard

(Luz 2015) identificou os parâmetros que mais influenciam os consumos de energia, água e gás natural e que podem servir como base de análise desagregada em hotéis de características semelhantes. Sendo eles:

- Estrutura e dimensão do edifício;
- Localização climática/geográfica;
- Taxa de ocupação do hotel;
- Número de refeições servidas;
- Classificação do hotel relacionada com a qualidade/complexidade de serviços prestados e modo de funcionamento;
- Espaços e atividades de não-alojamento (salas de conferencia, atividades comerciais);
- Extensão de áreas ajardinadas, existência de piscina, spa, ginásio e lavanderia interna.

3.2 Projeto neZEH

Este projeto teve a duração de três anos e foi financiado pelo programa *Intelligent Energy – Europe*, IEE. O objetivo principal passou pela criação de vários projetos piloto em 16 hotéis⁵, com o compromisso da gerência em avançar na direção do consumo quase nulo de energia, através de remodelações de grande escala. Estes hotéis não só demonstraram a viabilidade e rentabilidade das remodelações como também servem de exemplos inspiradores. Os resultados obtidos, em cada hotel, podem ser consultados no relatório final (Claridge 2016).

Para se tornarem hotéis neZEH passaram pelas seguintes fases:

1. Auditoria energética ao hotel e identificação de potenciais poupanças;
2. Criação de um plano de negócio e escolha das soluções energéticas mais adequadas;
3. Desenvolvimento do plano de renovação para alcançar o estatuto de NZEB;
4. Formar o *Staff* e integrar os clientes na experiência NZEB

Casos de Estudo:

A Tabela 3.1 indica os valores dos principais indicadores do projeto, redução de GEE [TCO₂/ano], poupanças nos custos [€/ano] e o período de retorno calculado em anos. Dos 16 hotéis, selecionaram-se todos aqueles que se situavam em área urbana, tal como o EPIC SANA hotel. O S:T Clemens, na Suécia, foi deixado de fora, uma vez que, apesar de ser um hotel urbano, está sujeito a condições climáticas muito diferentes das encontradas em Lisboa. Em adição, considerou-se o hotel Corona del Mar, situado na costa de Espanha.

⁵ situados em sete países europeus: Grécia; Espanha; Itália; Suécia; Roménia; Croácia e França

Tabela 3.1 Principais Indicadores do Projeto neZEH

	País	Hotel Piloto	Investimento [€]	Retorno [anos]	Energia Renovável Acionada [toe/ano]	Poupança de energia primária [toe/ano]	Redução GEE [TonCO ₂ e/ano]
1	Espanha	Corona del Mar	576 576 €	8,9	8,16	92,7	196
2	Grécia	Arkadi	161 000 €	7,9	12,18	36,02	107,39
3	Grécia	Ibiscos Garden	460 000 €	8,7	22,96	69,26	259,43
4	Itália	Residencia L'Orologio	110 962 €	12,5	0,49	12,05	17,87
5	Roménia	Cubix	385 685 €	10,41	26,91	71,39	230,26
6	Roménia	Kolping	67 723 €	6,31	7,83	20,46	58,32

O conjunto de medidas implementadas nos hotéis selecionados foram:

- Instalação de painéis fotovoltaicos [1; 2; 3; 4; 6];
- Substituição de cabeças de chuveiro por outras mais eficientes [1];
- Reajuste dos horários de bombagem de água e aquecimento das piscinas [1];
- Isolamento e sombreamento da fachada exterior com o objetivo de melhorar o conforto térmico interior [2];
- Instalação de bombas de calor para aquecimento, arrefecimento e geração de AQS com o objetivo de abolir a utilização das caldeiras a gás [1; 2];
- Instalação de sensores de movimento para controlo da luz nos corredores e casas de banho [1; 2; 3; 5; 6];
- Instalação de sensores de movimento nas portas dos quartos e janelas para desligar o ar condicionado quando a porta se encontra aberta [2; 5];
- Melhoria no isolamento do envelope do edifício [3; 4];
- Modernização dos equipamentos utilizados na Cozinha [3; 4];
- Instalação de luzes LED [1; 4; 5; 6];
- Os minibares foram removidos ou substituídos por outros mais eficientes [1; 5];
- Substituição de torneiras normais por torneiras com dois níveis de caudal de modo a evitar consumos excessivos de água [6];
- Desconexão do sistema elétrico dos quartos quando estes não se encontram ocupados [5; 6].

Este estudo permite que hotéis com características similares entendam como replicar as medidas implementadas e quanto é expectável gastar nas remodelações. Especial destaque ao hotel espanhol Corona del Mar, onde praticamente todas as medidas implementadas podem ser replicadas noutros hotéis, lembrando: substituição das lâmpadas, detetores de presença, controladores de caudais e melhoria do isolamento do edifício. É o típico hotel, mediterrânico situado na costa, cuja tipologia é comum no sul da Europa.

Os resultados finais apontam para a redução de energia primária, sobre as funções de hospedagem⁶, que passou de uma média de $277 \frac{kWh}{m^2 \cdot ano}$ para uma média de $102 \frac{kWh}{m^2 \cdot ano}$, uma redução de 63%. O uso de energias renováveis aumentou de 18% para 46%.

3.3 Programa Europeu *GreenLight*

Neste programa voluntário, organizações públicas e privadas comprometeram-se, perante a comissão europeia, a melhorar o modo como iluminavam as suas instalações. A cadeia espanhola, NH Hoteles, que opera mais de 350 hotéis em 28 países, participou neste projeto, mais concretamente o NH Collection Palacio de Aranjuez.

Este hotel, situado numa zona histórica, possui uma área de 11 969 [m²] e um total de 86 quartos. Com as novas lâmpadas eficientes a potência consumida no hotel diminuiu cerca de 68%, de 750 [kW] para 242 [kW]. Este decréscimo representa uma poupança anual de 58 600 [kWh] e 72,25 [TCO₂]. A nível financeiro, esta intervenção garante uma poupança de 14 270 [€/ano], o retorno do investimento é de um ano. As estratégias implementadas foram a centralização do sistema de gestão de iluminação, detetores de presença e reguladores de luz. A redução percentual de consumo de energia total no hotel foi de 7,3% (Bertoldi and Cuniberti 2011).

3.4 Energias renováveis em hotéis

Em 2003, um projeto chamado “HOTRES” pretendia criar condições para a implantação sistemática de energias renováveis no sector hoteleiro. De acordo com o plano traçado, cinco tecnologias de energias renováveis (solar térmica, solar passiva, solar fotovoltaica, biomassa e energia geotérmica) foram promovidas, junto das unidades hoteleiras, de modo a entender qual a reação dos gerentes a cada tipo de tecnologia. Os resultados revelam uma reação positiva perante três das cinco tecnologias referidas, a solar térmica, 66% de preferência, solar fotovoltaica, 24% e energia geotérmica, 10%, sendo que existe alguma relutância em investir em biomassa e solar passiva. O estudo revelou gamas muito abrangentes para os períodos de retorno dos investimentos, uma vez que estes dependem das condições climáticas do país, existência de subsídios e preço da eletricidade. Por exemplo, para o investimento em tecnologia solar térmica, podem variar de 9 anos na Madeira até 19 anos em França. Outro fator de elevada relevância é o facto de os hóspedes estarem cada vez mais a exigir serviços que sejam “amigos do ambiente”, tornando-se numa vantagem competitiva para os hotéis que possuem este tipo de tecnologia. (Karagiorgas *et al* 2006).

⁶ Serviços de Hospedagem: Espaços/Serviços básicos associados a estadia do cliente e que necessitam de satisfazer determinados requisitos. São eles, quartos, receção, salas de conferencias, Bar, Restaurante.

Segundo um questionário Australiano a turistas, constatou-se que 60% afirmaram que seriam mais tolerantes a falhas de eletricidade no hotel se estas fossem consequência da utilização de energias renováveis (Hotel Energy Solutions 2011a).

(Rodrigues 2011) Concluiu que o clima e perfil de radiação em Portugal são muito favoráveis à instalação de painéis solares térmicos, sendo que na generalidade das instalações o período de recuperação do investimento ronda os 12,5 anos.

3.5 Casos de estudo em Portugal

(Gomes 2018) realizou um estudo técnico-económico sobre a integração de painéis fotovoltaicos na fachada Sul do Corinthia. Para tal analisou a geometria da fachada com uma ferramenta CAD, estudando o sombreamento do edifício através do programa Energy3D. Com o programa de computador PVGIS, *Photovoltaic Geographical Information System*, calculou os valores de irradiação global anual e também as coordenadas exatas do hotel. Caso se implemente o sistema, a redução das emissões de CO₂, ao fim de 25 anos, seria de 4662 toneladas de CO₂ e poupar-se-ia em energia o equivalente a 2133 [tep]. Posteriormente foi estudada a viabilidade económica do projeto, cujo tempo de retorno está dentro de um intervalo de 10 a 11 anos.

(Gonçalves 2010) estudou o consumo de energia no Sheraton e calculou os índices de eficiência energética ($IEE_{ref, facturas}$, $IEE_{médio-ponderado}$ e $IEE_{dormidas}$) baseando-se nos consumos mensais, ocupação e condições externas. Todos os índices se encontram abaixo do previsto pela lei, não existindo a necessidade de aplicar um plano de racionalização de energia. Realizou, também, uma análise detalhada do consumo energético, através do programa *Design Builder*. Os resultados demonstram que as perdas de calor se devem ao envelope do edifício (34%) e à ventilação externa (46%) que não pode ser reduzida. O valor devolvido pelo programa desvia-se em 10% do valor real. Uma análise de melhorias revelou que a substituição das UPAR, Unidades Produtora de Água Refrigerada (*Chillers*) teria um retorno de investimento de 3.85 anos e das caldeiras de 2.14 – 3.43.

4 CASO DE ESTUDO: EPIC SANA Lisboa

4.1 Descrição do edifício

O edifício em estudo é o EPIC SANA Lisboa Hotel, de categoria 5 estrelas. Está localizado na Avenida Engenheiro Duarte Pacheco 15, no centro de Lisboa. O hotel situa-se numa zona climática I1, V2-S. O zonamento climático do País baseia-se na Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos, NUTS, através do qual se torna possível estabelecer qual a melhor estratégia de climatização a adotar. A sua construção iniciou-se no ano 2012 e a inauguração ocorreu em março de 2013. Tem uma área útil de pavimento equivalente a 34 560 [m²] dividida pelos seguintes espaços, Restaurantes, Escritórios, Clubes Desportivos com Piscina, Cozinhas, Armazéns, Lavandarias, Estacionamentos e espaço associado a Hotéis de 4 ou mais estrelas.

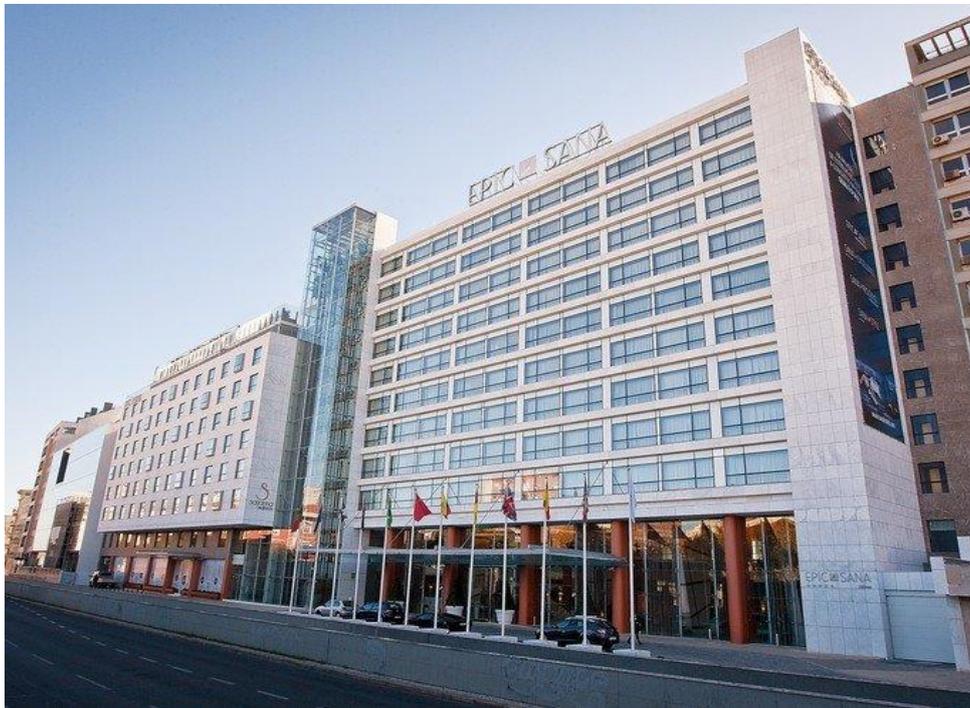


Figura 4.1 EPIC SANA Hotel Lisboa < http://caras.sapo.pt/lifestyle/lifestyle_viagens/2015-05-31-Epic-Sana-Lisboa>, Domínio Público

A estrutura do edifício é aproximadamente retangular, estando as fachadas principais orientadas a Norte, onde se encontra a entrada principal, e a Sul. É composto por 16 pisos, 11 dos quais acessíveis ao cliente. Em adição aos 311 quartos, dos quais 20 são suites, distribuídos pelos pisos 2 a 10, o EPIC SANA, disponibiliza aos seus clientes um vasto conjunto de serviços para os satisfazer com o mais alto padrão de qualidade. São eles, SPA e ginásio na cave 2, centro de conferências na cave 1, restaurante temático e bar no piso 0, salas de reunião e um restaurante no piso 1 e piscina exterior aquecida e bar no piso 8.

Os serviços internos do hotel encontram-se na sua maioria nos pisos subterrâneos, cave 1 e 2, juntamente com os escritórios, cozinha, refeitório do pessoal, oficinas, armazéns, balneários dos colaboradores e lavandaria.

É importante destacar que o EPIC SANA está direcionado para o segmento MICE: *Meetings* (Encontros), *Incentives* (Incentivos), *Conferences* (Conferências) e *Exhibitions* (Feiras). Este segmento corresponde a um tipo muito particular de turismo, onde os grupos que viajam têm um propósito bem definido e o programa já se encontra planeado. Em 2019, a *World MICE Awards* distinguiu o EPIC SANA com o *Europe's Leading MICE hotel 2019 award*.

4.1.1 Taxa de ocupação

Durante o ano de 2018, o hotel teve, em média, 78% dos seus quartos ocupados. Um valor elevado de taxa de ocupação influenciará o consumo energético de sectores como a cozinha, limpeza e energia utilizada nos quartos. Na *Tabela 4.1*, destacam-se os meses de agosto e setembro por registarem o maior e menor valor percentual, 98% e 53%, respetivamente. A elevada taxa de ocupação ao longo do ano é explicada pelo facto de Lisboa se estar a tornar uma capital de destaque na Europa e ser, em Portugal, a região detentora do segundo lugar com mais dormidas registadas, de acordo com o relatório das estatísticas do turismo do INE (INE I.P. 2017). Para além disso, constata-se que é em março que a taxa de ocupação sobe drasticamente, mantendo-se acima da média até agosto, com exceção de julho, que registou um valor de 75%.

4.2 Sistemas, Equipamentos e Consumos do Hotel

Tabela 4.1 Taxa de Ocupação em 2018

Mês	Percentagem
Janeiro	65,02%
Fevereiro	63,67%
Março	95,85%
Abril	81,35%
Maio	86,50%
Junho	88,10%
Julho	74,60%
Agosto	98,71%
Setembro	53,23%
Outubro	67,47%
Novembro	62,01%
Dezembro	94,44%

Nesta secção serão apresentados os principais equipamentos consumidores de energia no hotel, assim como os respetivos valores de consumo anual estimados, no Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, SCE, sob a forma de energia primária. No final, a informação será sintetizada num diagrama de fluxo. Neste diagrama será possível visualizar o modo como a energia primária se divide nos vários sectores do hotel. Salienta-se o facto de os valores apresentados serem todos baseados em simulações teóricas, uma vez que, o certificado foi emitido pouco depois do ano de finalização das obras.

4.2.1 Sistema de climatização

Um sistema centralizado garante a produção de água arrefecida e aquecida. A água arrefecida é produzida por duas Unidades Produtoras de Água Refrigerada, UPAR, situadas na cave 3. Cada equipamento tem uma potência térmica de 932 [kW] e um coeficiente de eficiência energética sazonal, mais conhecido pela sigla inglesa, ESEER, de 7.32. O sistema de condensação é constituído por uma bomba de circulação e uma torre de arrefecimento, para cada UPAR. O consumo nominal estimado de energia primária para arrefecimento é de 175 550 [kg_{ep}/ano].

A água aquecida é produzida por três caldeiras a gás natural, no piso 11, cada uma com a potência de 600 [kW]. Têm uma eficiência de 92,4% quando trabalham a carga máxima. Todas as tubagens associadas ao sistema de climatização estão isoladas termicamente. O consumo nominal estimado de energia primária para aquecimento é de 3 393 [kg_{ep}/ano].

O tratamento do ar é assegurado por três Unidades de Tratamento de Ar Novo, UTAN, com um sistema de recuperação de calor, que estão encarregues do fornecimento de ar novo para os quartos. Os restantes espaços do hotel são climatizados por UTAs dedicadas. O controlo de qualidade do ar interior é tido como uma grande preocupação, pelo que o hotel se encontra munido de diversos acessórios como sondas de CO₂, pressóstatos diferenciais, entre muitos outros, para assegurar as condições desejadas. Todos os espaços do hotel são insuflados com valores de caudais de ar novo superiores aos mínimos regulamentados.

Existem algumas soluções, já aplicadas no hotel, com o objetivo de economizar a energia associada à climatização. Consistem em dois sistemas, um de regulação e controlo da temperatura máxima e mínima, e outro de regulação de potências de aquecimento e arrefecimento. Estes sistemas permitem o fecho ou redução de potência em períodos de não ocupação de um ou vários espaços.

4.2.2 Caldeiras

Preparação de Águas Quentes Sanitárias

A produção de AQS é assegurada pela central térmica de aquecimento situada na cobertura do edifício, piso 11. É composta por coletores solares e caldeiras a gás. As características das caldeiras já foram referidas na secção 4.2.1, uma vez que são responsáveis tanto pela preparação das AQS como pela climatização. A acumulação de água aquecida é feita por seis depósitos cilíndricos horizontais, localizados na cobertura, com capacidade para 5000 litros cada. Toda a tubagem das redes de

distribuição de AQS está isolada. O consumo nominal estimado de energia primária na preparação de AQS é de 25 559 [kg_{ep}/ano].

De acordo com a Figura 4.4, que se baseia no SCE, tem-se que 59% do gás utilizado no hotel se destina à produção de AQS. No entanto, como se verá na secção 4.3.5, o consumo total estimado de gás não corresponde ao real, pelo que se optou por recorrer à literatura para encontrar um valor de referência. (Pérez *et al* 2019) indica que a percentagem de energia utilizada, na preparação de AQS, ronda o valor de 17%, nos Estados Unidos da América, 20%, na Grã-Bretanha, e 22% na Grécia. Em Portugal, (Gonçalves 2010), através de uma simulação dinâmica do comportamento térmico do Sheraton Lisboa hotel, alcançou um valor de 17% para a energia utilizada em AQS. Posto isto, optou-se por usar o valor de 20% do total de gás registado nas faturas para a produção de AQS, que corresponde a 34 694 [m³] de gás. Sabendo que o poder calorífico inferior, PCI, do gás, utilizado no hotel é, em média, 11,99 [kWh/m³], obtém-se um valor de 415 985 [kWh]. Convertendo para quilograma equivalente de petróleo tem-se 35 768 [kg_{ep}/ano]. Observa-se que este valor é substancialmente superior ao estimado pelo SCE.

No que concerne à energia proveniente dos coletores solares, sabe-se que o sistema é composto por 44 módulos de tubos de vácuo, que equivalem a uma área de 142,1 [m²]. Três depósitos de acumulação auxiliam o armazenamento de AQS com uma capacidade total de 4000 litros. A energia fornecida pelo sistema é de 11 852 [kg_{ep}/ano].

De modo a calcular a energia total necessária para a produção de AQS basta somar o valor de energia despendida pelas caldeiras, proveniente das faturas, ao valor de energia fornecida pelos coletores solares. O resultado são 47 620 [kg_{ep}/ano], o equivalente a 553 820 [kWh/ano]. A Figura 4.2 apresenta, sob a forma de percentagem, a contribuição de cada sistema.

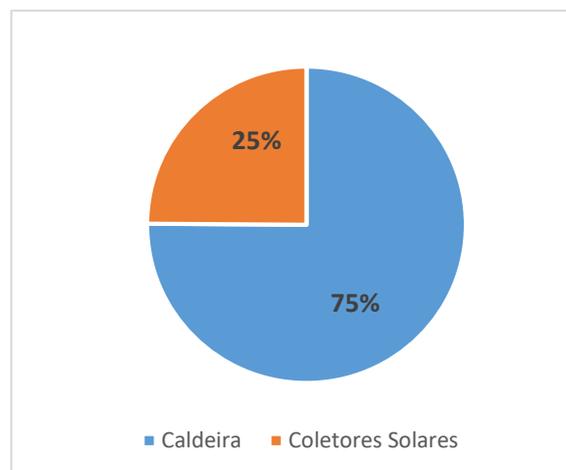


Figura 4.2 Elementos responsáveis pela produção de AQS

Aquecimento de Água para as Piscinas

Ambas as piscinas do hotel são de água aquecida. A piscina exterior, no piso 8, é exclusivamente aquecida pelas caldeiras. Por outro lado, o aquecimento da piscina interior, que se situa no piso -2, é auxiliado por um sistema de recuperação de calor, associado à unidade de tratamento de ar específica deste espaço. O consumo anual estimado de energia primária, no aquecimento de piscinas, através das caldeiras é de 14 276 [kg_{ep}/ano].

4.2.3 Iluminação

A iluminação do edifício integra vários tipos de luminárias, tais como, lâmpadas LED, fluorescente tubulares, fluorescentes compactas e incandescentes de halogéneo. O consumo nominal estimado de energia primária, para iluminação no edifício, é de 416 553 [kg_{ep}/ano], aproximadamente 2 [GWh/ano]. Atendendo ao grande impacto no consumo de eletricidade, este tópico receberá maior atenção na secção 5.4.

4.2.4 Outros equipamentos

No SCE estão ainda discriminados os consumos de outros equipamentos, da ventilação não associada ao processo de climatização e, por último, dos meios elevatórios e sistemas de bombagem da rede de águas. Para uma leitura mais fácil, os dados encontram-se resumidos na *Tabela 4.2*.

Tabela 4.2 Consumos anuais de energia primária de outros Equipamentos do hotel

Categoria	Consumo [Kgep/ano]
Outros Equipamentos	439 638
Ventilação não associada ao processo de climatização	189 956
Meios elevatórios e Bombagens	12 251
Somatório	641 845

4.2.5 Paredes, Coberturas, Pavimentos e Vãos envidraçados

Tendo em conta a data recente de construção do edifício, pode-se admitir a hipótese do respetivo envelope se encontrar devidamente isolado. Para averiguar a veracidade da hipótese, procurou-se no SCE, aferir se os coeficientes de transmissão térmica superficial, U [W/(m²*°C)], das paredes, coberturas, pavimentos e vãos envidraçados, respeitam os valores legislados.

Verificou-se, no caso das paredes e dos pavimentos, que nem todos os valores do coeficiente U se encontram abaixo dos legislados. As paredes interiores, WI1 e WI2a, e o pavimento F01a encontram-se no limite estipulado por lei de 2 [W/(m²*°C)] e 1,65 [W/(m²*°C)], respetivamente. As coberturas e vãos envidraçados do edifício possuem, sem exceção, os valores de U abaixo do valor legislado. Deve-se especificar que os vãos envidraçados são constituídos por vidros duplos e que numa das faces do vidro é integrada uma película de baixa emissividade, conferindo-lhe melhor desempenho energético. Tendo isto em consideração, infere-se que não se justifica o investimento em películas solares.

Da leitura do documento conclui-se que todos os dados corroboram a hipótese do edifício se encontrar devidamente isolado. Não se considera esta área como um foco prioritário de intervenção para a melhoria da eficiência energética do edifício, uma vez que o edifício está bem isolado e a implementação de PCMs em paredes, coberturas e pavimentos tem um elevado período de retorno.

4.2.6 Diagrama Sankey

Recorrendo a um programa de construção de diagramas SANKEY, foi possível compilar todos os consumos energéticos apresentados no SCE. De modo a facilitar a leitura e compreensão do diagrama, dividiram-se os fluxos de energia em dois diagramas de SANKEY. No primeiro, apresentado na Figura 4.3, representou-se apenas a conversão de energia primária em energia final. Foram utilizados os fatores de conversão indicados no despacho n.º 15793-D/2013, $2,5 \frac{\text{Energia Primária}}{\text{Energia Final}}$, para eletricidade, e $1 \frac{\text{Energia Primária}}{\text{Energia Final}}$, para combustíveis não renováveis. As unidades utilizadas em ambos os diagramas foram [kg_{ep}/ano].

No segundo diagrama, Figura 4.4, especificou-se a distribuição da energia final, calculada no diagrama anterior, pelas várias zonas do hotel. Infere-se que a iluminação e os equipamentos são as duas categorias que consomem maior quantidade de energia no hotel. Um estudo mais pormenorizado à iluminação será realizado na secção 5.4, na tentativa de compreender o porquê deste valor, e se existe alguma possibilidade de tornar este sector mais eficiente.

Destaca-se que na construção do diagrama da Figura 4.4 foram consideradas duas fontes de informação diferentes: os dados recolhidos do SCE e, no caso da iluminação e equipamentos, os consumos anuais foram calculados através de uma simulação, que teve em consideração a potência instalada de cada lâmpada e equipamento.

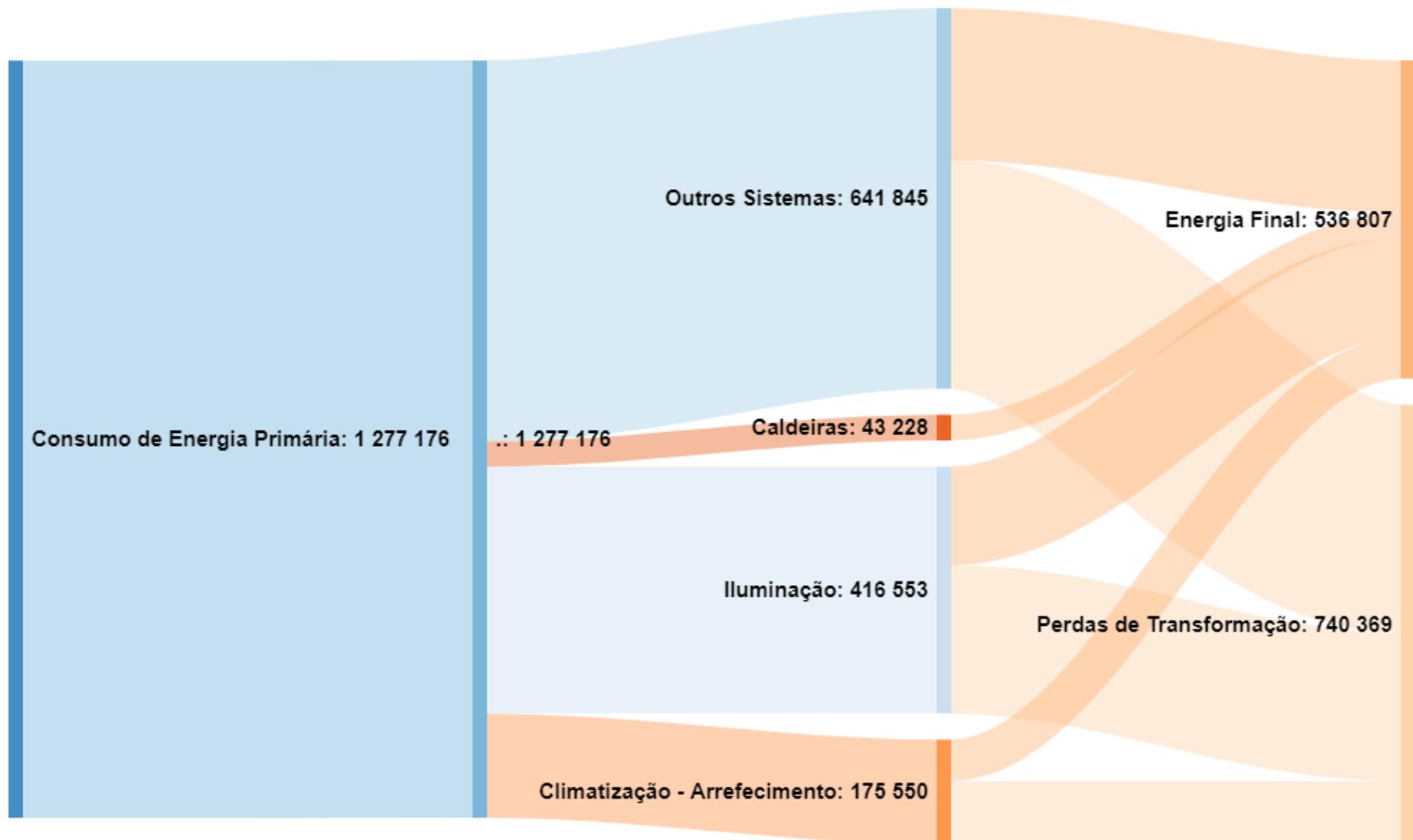


Figura 4.3 Diagrama de SANKEY da conversão de energia primária para energia final do hotel, em 2013

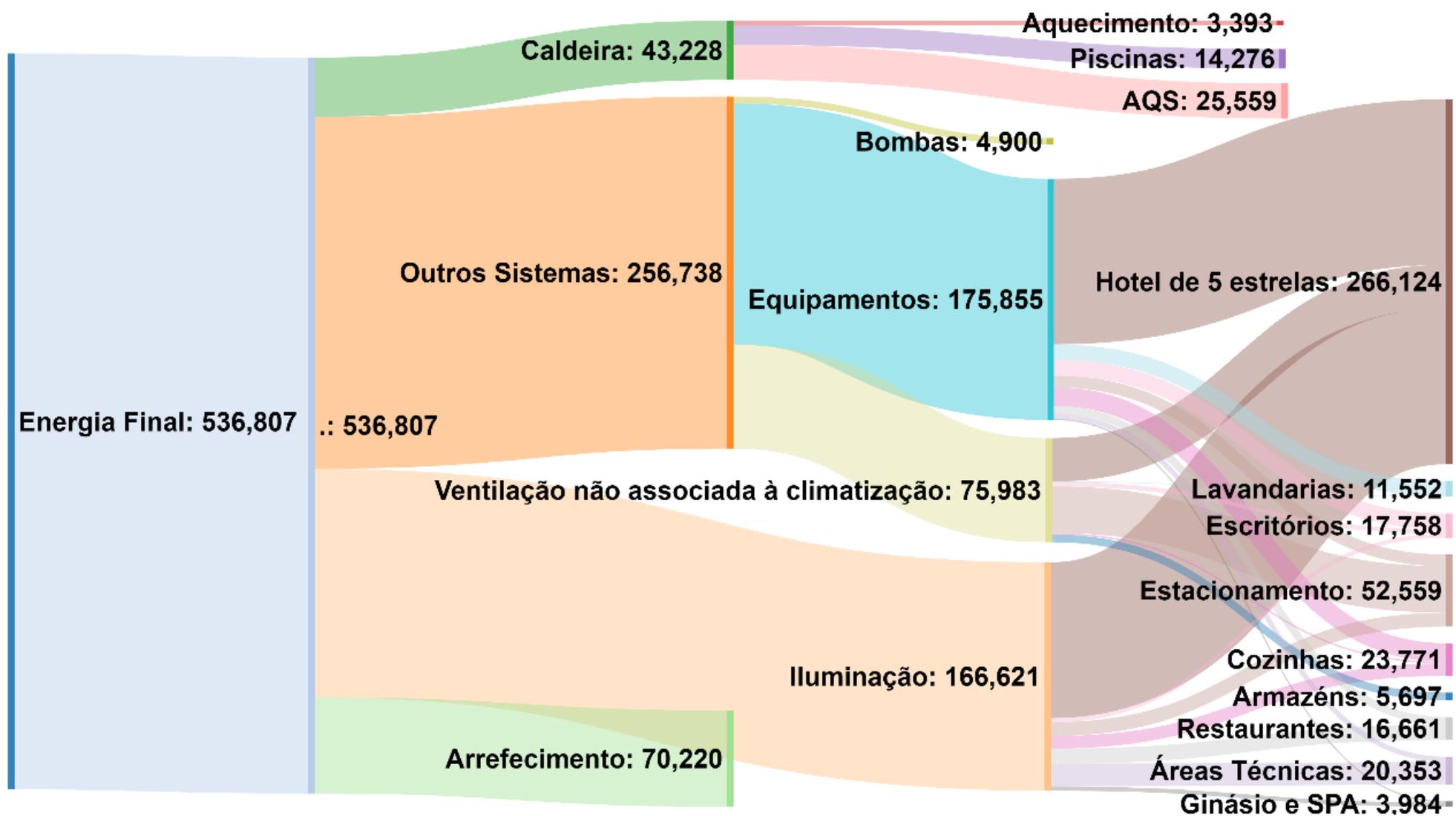


Figura 4.4 Diagrama de SANKEY para o consumo de energia final do hotel, em 2013

4.3 Caracterização dos consumos de energia

As fontes de energia do EPIC SANA Hotel são a eletricidade e o gás natural. Observa-se que grande parte dos equipamentos utilizam eletricidade, logo é expectável que esta seja a fonte proeminente de energia. Começou-se por fazer um levantamento e análise dos dados referentes ao consumo de eletricidade e gás do ano anterior, 2018. Os seguranças do hotel registam, diariamente, numa folha Excel, os dados relativos ao consumo de água total, consumo de água -4, consumo de gás da cozinha, consumo de gás das caldeiras, eletricidade no vazio, super vazio, cheia e ponta. Após o tratamento de dados, criou-se um ficheiro com os consumos totais de água, gás e eletricidade.

4.3.1 Faturação de gás

O facto de existirem contadores individuais, para as caldeiras e para a cozinha, permitiu realizar um estudo personalizado do consumo de gás, em cada um destes sectores. A seguinte análise procura compreender e justificar as oscilações de cada variável ao longo do ano.

Gás da Cozinha

Relativamente ao gás consumido na cozinha, verifica-se que esta variável atinge o seu máximo em outubro, 2 555 [m³], e o mínimo em agosto, 2 092 [m³]. No estudo realizado consideraram-se três grupos de pessoas, o *staff*, os hóspedes e pessoas associadas ao segmento MICE. A Figura 4.5 expressa os resultados do estudo efetuado. Pode-se verificar que existe uma relação direta entre o número de pessoas associadas ao segmento MICE e o gás consumido na cozinha. Esta relação é compreensível, uma vez que, todos os eventos realizados no hotel envolvem a confeção de alimentos.

Apesar da figura 4.5 indicar que o *Staff* se mantém, aproximadamente, constante ao longo do ano é importante referir que, na análise efetuada, não foram incluídas as pessoas provenientes de empresas prestadoras de serviços ao hotel. Estas pessoas também fazem refeições no estabelecimento e quando ocorrem grandes intervenções de manutenção, será expectável um aumento significativo das refeições realizadas pelo *Staff*, no entanto, não existe registo das refeições servidas desta forma.

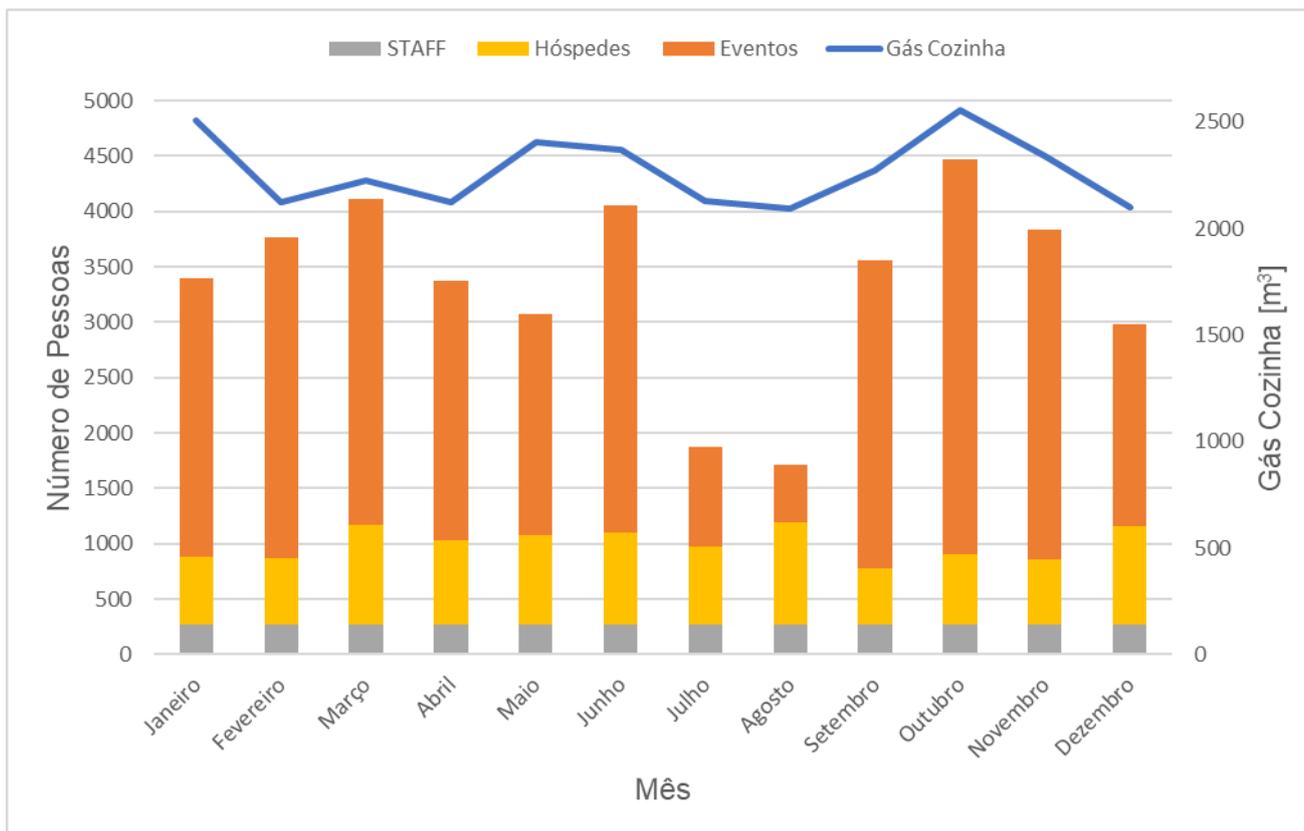


Figura 4.5 Consumo de Gás na Cozinha Versus Número Total de Pessoas no Hotel, 2018

Gás na Caldeira

Esta variável atinge o seu máximo em março, 15 667 [m³], e o mínimo em setembro, 7 976 [m³]. Frisase que a principal função das caldeiras é a produção de AQS, por conseguinte, foram recolhidos os dados meteorológicos, em Lisboa, através dos boletins climatológicos de cada mês, disponibilizados pelo IPMA, em 2018. Na Figura 4.6, encontram-se a sobreposição das temperaturas médias mensais, em Lisboa, e o consumo de gás nas caldeiras. Consta-se que existe uma relação inversa entre as duas variáveis, isto é, quando a temperatura aumenta o consumo de gás diminui.

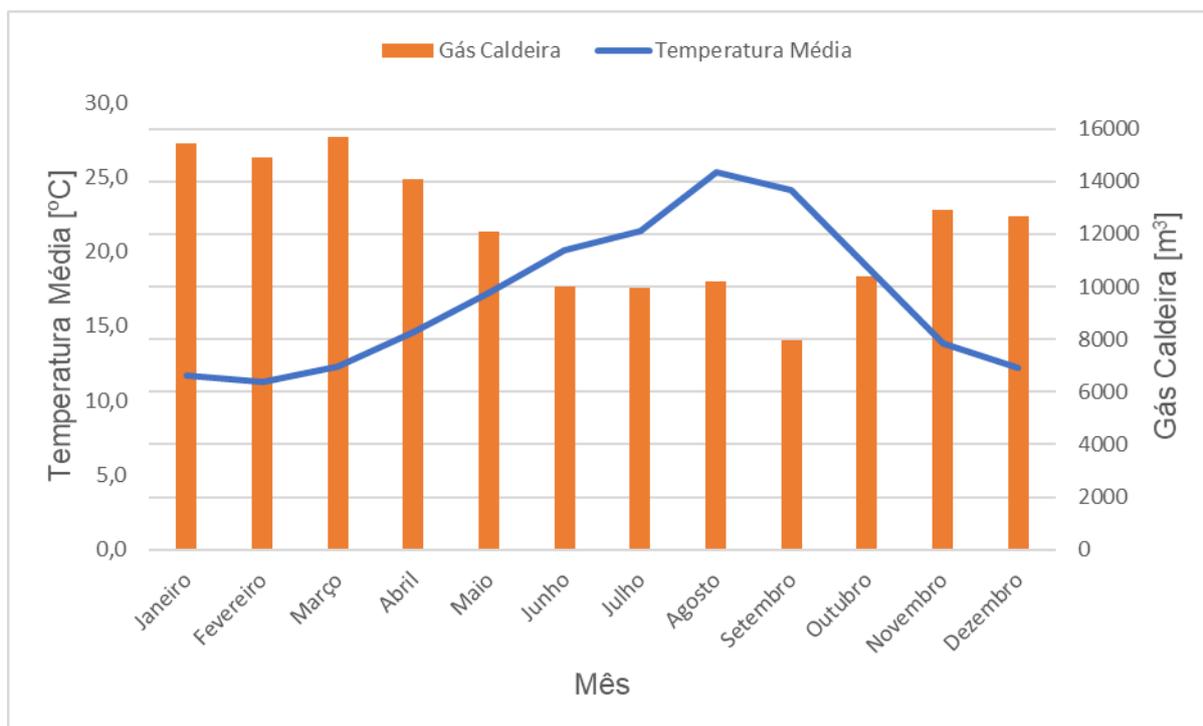


Figura 4.6 Consumo de Gás na Caldeira Versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

Estudou-se também a influência da taxa de ocupação, concluindo-se que esta variável, apesar de afetar o consumo de gás, não tem uma relação linear como as variações de temperatura. Ainda assim, com o auxílio desta variável, consegue-se justificar que março tenha sido o mês de maior consumo de gás, visto que, alia uma taxa de ocupação de 96%, a segunda mais alta do ano, com uma temperatura média de 12,3 [°C] e que setembro tenha sido o mês de menor consumo de gás, na medida que a temperatura atingiu o segundo valor mais alto do ano, 24,2 [°C] e ocorreu a menor taxa de ocupação, 53%. Acrescente-se que, o gás da caldeira também é utilizado para manter a temperatura da piscina exterior constante e como no verão a taxa de evaporação é superior à registada no inverno, mais água será gasta e, conseqüentemente, as caldeiras terão de trabalhar mais.

Sublinhe-se que o valor mais baixo de gás consumido nas caldeiras é, aproximadamente, três vezes maior que o consumo máximo de gás na cozinha e que, no geral, as caldeiras são responsáveis por 84% do consumo de gás no hotel, como representado na Figura 4.7



Figura 4.7 Repartição do Consumo de gás no hotel

4.3.2 Faturação da eletricidade

O consumo de energia, geralmente, é responsável por 4% a 6% dos custos totais de operação de um hotel (Bohdanowicz and Martinac 2002), intervalo no qual o EPIC SANA se enquadra. Como demonstrado na secção 4.2, a eletricidade é usada para alimentar diversos sistemas e equipamentos no hotel, constituindo um grande peso na fatura final. A forma como a eletricidade se distribui pelas diferentes áreas pode ser observada na Figura 4.8. Alguns dos sistemas apresentados nesta figura tem um consumo constante ao longo do ano, uma consequência de serem utilizados de forma regular, como por exemplo os equipamentos dos escritórios, lavandaria, armazéns e estacionamentos. Sabendo isso, julga-se que as oscilações na fatura da eletricidade deverão ser da responsabilidade de áreas com consumos mais variáveis do hotel, tais como, os sistemas de climatização. Estes sistemas dependem fortemente das condições climáticas, mais concretamente, das variações de temperatura. Dito isto, o resultado apresentado na Figura 4.8 corrobora a hipótese da influência das condições climáticas no consumo de eletricidade. Observa-se uma relação direta entre a variação da temperatura e o consumo de eletricidade no hotel.

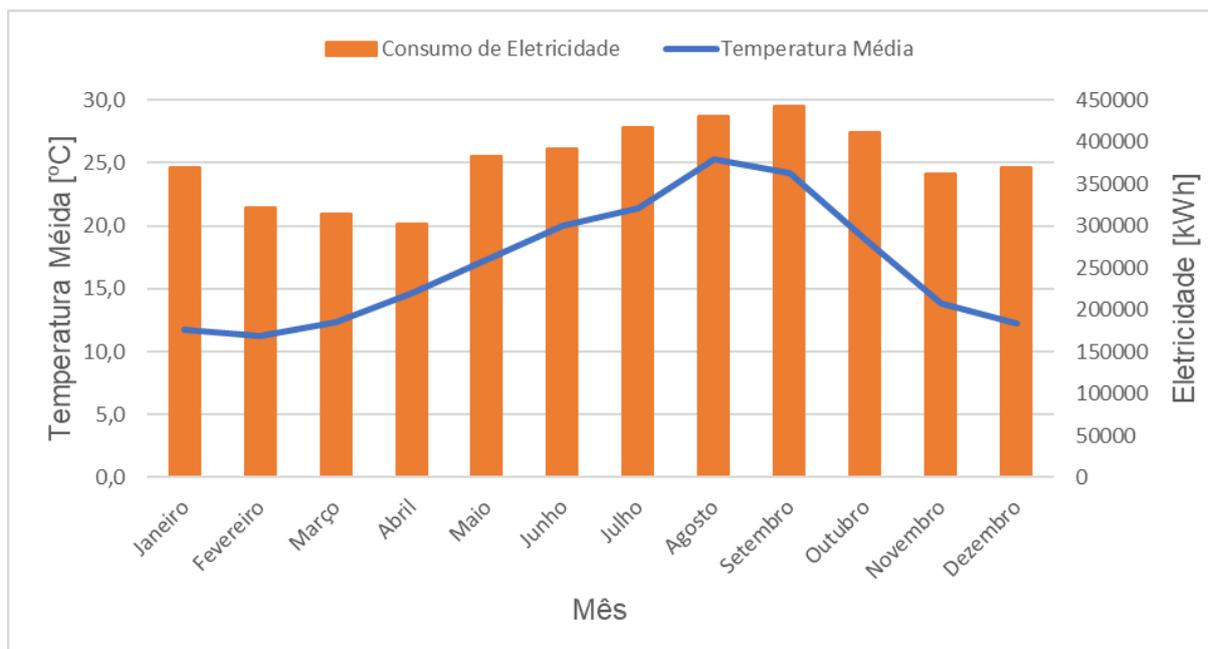


Figura 4.8 Consumo de Eletricidade versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

No que diz respeito ao ponto de temperatura definido nas estações que requerem arrefecimento (Alujević 2006) realizou um estudo de forma a compreender como é que a temperatura definida para os quartos influencia os consumos de energia associados ao arrefecimento. Os resultados sugerem que é preferível escolher um valor de temperatura mais elevado para os quartos do hotel, cerca de 26 [°C], de modo a obter poupanças de energia.

4.3.3 Emissões de Gases Efeito de Estufa

Para uma análise mais detalhada, converteram-se os valores de gás e eletricidade, consumidos no hotel, durante o ano de 2018, em toneladas equivalentes de dióxido de carbono. Para efetuar esta conversão, consideraram-se os fatores indicados pelo Despacho nº 15793-D/2013. Se a fonte de energia for eletricidade tem-se que:

$$1 \text{ kWh} = 0,144 \text{ Kg } CO_2 \quad (1)$$

Se a fonte de energia for gás natural o fator será:

$$1 \text{ kWh} = 0,202 \text{ Kg } CO_2 \quad (2)$$

O resultado da aplicação destes fatores apresenta-se na *Tabela 4.3*, onde se observa que a eletricidade é o agente principal de emissão de GEE, responsável por 60% do valor total.

Tabela 4.3 Emissões de GEE por fonte de energia utilizada no hotel

	Consumo Total	Toneladas de CO ₂
Gás [m³]	173472	420
Eletricidade [kWh]	4513816	650
Somatório		1070

4.3.4 Faturação de água

Os contadores de água foram instalados de modo a contabilizar dois caudais que circulam no hotel. Um que se destina aos pisos subterrâneos e outro que se destina a todos os restantes pisos, não existindo distinção da quantidade de água que vai para cada zona do hotel. Na ausência de mais informação, torna-se árduo apurar quais os fatores chave na variação deste parâmetro, em adição aos óbvios, como é o caso da temperatura média. A Figura 4.9 apenas comprova que esta variável tem um peso considerável no consumo de água, visto que, com o aumento de temperatura não só as pessoas têm tendência a tomar mais vezes banho, como as taxas de evaporação também são maiores, contribuindo para uma maior perda de água na piscina exterior. (Meade and Gonzalez-morel 1999) concluíram que existe um valor fixo de consumo associado às limpezas e manutenção do hotel.

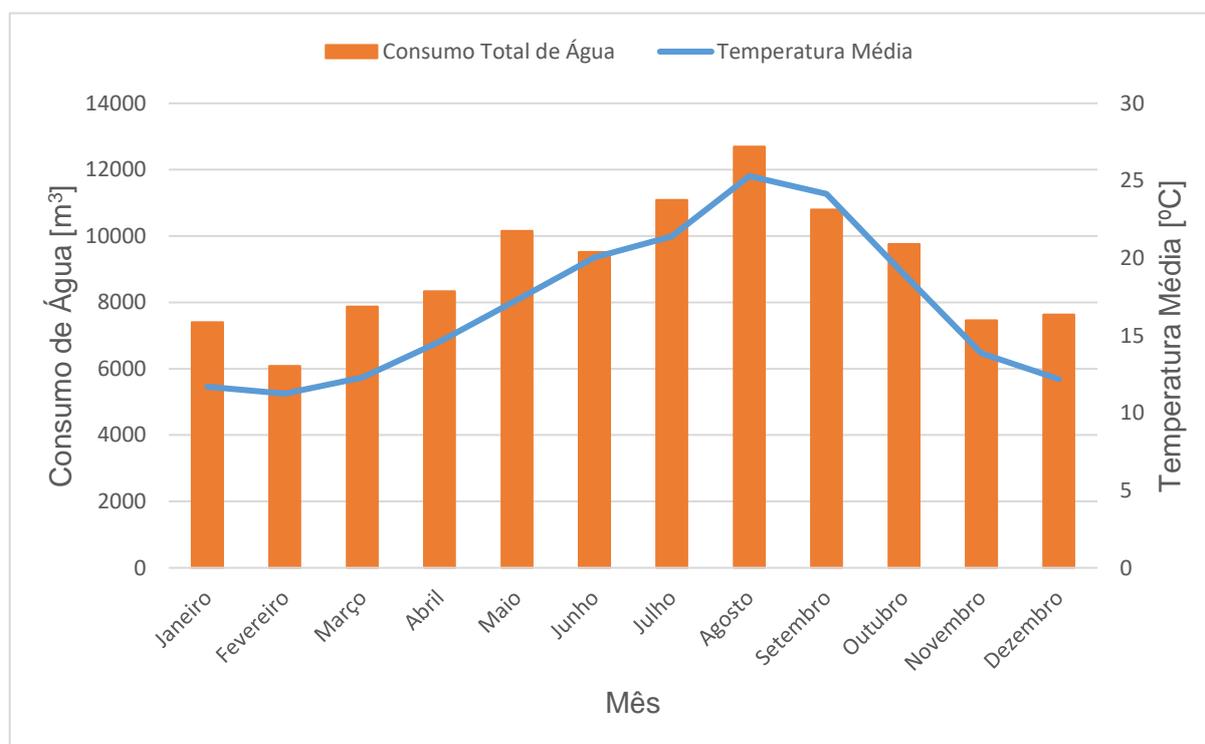


Figura 4.9 Consumo Total de Água no Hotel versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

4.3.5 Consumo real e consumo estimado

Destaca-se o valor irrisório de energia consumida pelos sistemas de climatização, no aquecimento do edifício, face aos restantes valores de consumo de gás na caldeira. Na tentativa de compreender este fenómeno decidiu-se comparar tanto os consumos anuais de gás, como os de eletricidade, registados nas faturas de 2018 com os consumos estimados pelo SCE.

Através da *Tabela 4.4*, constata-se que os resultados do SCE ficam muito aquém dos reais. No caso da eletricidade, calculou-se um valor 2,6 vezes superior ao estimado. Por outro lado, o gás natural registou um valor 4,2 vezes superior ao estimado. Conjetura-se que os valores utilizados na simulação teórica não correspondam à realidade do hotel ou que a situação energética do hotel sofreu mudanças drásticas no decorrer dos seis anos, entre as faturas utilizadas e o certificado.

Tabela 4.4 Comparação entre os consumos estimados pelo SCE e das faturas do hotel

Ano	Eletricidade [tep/ano]	Gás [tep/ano]
Previsto pelo SCE	494	43
Faturas 2018	1309	179

(Luz 2015), na sua dissertação de mestrado apresenta, na *Tabela 4.5*, valores médios para os consumos de eletricidade, e gás total, que advêm da soma das AQS e aquecimento.

Tabela 4.5 Resultados das variáveis estatísticas dos consumos específicos para os hotéis de 5 estrelas

Variáveis Estatísticas	Eléctrica	Não Eléctrico	Total	Total (clima)	Água	Emissões	Aquec.	Arref.	Ilum.	AQS
Média (5*)	124,5	71,2	196,0	169,8	1,00	54,45	32,0	18,8	34,0	15,3
Média (4*)	108,3	57,6	165,9	108,5	0,90	50,70	52,3	15,8	28,8	18,1
Desvio Padrão (5*)	16,7	13,8	16,3	34,1	0,40	12,80	15,0	9,4	11,9	10,3
Desvio Padrão (4*)	7,6	19,1	20,0	49,7	0,10	4,50	10,8	13,0	20,8	10,9
Coef. variação Pearson(5*)	13%	19%	8%	20%	45%	24%	47%	50%	35%	67%
Coef. variação Pearson(4*)	7%	33%	12%	46%	12%	9%	21%	82%	73%	60%

Com estas médias, obter-se-iam os seguintes valores de consumos anuais de gás de 141 [tep/ano] e para a eletricidade de 1255 [tep/ano]. Estes valores estão muito mais próximos dos obtidos nas faturas do EPIC SANA, do que os obtidos no SCE.

5 MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Após realizado o levantamento das medidas de eficiência energética implementadas noutros hotéis, secção 3, este trabalho prossegue, com a divisão dessas mesmas medidas em duas categorias: as medidas que já estão implementadas no hotel e as que ainda não estão. O resultado desta divisão está sistematizado na Figura 5.1.

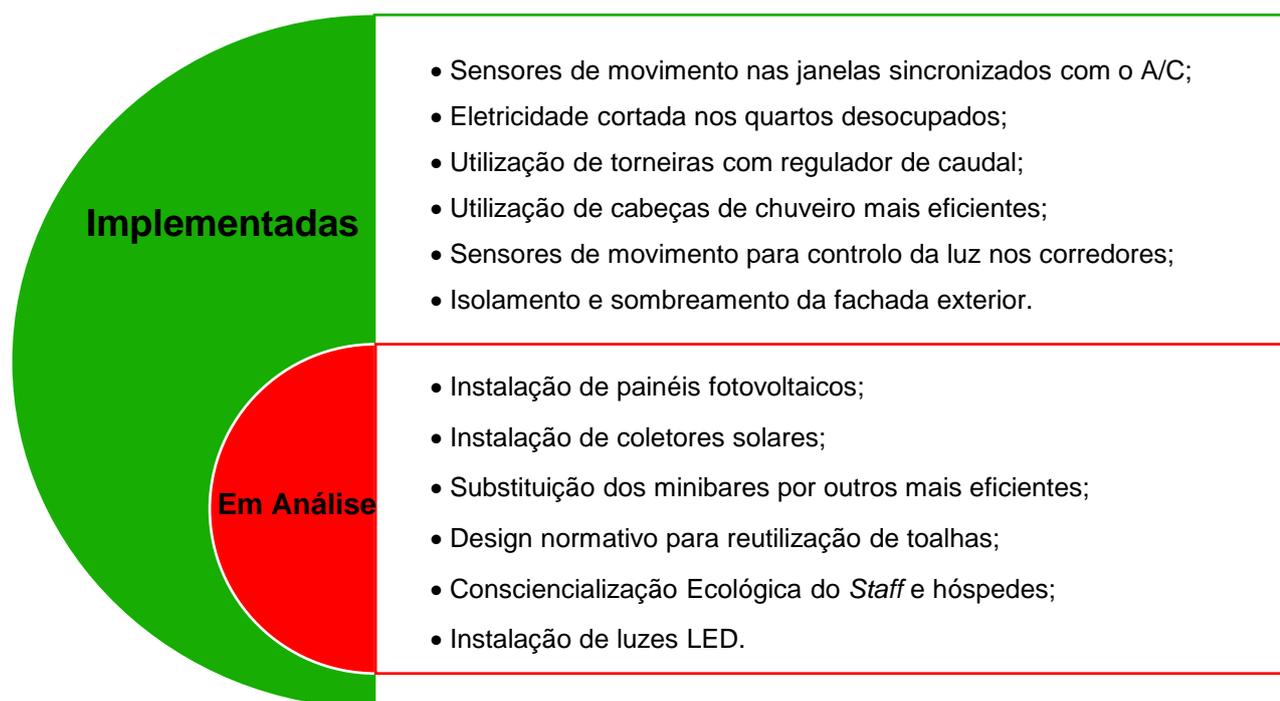


Figura 5.1 Medidas de eficiência energética instauradas e por instaurar no EPIC SANA Lisboa

5.1 Custo da energia em Portugal

Nos países da EU, os preços da energia elétrica e o preço do gás natural, dependem de várias condições, incluindo a situação geopolítica, o balanço da produção de eletricidade nacional, diversificação de importações, custos de rede, custos de proteção ambiental, condições climáticas severas ou níveis de impostos especiais de consumo (Eurostat 2019). Por outro lado, as tarifas variam de um fornecedor para outro, especialmente as de grandes consumidores não domésticos, como é o caso do EPIC SANA Lisboa. Portanto, não há preço único para a eletricidade ou para o gás natural. Por esta razão, decidiu-se utilizar os valores do Eurostat. A evolução dos preços da eletricidade e gás natural pode-se encontrar no Anexo B e no Anexo C, respetivamente. De salientar que os valores apresentados já incluem os impostos, taxas e IVA aplicados especificamente em Portugal.

Sublinha-se que, as remunerações obtidas, através da implementação das medidas sugeridas neste documento, advêm da poupança em energia elétrica, ou de gás natural. Posto isto, é fulcral analisar a evolução anual do preço destas variáveis.

Começando pela eletricidade, o EPIC SANA Lisboa enquadra-se na categoria de sistemas industriais com consumos elétricos entre $2 \text{ GWh} \leq \text{Consumo} \leq 20 \text{ GWh}$. Na Figura 5.2 apresentam-se os dados, divulgados pelo Eurostat, relativamente à variação semestral dos preços da eletricidade.

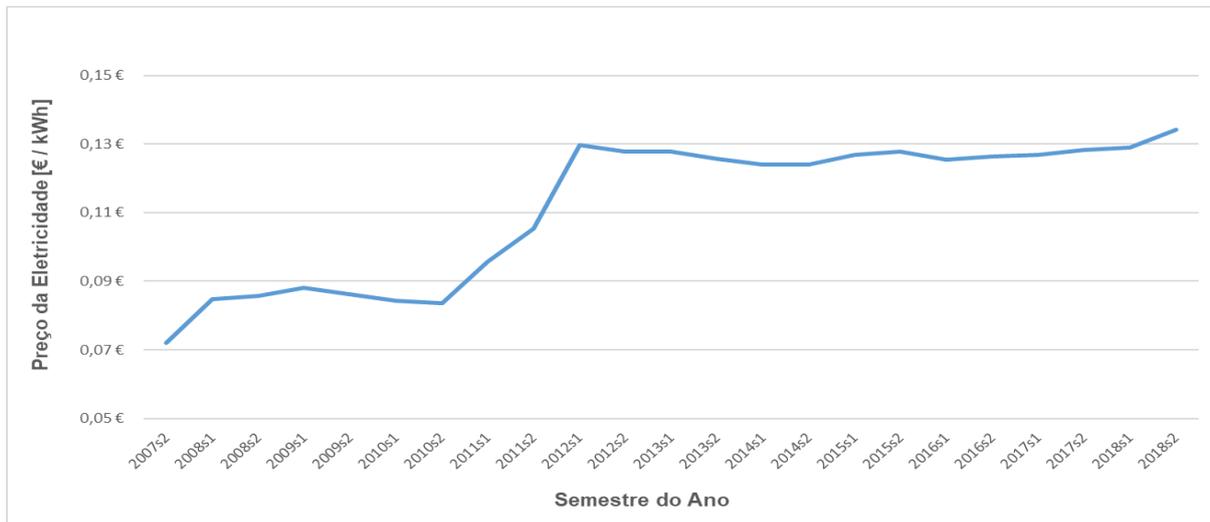


Figura 5.2 Evolução semestral do preço da eletricidade em Portugal (Eurostat)

Depreende-se que o preço da eletricidade tem vindo a subir desde 2007, no entanto, esta evolução é de difícil previsão. Numa primeira abordagem, tentou-se realizar a previsão dos custos com uma linha de tendência linear no Excel. Porém, os valores obtidos apresentavam um elevado erro.

No caso do gás natural, o EPIC SANA Lisboa enquadra-se na categoria de sistemas industriais com consumos de gás entre $1000 \text{ Gj} \leq \text{Consumo} \leq 10\,000 \text{ Gj}$. Na Figura 5.3 apresentam-se os dados, divulgados pelo Eurostat, relativamente à variação semestral dos preços de gás natural.

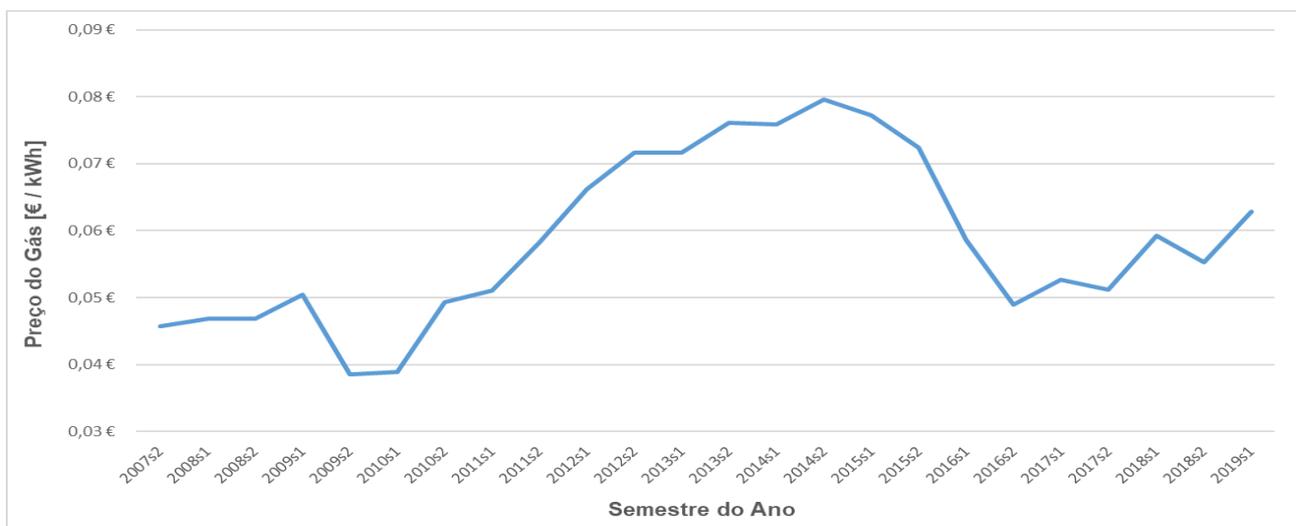


Figura 5.3 Evolução semestral do preço do gás natural em Portugal (Eurostat)

Constata-se que a variação do preço do gás é muito mais complexa do que a da eletricidade. Ainda assim, observa-se um aumento do preço ao longo dos anos. Visto que, a criação de um modelo de previsão de custos sai fora do âmbito desta tese, optou-se por considerar, para ambas as variáveis, um valor constante, e igual ao último preço registado pelo Eurostat. Note-se que, esta hipótese conduzirá a valores de poupança mais conservadores, uma vez que é de esperar um aumento no preço de ambas as variáveis. Apresentam-se as igualdades (3) e (4) correspondentes ao preço do gás natural e da eletricidade, respetivamente.

$$1 kWh = 0.0579 \text{ €} \quad (3)$$

$$1 kWh = 0.1341 \text{ €} \quad (4)$$

5.2 Indicadores Financeiros

A utilização correta de ferramentas e técnicas de análise financeira, clarificam a viabilidade ou risco de um investimento. No presente trabalho, os investimentos propostos serão avaliados com base em três ferramentas de medição financeira – Período de Retorno do investimento, PRI, Valor Atual Líquido, VAL, e Taxa Interna de Retorno, TIR. Cada ferramenta agrega valor à qualidade da decisão de investimento. De seguida, será feita uma breve descrição de cada um dos conceitos.

5.2.1 Período de retorno do investimento

Este indicador calcula o tempo que demora a recuperar o investimento inicial. Expressa-se através da seguinte igualdade (Saskatchewan Energy Management Task Forces 2006):

$$PRI = \frac{\text{Custo Estimado do Projeto}}{\text{Poupança Monetária por período de tempo}} \quad (5)$$

Na avaliação de um projeto, o indicador em causa, não deve ser utilizado isoladamente, uma vez que não tem em consideração três fatores importantes, primeiro, a poupança monetária contínua durante todo o tempo de vida do equipamento, segundo, as oscilações do valor do dinheiro, geralmente desvalorizando com a passagem do tempo e, terceiro não contempla o risco do investimento.

5.2.2 Valor atual líquido

Também conhecido como VAL, é considerado um dos melhores indicadores para avaliar projetos, porque tem em consideração o tempo de vida do equipamento, o risco do investimento e as poupanças monetárias. O seu cálculo é realizado através da seguinte fórmula (Barreiros 2017):

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + T_a)^t} \quad (6)$$

Onde:

- CF_t – Fluxo de dinheiro obtido no período de tempo t, em [€];

- T_a – Taxa de atualização, em [%];
- t – Período de tempo para o qual se obtém o Valor Atual Líquido;
- n – Número de anos do projeto.

Este indicador pode assumir valores inferiores, iguais ou superiores a zero. Um projeto economicamente viável é aquele cujos fluxos de dinheiro, não só cobrem o investimento inicial, como também geram lucros, situação correspondente a um VAL superior a zero.

5.2.3 Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno corresponderá à taxa de atualização, que faz o VAL ser igual a zero. Sabe-se que um projeto será viável se a taxa de atualização for inferior à taxa interna de retorno, caso contrário o projeto é inexecutável. O TIR calcula-se com a seguinte expressão (Barreiros 2017):

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (7)$$

Tendo em conta que o cálculo deste indicador é iterativo, utilizar-se-á o *Microsoft Excel*. Neste programa, a fórmula do TIR refaz os cálculos até o resultado ter uma precisão de 0,00001%.

5.2.4 Estimar poupanças de custo e energia

Neste trabalho considera-se que custo de um equipamento corresponde, na totalidade, ao investimento inicial, e o retorno do investimento corresponde às poupanças que advêm da implementação deste equipamento. As poupanças podem analisar-se sobre quatro ângulos: poupanças diretas, indiretas, de manutenção e de capital. As poupanças de capital, não são abordadas neste documento, porque apenas dizem respeito a edifícios ou estruturas em fase de projeto.

Poupanças de Energia Diretas

Quando se substitui um equipamento por outro, energeticamente mais eficiente, o segundo será capaz de obter os mesmos resultados utilizando menos energia, ou uma fonte de energia mais barata. A diferença de gastos, para realizar o mesmo serviço, corresponderá às poupanças diretas.

Poupanças de Energia Indiretas

Por vezes a substituição de equipamentos, por outros mais eficientes, resulta numa poupança de energia maior do que a inicialmente calculada, devido à interação que existe entre os diversos sistemas. Por outro lado, (Saskatchewan Energy Management Task Forces 2006) refere que as interações indiretas podem resultar em mais gastos para a empresa. Não obstante, o caso da iluminação, resulta quase sempre no impacto positivo, dado que, apesar da carga de aquecimento aumentar com a inserção de lâmpadas LED, pois estas não produzem tanto calor como as lâmpadas incandescentes, os sistemas de aquecimento do edifício produzem calor de forma muito mais eficiente. Considerando ainda que, em Lisboa, as necessidades de arrefecimento são muito mais acentuadas do que as de aquecimento, como referido anteriormente na secção 4.2.1, é previsível que as poupanças de energia indiretas sejam relevantes. Porém, este tipo de estudo não foi realizado neste trabalho.

Poupanças de Manutenção

No universo da manutenção a prevenção é a chave para diminuir os custos associados a reparações e substituição de equipamentos. Substituir uma lâmpada incandescente por uma LED, que tem um tempo de vida muito superior, reduz o número de lâmpadas que têm de ser substituídas no mesmo período de tempo, o que resulta em menores custos de mão de obra. Tentar estimar estes custos é difícil e deve ser feito em conjunto com especialistas (Saskatchewan Energy Management Task Forces 2006).

Nas análises financeiras, das futuras secções, apenas foram consideradas as poupanças direta, o que confere uma margem de segurança aos resultados obtidos, visto que as estimativas de poupanças são subvalorizadas.

5.3 Consciência Ambiental do Staff e dos Hóspedes

(Hotel Energy Solutions 2011b) conclui que a poupança de custos, associada a soluções ambientais, deve ser efetuada no sector hoteleiro, juntamente com a consciencialização ambiental do consumidor, a fim de introduzir mudanças na indústria. Também conjectura que as grandes cadeias de hotéis são, geralmente, mais ativas em questões ambientais do que os hotéis associados a pequenas e médias empresas, PME. No que diz respeito às motivações que instigam os proprietários e gerentes a tomar iniciativas ambientais orientadas, a redução de custos operacionais é a mais mencionada. Em segundo lugar fica a exigência dos clientes e em terceiro o desejo de melhorar a imagem. Outras motivações, juntamente com algumas barreiras, encontram-se discriminadas na Figura 5.4



Figura 5.4 Barreiras e Motivações para a implementação de medidas de eficiência energética nos hotéis (Hotel Energy Solutions, 2011)

5.3.1 Hotéis verdes e percepção dos hóspedes

O conceito de hotel verde começa a ser um critério de seleção entre os hóspedes e um fator de competitividade na indústria hoteleira, contribuindo para uma imagem de marca positiva dos hotéis. (Lozano 2013) examinou, de forma holística, os fatores que motivam as empresas a agir de modo mais sustentável, com a finalidade de catalisar a mudança. Os resultados demonstram que, internamente, os fatores-chave mais importantes são a liderança e o caso de negócio⁷, enquanto que os externos são a reputação, legislação e expectativas/exigências do cliente.

(Gil-Soto *et al* 2019) analisaram a percepção dos hóspedes, relativamente às boas práticas ambientais usadas pelos hotéis, nas redes sociais, mais concretamente, no *TripAdvisor*. Este *website* inaugurou um programa chamado “*GreenLeaders*” na Europa, em 2014. Os aspetos mais comentados e, portanto, mais notados pelos hóspedes foram, em primeiro lugar, a água, seguida pelos resíduos e energia. No geral, todas as categorias são expressas de maneira positiva e, apesar de haver comentários com polaridade negativa, estes têm-se reduzido com o passar do tempo. Concluindo, ainda que alguns hóspedes estejam dispostos a pagar mais para ficarem em Hotéis Verdes (Chang *et al* 2014), o estudo revelou que os esforços dos gerentes para comunicar as suas boas práticas ambientais, através das redes sociais, não são corretamente apreendidos pelos hóspedes. Para além das áreas comuns do hotel e do *website*, os gerentes podem disponibilizar informações sobre as práticas de sustentabilidade ambiental do hotel e criar um meio apropriado de resposta aos comentários, através das redes sociais.

(Claridge 2016) defende que os clientes devem ser inspirados a participar na missão de tornar o hotel mais sustentável através de pequenas ações, que não prejudiquem o seu conforto, durante a estadia.

5.3.2 Atitudes e intenções do staff

(Okumus *et al* 2019) investigaram como a intenção de implementar práticas sustentáveis, por parte dos funcionários, é influenciada pelo seu conhecimento, consciência e preocupação ambiental. Desta forma será possível prever e alterar mais facilmente o seu comportamento ecológico. A Figura 5.5 mostra o esquema do modelo proposto pelo autor. O método consistiu num questionário aplicado aos funcionários de hotéis de Antália e Bodrum, cidades turcas.

⁷ Justificação escrita, verbal ou sob a forma de apresentação, para um projeto que envolva utilização de recursos, como dinheiro ou labor.

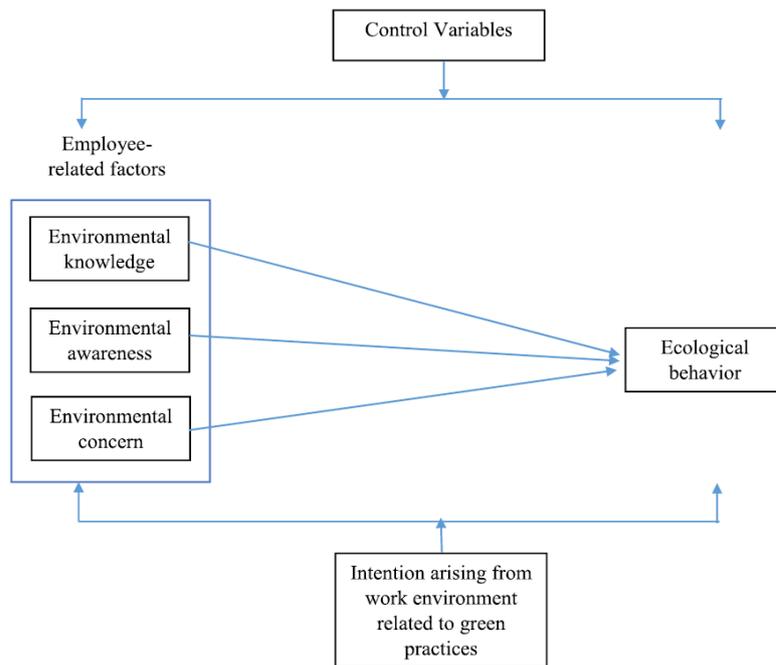


Figura 5.5 Modelo de previsão comportamental (Okumus et al 2019)

De um total de 875 questionários, dos quais 497 foram tidos em consideração, o estudo sugere que existe uma relação entre o comportamento ecológico, as variáveis de controlo e a intenção de implementar medidas. Contrariamente, nenhuma relação foi encontrada entre idade, departamento, anos de trabalho, classificação e as variáveis de controlo.

A nível de implicações teóricas, a melhor variável de previsão do comportamento ecológico é a preocupação ambiental, seguida da consciência e conhecimento ambiental. O modelo demonstrou que a intenção de implementar estas medidas tem um efeito moderador no comportamento ecológico, tratando-se de um indicador muito importante para compreender como é que as empresas podem conduzir os seus funcionários para o comportamento desejado.

Visto que, muitos dos participantes do inquérito revelaram estar conscientes das boas práticas ambientais, mas fazem um uso limitado das mesmas, depreende-se que a indústria hoteleira recorre à utilização destas práticas como estratégias de marketing e não as integra nos processos operacionais. Como sugestões de melhoria, primeiro, o hotel deverá começar por oferecer programas de treino relacionados com estas práticas. Segundo, devem-se reavaliar as metodologias de gestão de recursos humanos, tendo em consideração o comportamento ecológico. Terceiro, recorrer ao auxílio de um sistema de gestão ambiental, EMS.

Deve ser dada ênfase à forma como são introduzidos estes programas no hotel, uma vez que o fenómeno de “banho verde”, *Greenwashing*, não afeta só os clientes, mas também os funcionários. Estes últimos serão menos recetivos às mudanças, se entenderem que as estratégias a serem implementadas apenas servem para melhorar a imagem do hotel e diminuir os custos operacionais. Uma solução eficaz para este problema é usar a aprendizagem por imitação, começando por

implementar as mudanças através dos diretores e gestores do hotel, para copa até chegar aos clientes, visto que, o comportamento dos funcionários é facilmente observado pelos clientes. Uma limitação do estudo é o facto de apenas ter sido realizado em cidades da Turquia.

(Alujević 2006) aplicou um questionário aos responsáveis pelos sistemas técnicos, nos hotéis da costa Adriática, com o objetivo de entender como estes percebem o impacto do turismo no ambiente. Os resultados revelam que 100% dos inquiridos acreditam que a proteção do meio ambiente é um fator condicionante para o desenvolvimento do turismo, 83,3% acreditam que o sector hoteleiro tem um impacto significativo no ambiente, 26% contribuem para a poupança de energia e água através das suas ações no hotel, 23% estão familiarizados com as medidas de poupança de luz, 20% reconhecem que a utilização de equipamentos energeticamente eficientes traz poupança a longo prazo, apesar de ter elevados custos de investimento, 6,6% incentivam os clientes a poupar eletricidade e luz e que 30% fazem a reciclagem do lixo. Observa-se que, apesar de a grande maioria reconhecer o impacto da indústria hoteleira no ambiente, poucos revelam contribuir ativamente para uma maior poupança.

(Claridge 2016) Sugere que se dê formação anual no início das épocas, ensinando conhecimentos técnicos básicos, relacionados com eficiência energética, tal como as vantagens económicas e ambientais.

5.3.3 Design normativo de toalhas

(Gössling *et al* 2019) estudou a importância da advertência no design normativo para reutilização de toalhas, em hotéis. Para testar a eficácia do novo design utilizaram-se três estratégias. Primeiro, as mensagens foram colocadas em zonas de destaque, como a porta da casa de banho e ao lado da sanita. Segundo, foi criada uma mensagem modificada, para entender se um texto mais extenso é um fator dissuasivo. Como terceira e última estratégia, uma mensagem de controlo foi usada para estabelecer uma base de controlo. O caso de estudo foi aplicado a sete hotéis nas Ilhas Canárias, dos quais um deles é de cinco estrelas. A discrepância na reutilização de toalhas e lençóis para a cama, indica que os utilizadores fazem uma distinção clara entre os dois, sendo maior a complacência em reutilizar toalhas, que pode ser explicada pela maneira como os utilizadores depreendem as funções de cada artigo. É de notar que o grande impacto, causado pelas novas mensagens, decresce significativamente com a duração da estadia. Após cinco dias o efeito é praticamente nulo. Ainda assim, o aumento na taxa de reutilização foi de 6.8% (toalhas) e 1.2% (lençóis) comparando com a mensagem de controlo. Por norma, é difícil motivar os turistas a mudar os seus comportamentos, especialmente quando eles encaram a reutilização de toalhas como uma medida de poupança financeira para o hotel e não para o ambiente. Posto isto, é relevante que as mensagens contenham informação sobre o modo como a poupança de água e dinheiro é redistribuída, por exemplo, para caridade sob a forma de doação. Alternativamente, pode ser utilizada a estratégia de *free-drink vouchers* por cada ronda de limpeza dispensada. A redução no tamanho e no volume das toalhas também se pode revelar uma boa alternativa. A utilização do novo design contribuiu para uma mudança no comportamento dos utilizadores, no entanto, estas mudanças podem não ser relevantes o suficiente para resolver os problemas ambientais.

No EPIC SANA Lisboa Hotel não existem mensagens de advertência à reutilização de toalhas no interior dos quartos. Estima-se que esta medida tenha resultados auspiciosos, podendo até superar as percentagens apresentadas no artigo de (Gössling *et al* 2019), visto que, o seu estudo não contempla a situação de ausência de mensagens de advertência. Em adição, também se poderia recorrer a toalhas de menor dimensão. Posto isto, apresenta-se na Figura 5.6, a tradução do marcador mais bem-sucedido, segundo (Gössling *et al* 2019).

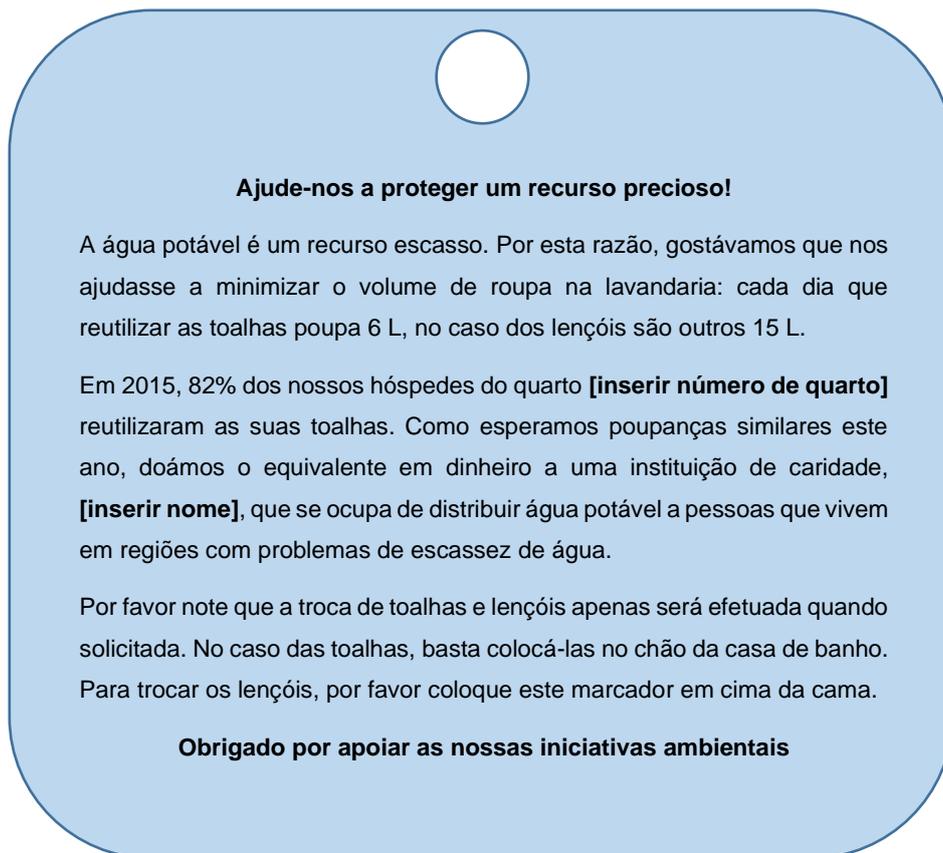


Figura 5.6 Marcador com mensagem de advertência à reutilização de toalhas e lençóis nos quartos

Na ausência de contadores personalizados no hotel EPIC SANA, para o consumo de água, recorreu-se a dados estatísticos, presentes na literatura, para fazer uma estimativa das possíveis poupanças de água. No trabalho de (Deng and Burnett 2002), o consumo de água de 17 hotéis em Hong Kong foi analisado. Um dos hotéis estudados é de cinco estrelas e possui uma área semelhante ao EPIC SANA. Neste hotel a repartição do consumo total de água, apresentada na Figura 5.7, evidencia a lavandaria como principal consumidor, detendo 47% do consumo. Experiências noutros hotéis, indicam que é possível poupar até 15% da água total na lavandaria, através da implementação de boas práticas de limpeza. Outras sugestões passam por formar e incentivar todos os funcionários a participar na gestão da água, sendo que o primeiro passo para a poupança consiste na implementação de contadores nas

extremidades finais de maior consumo, lavandaria, cozinhas e quartos, como se pode observar na Figura 5.7.

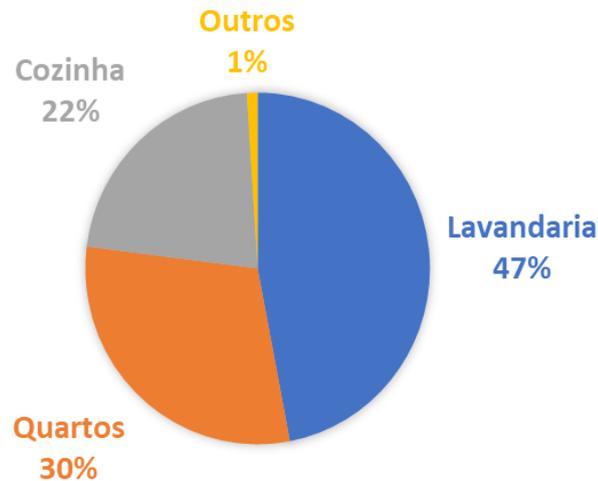


Figura 5.7 Repartição do Consumo Total de Água num hotel de Cinco estrelas (Deng and Burnett 2002)

Utilizando o valor de 47% referenciado por (Deng and Burnett 2002), prevê-se que sejam utilizados na lavandaria, do EPIC SANA, 51 135 [m³/ano]. Uma estimativa rude indica que 15% de poupança neste sector refletir-se-iam num abate de, aproximadamente 34 000 [€] na fatura anual de água. Assumindo que toda a água da lavandaria é aquecida, o cálculo da energia poupada é feito utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{m * \rho * C_p * \Delta T}{\eta} \quad (8)$$

Onde:

- **Q** – Calor sensível em [kJ];
- **m** – Massa de água poupada em [kg];
- **ρ** – Densidade da água [kg/m³];
- **η** – Rendimento da caldeira;
- **C_p** – Calor específico da água [kJ/kg*°C];
- **ΔT** – Variação entre a temperatura final e inicial.

O aumento de temperatura necessário à lavagem de toalhas toma o valor de referência de 45 [°C]. Este valor considera que a água da rede pública de abastecimento é disponibilizada a uma temperatura média anual de 15 [°C] e que deve ser aquecida à temperatura de 60 [°C]. Utilizou-se o valor de 4.187 [kJ/kg*°C] para o calor específico da água. Sabendo que a quantidade de água poupada seria de 7 670

[m³/ano] e assumindo um valor aproximado para a densidade da água de 1000 [kg/m³], obtém-se um valor de calor sensível de 1 565 128 247 [kJ]. Este valor equivale a 434 758 [kWh].

Através da igualdade (9) e do PCI do gás, chegou-se ao valor de 36 250 [m³] de gás necessários para aquecer a água. Este valor equivale a uma poupança na fatura de 25 165 [€] e corresponderia a menos 7 322 [kg CO₂] emitidos para a atmosfera.

$$1 J = 277,7 \times 10^{-9} kWh \quad (9)$$

5.4 Estudo pormenorizado das luminárias

(Zissis 2016) indica que as fontes luminosas são responsáveis por cerca de 16% a 20% do consumo global de eletricidade. De acordo com a Agência Internacional de Energia foram produzidos, a nível mundial, cerca de 25 097 [TWh], de eletricidade, em 2016. Isto significa que, nesse mesmo ano, em iluminação gastou-se, mundialmente, entre 4 015 e 5 019 [TWh]. Com a implementação das novas tecnologias de iluminação, o potencial para poupar energia neste sector é enorme.

5.4.1 Revisão de conceitos

Começou-se por clarificar alguns conceitos, que serão necessários posteriormente, para comparar lâmpadas e efetuar uma escolha bem fundamentada. Desta forma, entende-se por:

Fluxo Luminoso

Fluxo que corresponde ao total de radiação emitida pela fonte luminosa e mede-se em lumens. Não tem em consideração a direção da radiação.

Lúmen

É o fluxo luminoso por unidade de ângulo sólido que as lâmpadas emitem.

Iluminância

Corresponde ao fluxo luminoso a dividir por unidade de área e mede-se em Lux. Quanto maior a iluminância melhor será a visibilidade das superfícies, tornando a perceção dos objetos, pelo olho humano, mais brilhantes.

Eficácia

Descreve a capacidade de uma lâmpada converter potência elétrica em luz. Este parâmetro é medido em Lumens por Watt. Dado que os lumens avaliam melhor a capacidade de uma lâmpada iluminar uma determinada área, que o Watt, é preferível usar este parâmetro em detrimento da eficiência, que apresenta o rácio entre o resultado obtido e recursos utilizados, na mesma unidade, o Watt.

Índice de Reprodução Cromática

Representa o grau de fidelidade com que as fontes de luz revelam a cor dos objetos iluminados, em comparação à aparência dessas cores quando iluminadas por uma fonte de luz ideal, a luz solar. Traduz-se num valor numérico, que pode ascender ao valor máximo de 100 e tem um comportamento

inverso ao valor da temperatura da cor, sendo que, os valores mais baixos da temperatura de cor (mais quentes) alcançam mais facilmente valores elevados de CRI.

Temperatura de cor

Permite categorizar as cores de uma lâmpada, através da temperatura, medida em graus Kelvin (K). Existem três grupos principais de cores: brancos quentes < 3300 K; brancos neutros 3300 K - 5000 K e brancos da luz do dia > 5000K.

Lâmpada direcional

Uma lâmpada em que pelo menos 80% da luz emitida está concentrada num ângulo sólido de π sr (correspondente a um cone com um ângulo de 120°).

Tempo de arranque da lâmpada

Tempo necessário, após a ligação da fonte de alimentação, para que a lâmpada conclua o arranque e se mantenha acesa.

5.4.2 Legislação em vigor

É relevante mencionar que existe um conjunto de normas e regulamentos, que foram criadas ao longo do tempo, para minimizar o impacto negativo da utilização de algumas lâmpadas. Em 2002, a diretiva 2002/95/CE restringe o uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos, como por exemplo, impõe que o mercúrio, em lâmpadas fluorescentes compactas, não ultrapasse 5 mg por lâmpada.

Em 2009, o regulamento n.º 244/2009 dá execução à Diretiva 2005/32/CE, definindo requisitos de conceção ecológica para a colocação no mercado de lâmpadas domésticas não direcionais. Este indica que caso não sejam adotadas medidas de melhoria, é esperado um aumento de 2,9 para 3,1 toneladas de mercúrio, associados a lâmpadas, em 2020. Implica, entre outras coisas, que a partir de 1 de setembro de 2018 as lâmpadas de halogéneo, de tensão de rede não direcionais, deixarão de satisfazer os requisitos de conceção ecológica, pelo que não poderão ser colocadas à venda no mercado.

Em 2012, o regulamento n.º 1194/2012 dá execução à Diretiva 2009/125/CE definindo, desta vez, quais os requisitos de conceção ecológica para as lâmpadas direcionais, as lâmpadas de díodos emissores de luz e os equipamentos conexos, como por exemplo, o tempo de arranque para as lâmpadas LED deve ser inferior a 0,5 segundos a partir de 1 de setembro de 2013. Este regulamento bane a partir de 1 de setembro de 2016, as lâmpadas de halogéneo de tensão de rede direcionais.

Em 2015, o regulamento 2015/1428 revoga a Diretiva 2000/55/CE e altera três regulamentos, o n.º 244/2009, o n.º 245/2009 e o n.º 1194/2012.

5.4.3 A evolução histórica das lâmpadas

(Manzano-agugliaro *et al* 2017) estudaram a evolução e os principais marcos históricos da iluminação de interiores, desde lâmpadas incandescentes até aos mais modernos OLED, diodo orgânico emissor de luz. Destaca-se, neste percurso, a crescente preocupação com os desafios associados à sustentabilidade e ao bem-estar das pessoas que utilizam as instalações.

A nível de sustentabilidade, (Hu and Cheng 2012) alertam para o risco que o mercúrio, presente nas lâmpadas fluorescentes, representa para o ambiente, mais concretamente na China, durante a produção e no fim de vida da lâmpada.

Para avaliar o efeito da iluminação no bem-estar das pessoas (Kuijsters *et al* 2015) provaram que o estado de espírito de idosos é influenciado pelo tipo de iluminação utilizado, sendo que uma sala com luzes acolhedoras, no espectro do vermelho, acalmou as pessoas.

(Lewy *et al* 1980) estudaram a forma como a iluminação afeta o ritmo circadiano através da supressão de melatonina, hormona responsável pelo relaxamento e preparação do organismo para dormir, e libertação de cortisol, que nos mantém atentos e despertos. (Manzano-agugliaro *et al* 2017) refere que os parâmetros da iluminação, responsáveis por estes efeitos, são essencialmente o comprimento de onda e a temperatura da lâmpada. (Czeisler 2013) evidencia que o ritmo circadiano é mais sensível a luzes com comprimentos de onda pequenos (azuis e verdes), pelo que é preferível a utilização de luzes laranjas e avermelhadas durante a noite. Este conhecimento é aplicado nos locais de trabalho, através da utilização de luzes de cor azul e elevada intensidade, que inibem a produção de melatonina e estimulam a libertação de cortisol. Alternativamente, radiação de comprimento de onda avermelhada cria um ambiente de relaxamento.

Lâmpadas Incandescentes:

A baixa eficácia das lâmpadas incandescentes deve-se ao princípio físico que rege o seu funcionamento, o efeito de Joule. Um filamento, que opera como resistência, aumenta de temperatura quando exposto a uma corrente elétrica. Quando incandescente, o filamento emite radiação infravermelha e visível.

Lâmpadas Fluorescentes:

Também conhecidas por CFL, Lâmpadas Fluorescentes Compactas, consistem no aprisionamento de um gás num recipiente de cristal, que será exposto a uma descarga elétrica. Os eletrões, provenientes da descarga, ao contactarem com o gás excitam as suas moléculas, que ao regressarem ao estado fundamental libertam energia sob a forma de radiação eletromagnética. Na Figura 5.8 é possível observar os componentes eletrónicos no interior desta lâmpada (Lim *et al* 2013).

Valores apresentados por (Khan and Abas 2011) indicam que uma CFL de 23 [watt] produz o mesmo fluxo luminoso de uma incandescente de 100 [watt]. No geral, as CFL consomem 2 - 5 vezes menos energia e duram 8 - 10 vezes mais tempo que uma lâmpada incandescente, tornando-as muito mais eficientes. Não obstante, a dificuldade em reproduzir as mesmas temperaturas das lâmpadas incandescentes, conduziu à coexistência de ambas as lâmpadas, durante longos períodos de tempo. Utilizando-se lâmpadas incandescentes quando se desejava ambientes mais acolhedores (salas de estar e quartos) e CFL para dar a sensação de limpeza e frescura (hospitais, escritórios, escolas e cozinhas).



Figura 5.8 Fotografia de uma lâmpada fluorescente compacta (Lim et al 2013)

Lâmpadas LED, Díodos Emissores de Luz:

Resumidamente, os LED possuem díodos compostos por um cristal semiconductor. Quando a eletricidade atravessa o díodo ocorre libertação de energia sob a forma de radiação eletromagnética, como se observa na Figura 5.9.

Em 2014, a invenção do LED azul tornou possível a produção de luz branca, através da combinação das três cores primárias, e também outras temperaturas para as lâmpadas. Até à data só se conseguiam produzir LED que emitissem radiação visível vermelha e verde, cores desadequadas na iluminação de espaços interiores. A descoberta feita por três japoneses, Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura, conquistou o Prémio Nobel da Física, constituindo o verdadeiro marco na revolução da iluminação de interiores (Manzano-agugliaro *et al* 2017).

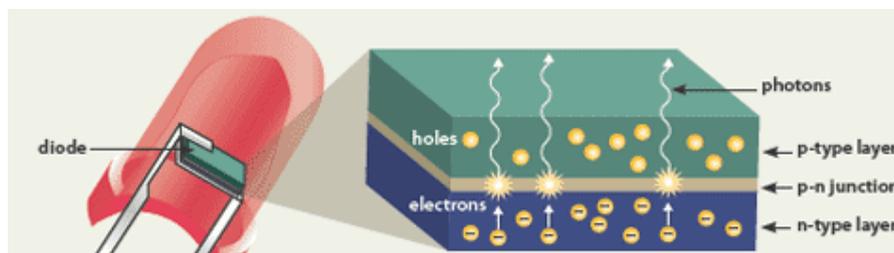


Figura 5.9 Princípio de Funcionamento do LED, visitado em setembro de 2019, <<https://www.upsbatterycenter.com/blog/led/>>, Domínio Público

OLED, Díodo orgânico emissor de luz:

Esta tecnologia, também conhecida como PLED, *Polymer Light Emitting Diode*, é considerada a evolução da estrutura do LED. A diferença está em usarem-se polímeros condutores, em vez de cristais, nas faces dos díodos. Os polímeros emitem luz homogênea a partir de uma superfície bidimensional, podendo ter quaisquer formas e dimensões, designadamente de painéis transparentes.

Esta tecnologia é alvo da atenção de vários grupos de investigação, um deles na Índia onde (Bhuvana *et al* 2018) concluíram que embora os polímeros possuam melhor eficiência e processos de fabrico fáceis e baratos, apresentam baixa estabilidade e um tempo de vida útil curta.

Na Tabela 5.1, (Khan and Abas 2011) apresentam uma comparação entre as principais características de cada tipo de lâmpada.

Tabela 5.1 Comparação das características de várias fontes luminosas (Khan and Abas, 2011)

Lamps (types)	Power (W)	Operating frequency	Efficiency (%)	Efficacy (Lm/W)	Formula (W × Lm/W)	Output (Lumens)
Bulb	100	50/60 Hz	1.9-2.6	17 (12-20)	100 × 17	1700
Tube	18	50/60 Hz	9-15	94 (70-100)	18 × 94	1692
CFL	23	30-100 kHz	8-11	74 (50-80)	23 × 74	1702
LED ^a	15	DC	20-22	113 (80-150)	15 × 113	1700

Na Figura 5.10 (Manzano-agugliaro *et al* 2017) apresentam a evolução da eficácia das lâmpadas até 2010 e uma previsão muito favorável para o futuro das lâmpadas LED.

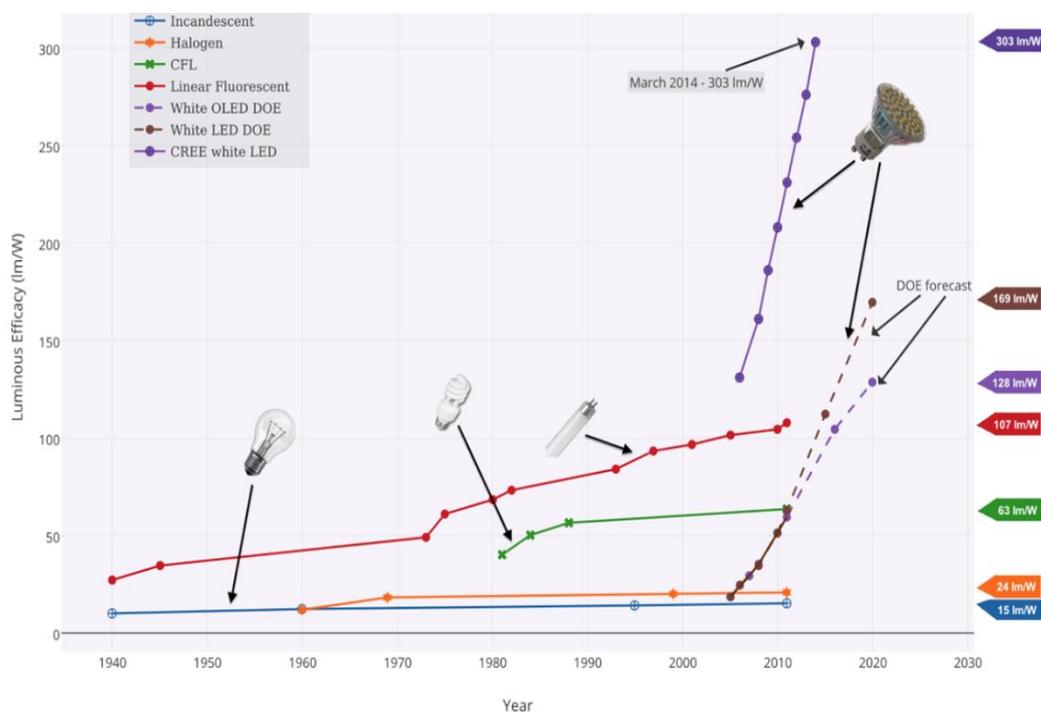


Figura 5.10 Evolução e Previsão da eficácia de várias fontes luminosas (Manzano-agugliaro *et al*, 2017)

5.4.4 Questões e desafios para a aceitação dos LED

Apesar dos benefícios demonstrados na transição de luminárias antigas para LED, ainda existe alguma hesitação na utilização desta tecnologia. A (Comissão Europeia 2011) enumera e responde a algumas questões e obstáculos à aceitação deste tipo de iluminação, por parte dos consumidores e utilizadores profissionais. São eles:

1. Existência de produtos LED de baixa qualidade;
2. Custo inicial de compra elevado;
3. Utilizadores desconhecem o verdadeiro potencial da tecnologia LED;

4. Informação insuficiente, ou de má qualidade, sobre o produto;
5. Rápida obsolescência tecnológica e falta de normas;
6. Conflito proprietário-arrendatário.

5.4.5 O passado, presente e futuro do hotel

Nesta secção pretende-se calcular os gastos energéticos associados a cada tipo de lâmpada do hotel. A análise está dividida por zonas do hotel, visto que, o número de horas de funcionamento das lâmpadas está, intrinsecamente associado à zona onde as lâmpadas estão instaladas. Um estudo sobre o passado, 2013, permitirá obter uma visão mais lúcida e crítica sobre a situação atual e futura do hotel, dado que será possível realizar comparações e cálculos de poupanças.

As zonas iluminadas são as Áreas técnicas, Balneários, Biblioteca, Circulação e Lobby, Estacionamento, Cozinha e Copas, Gabinetes, Ginásio e SPA, Quartos, Restaurantes e Bares e, por último, as Salas de reunião. Desconhece-se a eficácia das lâmpadas atualmente utilizadas no hotel. Para obter tal conhecimento, teria de ser feito um levantamento exaustivo da marca e características das lâmpadas em utilização, o que exigiria uma quantidade generosa de tempo. No presente documento, optou-se por utilizar os valores encontrados na literatura. De acordo com (Khan and Abas 2011) utilizar-se-á o valor de $14 \frac{Lm}{W}$ para lâmpadas incandescentes, $19 \frac{Lm}{W}$ para Incandescentes de Halogénio, $74 \frac{Lm}{W}$ para lâmpadas fluorescentes e $94 \frac{Lm}{W}$ para fluorescentes tubulares. Importa salientar que, como se verá mais à frente, esta suposição criará alguma incerteza nos resultados obtidos, visto que, na realidade a eficácia não é igual para todas as gamas de potência das lâmpadas.

Para calcular a energia gasta em iluminação, por ano, fez-se um levantamento, junto da equipa de manutenção, para estimar quantas horas as lâmpadas estão ligadas. Os valores de potência de cada lâmpada encontram-se discriminados no SCE. Por fim, obtém-se o valor de energia através da seguinte expressão:

$$P = \frac{E}{t} \quad (10)$$

Onde:

- **P**, representa o somatório de potência de cada tipo de lâmpada por zona do hotel em [kW];
- **E**, valor desejado de energia gasta em cada zona do hotel num espaço de um ano [kWh/ano];
- **t**, quantidade de horas que as lâmpadas de cada zona se encontram ligadas em [horas].

Passado

Começando a análise pelo passado do hotel, apresentam-se, na *Tabela 5.1*, os dados utilizados para o cálculo da energia despendida em iluminação. Os valores da segunda coluna, da *Tabela 5.1*, dizem respeito à soma da potência, de todas as lâmpadas instaladas, em cada zona, e foram arredondados à unidade. Nota-se que, o valor calculado, para a energia final consumida, $1\,925\,127 \frac{kWh}{ano}$, não corresponde ao valor apresentado no SCE de $166\,621 \frac{Kgep}{Ano}$, que equivale a $574\,509 \frac{kWh}{ano}$ de energia

final. O valor obtido, no presente documento, é cerca de 3,4 vezes superior ao valor estimado no certificado.

Tabela 5.1 Valores utilizados no cálculo da energia despendida em iluminação

Zonas do Hotel	Somatório de Potência [kW]	[Horas/Ano]	[kWh/Ano]
Áreas técnicas	15	6570	101467
Balneários	14	6570	90298
Biblioteca	2	2880	6005
Circulação e Lobby	103	8760	899871
Estacionamento	18	6570	117242
Cozinha e copas	12	8760	104717
Gabinets	9	4015	34264
Ginásio e SPA	4	8760	35785
Quartos	85	2738	231478
Restaurantes e Bares	18	6935	127798
Salas de reunião	34	5110	176203
Somatório	314		1925127

A distribuição de cada tipo de lâmpada utilizada em 2013, representada na Figura 5.11, realça a heterogeneidade existente no hotel. As percentagens estão relacionadas com a potência proveniente de cada tipo de lâmpada, isto é, as lâmpadas incandescentes contribuem com 10,6 [kW] para os 314 [kW] totais. Salienta-se que mais de metade da potência utilizada em iluminação no hotel já era oriunda de lâmpadas LED, o que demonstra uma preocupação energética e ambiental por parte do EPIC SANA Lisboa.

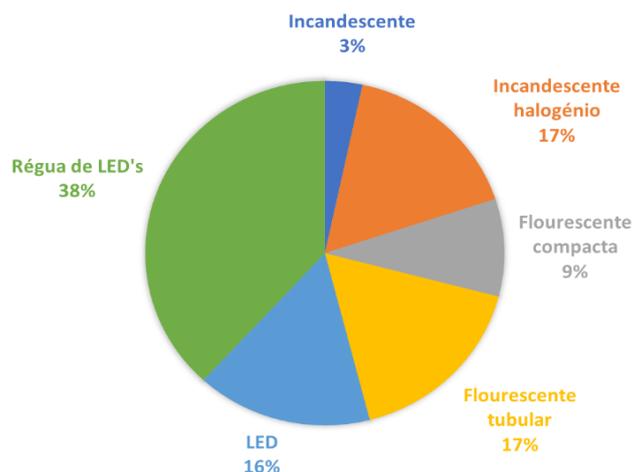


Figura 5.11. Percentagem de potência por tipo de lâmpada, 2013

É igualmente elucidativo perceber quais as zonas que mais contribuem para a avultada conta de eletricidade no hotel. A Figura 5.12, revela que a zona de Circulação e Lobby detém 47% de toda a eletricidade gasta em iluminação. No Lobby, um elevado número de lâmpadas é utilizado, de modo a transmitir uma sensação acolhedora aos clientes quando entram no hotel. Existe uma especial preocupação com a perceção do cliente sobre este espaço, visto que nele ocorre o primeiro contacto com os funcionários e com o interior do hotel. Por outro lado, na zona de circulação existem poucas entradas de luz natural. Para garantir uma melhor visibilidade, réguas de LED foram colocadas ao longo dos corredores que dão acesso aos quartos. Tanto o Lobby, como a zona de circulação, encontram-se iluminadas 24 horas por dia, 365 dias num ano.

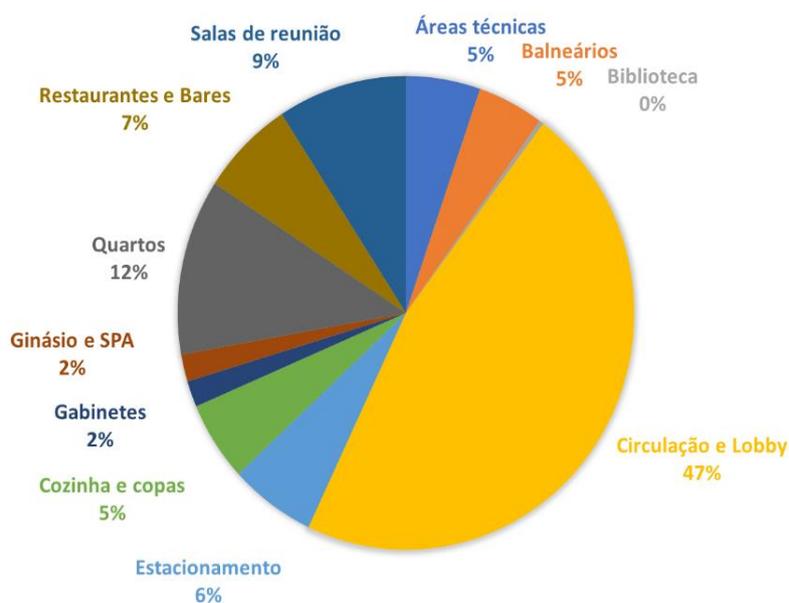


Figura 5.12. Consumo de eletricidade em luminárias por zona do hotel em 2013

Presente

No decorrer dos seis anos, entre 2013 e 2019, quatro zonas sofreram alterações relativamente à tipologia de lâmpadas usadas. Os bares, que anteriormente eram iluminados com lâmpadas incandescentes de halogéneo, são agora iluminados por LED. Nos restaurantes a mudança está a decorrer de incandescentes de halogéneo para LED, no entanto, para efeito de cálculo, considerar-se-á que a mudança está terminada. Nos quartos, as lâmpadas incandescentes foram totalmente substituídas por LED e, por fim, quer nos gabinetes, quer nas salas de reuniões, as lâmpadas incandescentes de halogéneo deram lugar aos LED. Sabendo que, os valores de Lumens se mantiveram constantes, torna-se possível calcular a redução de potência e respetivo consumo energético, através da eficácia de cada tipo de lâmpada. Na Figura 5.13, é apresentada a nova distribuição do consumo de electricidade por zona do hotel. Esta mudança representa uma diminuição de 13 [kW] na potência total consumida, que perfaz agora 301 [kW]. A nível de fatura a redução equivale a 44 235 [kWh/ano], o que corresponde a 5 751 [€].

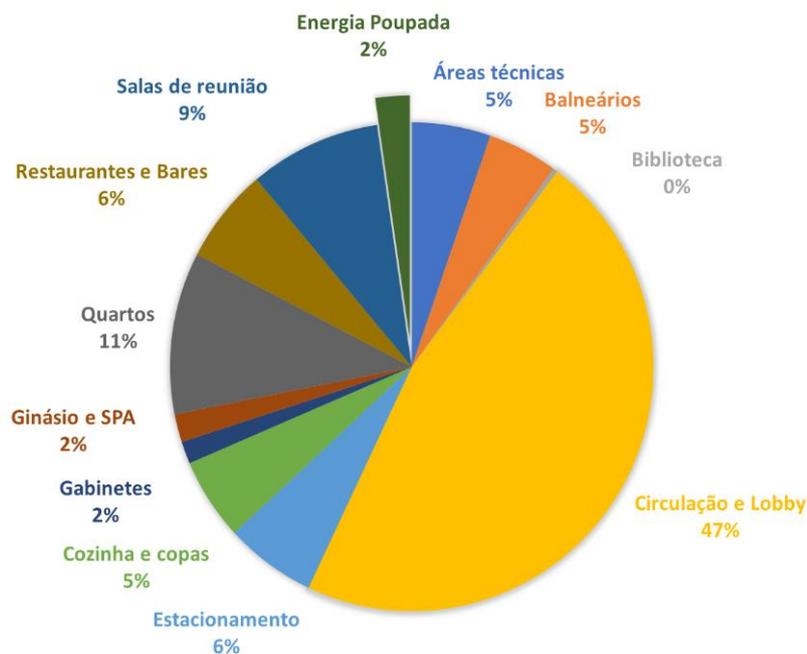


Figura 5.13. Consumo de electricidade em luminárias por zona do hotel em 2019

Após esta análise, observa-se que a circulação e lobby continuam a ser as zonas responsáveis por maior consumo de electricidade, seguidas dos quartos e salas de reunião.

Futuro

Apesar de já terem sido feitas algumas alterações, constata-se que muitas outras podem ainda ser feitas de forma a melhorar a eficiência energética deste sector. Para se aferir quanta energia é possível

poupar neste sector, com as tecnologias atuais, é necessário realizar uma análise minuciosa às diversas luminárias utilizadas no hotel.

A Figura 5.14, salienta que, apesar de já não existirem lâmpadas incandescentes, o hotel ainda recorre a incandescentes de halogéneo. Estas lâmpadas, altamente ineficientes, são responsáveis por 16% da potência total consumida em iluminação do hotel. Para além disso, atendendo à evolução das tecnologias LED e redução do seu custo, justifica estudar também a hipótese de substituir, quer as lâmpadas fluorescentes compactas, quer as fluorescentes tubulares. As alterações propostas por esta medida resultariam na distribuição apresentada do lado direito da Figura 5.14.

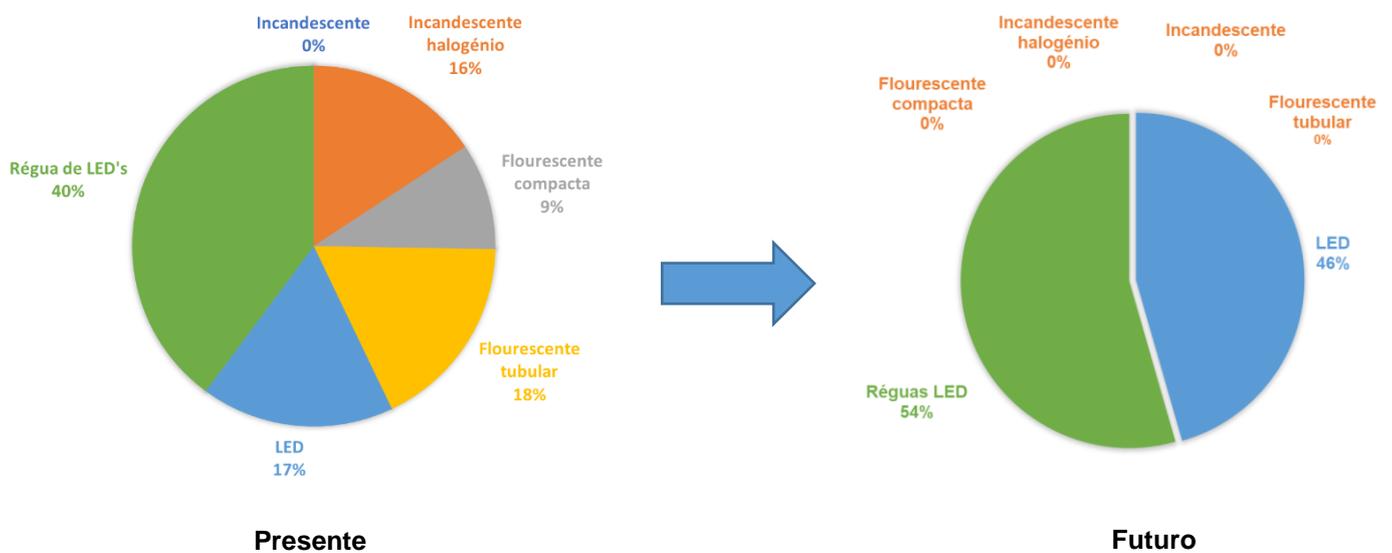


Figura 5.14 Presente e futuro da distribuição de potências por tipo de lâmpada

O procedimento utilizado para a realização desta análise foi o seguinte:

1. Criação de uma tabela com a separação do tipo lâmpada e respetiva potência por zona do hotel;
2. Sondagem do mercado LED para eleger o modelo com um fluxo luminoso equivalente, ou aproximado, das lâmpadas a substituir;
3. Através das eficácias, calculou-se a redução da potência consumida por cada tipo de lâmpada;
4. Cálculo do somatório da redução de potência, de todos os tipos de lâmpada, por zona do hotel;
5. Nova estimativa dos consumos anuais de eletricidade.

Na Figura 5.15 é apresentada a nova distribuição do consumo de electricidade por zona. Esta mudança representa uma diminuição de 81 [kW] na potência total consumida, que perfaz agora 220 [kW]. A nível de fatura a redução equivale a 625 558 [kWh/ano], o que corresponde a 81 333 [€]. Regista-se uma enorme redução na zona de circulação e lobby, cerca de 19%, seguida pelo estacionamento e balneários, 3% em cada zona. Apenas três zonas permaneceram inalteradas, os quartos, ginásio e salas de reunião.

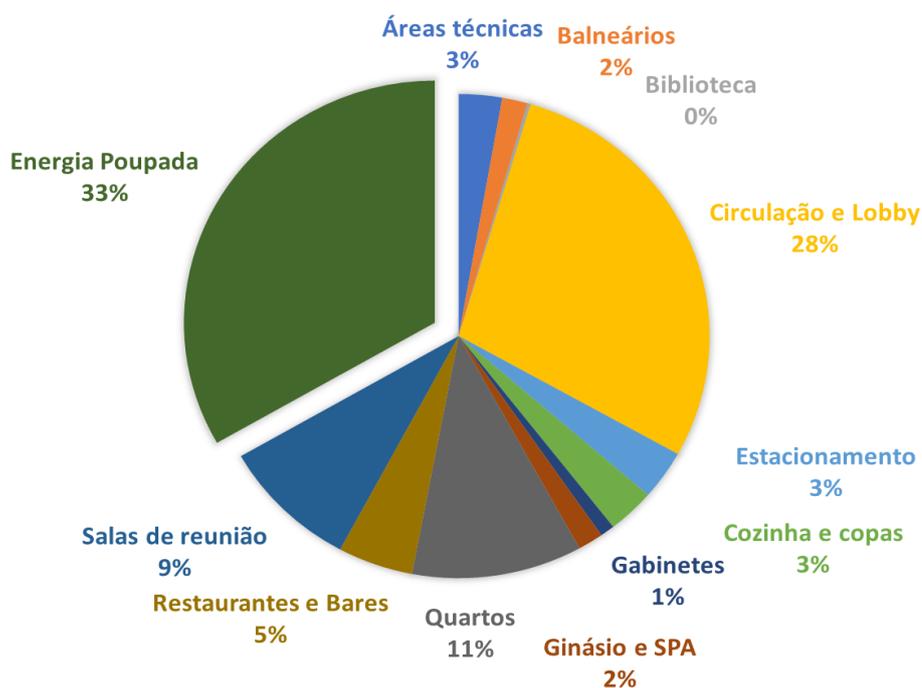


Figura 5.15 Estimativa Futura do Consumo de eletricidade em luminárias por zona do hotel

5.4.6 Análise económica

Foram aplicados os indicadores financeiros, apresentados na secção 5.2, de modo a estudar a viabilidade deste investimento. O estudo foi dividido para cada tipo de lâmpada e a respetiva potência. Todas as lâmpadas sugeridas são de classe energética A ++.

Lâmpadas Incandescentes de Halogéneo:

Dentro deste tipo de lâmpadas existem as seguintes variedades de potências, 25, 35 e 50 [watt]. Para cada uma delas foi tida em consideração o tipo de zona do hotel em que são utilizadas, permitindo saber qual a temperatura da cor que a lâmpada deve emitir. Na *Tabela 5.2* apresentam-se os resultados obtidos.

Através dos indicadores financeiros utilizados, conclui-se que as opções “vencedoras” são aquelas cujo valor atual líquido é maior, apesar de possuírem todas períodos de retorno mais elevados. Estas opções encontram-se a negrito. A discrepância entre os valores atuais líquidos, das diferentes opções, deve-se ao facto de o tempo de vida ser superior nas lâmpadas que possuem um VAL maior. Através desta observação conclui-se que, independentemente de eficácias superiores proporcionarem menores consumos de eletricidade anual, e conseqüentemente menores gastos financeiros, as diferenças colossais no tempo de vida de uma lâmpada tornam esta variável a mais preponderante para o cálculo do VAL. Um exemplo claro desta situação encontra-se na proposta de substituição das lâmpadas de

Tabela 5.2 Análise Económica a vários tipos de lâmpadas Incandescentes de Halogéneo

Incandescente Halogéneo	Em Uso 25 W	OSRAM	OSRAM	Em Uso 35 W	OSRAM	Em Uso 50 W	OSRAM	Girard Sudron	Em Uso 50W	Noxion
Fluxo Luminoso [lumens]	475	480	480	665	806	950	1055	900	950	1055
Eficácia [lumens/watt]	19	117	118	19	134	19	150	113	19	132
Potência da Lâmpada [watt]	25	4	4	35	6	50	7	8	50	8
Temperatura [K]	Quente	2 700	2 700	Neutro	4 000	Neutro	4 000	4 000	Quente	2 700
Tempo de Vida [horas]	2 000	15 000	20 000	2 000	15 000	2 000	15 000	30 000	2 000	15 000
Horas de Uso [horas/ano]	8 760	8 760	8 760	6 570	6 570	6 570	6 570	6 570	8 760	8 760
Tempo de Vida [anos]	0,2	1,7	2,3	0,3	2,3	0,3	2,3	4,6	0,2	1,7
Preço de Compra [€/unidade]		2,33 €	5,48 €		2,70 €		3,90 €	12,30 €		3,61 €
Consumo [kWh/ano]	219	35	35	230	39	329	46	53	438	70
Custo anual de Electricidade [€/ano]	29,37 €	4,70 €	4,70 €	30,84 €	5,29 €	44,05 €	6,17 €	7,05 €	58,74 €	9,40 €
Poupança Anual em Electricidade [€]		24,67 €	24,67 €		25,55 €		37,88 €	37,00 €		49,34 €
PRI [Meses]		1	3		1		1	4		1
TIR [%]		992%	438%		940%		935%	300%		1333%
VAL (Ta = 5%; n = Tempo de Vida)		33,93 €	44,56 €		48,98 €		70,40 €	129,82 €		71,15 €

50 [watt] e temperatura neutra, onde a lâmpada da marca Girard Sudron, por ter o dobro do tempo de vida da lâmpada Osram, conduz a poupanças muito superiores, apesar de possuir uma eficácia menor.

Lâmpadas Fluorescentes Compactas:

No hotel EPIC SANA as lâmpadas fluorescentes compactas são o tipo que possui maior variedade de potências, existindo lâmpadas de 15, 18, 21, 23, 24, 42 e 55 [watt]. Todas as variedades são utilizadas em zonas que requerem luz neutra - fria, pelo que se retirou esta variável da tabela. Os resultados obtidos da análise efetuada encontram-se resumidos na *Tabela 5.3*.

Constata-se que, para este tipo de lâmpadas, o VAL é relativamente inferior ao que encontramos nas lâmpadas incandescentes de halogéneo. Este resultado deve-se ao facto da eficácia das lâmpadas fluorescentes ser muito superior à das incandescentes, o que resulta em valores de poupança menores. Na substituição das lâmpadas de 21 [watt], torna-se evidente a consequência de se usar uma eficácia constante para todos os tipos de lâmpadas. No mercado, lâmpadas com uma potência de 18 [watt] possuem uma eficácia, em média, de 60 [lumens/watt]. Este valor resultaria num fluxo luminoso de 1080 [lumens], o que viabilizaria a utilização de outra lâmpada LED, como por exemplo, a *Girard Sudron* de 8 [watt]. Nos cálculos das poupanças, utilizou-se a lâmpada OSRAM de 16,5 [watt], subestimando-se o valor realmente poupado.

Fluorescentes Tubulares:

Por fim, analisa-se as lâmpadas fluorescentes tubulares que, de acordo com a Figura 5.14, são o terceiro maior grupo consumidor de potência. Podem-se encontrar no hotel lâmpadas de 24, 35, 49 e 54 [watt]. Houve a necessidade de dividir a análise das lâmpadas de 24 [watt], dado que, as zonas do hotel em que estas lâmpadas são usadas requerem diferentes temperaturas.

Os indicadores financeiros, apresentados na *Tabela 5.4*, apontam, mais uma vez, para resultados muito auspiciosos. Todas as propostas de substituição são benéficas para o hotel, visto que possuem um VAL positivo. Nesta pesquisa destaca-se alguma dificuldade em encontrar uma lâmpada LED que igualasse o fluxo luminoso das lâmpadas fluorescentes de 49 [watt]. Uma possível justificação reside no facto de se ter assumido uma eficácia de 94 [lumens/watt] para todas as lâmpadas fluorescentes. Um levantamento rápido ao mercado revelou que o valor mais comum de eficácia correspondente a uma potencia de 49 [watt] é 85 [lumens/watt]. Refazendo os cálculos, para o fluxo luminoso equivalente, obtém-se um valor de 4165 [lumens], que está muito mais próximo do fluxo emitido pelo LED sugerido. Esta observação evidência, que o valor assumido para a eficácia, das lâmpadas utilizadas atualmente no hotel, é um majorante do valor real. Na eventualidade desta hipótese ser válida, isto é, o valor de eficácia assumido ser superior ao valor real, tem-se que os valores de poupança calculados serão inferiores aos valores de poupança reais.

Tabela 5.3 Análise Económica a vários tipos de lâmpadas Fluorescentes Compactas

Fluorescentes Compactas	Em Uso 15W	Girard Sudron	Em Uso 18W	Girard Sudron	Em Uso 21W	Girard Sudron	OSRAM	Em Uso 23 & 24 W	OSRAM	Em Uso 42W	Philips	Em Uso 55W	OSRAM
Fluxo Luminoso [lumens]	1110	1100	1332	1470	1554	1521	1521	1702	1700	3108	3000	4070	4100
Eficácia [lumens/watt]	74	138	74	147	74	152	127	74	105	74	150	74	151
Potência da Lâmpada [watt]	15	8	18	10	21	10	12	24	16,5	42	20	55	27
Tempo de Vida [horas]	12 000	30 000	12 000	15 000	12 000	30 000	15 000	12 000	30 000	12 000	50 000	12 000	60 000
Horas de Uso [horas/ano]	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760
Tempo de Vida [anos]	1,4	3,4	1,4	1,7	1,4	3,4	1,7	1,4	3,4	1,4	5,7	1,4	6,8
Preço de Compra [€/unidade]	2,50 €	13,27 €	3,50 €	19,27 €	5,99 €	19,27 €	9,35 €	6,99 €	8,10 €	8,99 €	29,14 €	10,50 €	22,89 €
Consumo [kWh/ano]	131	70	158	88	184	88	105	210	145	368	175	482	237
Custo anual de Electricidade [€/ano]	17,62 €	9,40 €	21,14 €	11,75 €	24,67 €	11,75 €	14,10 €	28,19 €	19,38 €	49,34 €	23,49 €	64,61 €	31,72 €
Poupança Anual em Electricidade [€]		8,22 €		9,40 €		12,92 €	10,57 €		8,81 €		25,84 €		32,89 €
PRI [Anos]		1,6		2,1		1,5	0,9		0,9		1,1		0,7
TIR [%]		44%		25%		50%			97%		86%		143%
VAL (Ta = 5%; n = tempo de vida)		11,27 €		8,13 €		19,21 €	6,59 €		17,90 €		91,67 €		155,01 €

Tabela 5.4 Análise Económica a vários tipos de lâmpadas Fluorescentes Tubulares

Fluorescentes Tubulares	Em Uso 24W	Philips	Em Uso 24W	Philips	Em Uso 35W	OSRAM	Em Uso 49W	OSRAM	Em Uso 54W	OSRAM
Fluxo Luminoso [lumens]	2256	2300	2256	2100	3290	3100	4606	4100	5076	5200
Eficácia [lumens/watt]	94	144	94	150	94	150	94	151	94	140
Potência da Lâmpada [watt]	24	16	24	14	35	20,6	49	27	54	37
Temperatura [K]	Quente	3 000	Frio	6 500	Frio	6 500	Frio	6 500	Quente	3 000
Tempo de Vida [horas]	20 000	50 000	20 000	50 000	20 000	50 000	20 000	60 000	20 000	60 000
Horas de Uso [horas/ano]	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760
Tempo de Vida [anos]	2,3	5,7	2,3	5,7	2,3	5,7	2,3	6,8	2,3	6,8
Preço de Compra [€/unidade]	4,99 €	13,12 €	4,99 €	11,24 €	3,99 €	12,99 €	5,49 €	24,19 €	5,49 €	25,22 €
Consumo [kWh/ano]	210	140	210	123	307	180	429	237	473	324
Custo anual de Electricidade [€/ano]	28,19 €	18,80 €	28,19 €	16,45 €	41,12 €	24,20 €	57,56 €	31,72 €	63,43 €	43,46 €
Poupança Anual em Electricidade [€]		9,40 €		11,75 €		16,92 €		25,84 €		19,97 €
PRI [Meses]		1		1		1		1		1
TIR [%]		68%		103%		129%		106%		78%
VAL (Ta = 5%; n = Tempo de Vida)		30,93 €		43,58 €		65,79 €		115,88 €		83,33 €

5.5 Aumento da Área de Coletores Solares

Como apresentado na secção 4.2.2, os coletores solares ocupam grande parte da cobertura do edifício, cerca de 142,1 [m²]. Porém, após uma visita às instalações, constatou-se que existe a possibilidade de instalar mais módulos. Na Figura 5.16, apresenta-se a planta do piso 11. A área disponível, para a instalação de mais coletores, está marcada com um retângulo vermelho, preenchido com uma cruz, e a área já ocupada está marcada com coletores.

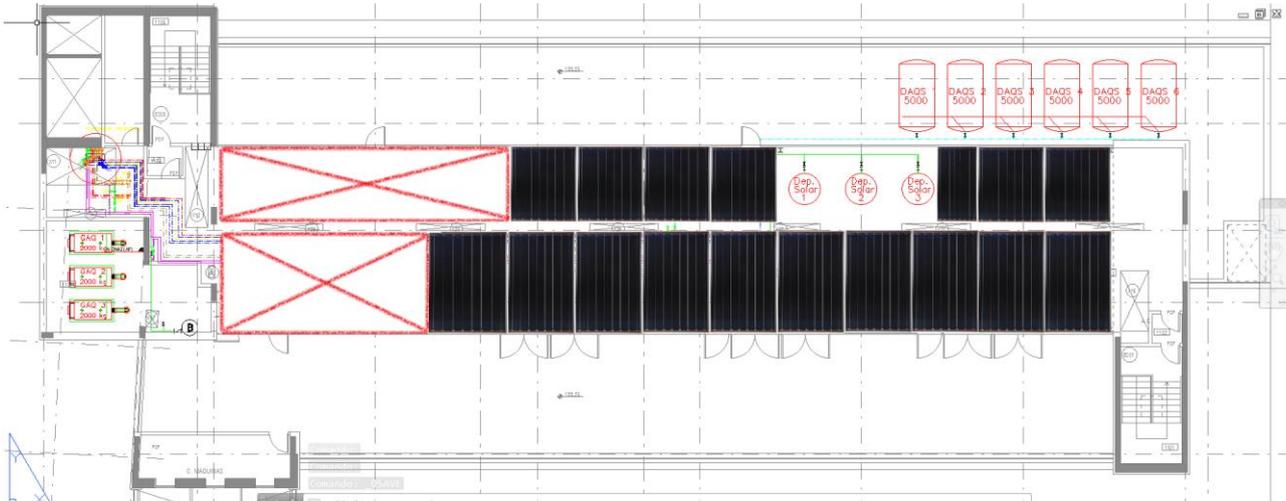


Figura 5.16 Planta do piso 11 do hotel EPIC SANA Lisboa

Com o auxílio do programa *Autodesk*, um programa de desenho assistido por computador, foi possível calcular a área disponível, obtendo-se um valor de 103,5 [m²]. Utilizando, como referência, o modelo que se encontra instalado no hotel, coletores solares térmicos de tubo de vácuo AR30, cuja ficha técnica se encontra no Anexo D, determinou-se o número de coletores que se podem instalar, cerca de 24 módulos.

Através do estudo realizado, especificamente para a localização atual, dos coletores já instalados no hotel EPIC SANA, é conhecido o valor de produtividade anual, 970 [kWh/m²]. Estima-se que a instalação de mais 24 módulos produziriam 96 612 [kWh/ano]. Assumindo que as necessidades de AQS não variam drasticamente, e utilizando os valores de 2018, esta contribuição acrescida de produção de AQS por coletores solares reduziria a necessidade de utilizar gás natural em 8721 [m³] correspondente a uma redução na fatura anual de 6054 [€]. A nível de GEE, obter-se-ia uma redução de 104 559 [kgCO₂]. No Anexo E podem encontrar-se os cálculos detalhados que conduziram, tanto aos valores de gás natural poupado, como à energia produzida pela instalação dos 24 módulos. As novas contribuições de cada sistema assumiriam o aspeto da Figura 5.17.

Importa referir que não foi considerada a necessidade de aumentar o número de depósitos cilíndricos para a acumulação de AQS.

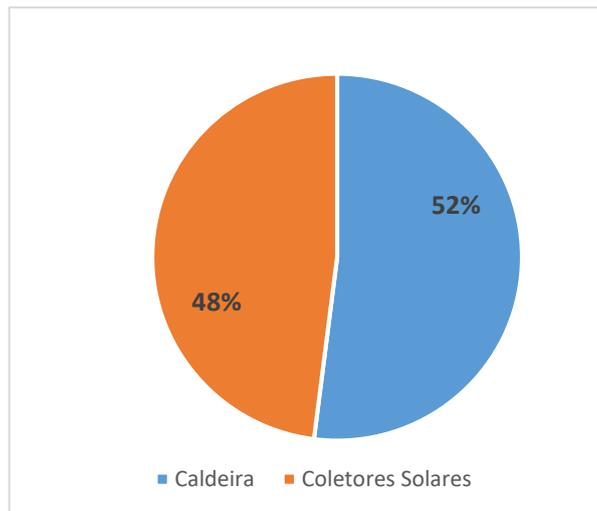


Figura 5.17 Elementos responsáveis pela produção de AQS

5.5.1 Estudo económico

Para a realização deste estudo económico foram assumidos custos de manutenção iguais a 1% do investimento inicial, com início no 10º ano do sistema, uma vez que a garantia oferecida pela marca assegura qualquer custo durante os dez primeiros anos. Tendo em conta que este tipo de instalação pode durar entre 20 e 30 anos, foi considerada a média, que corresponde a 25 anos. O custo evitado advém exclusivamente da poupança no consumo de gás natural queimado utilizado nas caldeiras. Destaque-se o facto de se ter considerado o rendimento da caldeira constante durante todo o projeto e igual ao valor inicial aquando a sua instalação, 92,4%, o que não se verifica na realidade. Esta suposição, juntamente com a utilização de um preço de gás constante, durante todo o período do projeto, torna o estudo mais conservador. Na Tabela 5.5 apresenta-se a análise financeira para esta medida. Os valores utilizados para o cálculo dos indicadores financeiros podem ser consultados no Anexo E.

Tabela 5.5 Análise de custo para 24 coletores solares

Coletores Solares		
Preço por Coletor	2 680 €	[€/coletor]
Kit interligação	47 €	[€/2coletores]
Suporte para fachada horizontal	237 €	[€/coletor]
Somatório (24 Unidades)	70 572 €	[€]
Custo Evitado em Gás	6 054 €	[€/ano]
Tempo de Vida	25	[anos]
PRI	11,7	[anos]
TIR	7%	[%]
VAL ($T_a = 5\%$; $n = 25$ anos)	13 615 €	[€]

Salienta-se que o preço apresentado para a instalação dos coletores é baseado em preços de venda ao público, sendo que, provavelmente, o valor apresentado será um majorante do valor real que o hotel teria de pagar por este investimento. Para obter valores mais fidedignos dever-se-á entrar em contacto com o fornecedor. Observando os indicadores financeiros conclui-se que este projeto é economicamente viável, o período de retorno do investimento é, aproximadamente, metade do tempo de vida do sistema e o VAL é positivo.

5.6 Substituição dos minibares

A origem da utilização de minibares em hotéis de luxo é geralmente atribuída à cadeia Hilton que, em meados da década de 1970, viu as suas receitas disparar ao adicionar licores nos seus minibares.

Cada minibar do EPIC SANA Hotel consome, anualmente, 328,5 [kWh/ano]. Este valor corresponde a uma classe energética baixa, pelo que se procuraram alternativas que cumprissem pelo menos dois requisitos: classe energética igual ou superior a A+ e, no caso de serem do tipo de compressão, devem utilizar um refrigerante natural com potencial de aquecimento global (GWP) ≤ 3 , como R290 ou R600a.

Existem três mecanismos de funcionamento para este tipo de equipamento, absorção, compressão e termoelétricos. O mecanismo de absorção é o sistema mais antigo, a refrigeração é feita com amoníaco e é completamente silenciosa, pois não utiliza partes mecânicas. No entanto, é o que gasta mais energia, pois necessita de trabalhar 24h/24h. O mecanismo termoelétrico, peltier, à semelhança do anterior, não utiliza partes mecânicas para fazer frio e como tal não faz qualquer barulho. Em comparação com o mecanismo de absorção, o termoelétrico é mais eficiente, na medida em que gasta menos energia. Por fim, os modelos que utilizam um compressor possuem como maior desvantagem o facto de fazerem algum barulho quando trabalham, no entanto, não só apresentam os melhores consumos energéticos como também maior durabilidade.

5.6.1 Estudo económico

Para o estudo económico assumiu-se um tempo de vida útil igual a dez anos e uma taxa de atualização de 5%. Foram apenas admitidos modelos de compressão, uma vez que os valores de consumo dos modelos termoelétricos e de absorção resultariam em projetos economicamente inviáveis. O modelo atualmente utilizado no hotel é o minibar Polarbar60, que se encontra na segunda coluna da *Tabela 5.6*. Conclui-se que a substituição destes equipamentos resulta no investimento economicamente viável para o hotel, com um VAL de 21,37 [€] por unidade substituída. No caso de se substituírem as 311 unidade o VAL resultante seria de 6 646 [€]. Nesta análise não foi tido em conta os custos de manutenção, visto que os modelos de compressão são equipamentos bastante fiáveis.

Tabela 5.6 Análise Económica a vários tipos de minibares

Marca do Mini Bar	Polar Bar 60	K40 Ecosmart	K60 Ecosmart	K40 Ecosmart PV	K60 Ecosmart PV
Classe Energética		A+++	A+++	A++	A++
Volume [litros]	60	40	60	40	60
Durabilidade [anos]	10	10	10	10	10
Preço de Compra [€/Unidade]	181,30 €	261,80 €	289,10 €	287,90 €	315,20 €
Diferença de Investimentos		80,50 €	107,80 €	106,60 €	133,90 €
Consumo 24/7 [kWh/ano]	328,5	54	55	80	82
Poupança Anual [kWh/ano]		274,5	273,5	248,5	246,5
Custo total de Electricidade [€/ano]	44,05 €	7,24 €	7,38 €	10,73 €	11,00 €
Poupança Anual em Electricidade		36,81 €	36,68 €	33,32 €	33,06 €
PRI [Anos]		7,1	7,9	8,6	9,5
TIR [%]		6,7%	4,6%	2,8%	0,9%
VAL (Ta = 5%; t=10 anos)		21,37 €	-5,61 €	-29,13 €	-57,10 €

Com a implementação desta medida, poupar-se-iam 85 370 [kWh/ano], o que corresponde a 11 098 [€/ano] e equivale a 12 293 [kgCO₂]. O custo de implementação desta medida é de 81 420 [€]. De salientar que, caso esta medida seja implementada o hotel pagará menos imposto por utilizar um equipamento energeticamente eficiente, como previsto pelo PNAEE.

6 Conclusões

Os edifícios encontram-se numa fase de transição, passando de grandes consumidores de energia para estruturas mais eficientes capazes de produzir, armazenar e, no futuro, fornecer energia.

O estudo dos materiais de mudança de fase revelou que, apesar desta tecnologia ser promissora, dado que permite a qualquer edifício utilizar a energia de uma forma mais dinâmica, ainda tem algumas barreiras a ultrapassar até ser possível a sua aplicação numa grande escala.

Do estudo realizado ao gás natural, conclui-se que existe uma forte dependência entre o consumo de gás natural na cozinha e o número de eventos realizados no EPIC SANA Lisboa. Por outro lado, a variável preponderante no consumo de gás natural pelas caldeiras é a temperatura média ambiente. Estas duas variáveis possuem uma relação inversa. Através da faturação do gás, constatou-se que 84% de todo o gás consumido no hotel é utilizado pelas caldeiras.

As condições climáticas em Lisboa também são responsáveis pelas oscilações no consumo de eletricidade e de água do EPIC SANA Lisboa, registando-se uma relação direta entre as variáveis.

Assinalam-se algumas incongruências ao comparar-se os valores de consumo real, de eletricidade e gás natural, com os valores estimado pelo SCE. No caso da eletricidade, calculou-se um valor 2,6 vezes superior ao estimado. Por outro lado, o gás natural registou um valor 4,2 vezes superior ao estimado. Conjetura-se que existam duas razões para os resultados do SCE ficarem muito aquém dos reais: porque foram utilizados, na simulação teórica, valores que não correspondem à realidade e que, a situação energética do hotel sofreu mudanças drásticas, no decorrer dos seis anos.

A medida proposta com maior impacto na faturação do hotel é a substituição das luminárias utilizadas por outras com maior eficácia. O período de retorno do investimento varia entre 1 mês e 1,6 anos. Os menores valores de PRI estão associados às lâmpadas incandescentes de halogéneo, que são altamente ineficientes, e por isso oferecem grandes poupanças anuais. O investimento total ronda os 47 056 [€] e as poupanças anuais são de 81 333 [€]. As reduções de CO₂ conseguidas com esta medida equivalem a 90 toneladas de CO₂ por ano.

No caso da troca dos minibares, o período de retorno é igual a 7,3 anos, com um valor atualizado líquido correspondente de 21,37 [€]. As reduções de CO₂ são de 12,3 toneladas de CO₂ por ano.

O aumento da área ocupada por coletores solares traduz-se num investimento, cujo período de retorno é de 11,7 anos e cujo VAL corresponde a 13 615 [€]. Nos cálculos efetuados foram consideradas hipóteses conservadoras, pelo que é expectável que este investimento ofereça melhores resultados do que os apresentados. As reduções de CO₂, conseguidas com esta medida, são da ordem das 21,1 toneladas.

O *staff* e os hóspedes também desempenham um papel fundamental, quer no impacto do hotel no ambiente, quer na fatura anual de energia. Estimou-se que o consumo de água, no sector da lavandaria, possa ser reduzido em 15%, através da implementação de boas práticas. No entanto, esta medida carece de validação. O facto de alguns hóspedes estarem dispostos a pagar mais para ficarem em Hotéis Verdes deve motivar os gerentes a investirem em boas práticas ambientais, tais como: oferecer

programas de treino ao *staff*, reavaliar a gestão de recursos humanos, tendo em consideração o comportamento ecológico e recorrer ao auxílio de sistemas de gestão ambiental, EMS. Destaca-se o papel que as redes sociais podem ter sobre a perceção dos hóspedes dos esforços e medidas ambientais existentes no hotel, visto que muitas vezes não são corretamente depreendidas pelos hóspedes.

A implementação dos coletores solares, substituição dos minibares e luminárias envolve um custo total de 198 996 [€] e resultaria numa redução de 12,4% e 11,5% do consumo final de energia e das emissões de GEE, respetivamente. Calcularam-se os rácios $\frac{\text{Custo Investimento [€]}}{\text{Energia Primária poupada } [\frac{\text{toe}}{\text{ano}}]}$ dos hotéis

que participaram no projeto neZEH, sendo que a gama de valores se encontra entre os 3 310 e 9 208 [€/tep]. Comparando o rácio do EPIC SANA Lisboa, 2 186 [€/tep], conclui-se que este é da mesma ordem de grandeza dos valores do projeto neZEH e as medidas sugeridas têm um grande potencial para poupar energia, visto que apresentam o rácio com menor valor. No entanto, importa destacar que se deve ter alguma prudência ao comparar estes rácios, porque as medidas implementadas nos hotéis são diferentes e não se deve avaliar o grau de atratividade de cada projeto através deste indicador.

Sublinha-se que os valores apresentados nestas medidas são conservadores, uma vez que se considerou que: os preços de gás e eletricidade são constantes ao longo dos investimentos, o rendimento da caldeira é constante e que as poupanças advêm, exclusivamente, das poupanças diretas.

Todos os projetos são altamente condicionados pelo valor da taxa de atualização utilizada. Caso seja feito um empréstimo ao banco, este valor dependerá da capacidade de negociação do hotel com o banco. Caso o hotel tenha esse capital disponível, deverá decidir comparando os projetos através da TIR. Todas as medidas sugeridas, à exceção da consciencialização do *staff* e hóspedes, são elegíveis a candidaturas a fundos de eficiência energética, tornando-as mais apelativas.

Por fim, conclui-se que a falta de contadores parciais, para um registo dos consumos internos, resulta numa menor capacidade de entender o desempenho energético do edifício dificultando a adoção de estratégias de racionalização energética mais eficientes.

7 Trabalho Futuro

7.1 Extrapolação de implementação de painéis verticais na fachada Sul

Na secção 3.4, as energias solar térmica e fotovoltaica destacaram-se por causar uma reação positiva nos gerentes de várias unidades hoteleiras. Tendo em conta o estudo realizado por (Gomes 2018), tentou-se perceber qual seria a viabilidade de realizar um projeto semelhante no EPIC SANA Lisboa.

De modo a compreender a influência dos edifícios contíguos, na fachada sul do hotel, recorreu-se ao programa *Energy3D*. No programa introduziu-se a localização geográfica exata do EPIC SANA e replicaram-se os edifícios circundantes sob a forma de blocos. O programa permite analisar o sombreamento provocado pelas várias geometrias em função da trajetória diária solar.

Para entender a viabilidade desta medida começou-se por observar os meses em que o Sol assume posições de extremo face à fachada Sul do hotel. Estes meses foram identificados através do *Heliodon* no programa *Energy3D*. Na Figura 7.1 a imagem do lado direito corresponde ao mês de dezembro e a do lado esquerdo ao mês de junho.

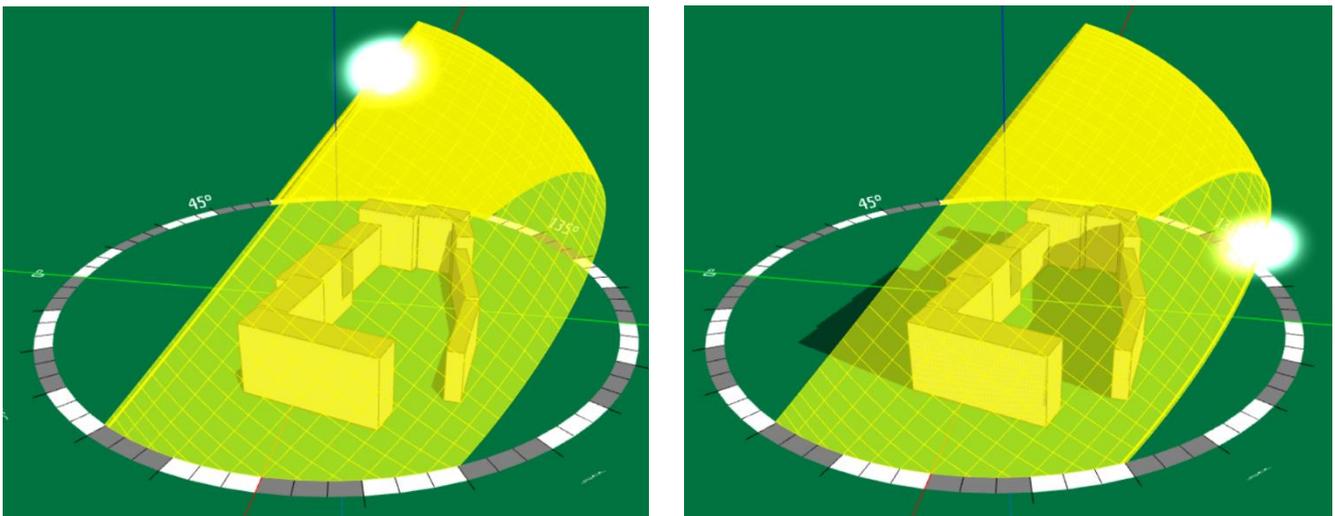


Figura 7.1 EPIC SANA Lisboa Heliodon

Deste modo, resta calcular a percentagem da fachada encoberta através do cálculo da razão entre a área sombreada e a sua área total.

8 Referências bibliográficas

- Alujević V Z 2006 *Energy Use and Environmental Impact from Hotels on the Adriatic Coast in Croatia - Current Status and Future Possibilities for HVAC Systems* Vlasta Zanki Alujević (Royal Institute of Technology)
- Associação Passivhaus Portugal 2019 *Reivindicar a Norma Passivhaus* Online: <http://www.passivhausplaner.eu/>
- Barreiros A 2017 VALUATION OF INVESTMENTS *Notes to support the discipline of Project Management*
- Bento A 2017 *Modeling and validation of a thermal energy storage based on the utilization of Phase Change Materials (PCM) in an office room* (Instituto Superior Técnico)
- Bertoldi P and Cuniberti B 2011 *The European GreenLight Programme Efficient Lighting Project Implementation Catalogue 2005-2009* (Luxembourg)
- Bhuvana K P, Bensingh R J, Kader M A, Nayak S K, Bensingh R J, Kader M A and Nayak S K 2018 Polymer Light Emitting Diodes : Materials , Technology and Device *Polym. Plast. Technol. Eng.* **0** 1–17 Online: <https://doi.org/10.1080/03602559.2017.1422269>
- Bohdanowicz P and Martinac I 2002 16A. 8 THERMAL COMFORT AND ENERGY SAVING IN THE HOTEL INDUSTRY
- Bohdanowicz P and Martinac I 2007 Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels-Case study of Hilton International and Scandic in Europe *Energy Build.* **39** 82–95
- Chang L, Hsiao Y, Nuryyev G and Huang M 2014 People's motivation, constraints and willingness to pay for green hotels *Eur. J. Tour. Res.* **9** 67–77
- CIBSE 2006 *Energy Efficiency in Buildings: CIBSE Guide F*
- Claridge N 2016 *Experience and results from the implementation of pilot projects* (Crete - Greece)
- Comissão Europeia 2011 *Iluminar o futuro: Acelerar a implantação das tecnologias de iluminação inovadoras* (Bruxelas)
- Comissão Europeia 2017 *The Energy Performance of Buildings Directive*
- Comissão Europeia What is energy poverty? | EU Energy Poverty Observatory Online: <https://www.energypoverty.eu/about/what-energy-poverty>
- Czeisler C 2013 Casting light on sleep deficiency *Nature* **497** S13–S13
- Deng S and Burnett J 2002 Water use in hotels in Hong Kong **21** 57–66
- Direção Geral de Energia e Geologia 2015 *National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal* (Lisboa, Portugal)

- European Commission 2019 *Assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020* (Brussels)
- European Commission 2017 *Good Practice In Energy Efficiency: For a sustainable, safer and more competitive Europe* (Luxembourg: Publications Office of the European Union)
- Eurostat 2019 Electricity price statistics Online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_non-household_consumers
- Fleischer A S 2015 An Introduction to Phase Change Materials *Thermal energy storage using phase change materials: Fundamentals and applications* pp 1–5
- Gil-Soto E, Armas-Cruz Y, Morini-Marrero S and Ramos-Henríquez J M 2019 Hotel guests' perceptions of environmental friendly practices in social media *Int. J. Hosp. Manag.* **78** 59–67 Online: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.11.016>
- Gomes A R F G de A 2018 *Modelação técnico económica da integração de painéis fotovoltaicos no Corinthia Lisboa Hotel* (Instituto Superior Técnico)
- Gonçalves B S 2010 *Simulação Dinâmica do Comportamento Térmico do Sheraton Lisboa Hotel & SPA* (Instituto Superior Técnico)
- Gonçalves H 2005 *Edifício Solar XXI: Um edifício energeticamente eficiente em Portugal*
- Gössling S, Araña J E and Aguiar-Quintana J T 2019 Towel reuse in hotels: Importance of normative appeal designs *Tour. Manag.* **70** 273–83 Online: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.08.027>
- Hoegh-Guldberg, Jacob O D, Taylor M, Bindi M, Brown S, Camilloni I, Diedhiou A, Djalante R, Ebi K L, Engelbrecht F, J.Guiot, Hijioka Y, Mehrotra S, Payne A, Seneviratne S I, Thomas A, Warren R and Zhou G 2018 Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems *IPCC SPECIAL REPORT Global Warming of 1.5 °C* pp 175–311 Online: <https://www.ipcc.ch/sr15>
- Hotel Energy Solutions 2011a *Analysis on energy use by European hotels: online survey and desk research*
- Hotel Energy Solutions 2011b *Factors and Initiatives Affecting Energy Efficiency use in the Hotel Industry*
- Hu Y and Cheng H 2012 Mercury risk from fluorescent lamps in China: Current status and future perspective *Environ. Int.* **44** 141–50 Online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2012.01.006>
- INE I.P. 2017 *Estatísticas do Turismo 2017* (Lisboa-Portugal)
- International Energy Agency Statistics Online: <https://www.iea.org/statistics/>
- Karagiorgas M, Tsoutsos T, Drosou V, Pouffary S, Pagano T, Lara G L and Mendes J M M 2006 HOTRES: renewable energies in the hotels . An extensive technical tool for the hotel industry

Renew. Sustain. Energy Rev. **10** 198–224

Khan N and Abas N 2011 Comparative study of energy saving light sources *Renew. Sustain. Energy Rev.* **15** 296–309 Online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.072>

Kuijsters A, Redi J, Ruyter B De and Heynderickx I 2015 Lighting to Make You Feel Better : Improving the Mood of Elderly People with Affective Ambiences 1–22

Laitinen T, Penttinen L, Saele H, Scott A, Hierzinger R, van Elburg H, Loth-Babut K, Skoczowski T, Milandru A, Anastasiu M, Albu M, Vintea A and Puenta F 2013 *From Smart Meters to Smart Consumers*

Lenzen M, Sun Y, Faturay F, Ting Y, Geschke A and Malik A 2018 The carbon footprint of global tourism *Nat. Clim. Chang.* **8** 522–8 Online: <http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>

Lewy A J, Wehr T A and Goodwin F K 1980 Light Suppresses Melatonin Secretion in Humans *Science (80-.)*. **210** 11–3

Lim S, Kang D, Ogunseitan O A and Schoenung J M 2013 Potential Environmental Impacts from the Metals in Incandescent, Compact Fluorescent Lamp (CFL), and Light-Emitting Diode (LED) Bulbs *Environ. Sci. Technol.* **47** 1040–7

Lozano R 2013 A holistic perspective on corporate sustainability drivers *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* **22** 32–44

Luderer G, Rogelj J, Elzen M and Kejun J 2018 The emissions gap *Emissions Gap Report 2018* pp 16–22 Online: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018>

Luz P N B 2015 *Metodologia integrada de gestão de energia em hotelaria* (Instituto Superior Técnico)

Manzano-agugliaro J F, Montoya F G and Peña-García A 2017 Indoor Lighting Techniques: an overview of evolution and new trends for energy saving

Meade B and Gonzalez-morel P 1999 IMPROVING WATER USE EFFICIENCY IN JAMAICAN HOTELS AND RESORTS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS 39–45

Okumus F, Köseoglu M A, Chan E, Hon A and Avci U 2019 How do hotel employees' environmental attitudes and intentions to implement green practices relate to their ecological behavior? *J. Hosp. Tour. Manag.* **39** 193–200 Online: <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2019.04.008>

Organization World Tourism 2008 *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges* (Madrid, Spain)

Pérez F J D, Martín R D, Trujillo F J P, Díaz M and Mouhaffel A G 2019 Consumption and emissions analysis in domestic hot water hotels. Case study: Canary Islands *Sustain.* **11** 1–17

Rodrigues J M S M 2011 *Ferramenta de avaliação do potencial de implementação de medidas de*

eficiência energética no sector da hotelaria (Instituto Superior Técnico)

Saskatchewan Energy Management Task Forces 2006 *A GUIDE FOR THE SELECTION OF ENERGY EFFICIENT*

Thomsen K E, Hermelink A, Schimschar S, Rose J, Aggerholm S O, Boermans T, Grozinger J and Offermann M 2011 *Principles For Nearly Zero-Energy Buildings* (Buildings Performance Institute Europe (BPIE)) Online: http://www.bpie.eu/nearly_zero.html

Toleikyte A, Kranzl L, Bointner R, Bean F, Cipriano J, Grootte M De, Hermelink A, Klinski M, Kretschmer D, Lapillonne B, Pascual R, Rajkiewicz A, Santos J, Schimschar S, Sebi C and Volt J 2016 *ZEBRA 2020 Nearly zero - energy building strategy 2020: Strategies for a nearly Zero-Energy Building market transition in the European Union*

Zissis G 2016 Energy Consumption and Environmental and Economic Impact of Lighting : The Current Situation *Handb. ofAdvanced Light. Technol.* 1–13

9 Anexo A

Minibares da marca indelB



MODELLO / MODEL	K35 ECOSMART G	K35 ECOSMART G PV	K40 ECOSMART G	K40 ECOSMART G PV	K60 ECOSMART G	K60 ECOSMART G PV
Classe di prodotto (litri) / Product class (litres)	35	35	40	40	60	60
Consumi (kWh/24h) / Consumption (kWh/24h)	0,143 230 V 50/60 Hz	0,217 230 V 50/60 Hz	0,148 230 V 50/60 Hz	0,221 230 V 50/60 Hz	0,151 230 V 50/60 Hz	0,225 230 V 50/60 Hz
Tensione / Voltage	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)	230 V - 50/60 Hz (115 V - 60 Hz)
Classe di efficienza energetica / Energy efficiency class	A+++	A++	A+++	A++	A+++	A++
Controllo apertura porta / Door opening control	Si / Yes	Si / Yes	Si / Yes	Si / Yes	Si / Yes	Si / Yes
Gas di Raffreddamento / Cooling Gas	R600a	R600a	R600a	R600a	R600a	R600a
Tipo di porta / Type of door	Reversibile pannellabile / Reversible custom panel	Reversibile vetro / Reversible glass	Reversibile pannellabile / Reversible custom panel	Reversibile vetro / Reversible glass	Reversibile pannellabile / Reversible custom panel	Reversibile vetro / Reversible glass
Dimensioni HxLxP (mm) / Dimensions HxWxD (mm)	553x399x417	553x399x427	553x399x470	553x399x480	570x490x485	570x490x495
Dimensioni imballo HxLxP (mm) / Packaging dimensions HxWxD (mm)	600x492x455	600x492x455	610x480x520	610x480x520	630x570x580	630x570x580
Peso netto (kg) / Net weight (kg)	18	20	20	22,7	22,5	25,9
Peso lordo (kg) / Gross weight (kg)	20	22	22	24	24,5	27,9

10 Anexo B

Custo da eletricidade para consumidores não domésticos

PRODUCT: Electrical energy **CONSOM:** Band ID : 2 000 MWh < Consumption < 20 000 MWh

UNIT: Kilowatt-hour **TAX:** All taxes and levies included **CURRENCY:** Euro

TIME	2014S2	2015S1	2015S2	2016S1	2016S2	2017S1	2017S2	2018S1	2018S2	2019S1
GEO										
European Union - 28 countries	0.1318	0.1318	0.1304	0.1247	0.1225	0.1223	0.1212	0.1215	0.1230	:
European Union - 27 countries (2007-2013)	0.1322	0.1322	0.1308	0.1252	0.1230	0.1230	:	:	:	:
Euro area (EA11-2000, EA12-2006, EA13-2007, EA15-2008, EA16-2010, EA17-2013, EA18-2014, EA19)	0.1377	0.1355	0.1335	0.1286	0.1270	0.1264	0.1250	0.1235	0.1241	:
Belgium	0.1166	0.1133	0.1164	0.1146	0.1175	0.1107	0.1100	0.1067	0.1150	0.1191
Bulgaria	0.0817	0.0743	0.0841	0.0917	0.0841	0.0817	0.0846	0.0895	0.0919	0.0980
Czechia	0.0933	0.0868	0.0871	0.0773	0.0761	0.0750	0.0763	0.0772	0.0770	0.0884
Denmark	0.2595	0.2587	0.2585	0.2662	0.2632	0.2555	0.2560	0.2522	0.2486	0.2346
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	0.1761	0.1749	0.1730	0.1712	0.1685	0.1692	0.1694	0.1635	0.1663	:
Estonia	0.1022	0.0982	0.1066	0.0970	0.0967	0.0929	0.0906	0.0899	0.0954	0.0972
Ireland	0.1257	0.1293	0.1234	0.1126	0.1129	0.1142	0.1114	0.1193	0.1227	0.1296
Greece	0.1203	0.1132	0.1014	0.1050	0.0975	0.1023	0.1118	0.0983	0.0997	0.1024
Spain	0.1245	0.1172	0.1156	0.1092	0.1045	0.1066	0.1040	0.1200	0.1150	0.1170
France	0.0968	0.1073	0.1016	0.0941	0.0900	0.0939	0.0885	0.0921	0.0862	0.1002
Croatia	0.0977	0.0988	0.1006	0.0973	0.0957	0.0860	0.0912	0.0982	0.1012	0.1052
Italy	0.1795	0.1663	0.1660	0.1572	0.1611	0.1508	0.1486	0.1335	0.1367	:
Cyprus	0.2063	0.1485	0.1468	0.1076	0.1427	0.1522	0.1574	0.1570	0.2028	0.1809
Latvia	0.1235	0.1308	0.1297	0.1300	0.1297	0.1250	0.1243	0.1046	0.1094	0.1107
Lithuania	0.1416	0.1098	0.1093	0.1010	0.0959	0.0913	0.0902	0.0917	0.0983	0.1023
Luxembourg	0.0714	0.0690	0.0631	0.0583	0.0587	0.0696	0.0719	0.0731	0.0740	0.0778
Hungary	0.1093	0.1060	0.1064	0.0951	0.0933	0.0890 ^(e)	0.0908	0.0950	0.0944	0.1149
Malta	0.1656	0.1482	0.1301	0.1282	0.1294	0.1263	0.1259	0.1258	0.1255	0.1304
Netherlands	0.0994	0.0989	0.0964	0.0937	0.0927	0.0936	0.0917	0.0943	0.0964	0.1050
Austria	0.1125	0.1077	0.1093	0.1059	0.0978	0.0976	0.1011	0.1014	0.1050	0.1137
Poland	0.0876	0.0944	0.0925	0.0882	0.0873	0.0937	0.0930	0.0955	0.0960	:
Portugal	0.1241	0.1269	0.1277	0.1254	0.1263	0.1268	0.1283	0.1289	0.1341	:
Romania	0.0905	0.0927	0.0886	0.0819	0.0865	0.0848	0.0868	0.0918	0.0966	0.1078
Slovenia	0.0921	0.0882	0.0919	0.0868	0.0874	0.0818	0.0823	0.0875	0.0892	0.0979
Slovakia	0.1264	0.1212	0.1183	0.1162	0.1196	0.1244	0.1252	0.1318	0.1304	0.1463



11 Anexo C

Custo do gás natural para consumidores não domésticos

PRODUCT: Natural gas **CONSUM:** Band I2 : 1 000 GJ < Consumption < 10 000 GJ **UNIT:** Kilowatt-hour **TAX:** All taxes and levies included **CURRENCY:** Euro

TIME	2014S2	2015S1	2015S2	2016S1	2016S2	2017S1	2017S2	2018S1	2018S2	TIME	2019S1
GEO										GEO	
European Union - 28 countries	0.0549	0.0530	0.0514	0.0462	0.0444	0.0440	0.0437	0.0450	0.0481	European Union - 27 countries (2007-2013)	
European Union - 27 countries (2007-2013)	0.0549	0.0529	0.0514	0.0463	0.0445	0.0442				Euro area (EA11-2000, EA12-2006, EA13-2007, EA15-2008, EA16-2010, EA17-2013, EA18-2014, EA19)	0.0515
Euro area (EA11-2000, EA12-2006, EA13-2007, EA15-2008, EA16-2010, EA17-2013, EA18-2014, EA19)	0.0569	0.0544	0.0526	0.0481	0.0468	0.0468	0.0465	0.0479	0.0509	Belgium	0.0355
Belgium	0.0512	0.0433	0.0450	0.0396	0.0392	0.0375	0.0374	0.0364	0.0395	Bulgaria	0.0419
Bulgaria	0.0439	0.0418	0.0344	0.0302	0.0259	0.0300	0.0347	0.0351	0.0402	Czechia	0.0375
Czechia	0.0430	0.0397	0.0390	0.0345	0.0350	0.0322	0.0340	0.0345	0.0344	Denmark	0.0791
Czechia	0.0430	0.0397	0.0390	0.0345	0.0350	0.0322	0.0340	0.0345	0.0344	Germany (until 1990 former territory of the FRG)	0.0431
Denmark	0.0867	0.0823	0.0791	0.0749	0.0780	0.0793	0.0797	0.0826	0.0848	Estonia	0.0434
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	0.0548	0.0521	0.0496	0.0423	0.0415	0.0422	0.0410	0.0433	0.0449	Ireland	0.0463
Estonia	0.0472	0.0442	0.0345	0.0318	0.0290	0.0381	0.0344	0.0367	0.0402	Greece	0.0501
Ireland	0.0519	0.0470	0.0475	0.0450	0.0494	0.0457	0.0480	0.0432	0.0554	Spain	0.0481
Ireland	0.0519	0.0470	0.0475	0.0450	0.0494	0.0457	0.0480	0.0432	0.0554	France	0.0541
Greece	0.0558	0.0482	0.0428	0.0370	0.0365	0.0423 ^(e)	0.0340	0.0420 ^(e)	0.0542	Croatia	0.0416
Spain	0.0550	0.0524	0.0479	0.0439	0.0420	0.0448	0.0416	0.0429	0.0465	Italy	0.0567
France	0.0563	0.0529	0.0521	0.0468	0.0486	0.0462	0.0480	0.0478	0.0573	Latvia	0.0435
Croatia	0.0530	0.0519	0.0486	0.0462	0.0392	0.0364	0.0359	0.0347	0.0406	Lithuania	0.0421
Italy	0.0565	0.0578	0.0539	0.0526	0.0474	0.0487	0.0493	0.0506	0.0518	Luxembourg	0.0422
Latvia	0.0465	0.0459	0.0391	0.0364	0.0335	0.0361	0.0401	0.0414	0.0437	Hungary	0.0410
Lithuania	0.0492	0.0393	0.0326	0.0366	0.0299	0.0359	0.0438	0.0401	0.0504	Netherlands	0.0771
Luxembourg	0.0500	0.0479	0.0468	0.0432	0.0402	0.0377	0.0388	0.0395	0.0408	Austria	0.0483
Hungary	0.0544	0.0510	0.0495	0.0391	0.0381	0.0368	0.0376	0.0339	0.0404	Poland	0.0466
Netherlands	0.0702	0.0664	0.0686	0.0699	0.0679	0.0670	0.0660	0.0690	0.0680	Portugal	0.0579
Austria	0.0563	0.0553	0.0540	0.0521	0.0511	0.0472	0.0491	0.0474	0.0488		
Poland	0.0521	0.0517	0.0501	0.0420	0.0435	0.0396	0.0414	0.0419	0.0443		
Portugal	0.0746	0.0722	0.0674	0.0536	0.0439	0.0477	0.0462	0.0543	0.0503		



Anexo D

Coletores solares térmicos de tudo de vácuo

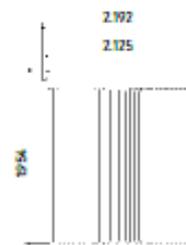
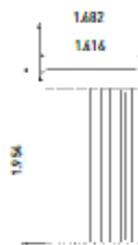
AR 20



AR 30



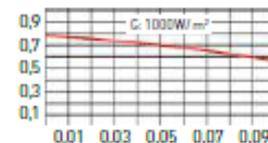
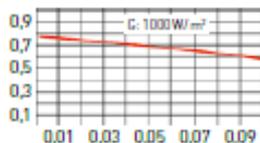
Instalação		Vertical / Horizontal	Vertical / Horizontal
Coletores por fila		Até 4	Até 4
Absorvedor		De cobre, com tratamento altamente seletivo	De cobre, com tratamento altamente seletivo
Absortância	%	95	95
Emitância	%	5	5
Circuito hidráulico		Fluxo direto	Fluxo direto
Coletor hidráulico		Cobre com isolamento de lã de vidro	Cobre com isolamento de lã de vidro
Superfície total	m ²	2,77	4,15
Superfície de abertura	m ²	2,15	3,22
Capacidade	l	3,8	5,6
Peso vazio	kg	53	79
Pressão máxima de trabalho	bar	8	8
Temperatura de estagnação	°C	313	313
Garantia (1)	anos	10	10



Curva rendimento

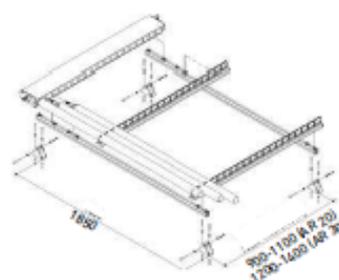
$$T^* = \frac{T_m - T_a}{G} \left[\frac{^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2}{\text{W}} \right]$$

Rendimento η



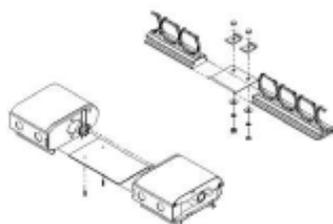
Equação característica (2)	$\eta = 0,768 - 1,36 T^* - 0,0053 GT^{*2}$	$\eta = 0,768 - 1,36 T^* - 0,0053 GT^{*2}$
Senha certificação	GPS-8555	GPS-8555
Referência	144808000	144808001
PVP	1.786 €	2.680 €

	Suporte cobertura plana	Suporte telhado inclinado	Suporte para fachada/horizontal
	Para 1 coletor	Para 1 coletor	Para 1 coletor
Referência	7214594	7215561	7214597
PVP	342 €	290 €	237 €



Kit interligação coletores

Referência	7214588
PVP	47 €



Anexo E

Projeto dos Coletores e Consumo Equivalente em Gás

Projeto Coletores			Equivalente em Gás		
Produtividade dos Módulos	970	[kWh/(m ² *ano)]	Rendimento da Caldeira	92,4%	[%]
Área Útil	103,5	[m ²]	PCI Gás	11,99	[kWh/m ³]
Área por Coletor	4,15	[m ²]	Gás Necessário para produzir 96612 [kWh]	8720,5	[m ³]
Nº Coletores	24,94	[coletores]	Energia equivalente a 8720,5 [m ³] de gás	104558	[kWh]
Área Efetiva	99,6	[m ²]	Preço do Gás	0,0579 €	[€/kWh]
Produção de Energia	96612	[kWh/ano]	Custo Evitado em Gás	6 054 €	[€/ano]

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Investimento	- 70 572 €											
Custo Evitado	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €
Custo de Manutenção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 706 €	- 706 €
Cash Flow	- 64 518 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 760 €	6 760 €

	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimento													
Custo Evitado	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €	6 054 €
Custo de Manutenção	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €	- 706 €
Cash Flow	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €	6 760 €